

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA EKOLOGIE



Biodiverzita epifytických lišejníků PR  
Zbytka ve východních Čechách

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. RNDr. Jana Kocourková, CSc.  
Autor: Mgr. Jan Jirsa

2024

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Mgr. Jan Jirsa

Inženýrská ekologie

Ochrana přírody

Název práce

**Biodiverzita epifytických lišejníků PR Zbytka ve východních Čechách**

Název anglicky

**Biodiversity of epiphytic lichens of the Nature Reserve Zbytka in eastern Bohemia**

---

### Cíle práce

- 1/ Přispět k poznání epifytických lišejníků PR Zbytka
- 2/ Zmapovat výskyt epifytických lišejníků v zalesněných částech PR Zbytka
- 3/ Popsat rozdíly v diverzitě druhů lichenoflóry v kontextu odlišných přírodních podmínek a rozdílného managementu ve studované oblasti

### Metodika

Vymezení lokality

Terénní sběr vzorků

Determinace herbářových položek pomocí vědecké určovací literatury za využití mikroskopie, barvicích reakcí či metody TLC u problematických vzorků

Zpracování položek pro herbář FŽP

Zpracování získaných dat do datasetů pro následnou analýzu na základě rozdílných faktorů (např. biotopu, stáří stromu...)

Statistické vyhodnocení a interpretace dat s využitím statistického softwaru a geografických informačních systémů

### **Doporučený rozsah práce**

60-80

### **Klíčová slova**

*Alnus glutinosa*, biomonitoring, epifytické lišejníky, *Fraxinus excelsior*, listnaté lesy, management, *Quercus robur*, vodní tok

---

### **Doporučené zdroje informací**

Liška J., Palice Z., Slavíková Š. (2008): Checklist and Red List of lichens of the Czech Republic. – *Preslia* 80: 151–182.

Liška J., Palice Z. (2010): Červený seznam lišejníků České republiky (verze 1.1). – *Příroda*, Praha 29: 3–66.

Malíček J. (2023): Červený seznam lišejníků ČR dle DaLiBora pro rok 2023. – <https://dalib.cz/data/redlist> [27. 06. 2023].

Nash III T.H. (2008): *Lichen Biology (Second Edition)*. – Cambridge University, Cambridge, 486 pp.

Vězda A., Liška J. (1999): *Katalog lišejníků České republiky*. – Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, Průhonice, 283 pp.

Wirth V., Hauck M., Schultz M. (2013): *Die Flechten Deutschlands, Band 1 & 2*. – Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 1244 pp.

---

### **Předběžný termín obhajoby**

2023/24 LS – FŽP

### **Vedoucí práce**

doc. RNDr. Jana Kocourková, CSc.

### **Garantující pracoviště**

Katedra ekologie

---

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2024

**prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 3. 2024

**prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 07. 03. 2024

---

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Biodiverzita epifytických lišejníků PR Zbytka ve východních Čechách“ vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou/závěrečnou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědom/a, že odevzdáním diplomové/závěrečné práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 28. března 2024

.....

podpis studenta

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucí práce, doc. RNDr. Janě Kocourkové, CSc., za obětavé vedení diplomové práce, především pak za pomoc s determinací jednotlivých položek a identifikací lichenikolních hub. Vřelé poděkování náleží také kolegovi Ing. Tomáši Hauserovi za pomoc v uvedení do oboru lichenologie. V neposlední řadě patří velký dík RNDr. Aleši Hájkovi, za soubor nesmírně cenných poznatků o zájmové lokalitě, i všem ostatním, kteří se badatelskou činností přičinili o poznání výjimečné lokality PR Zbytka.

## ABSTRAKT

V rámci přírodní rezervace Zbytka ve východních Čechách byl proveden mezi lety 2022 a 2024 lichenologický průzkum s cílem zmapovat biodiverzitu epifytických lišejníků a popsat faktory, které jejich distribuci ovlivňují. Celkem bylo během terénního šetření nalezeno 82 druhů epifytických lišejníků a 5 druhů lichenikolních hub. Nejcennějším nálezem byl především druh *Physcia tribacia*, spadající dle recentního červeného seznamu do kategorie kriticky ohrožených druhů. Zároveň byl, mimo jiné, relativně často nalézán druh *Inoderma byssaceum*, který byl ještě v roce 2010 řazen do kategorie vyhynulých na území ČR. Pomocí mnohorozměrných analýz byly popsány některé rozdíly mezi nalezenými druhy. Na základě statistických analýz byl potvrzen signifikantní rozdíl mezi druhovou bohatostí biotopů, především mezi kategoriemi L3.1 a L2.3 či L3.1 a L2.2. Použití indexů biodiverzity vedlo ke snížení rozdílů mezi druhovou bohatostí biotopů. Nejvíce druhů lišejníků bylo nalezeno na substrátech *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* a *Populus tremula*, největší druhovou bohatost v rámci jednotlivých substrátů vykazovaly *Salix alba*, *Populus tremula* a *Fraxinus excelsior*. Byl zjištěn statisticky významný a relativně silný záporný vztah mezi druhovou bohatostí a vzdáleností od okraje lesa, závislost druhové bohatosti na obvodu kmene nebyla statisticky potvrzena. Překvapivým zjištěním byl pozitivní vztah mezi mírou eutrofizace a počtem nalezených druhů, pravděpodobně daný faktorem distribuce světla v zájmové lokalitě. V rámci prostorových analýz byla identifikována 3 hlavní horká místa biodiverzity epifytických lišejníků v PR Zbytka. Zároveň byly pomocí mapových výstupů vizualizovány bioindikační hodnoty nalezených druhů lišejníků pro zjištění možných faktorů ovlivňujících jejich distribuci napříč zájmovým územím. V tomto ohledu je pravděpodobně nejvýznamnější identifikace nejvíce eutrofizovaných oblastí v rámci lokality PR Zbytka.

**Klíčová slova:** *Alnus glutinosa*, biomonitoring, epifytické lišejníky, *Fraxinus excelsior*, listnaté lesy, management, *Quercus robur*, vodní tok

## ABSTRACT

A lichenological research was carried out within the Zbytka Nature Reserve in Eastern Bohemia between 2022 and 2024. The aim of the research was to map the biodiversity of epiphytic lichens and to describe the factors that determine distribution of lichens. In total, 82 species of epiphytic lichens and 5 species of lichenicolous fungi were found during the field survey. In particular, the most valuable record was the species *Physcia tribacia*, which is categorized as critically endangered in the Czech Republic. At the same time, the species *Inoderma byssaceum*, categorized until recently as extinct in the Czech Republic, was found relatively frequently. Using multivariate statistical analyses, some differences between the species were outlined. Statistical analyses confirmed a significant difference in species richness between habitats, especially between categories L3.1 and L2.3 or L3.1 and L2.2. The highest number of lichen species was found on *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* and *Populus tremula*, while *Salix alba*, *Populus tremula* and *Fraxinus excelsior* showed the highest species richness. There was a statistically significant and relatively strong negative correlation between species richness and distance from the forest edge. The effect of stem circumference on species richness was not statistically confirmed. A surprising finding was a positive relationship between eutrophication rate and the number of species found, probably due to the factor of light distribution in the area of interest. The spatial analyses identified 3 major hotspots of epiphytic lichen biodiversity. Subsequently, the bioindication values of the lichen species were spatially visualized to identify possible factors influencing their distribution across the area. In this regard, the identification of the most eutrophicated areas within the Zbytka Nature Reserve site is probably the most valuable.

**Keywords:** *Alnus glutinosa*, biomonitoring, epiphytic lichens, *Fraxinus excelsior*, deciduous forests, management, *Quercus robur*, watercourse

## Obsah

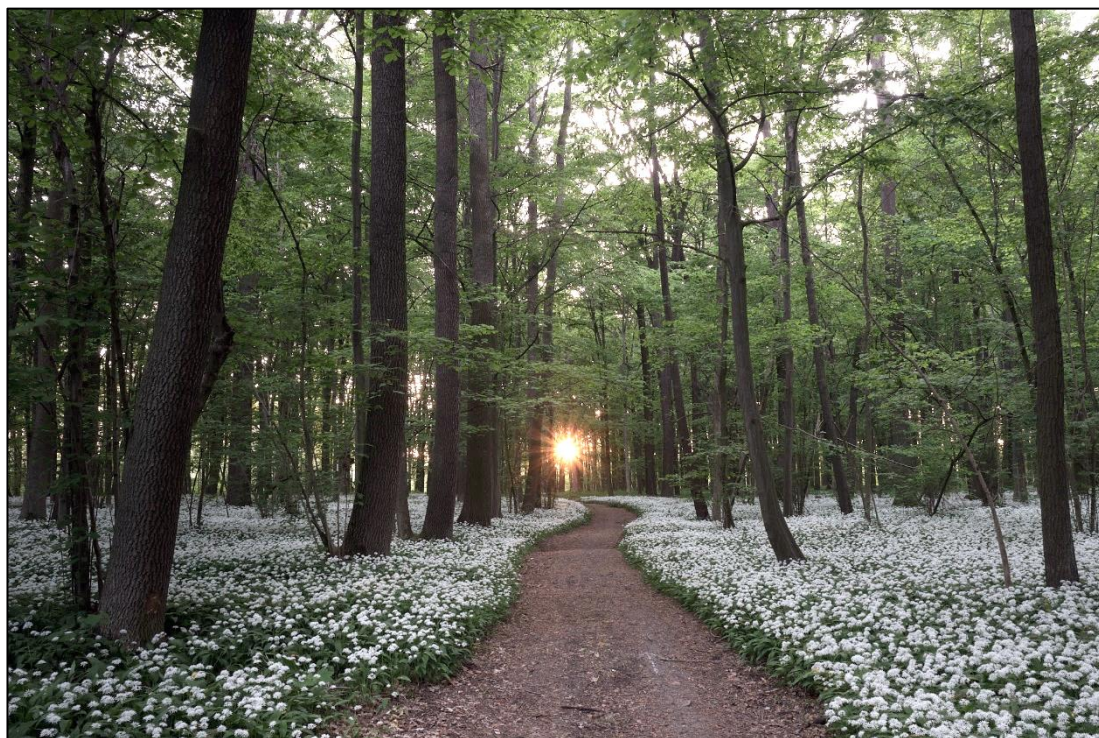
1. Úvod.....	1
1.1 Cíle práce.....	2
2. Zájmová lokalita a její historický vývoj.....	2
2.1 Geomorfologie.....	3
2.2 Geologie a pedologie.....	3
2.3 Klima.....	3
2.4 Hydrologie.....	4
2.5 Biogeografie.....	7
2.6 Historický vývoj v kontextu hospodářského využití.....	7
2.7 Vývoj lesních porostů.....	9
2.8 Současný stav lesních porostů a zastoupení dřevin.....	13
3. Epifytické lišejníky.....	20
3.1 Faktory ovlivňující výskyt epifytických lišejníků.....	20
3.2 Dosavadní výzkum epifytických lišejníků v oblasti.....	23
4. Metodika.....	25
4.1 Výběr lokalit a sběr dat.....	25
4.2 Determinace lišejníků.....	26
4.3 Zpracování datasetů a statistické analýzy.....	27
4.4 Ekologické charakteristiky vybraných druhů lišejníků.....	28
4.5 Prostorové analýzy.....	32
5. Výsledky výzkumu.....	33
5.1 Stručná charakteristika získaných dat.....	33
5.2 Nalezené druhy a míra ohrožení.....	34
5.3 Identifikace faktorů ovlivňujících distribuci lišejníků.....	38
5.4 Komentovaný seznam vybraných druhů.....	61
6. Diskuse.....	63
7. Závěr.....	70
Seznam použité literatury a zdrojů.....	71
Seznam příloh.....	75



# 1. Úvod

Přírodní rezervace Zbytka představuje jeden z posledních fragmentů bývalého komplexu slatinišť v okolí Českomeziříčské kotliny. Navzdory tomu, že oblast současné rezervace během let minulých dlouho odolávala intenzivnímu zemědělskému využití, se na ní činnost člověka za poslední půlstoletí významně podepsala. Zmínit lze především vodohospodářské využití území, neboť od roku 1978 je využíváno jako zdroj pitné vody pro okolí Hradce Králové. Odvodnění celé oblasti má v současné době za důsledek především zanikání cenných slatinných společenstev. Oblast, byť významně degradovaná, je ovšem stále považována za jednu z botanicky nejhodnotnějších lokalit východních Čech a v očích široké veřejnosti je známá především svým jarním aspektem (obrázek 1). Byla středem zájmu mnoha botaniků a v roce 1999 zde byl proveden i mykologický průzkum. Přesto se dosud žádný známý výzkumník nezabýval charakterem zdejší lichenoflóry. Lišejníky přitom představují významné bioindikátory čistoty ovzduší a svým výskytem mohou napovědět mnohé o stavu lokality. Po odsíření tepelných elektráren lze na našem území navíc pozorovat jev tzv. rekolonizace, tedy postupného navracení druhů epifytických lišejníků do jejich původního prostředí v důsledku zlepšení kvality ovzduší. Práce se, i s ohledem na recentní změny v distribuci lichenoflóry, snaží výše zmíněnou mezeru ve výzkumu lokality zaplnit.

**Obrázek 1:** Jarní aspekt v PR Zbytka



Zdroj: archiv autora

## 1.1 Cíle práce

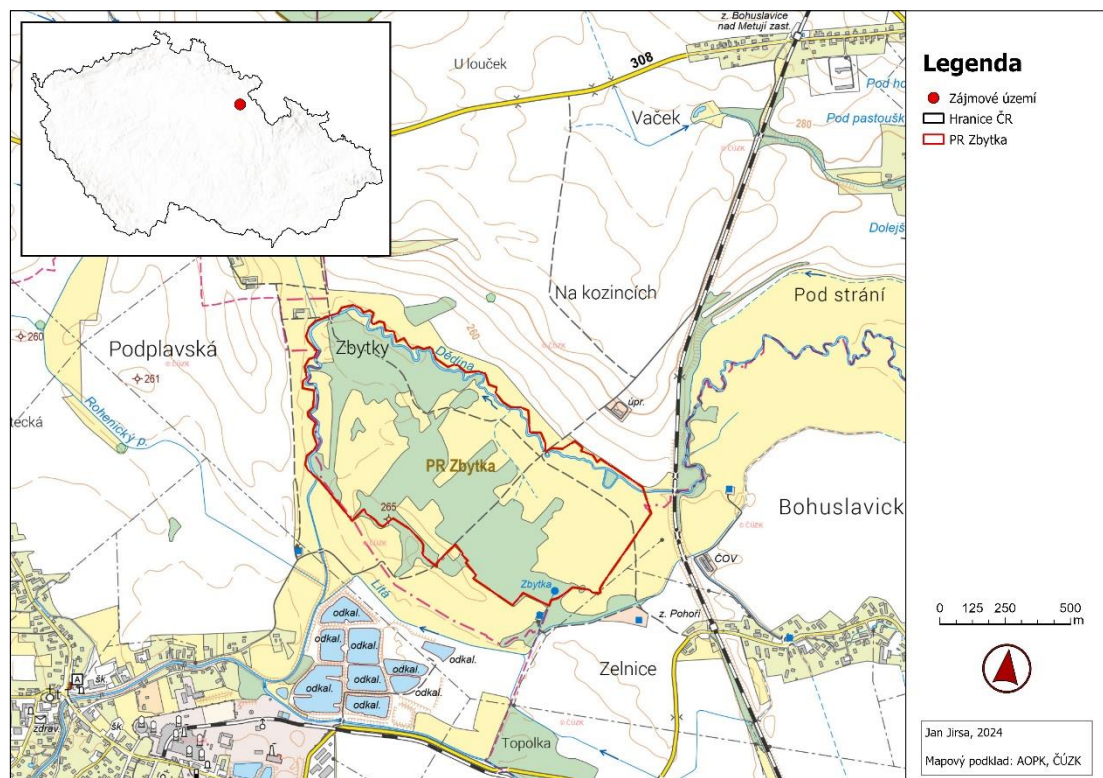
Tato práce si klade následující cíle:

- přispět k poznání epifytických lišejníků PR Zbytka;
- zmapovat výskyt epifytických lišejníků v zalesněných částech PR Zbytka;
- popsat rozdíly v diverzitě druhů lichenoflóry v kontextu odlišných přírodních podmínek a rozdílného managementu ve studované oblasti.

## 2. Zájmová lokalita a její historický vývoj

Přírodní rezervace Zbytka se nachází v podhůří Orlických hor poblíž obcí Pohoří a České meziříčí (obrázek 2). Z hlediska současného administrativního členění spadá ovšem převážná část zájmové oblasti do katastru obce Bohuslavice nad Metují. Statut přírodní rezervace oblast získala v roce 1994, kdy byla Okresním úřadem Náchod vyhlášena přírodní rezervace Zbytka (PR Zbytka) o rozloze 82.82<sup>1</sup> ha. O deset let později bylo území zařazeno také do národního seznamu evropsky významných lokalit soustavy NATURA 2000.

**Obrázek 2:** Poloha zájmového území



Zdroj: vlastní zpracování na základě podkladů AOPK a ČÚZK

<sup>1</sup> Údaje o rozloze oblasti se různí napříč zdroji. AOPK (2024) či Plán péče (Zapletal a kol. 2013) specifikuje, že se jedná o oblast s rozlohou 82,82 ha, Hájek (2009) i informační tabule v lokalitě ovšem uvádí rozlohu přírodní rezervace 79,42 ha. V seznamu evropsky významných lokalit soustavy NATURA 2000 zaujímá území dle AOPK (2024) výměru 79,36 ha.

Nadmořská výška oblasti se pohybuje v rozmezí 257–264 m. n. m, přičemž nejvýše položená část se nachází v oblasti nevýrazné elevace na jihozápadě území. To dobře ilustruje plochý reliéf oblasti, který umožňuje časté záplavy velké části území především v jarních měsících. Výskyt záplav je závislý na vodním režimu přilehlého toku Dědiny, která lemuje zájmové území na severní a západní hranici.

## 2.1 Geomorfologie

Zájmová oblast se dle regionálního členění reliéfu nachází v provincii Česká Vysočina, dále v soustavě Česká tabule, podsoustavě Východočeská tabule, celku Orlická tabule, střední části podcelku Třebechovická tabule a okrsku Českomезiříčská kotlina (Demek 2006). Českomезiříčská kotlina je dle Demka (2006) tektonicky podmíněná kotlina v povodí Dědiny. Rovinný reliéf při údolí Dědiny v oblasti jaroměřské synklinály je uzavřen hřbetem liběcké antiklinály na západě a hřbety opočenské antiklinály na východě.

## 2.2 Geologie a pedologie

Geologický podklad tvoří druhohorní sedimenty svrchnokřídového stáří. Jedná se o vápenité, písčité a spongilitické slínovce až jílovité vápence a jílovce spodního a středního turonu, které jsou na většině území překryty kvarténními říčními náplavy a alkalickými slatinami (Demek 2006, Hájek 2009). Podél opočenské flexury zde vystupuje k povrchu bělohorské souvrství spodního turonu, jehož horní část z rigidních hornin funguje díky systému puklin jako kolektor podzemních vod. Nepropustné slínovce jizerského souvrství tvoří artéský sloup (Hájek 2009). Na tento systém několika souběžných zlomů byly v minulosti vázány vydatné vývěry podzemní vody bohaté vápníkem.

Zapletal a kol. (2013) uvádí, že z hlediska zastoupení půd na území převažují v severní a severovýchodní části pararendziny, v jižní a jihozápadní části se vyskytují černice. Podél toku Dědiny jsou přítomny fluvizemě a v jihozápadní části lokality kambizemě. V souvislosti s vývěrem podzemních vod a slatinným charakterem oblasti se v jihovýchodní části zájmové lokality nachází také organozemě (slatinná a glejová rašelina).

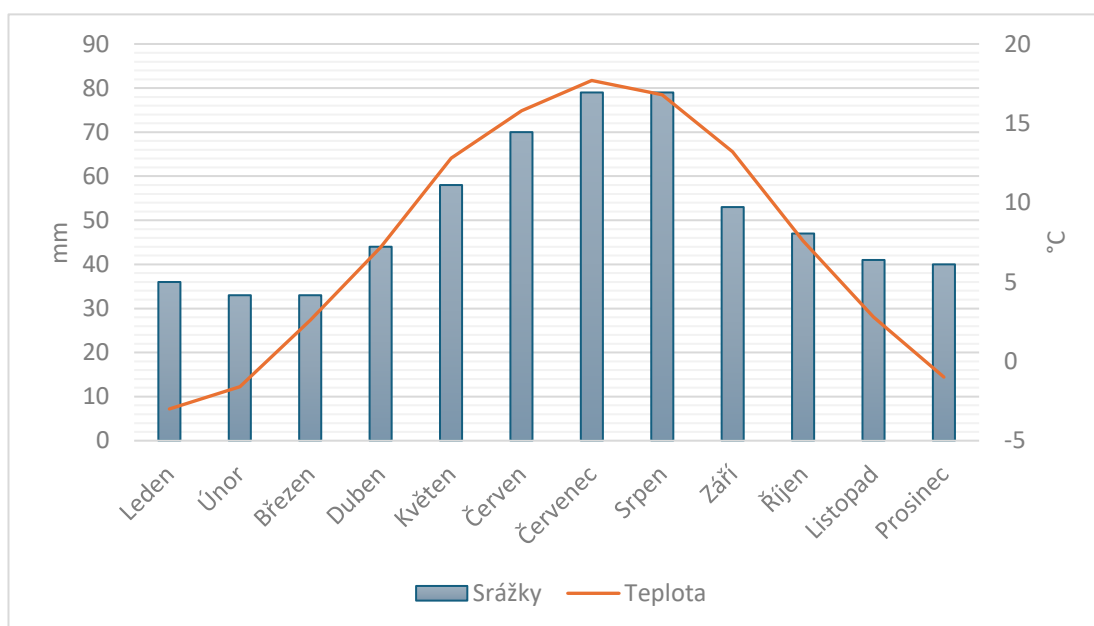
## 2.3 Klima

Oblast je dle Quittovy klasifikace podnebí součástí mírně teplé oblasti České republiky (MT11). V této klimatické oblasti je mírně teplé a krátké jaro, léto je dlouhé, teplé a suché, podzim je mírně teplý a krátký a zima je mírně teplá, velmi suchá a krátká s krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt 1971). V zájmovém území tedy lze během roku očekávat 140–160 dní s teplotou alespoň 10 °C, srážkový úhrn během vegetačního období mezi 350 a 400 mm a 50–60 dnů v roce se sněhovou

pokrývkou. Průměrná roční teplota v této oblasti by měla dosahovat hodnoty kolem 7,9 °C a průměrné roční srážky 666 mm.

Na základě dat průměrných měsíčních srážkových úhrnů ze stanice v Českém meziříčí lze pozorovat maxima během letních měsíců července a srpna, naopak minimální úhrny srážek jsou zaznamenány během zimních měsíců. Taktéž měsíční dlouhodobé průměrné teploty ze stejné stanice dosahují maxim během července a nejnižších teplot v lednu (obrázek 3).

**Obrázek 3:** Klimagram zájmového území



Zdroj: Zapletal a kol. (2013)

## 2.4 Hydrologie

Zájmové území se nachází v povodí říčky Dědiny, která pramení u Sedloňova v Orlických horách a ústí pravostranně do Orlice poblíž Třebechovic pod Orebem. Oblast protéká zhruba ve svém 16. až 18. říčním kilometru, přičemž lemuje oblast podél severní a západní hranice (obrázek 4). V tomto úseku se jedná o meandrující tok přírodního charakteru bez významnějších zásahů člověka. Výjimkou je prokopání největšího meandru ve východní části zájmové lokality, jehož koryto je nyní i po částečné revitalizaci velmi málo funkční. Průtok v lokalitě je ovšem obtížné odhadnout, neboť je vodní režim řeky výrazně ovlivněn převedením části průtoku do "jižní větve" toku, tzv. Zlatého potoka<sup>2</sup>. Obě měřicí stanice, které se na toku nachází na 30. a 4. říčním kilometru, tak vzhledem k poloze nemohou podchytit tento úbytek vody a reálný průtok v zájmovém území.

<sup>2</sup> Tato větev se odděluje od hlavního toku na 30. říčním kilometru u stanice v Cháborech a vlévá se opět do Dědiny na 15. říčním kilometru krátce za územím PR Zbytka.

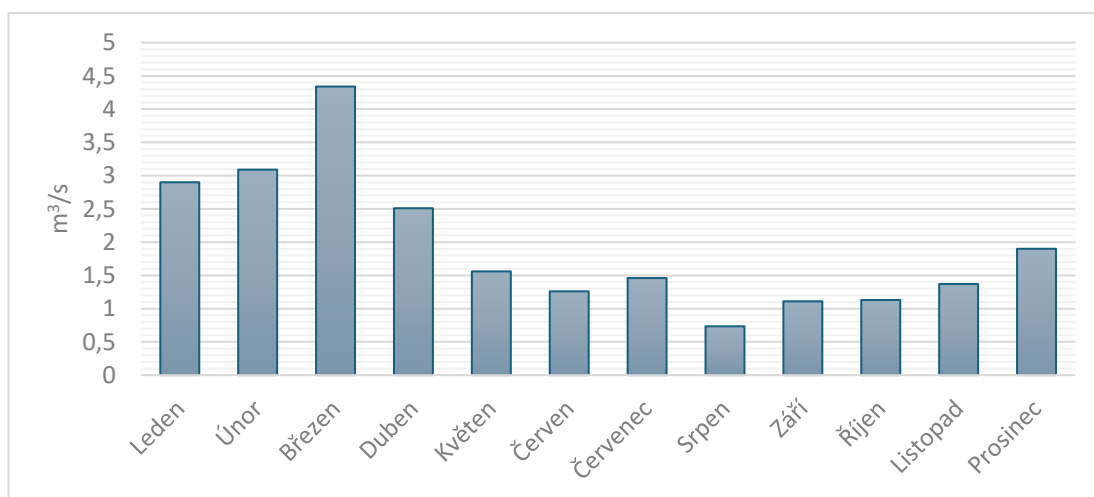
**Obrázek 4:** Meandry toku Dědiny tvořící hranici PR Zbytky



Zdroj: archiv autora

Vodní tok dosahuje maxim v zimních a především jarních měsících (obrázek 5), kdy dochází relativně často k vybřežování a zaplavování přilehlých částí zájmové oblasti. K občasným záplavám dochází také koncem letních měsíců.

**Obrázek 5:** Průměrný měsíční průtok ve stanici Mitrov na 4. říčním kilometru



Zdroj: Skalická a Kovář (2022)

Do Dědiny ústí také tok Litá, která obtéká území z jihu. Zatímco však říčka Dědina byla v oblasti Zbytek v převážné délce ušetřena větších regulačních zásahů, Litá padla zcela za oběť inženýrským řešením odtokových poměrů (Hájek 2009). Tento tok byl v minulosti několikrát výrazně upravován, načež byl v šedesátých letech

minulého století přeložen a nabyl podoby melioračního lichoběžníkového příkopu (Zapletal a kol. 2013). Zřízení příkopu podle Hájka (2009) nepochybně urychlilo odtok z „Jezírka“<sup>3</sup> na které byl napojen, a jistě oslabilo syčení jeho okolí artéskou vodou.

Oblast PR Zbytky je zároveň protkána systémem odvodňovacích příkopů, z nichž nejvýznamnější, tzv. Severní příkop, prochází loukami v severovýchodní části území (obrázek 6). Pro lokalitu jsou také charakteristické četné sníženiny s intermitentními toky, zčásti vzniklými zazemněním starých meandrů Dědiny (Zapletal a kol. 2013, Hájek 2009). Zatímco jižní, z velké části slatinná část Zbytek, je i v dnešní době do jisté míry dotována artézskou vodou, severní část je závislá spíše na záplavách. Místy však bývá lokálně zaplavována i slatinná část lokality, což v terénních sníženinách zapříčiňuje zvyšování trofie půd vlivem zanášení alochtonního materiálu (Zapletal a kol. 2013).

**Obrázek 6:** Část "Obecní louky", kterou lemuje Severní příkop



Zdroj: archiv autora

Od 70. let minulého století jsou v oblasti intenzivně využívány vodní zdroje artéských vod, což významně ovlivňuje vodní režim území. Strmý pokles hladiny podzemních vod v důsledku nového vodního režimu vedl k postupnému omezení přirozených vodních vývěrů. Snížená hladina pozemních vod vedla také ke zrychlení

---

<sup>3</sup> Jednalo se o největší vývěr artéské vody v podobě nezamrzající vodní plochy o výměře několika desítek čtverečních metrů. Vydatnost vývěru dosahovala v maximum až až 100 l/s (Hájek 2009). Pramen Jezírka byl zničen během hydrogeologických průzkumů v 60. letech minulého století a byl upraven do podoby studny vystrojené betonovými skružemi. Jezírkem se mj. zřejmě rozumí „hluboká tůň“ v okolí Meziříčí z Jiráskova historického románu *Temno*.

dekompozice slatiny a společně s lokálním zorněním v minulosti přispěla k eutrofizaci prostředí (Hájek 2009, Zapletal a kol. 2013).

## 2.5 Biogeografie

Oblast zájmového území spadá v rámci biogeografického členění do Hercynské biogeografické provincie, konkrétně do Cidlinského bioregionu. Tento bioregion je typický přechodem 2. bukovo-dubového vegetačního stupně do 3. dubovo-bukového stupně. V oblasti bioregionu je zastoupena teplomilnější varianta mezofilní (hájové) bioty, přičemž do ní mírně přesahují méně náročné teplomilné prvky hercynského charakteru a z východu pronikají prvky karpatské. V depresích se předpokládají lipové březiny či hygrofilnější typy acidofilních doubrav. K charakteru bioregionu patří též rybníky a vlhké louky (Culek a kol. 2013). Typem biochory je 3Db, tedy podmáčené sníženiny na bazických horninách 3. vegetačního stupně (AOPK 2013).

Mimo lesní biotopy, kterým se práce věnuje v dalších kapitolách, zde můžeme nalézt například střídavě vlhké bezkolencové louky (T1.9), širokolisté suché trávníky (T3.4), mezofilní ovsíkové louky (T1.1), vápnitá slatiniště (R2.1), vegetace vysokých ostřic (M1.7), aluviální psárkové louky (T1.4) a vlhké pcháčové louky (T1.5).

Z druhů cévnatých rostlin, vyskytujících se v zájmovém území, jsou nejvýznamnější především kriticky ohrožená violka vyvýšená (*Viola elatior*) či huseník hajní (*Arabis nemorensis*). Byla zde doložena přítomnost dalších 10 silně ohrožených druhů, jmenovitě např. třtiny pestré (*Calamagrostis varia*), vstavače vojenského (*Orchis militaris*) či prstnatce pleťového (*Dactylorhiza incarnata*). Z živočišných druhů lze jmenovat například silně ohroženého lesáka rumělkového (*Cucujus cinnaberinus*), kuňku ohnivou (*Bombina bombina*), ještěrku živorodou (*Zootoca vivipara*), čápa černého (*Ciconia nigra*) a mnoho dalších.

## 2.6 Historický vývoj v kontextu hospodářského využití

V minulosti byla lokalita součástí heterogenního komplexu slatinišť v oblasti Opočenska a Týnišťska, což značně ztěžovalo hospodářské využití území (Hájek 2009). I navzdory kdysi běžnému vysokému podílu ruční práce byla možnost využití slatinišť v neodvodněném stavu velmi problematická a převážná část zdejších pozemků sloužila ještě v roce 1840 jako louky či pastviny. Touto dobou již byly obzvláště v těsném okolí současné rezervace zakládány tzv. zelnice. Jednalo se o plochy, na kterých bylo pěstováno především zelí, leč výjimkou nebyly podle Hájka (2009) ani ječmen či brambory. V rámci sledovaného území se většina orné půdy nacházela především ve výše položených, přirozeně sušších nebo snadněji odvodnitelných místech. Rozorání a odvodnění těchto lánů ovšem vedlo k postupné mineralizaci slatin, což bylo umocněno také přihnojováním. Zásadní vliv na celou

lokalitu mělo scelování pozemků v 50. letech minulého století v rámci kolektivizace zemědělství. Během tohoto období byly odstraněny rozptýlené dřeviny v lučních porostech, včetně odstřelu kořenů. Luční porosty byly nadále intenzivně hnojeny, dokonce byly přisévány kulturní traviny či pícniny (Zapletal a kol. 2013). Bezprostřední okolí hospodářské usedlosti, tzv „dvora“, který dle Hájka (2009) sloužil jako výkrmna skotu a prasat, bylo silně eutrofizováno. V 60. a 70. letech byly v rámci melioračních aktivit odvodněny okrajové části lokality a některé luční porosty byly rozorány a osety kukuřicí setou (*Zea mays*). Tuto skutečnost dobře ilustruje dopis J. Ždárka z roku 1982 (Hájek 2009 ex. Žďárek 1982):

*“Dne 22.5.1982 při pracovní návštěvě “Zbytků” (připravované přírodní rezervace) – nejcennější lokalita západně ode Dvora zorána a zaseta kukuřicí. Celý palouk až po vodní příkop s břízou, kde roste asi 15 jedinců tučnice obecné na dně příkopu s železitou vodou, u této břízy ještě v r. 1956 rostla *Tofieldia calyculata* = “kohátka kalíškatá“ (asi 50 jedinců) a stovky kvetlo na lukách v okolí i v olšínách vstavače vojenského = “*Orchis militaris*” a dnes – jaká to ironie – jaký to výsměch t. zv. „ochraně přírody“, kterou se halasně chlubíme na světovém fóru ... a dnes v těchto místech začíná růst královna kulturních rostlin – „*Zea mays*“ L. Na okraji keřů, kam nezasáhl pluh traktoristy roste v současné době (dne 22. 5. 82) 6 jedinců “*O. m.*” z toho 5 sterilních a pouze jeden začíná kvést!”*

Vodárenské využívání území ovšem přispělo také ke zřízení hygienického ochranného pásma I. stupně zdroje pitné vody (PHO) v roce 1978 na velké (jižní) části území. Hájek (2009) uvádí, že dle sdělení pamětníku nebyly louky v oblasti PHO během 70. a 80. let minulého století hnojeny ani vápněny, byť to režim PHO do jisté míry umožňoval. Mimo PHO na severu, severovýchodě a východě dnešní rezervace byl ovšem dle Hájka (2009) pravidelně aplikován ledek vápenitý, ledek amonný s vápencem nebo síran amonný v dávkách 200 kg/ha. Obdobně byly hnojeny také louky na pravém břehu Dědiny mimo dnešní PR Zbytky (u severozápadní a severovýchodní části území), kde však byla v některých letech používána místy i močůvka. Po obnově travních porostů dochází k postupné regeneraci zemědělsky využívaných ploch, stále se zde ovšem vyskytují příměsi plevelů, ruderalních druhů a přisěvaných pícnin. Většina travních porostů je udržována sečením, ovšem likvidace posečené hmoty spalováním zpravidla vede k vytváření nežádoucích center ruderalizace a zvýšené eutrofizace. V současné době je tak dle aktuálního Plánu péče preferován odvoz posečené hmoty mimo lokalitu PR Zbytky a často používaná praxe pálení trávy, ohrožující rostlinná společenstva, příp. i okolní porosty dřevin, představuje pouze nouzový stav (Zapletal a kol. 2013).



**Obrázek 7:** Pozůstatek lomu v západní části elevace



Zdroj: archiv autora

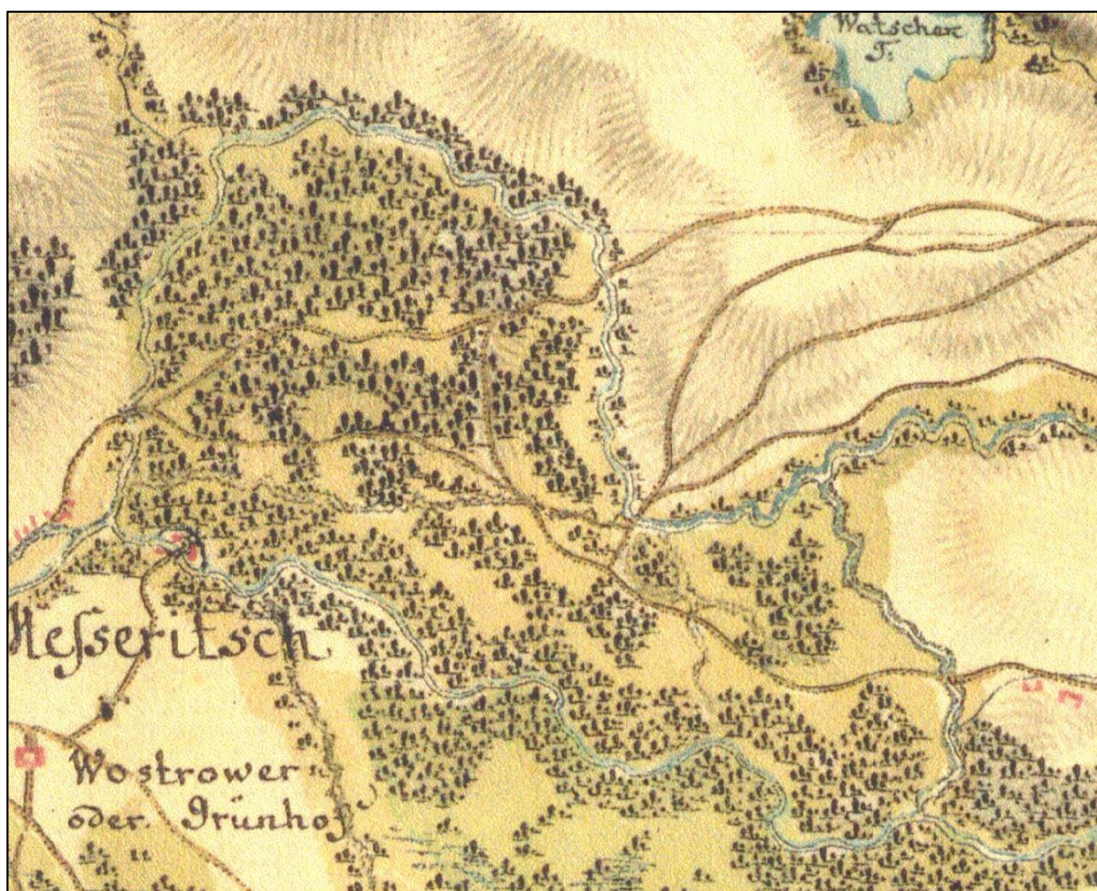
Specifickou hospodářskou činností v zájmové oblasti byla těžba kamene, která probíhala v souvislosti s výstavbou několika přilehlých stavení, především tzv. Dvora. Při těchto aktivitách vznikla v prostoru jižní elevace, tedy výchozu bělohorského souvrství, přes 400 m dlouhá soustava malých a obvykle nepřilíš hlubokých lomů (obrázek 7). Některé z lomů byly do jisté míry zatopeny artéskou vodou, což bylo významné zejména u lomu v těsné blízkosti dvora, kde byly v minulosti intenzivně chovány kachny a husy. V rámci asanačních opatření PHO byly některé lomy zavezeny, neboť původně sloužily k odkládání odpadního materiálu. I z tohoto důvodu je v dnešní době viditelný obnažený skalní podklad pouze zřídka, a to obvykle v podobě nízkých stěn. Bývalý lom u dvora je, byť částečně zavezený, stále do velké míry podmáčený a zarostlý náletovou vegetací.

## 2.7 Vývoj lesních porostů

Historický vývoj hospodářského využití území se do značné míry promítl i do současné podoby zdejších lesních společenstev. V rámci I. vojenského mapování z let 1764-1768 je zájmová oblast znázorněna jako převážně lesnaté území s občasnými enklávami travinných porostů, zejména při levém břehu řeky Dědiny a v okolí cest (obrázek 8). Toto mapování ovšem probíhalo pomocí poměrně jednoduchých prostředků a bez využití trigonometrické sítě, znázornění proto trpí neduhy, jakými jsou například zjevné zkreslení tvaru a velikosti zájmové lokality. Stromy jsou zde zakresleny stromečkovou metodou, která dovoluje zachytit různou

hustotu a vzrůst porostů, ovšem vzhledem k absenci zakreslených hranic lesa lze při interpretaci pouze těžko definovat konkrétní hranici (Brůna a Křováčková n.d.). Není tedy bohužel možné zjistit přesně tehdejší charakter dřevinných porostů, především jejich hustotu či poměr zastoupení stromů a keřů. Dle Zapletala a kol. (2013) je možné tvrdit, že byla touto dobou lesnatost území vyšší než v současné době. Hájek (2009) ovšem upozorňuje, že se z důvodu vojenského významu mohly porosty na mapě více zvýrazňovat, tudíž se zalesněná plocha v rámci výstupů I. vojenského mapování může jevit větší, než byla ve skutečnosti.

**Obrázek 8:** Oblast PR Zbytka na listech I. vojenského mapování

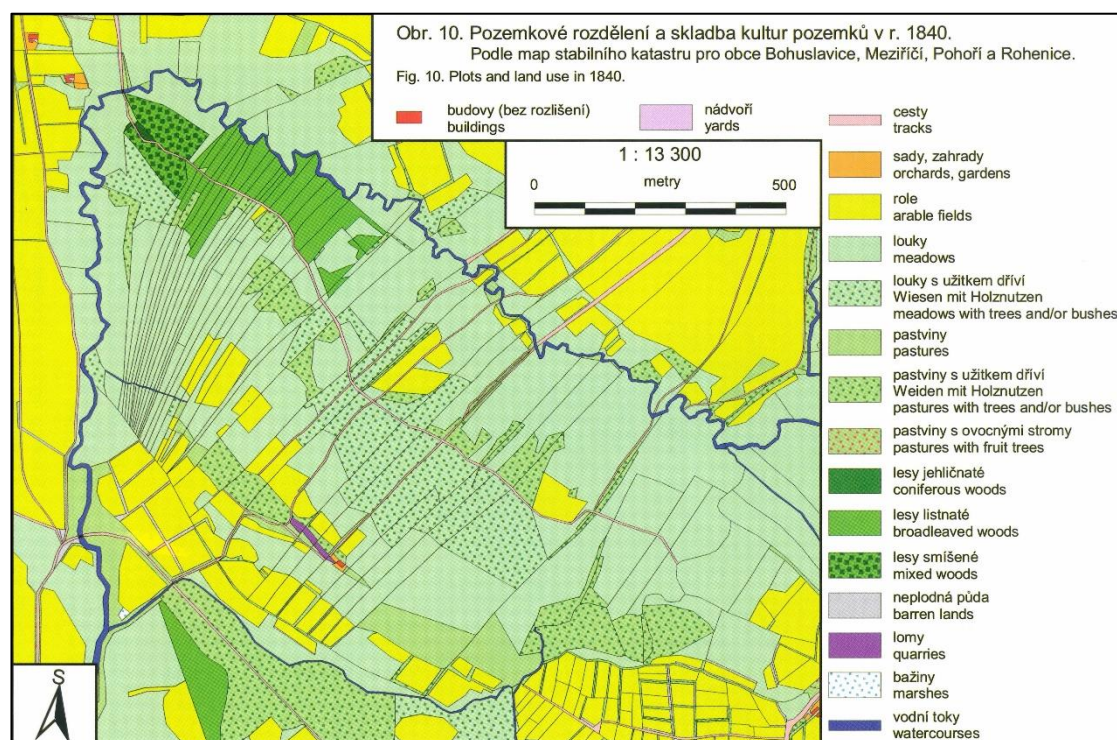


Zdroj: Geolab.cz, 2024

Koncem první poloviny 19. století se v oblasti již nacházel les obdobně prostorově rozmístěný, jako je tomu v současnosti, byť rozlohou o něco menší (obrázek 9). Lze tak usuzovat z mapy stabilního katastru datovaného do roku 1840, ze které je také možné odhadnout hospodářské využití lesních porostů. Parcely byly v originálním parcelním protokolu vedené jako „*Laubniederwald*“, tedy listnatý nízký les, což by odpovídalo výmladkovému hospodaření s krátkým obmýtím, jež bývalo v selských lesích běžně rozšířené (Zapletal a kol. 2013, Hájek 2009). V západní části lesa pak byly některé pozemky zapsány jako „*gemischter Hochwald*“ (smíšený vysoký les) a maloplošně dokonce „*Nadelhochwald*“ (jehličnatý vysoký les), přičemž zastoupení

jehličnanů je vyjádřeno i značkami na mapě. Hájek (2009) usuzuje, že se mohlo jednat o přirozenou příměs jedle, či případně o vysazované druhy jako je borovice. Východní, střední a jižní části rezervace jsou znázorněny jako pastviny s ojedinělým zákresem dřevin, z čehož je možné odvodit pouze přítomnost roztroušených dřevin či remízků, které nepokrývaly větší souvislé plochy. Hájek (2009) uvádí, že z tohoto období zde přetrvaly dnešní nejstarší duby, neboť stáří dubu se ve starých porostech pohybuje obvykle mezi 100-200 lety<sup>4</sup>. Je ovšem nutno podotknout, že u některých jedinců bylo zjištěno stáří i vyšší.

**Obrázek 9:** Skladba kultur PR Zbytky v roce 1840



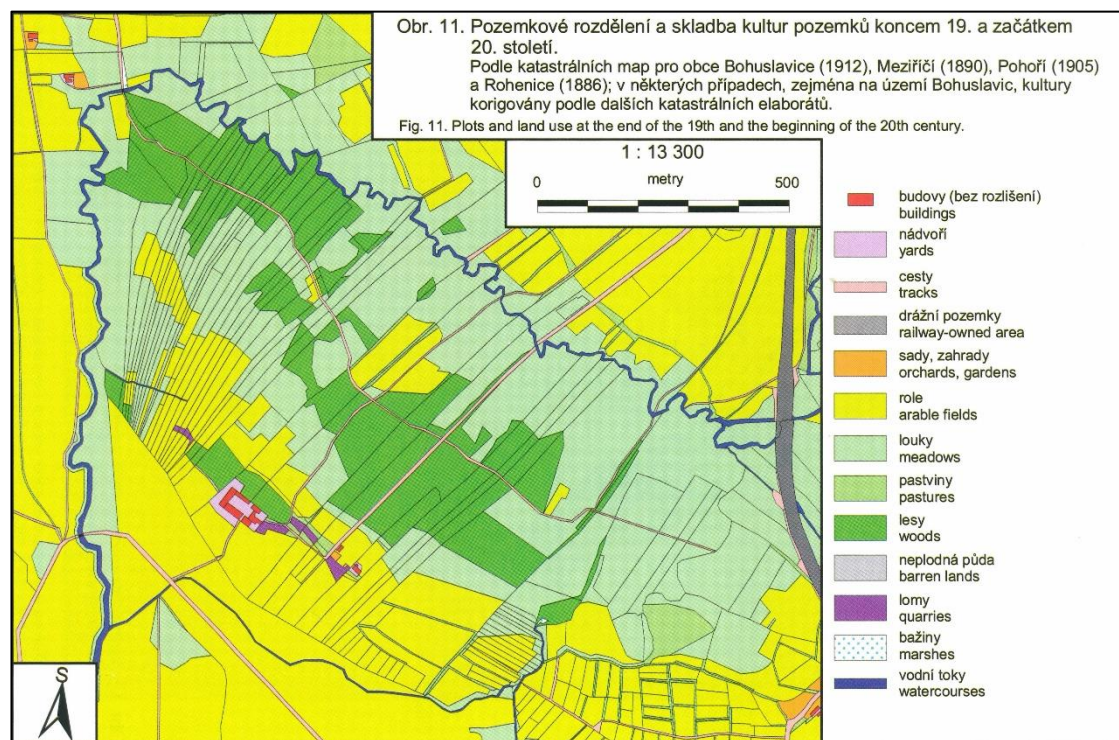
Zdroj: Hájek (2009)

Sporný je vývoj lesa v severozápadní části oblasti po roce 1840, neboť při vceňování pozemků nebyl tento les, viditelný na mapách stabilního katastru, vůbec zaznamenán. Z rozdílů v parcelních protokolech by vyplývalo, že téměř 7 ha lesa v této části zájmového území bylo mezi vyměřením a vceněním pozemků vykáceno, nebo alespoň silně prosvětleno (Hájek 2009). Druhé vojenské mapování (1851-1853) ovšem vykresluje tento les ve stejném rozsahu, jako je tomu na katastrální mapě z roku 1840. Po reambulaci stabilního katastru pro obec Bohuslavice, ke které došlo v 70. letech 19. století, byla již většina dřívějších luk a pastvin s užitkem dříví uváděna jako les. Počátkem 20. století pravděpodobně poklesla také pastva hospodářských zvířat na tomto území, neboť většina pastvin byla převedena do jiných kultur (obrázek

<sup>4</sup> Hájek (2009) uvádí 90-190 let

10). Dle Hájka (2009) se nejčastěji jednalo právě o les a lze předpokládat, že na tyto kdysi odlesněné plochy byl ve velké míře vysazován dub pro své cenné dřevo. Porosty se ovšem mohly zapojovat i samovolným zmlazováním dřevin.

**Obrázek 10:** Skladba kultur v PR Zbytka na přelomu 19. a 20. století



Zdroj: Hájek (2009)

V polovině 20. století byla z důvodu obtížné obhospodařovatelnosti velká část slatinných (i jiných) pozemků na území rezervace zalesněna, zejména olšemi a topoly. Celkovou výměru zalesnění ve slatinné části území lze podle Hájka (2009) odhadnout na cca 8 ha. Tento odhad je pouze orientační, neboť hranice slatiniště nejsou na mnoha místech přesně známy. Plocha lesa se ovšem během 20. století zvětšovala i spontánně, především po obvodu lesních porostů. Podle některých vyhodnocení leteckých snímků bylo uváděno, že se mezi lety 1937-1993 zvětšila plocha lesa v dnešní rezervaci z 31 ha o 42 %, tedy na téměř 44 ha (Hájek 2009 ex. Novák 1995). Hájek (2009) ovšem podotýká, že toto hodnocení mohlo být poněkud nadsazené, neb bylo zřejmě započítáno například i koryto přilehlého toku. Zalesňování slatinných luk bylo nejspíš významně ovlivněno také vodárenskými odběry, které pravděpodobně eliminovaly možnost takového zamokření zalesněných ploch, které by zde výrazně omezilo existenci dřevin (Hájek 2009). Hladinu podzemní vody mohla ovšem negativně poznamenat i zvýšená míra evapotranspirace v důsledku zvětšování zalesněných ploch, byť tento jev patrně nemohl ohrozit samotnou existenci větších vývěřů. Na základě některých výpočtů lze odhadovat, že při navýšení plochy lesa o 13 ha mohlo dojít v letním období ke ztrátám podzemních

vod vlivem evapotranspirace ve výši až 1,5 l/s (Hájek 2009 ex. Balek 1995). Přesto se zanesením starých mělkých odvodňovacích příkopů a stružek místy postupně vytvořily podmínky pro stagnaci vody v některých terénních depresích a koncem 90. let bylo podle Zapletala a kol. (2013) lokálně pozorováno odumírání mladších porostů dřevin v západní části území. Stav lesních porostů byl kromě změn vodního režimu ovlivněn také imisemi a tracheomykózou. Hájek (2009) uvádí, že druhý jmenovaný faktor se přičinil především o ústup dříve původního jilmu. Na základě výše zmíněného vývoje nelze, snad s výjimkou severozápadní části, počítat s historickou kontinuitou lesa.

Od vyhlášení PR Zbytka dochází postupně k převodu původně sdružených lesů a pařezin na les vysoký. Některé části, např. zhruba 1 ha porostu nepůvodního topolu kanadského z oblasti kolem „Jezírka“ byly již kolem r. 2017<sup>5</sup> vykáceny. Mezi lety 2022 a 2023 byly následně z této lokality odstraněny i pařezy. Na základě iniciativy Českého svazu ochránců přírody (ČSOP) JARO Jaroměř došlo také k výkupu a následnému prosvětlení několika hektarů lesních pozemků za účelem obnovy slatin a středního lesa, pojmenovaných nyní jako Hájkova slat' a Poláčkův střední les (JAROJAROMĚŘ 2021).

## 2.8 Současný stav lesních porostů a zastoupení dřevin

V současné době se na území PR zbytku rozkládá zhruba 30<sup>6</sup> ha lesních porostů, tvořených především duby, jasaný, olšemi či topoly (tabulka 1). Zastoupení dubu letního (*Quercus robur*) ve složení zdejších lesů zhruba odpovídá přirozenému stavu. V relativně přirozeném zastoupení zde můžeme nalézt břízu bradavičnatou (*Betula pendula*), javor babyku (*Acer campestre*), olši lepkavou (*Alnus glutinosa*) či roztroušeně také olši šedou (*Alnus incana*). Dále se zde relativně řídce vyskytuje javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mléč (*Acer platanooides*) byl uváděn spíše v historických záznamech. V porovnání s odhadovaným přirozeným zastoupením se zde naopak ve větší míře vyskytuje jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) či topol osika (*Populus tremula*) a to především na úkor jilmů (*Ulmus sp.*). Přirozeně více by měl být zastoupen také habr obecný (*Carpinus betulus*). Nepůvodní dřevinou, v relativně významném zastoupení, je dříve hojně vysazovaný topol kanadský (*Populus x canadensis*). Můžeme zde nalézt také vrby (*Salix sp.*), především vrbu bílou (*Salix alba*), v břehové vegetaci také vrbu křehkou (*Salix fragilis*), případně jejich křížence vrbu červenavou (*Salix x rubens*). Roztroušeně se na území PR zbytku nachází také lípa srdčitá (*Tilia cordata*) a lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*). V okolí bývalého Dvora

<sup>5</sup> Vyplývá z leteckého mapování na základě ortofotomap ČÚZK z let 2016 a 2018

<sup>6</sup> Plán péče z roku 2013 uvádí celkovou rozlohu pěti lesních typů 32,1 ha a současně výměru zastoupení všech dřevin 31,31 ha (Zapletal a kol. 2013). V souvislosti s recentními zásahy do lesních porostů lze počítat s úbytkem lesních ploch oproti výše uvedenému o zhruba 1 ha.

Ize mimo lesní oblasti nalézt také několik exemplářů ořešáků královského (*Juglans regia*).

**Tabulka 1:** Porovnání přirozené a současné skladby lesa

Název dřeviny	Současné zastoupení		Přirozené zastoupení**	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Dub letní a zimní*	15,5	50,9	14,6	47,9
Javor klen a mléč	0,1	0,3	0,8	2,6
Jasan ztepilý	4,8	15,7	3,4	11,2
Habr obecný	0,8	2,7	1,8	5,9
Javor babyka	0,6	2,0	0,7	2,2
Olše lepkavá a šedá	5,1	16,7	2,9	9,6
Lípa srdčitá a velkolistá	0,4	1,3	1,0	3,2
Vrby	0,2	0,7	0,2	0,8
Jilmy	-	-	4,9	16,0
Bříza bradavičnatá	0,1	0,5	0,1	0,3
Topol osika	0,2	0,6	0,1	0,3
Topol kanadský**	2,6	8,6	-	-
<b>Celkem**</b>	<b>30,5</b>	<b>100</b>	<b>30,5</b>	<b>100,0</b>

Zdroj: převzato s mírnými úpravami ze Zapletal a kol. (2013)

Pozn:

\* Dub zimní je zastoupen pouze několika exempláři

\*\* Během lesnických zásahů došlo za poslední desetiletí k redukci porostu *Populus x canadensis* z východní oblasti u "Jezírka" o zhruba 1 ha. Převzaté hodnoty byly tudíž přepočítány tak, aby tento jev reflektovaly. Taktéž není uváděn druh borovice vejmutovky (*Pinus strobus*), neboť k lednu 2024 byly všechny exempláře již pravděpodobně odstraněny.

Z hlediska členění na základě Katalogu biotopů české republiky (Chytrý a kol. 2010) jsou na území zastoupeny především údolní jasanovo-olšové luhy (L2.2) které rozlohou zabírají téměř 18 % přírodní rezervace (přes 50 % všech lesů), tvrdé luhy nížinných řek (L2.3.) představující 26 % zdejších lesů, hercynské dubohabřiny (L3.1.), jejichž podíl na rozloze lesů představuje 17 % a mokřadní olšiny (L1) s bezmála 5% zastoupením na lesní vegetaci.

### 2.8.1 Mokřadní olšiny (L1)

Byť se mokřadní olšiny na lokalitě vyskytují na více místech, jedná se o velmi maloplošné lokality a jsou málo typického charakteru. Hájek (2009) uvádí, že původní rozsah olšin v zájmovém území je na základě dosavadních poznatků těžko

odhadnutelný, ať již jde o vymezení vůči předpokládanému přirozenému bezlesí slatinišť, tak i vůči údolním jasanovo-olšovým luhům a tvrdým luhům. Zároveň zmiňuje, že pravděpodobně nikde v lokalitě nelze počítat s kontinuitou souvislejších porostů olšin. Nejtypičtější porost přiřaditelný asociaci *Carici acutiformis-Alnetum* (mokřadní olšiny s ostřicí ostrou a skřípinou lesní) se vyskytuje ve střední části lokality (obrázek 11). Ve stromovém patře dominuje *Alnus glutinosa*, pro bylinné patro jsou typické především vysoké ostřice.

**Obrázek 11:** Mokřadní olšiny v rámci zájmové lokality



Zdroj: archiv autora

### 2.8.2 Údolní jasanovo-olšové luhy (L2.2)

Údolní jasanovo-olšové luhy jsou na lokalitě nejrozšířenějším lesním biotopem a jedná se převážně o celkem zachovalé porosty (Zapletal a kol. 2013). Fytocenologicky je lze přiřadit asociaci *Pruno-Fraxinetum* (střemchové jaseniny). Ve stromovém patře dominují *Quercus robur* a/nebo *Fraxinus excelsior*, dále se vyskytují jako příměs *Alnus glutinosa*, ojediněle *Acer campestre*, *Ulmus minor* a *Ulmus laevis*. Hájek (2009) podotýká, že zastoupení *Quercus robur* je v těchto místech pravděpodobně zvýšeno kulturou. V keřovém patře většinou dominuje střemcha obecná (*Prunus padus*), vytvářející místy těžko prostupné porosty (obrázek 12). Z dalších keřů se zde vyskytují především líska obecná (*Corylus avellana*), hloh (*Crataegus* sp.), brslen evropský (*Euonymus europaea*), kalina obecná (*Viburnum opulus*), svída krvavá (*Cornus sanguinea*), ostružiník ježiník (*Rubus caesius*).

Zaznamenat zde lze také liány, například chmel otáčivý (*Humulus lupulus*). V rámci bylinného patra je zvláště výrazný jarní aspekt tvořený druhy jako je bledule jarní (*Leucojum Vernum*) či orsej jarní (*Ficaria verna*). Česnek medvědí (*Allium ursinum*) se zde, na rozdíl od tvrdého luhu, vyskytuje pouze místy.

**Obrázek 12:** Údolní jasanovo-olšové luhy v PR Zbytka



Zdroj: archiv autora

### 2.8.3 Tvrdé luhy nížinných řek (L2.3)

V PR Zbytka se tvrdé luhy vyskytují zejména v severozápadním sektoru a fytoocenologicky je lze přiřadit asociaci *Quercus-Ulmetum*. Jedná se převážně o velice zachovalé porosty, které tvoří v rámci stromového patra zejména *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior* a *Acer campestre* (obrázek 13). V malé míře jsou zastoupeny také *Tilia cordata* a *Carpinus betulus*. Keřové patro je v zájmové lokalitě vyvinuto slaběji a vyskytují se v něm hlavně *Crataegus sp.*, *Corylus avellana* či *Prunus padus*. Místy lze nalézt i *Cornus sanguinea* a *Euonymus europaea*. Bohatě je rozvinutý jarní aspekt bylinného patra, ve kterém na velkých plochách zcela dominuje *Allium ursinum*.



**Obrázek 13:** Tvrdé luhy nížinných řek v PR Zbytka

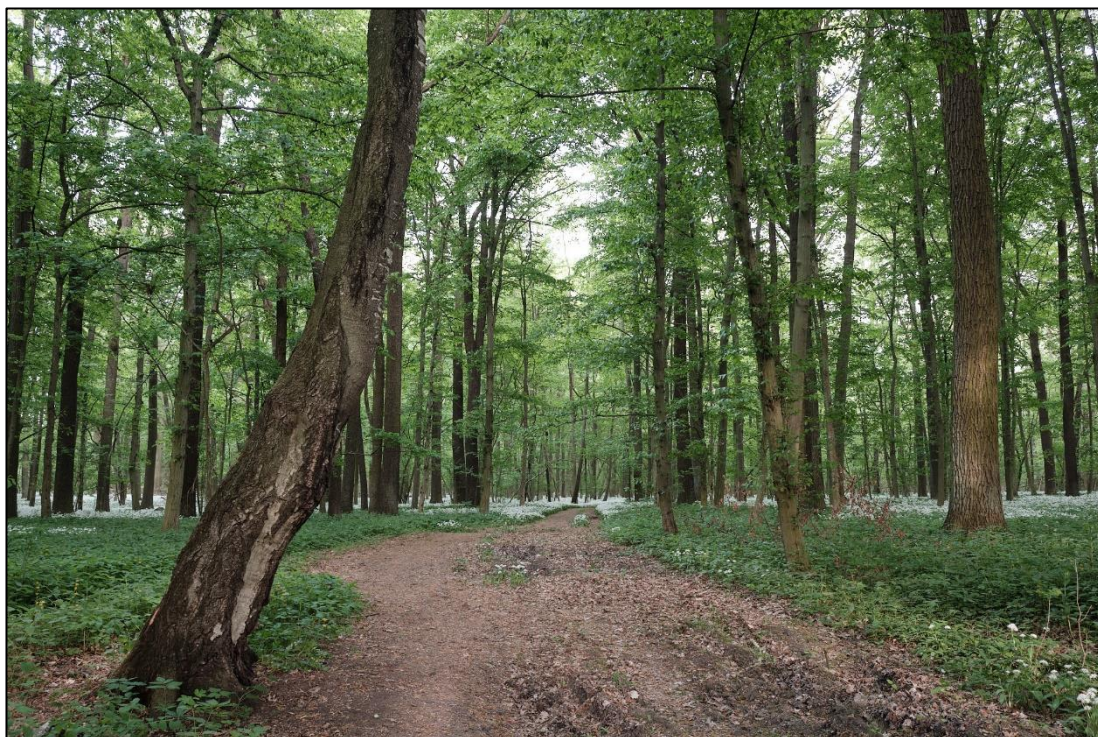


Zdroj: archiv autora

#### 2.8.4 Hercynské dubohabřiny (L3.1)

Dubohabřiny jsou v PR Zbytka přítomny na dvou místech. přičemž na každé lokaci vykazují odlišný charakter. Na severozápadním okraji lokality lze pozorovat velice zachovalé porosty, které lze podle fytoecenologicky klasifikovat jako subasociaci *Melampyro nemorosi - Carpinetum stachyetosum* (Zapletal a kol, 2013). Tato oblast je v kontextu území vyjímečná především hojným výskytem druhu *Carpinus betulus*, který téměř chybí v ostatních partiích oblasti. Hájek (2009) tuto absenci vysvětluje pravděpodobným odlesněním a pozdějšímu upřednostňování hospodářsky cennějších dřevin jako *Quercus robur* či *Fraxinus excelsior*. Zdejší část porostu má také vlhčí charakter a jižním i východním směrem postupně přechází v jilmové doubravy. Stromové patro tvoří především *Quercus robur*, dále se vyskytují *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus minor*, *Tilia cordata* či *Acer pseudoplatanus*. Keřové patro je stejně jako v případě přilehlého tvrdého luhu vyvinuto jen slabě a vyskytují se v něm např. *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus sp.*, zimolez obecný (*Lonicera xylosteum*), řídce také *Prunus padus*, *Euonymus europaea*, *Viburnum opulus* a lýkovec jedovatý (*Daphne mezereum*).

**Obrázek 14:** Přechod mezi hercynskými dubohabřinami a tvrdým luhem



Zdroj: archiv autora

Při jižním okraji lokality ve vrcholové části elevace v kontaktu s opuštěnými lomy se vyskytují druhotné, plošně neveliké a výrazněji degradované dubohabřiny odlišného charakteru (obrázek 7). Jedná se o sušší porosty přiřaditelné subasociaci *Melampyro nemorosi-Carpinetum primuletosum veris*. V stromovém patře s převahou *Quercus robur* lze dále nalézt *Acer campestre*, *Fraxinus excelsior*, zřídka *Acer pseudoplatanus*. Zřídka se vyskytuje také dub letní (*Quercus petraea*), *Tilia cordata*, *Prunus avium* či jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*). *Carpinus betulus* v této oblasti téměř chybí. Z keřů zde nalezneme obzvláště *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus sp.*, *Euonymus europaea*, *Viburnum opulus*, *Rubus caesius* či ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*).

### 2.8.5 Břehové porosty a křoviny:

Nezanedbatelné je ovšem také zastoupení porostů křovinného charakteru (obrázek 15), jejichž výměru lze, při započítání některých těsně přilehlých oblastí mimo PR Zbytka odhadovat na 6 až 7 ha. Největší zastoupení v rámci této rozlohy zaujímá biotop K.2.1 (vrbové křoviny hlinitých a písčitých náplavů), který lze nalézt podél toku Dědiny v severovýchodní části lokality. Stromové patro zde tvoří především *Salix x rubens*, případně *Salix fragilis*, dále *Salix alba*, Topol černý (*Populus nigra*), *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Acer campestre*, či *Prunus padus*. Z keřů se zde vyskytují *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus sp.*,

*Euonymus europaea*, trnka obecná (*Prunus spinosa*), bez černý (*Sambucus nigra*). Hojně jsou zde také keřové porosty vrb, lze zmínit například vrbu nachovou (*Salix purpurea*), vrbu trojmužnou (*Salix triandra*), vrbu košíkářskou (*Salix viminalis*) a vrbu popelavou (*Salix cinerea*). Dále se zde vyskytují mokřadní vrbiny (K1), vysoké mezofilní a xerofilní křoviny (K3), nelesní stromové výsadby mimo sídla (X13), nálety pionýrských dřevin a ostatní porosty (X12B) a na východě lesní kultury s nepůvodními listnatými dřevinami (X9B), byť notně prosvětlené a z velké části spíše křovinného charakteru. V křovinách lze obvykle nalézt běžné druhy keřů, jako je *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Euonymus europaea*, *Prunus spinosa*, *Rhamnus cathartica* či *Viburnum opulus*.

**Obrázek 15:** Mokřadní vrbiny (K1) přecházející ve vrbové křoviny (K.2.1)



Zdroj: archiv autora

Zapletal a kol. (2013) uvádí<sup>7</sup>, že se odhadovaný věk lesních porostů pohybuje mezi 71–150 lety. Nejvíce zastoupená je kategorie 131–150 let, a to především v severozápadní oblasti dubohabřin a tvrdých luhů, ve velké míře také v biotopu L2.2. Pouze o něco méně jsou zastoupené lesní porosty se stářím 111–130 let. Nejmladší částí porostu tvoří především oblasti nepůvodního *Populus x canadensis* a jihovýchodního cípu biotopu L2.2, které dosahují stářím 51-70 let. V rámci navrženého lesního managementu se v PR zbytky také nachází dvě geograficky oddělené oblasti I. zóny, které jsou ponechány bezzásahovému samovolnému vývoji.

---

<sup>7</sup> Uvedené hodnoty jsou vzhledem k datu vydání dokumentu zvýšeny o 10 let

## 3. Epifytické lišejníky

Lišejníky jsou organismy, které vznikají symbiotickým spojením houby (mykobiont) a fotosyntetického partnera v podobě řasy či sinice (fytobiont). V některých případech můžou být lišejníky tvořeny oběma typy fotobiontů, tedy řasou i sinicí zároveň (Nash 2008). Vyskytují se po celém světě v různých klimatických zónách, od nehostinných polárních oblastí až po tropický pás či vysoké nadmořské výšky. Obvykle se mohou dožít velmi vysokého věku, mnohdy i desítek až stovek let. Jsou schopny se adaptovat na různé druhy substrátů a je možné je dělit na saxikolní (rostoucí na skalách či sutích), terikolní (rostoucí ze země) a epifytické (rostoucí neparaziticky na povrchu rostlin, zejména na stromech). Zvláštní skupinou epifytů jsou druhy lignikolní (neboli epixylické), které kolonizují mrtvé dřevo (Seaward 2008). V případě epifytických lišejníků bývá hostitelská rostlina označována jako forofyt.

Podle stavby stélky můžeme kategorizovat lišejníky do tří základních skupin. Keříčkovité lišejníky mají větvenou stélku, která od podkladu keříčkovitě odstává a přirůstá jen nepatrnou plochou. Lupenitá stélka je přilnutá k podkladu pouze částečně a má povětšinou podobu laloků. Na spodní straně mívá často vyvinuté přichytné útvary, tzv. rhiziny. Posledním typem je korovitá stélka, která celým povrchem pevně srůstá s pokladem. Některé druhy lišejníků mohou mít stélku dimorfickou, tedy kombinaci lupenité vegetativní stélky, z níž vyrůstají podecie s keříčkovitou stavbou (Černohorský a kol. 1956, Nash 2008). K rozmnožování dochází u lišejníků především vegetativní cestou, a to pomocí úlomků stélky, soredií či isidií. Tento typ rozmnožování je častější a zahrnuje rozmnožování mykobionta i fotobionta. Další, méně častou formou, je pohlavní rozmnožování za pomoci spor. Tento způsob umožňuje pouze šíření mykobionta, který musí pro vytvoření nové stélky nalézt vhodnou řasu.

### 3.1 Faktory ovlivňující výskyt epifytických lišejníků

Distribuce epifytických lišejníků v prostoru je závislá na komplexním působení souboru proměnných souvisejících s prostředím a substrátem ať už na úrovni stromů či krajiny (Nimis a kol. 2002). Odborná literatura dělí faktory prostředí ovlivňující výskyt epifytických lišejníků na fyzikální a chemické (Barkman 1958). Mezi fyzikální lze zařadit například světlo, teplotu či vlhkost, jako chemické faktory uvádí Barkman (1958) kupříkladu přítomnost živin, toxické znečištění a kyselost. Faktory, jako je dostupnost světla, teplota, vlhkost, pH borky, přítomnost živin, znečištění ovzduší, textura, povrch a stáří borky či kontinuita stanoviště uvádí jako nejvýznamnější velká část autorů (např. Wirth 2010, Hauck 2011, Ellis 2012). Dle Barkmana (1958) lze dále pozorovat druhy úzce vyhraněné na určitý druh substrátu (stenosubstrátové), případně na charakter klimatu (stenoklimatické). Taktéž existují lišejníky

toxitolerantní, tolerující oproti toxifobním druhům určitou míru znečištění prostředí. Barkman (1958) dále označuje druhy vyžadující přímé světlo jako heliofyty, sciafyty podle něj naopak preferují rozptýlené světlo a stinná stanoviště. Kategorizovat můžeme druhy i podle preference vlhkosti. Na místech mimo dosah deště se nalézají ombrofobní druhy, ombrofilní naopak vyžadují deštivá stanoviště. Na vysokou vzdušnou vlhkost jsou vázané aerohygrofilní druhy, vysokou vlhkost substrátu preferují zase druhy substratohygrofilní. Vysoké proudění vzduchu preferují anemofilní lišejníky, chladná místa psychrofilní druhy. Pro druhy, preferující prašná prostředí můžeme dle Barkmana (1958) použít termín psychrofilní.

### 3.1.1 Světlo

Přítomnost světla je jedním z klíčových faktorů pro fotosyntézu, a tudíž má významný vliv také na distribuci epifytických lišejníků nejen v rámci lesních porostů. V hustě zapojených lesích lze předpokládat, že na nižší části kmene dopadá ve srovnání s horní částí koruny výrazně méně světla, což ovlivňuje početnost a druhové složení lichenoflóry (Hauck 2011). V případě izolovaných stromů ovšem intenzita světla s rostoucí výškou klesá (s výjimkou svrchní části koruny). Dle odborné literatury lze ovšem pozorovat rozdíly spojené se stářím a typem lesního managementu. V hospodářských lesích obvykle intenzita světla roste spolu se stářím porostu, neboť tyto druhy lesa bývají často prosvětlovány prořezáváním. Naopak u přirozených porostů intenzita světla s věkem klesá (Barkman 1958).

### 3.1.2 Vlhkost

Lišejníky (oproti cévnatým rostlinám) nemají kořeny a nemohou tedy aktivně získávat vodu ze substrátu. Vodu tedy přijímají přímo ze srážek či vzdušné vlhkosti, případně vztláním z podkladového substrátu. Růst lišejníků je proto přímo závislý především na množství srážek, neboť fotosyntéza lišejníku probíhá ve fázi vyšší hydratace. Při vysušení naopak lišejníky upadají do metabolického spánku a mohou takto překonat dlouhé období sucha (Nash 2008). Vlhkost lze tudíž spolu se světlem považovat za jednu z nejdůležitějších charakteristik stanoviště ovlivňující výskyt lišejníků. Poměr světla a vlhkosti je zvláště důležitý pro lišejníky adaptované na prostředí vnitřních částí lesa (Renhorn a kol. 1997), přičemž na bázích kmene lze krom nižší intenzity světla obvykle pozorovat také vyšší vlhkost (Sales a kol. 2016). Některé vlhkomilné druhy lišejníků jsou tak ve své podstatě zároveň stínomilné, neboť světlo ovlivňuje teplotu a v přímém důsledku také odpar.

Distribuce srážek je v případě epifytů ovlivněna tvarem a vlastnostmi forofytu a obvykle znemožňuje epifytickým lišejníkům využít plný potenciál lokálních srážek. Část dešťových kapek totiž propadne korunou a může minout prostorově relativně nevýznamný kmen stromu, další část je zadržena větvemi a listy, ovšem postupem

času se odpaří. Část je v závislosti na tvaru koruny vedena větvemi až na okraj koruny nebo opačným směrem ke kmeni. Pro odvod srážek směrem k okraji koruny jsou typické především druhy stromů s odstředivou korunou (např. rodů *Tilia* či *Betula*), dostředivou korunu, umožňující odtok srážek směrem ke kmeni, můžeme pozorovat u druhů *Fraxinus*, *Populus*, *Salix* či *Acer*. Přechodným typem může být například rod *Quercus*, u kterého převažuje spíše vodorovný směr růstu větví. U stromů s dostředivou korunou lze očekávat, že spolu s rostoucí velikostí koruny dochází i k zvyšování distribuce srážek do oblasti kmene.

### 3.1.3 Charakteristika borky

Jedním z významných faktorů distribuce epifytických lišejníků je charakter borky. Dle mnoha autorů jsou staré stromy nositeli biodiverzity, neboť má jejich borka výraznější členitost a hrubost. To, krom samotného zvětšení plochy, může zadržovat vlhkost a vytvářet různorodé podmínky pro druhy s odlišnými ekologickými nároky. Se stářím stromu obvykle stoupá i obsah vody a živin v borce. Barva borky může také ovlivnit absorpci světla, a tudíž ovlivňovat teplotu (Barkman 1958).

### 3.1.4 Teplota

Teplotu povrchu borky, mimo již zmíněný faktor intenzity světla, ovlivňuje především teplota okolního vzduchu či míra odparu. Vztah teploty a odparu má v souvislosti s výskytem epifytických lišejníků komplexní charakter, neboť se zvyšující teplotou roste i míra odparu vody (byť odpar teplotu borky zase částečně snižuje). Obecně platí, že u izolovaných stromů dochází k větším teplotním výkyvům, a to především na jižní, případně východní a západní straně. Naopak lesy, a severní expozice svahů či kmenů mohou vytvářet více „oceánské“ mezoklima a makroklima.

### 3.1.5 Kyselost substrátu

Naprostá většina epifytických lišejníků je vázána na borku stromů, byť mohou žít i na dřevě či na neopadavých listech a jehličí dřevin. Vztah epifytického lišejníku k substrátu je mimo texturu borky nejčastěji charakterizován preferencí kyselosti substrátu, která významně závisí na druhu stromu. Kyselost substrátu ovšem dále ovlivňují i další faktory, například recentní i historické znečištění ovzduší, přítomnost kyselých dešťů, či stáří stromu. Rozdílnou kyselost lze ovšem pozorovat i napříč jednotlivými částmi stromu. Některé výzkumy například potvrzují, že hodnota pH se od báze kmene směrem nahoru zvyšuje a maxima dosahuje v horní části koruny (Barkman 1958, Kermit et Gauslaa 2001). Barkman (1958) zároveň uvádí, že pH borky na bázi kmene může být identická s kyselostí půdy. Kyselost borky či dřeva může být ovlivněna také postupným rozkladem stromu.

### 3.1.6 Znečištění prostředí

Lišejníky, a obzvláště epifytické, jsou zároveň považovány za významné bioindikátory kvality ovzduší (Nash 2008, Liška a kol. 2008) či změn klimatu (Aproot a kol 2016). Jsou citlivé především na oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>) či oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) a přítomnost lišejníků či naopak jejich absence v určité oblasti může indikovat úroveň znečištění území. V kontextu ČR došlo v druhé polovině 20. století vlivem zvýšených emisí k ústupu či vyhynutí velkého množství druhů, a to především v severní polovině území. Méně exponovaná místa dala ovšem svými specifickými podmínkami možnost vzniku refugií, které, byť maloplošně, umožňovaly některým citlivějším druhům existenci i v tomto období (Malíček a Surovátková 2015). Omezení výskytu kyselých dešťů v důsledku odsíření tepelných elektráren v 90. letech minulého století vede k postupné rekolonizaci oblastí zasažených imisemi. Negativní dopady kyselých dešťů lze ovšem očekávat v určité míře i do budoucna, neboť kyselá deště přispěly k dlouhodobému snížení pH borky dřevin (Malíček a Surovátková 2015). Epifytické lišejníky jsou ovšem citlivé i na změny způsobené lesním hospodařením, a kromě monokulturních lesů k jejich úbytku přispívají například holoseče, redukce starých či umírajících stromů, nebo odstranění mrtvého dřeva. Na výskyt lišejníků má negativní vliv také intenzivní zemědělství, především používání hnojiv, či úbytek stromořadí podél cest (Liška a kol. 1996).

### 3.1.7 Kontinuita stanoviště a stáří lesa

Sporný je faktor stáří lesa, neboť někteří, např. Svoboda a kol. (2010), ve studii středoevropských dubových lesů nezjistili příliš významný dopad stáří lesa na diverzitu lišejníků. Jiní autoři (např. Fritz a kol. 2008) ovšem uvádějí stáří porostů spolu s kontinuitou lesa jako významný faktor druhové diverzity lišejníků.

## 3.2 Dosavadní výzkum epifytických lišejníků v oblasti

Výzkumem lichenoflóry v PR Zbytka se dosud, dle dostupných informací, žádný výzkumník nezabýval. Výzkumu okolí Orlických hor se v kontextu lichenoflóry věnuje především RNDr. Josef Halda, Ph.D, který, dle Národní výskytové databáze mechorostů a lišejníků ČR DaLiBor (Malíček J. a kol. (2024b), zaznamenal nejvíce recentních nálezů epifytických lišejníků ve dvou relevantních mapovacích čtvrcích, na kterých se PR Zbytka nachází<sup>8</sup>. Na základě těchto nálezů lze v lokalitě očekávat vyšší pravděpodobnost výskytu následujících epifytických druhů: *Agonimia allobata*, *Anisomeridium polypori*, *Bacidina modesta*, *Biatora chrysantha*, *Biatora efflorescens*, *Biatora radicularis*, *Brianaria sylvicola*, *Bryostigma muscigenum*, *Calicium viride*, *Chaenotheca trichialis*, *Cladonia fimbriata*, *Coenogonium pineti*, *Hypogymnia*

---

<sup>8</sup> Mapovací čtverce 5662 a 5762

*physodes*, *Lecanora expallens*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria elobata*, *Lepraria finkii*, *Lepraria incana*, *Macentina abscondita*, *Macentina dictyospora*, *Melanelixia glabratula*, *Micarea prasina*, *Opegrapha vermicellifera*, *Parmelia sulcata*, *Phlyctis argena*, *Placynthiella icmalea*, *Platismatia glauca*. *Porina aenea*, *Psilolechia clavulifera*, *Punctelia jeckeri* a *Ramalina farinacea*.

Zmínit lze také inventarizaci lichenoflóry v NPP Babiččina údolí (Halda 2013), tedy lokalitě geograficky blízké. Jedná se ovšem o výzkum z roku 2013 a je pravděpodobné, že během uplynulého desetiletí došlo k dalším možným změnám v distribuci místní lichenoflóry. Během průzkumu byly v lokalitě zaznamenány následující běžné epifytické druhy: *Amandinea punctata*, *Anisomeridium polypori*, *Arthonia spadicea*, *Bacidina sulphurella*, *Bilimbia sabuletorum*, *Buellia griseovirens*, *Candelariella reflexa*, *Candelariella xanthostigma*, *Chaenotheca ferruginea*, *Chaenotheca furfuracea*, *Chaenotheca chrysocephala*, *Chaenotheca trichialis*, *Cladonia coniocraea*, *Cladonia fimbriata*, *Cladonia chlorophaea*, *Coenogonium pineti*, *Evernia prunastri*, *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Hypogymnia tubulosa*, *Lecania cyrtella*, *Lecanora conizaeoides*, *Lecanora expallens*, *Lecanora pulicaris*, *Lecidella elaeochroma*, *Lepraria elobata*, *Lepraria incana*, *Macentina abscondita*, *Melanelixia fuliginosa*, *Melanohalea exasperatula*, *Micarea prasina*, *Mycoblastus fucatus*, *Opegrapha vulgata*, *Parmelia saxatilis*, *P. sulcata*, *Parmelina tiliacea*, *Parmeliopsis ambigua*, *Pertusaria albescens*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Phlyctis argena*, *Physcia adscendens*, *Physcia dubia*, *Physcia tenella*, *Physconia enteroxantha*, *Physconia grisea*, *Placynthiella icmalea*, *Platismatia glauca*, *Porina aenea*, *Pseudevernia furfuracea*, *Ropalospora viridis*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Xanthoria candelaria*, *Xanthoria parietina* a *Xanthoria polycarpa*.

Dále byly pozorovány v danou dobu vzácnější druhy: *Acrocordia gemmata*, *Arthonia atra*, *Arthonia helvola*, *Arthonia radiata*, *Arthonia ruana*, *Bacidia incompta*, *Bacidia rubella*, *Bacidia subincompta*, *Biatoridium monasteriense*, *Calicium salicinum*, *Calicium viride*, *Chaenotheca chlorella*, *Chaenotheca phaeocephala*, *Cladonia carneola*, *Graphis scripta*, *Microcalicium disseminatum*, *Mycobilimbia epixanthoides*, *Opegrapha vermicellifera*, *Pertusaria leioplaca*, *Physconia perisidiosa*, *Porina leptalea*, *Ramalina farinacea* a *Usnea scabrata*.



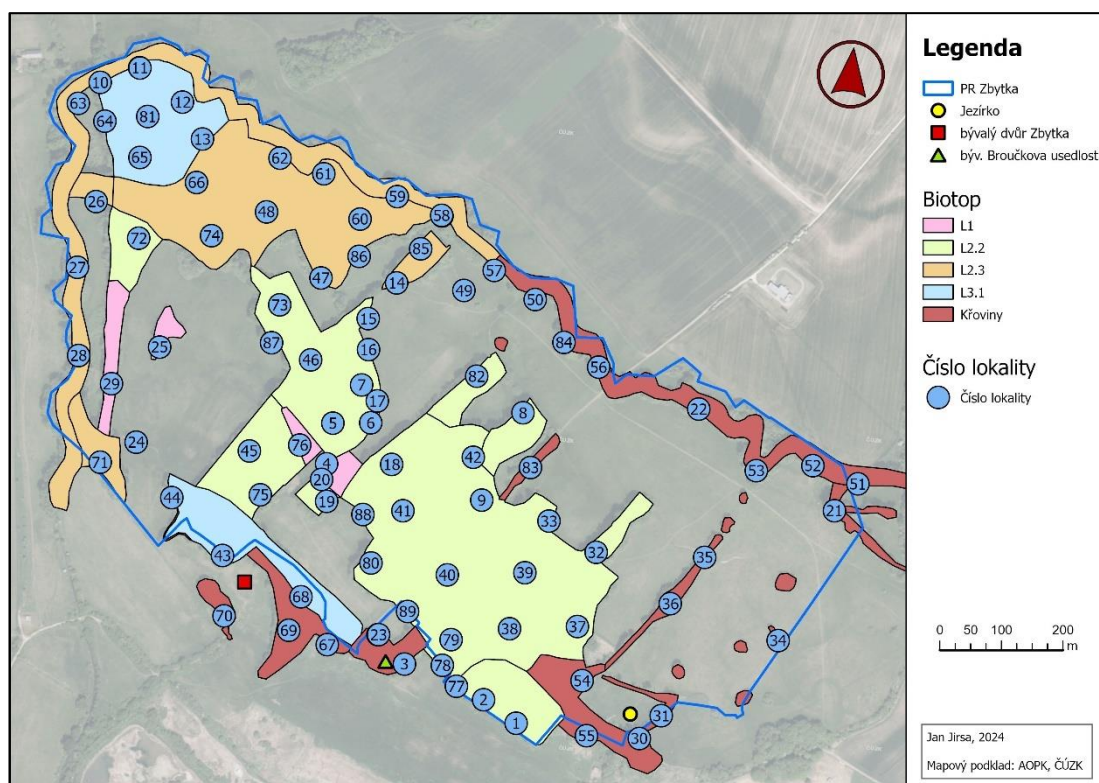
## 4. Metodika

Metodická kapitola této práce je obecně rozdělena do dvou částí. V prvních třech podkapitolách je vysvětlena metodika výběru lokalit, sběru vzorků, determinace položek a následného statistického zpracování. Problematika použití bioindikačních hodnot a způsoby jejich přepočtu, je pak vysvětlena v části druhé. Součástí metodické kapitoly je také stručná charakteristika práce s prostorovými analýzami, které představují významnou část práce.

### 4.1 Výběr lokalit a sběr dat

Výzkum v PR Zbytka zahrnoval všechna lesní stanoviště, pozornost byla ovšem věnována i oblastem křovin či solitérním stromům. Výzkum částečně zasahoval také do těsně přilehlých oblastí již mimo přírodní rezervaci (jednalo se především o oblast bývalého Dvora). Pro kategorizaci oblastí posloužila aktualizovaná vrstva mapování biotopů (2007-2023) z databáze Agentury ochrany přírody a krajiny (AOPK).

**Obrázek 16:** Zájmové kategorie biotopů a ohledané lokality



Zdroj: vlastní zpracování na základě mapových podkladů AOPK a ČÚZK

Pozornost byla věnována všem lesním biotopům (L1, L2.2, L2.3 a L3.1) nacházejícím se v PR Zbytka (AOPK 2024). Ke kategorii L2.3 byla přiřazena i západní oblast podél toku Dědiny, ve které z 80 % převažují právě tvrdé luhy nížinných řek doplněné o makrofytní vegetace vodních toků (V4B). Tento výčet biotopů byl dále rozšířen o kategorii křovin, do které byla souhrnně přiřazena vegetace podél toku Dědiny

(K2.1), vysoké mezofilní a xerofilní křoviny kategorie K3, nálety pionýrských dřevin v oblasti bývalého lomu u Dvora (X7B), starý zarostlý sad u bývalé Broučkovy usedlosti (X12 a X13) a oblast bývalého topolového porostu v okolí „Jezírka“ (X9B), v současné době již významně prosvětlená s převažujícím křovinným charakterem.

V rámci výše zmíněných kategorií bylo, pro podchycení maximálního množství specifických faktorů lokality, postupně vytyčeno 89 menších lokalit<sup>9</sup> (obrázek 16), které byly v průběhu terénního šetření ohledány za účelem zjištění výskytu epifytických lišejníků. Výběr některých lokalit byl ovlivněn jistou mírou subjektivity, neboť za účelem splnění hlavního cíle práce byly místy preferovány specifické lokality vykazující určité odlišnosti (např. přítomnost neobvyklého substrátu či spadlého stromu). V každé z lokalit byl vybrán reprezentativní vzorek dřevin zahrnující obvykle 5 nejbližších stromů či keřů v závislosti na druhovém složení oblasti. V každé lokalitě byl, v případě výskytu, kladen důraz také na průzkum opadaných větví či spadlých stromů. Sběr dat probíhal v listopadu a prosinci roku 2022, dále pak během měsíců červen, červenec a srpen následujícího roku. Poslední část dat byla sbírána v lednu a březnu roku 2024. Toto časové rozložení výzkumu umožnilo průzkum i takových lokalit, které jsou především během vegetačního období hůře přístupné.

Postup a detaily sběru se řídily standardní metodikou sběru dat (Kocourková 2017). Sběr vzorků probíhal obvykle zhruba do výšky 2 metrů, v omezené míře i o něco výše. Zjišťován byl mimo jiné druh substrátu, v případě dřevin také odhadovaný obvod ve výšce 130 cm. U nižších keřů byl obvod zaznamenán v co nejvyšší možné poloze. Každé dřevině, spadlému stromu či jinému objektu bylo přiřazeno vlastní identifikační číslo. Výjimkou jsou popadané větve, které byly v případě výskytu kategorizovány pouze pod jedním identifikačním číslem, pro každou lokalitu odlišným. Taktéž byly uloženy GPS souřadnice jednotlivých lokalit.

## 4.2 Determinace lišejníků

Část nalezených druhů byla určována přímo v terénu za pomoci kapesních lup se zvětšením 10x a 20x. Jednalo se ovšem povětšinou o užší skupinu snadno rozpoznatelných druhů makrolišejníků. V terénu neurčitelné lišejníky byly sebrány k následnému pozorování, následně vysušeny a vystaveny mrazu 28 °C po dobu 14 dnů. Vzorky byly následně určované pomocí odborné literatury a klíčů (Wirth a kol. 2013, Smith a kol. 2009, Ahti a kol. 2011). Pro větší intuitivnost byl ovšem nejvíce využíván italský klíč (Nimis a Martellos 2024). K pozorování byl využit stereomikroskop s proměnlivým zvětšením 7x – 45x a biologický mikroskop se zvětšením 40x, 100x, 400x a 1000x. Druhy lišejníků byly primárně určovány pomocí

---

<sup>9</sup> Termínem „lokalita“ se dále v práci rozumí tyto vybrané oblasti, není-li zřejmý jiný význam

viditelných morfologických znaků. Dalším postupem byla determinace pomocí bodových testů, v rámci nichž se zjišťovala reakce stélky, dřene či soredií, na jednotlivá činidla. Jednalo se především o 10% roztok hydroxidu draselného (zkráceno jako K), vodní roztok chlorového vápna (C), roztok parafenylendiaminu rozpuštěném v 96% ethanolu (PD). Použita byla i kombinace prvních dvou činidel, kdy se po chvíli působení K aplikovalo na stejné místo C (KC). U lišejníků rodu *Lepraria* byla k determinaci využívána i UV fluorescence. Metoda tenkovrstvé chromatografie (TLC) k určování použita nebyla.

Nomenklatura a stupně ohrožení jsou uvedeny dle českého Červeného seznamu lišejníků České republiky (Liška a Palice 2010), resp. Červeného seznamu lišejníků ČR dle DaLiBora pro rok 2023 (Malíček 2023). Herbářové položky budou uloženy v herbáři Katedry ekologie (FŽP).

### 4.3 Zpracování datasetů a statistické analýzy

Získaná data byla zpracována a tříděna do datasetů ve formě excelových tabulek. Jednotlivé záznamy byly kategorizovány dle lokality, ID substrátu, druhu substrátu a u stromů či keřů byl dále přiřazen odhadovaný průměr a obvod kmene. K jednotlivým druhům byly zároveň přiřazeny ekologické indikační hodnoty dle Wirtha (2010) včetně výpočtů odhadovaných hodnot pH či KO. Přiřazeny byly také kategorie biotopů, kategorie ohrožení dle obou použitých červených seznamů a lokality byly rozděleny na křoviny a lesy. Doplněny byly GPS souřadnice, na jejichž základě byla v programu ArcGIS Pro vypočítána vzdálenost lokalit od nejbližšího okraje lesních polygonů.

Vztah mezi počtem ovzorkovaných stromů a počtem druhů byl zobrazen pomocí akumulací křivky, vypočítané metodou „exact“ v programu R (R Core Team 2018). Pro statistické zhodnocení odlišností lokalit na základě druhového složení a vlivu typu stanoviště byly po ověření délky 1. DCA osy použity unimodální mnohorozměrné ordinační metody. Rozdíly mezi distribucí druhů byly shrnuty pomocí detrendované korespondenční analýzy (DCA), vztah mezi druhy a biotopy byl zanalyzován a znázorněn za pomoci kanonické korespondenční analýzy (CCA).

Po ověření normality dat bylo možné v rámci dalšího statistického testování použít ve většině případů parametrické testy. Jednalo se především o analýzu rozptylu pro potvrzení rozdílů druhové bohatosti napříč biotopy. Odlišnosti mezi jednotlivými biotopy byly následně zjišťovány pomocí post hoc testů. Pro vyjádření vztahů mezi druhovou bohatostí a vzdáleností od okraje lesa byla použita lineární regresní analýza. Závislost mezi druhovou bohatostí a obvodem kmene byla zanalyzována s využitím Pearsonova korelačního koeficientu, stejnou metodou byl zjištěn vztah

mezi druhovou bohatostí a váženým indikátorem N dle Wirtha (2010). Statistická odlišnost mezi lesními biotopy a křovinami byla zkoumána pomocí T-testu, pro statistické porovnání druhové bohatosti bezzásahových zón s okolními polygony byl z důvodu redukce datasetu použit neparametrický Mannův-Whitneyho test. Hladina významnosti pro statistické testování byla stanovena na  $\alpha = 0.05.$ , resp. 5 %.

Ordinační diagramy, výpočty indexů biodiverzity, výpočet akumulací křivky a stejně tak znázornění krabicových diagramů druhové bohatosti bylo prováděno v programu R (R Core Team 2024) s využitím balíčku „VEGAN“. Pro další statistické testy byl z důvodu vyšší intuitivnosti prostředí využit program TIBCO Statistica (TIBCO Statistica 2024). Seznam použitých zkratk druhů je uveden jako příloha č. 5.

#### 4.4 Ekologické charakteristiky vybraných druhů lišejníků

Specifické části této práce tvoří analýzy na základě bioindikačních hodnot, které k vybraným druhům lišejníků přiřadil Wirth (2010). Tyto indikační hodnoty vychází z Ellenbergovy koncepce, ve které byly původně určeny pro klasifikaci cévnatých druhů rostlin. Představují soubor hodnot, které vypovídají o pozici jejich životního optima podél základních ekologických gradientů jako je např. světlo, teplota, kontinentalita, vlhkost či živiny (Zelený 2012). Indikační hodnoty druhů jsou na ordinální škále od jedné do devíti a každá hodnota má svoji slovní definici (Ellenberg a kol. 1992, Zelený 2012). Použití těchto bioindikačních hodnot je předmětem mnoha diskusí, neboť mají svá specifika, ze kterých se odvíjí i nevýhody omezující jejich využití (Konvalinková a Hrázský 2007, Zelený 2012). V jedné hodnotě, která je stanovena empiricky, je zahrnut celý komplex environmentálních proměnných. Hodnotu lze považovat jako souhrn těchto podmínek za určitý čas, přičemž změna v druhovém složení je většinou zpožděna za změnou podmínek prostředí (Konvalinková a Hrázský 2007). Diekmann (2003) uvádí, že jsou indikační hodnoty vhodné zejména pro sledování dlouhodobých změn společenstva a jejich funkce je zejména signální. Metody sledování faktorů prostředí prostřednictvím vegetačních map na základě výpočtu průměrných hodnot bioindikačních hodnot nebyly doposud podle Konvalinkové a Hrázského (2007) dostatečně propracovány.

##### **Obecně existují 3 tradiční přístupy k použití indikačních čísel:**

- kvalitativní přístup – jedná se o aritmetický průměr všech druhů ve snímku
- ordinální přístup – abundance a pokryvnost vyjádřena v devítičlenné stupnici
- kvantitativní přístup – druhy vážené proporčně svou pokryvností

Všechny tyto přístupy mají své výhody i omezení a vhodnost jejich užití je zřejmě závislá na specifiku podmínek. Kvalitativní přístup může mít za následek, že druhy náhodně invadující plochu mají ve výpočtu stejnou váhu, jako druhy charakteristické

pro dané stanoviště. Kvantitativní přístup na druhou stranu diskriminuje druhy s nízkou pokryvností a nevyužívá dostatečně potenciálu indikačních druhů s typicky malou početností. Kvantitativní přístup také včas nezohlední případnou změnu v podmínkách stanoviště, neboť nebere po určitou dobu příliš v potaz nově se objevující druhy.

V této práci bylo možné zvolit dva přístupy k přepočtu indikačních hodnot. Jedná se především o kvalitativní postup, tedy jednoduchý aritmetický průměr ze všech druhů na jedné konkrétní lokalitě. Tato metodika výpočtu kalkuluje s každým druhem pouze jednou a nezohledňuje abundanci druhu. Lze ovšem předpokládat, že má v tomto případě potenciál lépe reflektovat změny prostředí vzniklé plošným odsířením v 90. letech minulého století, neboť k postupné rekolonizaci „vzácnými“ druhy dochází postupně. Kvantitativní přístup ve své typické podobě nebylo možné použít, neboť pokryvnost lišejníků lze měřit obtížněji, než je tomu u cévnatých rostlin. Faktor abundance je ovšem při kvantitativním přístupu možné do jisté míry nahradit počítáním vážených průměrů na základě jednotek substrátu. V praxi to znamená, že druh nalezený na lokalitě na pěti stromech má pětikrát větší váhu než druh nalezený pouze na jedné jednotce substrátu v rámci téže lokality. Obecně lze předpokládat, že pro každou proměnnou může být vhodnější použití jiné metodiky přepočtu. Z tohoto důvodu byly analýzy provedeny obvykle za pomoci obou přístupů a následně vyhodnoceny na základě poznatků z terénu. Přesto je možné tvrdit, že se výsledky obou výpočtů příliš nelišily a v situacích, pro které může být použití indikačních hodnot vhodné, lze považovat za relevantní oba. Pro většinu analýz, s výjimkou indikátoru světla (L), byly znázorněny hodnoty přepočítané prostým aritmetickým průměrem. V případě indikátoru eutrofizace (N) jsou porovnávány oba způsoby výpočtu.

#### **Wirth (2010) ve své práci definuje následující kategorie:**

**Světlo (L)** – indikátor je popsán 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, tedy cévnatým rostlinám.

Hodnoty indikátorů jsou následující:

- 1 – sciafyty s hodnotou relativního osvitu stanoviště <1 %, zřídka >10 %
- 2 – mezi 1 a 3
- 3 – stínomilné druhy s hodnotou relativního osvitu stanoviště <5 %
- 4 – mezi 3 a 5
- 5 – hemisciafyty, hodnota relativního osvitu stanoviště >10 %
- 6 – mezi 5 a 7
- 7 – hemiheliofyty – většinou na plném světle, snáší ovšem i stín
- 8 – světlomilné druhy, zřídka při <40 % relativního osvitu stanoviště

**9** – heliofyty, zřídka při <50 % relativního osvitu stanoviště

### **Teplota (T)**

**1** – pouze v mrazivých polohách, alpinské a arktické druhy

**2** – mezi 1 a 3

**3** – spíše v chladných polohách, subalpínské a vysokohorské druhy

**4** – mezi 3 a 5, horské druhy, příp. druhy hojně na chladných místech

**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

### **Kontinentalita (K)**

**1** – euoceanické druhy s výskytem v západní, jihozápadní a severozápadní Evropě

**2** – oceanické, zejména druhy západní Evropy

**3** – mezi 2 a 4

**4** – suboceanické druhy střední Evropy s výjimečným výskytem ve východní Evropě

**5** – intermediální, výskyt od západní Evropy po Sibiř, současně druhy střední Evropy

**6** – hojně rozšířené druhy, od západu na východ, například druhy boreálu

**7** – subkontinentální, druhy v západní Evropě a Britských ostrovech vzácné

**8** – kontinentální druhy východní Evropy, řídké na specifických místech střední Evropy

**9** – eukontinentální, druhy výhradně s východním rozšířením

**Vlhkost (F)** – tento indikátor je ze své podstaty komplikovaný, neboť lišejníky nemají aparát pro hospodaření s vodou a jsou závislé na vzdušné vlhkosti a dešťových srážkách. Vodu mohou lišejníky získat také s výskytem mlhy nebo ranní rosy.

**1** – druhy typické pro extrémně suché stanoviště

**2** – druhy vázané na suchá stanoviště s ročním úhrnem srážek do 750 mm

**3** – druhy tolerující suchá stanoviště, ovšem vyskytující se i ve vlhčích oblastech

**4** – druhy na stanovištích chudých na srážky, ale s vysokou vzdušnou vlhkostí

**5** – druhy typické pro místa s ročním srážkovým úhrnem vyšším než 700 mm

**6** – druhy stanovišť s ročním srážkovým úhrnem převyšujícím 800 mm

**7** – druhy oblastí s ročním srážkovým úhrnem vyšším 1000 mm

**8** – druhy stanovišť s ročním úhrnem vyšším 1400 mm, krátkodobě snášející sucho

**9** – druhy velmi vlhkých oblastí s ročním srážkovým úhrnem vyšším než 1400 mm

**Eutrofizace (N)** – indikátor je stanoven jako hodnota atmosferické depozice prachových částic, v případě vyšších hodnot i organickými a anorganickými

dusíkatými sloučeninami. Stupnice hodnotí toleranci lišejníků vůči eutrofizaci z vnějších zdrojů, nikoli celkový obsah živin v substrátu.

**1-2** – téměř žádná eutrofizace stanoviště

**3-4** – mírná/velmi slabá eutrofizace (mírné znečištění borky prachem)

**5-6** – střední/výrazná eutrofizace u solitérních stromů, skalních ploch či stěn

**7** – střední / výrazná eutrofizace (solitérní stromy v poli, oblasti kálení ptáků)

**8** – silná eutrofizace, sídliště ptáků, silné znečištění prachem

**9** – velmi silná eutrofizace (extrémní prachový pokryv báze stromů, močení zvěře...)

### **Kyselost (R)**

**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** – spíše neutrální 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

Pro lepší uchopení byl indikátor R v práci následně také přepočítán na jednotku pH. Rozpětí pH jednotlivých kategorií 2 až 8 definovaných Wirthem (2010) bylo aritmetickým průměrem sjednoceno. Na základě těchto průměrných hodnot byl za pomoci lineární regrese zjištěn vztah mezi parametrem R a průměrnou hodnotou pH. Pomocí tohoto zjištěného vztahu ( $2,764285714 + R \times 0,507142857$ ) byla posléze dopočítávána data odhadovaného pH pro jednotlivé lokality. Výpočty ovšem slouží pouze jako orientační hodnoty a nejsou použity pro žádné složitější analýzy.

Wirth (2010) ve své práci dále navrhuje výpočet indikátoru pro klimaticko-ekologickou oceánitu, kterou můžeme definovat zkratkou **KO**. Výpočet tohoto indikátoru zahrnuje faktor Kontinentality (K) a vlhkosti (F), přičemž se jedná o vztah „ $(10 - K + F) : 2$ “. Při výpočtu se indiferentní hodnoty (x) některých druhů zaměňují za hodnotu 5. Takto získané hodnoty popsal Wirth (2010) následovně:

### **Oceáničnost (KO)**

**1-2** – druhy kolonizující kontinentální polohy s velkou amplitudou roční teploty

**3** – druhy stanovišť se silně kontinentálním tónem

**4** – druhy mírně kontinentálních oblastí

**5** – druhy mírně oceánské polohy

**6** – druhy oblastí s oceánským charakterem

**7** – druhy oblastí se silně oceánským charakterem

**8-9** – druhy oblastí výhradně oceánského charakteru s nízkou teplotní amplitudou  
Wirth (2010) přiřadil bioindikační hodnoty k 87,8 % z nalezených druhů, tyto hodnoty lze pozorovat v příloze č. 4. U některých druhů chybí pouze jednotlivé hodnoty určitého indikátoru. Veškeré takové chybějící údaje jsou v příloze č. 4 označeny „x“ a v analýzách bylo k těmto údajům přistupováno jako k chybějícím datům. Výjimku tvoří indikátor KO, jenž byl spočítán i na základě indiferentních hodnot části druhů, dle postupu doporučeného Wirthem (2010).

## 4.5 Prostorové analýzy

Vzhledem k hustotě sledovaných bodů bylo možné v rámci práce získaná data vizualizovat do podoby mapových výstupů. Jako vstupní data pro tyto analýzy sloužily hodnoty druhové bohatosti jednotlivých lokalit a vypočítané bioindikační parametry dle Wirtha (2010).

Prostorové analýzy byly zpracovávány v programu ArcGIS Pro, přičemž k bodové vrstvě o 89 bodech byla přiřazena požadovaná data jednotlivých lokalit. Pro vykreslení celého zájmového území byly okrajové body zdvojeny a posunuty lehce za hranici zájmového území. Lze předpokládat, že tímto postupem mohlo dojít u některých indikátorů k mírnému zkreslení výsledků. Ovšem vzhledem k měřítku tohoto zákroku, a obvyklé kontinuitě dat v rámci datasetu, je možné dopady tohoto postupu považovat za zanedbatelné. Takto zpracovaná síť bodů byla následně interpolována metodou nejbližšího souseda („natural neighbor interpolation“) do rastrové vrstvy a vhodně doplněna o základní kartografické atributy.

Do mapových výstupů byla pro kontext obvykle dále promítnuta bodová vrstva znázorňující počet nalezených druhů na jednotlivých lokalitách, v ojedinělých případech (vyžadujících lepší orientaci na mapě) bylo použito číslování lokalit dle pořadí, v jakém byly zkoumány.

Podklady pro většinu mapových výstupů tvořila především vrstva aktualizovaného základního mapování biotopů (AOPK 2024b). Tento mapový podklad byl drobně modifikován pro zohlednění některých změn v rámci lesních porostů, případně za účelem zpřesnění hranic lesních biotopů a křovin. Využity byly taktéž vrstvy ČUZK (2024) a VÚV TGM (2024), tyto bez úprav hranic polygonů.



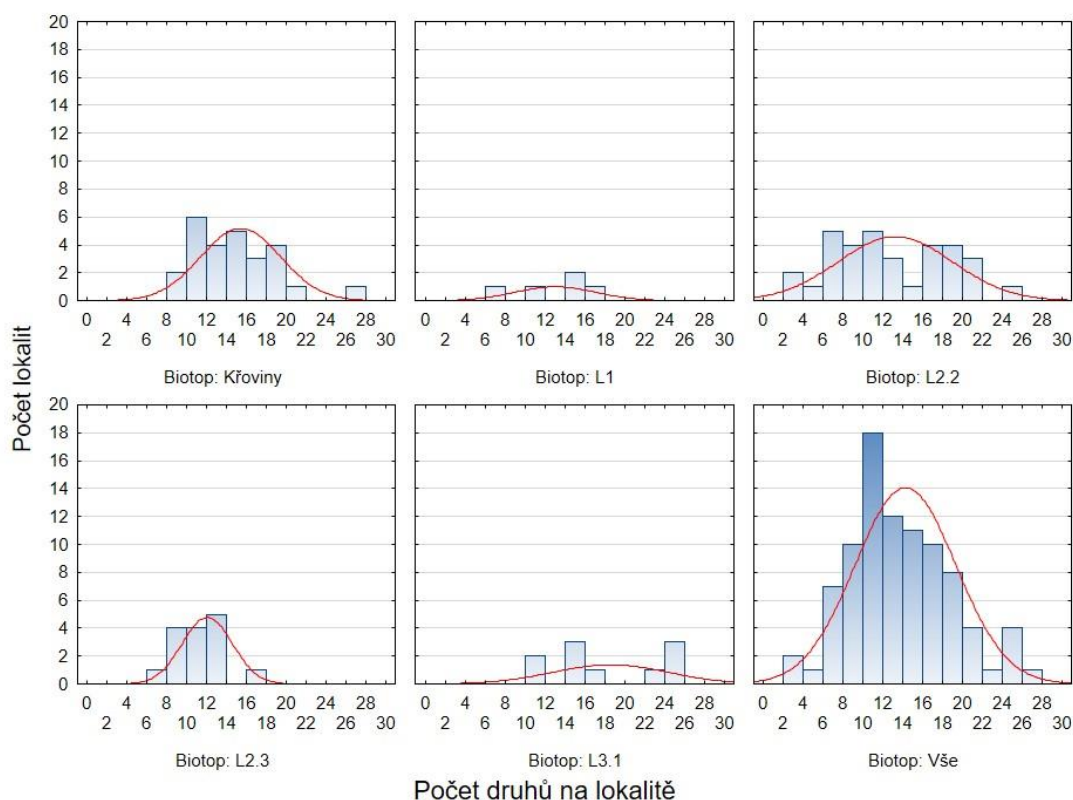
## 5. Výsledky výzkumu

V rámci terénního výzkumu, který probíhal mezi lety 2022–2024 bylo v rámci vytyčeného zájmového území ohledáno na 89 lokalitách celkem 461 jednotlivých substrátů.

### 5.1 Stručná charakteristika získaných dat

Získaný dataset, očištěný o nejasné či neurčitelné druhy, obsahuje 2285 záznamů nalezených druhů lišejníků. Průměrná hodnota počtu druhů nalezených na jednotlivých lokalitách byla 15,2 druhů, minimální hodnota 3 druhy a maximální zaznamenaný počet byl 27 druhů na jedné lokalitě. Nejvíce prozkoumaných lokalit, tedy 33, spadalo do kategorie L2.2 (údolní jasanovo-olšové luhy), 26 lokalit bylo zařazeno do kategorie křovin, 15 lokalit do kategorie L2.3 (tvrdé luhy nížinných řek), 10 lokalit do kategorie L3.1 (hercynské dubohabřiny) a 5 lokalit bylo kategorizováno jako biotop L1 (mokřadní olšiny).

**Obrázek 17:** Histogramy počtu druhů na jednotlivých lokalitách dle biotopu



Zdroj: Vlastní zpracování v programu TIBCO Statistica

Histogramy počtu zjištěných druhů v jednotlivých lokalitách rozdělených dle příslušného biotopu lze vidět na obrázku 17. Byť malá rozloha některých biotopů neumožňovala vytyčení většího množství studovaných lokalit, data počtu zjištěných druhů vykazují na 5% hladině spolehlivosti při použití Shapirova-Wilkova testu

normální rozdělení, a to u všech sledovaných biotopů (Křoviny  $p = ,190$  L1  $p = ,440$ , L2.2  $p = ,238$ , L2.3  $p = ,496$ , L3.1  $p = ,055$ ). Byť toto testování dílčích sublokalit není pro práci dále příliš relevantní, indikuje to absenci výrazných odchylek v pozorování napříč jednotlivými biotopy. Nulovou hypotézu není možné zamítnout ani při otestování celkového souboru všech zkoumaných lokalit ( $p = ,158$ ). Získaná data počtu druhů tedy splňují základní požadavky normality.

## 5.2 Nalezené druhy a míra ohrožení

V zájmovém území PR Zbytka a lokalitách v těsné blízkosti této přírodní rezervace bylo nalezeno celkem 82 druhů epifytických lišejníků, 1 nelichenizovaný druh tradičně studovaný lichenology a 5 lichenikolních hub.

Na základě Červeného seznamu lišejníků ČR (Liška a Palice 2010) spadá celkem 36 zjištěných druhů do některé z kategorií ohrožení, 1 dokonce do kategorie vyhynulých druhů (viz tabulka 2). 10 objevených druhů nebylo možné zařadit do žádné z kategorií (DD) a dalších 36 druhů lze považovat za neohrožené (LC).

**Tabulka 2:** Ohrožené druhy PR Zbytka dle Červeného seznamu lišejníků ČR (2010)

Kategorie	Druhy	Celkem
Vyhynulé (RE)	<i>Inoderma byssaceum</i>	1
Ohrožené (EN)	<i>Flavoparmelia caperata</i> , <i>Lecania cyrtellina</i>	2
Zranitelné (VU)	<i>Arthonia radiata</i> , <i>Bacidia Rubella</i> , <i>Caloplaca cerinella</i> , <i>Catillaria nigroclavata</i> , <i>Cladonia glauca</i> , <i>Chaenotheca brachypoda</i> , <i>Melanelixia subaurifera</i> , <i>Phaeophyscia endophoenicea</i> , <i>Physcia stellaris</i> , <i>Physcia tribacia</i> , <i>Physconia perisidiosa</i> , <i>Pseudoschismatomma rufescens</i> , <i>Punctelia jeckeri</i> , <i>Punctelia subrudecta</i> , <i>Ramalina farinacea</i> , <i>Rinodina pyrina</i>	16
Blízké ohrožení (NT)	<i>Alyxoria varia</i> , <i>Arthonia spadicea</i> , <i>Candelaria concolor</i> , <i>Evernia prunastri</i> , <i>Graphis scripta</i> , <i>Chaenotheca trichialis</i> , <i>Lecania naegelii</i> , <i>Lecanora conizaecoides</i> , <i>Lecanora symmicta</i> , <i>Lecidella elaeochroma</i> , <i>Myriolecis hagenii</i> , <i>Myriolecis persimilis</i> , <i>Myriolecis sambuci</i> , <i>Parmelina tiliacea</i> , <i>Physconia enteroxantha</i> , <i>Strangospora pinicola</i> , <i>Xanthoria polycarpa</i>	17

Zdroj: výzkum autora, Liška a Palice (2010)

Při porovnání předchozího výčtu s daty recentního Červeného seznamu lišejníků ČR dle DaLiBora pro rok 2023 (Malíček 2023) lze ovšem usuzovat, že se mezi lety 2010 a 2023 mnoho dříve vzácných druhů na území ČR do značné míry rozšířilo. Tento

nárůst může být vskutku významný, neboť na základě novějšího Červeného seznamu lze zařadit do některých kategorií ohrožení nově pouze 4 nalezené druhy (tabulka 3).

**Tabulka 3:** Ohrožené druhy PR Zbytku dle Červeného seznamu lišejníků ČR (2023)

Kategorie	Druhy	Celkem
Kriticky ohrožený druh (C1)	<i>Physcia tribacia</i>	1
Ohrožený druh (C3)	<i>Candelaria pacifica</i> , <i>Candelaria concolor</i> , <i>Inoderma byssaceum</i>	3

Zdroj: výzkum autora, Malíček (2023)

Výčet všech nalezených druhů lišejníků lze pozorovat v tabulce č. 4, včetně rozdělení jednotlivých druhů dle typu stélky, formy rozmnožování, fotobiontu, kategorie ohrožení dle dvou červených seznamů (KO 2010 a KO 2023), kategorie eutrofizace (N) a počtu ohledaných lokalit, na kterých byl daný druh nalezen (P).

**Tabulka 4:** Seznam nalezených druhů včetně základních charakteristik

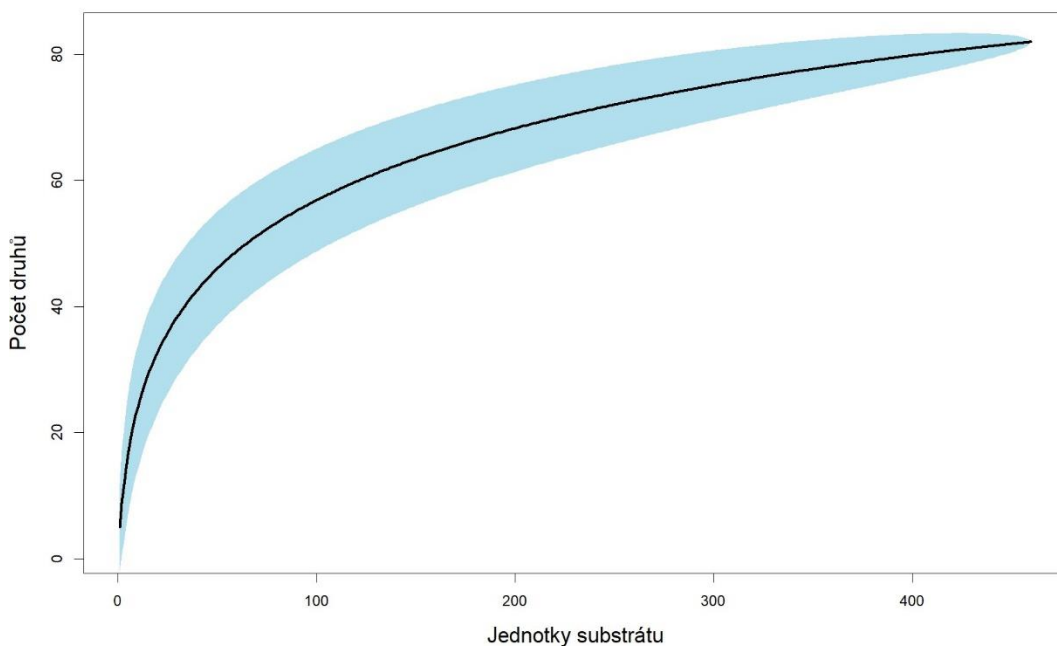
Druh	Typ stélky	Rozmnožování	Fotobiont	KO 2010	KO 2023	N	P
<i>Alyxoria varia</i>	Korovitá	Generativní	Trentepohlia	NT	-	3	1
<i>Amandinea punctata</i>	Korovitá	Generativní	Trentepohlia	LC	-	7	34
<i>Anisomeridium polypori</i>	Korovitá	Generativní	Trentepohlia	LC	-	3	43
<i>Arthonia radiata</i>	Korovitá	Generativní	Trentepohlia	VU	-	4	3
<i>Arthonia spadicea</i>	Korovitá	Generativní	Trentepohlia	NT	-	3	2
<i>Bacidia Rubella</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	VU	-	5	2
<i>Bacidina assulata</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	DD	-		1
<i>Bacidina modesta</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	LC	-	6	6
<i>Buellia griseovirens</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	4	25
<i>Caloplaca cerinella</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	VU	-	6	4
<i>Caloplaca cerinelloides</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	DD	-	6	4
<i>Caloplaca pyracea</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	LC	-	5	11
<i>Candelaria concolor</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	NT	C3	7	24
<i>Candelaria pacifica</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	DD	C3		3
<i>Candelariella efflorescens</i> agg.	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	DD	-	7	79
<i>Candelariella xanthostigma</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	LC	-	5	15
<i>Catillaria fungoides</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	DD	-		2
<i>Catillaria nigroclavata</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	VU	-	7	53
<i>Cladonia fimbriata</i>	Keříčkovitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	3	17
<i>Cladonia glauca</i>	Keříčkovitá	Vegetativní	Zelená řasa	VU	-	2	1
<i>Cladonia macilenta</i>	Keříčkovitá	Generativní	Zelená řasa	LC	-	3	1
<i>Coenogonium pineti</i>	Korovitá	Generativní	Trentepohlia	LC	-	4	1
<i>Evernia prunastri</i>	Keříčkovitá	Vegetativní	Zelená řasa	NT	-	4	5
<i>Flavoparmelia caperata</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	EN	-	4	1
<i>Graphis scripta</i>	Korovitá	Generativní	Trentepohlia	NT	-	3	5
<i>Halecania viridescens</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	DD	-		39
<i>Hypocenyce scalaris</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	2	1
<i>Hypogymnia physodes</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	3	11
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	4	9
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	VU	-		2
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	LC	-	4	10
<i>Chaenotheca trichialis</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	NT	-	2	3
<i>Inoderma byssaceum</i>	Korovitá	Generativní	Trentepohlia	RE	C3	1	6
<i>Lecania croatica</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	DD	-		2
<i>Lecania cyrtella</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	LC	-	6	13
<i>Lecania cyrtellina</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	EN	-		1
<i>Lecania naegelii</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	NT	-	7	42
<i>Lecanora carpinea</i> agg.	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	DD	-	4	4
<i>Lecanora conizaeoides</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	NT	-	5	4
<i>Lecanora expallens</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	5	11

Druh	Typ stélky	Rozmnožování	Fotobiont	KO 2010	KO 2023	N	P
<i>Lecanora pulicaris</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	LC	-	4	1
<i>Lecanora saligna agg.</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	LC	-	5	2
<i>Lecanora symmicta</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	NT	-	4	2
<i>Lecidella elaeochroma</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	NT	-	5	1
<i>Lepraria finkii</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-		48
<i>Lepraria incana</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	5	54
<i>Melanelixia glabratula</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	DD	-	4	17
<i>Melanelixia subaurifera</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	VU	-	5	8
<i>Melanohalea exasperatula</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	6	27
<i>Micarea denigrata</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	LC	-	7	1
<i>Myriolecis hagenii</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	NT	-	7	4
<i>Myriolecis persimilis</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	NT	-	5	9
<i>Myriolecis sambuci</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	NT	-	6	1
<i>Parmelia sulcata</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	7	51
<i>Parmelina tiliacea</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	NT	-	6	2
<i>Phaeophyscia endophoenicea</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	VU	-	6	54
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	9	13
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	9	62
<i>Phlyctis argena</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	5	45
<i>Physcia adscendens</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	8	43
<i>Physcia stellaris</i>	Lupenitá	Generativní	Zelená řasa	VU	-	6	3
<i>Physcia tenella</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	7	80
<i>Physcia tribacia</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	VU	C1		1
<i>Physconia enteroxantha</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	NT	-	6	13
<i>Physconia grisea</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	8	28
<i>Physconia perisidiosa</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	VU	-	4	8
<i>Placynthiella dasaea</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-		7
<i>Placynthiella icmalea</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	5	25
<i>Porina aenea</i>	Korovitá	Generativní	Trentepohlia	LC	-	4	10
<i>Protoparmelia hypotremella</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	DD	-	7	2
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	Keříčkovitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	2	4
<i>Pseudoschismatomma rufescens</i>	Korovitá	Generativní	Trentepohlia	VU	-	5	2
<i>Punctelia jeckeri</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	VU	-	6	18
<i>Punctelia subrudecta</i>	Lupenitá	Vegetativní	Zelená řasa	VU	-	5	3
<i>Ramalina farinacea</i>	Keříčkovitá	Vegetativní	Zelená řasa	VU	-	4	1
<i>Rinodina pyrina</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	VU	-	3	8
<i>Ropalospora viridis</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	3	1
<i>Strangospora pinicola</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	NT	-	6	2
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	Korovitá	Vegetativní	Zelená řasa	LC	-	5	3
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	Korovitá	Generativní	Zelená řasa	LC	-	2	1
<i>Xanthoria parietina</i>	Lupenitá	Generativní	Zelená řasa	LC	-	8	72
<i>Xanthoria polycarpa</i>	Lupenitá	Generativní	Zelená řasa	NT	-	8	15

Na lokalitě PR Zbytka byly zároveň nalezeny lichenokolní houby *Hanthorii colaphysciae*, *Illosporiopsis christianseni*, *Lichenocodium erodens*, *Lichenochor obscuroides* a *Unguiculariopsis lettai*. Mezi nálezy také patří nelichenizovaná houba *Stenocybe pullatula*.

Lze ovšem předjímat, že počet druhů přítomných v oblasti PR Zbytka je reálně větší než výše uvedený výčet. Toto indikuje i vypočítaná akumulární křivka (obrázek 18) znázorňující vztah mezi počtem ovzorkovaných substrátů a celkový počet nalezených druhů. Na základě této analýzy lze odhadovat, že při ohledání většího množství stromů či jiných substrátů by bylo stále možné identifikovat další jednotky dosud nezaznamenaných druhů. Tento počet by mohl být dále významně navýšen především při návštěvě zájmového území větším počtem výzkumníků, neboť každý badatel oplývá jinou měrou zkušeností či subjektivního zaměření na určité druhy (Vondrák a Malíček 2016).

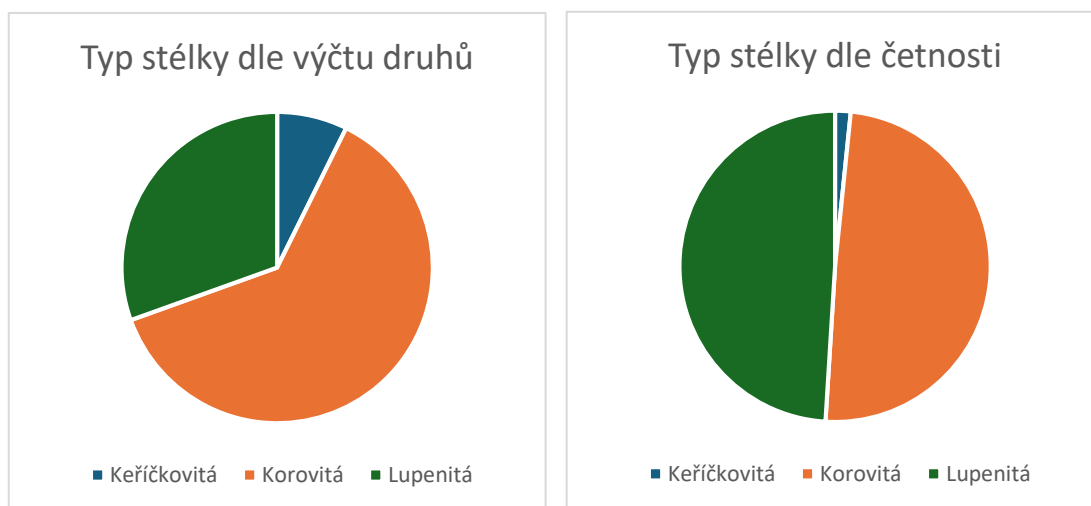
**Obrázek 18:** Akumulační křivka počtu nalezených druhů



Zdroj: vlastní zpracování v R s využitím balíčku „VEGAN“, metoda „exact“

Z celkového výčtu nalezených druhů je většina zástupců charakteristická korovitou stélkou (62 %), méně početnou skupinou jsou lišejníky s lupenitou stélkou (31 %) a nejméně zastoupenou kategorií jsou lišejníky s keříčkovitou formou stélky (7 %).

**Obrázek 19:** Zastoupení druhů podle typu stélky



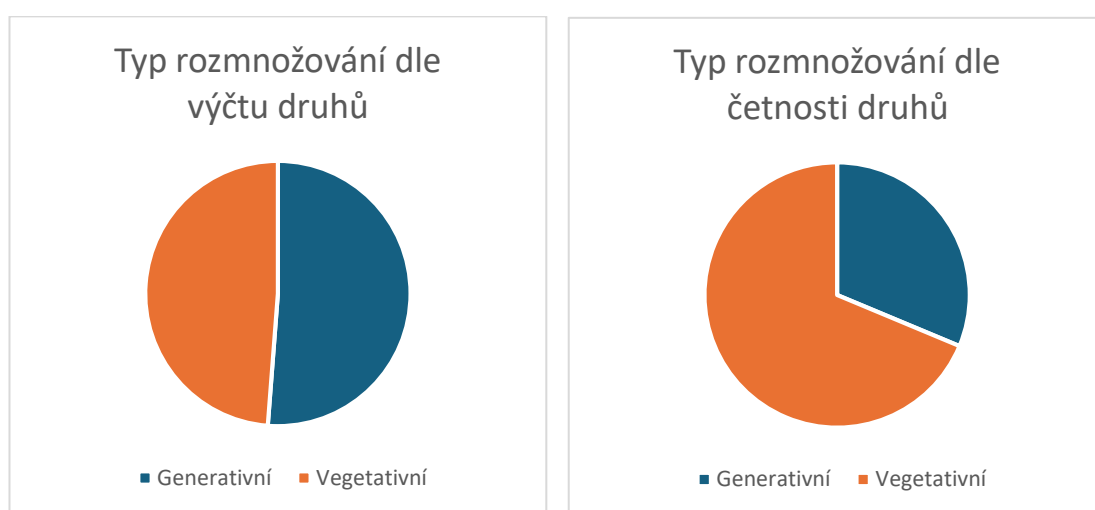
Zdroj: vlastní zpracování

Při zohlednění abundance druhů na základě všech nalezených položek je ovšem zastoupení dvou hlavních forem typů stélky vyrovnané (49 %) a druhy s keříčkovitou formou stélky byly nacházeny pouze velmi zřídka (2 %). Znázornění poměrů mezi

typy stélky je viditelné na obrázku č. 19, přičemž na levé straně jsou vizualizovány hodnoty na základě seznamu, napravo jsou zobrazeny hodnoty reflektující četnost druhů.

Pozorovat lze i rozdíly v preferovaném typu rozmnožování. Dle výčtu nalezených druhů dává 51 % nalezených druhů přednost generativnímu způsobu rozmnožování, zbylých 49 % se šíří primárně vegetativně. Při analýze všech nalezených položek lze ovšem tvrdit, že převažovala vegetativní forma rozmnožování (69 %), zatímco lišejníky s generativním způsobem šíření byly v menšině (31 %). Rozdíly jsou znázorněny na obrázku č. 20.

**Obrázek 20:** Zastoupení druhů s různým typem šíření



Zdroj: vlastní zpracování

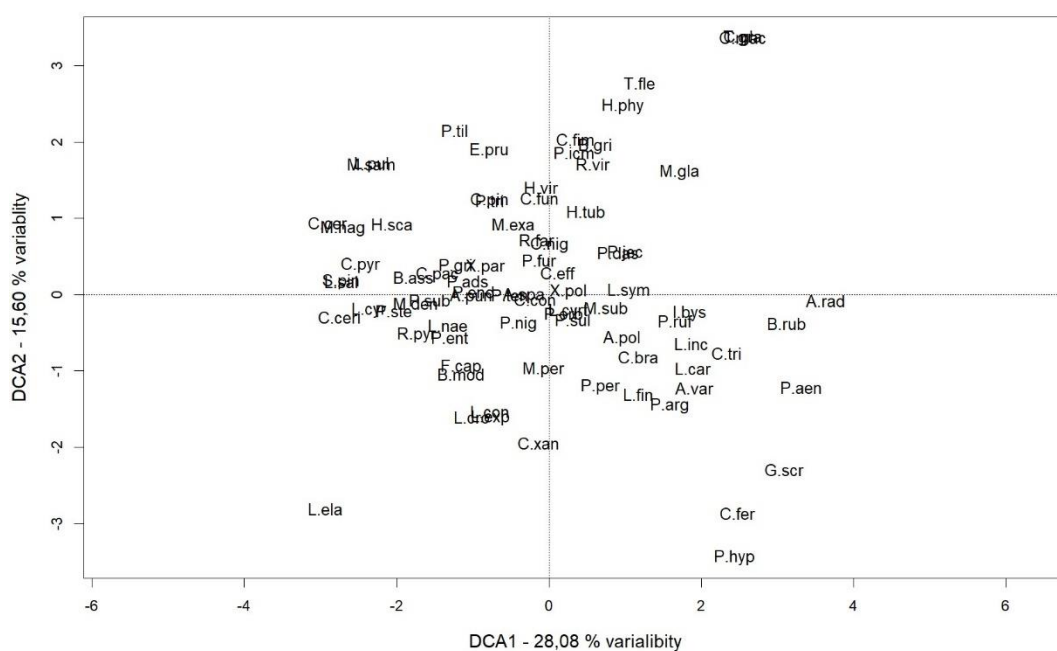
### 5.3 Identifikace faktorů ovlivňujících distribuci lišejníků

Z odborné literatury je zřejmé, že výskyt lichenoflóry ovlivňuje mnoho proměnných (viz kapitola 3) a lze usuzovat, že ne jinak tomu je v případě sledovaného území. Níže jsou proto analyzovány získaná data na základě některých vytyčených faktorů, které by mohly vysvětlit distribuci epifytických lišejníků v PR Zbytka.

Předpokládané vztahy mezi nalezenými druhy lze do jisté míry pozorovat na obrázku 21. Z grafického výstupu DCA analýzy je zřejmý jev, při kterém se nejběžnější druhy (například *Xanthoria parietina*, *Physcia tenella*, *Candelariella efflorescens* agg., *Phaeophyscia endophoenicea* či *Phaeophyscia orbicularis*) shlukují zhruba ve středu ordinačního diagramu, případně se od středu lehce vychylují do levé části. V pravé horní části ordinačního diagramu se nachází především druhy, typické pro substráty s nižším pH a méně eutrofizované stanoviště, ovšem s dostatkem světla (*Cladonia glauca*, *Cladonia macilenta*, *Trapeliopsis granulosa*). Podobné charakteristiky také vykazovaly *Trapeliopsis flexuosa*, *Hypogymnia physodes* či *Cladonia fimbriata*.

V pravé spodní části diagramu se pak nachází druhy podobných nároků, ovšem stínomilnější (*Graphis scripta*, *Porina anaea*, *Phlyctis argena*, *Alyxoria varia* či nalezené druhy rodu *Lepraria* a *Chaenotheca*). Je zde možné pozorovat také druh *Protoparmelia hypotremella*, u kterého se ovšem jedná spíše o statistické zkreslení dané počtem nalezených stélek, neboť dle přiřazených hodnot Wirtha (2010) by byl možný očekávat spíše výskyt na pomezí dvou výše zmíněných částí diagramu.

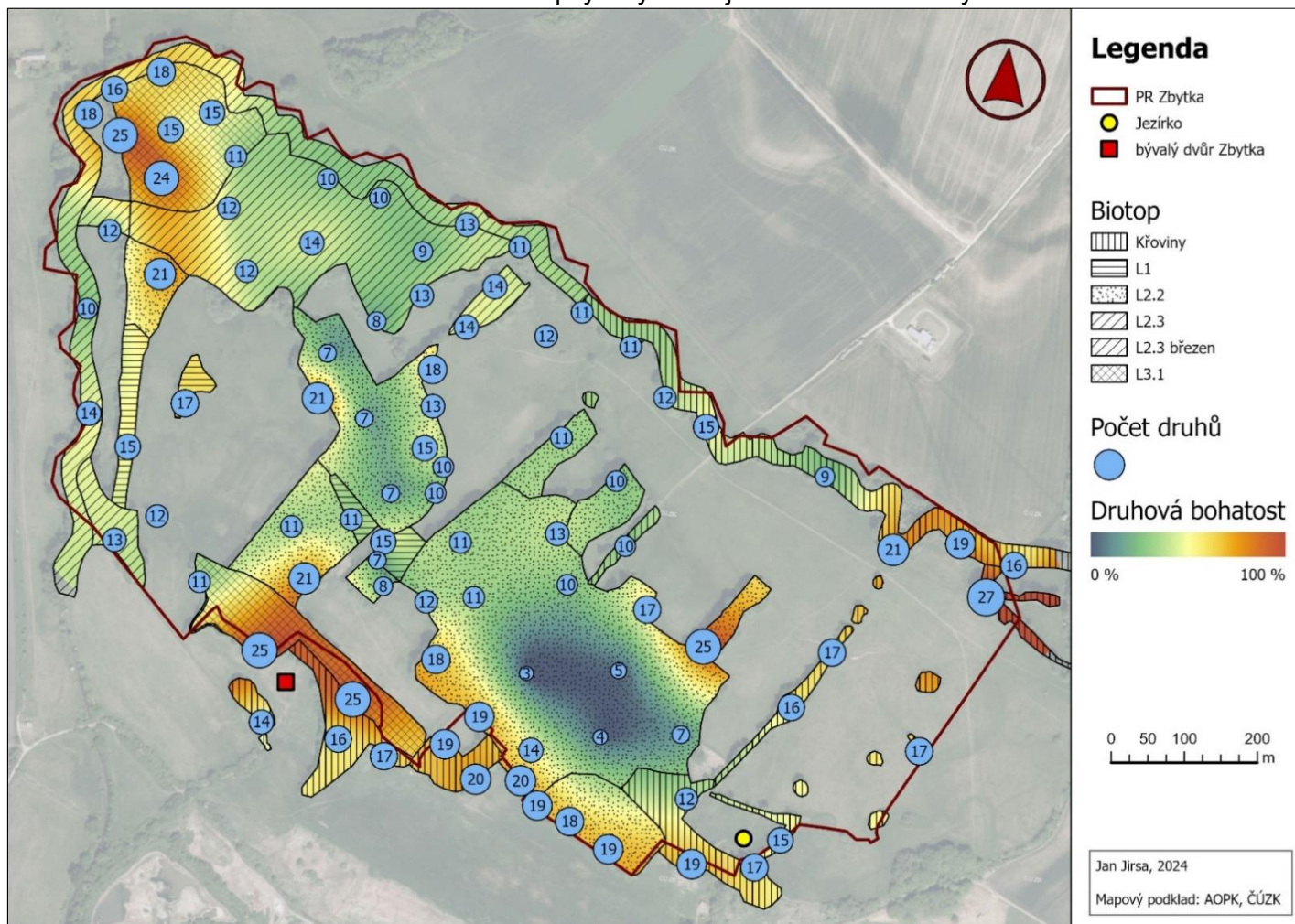
**Obrázek 21:** DCA ordinační diagram nalezených druhů



Zdroj: vlastní zpracování v programu R s využitím balíčku „VEGAN“

Rozdělení levé části diagramu je obtížněji interpretovatelné, neboť se zde často nachází druhy, které byly nalézány spíše zřídka. Tento faktor mohl v důsledku náhody výrazně ovlivnit jejich znázornění v rámci výstupu DCA analýzy. Obecně lze ovšem tvrdit, že se vzrůstajícími hodnotami v rámci DCA1 osy přibývají druhy vyžadující kyselý substrát a nižší míru eutrofizace, osa DCA2 pak rozděluje druhy především dle jejich nároků na intenzitu světla. Přiřazení nejhojnějších druhů do oblasti středu diagramu, resp. s vychýlením do levé části, může být interpretováno vícero způsoby. První úvaha zahrnuje širokou ekologickou amplitudu těchto druhů, tudíž nelze očekávat významné „vyhranění“ těchto druhů v rámci provedené analýzy. Výskyt zmíněných druhů byl ovšem významně ovlivněn také přítomností na spadlých větvích. Je tedy možné, že vlivem relativně častých nálezů v zastíněnějších oblastech, daných opadem větví z vyšších a světlejších pater stromů, byly tyto druhy v analýze více asociovány s hemisciofyty a sciofyty. V důsledku tohoto jevu mohlo dojít ke zkreslení jejich ekologické valence v rámci ordinačního diagramu.

**Obrázek 22:** odhadovaná druhová bohatost epifytických lišejníků v rámci PR Zbytka



Zdroj: vlastní zpracování na základě mapových podkladů AOPK a ČÚZK



Prostorové rozmístění biodiverzity lichenoflóry v zájmové lokalitě je rozmanité i na základě poznatků z terénního výzkumu. Odhadovanou druhovou bohatost lze pozorovat na obrázku 22, přičemž podklad v podobě teplotní mapy zde doplňují body znázorňující počet nalezených druhů v každé jednotlivé ohledané lokalitě. Obecně lze v rámci území pozorovat tři lokality se zvýšeným výskytem druhů epifytických lišejníků. První z nich je v severozápadním cípu zájmového území a zasahuje do tří hlavních lesních biotopů zkoumané oblasti. Druhou takovou oblastí je jižní část studovaného území v oblasti elevace, především pak v okolí bývalého dvora. Stablně vysoký počet druhů byl ovšem nalézán téměř po celé jižní hranici lesa či křovin od maxima v oblasti bývalého dvora až po oblast “Jezírka” na jihovýchodě území. Třetí, co do počtu druhů nejvýznamnější částí, jsou křoviny a pobřežní vegetace na východě studované lokality. Zde byl také zaznamenán největší počet druhů v rámci všech studovaných bodů (27), a to v místě se spadlým exemplářem topolu černého (*Populus nigra*) v nejvýchodnější části území.

Nejmenší počet druhů byl naopak nalézán v oblastech lesních porostů s nízkou intenzitou světla, především pak v rámci údolního jasanovo-olšového luhu (L2.2). Je ovšem třeba podotknout, že vzhledem k možnostem při sběru dat nebylo (vyjma ohledání spadlých větví) možné zjistit počet druhů, které se nachází v osvětlenějších partiích vysoko v korunách stromů. Z tohoto důvodu mohou být výsledky v těchto částech nejvíce zkreslené oproti realitě, neboť lze předpokládat, že poměr zjištěných druhů vůči nezaregistrovaným zde může být výrazně větší, než je tomu například v oblasti ekotonu.

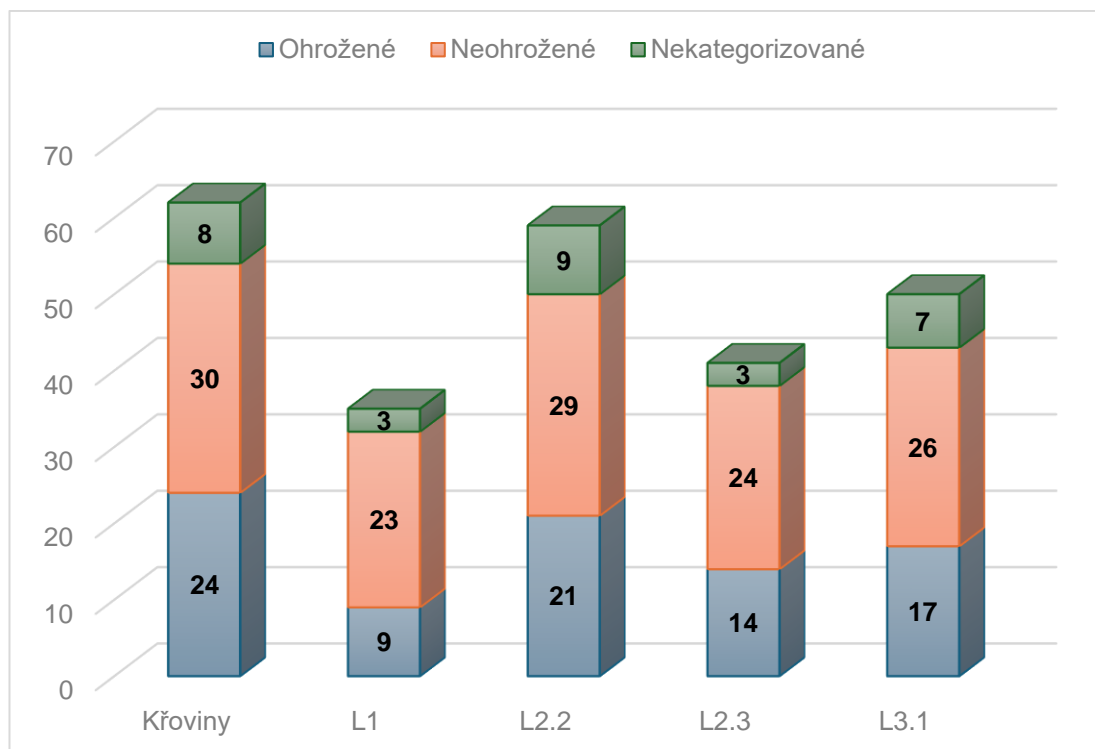
### 5.3.1 Biotop a management

Faktor biotopu, případně i prováděného managementu, lze do jisté míry považovat za soubor mnoha proměnných, které mohou druhovou skladbu a bohatost lichenoflóry významně ovlivnit. Mezi sledovanými biotopy lze očekávat především rozdíly v kontinuitě lesa, v zastoupení jednotlivých typů substrátů a jejich stáří či v množství a distribuci světla. Taktéž lze, i v souvislosti s intenzitou osvětlení, předpokládat rozdíly ve vlhkosti prostředí. Některé biotopy mohou vykazovat větší míru evapotranspirace jednotlivých lesních pater, některé se naopak přirozeně nachází na podmáčených lokalitách.

Statistické porovnání mezi jednotlivými biotopy do jisté míry odpovídá skutečným viditelným na obrázku 22. Nejvíce druhů epifytických lišejníků bylo nalezeno v rámci křovin (62 druhů) a jasanovo-olšových luhů (59 druhů). Relativně vysoký počet druhů (50) byl zaznamenán také v dubohabřinách (L3.1). Nižší počet druhů (41) byl pozorován v tvrdém luhu kategorie L2.3, což může být dáno menší hustotou sledovaných lokalit. Nejméně druhů bylo zjištěno v mokřadních olšinách (35 druhů),

zřejmě v důsledku mizivé rozlohy tohoto biotopu. Počty druhů nalezených v rámci jednotlivých biotopů jsou vyobrazeny na obrázku č. 23, včetně rozdělení dle kategorie ohrožení<sup>10</sup> (RE, EN, VU, NT – ohrožené, LC – neohrožené, DD – nekategorizované). Při zohlednění rozdílů ve velikosti sloupců lze u všech biotopů pozorovat téměř totožný poměr mezi počty ohrožených a neohrožených druhů.

**Obrázek 23:** Počty nalezených druhů epifytických lišejníků v biotopech



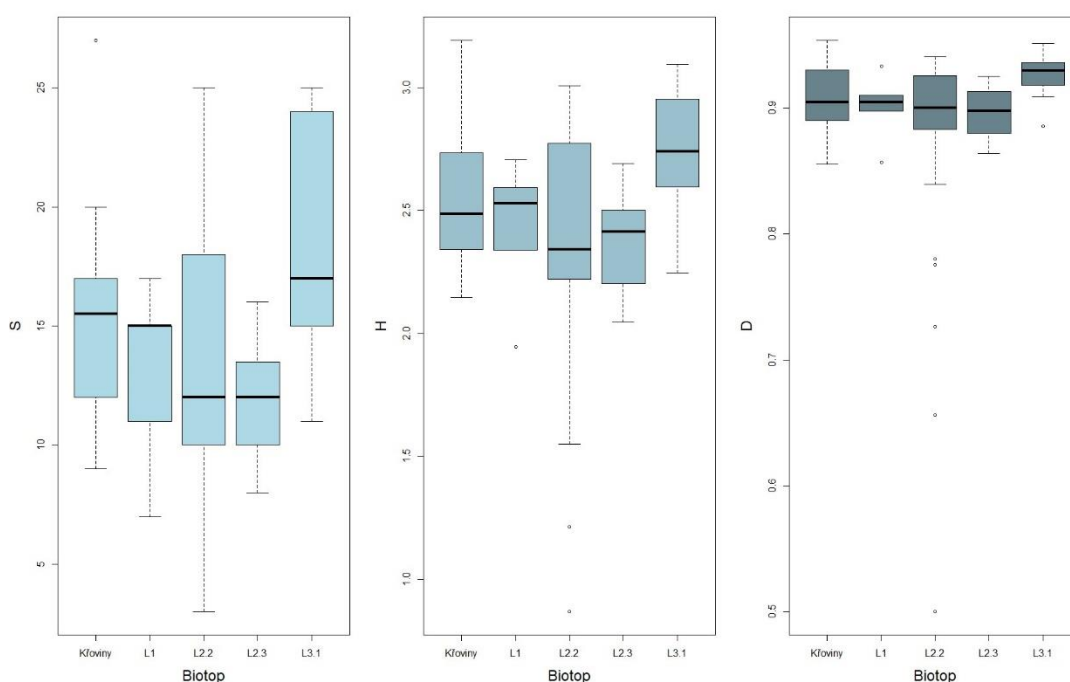
Zdroj: vlastní zpracování

Na základě analýzy rozptylu lze na 5% hladině významnosti pozorovat signifikantní rozdíly mezi druhovou bohatostí jednotlivých biotopů ( $F = 3.613$ ,  $p = 0.009$ ), stejně tak jsou statisticky významné rozdíly mezi biotopy při použití Shannonova indexu heterogenity ( $F = 2.786$ ,  $p = 0.031$ ). Porovnání dat biotopů na základě Simpsonova indexu diverzity již vychází statisticky nevýznamně ( $F = 1.964$ ,  $p = 0.107$ ). Rozdíly mezi jednotlivými biotopy jsou znázorněny v podobě krabicových diagramů na obrázku 24, přičemž v levé části jsou viditelná data druhové bohatosti (S), uprostřed Shannonova indexu heterogenity (H) a vpravo jsou vizualizovány hodnoty Simpsonova indexu diverzity (D). V rámci diagramů druhové bohatosti lze pozorovat především odlišnost biotopu L3.1 s nejvyšším mediánem i ostatními kvartily. Největší různorodost přírodních podmínek se promítla na diagramu druhové bohatosti biotopu

<sup>10</sup> Použity jsou kategorie dle staršího červeného seznamu (Liška a Palice 2010), neboť dělení dle nového seznamu by vzhledem k počtu vzácných druhů nedávalo příliš smysl. Údaje staršího červeného seznamu nám mohou poskytnout např. vzhled do předpokládané „rekolonizace“ jednotlivých biotopů po plošném odsíření v 90. letech minulého století.

L.2.2, který, byť dosahuje nejnižších hodnot dolního i druhého kvartilu, zároveň vykazuje spolu s biotopem L3.1 nejvyšších hodnot horního kvartilu. Z diagramů Shannonova indexu heterogenity (H) je zřejmé, že byť klade větší důraz na vzácné druhy, došlo ve výsledku k snížení rozdílů mezi sledovanými biotopy. O něco viditelnější efekt vyrovnání rozdílů je pozorovatelný u Simpsonova indexu diverzity, který upřednostňuje dominantní druhy. Při použití tohoto indexu se v rámci krabicových diagramů rozdílů mezi biotopy mnohem více „vyhladily“. Výjimkou jsou snad pouze odlehle hodnoty biotopu L2.2, které jsou v případě obou použitých indexů zvýrazněné.

**Obrázek 24:** Krabicové diagramy druhové bohatosti, indexu diverzity a heterogenity



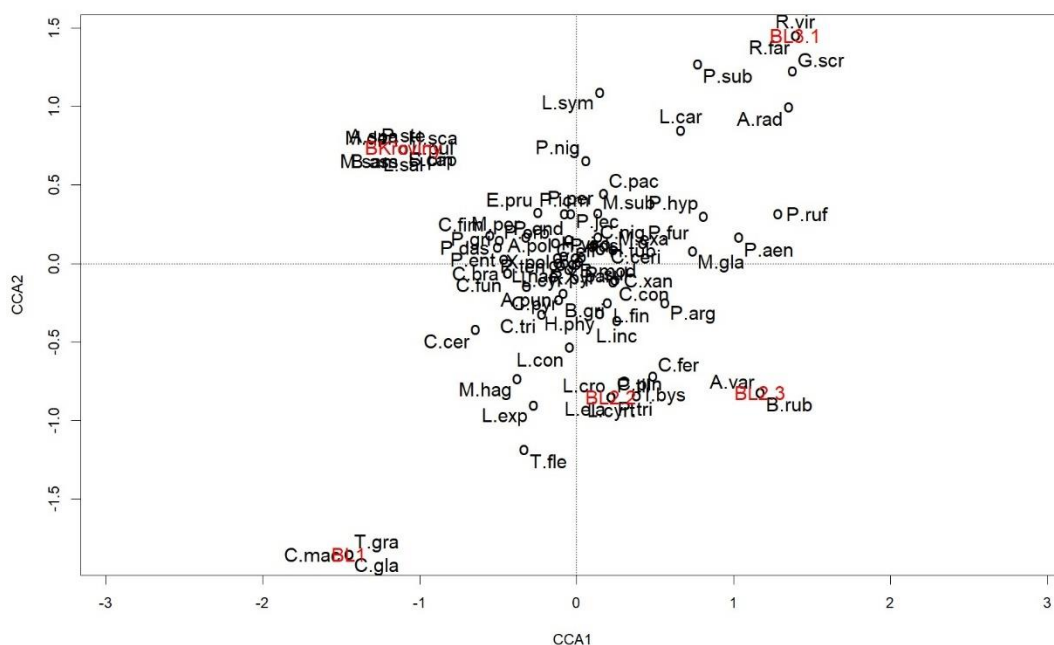
Zdroj: vlastní zpracování v programu R s využitím balíčku „VEGAN“

Výše zmíněným jevům odpovídají také výsledky post hoc testů. Z pohledu druhové bohatosti byly zjištěny signifikantní rozdíly mezi biotopy L3.1 a L2.2 (Tukey HSD,  $p = 0.026$ ) či L3.1 a L2.3 (Tukey HSD  $p = 0.011$ ). U dat Shannonova indexu heterogenity bylo možné statisticky potvrdit rozdíl mezi biotopy L3.1 a L2.2 (Tukey HSD,  $p = 0.031$ ).

Při porovnání vztahu druhového složení a jednotlivých biotopů pomocí kanonické korespondenční analýzy lze do jisté míry pozorovat preference některých druhů vůči jednotlivým biotopům (obrázek 25). Obvykle jde ovšem pouze o potvrzení poznatků z terénního šetření, případně o zřejmý důsledek nalezení druhu na jedné či několika

málo lokalitách. Navíc je nutné podotknout, že osa CCA1 v dané modelu vysvětluje pouze 8,7 % variability a osa CCA2 6,6 % variability.

**Obrázek 25:** CCA analýza nalezených druhů



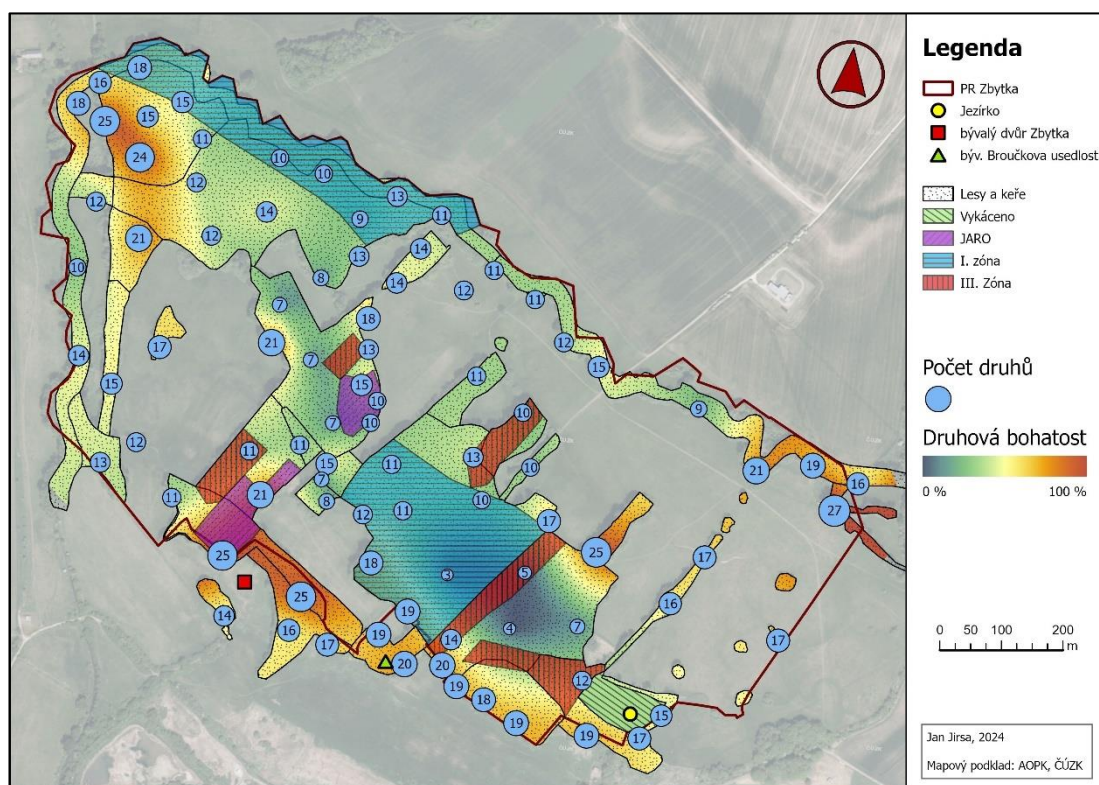
Zdroj: vlastní zpracování v programu R s využitím balíčku „VEGAN“

V souladu s poznatky terénního výzkumu se nejvíce odlišuje lokalita dubohabřin (BL3.1). Především z důvodu hojného výskytu *Carpinus betulus* v severozápadním cípu byly pouze zde nacházeny některé druhy typické pro hladkou borku (např. *Graphis scripta* či *Arthonia radiata*). Patří sem také ojedinělé nálezy druhů *Ropalospora virdis* či *Punctelia subrudecta*, byť druhý jmenovaný druh se vyskytoval i v rámci jižní teplejší enklávy dubohabřin. Do jižní části dubohabřin spadá také jediný nález druhu *Ramalina farinacea*. Další druhy, u kterých došlo k nálezu pouze na jedné lokalitě (například *Lecanora pulicaris*, *Strangospora pinicola* či *Myriolecis sambuci*) jsou v rámci CCA analýzy přiřazeny k biotopu křovin. Vzhledem k počtu pozorování se v tomto případě může jednat spíše o náhodu. Stejně lze interpretovat silný vztah mezi biotopem L1 (BL1) a druhy *Trapeliopsis granulosa*, *Cladonia glauca* a *Cladonia macilenta*, neboť byly nacházeny pouze na 2 spadlých stromech na kraji mokřadní olšiny. Zmínit můžeme dále druh *Bacidia rubella*, který se vyskytoval na borce javoru babyky (*Acer campestre*) pouze v biotopu L2.3 (BL2.3). U druhů *Lepraria incana*, *Lepraria finkii* či *Chaenotheca ferruginea* je zřejmá preference spíše zastíněnějších a vlhčích míst, která jsou nejvíce zastoupená v rámci biotopů L2.2 a L2.3. Většina ostatních druhů nemá jasnou preferenci biotopu, případně leží na pomezí více kategorií.

Méně jasné výsledky vykazuje porovnání území na základě lesního managementu. Z obrázku 26 lze odhadovat, že vytyčení bezzásahových zón (na obrázku znázorněno jako „I. zóna“) nemělo na druhovou bohatost lokalit významný efekt. Počty druhů v těchto lokalitách odpovídají okolním trendům a na základě těchto informací lze pouze spekulovat, zda se může lišit druhové zastoupení lišejníků. K podobnému závěru lze dojít při stejném porovnání lokalit s nepůvodními dřevinami („III. zóna“).

Rozdíly mezi druhovou bohatostí severnější částí I. zóny a druhovou bohatostí lokalit v přilehlých částech biotopů L3.1 a L2.3 nelze statisticky prokázat (Mannův-Whitneyho test NS,  $p = 0.164$ ). Taktéž porovnání druhové bohatosti jižnější části I. zóny s ostatními lokalitami biotopu L2.2 je na 5% hladině významnosti statisticky nevýznamné (Mannův-Whitneyho test NS,  $p = 0.659$ ). V obou případech lokality v rámci I. zóny vykazovaly nižší průměr druhové bohatosti než zbylé porovnávané oblasti.

**Obrázek 26:** Management a zásahy v lesních porostech PR Zbytka



Zdroj: vlastní zpracování na základě Zapletala a kol. (2013), AOPK a ČÚZK

Pro informaci jsou na obrázku 26 znázorněny<sup>11</sup> pod označením „JARO“ i tzv. Poláčkův střední les (severnější polygon) a Hájkova slat' (jižnější polygon), které byly

<sup>11</sup> Území vychází z rozlohy katastrálních pozemků Českého svazu ochránců přírody uvedených v databázi ČÚZK v březnu roku 2024. Výměra pozemků byla na obrázku zredukována pouze na oblast lesních porostů. Na základě pozorování z terénního výzkumu lze ovšem odhadnout, že rozloha prosvětlených oblastí je o něco větší.

v minulých letech odkoupeny a prosvětleny Českým svazem ochránců přírody JARO Jaroměř. Tato dvě drobná území jsou od sebe z hlediska druhové bohatosti velmi odlišná, navzdory podobnému lesnickému zásahu. Jedná se ovšem o recentní intervence, na které zdejší lichenoflóra nemohla dosud příliš reagovat, a jednotlivé lokality mají i přesto do jisté míry odlišný charakter. Obecně lze čekat, že vlivem prosvětlení dojde v budoucnu ke zvýšení biodiverzity epifytických lišejníků v obou těchto lokacích. Na obrázku výše je ve východní části území znázorněna také vykácená část nepůvodního porostu *Populus x canadensis*. V této oblasti bylo při zběžné prohlídce pozorováno na pařezech několik jednotek druhů lišejníků, později však došlo k vyfrézování pařezů na úroveň okolního terénu a výskyt epifytické lichenoflóry v této části je (vyjma oplocené oblasti „Jezírka“) tudíž v současném stavu téměř vyloučen.

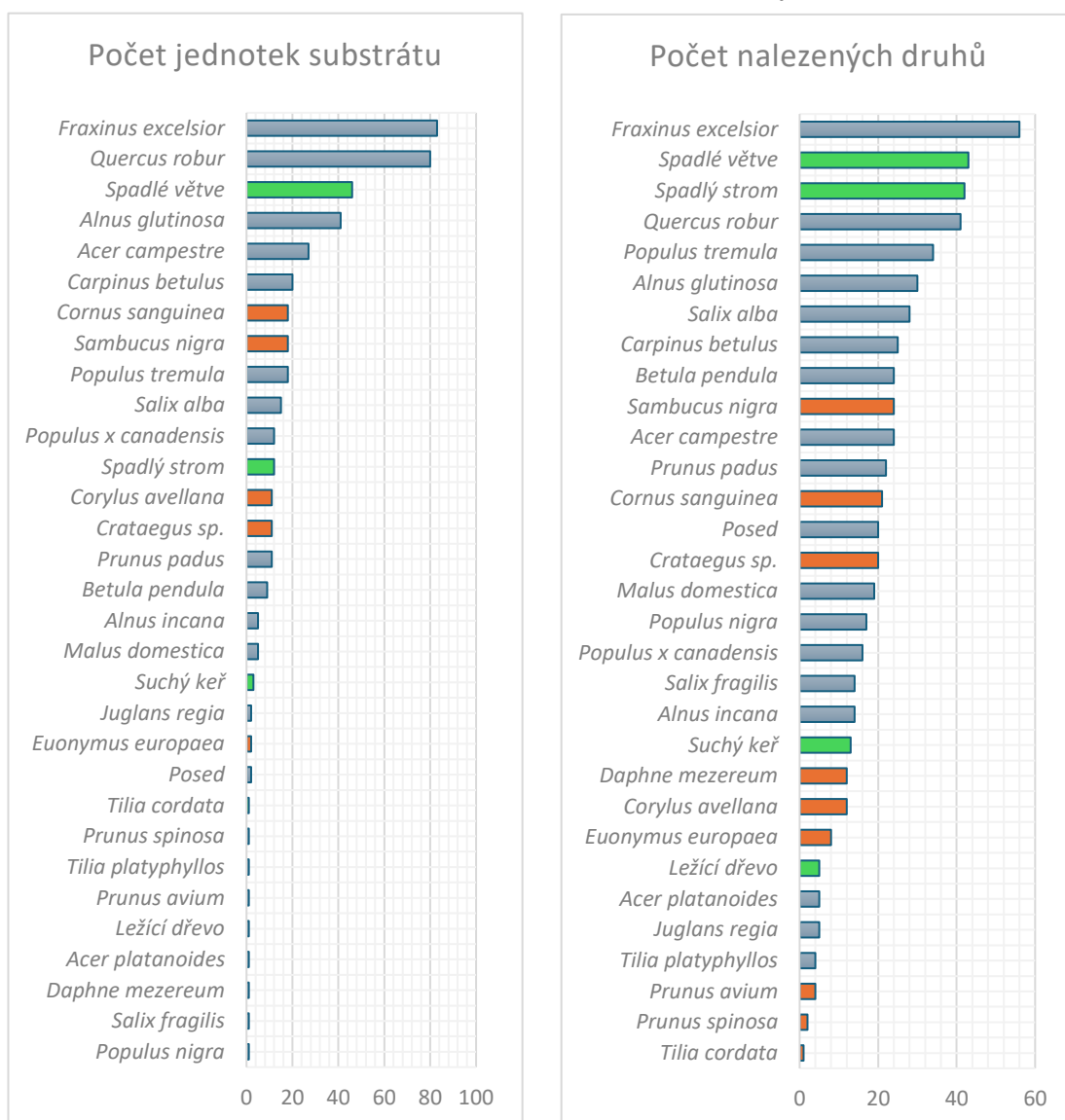
Při rozdělení oblasti na křoviny a lesy není taktéž možné pozorovat statisticky významný rozdíl druhové bohatosti mezi kategoriemi (T-test NS,  $F = 1.798$ ,  $p = 0.106$ ). Oblast křovin ovšem vykazuje lehce vyšší průměrnou druhovou bohatost (15,3 druhů na lokalitu) než je tomu v lesních oblastech (13,7 druhů na lokalitu).

### 5.3.2 Substrát a jeho vlastnosti

Z celkového počtu 461 jednotek substrátu ohledaných v rámci terénního výzkumu se jednalo o 396 výhradně listnatých stromů či keřů (85,9 %), popadané větve na 47 lokalitách (10,2 %), 12 neidentifikovatelných spadlých stromů (2,6 %), 3 neidentifikovatelné suché keře (0,7 %), 2 posedy (0,4 %) a 1 mrtvé dřevo (0,21 %). Nejčastějším zkoumaným substrátem byl *Fraxinus excelsior*, dále *Quercus robur*, spadlé větve a *Alnus glutinosa*. Na obrázku 27 lze pozorovat počet všech druhů substrátu, včetně celkového počtu nalezených druhů. Pro větší přehlednost jsou barevně odděleny jednotlivé kategorie (modře = stromy, oranžově = keře, zeleně = ostatní).

Z výsledků vyplývá, že nejvíce druhů epifytických lišejníků je v rámci studované lokality vázáno především na druhy *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* a *Populus tremula*. Významné množství druhů bylo ovšem nalezeno také na ležícím dřevě, ať už v podobě větví, či spadlých stromů.

**Obrázek 27:** Srovnání substrátů dle četnosti a počtu nalezených druhů



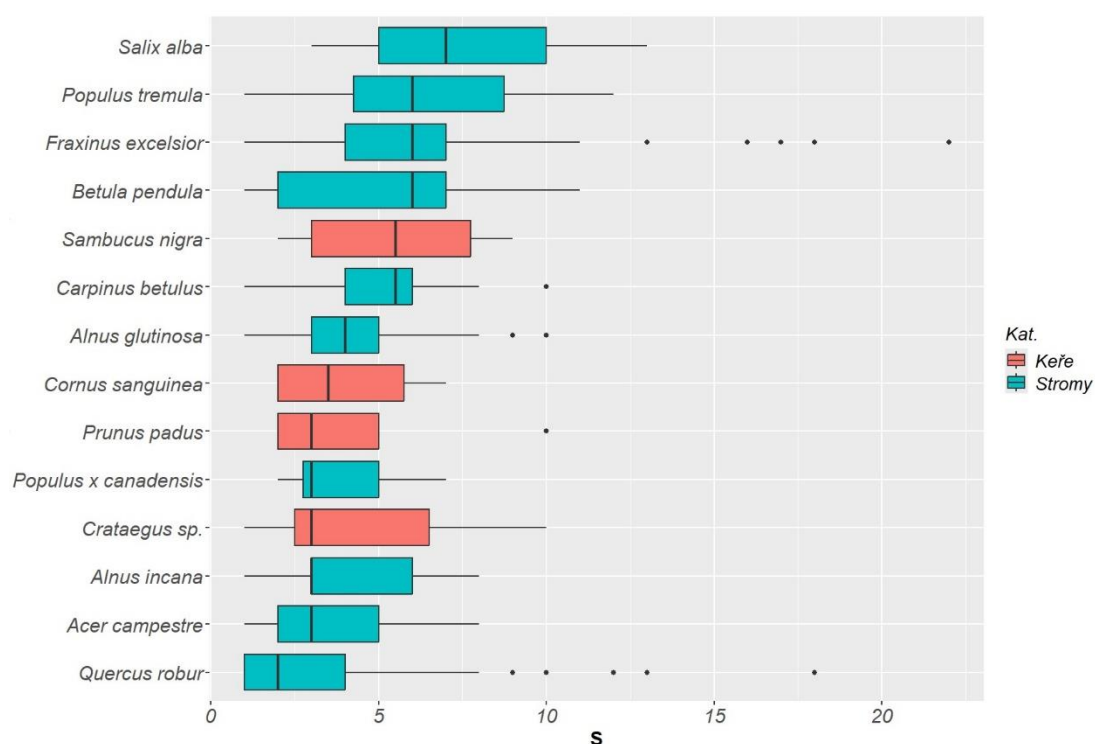
Zdroj: vlastní zpracování

Druhovou bohatost vybraných substrátů lze pozorovat na obrázku 28, přičemž krabicové diagramy jsou seřazené sestupně dle výše střední hodnoty<sup>12</sup>. Jako druhově nejbohatší substrát se ukázal *Salix alba*, *Populus tremula* a *Fraxinus excelsior*. Velmi překvapivých hodnot dosahuje především *Quercus robur*, vykazující nejnižší medián co do počtu nalezených druhů. Zároveň však, spolu s *Fraxinus excelsior*, zaznamenává v rámci krabicového diagramu velké množství odlehlých hodnot. V případě *Quercus robur* je to dáno především prostředím, v jakém se na sledované lokalitě vyskytuje. Jedná se o strom typický pro staré porosty s nízkou propustností

<sup>12</sup> Pro větší přehlednost byly odstraněny záznamy dřevin s počtem pozorování 5 a menším, případně substráty s mediánem 1 (*Corylus avellana*). Taktéž nejsou zobrazeny „neživé“ substráty, například spadlé větve či posedy, neboť jejich porovnání s ostatními dřevinami není příliš relevantní.

světla. V těchto oblastech (i okrajových, byť stále s relativně nízkou bohatostí lichenoflóry) se nacházela většina ohledaných exemplářů. V případě výskytu na stanovišti s dostatkem světla, typicky na břehu toku Dědiny, či na slunném okraji ekotonu, se vyznačoval *Quercus robur* vysokou druhovou bohatostí lichenoflóry. V tomto ohledu mohl být překonán pouze druhem *Fraxinus excelsior*. I toto srovnání ovšem může být poněkud zavádějící, neboť 2 exempláře *Fraxinus excelsior* s největším nalezeným počtem druhů lišejníků, byly vyvrácené, resp. přelomené. Tyto podmínky tudíž umožňovaly podrobnější ohledání substrátů než v případě exemplářů *Quercus robur*.

**Obrázek 28:** Druhová bohatost vybraných druhů stromů a keřů

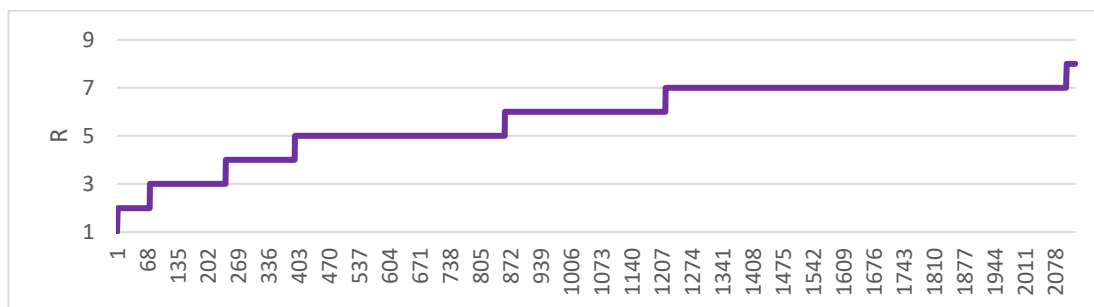


Zdroj: vlastní zpracování v programu R

Nalezené druhy lze rozdělit také dle preference pH borky dle Wirtha (2010). První vizualizací dat je obrázek 29, který kategorizuje všechny položky datasetu na základě přiřazeného bioindikačního ukazatele R. Je zřejmé, že největší zastoupení mají druhy preferující subneutrální substrát, především kategorii 7 (pH 5,7–6,5). Velkou měrou jsou ovšem zastoupeny také kategorie 5 a 6 (pH 4,9–5,6, resp. pH 5,3–6,1). Nalezeny byly ovšem druhy preferující téměř všechny kategorie kyselosti substrátu, vyjma hodnoty 9.



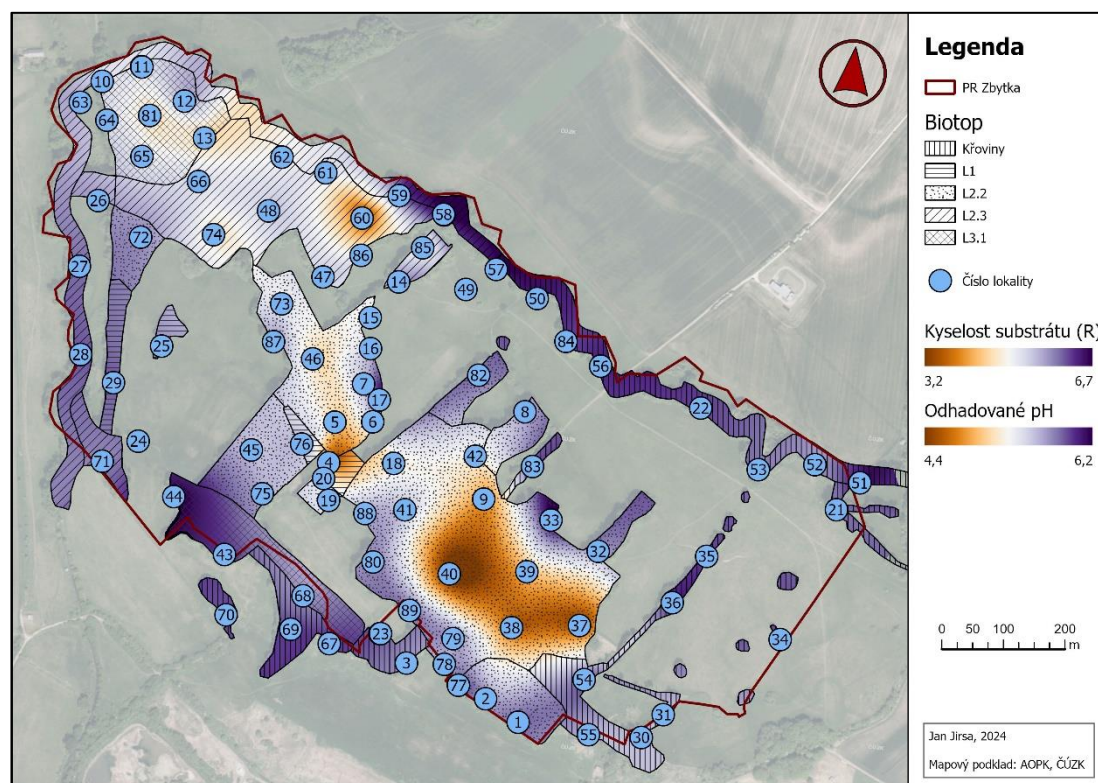
**Obrázek 29:** Preference kyselosti substrátu nalezených druhů dle jejich četnosti



Zdroj: vlastní zpracování na základě Wirth (2010)

Výše zmíněné dobře ilustruje následující obrázek 30, kde je prostorově znázorněn odhad preference kyselosti substrátu na základě nalezené lichenoflóry. Na stejné škále jsou zde současně zobrazeny průměrné hodnoty R dle Wirtha (2010) a přepočítání v jednotkách pH<sup>13</sup>. Z obrázku jsou mj. pozorovatelné dvě lokálně snížené hodnoty pH (bod č. 4 a 60). Tyto výchyly jsou dány především přítomností spadlých stromů v počáteční fázi rozkladu, u kterých se na základě odborné literatury očekává snížení pH (Barkman 1958). Zřejmě i proto byly tyto substráty preferovány druhy lišejníků s odpovídající bioindikační hodnotou.

**Obrázek 30:** Odhad pH typického substrátu na základě nalezené lichenoflóry



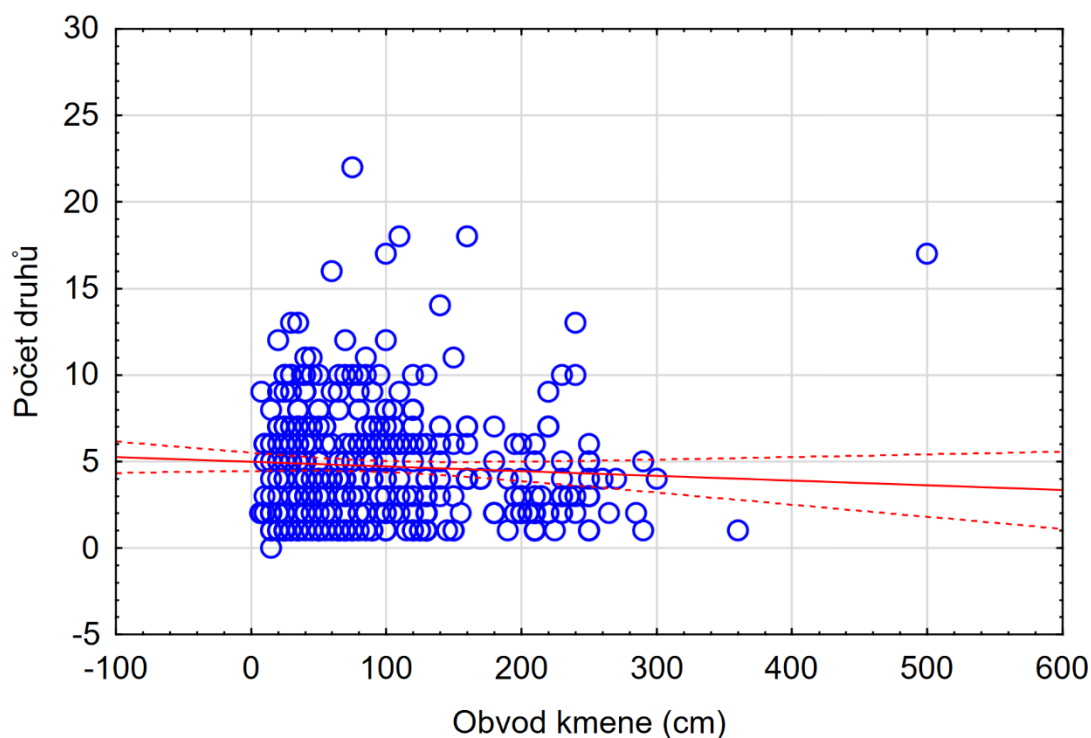
Zdroj: vlastní zpracování dle kategorizace Wirtha (2010)

<sup>13</sup> Problematiku výpočtů bioindikačních hodnot, včetně přepočtu indikátoru R na jednotku pH vysvětluje metodická kapitola.

Na některých místech je naopak vysoké (průměrné) pH substrátu. V lokálních případech (body 33 a 36 a 43) je možné tento jev vysvětlit druhovou skladbou vzorkovaných dřevin, neboť se jedná o místa s převahou velmi mladých exemplářů *Fraxinus excelsior* a (občasně přelomených a snáze ohledatelných) jedinců *Populus tremula*. Barkman (1958) uvádí, že u *Populus tremula* lze pozorovat zvyšování pH se vzrůstající výškou, tedy jev, který je u jiných dřevin obvykle přesně opačný. Zároveň zmiňuje, že pH borky často klesá spolu s věkem, což by mohlo vysvětlit potenciálně stále vysoké pH v případě mladých jedinců *Fraxinus excelsior*. V kontextu břehových porostů v severovýchodní části zájmové oblasti lze uvažovat také o vlivu *Salix sp.*, neboť tvoří podstatnou složku zdejších porostů a Barkman (1958) uvádí horní hranici pH borky rodu *Salix* 7,1.

Na základě odborné literatury lze také předpokládat zvyšování počtu druhů epifytických lišejníků spolu se stářím forofytu. Tento vztah, resp. vliv obvodu kmene na druhovou bohatost lichenoflóry ovšem nebyl potvrzen (Pearsonův korelační koeficient NS,  $r = -.061$ ,  $p = .223$ ). Lze usuzovat, že se jedná o důsledek charakteru lokality, neboť většina nejstarších stromů se nachází v lesních oblastech s nízkou intenzitou světla, a tudíž s nízkým výskytem lišejníků. Zjištěný vztah je tedy spíše opačný, navíc na 5% hladině významnosti nesignifikantní (obrázek 31).

**Obrázek 31:** Vliv obvodu kmene na počet druhů



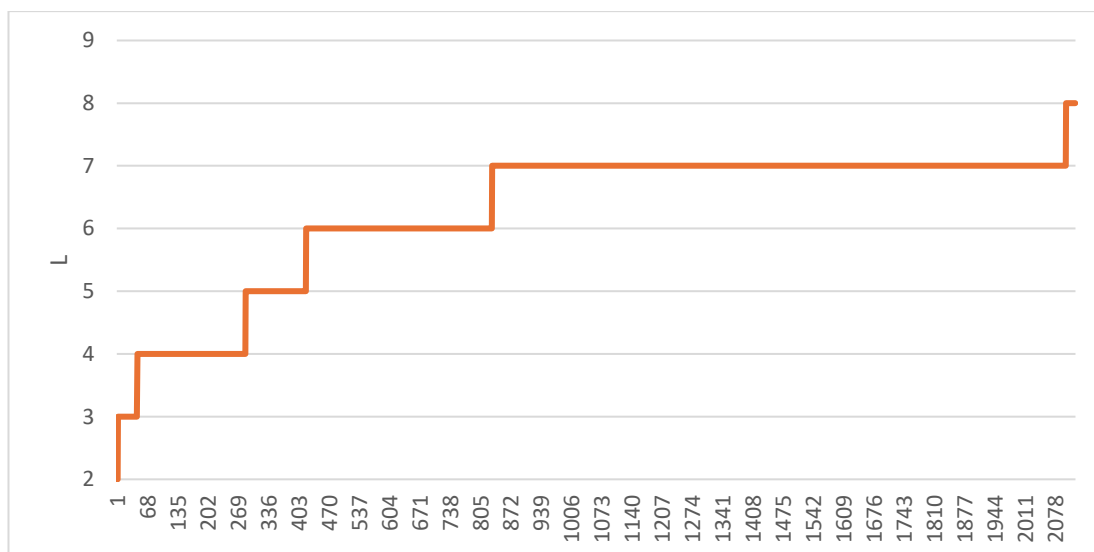
Zdroj: vlastní zpracování v programu TIBCO Statistica

### 5.3.3 Světlo

Distribuce světla v oblasti je dána jak členitostí lesů, tak jejich charakterem, který obvykle odpovídá spíše přirozenému typu lesa s menší intenzitou světla. Při terénním průzkumu v letních měsících bylo subjektivně nejméně rozptýleného světla pozorováno v oblasti jádrové části biotopu L2.2. Toto je dané pravděpodobně stářím a charakterem lesa v kombinaci s relativně dobře vyvinutým keřovým patrem, které místy přesahuje až do patra stromového. Keřové patro v druhé souvislé lesní oblasti (biotopy L2.3 a L3.1 na severozápadě) povětšinou chybí, a i proto by se dala při vzájemném porovnání označit severozápadní část jako světlejší.

Charakter distribuce světla, resp. prevalenci heliofilních druhů epifytických lišejníků a sciafytů, lze odhadnout pomocí bioindikační hodnoty L dle Wirtha (2010). Na obrázku PO je znázorněno zastoupení jednotlivých nálezů na základě výše zmíněného indikátoru. Obecně se na území vyskytovaly druhy v rozmezí hodnot 2 až 8, přičemž významné zastoupení měla především kategorie 7 (hemiheliofyty). Velká část nálezů dále zastupuje kategorie 4 až 6 (hemisciofyty).

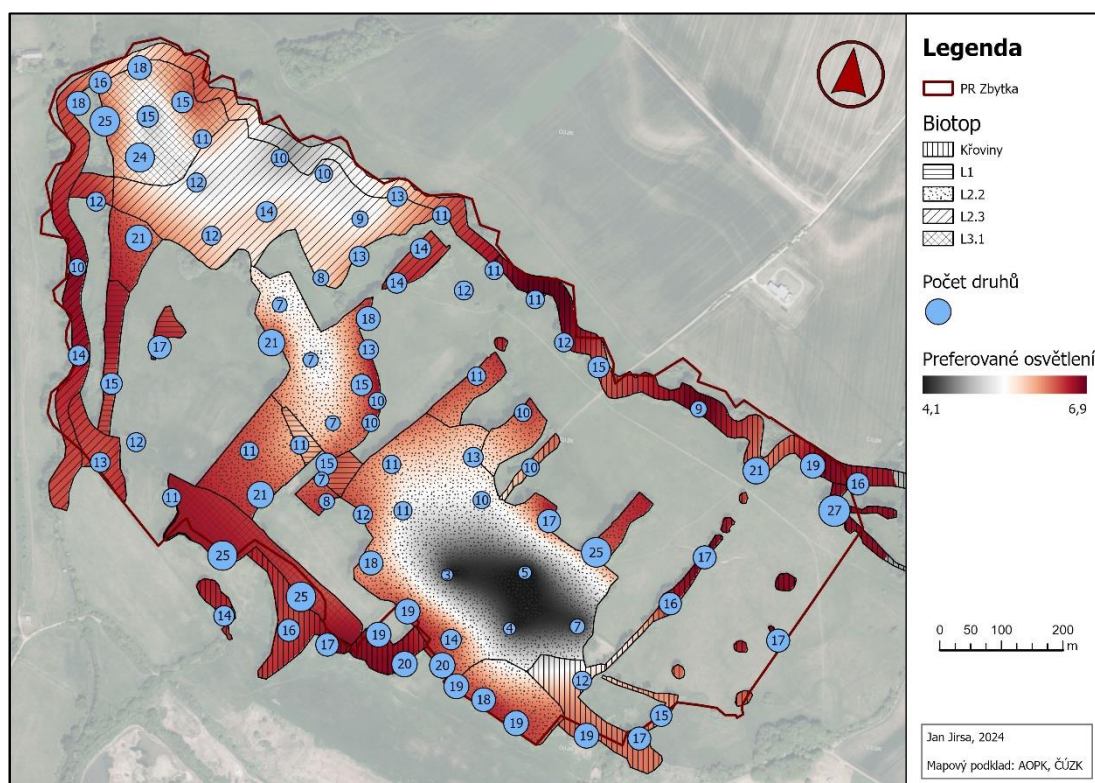
**Obrázek 32:** Preference relativního osvětlení nalezených druhů dle jejich četnosti



Zdroj: vlastní zpracování na základě Wirth (2010)

Prostorovou interpretaci preference osvětlení nalezených druhů je možné pozorovat na obrázku 33. Je zřejmý podobný prostorový efekt, jaký lze vidět na obrázku 30 výše, neboť druhy preferující nízké pH substrátu jsou (alespoň v kontextu zájmové lokality) zároveň silně stínomilné. Na většině území ovšem dominují světlomilné druhy lišejníků, dle očekávání dosahují nejvyšších hodnot L především solitérní křoviny a porost podél toku Dědiny.

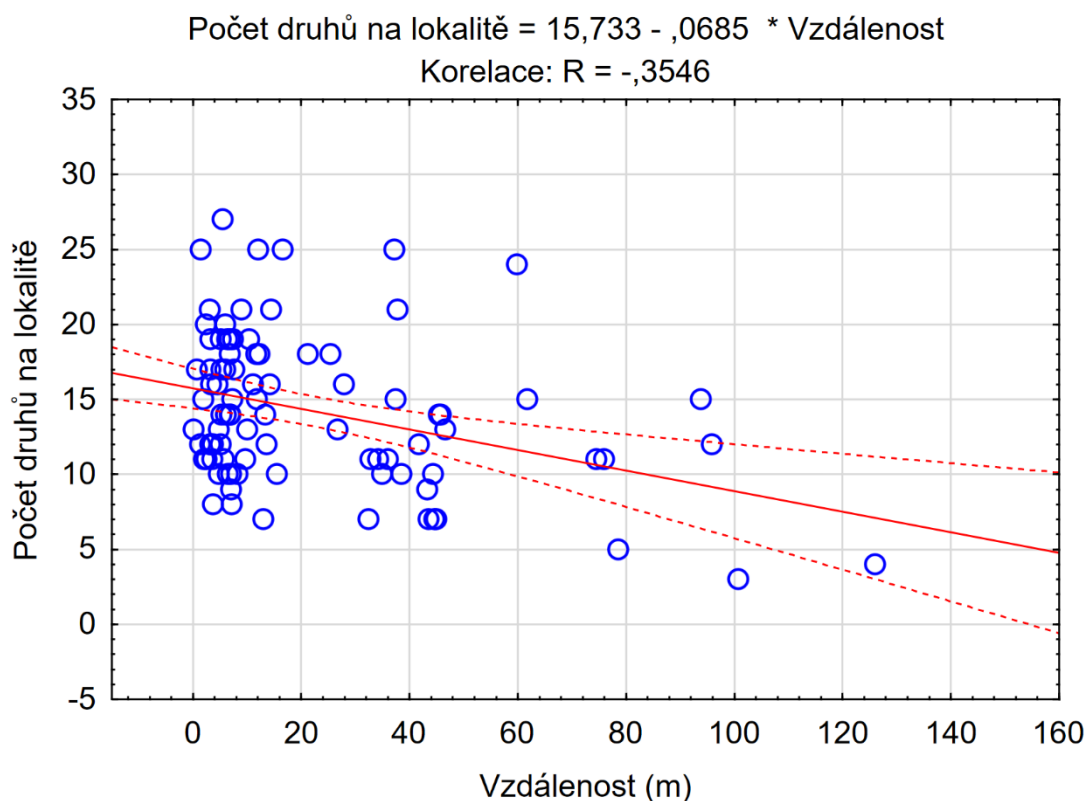
**Obrázek 33:** Preferovaná míra osvětlení epifytických lišejníků v rámci PR Zbytka



Zdroj: vlastní zpracování na základě mapových podkladů AOPK a ČÚZK

Při samotném výzkumu nebylo možné měřit v jednotlivých bodech míru osvětlení, která je navíc proměnlivá v průběhu ročních období. Přesto lze i ze získaných dat tvrdit, že druhovou bohatost epifytických lišejníků v PR Zbytka silně ovlivňuje množství světla. Dalo by se usuzovat (pomineme-li koruny stromů, ve kterých neprobíhal sběr vzorků), že se intenzita světla v přírodě blízkém lese podobné rozlohy snižuje spolu se vzdáleností od kraje. Toto lze podložit statistickým porovnáním vzdálenosti od nejbližšího okraje lesa s hodnotou váženého průměru indikátoru L dle Wirtha (2010). Tyto dvě proměnné dosahují velmi vysoké záporné korelace (Pearsonův korelační koeficient,  $r = -.791$ ,  $p < .000$ ). Při statistickém otestování vztahu mezi počtem druhů a vzdáleností od nejbližšího okraje lesa pomocí lineární regrese je u sledovaných lokalit dle očekávání zřejmá relativně silná negativní korelace ( $R = -.355$ ,  $p < .001$ ,  $R^2 = .116$ ). Výsledky lze velmi hrubě interpretovat tak, že každým přibývajícím metrem od okraje lesa klesala druhová bohatost na jednotlivých lokalitách zhruba o 0,07 druhu (obrázek 34). Výsledky jsou ovšem závislé na charakteru lesa v zájmové lokalitě, případně vychýlené jednotlivými sublokalitami, proto je nelze chápat univerzálně. Vzdálenost od okraje lesa navíc vysvětluje pouze 11,6 % variability dat druhové bohatosti.

**Obrázek 34:** Vztah mezi vzdáleností od okraje lesa a druhovou bohatostí



Zdroj: vlastní zpracování v programu TIBCO Statistica

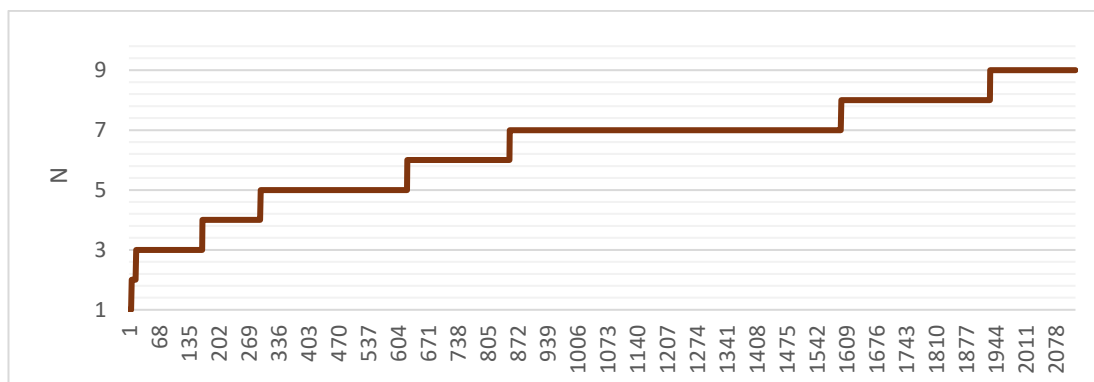
#### 5.3.4 Míra eutrofizace

Rešerše literatury dokládá, že obzvláště v minulosti byla oblast výrazně zatížena eutrofizací, a to především v podobě intenzivní zemědělské činnosti. S ohledem na znečištění ovzduší je třeba brát v potaz také blízkou provozovnu cukrovaru, nyní společnosti Tereos TTD v Českém Meziříčí, nacházející se zhruba 1 km jihozápadně od nejbližší ohledané lokality. Z autorovy odbornosti je ovšem obtížné odhadnout významnost tohoto závodu na imisích v rámci zájmové lokality. Na základě dat Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ 2024) došlo v souvislosti s touto pobočkou v roce 2022 k emisnímu zatížení 472,7 tun  $\text{SO}_2$  a 129,9 tun  $\text{NO}_x$ . Hodnoty za předešlý rok jsou pouze o něco nižší a vzhledem k charakteru provozu je možné předjímat dlouhodobě podobné emisní zatížení oxidem siřičitým i oxidy dusíku.

Na obrázku 35 lze pozorovat zastoupení nalezených druhů lišejníků na škále indikátoru N od 1 až 9 podle klasifikace Wirtha (2010). Je zřejmé, že se v oblasti objevují v největší četnosti druhy tolerující vyšší míru eutrofizace. Největší kategorii tvoří druhy s hodnotou 7, výjimkou ovšem nejsou ani druhy charakteristické hodnotami vyššími, tedy spadající do 8. skupiny a dokonce do nejvyšší 9. kategorie.

Lze ovšem říci, že se v zájmovém území nacházely druhy všech definovaných kategorií od 1 po 9.

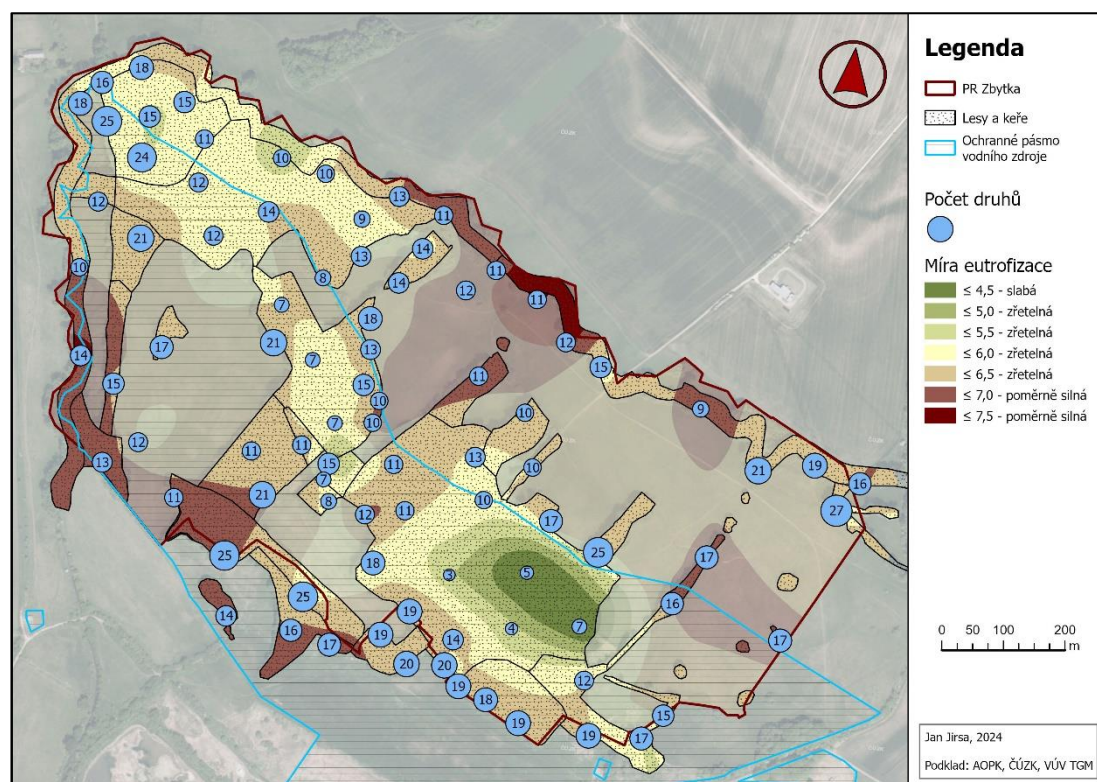
**Obrázek 35:** Rozdělení všech zaznamenaných položek lišejníků dle indikátoru N



Zdroj: vlastní zpracování

Při prostorovém promítnutí získaných dat (v tomto případě neváženého aritmetického průměru v rámci lokalit), lze sledovat obecně 2 oblasti preferované druhy s vysokým bioindikačním ukazatelem N (obrázek 36).

**Obrázek 36:** Míra eutrofizace v PR Zbytky na základě indikačních hodnot lišejníků



Zdroj: vlastní zpracování na základě mapových podkladů AOPK a ČÚZK

První z nich je v severní až severovýchodní oblasti poblíž intenzivně obdělávané zemědělské půdy a zasahuje většinu oblasti Široké a Obecní louky. Druhá významně zasažená oblast je v jihozápadě oblasti a týká se poslední části úseku Dědiny

protékající zájmovou oblastí a vegetace v oblasti elevace, resp. bývalého Dvora. Druhy citlivé na eutrofizaci byly nalézány naopak především v oblasti biotopu L2.2 v jihovýchodní oblasti, případně v severozápadním cípu biotopů L3.1 a L2.3, typicky spíše ve vnitřní části lesa.

**Obrázek 37:** Pohled na nejvíce eutrofizované místo ze severu



Zdroj: archiv autora

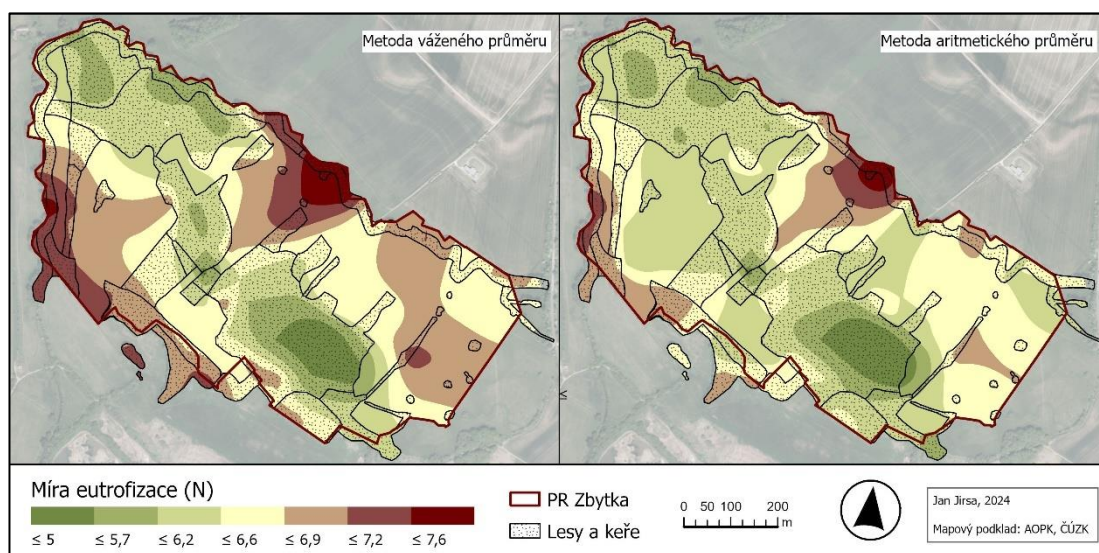
Lze usuzovat, že se oblast PR Zbytka v současné době potýká především s eutrofizací vzniklou zemědělskou činností, neboť nejvíce zasažená místa povětšinou téměř sousedí s intenzivně obdělávanou půdou. V případě severnější oblasti je navíc břehový porost Dědiny velmi řídký, tento faktor by tudíž mohl vysvětlovat případné šíření použitých látek přes přilehlé luční prostory. Druhým faktorem může být reliéf oblasti, neboť zemědělsky využívaná oblast vykazuje relativně výrazný sklon terénu, který může umocnit šíření některých nežádoucích látek na větší vzdálenosti. Obrázek 37 zobrazuje nejvíce zasažené místo (část břehového porostu na levé straně) z pohledu ze severu. V pozadí je také viditelná provozovna cukrovaru v Českém Meziříčí. Z výsledků na obrázku 36 také není patrné, že by na míru eutrofizace prostředí mělo významný vliv ochranné pásmo vodního zdroje.

V rámci všech zkoumaných bioindikačních hodnot epifytických lišejníků vykazovala hodnota eutrofizace, tedy N, jedny z největších rozdílů mezi přepočtem hodnot pomocí aritmetického a váženého průměru. Jednou z možných interpretací tohoto

jevu je hypotéza, že v současné době dochází, především v důsledku odsíření tepelných elektráren, k rekolonizaci zájmového území citlivějšími druhy, které vymizely, nebo byly významně potlačeny během minulého století. Metoda aritmetického průměru je v takovém případě schopná dříve indikovat výskyt těchto druhů, neboť jim přiřazuje stejnou váhu, jako je tomu u druhů dosud dominantních.

Přesto se jedná pouze o jedno z možných vysvětlení, neboť dle definice Wirtha (2010) byl indikátor N stanoven především v souvislosti se zemědělskou výrobou či prašností, nikoliv s výskytem oxidů síry. Lze také uvažovat, že některé citlivější druhy lišejníků se mohou vyskytovat na specifických mikrostanovištích v jinak do značné míry eutrofizovaných či exponovaných místech a hypotéza o jejich současném šíření je mylná. Rozdíl mezi oběma způsoby výpočtu indikátoru N je zobrazen na obrázku 38, přičemž u obou byla použita stejná klasifikační škála s mírně upravenými intervaly pro větší zvýraznění eutrofizovaných oblastí.

**Obrázek 38:** Porovnání odhadované eutrofizace území na základě metodiky výpočtu

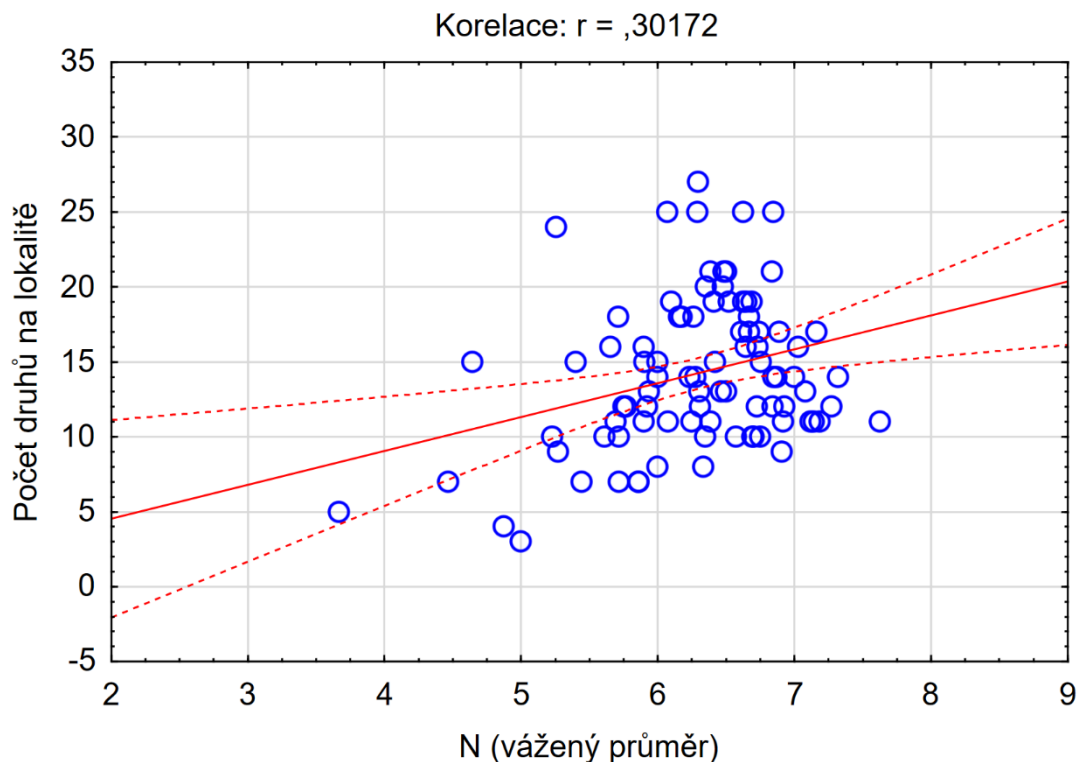


Zdroj: vlastní zpracování na základě mapových podkladů AOPK a ČÚZK

Na základě obecného předpokladu je také poněkud překvapivá skutečnost, že zjištěná druhová bohatost lokalit pozitivně koreluje s hodnotou indikátoru N (obrázek 39). V tomto případě je zmíněná závislost ( $r = .302$ ,  $p < .004$ ) zřejmě do velké míry ovlivněna distribucí světla, neboť nejvíce eutrofizovaná místa jsou zároveň nejvíce exponovaná slunci. Naopak části zájmového území s nejnižšími hodnotami N mohou být druhově chudší právě z důvodu nízké propustnosti světla.



**Obrázek 39:** Vztah mezi druhovou bohatostí lokalit a mírou eutrofizace

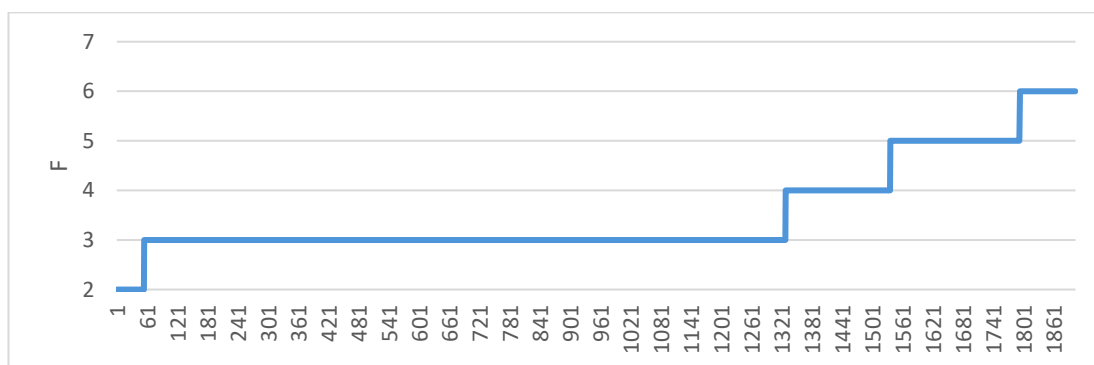


Zdroj: vlastní zpracování v programu TIBCO Statistica

### 5.3.5 Vlhkost

Během terénního šetření byly v zájmové oblasti nalezeny druhy s indikačními hodnotami F mezi 2 a 6, přičemž jednoznačně nejvíce zastoupené nálezy spadají do 3. kategorie (obrázek 40). Jedná se tedy především o druhy tolerující suchá stanoviště, vyskytující se ovšem i ve vlhčích oblastech. Na některých lokalitách se pak vyskytovaly s relativně vysokou četností i druhy ze 4., 5. a 6. kategorie. Obzvláště poslední kategorie již charakterizuje stanoviště s ročním srážkovým úhrnem převyšujícím 800 mm. To je téměř o 150 mm více, než je typická hodnota pro zájmové území.

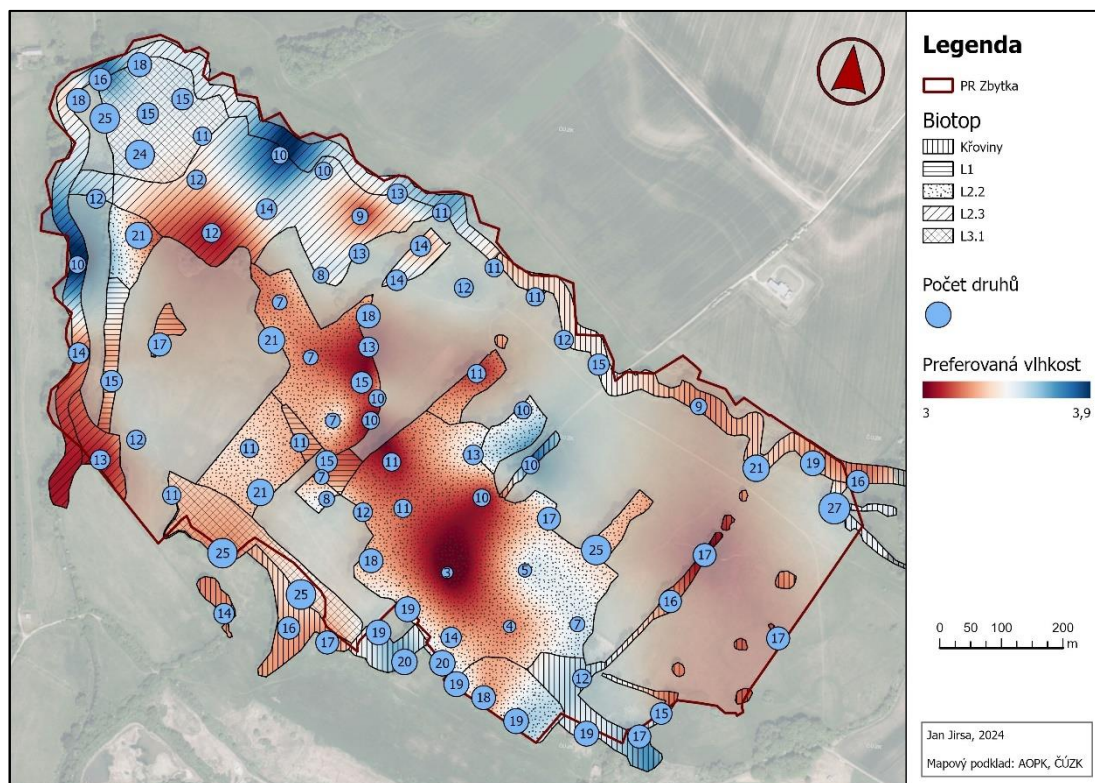
**Obrázek 40:** Rozdělení všech zaznamenaných položek lišejníků dle indikátoru F



Zdroj: vlastní zpracování

Prostorové rozložení preference vlhkosti lze pozorovat na obrázku 41. Je zřejmé, že výskyt vlhkomilnějších druhů je vázán především do severozápadního cípu oblasti, která má i na základě odborné literatury vlhčí charakter. Druhy preferující větší vlhkost se taktéž soustředí do jihovýchodní slatininné oblasti s vývěrem artézských vod.

**Obrázek 41:** Preferovaná vlhkost epifytických lišejníků v rámci PR Zbytka



Zdroj: vlastní zpracování na základě mapových podkladů AOPK a ČÚZK

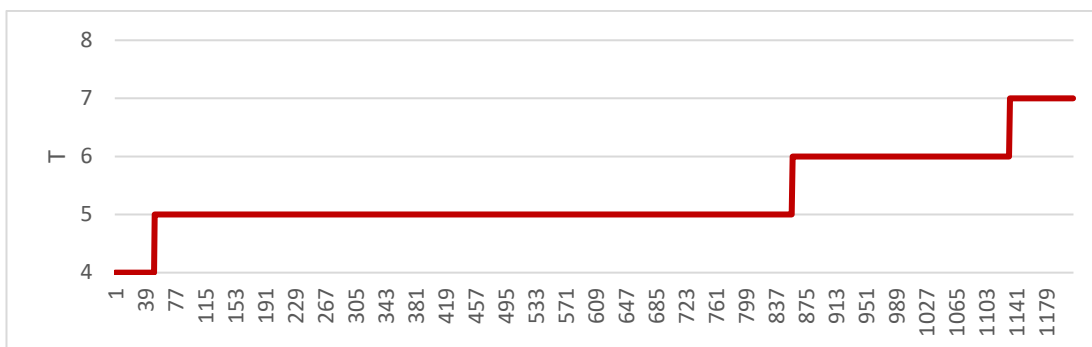
Naopak suchomilnější druhy lze nalézt v okolí luk, kde lze předpokládat vyšší míru odparu vody ze substrátu v důsledku intenzity světla a větru. Druhy podobné charakteristiky byly nalézány také v jádrové oblasti biotopu L2.2 a v okolí bývalého Dvora. Přesto je nutné podotknout, že se lišejníky vyžadující větší vlhkost často vyskytovaly spolu se suchomilnějšími druhy, neboť průměrné hodnoty indikátoru F se pohybují v rozmezí 3–3,9 a nejedná se tedy o příliš významné rozdíly.

### 5.3.6 Teplota

Z hlediska indikátoru teploty (T) lze nalezené epifytické lišejníky rozřadit do 3 hlavních kategorií (obrázek 42). Mimo zanedbatelné zastoupení některých lišejníků ze 4. stupně stupnice (druhy hojně na chladných místech) spadala většina nalezených druhů do 5. kategorie typické pro intermediální stanoviště. Dále byly nalézány druhy z 6. a 7. kategorie (druhy hojně rozšířené od západu na východ, případně subkontinentální druhy). Nutno ovšem poznamenat, že Wirth (2010) přiřadil tuto hodnotu pouze k 55 z 82 nalezených druhů a chybí hodnoty pro některé

nejrozšířenější druhy (*Xanthoria parietina*, *Phaeophyscia orbicularis* či *Physcia tenella*). Hodnoty indikátoru bylo tudíž možné přiřadit pouze k 1214 záznamům, což činí méně než polovinu celého datasetu. Zřejmě i z tohoto důvodu vychází prostorová vizualizace v podobě mapy dost nahodile a nebude zde z důvodu obtížné interpretovatelnosti prezentována.

**Obrázek 42:** Rozdělení všech zaznamenaných položek lišejníků dle indikátoru T

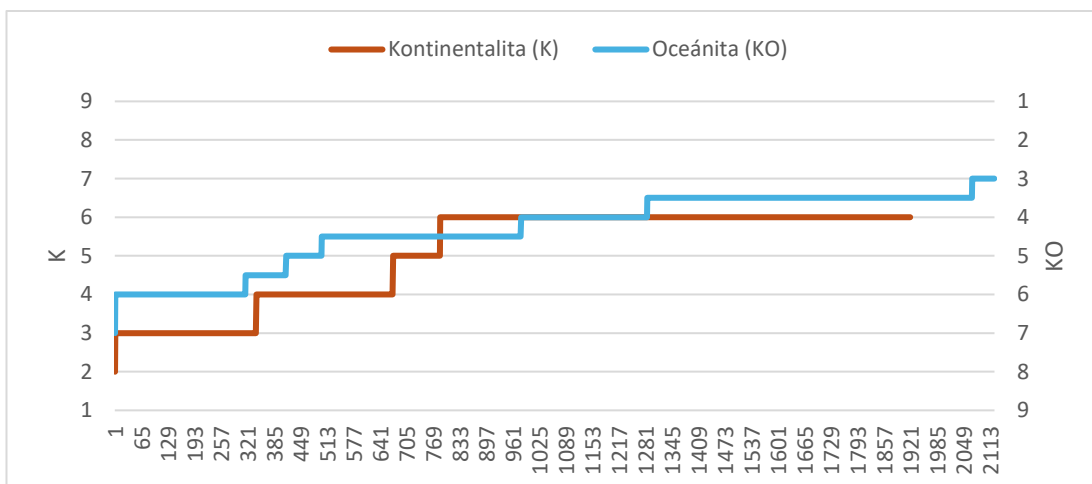


Zdroj: vlastní zpracování

### 5.3.7 Kontinentalita a oceánita

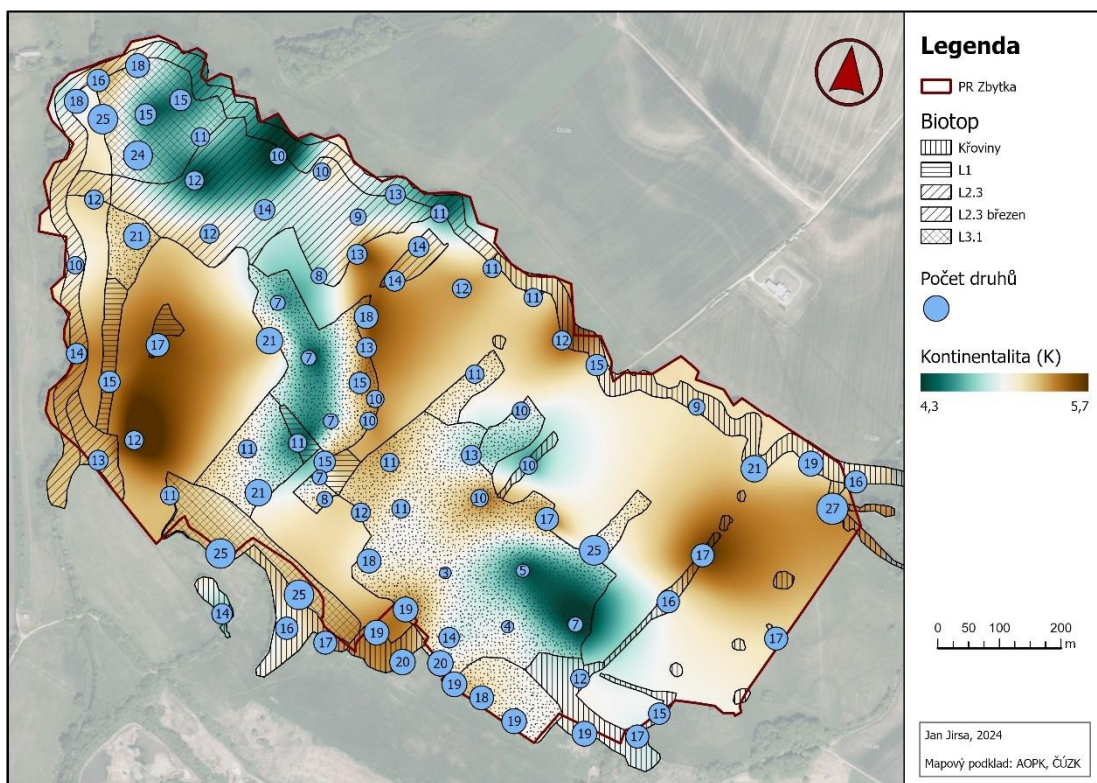
Wirth (2010) ve své práci definuje jednotlivé kategorie pro Kontinentalitu (K), která přímo vychází z konceptu Ellenbergových indikačních hodnot. Zároveň však navrhuje výpočet dalšího ukazatele, tedy oceánity (KO). Tento indikátor má základ v indikačních hodnotách kontinentality, ovšem lépe zohledňuje faktor vlhkosti. Porovnání obou těchto indikačních kategorií na datech zjištěných druhů lišejníků z PR Zbytku lze pozorovat na obrázku 43. Při interpretaci dat je třeba brát zřetel na skutečnost, že hodnoty oceánity mají z podstaty opačné pořadí, než je tomu u kontinentality. V grafu bylo tudíž pro potřeby případného porovnání převráceno pořadí hodnot oceánity ve vedlejší ose.

**Obrázek 43:** Rozdělení záznamů na základě indikátorů K a KO



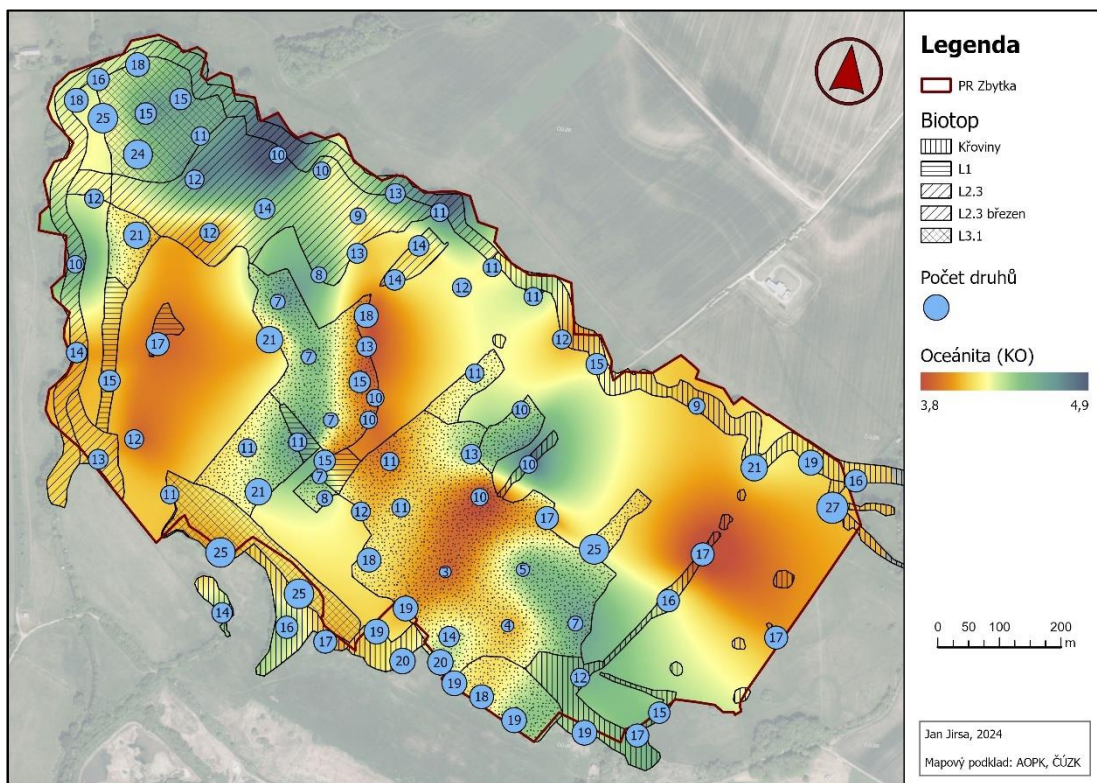
Zdroj: vlastní zpracování

**Obrázek 44:** Kontinentalita dle hodnot epifytických lišejníků v rámci PR Zbytka



Zdroj: vlastní zpracování na základě mapových podkladů AOPK a ČÚZK

**Obrázek 45:** Oceánita dle hodnot epifytických lišejníků v rámci PR Zbytka



Zdroj: vlastní zpracování na základě mapových podkladů AOPK a ČÚZK

Prostorové znázornění hodnot kontinentality (K) na základě bioindikačních hodnot nalezených lišejníků je k nahlédnutí na obrázku 44. Tato vizualizace rozdělila zájmovou oblast vesměs na otevřené plochy a přilehlé okraje lesů, které mají více kontinentální charakter. Vnitřní části porostů dosahují obvykle naopak nižších hodnot daného ukazatele. Při porovnání kontinentality (K) a oceánity (KO), která je zobrazena na obrázku 45, pak nelze pozorovat významné rozdíly. Přesto se zdá, že indikátor oceánity vytváří souvislejší a lépe definované zóny, které by na základě poznatků z terénu mohly lépe vypovídat o charakteru oblasti.

## 5.4 Komentovaný seznam vybraných druhů

**Physcia tribacia** (Ach.) Nyl.

**VU / C1**

Dle online atlasu českých lišejníků (Malíček a kol. (2024a)) jde o druh rostoucí na stromech s vyšším pH borky či na bazických silikátových skalách. Jedná se o světlomilný a teplomilný lišejník s kosmopolitním rozšířením. Na našem území je vzácný, přičemž recentní údaje pocházejí především z oblasti středního Povltaví.

V rámci výzkumu byl nalezen pouze na jednom místě (lokalita č. 75), v těsné blízkosti podmáčené slatinné oblasti. Substrát tvořil spadlý exemplář *Fraxinus excelsior* stáří zhruba 80 let, který byl v rámci recentních aktivit ČSOP JARO Jaroměř již odstraněn. Přesto se v těsném okolí stále nalézá velké množství jedinců *Fraxinus excelsior* podobného věku, přítomnost dalších stélek *Physcia tribacia* v lokalitě tedy není vyloučena.

**Obrázek 46:** Stélka *Physcia tribacea* nalezená v PR Zbytka



Zdroj: foto Jana Kocourková

**Inoderma byssaceum** (Weigel) Gray

**CR / C3**

Lišejník se světle šedou až bílou korovitou stélkou, nápadnými, černými, bíle lemovanými pyknidami a bíle ojíněnými apotécii. Vyskytuje se obvykle na kůře starých listnáčů, na našem území se jedná o vzácný druh zachovalých nížinných lesů. V rámci Červeného seznamu (Liška a Palice 2010) uváděn jako vyhynulý, v současné době je již v ČR nalézán místy hojně (Malíček a kol. (2024a)).

V lokalitě PR Zbytka byl nacházen především v jádrové části biotopu L2.2, typicky na starých exemplářích *Quercus robur*, případně na *Populus x canadensis*.

**Candelaria concolor** (Dicks.) Stein

**CR / C3**

Žlutý lišejník s drobnou, citronově žlutou, růžicovitou stélkou, typický dlouhými bílými rhiziny. V rámci ČR je evidován roztroušený výskyt spíše v jižní části území (Malíček a kol. (2024a)). V oblasti PR Zbytka relativně hojný, nalezen na 24 lokalitách z 89.

**Candelaria pacifica** M. Westb. & Arup

**C3**

*Candelaria pacifica* je epifytem na borce listnatých stromů s vyšším pH. Stélku tohoto lišejníku tvoří žloutkově žluté lalůčky až drobné růžice s pavučinkovitým vzhledem na spodní straně (Malíček a kol. (2024a)). V zájmovém území druh nalezen na 3 lokalitách.

## 6. Diskuse

Výsledky této práce jsou do jisté míry překvapením, neboť na základě nízké probádanosti bližšího okolí bylo obtížné předjímat možnou druhovou bohatost vytyčené lokality. Jak ovšem uvádí Vondrák a Malíček (2016), diverzita lišejníků lužních lesů je stále málo známá, navzdory předpokladu, že zachovalé zbytky těchto lesů mohou sloužit jako poslední útočiště nížinných epifytických lišejníků.

### 6.1.1 Zajímavé druhy lišejníků v PR Zbytka

Mezi nejzajímavější nálezy výzkumu patří především *Physcia tribacia* či *Inoderma byssaceum*. Zmíněné druhy jsou v kontextu České republiky nacházeny zřídka, především v nižších nadmořských výškách (Malíček a kol. 2024a) a četnosti výskytu odpovídá i jejich kategorizace v rámci recentních červených seznamů. Přítomnost těchto druhů ve východních Čechách nebyla dosud doložena. V rámci databáze mechorostů a lišejníků České republiky (Malíček a kol. 2024a) není k březnu 2024 potvrzen v oblasti východních Čech ani výskyt druhu *Candelaria concolor*, byť se v rámci území PR Zbytka jednalo o relativně hojně zastoupený druh. Je ovšem nutné říci, že celkový výčet nalezených druhů mohl být výrazně ovlivněn mírou zkušeností výzkumníka, neboť, jak ukazují například závěry z pokusu Vondráka a Malíčka (2016), výsledek lichenologického výzkumu bývá osobou badatele výrazně ovlivněn. Lze s jistotou říci, že počet nalezených druhů v lokalitě je pouhou částí z celkového výčtu druhů, které se na lokalitě nachází.

Jedním z obecných problémů, se kterými se autor práce potýkal, a které ovlivnily výstupy z výzkumu, byla determinace nalezených položek. Některé vzorky nebylo možné určit vůbec, a to především z důvodu absence znaků potřebných pro jistější identifikaci. Typickým příkladem může být relativně hojně nacházený druh z rodu *Candelariella* (obrázek 47), který byl morfologicky odlišný od ostatních zástupců agregátu *Candelariella efflorescens*. Lze usuzovat, že by se mohlo jednat například o *Candelariella boleana*, ovšem vzhledem k absenci apotecií nebylo možné bez využití molekulárních metod druh s větší mírou jistoty determinovat, a proto není ve výčtu nalezených druhů uváděn. Seznam zjištěných druhů je vzhledem k zaměření práce dále ochuzen o lišejníky saxikolní, které se v dané lokalitě v určité míře také nachází. Jejich výskyt je omezen do prostorově nevelkých oblastí, typicky se jedná o nízké stěny starých, do velké míry zavezených, lomů. Hojný výskyt byl ovšem zaznamenán také na betonových skružích či objektech týkajících se vodárenského využití oblasti. V rámci studie byly ovšem nacházeny také lichenikolní houby, cenný je kupříkladu nález druhu *Unguiculariopsis lettaui*.

**Obrázek 47:** Nacházený druh rodu *Candelariella*



Zdroj: foto Jana Kocourková

### 6.1.2 Porovnání s jinými studii

Srovnávat výsledky tohoto výzkumu s jinými studii může být do jisté míry obtížné, neboť většina badatelského úsilí v regionu se soustředí především do oblastí Orlických hor, a tedy i vyšších nadmořských výšek s jinými klimatickými charakteristikami. Nejbližší relevantní studie se týká inventarizace NPP Babiččino údolí, jde ovšem o více než 10 let starý průzkum (Halda 2013). Zde bylo v nadmořské výšce 280–360 m.n.m. na rozloze 334 ha nalezeno 53 běžných druhů epifytických lišejníků a dalších 23 druhů, které byly v daném roce autorem uváděny jako vzácnější. Z první skupiny běžných druhů bylo rovných 40 nalezeno i na území PR Zbytka, z výčtu vzácnějších druhů se jich v oblasti PR Zbytka vyskytovalo 5. Je tedy možné, že podobná druhová skladba lichenoflóry může být dána i blízkou geografickou polohou. Je ovšem třeba vzít v potaz především rok zmíněného výzkumu, a to v kontextu současné rekolonizace území ČR citlivějšími druhy. Vyjma historického aspektu se lokality liší, mimo jiné, také rozlohou a expozicí antropogenním vlivům.

Seznam nalezených druhů lze také porovnat s nálezy uvedenými v Národní výskytové databázi mechorostů a lišejníků ČR DaLiBor (Malíček J. a kol. (2024b), kde jsou v rámci mapovacích čtverců č. 5662 a 5762 uvedeny záznamy 31 druhů epifytických lišejníků. Z tohoto výčtu bylo v rámci průzkumu nalezeno 18 druhů, dalších 64 druhů dosud není v databázi zaznamenáno ani v jednom z mapovacích čtverců.



Z hlediska studovaných biotopů je možné výsledky částečně zhodnotit v kontextu prací, které probíhaly ve stejných biotopech a podobné nadmořské výšce. Jedná se tedy například o biotopy jasanovo-olšových luhů (L2.2) a dubohabřin (L3.1), které podrobil lichenologickému průzkumu Šoun (2021) v rámci inventarizačního průzkumu PR Údolí Klíčavy. Zde, na území v nadmořské výšce 337–388 m o rozloze 33 ha našel 71 druhů lišejníků. Na základě Červeného seznamu z roku 2010 (Liška a Palice 2010) patřilo 13 druhů do kategorie zranitelných (VU), 2 do kategorie ohrožených (EN) a 2 se nalézaly v kategorii kriticky ohrožených (CR). Tento výčet, včetně soupisu nalezených druhů, je do velké míry podobný nálezům v této práci. Přesto lze poukázat na odlišnou velikost lokalit a poměr zastoupení lesů, případně také na charakter a kontinuitu těchto biotopů.

Tvrdým luhem nížinných řek (L2.3) se zabývali Vondrák a Malíček při experimentu v národní přírodní rezervaci Cahnov – Soutok. Zde bylo v rámci zhruba 10 ha lužního lesa nalezeno 8 výzkumníky celkem 194 druhů lišejníků. Ukázalo se ovšem, že jednotlivci byli během 12 hodin schopni najít pouze 45–66 % ze všech zjištěných druhů. Autoři navíc usuzují, že v konečném součtu nebyly podchyceny zdaleka všechny druhy přítomné na lokalitě. Tento výzkum je v kontextu práce cenný nejen pro své zaměření na málo probádané oblasti lužních lesů, ale také obecnými poznatky. Ze studie je totiž zřejmé, že výsledky inventarizací jednotlivých území jsou mezi sebou velmi těžko porovnatelné, neboť byly obvykle prováděny různými výzkumníky ve specifických podmínkách.

### 6.1.3 Diskuse výsledků práce

Zjištěný statistický rozdíl v druhové bohatosti sledovaných biotopů je do jisté míry očekávatelný a daný různorodými charakteristikami prostředí. Jako nejvíce odlišný biotop se ukázaly hercynské dubohabřiny (L3.1), které mají v severozápadní oblasti spíše vlhčí charakter a pravděpodobně také nejdelší kontinuitu lesa. Pouze v této části je také hojně přítomen *Carpinus betulus*, na který je vázán výskyt několika epifytických druhů lišejníků. Je ovšem třeba poznamenat, že biotop L3.1 je v území PR Zbytka zastoupen dvěma oblastmi. V jižní, sušší a do značné míry degradované části bylo taktéž registrováno horké místo biodiverzity lišejníků. Je tedy otázkou, zda mají obecně oblasti dubohabřin potenciál být druhově bohatší, či zda se v případě PR Zbytka jedná spíše o náhodný souběh mnoha faktorů.

Největší variabilita v druhové bohatosti lichenoflóry byla zaznamenána v rámci údolních jasanovo-olšových luhů (L2.2). Jde o nejrozsáhlejší lesní biotop, místy velmi členitý, a zahrnuje oblasti s nízkou intenzitou světla. V jádrových oblastech tohoto biotopu, byť druhově chudých, byl ovšem zaznamenán například výskyt druhu *Inoderma byssaceum*, tedy jednoho z nejcennějších nálezů v rámci této práce.

Vzhledem k míře odbornosti autora lze obtížně odhadovat, zda mohlo právě tato území během let minulých sloužit jako refugium poskytující dostatečně vhodné podmínky pro výskyt zmíněného druhu. Lze uvažovat, že optimální prostředí pro výskyt druhu by mohlo být i v nedalekých lesích v oblasti přírodní památky (PP) Tuří rybník, případně také PP Halín, byť v těchto místech převládají spíše hercynské dubohabřiny (L3.1).

Jedním z typických druhů pro zastíněné části jasanovo-olšových luhů je také *Chaenotheca ferruginea*. Tento druh místy zcela dominuje, a především na starších jedincích *Quercus robur* tvoří souvislé „povlaky“ s tisíci drobnými plodnicemi (obrázek 48).

**Obrázek 48:** *Chaenotheca ferruginea* v oblasti PR Zbytka

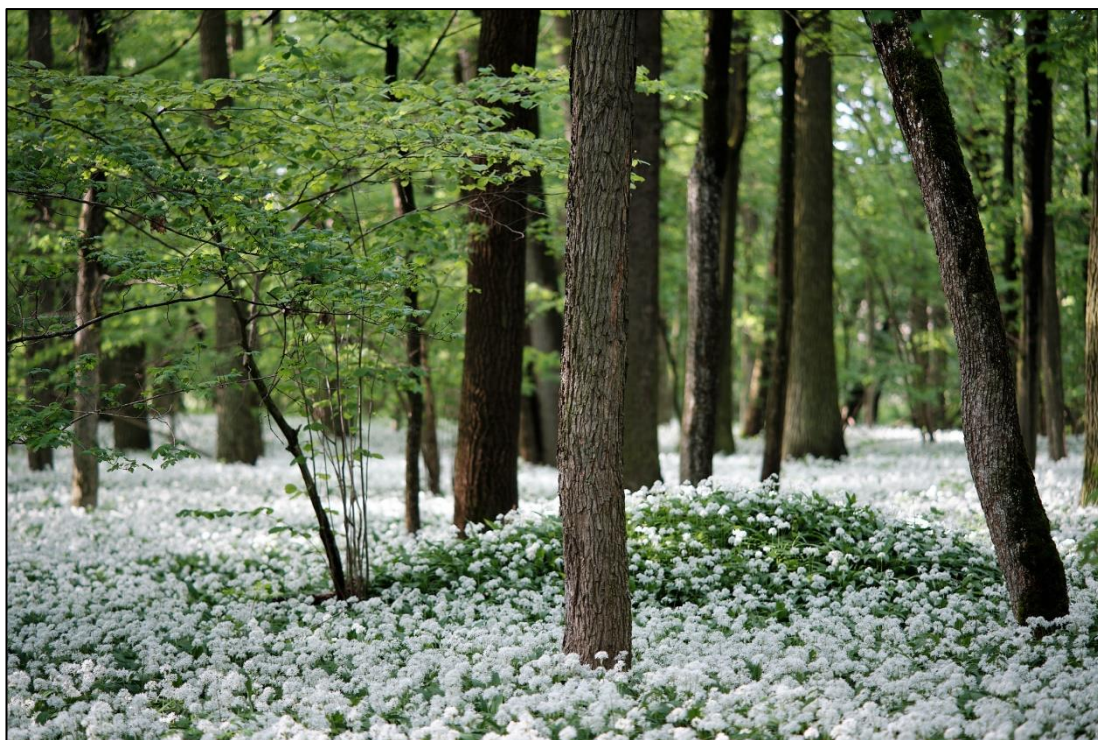


Zdroj: archiv autora

Tvrký luh nížinných řek (L2.3) lze z hlediska počtu nalézáných druhů označit jako velmi jednotvárný. Může tomu tak být například v důsledku absence vyvinutého

keřového patra a málo rozmanitých podmínek (obrázek 49). Dle očekávání byly druhově velmi bohaté oblasti křovin, přičemž v jedné z těchto lokalit byl také nalezen největší počet druhů v kontextu celého výzkumu. Je možné předpokládat, že se jedná o důsledek množství dopadajícího světla. Tuto úvahu lze doložit mimo jiné i na příkladu exemplářů *Quercus robur*, které byly v oblastech křovin druhově neporovnatelně bohatší než v lesních partiích. V oblastech křovin se zároveň vyskytovaly v největší míře druhy dobře snášející eutrofizaci, což lze vysvětlit okolními antropogenními vlivy. S tím pravděpodobně také souvisí poněkud překvapivé zjištění, že druhová bohatost v průměru rostla s mírou eutrofizace lokality. Vliv světla na distribuci epifytických lišejníků potvrzuje také vzájemný vztah mezi vzdáleností od okraje lesa a počtem nalézáných druhů. Přesto nebyl rozdíl v druhové bohatosti křovin a lesních biotopů statisticky významný.

**Obrázek 49:** Tvrdý luh v jarním období



Zdroj: archiv autora

Nejvíce druhů epifytických lišejníků bylo nalezeno na substrátu *Fraxinus excelsior*. Je to dáno především počtem ovzorkovaných stromů tohoto druhu, neboť *Fraxinus excelsior* v oblasti PR Zbytka velmi dobře přirozeně zmlazuje. Pro výzkum byly ovšem mimořádně hodnotné některé spadlé exempláře tohoto druhu, neboť bylo možné ohledat celý povrch stromu od báze kmene až po nejvyšší větvičky. Velký vliv na nalezený počet druhů mají i některé spadlé stromy na osluněných místech, které byly v oblasti ponechány přirozenému rozkladu. Z hlediska druhové bohatosti jednotlivých substrátů vykazovaly stabilně vysoké hodnoty také *Salix alba* a *Populus tremula*.

Okrajovým tématem může být přínos bezzásahových zón v lesních částech, který lze hodnotit spíše neutrálně. Statistické porovnání nepotvrdilo významný vliv těchto oblastí na druhovou bohatost lichenoflóry. Je ovšem nutné podotknout, že byt jsou v oblasti vytyčené zóny bezzásahového managementu na dvou místech, charakter přilehlých částí lesů je velmi podobný a oblasti I. zóny nejdou od ostatních částí lesních porostů pouhým okem odlišit.

#### 6.1.4 Diskuse prostorových analýz a bioindikačních hodnot

Výsledky práce jsou do velké míry založeny na specifickém pojetí stanovení lokací a následném převedení získaných dat do formy mapových výstupů. Jedná se o odlišnou metodiku mapování, než jakou navrhuji například autoři Asta a kol (2002), neboť pro splnění hlavních cílů práce nebylo účelné provádět sběr vzorků pomocí metodiky LDV („*Lichen Diversity Value*“). Oproti metodice navržené Astou a kol (2002) neumožňují získaná data precizní analýzu na základě rozlišení světových stran, je ovšem možné říci, že citlivost metodiky může být do jisté míry kompenzována kvantitou, tedy hustotou sledovaných lokalit a počtem vzorkovaných stromů.

Závěry naznačují, že i při použití stanovené metodiky mohou epifytické lišejníky posloužit jako indikátor prostředí, a to ve velmi jemném měřítku. Přesnost těchto analýz je diskutabilní, neboť nebylo v možnostech autora ověřit výsledky empiricky pomocí citlivých měřících přístrojů. Přesto charakter výsledků a obvyklá kontinuita dat v prostoru mohou u většiny použitých indikátorů signalizovat, že pozorované jevy mají předpoklady odrážet skutečné podmínky daného prostředí za určitý čas. Z tohoto pohledu se ukázal jako nejvíce problematický indikátor teploty (T), neboť prostorová vizualizace získaných dat vykazovala určitou nahodilost a nesouvislé uspořádání, pročež nebyl tento výstup do finální verze práce zařazen. Naopak jako velmi přesný lze hodnotit například indikátor preference světla (L), neboť vizualizované hodnoty velmi dobře kopírovaly charakter prostředí, tedy oddělily oblasti ekotonů a prosvětlených porostů od oblastí s nejmenší intenzitou světla. Využitelnost tohoto indikátoru v praxi je ovšem problematická, neboť v případě potřeby by zřejmě bylo možné množství světla v lokalitě změřit či aproximovat pomocí vhodnějších a přesnějších metod. K podobným závěrům je možné dospět při zhodnocení výsledků odhadované kyselosti substrátu. Jako potenciálně velmi užitečný se ovšem ukázal indikátor N dle Wirtha (2010), tedy ukazatel míry eutrofizace prostředí. Z výsledků této práce lze usuzovat, že zmíněný indikátor má potenciál relativně přesně identifikovat oblasti, které se potýkají s vyšší mírou eutrofizace. Citlivost ukazatele je navíc zřejmě možné do jisté míry upravovat volbou metodiky výpočtu.

Při porovnání obou použitých způsobů výpočtu bioindikačních ukazatelů, tedy metody aritmetického a váženého průměru, lze považovat za univerzálnější spíše první

zmíněný způsob. Obecně mezi oběma přístupy nebyl sledován velký rozdíl, leč v jednom specifickém případě vedla metoda váženého průměru k zjevnému zkreslení hodnot v jižní oblasti elevace. Tato lokalita je i na základě odborné literatury spíše sušší, přesto byla při použití váženého průměru vlhkosti (F) zobrazena jako lokalita s převažujícím výskytem relativně vlhkomilnějších druhů lišejníků. K totožnému jevu došlo ve stejné oblasti i při použití váženého průměru kontinentality (K) a oceánity (KO). Jiné podobné rozdíly mezi metodami výpočtu nebyly pozorovány, přesto je zřejmé, že použití (alespoň některých) bioindikačních hodnot není univerzálně aplikovatelné a vyžaduje podrobnou znalost terénu či kontextu zájmové oblasti. Zároveň i při splnění těchto podmínek nelze brát výsledky vždy jako průkazné.

## 7. Závěr

Hlavním cílem této práce bylo přispět k poznání PR Zbytka z pohledu biodiverzity epifytických lišejníků. Jedná se zřejmě o první podobný průzkum v zájmovém území či bližším okolí a jeho výsledkem je seznam 82 nalezených druhů epifytických lišejníků a 5 lichenikolních hub. Mezi nejhodnotnější nálezy patří především *Physcia tribacia* či *Inoderma byssaceum*, z lichenikolních hub lze zmínit zejména nález druhu *Unguiculariopsis lettaui*. Nalezené druhy lišejníků měly rozmanité nároky na prostředí a charakter substrátu, což bylo možné sledovat z přiřazených bioindikačních hodnot i z výsledků ordinačních analýz. V oblasti převládaly druhy s korovitou stélkou, naopak nejméně byl přítomen keříčkovitý typ. Poměr zastoupení vegetativního a generativního rozmnožování byl dle výčtu druhů vyrovnaný, ovšem při zohlednění abundance převládala vegetativní forma šíření. Na základě druhové bohatosti byla pozorována statistická odlišnost mezi biotopy L3.1 a L2.2, případně biotopy L3.1 a 2.3. Použití nejznámějších indexů biodiverzity ovšem odlišnosti mezi biotopy snížilo. Rozdíl mezi lesními biotopy a křovinami nebyl z pohledu druhové bohatosti statisticky potvrzen.

Nejvíce druhů lišejníků bylo nalezeno na substrátech *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* a *Populus tremula*, největší druhovou bohatost v rámci jednotlivých substrátů vykazovaly *Salix alba*, *Populus tremula* a *Fraxinus excelsior*. Velké množství druhů bylo nalézáno také na spadlých stromech v počáteční fázi rozkladu. Bylo možné statisticky potvrdit negativní závislost mezi biodiverzitou lichenoflóry a vzdáleností od okraje lesa. Naopak vliv obvodu kmene na druhovou bohatost substrátu nebyl statisticky potvrzen. Stejně tak nebyl pozorován ani žádný dopad bezzásahového managementu na počet druhů epifytických lišejníků. Překvapivým zjištěním byl pozitivní vztah mezi mírou eutrofizace a počtem nalezených druhů, pravděpodobně v důsledku distribuce světla v zájmové lokalitě.

Využití prostorových analýz pomohlo odhalit tři hlavní oblasti zvýšené biodiverzity epifytických lišejníků. Pomocí bioindikačních hodnot nalezených druhů byly v rámci PR Zbytka dále identifikovány oblasti největší eutrofizace, stejně tak byla popsána prostorová distribuce lichenoflóry na základě rozmanitých faktorů prostředí.

Vzhledem k bioindikačnímu potenciálu lišejníků může být dále účelné ověření či další zdokonalování použité metodiky pro výpočet a znázornění míry eutrofizace prostředí. S ohledem na některé cenné nálezy by bylo také příhodné na práci dále navázat lichenologickým průzkumem geograficky blízkých lokalit PP Tuří rybník či PP Halín. V souvislosti s aktuální proměnou distribuce lichenoflóry na území České republiky lze považovat za vhodné zopakovat výzkum v PR Zbytka s časovým odstupem pro zhodnocení případných změn.

# Seznam použité literatury a zdrojů

## Odborné publikace:

Ahti T., Jorgensen P. M., Kristinsson H., Moberg R., Sochting U., Thor G. (2011): Nordic Lichen Flora Vol 4. – Bohuslän, Uddevalla, 184 pp.

Aptroot A., Stapper N. J., Košuthová A., Cáceres, M. (2016): Lichens, in Letcher T. M. (ed.) *Climate Change: Observed Impacts on Planet Earth*. – Elsevier, 295–307.

Asta J., Erhardt W., Ferretti M., Fornasier Ma. (2002): European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress. – The British Lichen Society, 1-20.

Barkman J. (1958): Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. – Van Gorcum and Comp.N.V, Assen, Netherlands, 628 pp.

Culek M., Grulich V., Laštůvka Z., Divišek J. (2013): Biogeografické regiony České republiky. – Masarykova univerzita, Brno, 447 pp.

Černohorský Z., Nádvorník J., Servít M. (1956): Klíč k určování lišejníků ČSR. – Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 154 s.

Demek J., Mackovčín P., Balatka B., Buček A., Cibulková P., Culek M., Čermák P., Dobiáš D., Havlíček M., Hrádek M., Kirchner K., Lacina J., Pánek T., Slavík P., Vašátko J. (2006): Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČR. – AOPK ČR, Brno, 582 pp.

Diekmann M. (2003): Species indicator values as an important tool in applied plant ecology - A review. – Basic and Applied Ecology, 4(6):493-506.

Ellenberg H., Weber H., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulißen D. (1992): Zeigerwerte von pflanzen in Mitteleuropa. – Göttingen, 248 pp.

Ellis Ch. (2012): Lichen epiphyte diversity: A species, community and trait-based review. – Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 14(2):131–152.

Fritz Ö., Gustafsson L., Larsson K. (2008): Does forest continuity matter in conservation? – A study of epiphytic lichens and bryophytes in beech forests of southern Sweden. – Biological Conservation, 141(3):655-668.

Hájek A. (2009): Květena přírodní rezervace Zbytka u Českého Meziříčí v severovýchodních Čechách ve vztahu k historickému vývoji lokality. – Libri, občanské sdružení, Dobré, 98 pp.

Halda J. (2013): Lichenologický inventarizační průzkum NPP Babiččino údolí ve správě CHKO Broumovsko. Depon. in: AOPK ČR, Praha.

- Hauck M. (2011): Site factors controlling epiphytic lichen abundance in northern coniferous forest. – *Fuel and Energy Abstracts*, 206: 81-90.
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V., Lustyk P. (2010): Katalog biotopů České republiky, 2. vyd. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 445 pp.
- Kermit T., 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.
- Konvalinková P., Hrázský Z. (2007): Metodika monitoringu živin s využitím Ellenbergových indikačních hodnot. – DAPHNE ČR, České Budějovice.
- Liška J., Dětinský R., Palice Z. (1996): Importance of the Šumava Mts. for the biodiversity of lichens in the Czech Republic. – *Silva Gabreta*, 1: 71–81..
- 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): Checklist and Red List of lichens of the Czech Republic. – *Preslia* 80: 151–182.
- Malíček J., Syrovátková L. (2015): Kde přežít v těžkých časech? Refugia epifytických lišejníků. – *Živa* 2: 56–61.
- Nash III T.H. (2008): *Lichen Biology (Second Edition)*. – Cambridge University, Cambridge, 486 pp.
- Nimis P., Scheidegger Ch., Wolseley P. (2002): Monitoring with Lichens—Monitoring Lichens. – *The Bryologist*, 105(3):408.
- Quitt E. (1971): Klimatické oblasti Československa. – *Studia geographica*, Praha, 73 pp.
- Renhorn K., Esseen P., Palmqvist K., Sundberg B. (1996): Growth and vitality of epiphytic lichens, *Oecologia*, 109(1):1-9
- Sales K., Kerr L., Gardner J. (2016): Factors influencing epiphytic moss and lichen distribution within Killarney National Park. – *Bioscience Horizons*, 9:1–12.
- Seaward M. R. D. (2008): Environmental role of lichens. – In: Nash III. T. H. [ed.]: *Lichen Biology, 2nd edition*, Cambridge University Press, Cambridge, 274–298 pp.
- Smith C. W., Aptroot A., Coppins B. J., Fletcher A., Gilbert O. L., James P. W. et Wolseley P. A. (2009): *The Lichens of Great Britain and Ireland*. – British Lichen Society, London, 1046 pp.



Svoboda D, Peksa O, Veselá J. (2010): Epiphytic lichen diversity in central European oak forests: assessment of the effects of natural environmental factors and human influences. – *Environ Pollut*, 158(3):812-9.

Šoun J. (2021): Lichenologická inventarizace PR Údolí Klíčavy. Depon. in: AOPK ČR, Praha.

Vězda A., Liška J. (1999): Katalog lišejníků České republiky. – Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, Průhonice, 283 pp.

Vondrák J., Malíček J. (2016): Kdo najde víc, vyhrává – jedinečná metoda výzkumu lišejníkové diverzity. – *Živa*, 2: 41–43.

Wirth V. (2010): Ökologische Zeigerwerte von Flechten – Erweiterte und Aktualisierte Fassung, *Herzogia*, 23: 229–248.

Wirth V., Hauck M., Schultz M. (2013): Die Flechten Deutschlands, Band 1 & 2. – Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 1244 pp.

Zapletal J., Ležíková K., Schejbal J., Mikeska M., Gerža M. (2013): Plán péče o přírodní památku Zbytka. Hradec Králové, 81 pp.

Zelený, D. (2012): Poznámky k používání průměrných Ellenbergových indikačních hodnot při analýze vegetačních dat. – *Zprávy České Botanické Společnosti*, 47:159-178.

### Internetové zdroje:

AOPK (2013): Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Biogeografické členění. Dostupné z: <https://data.nature.cz/ds/29> [15. 03. 2024].

AOPK (2024a): Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Digitální registr ÚSOP. Dostupné z: <https://drusop.nature.cz> [10. 03. 2024].

ČHMÚ (2024): EMIS, Informace o provozovně. Dostupné z: [https://chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/plants/CZ052/622650031\\_CZ](https://chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/plants/CZ052/622650031_CZ) [23. 03. 2024].

Geolab (2024): laboratoř geoinformatiky, I. vojenské mapování – josefské. Dostupné z: <http://oldmaps.geolab.cz> [23. 03. 2024].

JARO Jaroměr (2021): ČSOP JARO Jaroměr. Dostupné z: <http://jarojaromer.cz/> [14. 01. 2024].

Malíček J. (2023): Červený seznam lišejníků ČR dle DaLiBora pro rok 2023. – <https://dalib.cz/data/redlist> [23. 03. 2024].

Malíček J. a kol. (2024a): Atlas Českých lišejníků, Botanický ústav Akademie věd České republiky, Průhonice. Dostupné z: [www.dalib.cz](http://www.dalib.cz) [22. 03. 2024].

Malíček J. a kol. (2024b): Národní výskytová databáze mechorostů a lišejníků ČR. Dostupné z: <https://dalibor.ibot.cas.cz/> [22. 03. 2024].

Nimis P. L., Martellos S. (2024): Italic 7.0, The information systém on Italian Lichens. Dostupné z: <http://italic.units.it/index.php> [23. 03. 2024].

## Ostatní zdroje:

Brůna V., Křováková K (nedatováno): Využití starých map středního a velkého měřítko pro sledování vývoje lesů.

Kocourková J. (2017): Metody sběru, preparace a herbářového zpracování lišejníků, mechorostů a hub a určovací metodika lišejníků. 48 s. Ms. Depon. in: FŽP katedra ekologie ČZU, Praha.

Skalická I., Kovář A. (2022): Vodohospodářská bilance za rok 2021. Povodí Labe, Hradec Králové, 189 pp.

## Mapové podklady:

AOPK (2024b): Poskytování dat. Dostupné z: <https://data.nature.cz/>

ČÚZK (2024): Mapové služby. Dostupné z: <https://services.cuzk.cz/>

VÚV TGM (2024): Hydroekologický informační systém VÚV TGM. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/data/spusteni/pgstart.asp?pg>

## Statistické programy:

R Core Team (2024): The R Project for Statistical Computing. Dostupné z <https://cran.r-project.org/bin/windows/base>

TIBCO Statistica (2024): TIBCO Statistica® 14.1.0, Dostupné z: <https://docs.tibco.com/products/tibco-statistica-14-1-0>

# Seznam příloh

## Příloha 1: Seznam obrázků

<b>Obrázek 1:</b> Jarní aspekt v PR Zbytka.....	1
<b>Obrázek 2:</b> Poloha zájmového území .....	2
<b>Obrázek 3:</b> Klimagram zájmového území .....	4
<b>Obrázek 4:</b> Meandry toku Dědiny tvořící hranici PR Zbytka .....	5
<b>Obrázek 5:</b> Průměrný měsíční průtok ve stanici Mitrov na 4. říčním kilometru.....	5
<b>Obrázek 6:</b> Část "Obecní louky", kterou lemuje Severní příkop.....	6
<b>Obrázek 7:</b> Pozůstatek lomu v západní části elevace.....	9
<b>Obrázek 8:</b> Oblast PR Zbytka na listech I. vojenského mapování .....	10
<b>Obrázek 9:</b> Skladba kultur PR Zbytka v roce 1840 .....	11
<b>Obrázek 10:</b> Skladba kultur v PR Zbytka na přelomu 19. a 20. století .....	12
<b>Obrázek 11:</b> Mokřadní olšiny v rámci zájmové lokality .....	15
<b>Obrázek 12:</b> Údolní jasanovo-olšové luhy v PR Zbytka .....	16
<b>Obrázek 13:</b> Tvrdé luhy nížinných řek v PR Zbytka .....	17
<b>Obrázek 14:</b> Přejítok mezi hercynskými dubohabřinami a tvrdým luhem .....	18
<b>Obrázek 15:</b> Mokřadní vrbiny (K1) přecházející ve vrbové křoviny (K.2.1).....	19
<b>Obrázek 16:</b> Zájmové kategorie biotopů a ohledané lokality .....	25
<b>Obrázek 17:</b> Histogramy počtu druhů na jednotlivých lokalitách dle biotopu.....	33
<b>Obrázek 18:</b> Akumulační křivka počtu nalezených druhů .....	37
<b>Obrázek 19:</b> Zastoupení druhů podle typu stélky.....	37
<b>Obrázek 20:</b> Zastoupení druhů s různým typem šíření .....	38
<b>Obrázek 21:</b> DCA ordinační diagram nalezených druhů .....	39
<b>Obrázek 22:</b> odhadovaná druhová bohatost epifytických lišejníků v rámci PR Zbytka.....	40
<b>Obrázek 23:</b> Počty nalezených druhů epifytických lišejníků v biotopech .....	42
<b>Obrázek 24:</b> Krabicové diagramy druhové bohatosti, indexu diverzity a heterogenity .....	43
<b>Obrázek 25:</b> CCA analýza nalezených druhů.....	44
<b>Obrázek 26:</b> Management a zásahy v lesních porostech PR Zbytka .....	45
<b>Obrázek 27:</b> Srovnání substrátů dle četnosti a počtu nalezených druhů .....	47
<b>Obrázek 28:</b> Druhová bohatost vybraných druhů stromů a keřů.....	48
<b>Obrázek 29:</b> Preference kyselosti substrátu nalezených druhů dle jejich četnosti .....	49
<b>Obrázek 30:</b> Odhad pH typického substrátu na základě nalezené lichenoflóry .....	49
<b>Obrázek 31:</b> Vliv obvodu kmene na počet druhů .....	50
<b>Obrázek 32:</b> Preference relativního osvětlení nalezených druhů dle jejich četnosti .....	51
<b>Obrázek 33:</b> Preferovaná míra osvětlení epifytických lišejníků v rámci PR Zbytka .....	52
<b>Obrázek 34:</b> Vztah mezi vzdáleností od okraje lesa a druhovou bohatostí .....	53
<b>Obrázek 35:</b> Rozdělení všech zaznamenaných položek lišejníků dle indikátoru N .....	54

<b>Obrázek 36:</b> Míra eutrofizace v PR Zbytka na základě indikačních hodnot lišejníků.....	54
<b>Obrázek 37:</b> Pohled na nejvíce eutrofizované místo ze severu .....	55
<b>Obrázek 38:</b> Porovnání odhadované eutrofizace území na základě metodiky výpočtu .....	56
<b>Obrázek 39:</b> Vztah mezi druhovou bohatostí lokalit a mírou eutrofizace .....	57
<b>Obrázek 40:</b> Rozdělení všech zaznamenaných položek lišejníků dle indikátoru F.....	57
<b>Obrázek 41:</b> Preferovaná vlhkost epifytických lišejníků v rámci PR Zbytka.....	58
<b>Obrázek 42:</b> Rozdělení všech zaznamenaných položek lišejníků dle indikátoru T.....	59
<b>Obrázek 43:</b> Rozdělení záznamů na základě indikátorů K a KO .....	59
<b>Obrázek 44:</b> Kontinentalita dle hodnot epifytických lišejníků v rámci PR Zbytka .....	60
<b>Obrázek 45:</b> Oceánita dle hodnot epifytických lišejníků v rámci PR Zbytka .....	60
<b>Obrázek 46:</b> Stélka <i>Physcia tribacea</i> nalezená v PR Zbytka .....	61
<b>Obrázek 47:</b> Nacházený druh rodu <i>Candelariella</i> .....	64
<b>Obrázek 48:</b> <i>Chaenotheca ferruginea</i> v oblasti PR Zbytka .....	66
<b>Obrázek 49:</b> Tvrdý luh v jarním období .....	67

## Příloha 2: Seznam tabulek

<b>Tabulka 1:</b> Porovnání přirozené a současné skladby lesa.....	14
<b>Tabulka 2:</b> Ohrožené druhy PR Zbytka dle Červeného seznamu lišejníků ČR (2010).....	34
<b>Tabulka 3:</b> Ohrožené druhy PR Zbytka dle Červeného seznamu lišejníků ČR (2023).....	35
<b>Tabulka 4:</b> Seznam nalezených druhů včetně základních charakteristik.....	35

## Příloha 3: Seznam zkratk

**AOPK** - Agentura ochrany přírody a krajiny ČR

**CCA** - Kanonická korespondenční analýza

**ČSOP** - Český svaz ochránců přírody

**D** - Simpsonův index diverzity

**DCA** - Detrendovaná korespondenční analýza

**H** - Shannonův index heterogenity

**LDV** – „*Lichen Diversity Value*“

**NS** – Statisticky nevýznamný

**PHO** - Hygienické ochranné pásmo I. stupně

**PP** – Přírodní památka

**PR Zbytka** – Přírodní rezervace Zbytka

**S** – Druhová bohatost

Příloha 4: Bioindikační hodnoty dle Wirtha (2010)

Druh	L	T	K	F	R	N	KO
<i>Alyxoria varia</i>	4	6	4	5	6	3	5,5
<i>Amandinea punctata</i>	7	x	6	3	5	7	3,5
<i>Anisomeridium polypori</i>	4	5	3	4	7	3	5,5
<i>Arthonia radiata</i>	3	5	4	4	5	4	5
<i>Arthonia spadicea</i>	2	6	3	4	4	3	5,5
<i>Bacidia Rubella</i>	6	6	3	5	7	5	6
<i>Bacidina assulata</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bacidina modesta</i>	4	6	4	4	6	6	5
<i>Buellia griseovirens</i>	4	5	5	4	5	4	4,5
<i>Caloplaca cerinella</i>	7	6	5	3	7	6	4
<i>Caloplaca cerinelloides</i>	7	6	5	3	7	6	4
<i>Caloplaca pyracea</i>	7	x	6	3	7	5	3,5
<i>Candelaria concolor</i>	7	5	6	3	6	7	3,5
<i>Candelaria pacifica</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Candelariella efflorescens agg.</i>	6	6	3	5	5	7	6
<i>Candelariella xanthostigma</i>	7	5	5	3	5	5	4
<i>Catillaria fungoides</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Catillaria nigroclavata</i>	7	5	4	3	7	7	4,5
<i>Cladonia fimbriata</i>	7	5	6	x	4	3	4,5
<i>Cladonia glauca</i>	7	6	3	x	2	2	6
<i>Cladonia macilentata</i>	7	4	6	x	2	3	4,5
<i>Coenogonium pineti</i>	3	5	3	4	4	4	5,5
<i>Evernia prunastri</i>	7	5	6	4	3	4	4
<i>Flavoparmelia caperata</i>	6	7	3	4	5	4	5,5
<i>Graphis scripta</i>	3	5	4	4	5	3	5
<i>Halecania viridescens</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	6	5	6	3	2	2	3,5
<i>Hypogymnia physodes</i>	7	x	6	3	3	3	3,5
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	7	5	5	3	5	4	4
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	5	x	6	3	2	4	3,5
<i>Chaenotheca trichialis</i>	3	5	5	4	4	2	4,5
<i>Inoderma byssaceum</i>	3	6	5	4	3	1	4,5
<i>Lecania croatica</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lecania cyrtella</i>	7	5	6	3	7	6	3,5
<i>Lecania cyrtellina</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lecania naegelii</i>	6	5	6	3	7	7	3,5
<i>Lecanora carpinea agg.</i>	6	5	6	3	5	4	3,5
<i>Lecanora conizaeeoides</i>	7	5	5	3	2	5	4
<i>Lecanora expallens</i>	5	6	3	3	4	5	5
<i>Lecanora pulicaris</i>	7	4	6	3	3	4	3,5
<i>Lecanora saligna agg.</i>	7	x	6	3	4	5	3,5
<i>Lecanora symmicta</i>	7	4	6	5	5	4	4,5
<i>Lecidella elaeochroma</i>	6	5	6	3	6	5	3,5

<i>Lepraria finkii</i>	x	x	x	x	x		x	x
<i>Lepraria incana</i>	4	5	6	3	3		5	3,5
<i>Melanelixia glabratula</i>	5	5	6	4	3		4	4
<i>Melanelixia subaurifera</i>	6	5	5	5	6		5	5
<i>Melanohalea exasperatula</i>	7	5	6	3	5		6	3,5
<i>Micarea denigrata</i>	8	x	6	3	3		7	3,5
<i>Myriolecis hagenii</i>	6	x	6	3	8		7	3,5
<i>Myriolecis persimilis</i>	7	6	4	3	7		5	4,5
<i>Myriolecis sambuci</i>	7	6	4	3	7		6	4,5
<i>Parmelia sulcata</i>	7	x	6	3	5		7	3,5
<i>Parmelina tiliacea</i>	7	6	5	3	5		6	4
<i>Phaeophyscia endophoenicea</i>	6	5	4	6	7		6	6
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	8	x	6	x	8		9	4,5
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	7	x	6	x	7		9	4,5
<i>Phlyctis argena</i>	5	5	4	3	4		5	4,5
<i>Physcia adscendens</i>	7	x	6	3	7		8	3,5
<i>Physcia stellaris</i>	7	4	6	3	6		6	3,5
<i>Physcia tenella</i>	7	x	6	3	6		7	3,5
<i>Physcia tribacia</i>	x	x	x	x	x		x	x
<i>Physconia enteroxantha</i>	7	4	6	5	6		6	4,5
<i>Physconia grisea</i>	7	7	6	2	6		8	3
<i>Physconia perisidiosa</i>	7	4	6	5	6		4	4,5
<i>Placynthiella dasaea</i>	x	x	x	x	x		x	x
<i>Placynthiella icmalea</i>	7	x	6	3	2		5	3,5
<i>Porina aenea</i>	3	6	4	4	5		4	5
<i>Protoparmelia hypotremella</i>	6	7	3	5	4		7	6
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	8	4	6	5	3		2	4,5
<i>Pseudoschismatomma rufescens</i>	3	6	3	4	6		5	5,5
<i>Punctelia jeckeri</i>	7	7	3	3	4		6	5
<i>Punctelia subrudecta</i>	7	7	3	3	4		5	5
<i>Ramalina farinacea</i>	6	5	6	4	5		4	4
<i>Rinodina pyrina</i>	7	4	6	5	7		3	4,5
<i>Ropalospora viridis</i>	4	6	2	6	4		3	7
<i>Strangospora pinicola</i>	7	5	6	3	3		6	3,5
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	7	x	6	3	2		5	3,5
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	8	x	6	x	1		2	4,5
<i>Xanthoria parietina</i>	7	x	x	3	7		8	4
<i>Xanthoria polycarpa</i>	7	x	5	3	7		8	4

## Příloha 5: Seznam zkratek druhů

Druh	Zkratka	Druh	Zkratka
<i>Alyxoria varia</i>	<b>A.var</b>	<i>Lecanora symmicta</i>	<b>L.sym</b>
<i>Amandinea punctata</i>	<b>A.pun</b>	<i>Lecanora saligna</i> agg.	<b>L.sal</b>
<i>Anisomeridium polypori</i>	<b>A.pol</b>	<i>Lecanora symmicta</i>	<b>L.sym</b>
<i>Arthonia radiata</i>	<b>A.rad</b>	<i>Lecidella elaeochroma</i>	<b>L.ela</b>
<i>Arthonia spadicea</i>	<b>A.spa</b>	<i>Lepraria finkii</i>	<b>L.fin</b>
<i>Bacidia Rubella</i>	<b>B.rub</b>	<i>Lepraria incana</i>	<b>L.inc</b>
<i>Bacidina assulata</i>	<b>B.ass</b>	<i>Melanelixia glabratula</i>	<b>M.gla</b>
<i>Bacidina modesta</i>	<b>B.mod</b>	<i>Melanelixia subaurifera</i>	<b>M.sub</b>
<i>Buellia griseovirens</i>	<b>B.gri</b>	<i>Melanohalea exasperatula</i>	<b>M.exa</b>
<i>Caloplaca cerinella</i>	<b>C.cer</b>	<i>Micarea denigrata</i>	<b>M.den</b>
<i>Caloplaca cerinelloides</i>	<b>C.ceri</b>	<i>Myriolecis hagenii</i>	<b>M.hag</b>
<i>Caloplaca pyracea</i>	<b>C.pyr</b>	<i>Myriolecis persimilis</i>	<b>M.per</b>
<i>Candelaria concolor</i>	<b>C.con</b>	<i>Myriolecis sambuci</i>	<b>M.sam</b>
<i>Candelaria pacifica</i>	<b>C.pac</b>	<i>Parmelia sulcata</i>	<b>P.sul</b>
<i>Candelariella efflorescens</i> agg.	<b>C.eff</b>	<i>Parmelina tiliacea</i>	<b>P.til</b>
<i>Candelariella xanthostigma</i>	<b>C.xan</b>	<i>Phaeophyscia endophoenicea</i>	<b>P.end</b>
<i>Catillaria fungoides</i>	<b>C.fun</b>	<i>Phaeophyscia nigricans</i>	<b>P.nig</b>
<i>Catillaria nigroclavata</i>	<b>C.nig</b>	<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	<b>P.orb</b>
<i>Cladonia fimbriata</i>	<b>C.fim</b>	<i>Phlyctis argena</i>	<b>P.arg</b>
<i>Cladonia glauca</i>	<b>C.gla</b>	<i>Physcia adscendens</i>	<b>P.ads</b>
<i>Cladonia macilenta</i>	<b>C.mac</b>	<i>Physcia stellaris</i>	<b>P.ste</b>
<i>Coenogonium pineti</i>	<b>C.pin</b>	<i>Physcia tenella</i>	<b>P.ten</b>
<i>Evernia prunastri</i>	<b>E.pru</b>	<i>Physcia tribacia</i>	<b>P.tri</b>
<i>Flavoparmelia caperata</i>	<b>F.cap</b>	<i>Physconia enteroxantha</i>	<b>P.ent</b>
<i>Graphis scripta</i>	<b>G.scr</b>	<i>Physconia grisea</i>	<b>P.gri</b>
<i>Halecania viridescens</i>	<b>H.vir</b>	<i>Physconia perisidiosa</i>	<b>P.per</b>
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	<b>H.sca</b>	<i>Placynthiella dasaea</i>	<b>P.das</b>
<i>Hypogymnia physodes</i>	<b>H.phy</b>	<i>Placynthiella icmalea</i>	<b>P.icm</b>
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	<b>H.tub</b>	<i>Porina aenea</i>	<b>P.aen</b>
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	<b>C.bra</b>	<i>Protoparmelia hypotremella</i>	<b>P.hyp</b>
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	<b>C.fer</b>	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	<b>P.fur</b>
<i>Chaenotheca trichialis</i>	<b>C.tri</b>	<i>Pseudoschismatomma rufescens</i>	<b>P.ruf</b>
<i>Inoderma byssaceum</i>	<b>I.bys</b>	<i>Punctelia jeckeri</i>	<b>P.jec</b>
<i>Lecania croatica</i>	<b>L.cro</b>	<i>Punctelia subrudecta</i>	<b>P.sub</b>
<i>Lecania cyrtella</i>	<b>L.cyr</b>	<i>Ramalina farinacea</i>	<b>R.far</b>
<i>Lecania cyrtellina</i>	<b>L.cyrt</b>	<i>Rinodina pyrina</i>	<b>R.pyr</b>
<i>Lecania naegelii</i>	<b>L.nae</b>	<i>Ropalospora viridis</i>	<b>R.vir</b>
<i>Lecanora carpinea</i> agg.	<b>L.car</b>	<i>Strangospora pinicola</i>	<b>S.pin</b>
<i>Lecanora conizaeoides</i>	<b>L.con</b>	<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	<b>T.fle</b>
<i>Lecanora expallens</i>	<b>L.exp</b>	<i>Trapeliopsis granulosa</i>	<b>T.gra</b>
<i>Lecanora pulicaris</i>	<b>L.pul</b>	<i>Xanthoria parietina</i>	<b>X.par</b>
<i>Lecanora saligna</i> agg.	<b>L.sal</b>	<i>Xanthoria polycarpa</i>	<b>X.pol</b>