

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie

Biomonitoring, antropogenní vlivy a lišejníkové bioindikátory v lesních ekosystémech Krkonošského národního parku

Bakalářská práce

Autor: Markéta Půlpánová

Studijní program: B1501 Biologie

Studijní obor: Biologie se zaměřením na vzdělávání - Společenské vědy se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: RNDr. Josef Halda, Ph.D.

Odborný konzultant: doc. Ing. Jakub Horák, Ph.D.

Zadání bakalářské práce

Autor: Markéta Půlpánová

Studium: S19BI122BP

Studijní program: B1501 Biologie

Studijní obor: Biologie se zaměřením na vzdělávání, Společenské vědy se zaměřením na vzdělávání

Název bakalářské práce: **Biomonitoring, antropogenní vlivy a lišejníkové bioindikátory v lesních ekosystémech Krkonošského národního parku**

Název bakalářské práce AJ: Biomonitoring, anthropogenic changes of lichen biota and bioindicators in forest ecosystems of the Krkonoše National Park

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Cílem BP bude průzkum epifytických lišejníků v lesních ekosystémech Krkonoš a vliv managementu na druhovou diverzitu epifytů. Na území KRNAP se nacházejí porosty v minulosti různě ovlivněné činností člověka – v různém stupni přirozenosti a narušení jejich biologické hodnoty. Vzhledem k velké rozloze v minulosti vysázených kulturních smrčín (aktuálně zařazených převážně do zóny soustředěné péče o přírodu s cílem ochrany biodiverzity či převodu na les přírodě blízký) se stále na území NP provádějí plánované těžby. Jedná se o managementové zásahy za účelem cílené přestavby porostů – tj. zlepšení jejich druhového složení a prostorové struktury. V naprosté většině případů se jedná o těžbu smrku ztepilého. Vliv takovýchto zásahů na biodiverzitu nebyl doposud zkoumán. V současné době probíhal podobný výzkum pouze v přirozených lesích. Vzhledem k snaze o postupný převod významně pozměněných porostů do kategorie lesů přírodě blízkých tak dochází k odstraňování zdravých jedinců smrku. Těžební zásahy v pralese by měly mít jiné priority, než je tomu v lesích hospodářských. Všechny takové zásahy ovlivňují druhovou diverzitu lišejníků, kterou budu v rámci BP zjišťovat.

Aragón G., Martínez I., Izquierdo P., Belinchón R. & Escudero A. (2010): Effects of forest management on epiphytic lichen diversity in Mediterranean forests. - *Applied Vegetation Science*, 13: 183-194.

Brunialti G., Frati L., Calderisi M., Giorgolo F., Bagella S., Bertini G., Chianucci F., Fratini R., Gottardini E. & Cutini A. (2020): Epiphytic lichen diversity and sustainable forest management criteria and indicators: A multivariate and modelling approach in coppice forests of Italy. - *Ecological Indicators*, 115: 106358 [9 p.].

Cieśliński S. (2003): The influence of forest management on lichens in the Kozienicka Forest (Central Poland). - *Acta Mycologica*, 38(1/2): 123-135.

Cristofolini F., Brunialti G., Giordani P., Nascimbene J., Cristofori A., Gottardini E., Frati L., Matos P., Batič F., Caporale S., Fornasier M.F., Marmor L., Merinero S., Nuñez Zapata J., Torra T., Wolseley P. & Ferretti M. (2014): Towards the adoption of an international standard for biomonitoring with lichens — Consistency of assessment performed by experts from six European countries. - *Ecological Indicators*, 45: 63-67

Giordani P. (2019): Lichen Diversity and Biomonitoring: A Special Issue. - *Diversity*, 11: 171 [3 p.].

Giordani P. & Brunialti G. (2015): Sampling and interpreting lichen diversity data for biomonitoring purposes. - In: Upreti D.K., Divakar P.K. & Shukla V. (eds), *Recent Advances in Lichenology*, p. 19-49, New Delhi, Springer.

Nascimbene J., Thor G. & Nimis P.L. (2013): Effects of forest management on epiphytic lichens in temperate deciduous forests of Europe – A review. - *Forest Ecology and Management*, 298: 27-38.

Paoli L., Benesperi R., Fačková Z., Nascimbene J., Ravera S., Marchetti M., Anselmi B., Landi M., Landi S., Bianchi E., Di Nuzzo L., Lackovičová A., Vannini A., Loppi S. & Guttová A. (2019): Impact of forest management on threatened epiphytic macrolichens: evidence from a Mediterranean mixed oak forest (Italy). - *iForest*, 12: 383-388.

Garantující pracoviště: Katedra biologie,
Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: RNDr. Josef Halda, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 23.1.2020

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu povinné literatury uvedla všechny prameny, z kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne 4. 5. 2022

Markéta Půlpánová

PODĚKOVÁNÍ

Velmi významné poděkování zde patří vedoucímu mé bakalářské práce RNDr. Josefu Haldovi, Ph.D. za celkové vedení mé bakalářské práce, cenné rady, zapůjčení odborné literatury a především za neskutečnou ochotu pomoci a přátelský přístup.

ANOTACE

PŮLPÁNOVÁ M. *Biomonitoring, antropogenní vlivy a lišejníkové bioindikátory v lesních ekosystémech Krkonošského národního parku*. Hradec Králové, 2022. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce Josef Halda. 42 s.

Na území KRNAP se nacházejí porosty v minulosti různě ovlivněné činností člověka – v různém stupni přirozenosti a narušení jejich biologické hodnoty. Vzhledem k velké rozloze v minulosti vysázených kulturních smrčín (aktuálně zařazených převážně do zóny soustředěné péče o přírodu s cílem ochrany biodiverzity či převodu na les přírodě blízký) se stále na území NP provádějí plánované těžby. Jedná se o managementové zásahy za účelem cílené přestavby porostů – tj. zlepšení jejich druhového složení a prostorové struktury. V naprosté většině případů se jedná o těžbu smrku ztepilého. Vliv takových zásahů na biodiverzitu lišejníků nebyl v tomto typu lesa doposud zkoumán. V současné době probíhal podobný výzkum pouze v přirozených lesích. Vzhledem k snaze o postupný převod významně pozměněných porostů do kategorie lesů přírodě blízkých tak dochází k odstraňování zdravých jedinců smrku. Těžební zásahy v pralese by měly mít jiné priority, než je tomu v lesích hospodářských. Všechny takové zásahy ovlivňují druhovou diverzitu lišejníků, kterou budu v rámci BP zjišťovat.

KLÍČOVÁ SLOVA:

epifytické lišejníky, lesní management, lišejníková diverzita epifytů, typy evropských lesů, stupně přirozenosti lesa, ekologické indikátory

ANNOTATION

PŮLPÁNOVÁ, M., Biomonitoring, anthropogenic changes of lichen biota and bioindicators in forest ecosystems of the Krkonoše National Park. Hradec Králové, 2022. Bachelor Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor Josef Halda. 42 p.

A lot of stands in the area of KRNAP have been affected by the human activity in the past – in the diverse stage of the nature and disturbance of their biological value. Due to the large area of culture planted spruces (currently classified mainly to the zone of focused on the nature care with the purpose to protect biodiversity or the transfer to the forest close to the nature) are still in progress planned extractions. It is about management interventions with a purpose of vegetation reconstruction, i.e. improvement of their species composition and the special structures. In the vast majority it is about spruce mining. The impact of these interventions on the biodiversity of lichens was not so far examined in this type of the forest. These days a similar research has been carried out in the natural forests. Due to the effort of the gradual transition of significantly altered stands to the category forests close to the nature occurs to the removal of healthy spruces. Mining interventions in the forest should have different priorities than in commercial forests. All such interventions affect species diversity of lichens which they will provide within BP.

KEY WORDS:

epiphytic lichens, forest management, epiphytic lichen diversity, european forest types, forest naturaness phase, ecological indicators

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1 Úvod | 7 |
| 1.1 Obecný úvod do problematiky | 7 |
| 1.2 Cíle práce..... | 7 |
| 2 Metodika..... | 8 |
| 3 Problematika lesních ekosystémů v Evropě (literární rešerše) .. | 9 |
| 3.1 Druhov \acute{a} diverzita epifytických lišejníků vs. lesní management | 9 |
| 3.2 Lesní plantáž alias zelená poušť? | 9 |
| 3.3 Význam mrtvého dřeva v lese..... | 10 |
| 3.4 Druhov \acute{a} a věková diverzita dřevin | 11 |
| 3.5 Stupeň přirozenosti lesních porostů na území KRNAPu..... | 12 |
| 4 Výsledky | 14 |
| 4.1 Lokalizace lokalit a ploch | 14 |
| 4.2 Druhov \acute{a} diverzita lišejníků v rámci lokalit..... | 15 |
| 4.3 Druhov \acute{a} diverzita dřevin | 16 |
| 4.4 Druhov \acute{a} diverzita epifytických lišejníků v závislosti na druhu dřeviny | 17 |
| 4.5 Makrolišejníky vs. mikrolišejníky | 27 |
| 4.6 Epifytické lišejníky v různých biotopech..... | 28 |
| 4.7 Stupně přirozenosti vývoje lesa..... | 30 |
| 4.8 Druhov \acute{a} diverzita lišejníků vs. vliv stupně přirozenosti lesa..... | 30 |
| 4.9 Absence epifytických druhů v typu lesa podle stupně přirozenosti | 31 |
| 4.9 Zastoupení biotopů a typů lesa podle stupně přirozenosti na lokalitách | 32 |
| 4.10 Vliv zastínění korun (cannopy opennes) na studovaných lokalitách . | 35 |
| 4.11 Vliv mrtvého dřeva a pařezů na lokalitě | 36 |
| 5 Diskuze | 37 |
| 5.1 Vliv lesního managementu na druhovou diverzitu epifytických lišejníků na území KRNAP | 37 |
| 5.2 Diverzita epifytických lišejníků v lesních plantážích KRNAPu | 38 |
| 5.3 Biotopy..... | 39 |
| 5.4 Ohrožené druhy | 39 |

| | |
|---|-----------|
| 5.3 Význam mrtvého dřeva v lesních porostech KRNAP | 40 |
| 6 Závěr | 41 |
| 7 Literatura | 43 |
| 8 Přílohy..... | 47 |

1 Úvod

1.1 Obecný úvod do problematiky

Lišejníky vynikají schopností osidlovat rozmanitá, často primární stanoviště a pravidelně jsou mezi organismy prvními na místě, kde jiné organismy přežít nedokážou. I když mnoho druhů lišejníků patří mezi tzv. pionýrské druhy významné schopností tvořit první odrazový stupínek na novém stanovišti, existují také další druhy specializovaných lišejníků, a proto i zde hraje v rámci podpory diverzity těchto organismů pestrost životních podmínek velkou roli. V této práci jsem se zaměřila na epifytické lišejníky vyskytující se v lesích na území Krkonošského národního parku. Lesy na tomto území jsou různě ovlivněny činností člověka a vyskytují se zde v různém stupni jejich přirozenosti. Typ lesa v sobě odráží různorodé významné faktory působící na druhovou rozmanitost těchto epifytů. Mezi tyto faktory patří především světelné podmínky, stáří a druhová skladba lesa či také přítomnost mrtvého dřeva. V rámci této bakalářské práce jsem se snažila objasnit, v jakém světle lesní management tohoto území na tyto lišejníkové organismy působí a jak významný je typ lesa pro rozvoj a podporu jejich druhové diverzity.

1.2 Cíle práce

Cílem bakalářské práce je (1) průzkum epifytických lišejníků v lesních ekosystémech Krkonošského národního parku a vliv lesního managementu na druhovou diverzitu těchto epifytů, (2) vyhodnocení dat získaných během terénního výzkumu, (3) vyhodnocení faktorů ovlivňujících druhové složení epifytických lišejníků v různých typech vývoje lesa.

2 Metodika

Vzhledem ke snadnější lokalizaci a dostupnosti podle turistické mapy byl výběr výzkumných ploch omezen na 49 opevnění (bunkrů) lokalizovaných v lesních biotopech. Mapu lokalit jsem vytvořila pomocí aplikace QGis s využitím mapového podkladu Google. Volně dostupnou vrstvu biotopů (Mapování biotopů) jsem získala z Portálu Informačního systému ochrany přírody AOPK ČR (ISOP, 2022). Vrstvu s typy vývoje lesa a vrstvu s výskytem opevnění jsem získala od Správy KRNP ve Vrchlabí. Terénní průzkum byl proveden během července, srpna a měsíce září roku 2021. Na každé ze 49 ploch byly zhotoveny snímky pro hyperspektrální analýzu sloužící ke stanovení hodnoty Canopy openness (CO, „otevřenost“ korun) – tzn. podíl nezakrytých obrazových bodů z celkové plochy snímku vyjádřený v %. Barevné snímky pořízené mobilem iPhone 6 s širokoúhlým objektivem ve formátu jpg byly později s pomocí aplikace Photoshop převedeny na černobílé. Hodnoty CO vypočetla aplikace Gap Light Analyzer (FRAZER et al., 1999). Veškeré užití fotografie epifytických lišejníků v této práci jsou vlastní, pořízené mobilním telefonem iPhone 6 s širokoúhlým objektivem. Na každé lokalitě byly vybrány tři stromy: 1. v bezprostřední blízkosti opevnění (smrk ztepilý), další 2. strom do 20 m od opevnění (smrk ztepilý), 3. strom zohledňoval další druh dřeviny, pokud se na lokalitě vyskytovala. Epifytické lišejníky byly zaznamenávány pro každý strom zvlášť. Dále jsem počítala v okruhu 5 m od každého vybraného stromu objem ležícího mrtvého dřeva (v m³) a počet pařezů. K ukládání dat jsem v terénu využila aplikaci Numbers pro iPhone 6. Později byla data zkopírována do tabulky MS Excel a převedena do databáze MySQL v aplikaci Easy PHP. Z databáze jsem ukládala tabulky pro MS Excel a vytvořila grafy. Latinské názvy lišejníků byly sjednoceny dle LIŠKA et PALICE, 2010.

3 Problematika lesních ekosystémů v Evropě (literární rešerše)

3.1 Druhová diverzita epifytických lišejníků vs. lesní management

Téma snižující se druhové diverzity organismů v lesních ekosystémech Evropy je v současnosti velmi diskutované. Uskutečnila se řada výzkumů na území Evropy, Asii a v Severní Americe. Mojí prioritou v rámci BP jsou evropské lesy.

Značná část evropských lesů je obhospodařována tak, aby forma lesního hospodaření plnila ekonomickou, sociologickou a ekologickou funkci najednou (STORCH et al., 2020). Sladit tyto různé funkce může však být velmi problematické (NIEMELÄ et al., 2005; VERKERK et al., 2014). Například mírné evropské lesy, které jsou obhospodařované v duchu vysokého ekonomického přínosu, nebudou dle studie zkoumající tyto lesy bohaté na biodiverzitu (STORCH et al., 2020). Stromy lesního porostu jsou často těženy v tzv. ekonomické vyspělosti, která nastává v různém věkovém rozmezí v závislosti na druhu stromu. Tyto věkově homogenní lesní porosty následně postrádají starší vývojová stádia, kde se v hojné míře vyskytují tlející polámané větve a kmeny a kde se objevují prosvětlená místa způsobená vývraty. Lesy v pozdních sukcesních stádiích jsou již v Evropě velice vzácné (STORCH et al., 2020).

Epifytické lišejníky jsou velmi spolehlivými indikátory reagujícími na způsob lesního hospodaření (BRUNIALTI et al., 2020). Skutečnost, že podporou starých a pro danou oblast původních lesů bude zachována vyšší diverzita epifytických lišejníků, potvrdila studie (BOCH et al., 2021) uskutečněná v lesních ekosystémech střední Evropy. Větší objem mrtvého dřeva je dle této studie přímo úměrný vyšší druhové rozmanitosti organismů v lesním porostu. Takové podmínky jsou však v lesních plantážích velmi vzácné.

3.2 Lesní plantáž alias zelená poušť?

Lesní ekosystémy Evropy se čím dál více mění z původních lesů na uměle tvořené lesní porosty, tzv. lesní plantáže, za účelem efektivnějšího lesního hospodaření (HORÁK et al., 2019). Původní pralesy s převažující dřevinnou skladbou buku a dubu byly ve střední Evropě nahrazeny druhově homogenními lesními plantážemi složenými převážně z jehličnanů. Evropských oblastí, které jsou pokryty lesem,

neubývá, naopak. Nárůst zalesněné plochy má na svědomí právě již zmíněné zakládání plantážových lesů (HORÁK et al., 2019). Současná podoba lesa je často označována za tzv. zelenou či biologickou poušť (ACOSTA, 2011; QIU, 2014). V lesních plantážích je druhová diverzita prezentována jako velmi nízká a nejsou zde podmínky pro ohrožené a vzácné druhy. (ACOSTA, 2011; GRAVES, 2015).

Nedávné výzkumy však naznačují, že lesní plantáže zelenými pouštěmi jednoznačně být nemusejí (BROCKERHOFF et al., 2008). Biologická rozmanitost druhů v těchto lesích nemusí být nutně nízká ve srovnání s jinými ekosystémy (HORÁK et al., 2019). Důležitým aspektem pro druhovou rozmanitost v plantážových lesích je údržba původního lesního porostu alespoň ve formě malých ostrůvků (HANZELKA a REIF, 2016). Výsledky výzkumu (HORÁK et al., 2019) z České republiky potvrzují, že fragmenty původních lesů podporují druhovou rozmanitost v lesních plantážích a mají nezastupitelnou roli pro udržení biodiverzity v daném ekosystému (HORÁK et al., 2017). Některé druhy lišejníků jsou na přítomnost starých stromů existenčně závislé - například druhy *Graphis scripta* a *Trapelia corticola* (HORÁK et al., 2019).

Biologicky rozmanité lesy s přirozenou skladbou dřevin jsou v rámci působení klimatických změn nejvíce ohroženým ekosystémem (HORÁK et al., 2019). Odhaduje se, že se plocha lesních plantáží může v celosvětovém měřítku do konce století až ztrojnásobit, a proto tyto lesy představují důležitý typ lesního biotopu s potenciálem pro přežití druhů (HORÁK et al., 2019).

3.3 Význam mrtvého dřeva v lese

Moderní způsob lesnictví vedl k redukci mrtvého dřeva v evropských lesích. (DITTRICH et al., 2014). Trouchnivější a tlející mrtvé dřevo však poskytuje řadě druhů organismů včetně epifytických lišejníků důležitá stanoviště ve formě mrtvých torz stojících stromů, chvojí či padlých kmenů (BLASY et al., 2014). Mrtvé dřevo může lišejníkům jako organismům s nízkou kompetiční schopností poskytovat stanoviště, a tak napomáhat vývoji dalších společenstev. Větší objemy mrtvého dřeva v pokročilejším stádiu rozkladu jsou pro druhovou diverzitu lišejníků významnější než menší úlomky mrtvého dřeva v počátečních fázích rozkladu (DITTRICH et al., 2014). V lesních plantážích je nedostatek mrtvého dřeva pro řadu

druhů lišejníků limitujícím faktorem. I zde se však vyskytují alternativní stanoviště pro lignikolní druhy lišejníků. Významné jsou pařezy (BLASY et al., 2014), i když představují ve srovnání s přirozeně vzniklými stanovišti druhově nejchudší niky (CZEREPKO et al., 2021).

3.4 Druhová a věková diverzita dřevin

Rozloha lesních plantáží se po celé Zemi neustále narůstá (POLOVINA et al., 2008). Lesní plantáže se vyznačují minimální druhovou heterogenitou dřevin, ačkoliv větší druhová bohatost dřevin se v lesním porostu projevuje vyšší druhovou diverzitou lišejníků (BOCH et al., 2021).

Zajímavé výsledky uvádí studie (BÄCKLUND et al., 2016) zjišťující vliv druhu stromu na výskyt a druhovou diverzitu epifytických lišejníků. Výzkum probíhající ve švédských lesích zkoumal rozdíl bohatosti druhů na původním lese smrku ztepilého (*Picea abies*) a na nepůvodních stromech borovice pokroucené (*Pinus concorta*). Borovice pokroucená zde figuruje v roli introdukované dřeviny, jejíž vysazování je důsledkem neustále rostoucí poptávky po dřevě. Výsledkem této studie bylo zjištění, že smrk ztepilý vykazuje větší druhovou bohatost epifytických lišejníků, ovšem s dodatkem, že tato bohatost klesá v rámci stárnutí smrkového porostu. Tento pokles je podle studie způsobován uzavřením zápoje ve starších smrkových porostech. Snížení druhové rozmanitosti ve starších porostech borovice pokroucené prokázán nebyl.

Na epifytické lišejníky může mít také vliv přímo borka stromů, čímž se zabývá studie (ÖZTÜRK et al., 2011), která zkoumala vliv pH kůry stromu na epifytické lišejníky. Monitoring probíhal na území Turecka, kde dominují dubové lesy a druhová skladba epifytických lišejníkových společenstev je podobná středoevropské. Duby se vyznačují nižší hodnotou pH borky (kyselá) a nízkým obsahem živin. Oba faktory mají vliv na druhovou diverzitu epifytických lišejníků. Studie potvrdila více nitrofilních a méně acidofilních druhů. Autoři studie vyhodnotili hodnotu pH jako jeden z nejvýznamnějších faktorů ovlivňující druhové složení epifytických lišejníků.

Výskyt epifytických lišejníků ovlivňuje také přítomnost určitých prvků v kůře stromů, jak uvádí studie (HAUCK et al., 2009) z mongolské tajgy. Zkoumanými substráty byly - borovice sibiřská (*Pinus sibirica*), smrk sibiřský (*Picea obovata*) a jedle sibiřská (*Abies sibirica*). V borce všech dřevin byla měřena koncentrace manganu. Borka bohatá na mangan snižuje v jehličnatých lesích počet druhů epifytických lišejníků (HAUCK et al., 2009). Výzkumy z lesů v Anglii potvrdily podobnou závislost v bučinách, kde tvoří dřevinnou dominantu buk lesní (*Fagus sylvatica*) (PURVIS et al., 2008).

3.5 Stupeň přirozenosti lesních porostů na území KRNAPu

Stupeň přirozenosti lesních porostů je cenným údajem charakterizující kvalitu lesního ekosystému, který se často využívá pro tvorbu lesních hospodářských plánů lesního managementu. Představuje rozdíl mezi aktuální a přirozenou strukturou (věkovou, prostorovou a druhovou) lesního porostu, který určuje míra ovlivnění lidskými zásahy (VRŠKA et HORT, 2002). Způsob hodnocení stupně přirozenosti lesních porostů v rámci péče o zvláště chráněná území obsahuje vyhláška č. 60/2008 Sb. Metodický postup a terminologie jsou obsaženy v příloze 2 téže vyhlášky. Rozlišujeme 6 stupňů přirozenosti lesa.

- 1. Les původní** (prales) je člověkem téměř neovlivněný les, kde dřevinná skladba i prostorová struktura odpovídají stanovištním poměrům, tzn. potenciální přirozené vegetaci. Jako původní les označujeme také porosty v minulosti ovlivněné člověkem, kdy zásahy nezpůsobily vážné poškození přirozené vývojové trajektorie a stopy zásahu nejsou patrné (např. toulavá těžba jednotlivých stromů před více než 100 lety, odvoz odumřelých stromů z okrajů porostu před více než 50 lety). Tyto porosty jsou v současnosti ponechány samovolnému vývoji.
- 2. Les přírodní** vznikl přírodními procesy, byl však v minulosti ovlivněn lidskou aktivitou (toulavá těžba, pastva, ne však výsadbou dřevin). Jeho dřevinná skladba i prostorová a věková struktura odpovídají stanovištním poměrům, pomístně se mohou odchylovat, např. vlivem samovolného vývoje, který proběhl v pozměněných podmínkách (např. po vykloučení lesa ve středověku a následném dlouhodobém ponechání plochy neřízené sukcesi lesa, nebo

území pod dlouhodobým vlivem vyšší zvěře). Tyto porosty jsou v současnosti ponechány samovolnému vývoji.

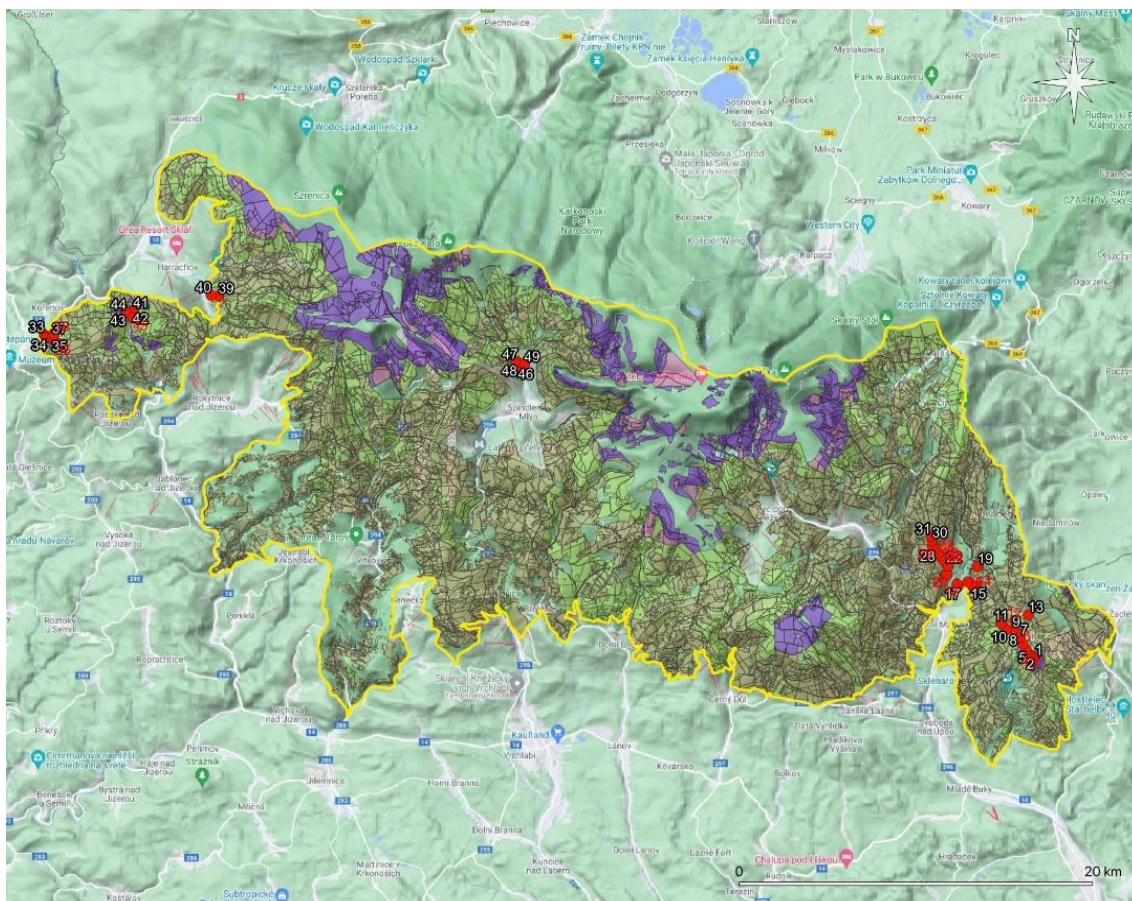
3. **Les přírodě blízký** představuje les, jehož dřevinná skladba odpovídá převážně stanovištním poměrům, prostorová struktura je však jednodušší než v původním lese. Takové porosty se vyvíjely pod vlivem člověka a jejich konečný stav byl docílen vědomou činností člověka. Dlouhodobě docházelo k usměrňování jejich vývoje a stopy tohoto usměrňování jsou stále patrné (odvoz odumřelého dřeva, těžba dřeva, výchovné zásahy). V současnosti však v nich už záměrné obhospodařování neprobíhá a mohou být ponechány samovolnému vývoji anebo v nich probíhají účelové zásahy vedoucí k obnově přirozené dřevinné skladby.
4. **Les přirozený** označuje všechny lesní porosty zařazené do stupňů přirozenosti 1–3.
5. **Les kulturní (hodnota 5)** je les se skladbou dřevin odpovídající převážně stanovištním poměrům, ale jeho prostorová struktura je srovnatelná nebo jednodušší než v lese přírodě blízkém. Tyto porosty vznikaly a vznikají pod vlivem člověka a jejich stav byl docílen vědomou činností člověka. Patří sem všechny porosty obhospodařovaného lesa, v kterých jsou prováděny obvyklé hospodářské činnosti jako pěstební práce, výchova a obnova porostů.
6. **Les nepůvodní** je les, jehož dřevinná skladba neodpovídá stanovištním poměrům. Tyto porosty vznikaly a vznikají pod vlivem člověka a jejich stav byl docílen činností člověka. Patří sem porosty obhospodařovaného lesa, v kterých jsou prováděny obvyklé hospodářské činnosti jako pěstební práce, výchova a obnova porostů.

4 Výsledky

4.1 Lokalizace lokalit a ploch

V rámci výzkumu bylo prozkoumáno 49 ploch lokalizovaných v bezprostředním okolí betonových opevnění (vzor 37) vybudovaných ve 30. letech 20. století. Zkoumané plochy se nacházely na šesti různých lokalitách napříč celým územím Krkonošského národního parku. Těmito lokalitami byly: Dolní Lysečiny, Harrachov, Jizerský důl, Kořenov, Rýchory a Špindlerův mlýn. Počtem ploch byla nejbohatší lokalita Dolní Lysečiny (18 ploch). O něco méně výzkumných ploch bylo navštíveno v oblasti Rýchor, Dvorský les – 13 ploch. Obě oblasti se nacházely v jihovýchodní části území KRNPu. Západní část Krkonošského národního parku disponovala třemi navštívenými lokalitami, kterými byly Harrachov, Rýžoviště (2 plochy), Jizerský důl (5 ploch) a Kořenov, Hvězda (7 ploch). Střední část národního parku reprezentovala lokalita Špindlerův mlýn, Dívčí lávky, ve které byly prozkoumané 4 plochy.

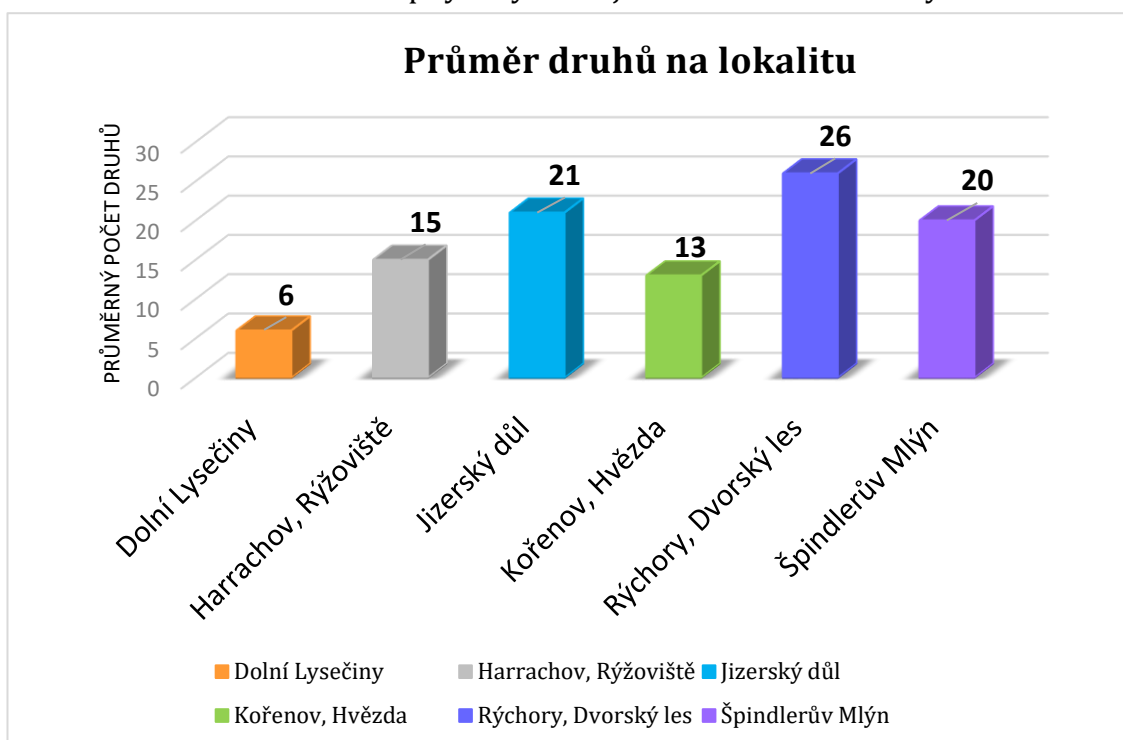
Mapa č. 1. Území Krkonošského národního parku se zákřesem hranice KRNP (žlutá linie) a s červeně vyznačenými plochami a polygony stupňů přirozenosti lesa.



4.2 Druhov diverzita lišejníků v rámci lokalit

Zkouman plochy se nacházely v rozmezí 567–1044 m n. m. Nejnže položen plocha č. 42 byla soust lokality Jizersk dl, nejnvše položen plocha . 10 náležela lokalitě Rýchory, Dvorský les. Ploch s nadmořskou výškou přesahující hranici 1000 m. n. m. bylo 10, všechny na lokalitě Rýchory, Dvorský les.

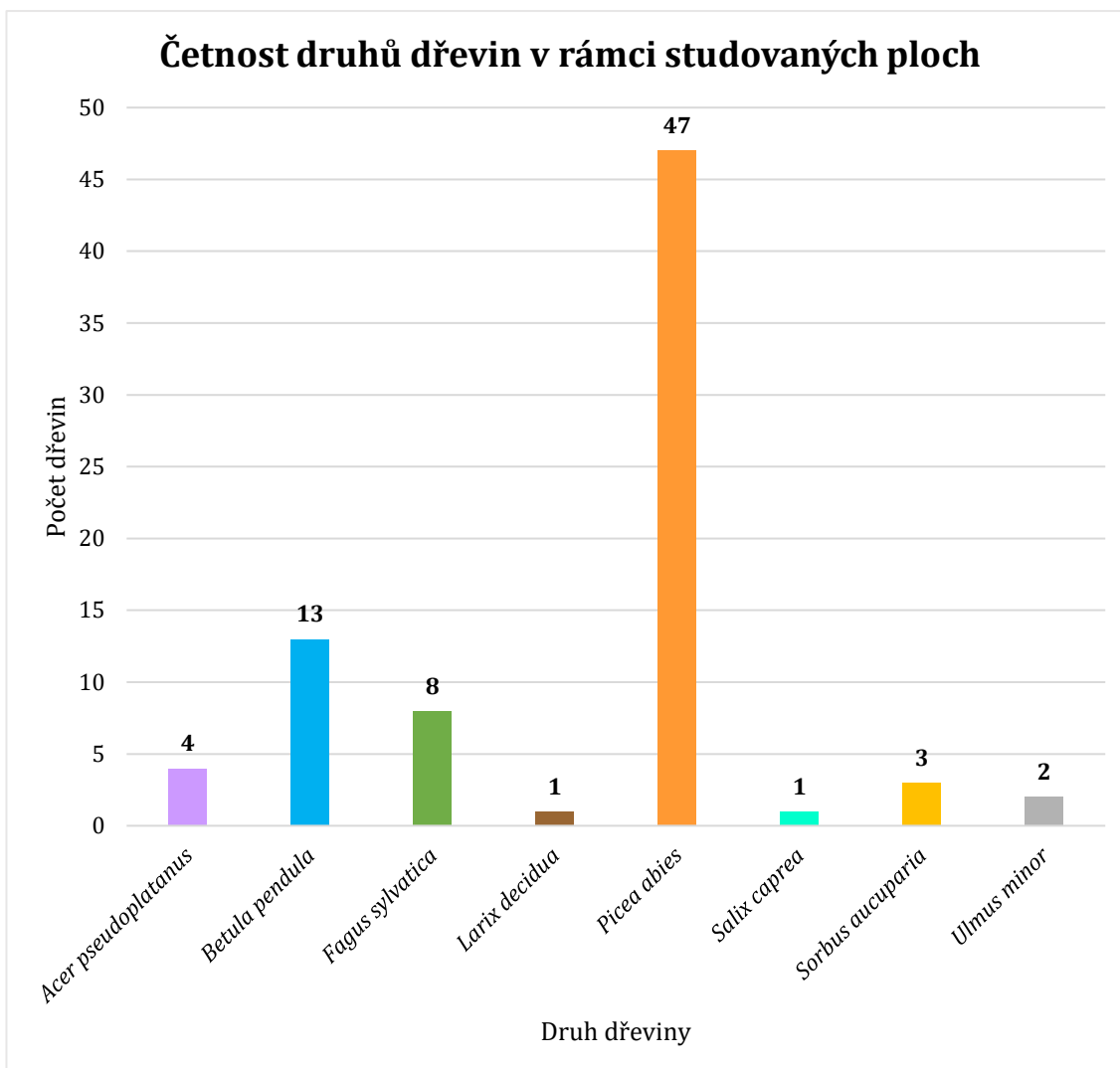
Graf . 1. Druhov diverzita epifytické lišejníků v rámci studovaných lokalit.



Během vzdkumu se podařilo zaznamenat 44 druhů epifytické lišejníků. Jak jíž bylo v práci zmněno, jednotliv lokality disponovaly rznm počtem vzdkumnch ploch. Tato skutečnost byla v rámci vyhodnocování druhov diverzity epifytů v rámci lokalit zohledněna a v grafu č. 1 je uváděna prmern hodnota počtu druhů pro danou lokalitu. Na základě sberu dat se jako druhov nejbohat lokalita ukázala lokalita Rýchory, Dvorský les. Druhá druhov nejbohat lokalita byla lokalita Jizersk dl. V tsn blízkosti se v počtu druhů nacházela lokalita Špindlerův mlýn, Dvc lávky. Tří nejbohat lokality se nacházely napřc celm národním parkem, tudíž reprezentovaly jak jeho zpadn a vchodn st, tak jeho samotn střed. Lokalita Dolní Lysečiny si vysloužila prvenství v rámci počtu studovaných ploch, kdy vzdkum v rámci této lokace proběhl na 18 lokalitách. V druhov rozmanitosti epifytické lišejníků však Dolní Lysečiny hostily poslední přcku. Tato lokalita vykázala nejmeni druhovou diverzitu v rámci zkoumaných lokalit.

4.3 Druhov diverzita dřevin

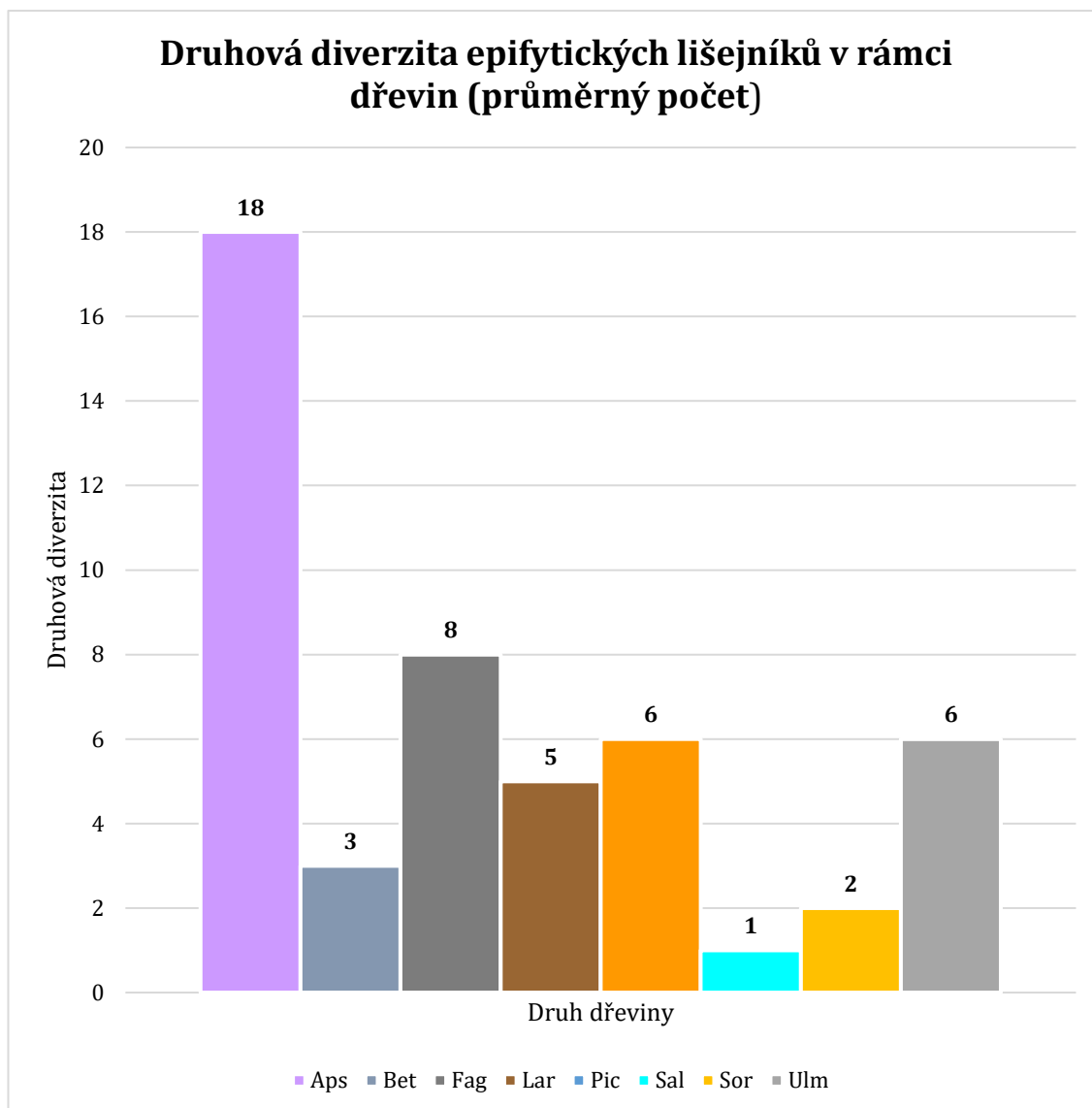
Graf č. 2. etnost druhů dřevin v ramci studovaných ploch.



Na zkoumaných lokalitách v ramci Krkonošského národního parku dominoval jako substrtov dřevina jednoznan smrk ztepily (*Picea abies*) v počtu 47 jedinců. Byl prtomen na vsch zkoumaných plochch kromě plochy . 22. Na uzem KRNAPu plon převažovaly sekundární smrčiny s obasnm výskytem listnatých dřevin. Druhou nejpoetnj dřevinou byla břza belokor (*Betula pendula*) – 13 výskytů. Další listnat dřeviny, kter se vyskytly na zkoumaných plochch: buk lesní (*Fagus sylvatica*)- 8 výskytů, javor klen (*Acer pseudoplatanus*) - 4 výskyty, jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) – 3 výskyty. Mezi dřeviny, kter se na lokalitách vyskytly ojediněle, patří modřn opadavý (*Larix decidua*) a vrba jva (*Salix caprea*). Poměr jasně ukazuje, že druhov diverzita dřevin v lese byla minimln a me mít rozhodující vliv na druhovou diverzitu epifytických lišejníků.

4.4 Druhov diverzita epifytické lišejníků v závislosti na druhu dřeviny

Graf . 3. Prmrn počet epifytické druhů lišejníků v závislosti na druhu dřeviny.



Jak lze videt z grafu č. 3, tak druh dřeviny v roli lišejnkovho substrátu znan ovlivňoval druhovou diverzitu epifytické lišejníků. Jako nejvhodnj biotopov dřevina se ukazal javor klen (*Acer pseudoplatanus*). Nejméně druhov bohat je dle vyhodnocení vrba jva (*Salix caprea*) s jedinm druhem *Porina aenea*. Druhov diverzita epifytické lišejníků na smrku ztepilm (*Picea abies*), kter nazem národního paku dominoval, byla spíše prmrn. Velmi významnou dřevinou pro výskyt lišejníků se ukazal modrn opadavý (*Larix decidua*). Objevil se na jedine ploše s pozoruhodnou diverzitou lišejníků (7 druhů, z toho 1 mikrolišejnk, 6 makrolišejníků - včetně kriticky ohroženého druhu provazovky). Nejzjímavj objev v rámci této dřeviny není však z grafupln patrn. Epifytické makrolišejnky

dosahovaly na této dřevině nejen poměrně velké druhové bohatosti, ale především jednoznačně dominovaly kvantitou a velikostí makrolišejníků v rámci zkoumaných dřevin (viz. obrázek č. 1, 2, 3,4, 5, 6, 7, 8).

Obrázek č. 1. *Pseudevernia furfuracea*, *Hypogymnia physodes*

Substrátová dřevina: modřín opadavý (*Larix decidua*)



(veškeré fotografie epifytických lišejníků použité v práci: vlastní – pořízené na mobil Iphone 6 s širokoúhlým objektivem)

Obrázek č. 2. *Hypogymnia physodes*

Substrátová dřevina: modřín opadavý (*Larix decidua*)



Obrázek č. 3. *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Hypogymnia physodes*

Substrátová dřevina: modřín opadavý (*Larix decidua*)



Obrázek č. 4. *Usnea scabrata*, *Hypogymnia physodes*

Substrátová dřevina: modřín opadavý (*Larix decidua*)



Obrázek č. 5. *Pseudevernia furfuracea*, *Hypogymnia physodes*

Substrátová dřevina: modřín opadavý (*Larix decidua*)



Obrázek č. 6. *Hypogymnia physodes*, *Usnea scabrata*

Substrátová dřevina: modřín opadavý (*Larix decidua*)



Obrázek č. 7. *Bryoria fuscescens*, *Hypogymnia physodes*

Substrátová dřevina: modřín opadavý (*Larix decidua*)



Obrázek č. 8. *Platismatia glauca*, *Hypogymnia physodes*

Substrátová dřevina: modřín opadavý (*Larix decidua*)

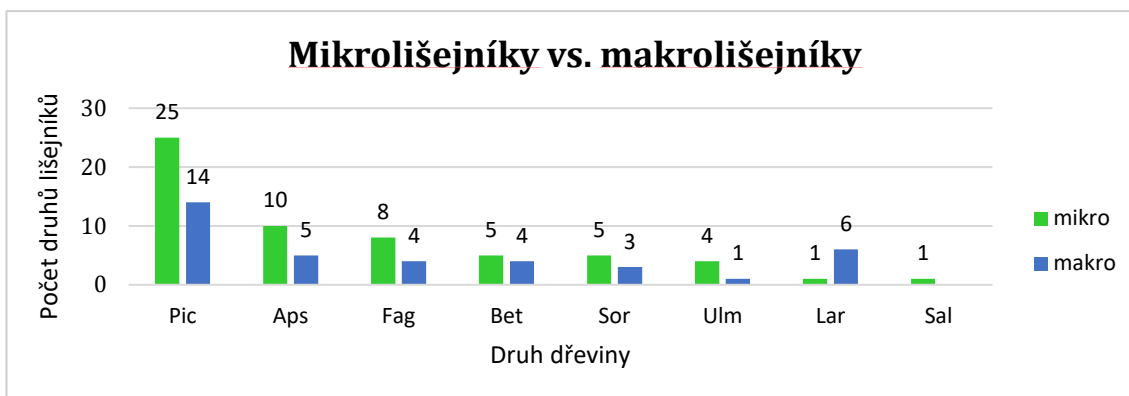


Tabulka č. 1. Výčet zaznamenaných druhů epifytických lišejníků v závislosti na druhu dřeviny.

| Dřevina | Počet | Druhy |
|----------------------------|-------|--|
| <i>Acer pseudoplatanus</i> | 14 | <i>Anisomeridium polypori</i> , <i>Arthonia spadicea</i> , <i>Bacidina sulphurella</i> , <i>Cladonia coniocraea</i> , <i>Cladonia digitata</i> , <i>Coenogonium pineti</i> , <i>Hypocenomyce scalaris</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Lecanora conizaeoides</i> , <i>Lecanora pulicaris</i> , <i>Lepraria finkii</i> , <i>Melanelixia fuliginosa</i> , <i>Micarea micrococca</i> , <i>Porina aenea</i> |
| <i>Betula pendula</i> | 10 | <i>Cladonia coniocraea</i> , <i>Cladonia digitata</i> , <i>Cladonia fimbriata</i> , <i>Coenogonium pineti</i> , <i>Hypocenomyce scalaris</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Chaenotheca furfuracea</i> , <i>Lecanora conizaeoides</i> , <i>Lepraria finkii</i> , <i>Micarea micrococca</i> |
| <i>Fagus sylvatica</i> | 11 | <i>Anisomeridium polypori</i> , <i>Cladonia coniocraea</i> , <i>Coenogonium pineti</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Lecanora conizaeoides</i> , <i>Lecanora pulicaris</i> , <i>Lepraria finkii</i> , <i>Melanelixia fuliginosa</i> , <i>Micarea micrococca</i> , <i>Porina aenea</i> , <i>Violella fucata</i> |
| <i>Larix decidua</i> | 5 | <i>Bryoria fuscescens</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Platismatia glauca</i> , <i>Tuckermannopsis chlorophylla</i> , <i>Usnea scabrata</i> |
| <i>Picea abies</i> | 39 | <i>Anisomeridium polypori</i> , <i>Bacidina sulphurella</i> , <i>Baeomyces rufus</i> , <i>Biatora efflorescens</i> , <i>Cladonia coniocraea</i> , <i>Cladonia digitata</i> , <i>Cladonia fimbriata</i> , <i>Cladonia ochrochlora</i> , <i>Coenogonium pineti</i> , <i>Frutidella pullata</i> , <i>Hypocenomyce scalaris</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Hypogymnia tubulosa</i> , <i>Chaenotheca ferruginea</i> , <i>Chaenotheca furfuracea</i> , <i>Chaenotheca sphaerocephala</i> , <i>Lecania croatica</i> , <i>Lecania cyrtella</i> , <i>Lecanora conizaeoides</i> , <i>Lecanora pulicaris</i> , <i>Lepraria finkii</i> , <i>Lepraria incana</i> , <i>Melanelixia fuliginosa</i> , <i>Micarea micrococca</i> , <i>Parmelia ernstiae</i> , <i>Parmelia sulcata</i> , <i>Parmeliopsis ambigua</i> , <i>Phlyctis argena</i> , <i>Placynthiella icmalea</i> , <i>Platismatia glauca</i> , <i>Porina aenea</i> , <i>Pseudevernia furfuracea</i> , <i>Scoliciosporum chlorococcum</i> , <i>Trapeliopsis gelatinosa</i> , <i>Trapeliopsis pseudogranulosa</i> , <i>Violella fucata</i> , <i>Vulpicida pinastri</i> , <i>Xanthoria parietina</i> , <i>Xylopsora caradocensis</i> |
| <i>Salix caprea</i> | 1 | <i>Porina aenea</i> |
| <i>Sorbus aucuparia</i> | 5 | <i>Buellia griseovirens</i> , <i>Coenogonium pineti</i> , <i>Lecanora pulicaris</i> , <i>Micarea micrococca</i> , <i>Porina aenea</i> |
| <i>Ulmus minor</i> | 5 | <i>Anisomeridium polypori</i> , <i>Cladonia coniocraea</i> , <i>Coenogonium pineti</i> , <i>Lepraria finkii</i> , <i>Micarea micrococca</i> |

4.5 Makrolišejníky vs. mikrolišejníky

Graf č. 4. Podíl zjištěných mikro/makro lišejníků v rámci studovaných dřevin.



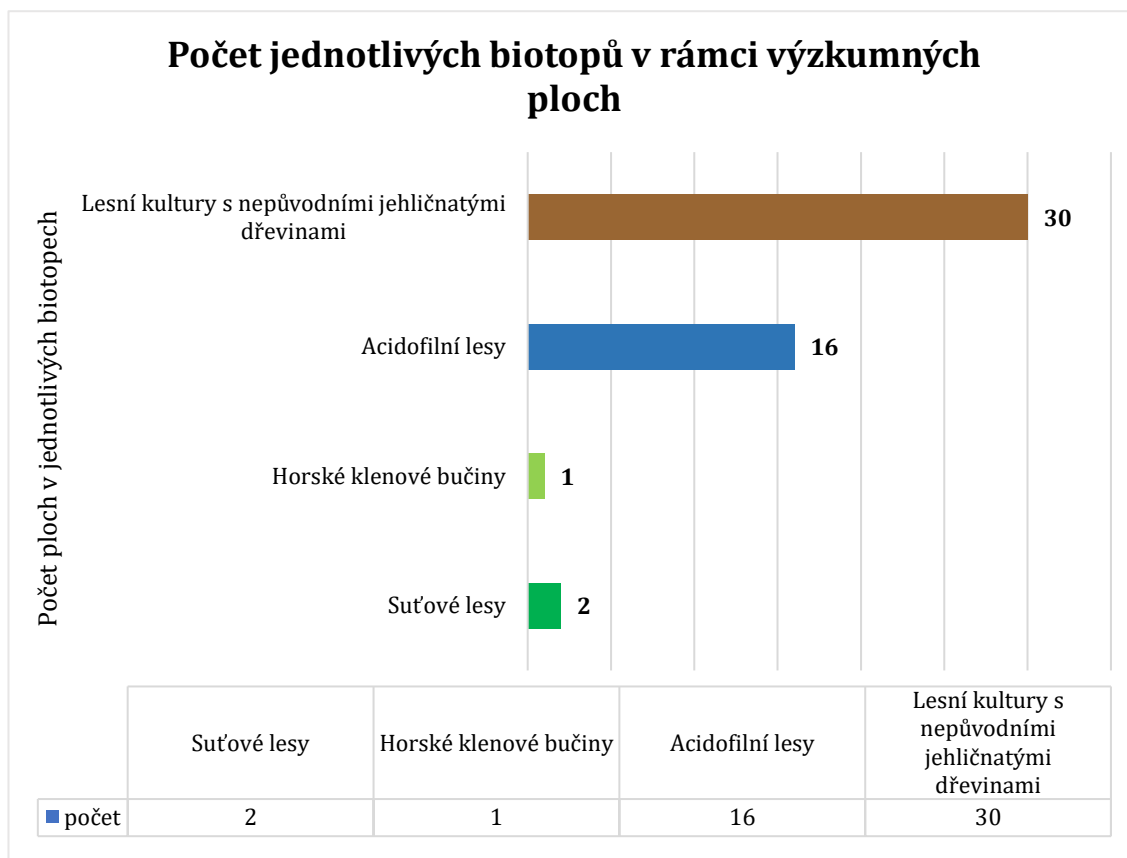
Z grafu č. 4 je patrné, že převahu epifytických makrolišejníků či mikrolišejníků ovlivňoval do značné míry také druh dřeviny. Epifytické mikrolišejníky se vyskytovaly na všech zkoumaných dřevinách a téměř vždy zaujímaly počtem druhů dominantní pozici. Jedinou dřevinou s nápadně převažujícím počtem (poměr 6:1) epifytických makrolišejníků byl modřín opadavý (*Larix decidua*). Makrolišejníky se na listnatých dřevinách objevily minimálně, ani jeden makrolišejník nebyl zjištěn na vrbě jívě (*Salix caprea*).

Celkem bylo nalezeno 16 druhů epifytických makrolišejníků - *Cladonia coniocraea*, *Cladonia digitata*, *Cladonia fimbriata*, *Cladonia ochrochlora*, *Hypogymnia physodes*, *Hypogymnia tubulosa*, *Chaenotheca furfuracea*, *Melanelixia fuliginosa*, *Parmelia ernstiae*, *Parmelia sulcata*, *Parmeliopsis ambigua*, *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea scabrata*, *Xanthoria parietina*.

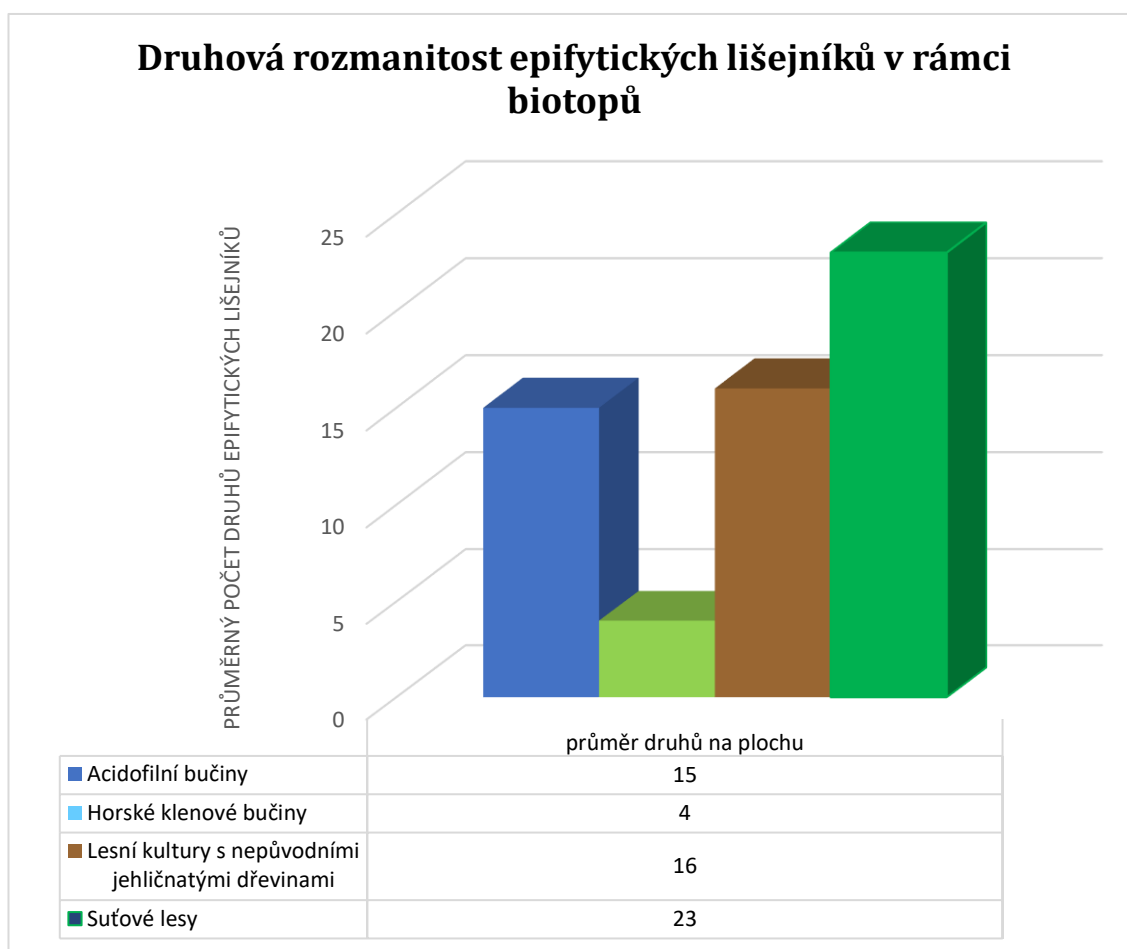
Celkový počet objevených epifytických mikrolišejníků množství makrolišejníků mnohonásobně převažoval (*Anisomeridium polyperi*, *Arthonia spadicea*, *Bacidina sulphurella*, *Baeomyces rufus*, *Biatora efflorescens*, *Bryoria fuscescens*, *Buellia griseovirens*, *Coenogonium pineti*, *Frutidella pullata*, *Hypocenomyce scalaris*, *Chaenotheca ferruginea*, *Chaenotheca sphaerocephala*, *Lecania croatica*, *Lecania cyrtella*, *Lecanora conizaeoides*, *Lecanora pulicaris*, *Lepraria finkii*, *Lepraria incana*, *Micarea micrococca*, *Phlyctis argena*, *Placynthiella icmalea*, *Porina aenea*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Trapeliopsis gelatinosa*, *Trapeliopsis pseudogranulosa*, *Violella fucata*, *Vulpicida pinastri*, *Xylopsora caradocensis*).

4.6 Epifytické lišejníky v různých biotopech

Graf č. 5. Zastoupení biotopů v rámci zkoumaných ploch.



Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami byly převažujícím lesním biotopem Krkonošského národního parku. 30 ploch z celkových 49 zkoumaných bylo součástí tohoto biotopu. Druhová diverzita dřevin v tomto typu biotopu byla minimální. Tyto lesní kultury byly tvořeny monokulturami smrku ztepilého (*Picea abies*) s ojedinělým výskytem listnatých dřevin. Listnatým stromem, výjimečně se vyskytujícím se v tomto biotopu, byla převážně bříza bělokorá (*Betula pendula*). Téměř čtvrtina celkového počtu ploch (16) byla situována v acidofilní bučině. Suťové lesy a horské klenové bučiny jsou v Krkonoších vzácné. Suťové lesy v rámci navštívených ploch vykazovaly největší druhovou rozmanitost substrátových dřevin. Horské klenové bučiny se vyskytovaly pouze na jediné lokalitě a to konkrétně v oblasti Dolní Lysečiny, ve východní části Krkonošského národního parku. V tomto biotopu byly zaznamenány běžné epifytické druhy *Cladonia coniocraea*, *Coenogonium pineti*, *Melanelixia fuliginosa*, *Micarea micrococca*. Plochy situované v tomto biotopu se výskytem druhů epifytických lišejníků řadily mezi průměrné.

Graf č. 6. Druhová rozmanitost epifytických lišejníků v jednotlivých biotopech.

Přestože je bučin na území KRNAPu méně, diverzita epifytických lišejníků zde byla poměrně vysoká. V plošně převažujícím biotopu lesních kultur s nepůvodními dřevinami (sekundární smrčiny) byla zjištěna podobná druhová diverzita epifytických lišejníků, jako tomu bylo u bučin. Nejvíce druhově bohatým biotopem se ukázal suťový les, což může značně podporovat tvrzení (BOCH et al., 2021), že vliv druhové bohatosti dřevin v porostu má značný význam pro druhovou diverzitu epifytů.

Biotopy bučin a suťového lesa postrádaly ve svém výčtu epifytických lišejníků tyto druhy: *Buellia griseovirens*, *Cladonia fimbriata*, *Hypogymnia tubulosa*, *Chaenotheca furfuracea*, *Chaenotheca sphaerocephala*, *Lecania croatica*, *Lecania cyrtella*, *Parmelia ernstiae*, *Parmelia sulcata*, *Phlyctis argena*, *Placynthiella icmalea*, *Trapeliopsis gelatinosa*, *Vulpicida pinastri*, *Xanthoria parietina*, *Xylopsora caradocensis*. Jmenované druhy byly přítomné jen v biotopu lesních kultur s nepůvodními dřevinami (sekundární smrčiny).

4.7 Stupně přirozenosti vývoje lesa

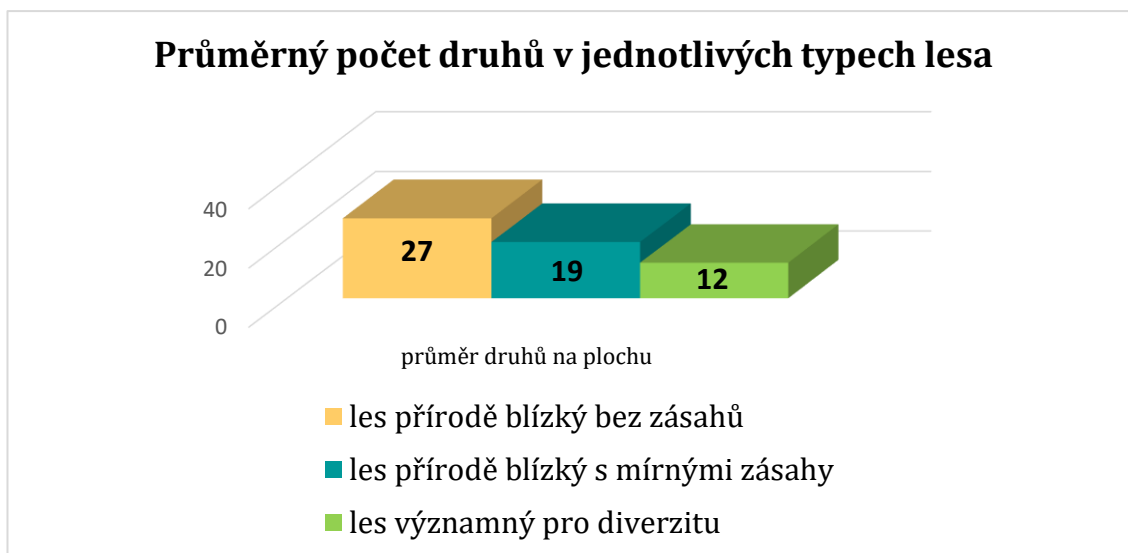
Vliv typu vývoje lesa podle stupně přirozenosti na diverzitu epifytických druhů lišejníků je hlavním cílem výzkumu mé bakalářské práce. Studované plochy se nacházely ve 3 stupních přirozenosti vývoje lesa.

Tabulka č. 2. Typy lesa podle stupně přirozenosti.

| Hodnota | Typ lesa dle přirozenosti |
|---------|--|
| 5 | les významný pro biodiverzitu |
| 3a | les přírodě blízký - ponechaný samovolnému vývoji |
| 3b | les přírodě blízký - v současnosti v něm probíhají zásahy nižší intenzity... |

4.8 Druhovú diverzita lišejníků vs. vliv stupně přirozenosti lesa

Graf č. 7. Druhovú diverzita epifytických lišejníků v typu lesa podle stupně přirozenosti.



Největší druhová diverzita epifytických lišejníků byla prokázána v lese řazeném do kategorie les přírodě blízký, který je ponechaný vlastnímu vývoji, tzn. tento les je bez zásahů (hodnota 3a). Tento typ lesa vykazoval větší druhovou rozmanitost než les spadající do téže kategorie (les přírodě blízký), kde již však probíhají mírné zásahy (hodnota 3b).

Les významný pro biodiverzitu (hodnota 5), tzn. les kulturní, se po vyhodnocení ukázal jako druhově nejchudším. Byly zde však zjištěny 2 kriticky ohrožené druhy (*Chaenotheca sphaerocephala*, *Usnea scabrata*).

4.9 Absence epifytických druhů v typu lesa podle stupně přirozenosti

Jak již bylo uvedeno, celkově bylo v rámci výzkumu na území Krkonošského národního parku objeveno 44 druhů epifytických lišejníků. Zajímaly mě rozdíly v druhové diverzitě v lese s různým stupněm přirozenosti.

Les přírodě blízký ponechaný samovolnému vývoji (3a) postrádal z celkového počtu zaznamenaných druhů celkem 19 druhů epifytických lišejníků. Přesněji to byly druhy *Baeomyces rufus*, *Bryoria fuscescens*, *Buellia griseovirens*, *Hypogymnia tubulosa*, *Chaenotheca furfuracea*, *Chaenotheca sphaerocephala*, *Lecania croatica*, *Lecania cyrtella*, *Lepraria incana*, *Parmelia sulcata*, *Phlyctis argena*, *Platismatia glauca*, *Trapeliopsis gelatinosa*, *Trapeliopsis pseudogranulosa*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea scabrata*, *Vulpicida pinastri*, *Xanthoria parietina*, *Xylopsora caradocensis*. V tomto typu lesa bylo celkově zjištěno 25 druhů epifytických druhů lišejníků.

V lese s hodnotou 3b (les přírodě blízký), v němž v současnosti probíhají zásahy nižší intenzity, chybělo z úplného celkového počtu 22 druhů epifytických lišejníků: *Arthonia spadicea*, *Bacidina sulphurella*, *Baeomyces rufus*, *Biatora efflorescens*, *Bryoria fuscescens*, *Buellia griseovirens*, *Hypogymnia tubulosa*, *Chaenotheca furfuracea*, *Chaenotheca sphaerocephala*, *Lecania croatica*, *Lecania cyrtella*, *Melanelixia fuliginosa*, *Parmelia ernstiae*, *Parmelia sulcata*, *Phlyctis argena*, *Placynthiella icmalea*, *Trapeliopsis pseudogranulosa*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea scabrata*, *Vulpicida pinastri*, *Xanthoria parietina*, *Xylopsora caradocensis*. V tomto typu lesa bylo zjištěno pouze o 3 druhy méně než v předchozím typu lesa, kde zásahy nižší intenzity neprobíhají (3a).

V kategorii les významný pro diverzitu (5), tzn. kulturním lese, nebyly zjištěny pouze 4 druhy přítomné v ostatních typech lesních porostů (*Lepraria incana*, *Placynthiella icmalea*, *Trapeliopsis gelatinosa* a *Violella fucata*).

Z uvedeného výčtu se může zdát, že lesní porost v kategorii les významný pro biodiverzitu (5) je druhově bohatší na epifytické lišejníky než ostatní dva typy lesa. V rámci výzkumu zde bylo opravdu nalezeno nejvíce druhů, je zde však patrný význam počtu studovaných ploch na jednotlivých lokalitách, kdy les významný pro

diverzitu (5) na území Krkonošského národního parku dominoval (*viz. Tabulka č. 3. Zastoupení typů lesa podle stupně přirozenosti na studovaných lokalitách*). Směrodatné výsledky o celkové druhové diverzitě v jednotlivých typech lesa dle jejich přirozenosti nám ukazuje graf č. 8. (*Druhová diverzita epifytických lišejníků v typu lesa podle stupně přirozenosti*), kde je počet ploch zohledněn.

Tabulka č. 3. Zastoupení typů lesa podle stupně přirozenosti na studovaných lokalitách

| Oblast KRNAP | Počet | Typ lesa |
|------------------------------|-------|----------|
| Dolní Lysečiny | 1 | 5 |
| Harrachov, Rýžoviště | 1 | 5 |
| Jizerský důl | 3 | 3a,3b,5 |
| Kořenov, Hvězda | 2 | 3b,5 |
| Rýchory, Dvorský les | 3 | 3a,3b,5 |
| Špindlerův Mlýn, Dívčí lávky | 1 | 3b |

4.9 Zastoupení biotopů a typů lesa podle stupně přirozenosti na lokalitách

Lokalita Dolní Lysečiny byla počtem přítomných biotopů nejbohatší. 10 ploch lokality Dolní Lysečiny se nacházely v biotopu lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami. 7 ploch bylo situováno v biotopu acidofilní bučiny a 1 plocha se nacházela v horské klenové bučině. Všechny plochy lokality Dolní Lysečiny byly součástí lesa významného pro diverzitu. Celkově zde bylo zjištěno 18 druhů epifytických lišejníků (11 makro: *Bryoria fuscescens*, *Cladonia coniocraea*, *Cladonia digitata*, *Hypogymnia physodes*, *Hypogymnia tubulosa*, *Chaenotheca furfuracea*, *Melanelixia fuliginosa*, *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea scabrata* a 7 mikrolišejníků: *Coenogonium pineti*, *Hypocenomyce scalaris*, *Chaenotheca sphaerocephala*, *Lecanora conizaeoides*, *Lepraria finkii*, *Micarea micrococca*, *Porina aenea*). Lokalita byla zajímavá výskytem kriticky ohrožených druhů, které byly zaznamenány v kategorii lesa významného pro diverzitu. Konkrétně se jednalo o mikrolišejník *Chaenotheca sphaerocephala*. Lišejník je v současnosti známý v ČR pouze z několika lokalit situovaných v zachovalých horských smrkových lesích na Šumavě, v Hrubém Jeseníku a Krkonoších (NDOP, 2022). Druhým zjištěným kriticky ohroženým druhem zde byla provazovka *Usnea scabrata*, která byla v hojném počtu zaznamenána na větvích modřínů v blízkosti plochy č. 31.

Lesy v lokalitě Harrachov náležely do kategorie lesa významného pro diverzitu (5) v biotopu lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami. Bylo zde zjištěno 10 druhů epifytických lišejníků (3 makro: *Cladonia coniocraea*, *Cladonia digitata*, *Hypogymnia physodes* a 7 mikrolišejníků: *Coenogonium pineti*, *Hypocenomyce scalaris*, *Chaenotheca ferruginea*, *Lecanora conizaeoides*, *Lepraria finkii*, *Micarea micrococca*, *Xylopsora caradocensis*).

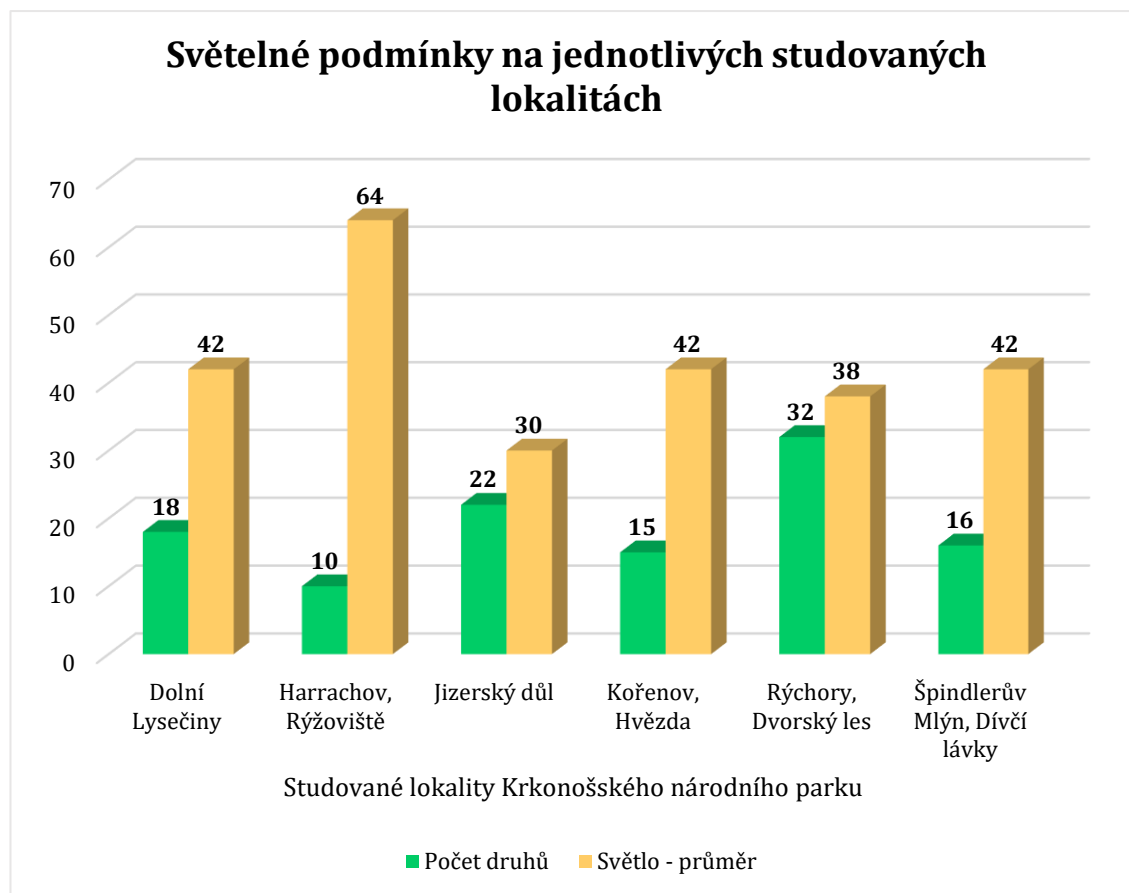
Les přírodě blízký se zásahy nižší intenzity (3b) se vyskytoval pouze na lokalitě Špindlerův mlýn, Dívčí Lávky. Z celkových 4 ploch se 2 nacházely v biotopu acidofilní bučiny a zbývající 2 v biotopu lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami. Celkem bylo v této lokalitě zaznamenáno 16 druhů (4 makro: *Cladonia coniocraea*, *Cladonia digitata*, *Cladonia fimbriata*, *Hypogymnia physodes* a 12 mikrolišejníků: *Anisomeridium polypori*, *Coenogonium pineti*, *Frutidella pullata*, *Hypocenomyce scalaris*, *Lecanora conizaeoides*, *Lecanora pulicaris*, *Lepraria finkii*, *Micarea micrococca*, *Porina aenea*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Trapeliopsis gelatinosa*, *Violella fucata*).

Lokalita Dvorský les byla počtem přítomných druhů nejbohatší. Deset ploch se nacházelo v biotopu lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami a 3 plochy byly situovány v biotopu acidofilní bučiny. 6 ploch bylo součástí lesa přírodě blízkého bez zásahů (3a), 3 plochy lesa přírodě blízkého s mírnými zásahy (3b) a 4 plochy se nacházely v lese významném pro diverzitu (5). Celkově zde bylo zjištěno 32 druhů epifytických lišejníků (12 makrolišejníků: *Cladonia coniocraea*, *Cladonia digitata*, *Cladonia fimbriata*, *Cladonia ochrochlora*, *Hypogymnia physodes*, *Melanelixia fuliginosa*, *Parmelia ernstiae*, *Parmelia sulcata*, *Parmeliopsis ambigua*, *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea*, *Xanthoria parietina* a 20 mikrolišejníků: *Bacidina sulphurella*, *Biatora efflorescens*, *Coenogonium pineti*, *Frutidella pullata*, *Hypocenomyce scalaris*, *Chaenotheca ferruginea*, *Lecania croatica*, *Lecania cyrtella*, *Lecanora conizaeoides*, *Lecanora pulicaris*, *Lepraria finkii*, *Lepraria incana*, *Micarea micrococca*, *Phlyctis argena*, *Placynthiella icmalea*, *Porina aenea*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Violella fucata*, *Vulpicida pinastri*, *Xylopsora caradocensis*).

Lokalita Kořenov, Hvězda byla počtem přítomných biotopů i druhů průměrná. 6 ploch lokality Kořenov, Hvězda se nacházela v biotopu lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami a 1 plocha se nacházela v acidofilní bučině. 6 ploch bylo součástí lesa významného pro diverzitu (5), 1 plocha se objevila v lese přírodě blízkém s mírnými zásahy (3b). Celkově zde bylo zjištěno 15 druhů epifytických lišejníků (4 makro: *Cladonia coniocraea*, *Cladonia digitata*, *Hypogymnia physodes*, *Parmeliopsis ambigua* a 11 mikrolišejníků: *Anisomeridium polypori*, *Buellia griseovirens*, *Coenogonium pineti*, *Hypocenomyce scalaris*, *Chaenotheca ferruginea*, *Lecanora conizaeoides*, *Lecanora pulicaris*, *Lepraria finkii*, *Micarea micrococca*, *Porina aenea*, *Scoliciosporum chlorococcum*).

4.10 Vliv zastínění korun (cannopy openness) na studovaných lokalitách

Graf č. 8. Vliv zastínění korun (cannopy openness) na studovaných lokalitách (%).

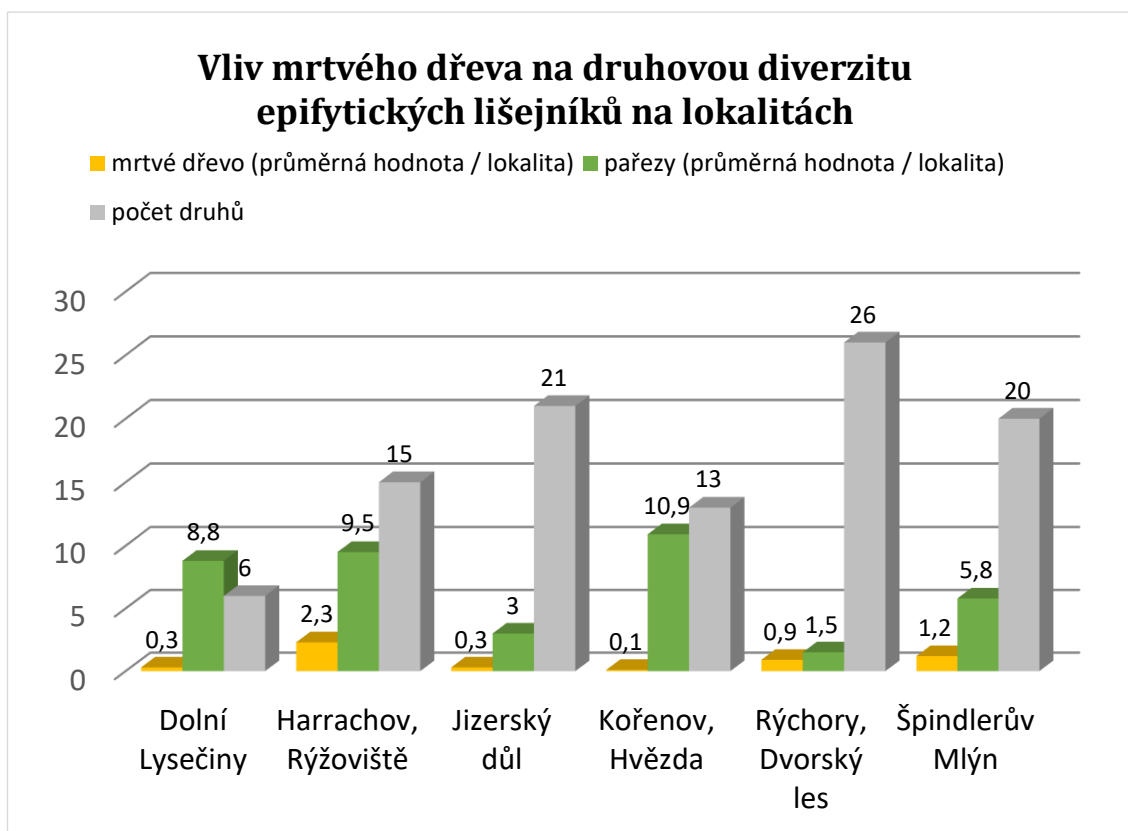


Výskyt lišejníků ovlivňují různé abiotické faktory. Jedním z nejvýznamnějších faktorů bylo množství světla procházející korunami stromů označované jako canopy openness (CO). Vyjadřuje podíl nezakrytých obrazových bodů z celkové plochy snímku vyjádřený v %. Graf č. 8 zobrazuje počet druhů epifytických lišejníků v závislosti na hodnotě CO. Ke zjištění hodnoty CO jsem v terénu fotografovala širokoúhlým objektivem stromový zápoj nad plochami. Snímky byly později vyhodnoceny programem Gap Light Analyzer. Hodnoty ploch jednotlivých lokalit byly zprůměrovány pro celou lokalitu.

Nejnápadnější rozdíl mezi hodnotou CO a počtem druhů, který je znázorněn v grafu č. 8, se objevil na lokalitě Harrachov. Lze ho vysvětlit jednoduše, jedna ze dvou ploch byla v době průzkumu zcela zničena větrem. Množství světla nemělo na této ploše tak žádný vliv na druhovou diverzitu epifytů. Koruny smrků v lese významně pro diverzitu (sekundární smrčiny) propouštěly málo světla.

4.11 Vliv mrtvého dřeva a pařezů na lokalitě

Graf č. 9. Vliv mrtvého dřeva (klády, větve a pařezy) na lokalitě



Někteří autoři prací zmíněných v teoretické části uvádějí, že objem mrtvého dřeva má vliv na druhovou diverzitu organismů v lesních ekosystémech s řízeným managementem. Za tímto účelem jsem kolem každého substrátu v okruhu 5 m zaznamenávala přítomnost mrtvého dřeva (tzn. klády, padlé stromy, pařezy apod.). Z grafu č. 9 je zřejmé, že se v okolí substrátů nacházelo velmi málo mrtvého dřeva. Zvláště jsem monitorovala jak počet pařezů, tak mrtvé dřevo v podobě padlých stromů klád, větví apod. Průměrná hodnota mrtvého dřeva na lokalitu ve formě klád, větví apod. je uváděna v grafu č. 9 v m³. Průměrná hodnota pařezů v grafu č. 9 ukazuje jejich průměrný počet na dané lokalitě. Hodnoty pařezů a mrtvého dřeva na lokalitách ukazují, že lesy jsou stále v péči lesníků a veškeré vytěžené dřevo je z lesa odváženo.

5 Diskuze

5.1 Vliv lesního managementu na druhovou diverzitu epifytických lišejníků na území KRNPu

Výzkum studie (CZEREPKO et al., 2021) z nedalekého území Polska byl zaměřen na složení epifytických společenstev lišejníků v různých typech lesa s různým stupněm přirozenosti – od pralesa po les hospodářský. Na definovaných plochách byl porovnáván průměrný počet druhů mj. také epifytických lišejníků. Výsledky této studie potvrdily význam lišejníků jako bioindikátorů (např. ve srovnání s mechorosty) a jejich reakce na různé typy lesnického managementu. Největší druhová diverzita byla zjištěna v částech Bělověžského pralesa, kde již téměř sto let funguje bezzásahový management. Epifytické lišejníky lze označit za velmi spolehlivé bioindikátory ve spojitosti s lesním hospodařením (BRUNIALTI et al., 2020). Takový závěr nemohou výsledky BP potvrdit, protože žádná z monitorovaných ploch se nenacházela v původním krkonošském pralesu. Mezi lesy, které jsou chráněny méně než 50 let (tzv. přírodní rezervace) a kulturními lesy nebyl v počtu druhů na polských plochách objeven výrazný rozdíl, avšak kulturní lesy vykazovaly o něco nižší druhovou diverzitu (CZEREPKO et al., 2021). V rámci bakalářské práce jsem zjistila, že rozdíly v druhové diverzitě epifytických lišejníků v závislosti na typu vývoje lesa dle stupně přirozenosti na území Krkonošského národního parku také existují. Typ lesa závisí hlavně na způsobu lesního managementu, který je na území Krkonošského národního parku prováděn (KAJZAROVÁ, 2012). Druhová diverzita lišejníků se v každém typu vývoje lesa jasně odlišuje. Nejvíce druhů bylo objeveno v lese kulturním (hodnota 5) s dominujícím biotopem lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami. Tyto porosty lze charakterizovat jako věkově homogenní lesní porosty smrku ztepilého (*Picea abies*). Z celkového pohledu představují kulturní lesy (hodnota 5) druhově bohaté lokality. Důvodem je jejich plošné zastoupení, protože smrkové porosty tvoří na území KRNPu převažující lesní typ, a proto většina zkoumaných ploch náleží právě do tohoto typu lesního porostu. Skutečná (průměrná) hodnota druhové diverzity epifytických lišejníků v přepočtu druhů na plochu je právě dle výsledků v tomto typu lesa nejnižší. Druhově nejbohatším typem lesa je les přírodě blízký, ponechaný samovolnému vývoji (hodnota 3a). Na základě výsledků tohoto výzkumu se zdá, že momentální lesní hospodaření probíhající na území Krkonošského národního parku

je z hlediska podpory diverzity epifytických lišejníků nevhodným managementem. Rozdíly mezi druhovou diverzitou epifytických lišejníků lesů přírodě blízkých a kulturním lesem byl v rámci mého výzkumu poměrně znatelný. Což je v lehkém rozporu s tvrzením polské studie (CZEREPKO et al., 2021), ve které významný rozdíl v druhové bohatosti zaznamenán nebyl. Vlastní výsledky mé práce podporují zjištění již zmíněné polské studie (CZEREPKO et al., 2021), která označuje obhospodařovaný les z hlediska epifytických lišejníků ze všech zkoumaných typů lesa jako druhově nejchudší.

5.2 Diverzita epifytických lišejníků v lesních plantážích KRNAPu

Tvrzení studií (ACOSTA, 2011; QIU, 2014), které kulturní lesní plantáže označují za tzv. zelené či biologické pouště, mohu na základě mého výzkumu také potvrdit. Kulturní les (hodnota 5) na území Krkonošského národního parku s dominancí smrku vykazuje nízkou druhovou rozmanitost epifytických lišejníků. Původní lesy (pralesy) jsou druhově nejbohatší, a proto jsou i zbytky původního porostu alespoň ve formě fragmentů pro druhovou diverzitu kulturního lesa velmi významné (HORÁK, 2019). HANZELKA a REIF (2016) považují dokonce ochranu takových „ostrovů“ pro plantážové lesy jako klíčovou.

Původní lesy v ČR byly na většině původních biotopů nahrazeny lesními plantážemi a často v nich fragmenty původního lesa zachovány nejsou. Původní lesy se odlišují větší věkovou a druhovou heterogenitou porostu, a proto by v rámci lesního managementu bylo vhodné klást větší důraz na bohatší směs druhů vysazovaných stromů v plantážových lesích, aby se biologická rozmanitost zvýšila. Klíčovým faktorem je vždy různorodost lesního porostu, zatímco původ lesa nemusí být nutně nejvýznamnějším faktorem (HORÁK, 2019). Každý druh stromu totiž přispívá ke kolonizaci a sukcesi organismů odlišným způsobem, jak vyplývá i z výsledků mé studie. Každý druh stromu poskytuje nejenom lišejníkům různorodé životní podmínky, jak též potvrzují výsledky mého monitoringu. Například tu může hrát roli vliv pH kůry (ÖZTÜRK et al., 2011) a další faktory.

Zajímavé je například srovnání výskytu druhů na nejhojnější dřevině smrku ztepilém (*Picea abies*) a modřínu opadavém (*Larix decidua*), který byl nalezen pouze jednou. BÄCKLUND et al., 2016 došli k závěru, že druhová bohatost epifytických

lišejníků ve smrkových lesích klesá se stářím smrkového porostu z důvodu uzavření zápoje korun (canopy openness). Jak jsem mohla v rámci výzkumu pozorovat, zápoj korun značně ovlivňuje světelné podmínky. Do spodního patra porostu proniká velmi omezené množství slunečního světla a tento faktor působí negativně na druhovou diverzitu epifytických lišejníků. Na silně zastíněných plochách převažovaly mikrolišejníky. Modřín oproti smrku vykazoval značnou druhovou rozmanitost, a to především epifytických makrolišejníků, které se ve smrkovém lese objevovaly málo. Modřín byl výjimečný také kvantitou makrolišejníků, které kmen a větve doslova obalovaly. Modřín jako substrát poskytoval výborné světelné podmínky díky dobré prostupnosti světla korunou. Jehlice, které tvoří zelený kabát modřínu během vegetační sezóny, jsou krátké a vyrůstají roztroušeně z brachyblastů. Větve snadno propouštějí sluneční paprsky, a proto je také spodní patro porostu bohatě prosvětleno. Vlivem opadu jehlic modřínu v zimních měsících poskytuje tato jehličnatá dřevina stejné světelné podmínky jako listnaté stromy mimo vegetační sezónu. Proto se domnívám, že tento faktor také zvyšuje druhovou diverzitu epifytických lišejníků. Modřín opadavý je rozhodně velmi vyhledávaným substrátem epifytických lišejníků.

5.3 Biotopy

Druhově nejbohatším biotopem je pro epifytické lišejníky dle zjištěných výsledků suťový les. To potvrzují i výsledky studie (HORÁK et al., 2019), kde autoři dospěli k závěru, že vyšší druhová diverzita dřevin v lesním porostu je významným faktorem podporujícím druhovou diverzitu epifytických lišejníků.

5.4 Ohrožené druhy

Některé současné studie uvádějí, že se v lesních plantážích téměř neobjevují ohrožené druhy (ACOSTA, 2011; GRAVES, 2015). Sama jsem v rámci našla dva kriticky ohrožené druhy. První, *Chaenotheca sphaerocephala*, byl potvrzen v kulturním lese (hodnota 5) na bázi kmenu smrku ztepilého. Druhý, kriticky ohrožený, *Usnea scabrata*, byl zaznamenán na modřínu v modřínovém háji označovaném podle mapy biotopů jako acidofilní bučina.

5.3 Význam mrtvého dřeva v lesních porostech KRNAPu

Studie (BLASY et al., 2014; DITTRICH et al., 2014) pokládají množství mrtvého dřeva v lese za velmi významný faktor ovlivňující biodiverzitu. Množství mrtvého dřeva v lesním porostu je klíčovým faktorem ovlivňujícím druhovou diverzitu epifytických lišejníků. Jak tyto studie ukazují, představuje mrtvé dřevo ve formě pařezů, klád či padlých kmenů nová mikrostanoviště, která mohou lišejníky kolonizovat. Za nejvýznamnější zdroj mrtvého dřeva podporující rozvoj druhové diverzity lišejníků považují autoři stojící souše a tlející kmeny. Na území Krkonošského národního parku bylo v minulosti vysázeno velké množství kulturních smrčín, které jsou v současnosti zařazeny do zóny soustředěné péče o přírodu s cílem ochrany biodiverzity nebo převodu na les přírodě blízký. V lesních porostech probíhají pravidelné těžby dle platných LHP. Veškeré dřevo je z lesa odvezeno, a proto zde bylo v rámci výzkumu zaznamenáno zanedbatelné množství mrtvého dřeva. Mrtvé dřevo se zde vyskytovalo výlučně ve formě pařezů a zlámaných větví. Z uvedených důvodů nelze celkový vliv faktoru mrtvého dřeva na druhovou diverzitu lišejníků jednoznačně potvrdit. Pařezy mohou do značné míry poskytovat stanoviště využitelné lišejníky (BLASY et al., 2014), pařezy však vykazují nejmenší druhovou bohatost lišejníků ve srovnání s padlými stromy či živými stromy (CZEREPKO, 2021). Dle vlastních výsledků se přikláním k názoru, že pařezy jsou omezenou variantou zdrojů mrtvého dřeva, která druhovou rozmanitost lišejníků v tomto typu lesa příliš neovlivní.

6 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce byl monitoring epifytických lišejníků v lesních ekosystémech Krkonošského národního parku a zjištění vlivu lesního managementu na druhovou diverzitu těchto epifytů. Na zkoumaném území byly v rámci 49 ploch a 6 lokalit navštíveny 3 typy lesa dle jejich stupně přirozenosti, konkrétně les přírodě blízký – kde v současnosti probíhají zásahy nižší intenzity (hodnota 3b), les přírodě blízký – ponechaný samovolnému vývoji (hodnota 3a) a kulturní les (hodnota 5), který je momentálně antropogenní činností ovlivněn nejvíce. V této práci jsem se snažila objasnit, jaký typ ze zkoumaných lesů poskytuje neoptimálnější životní podmínky a druhovou rozmanitost epifytických lišejníků tak nejvíce podporuje. Typ vývoje lesa závisí mj. na typu managementu a mým úkolem bylo zjistit, zda je z hlediska druhové bohatosti lesní hospodaření v daném typu lesa vyhovující či nikoliv. Výzkum ukázal, že lesnický management druhovou diverzitu lišejníků silně ovlivňuje. Druhově nejchudším typem byl potvrzen kulturní les (hodnota 5) s uniformní druhovou skladbou zastoupenou smrkem ztepilým. Tento typ lesa ve zkoumaném území KRNAPU plošně převažuje. Les přírodě blízký ponechaný samovolnému vývoji je z pohledu podpory lišejníkové diverzity nejbohatší, a proto by bylo prospěšné v budoucnu uplatnit na tento typ lesa bezzásahový management.

Jedním z nejvýznamnějších faktorů podporující druhovou bohatost epifytických lišejníků se ukázala druhová rozmanitost dřevin v lesním porostu. Převážná část kulturních lesů na území Krkonošského národního parku se bohužel vyznačuje velmi omezenou druhovou rozmanitostí stromového patra. Každá dřevina poskytuje lišejníkům zcela odlišné prostředí, a proto je druhová heterogenita porostu pro lišejníky zásadní. Rozmanitostí dřevin se též zabrání úplnému uzavření zápoje korun, ke kterému v určitém věku ve smrkových monokulturách dochází. Podle výsledků hyperspektrálních snímků nejsou ve smrkovém lese pro lišejníky vhodné světelné podmínky. Světlo je pro tento typ organismů limitujícím faktorem.

Celkově bylo zjištěno 44 druhů epifytických lišejníků (16 druhů makrolišejníků, 28 druhů mikrolišejníků). Druhově nejbohatším substrátem byla dřevina javor klen (*Acer pseudoplatanus*). Nejméně druhů bylo zjištěno na vrbě jívě (*Salix caprea*).

Téměř všechny monitorované plochy byly nápadné absencí makrolišejníků s výjimkou jedné jediné prozkoumané plochy, kde jako substrátová dřevina figuroval modřín opadavý (*Larix decidua*) a makrolišejníky zde počtem druhů mikrolišejníky mnohonásobně převážily.

7 Literatura

ACOSTA, I. (2011): Green Desert' Monoculture Forests Spreading in Africa and South America [online]. [cit. 1. 1. 2022]. Dostupné z WWW:

<https://www.theguardian.com/environment/2011/sep/26/monoculture-forests-africa-south-america>

BÄCKLUND, S., JÖNSSON, M., STRENGBOM, J., FRISCH, A. & THOR, G. (2016): A pine is a pine and a spruce is a spruce – the effect of tree species and stand age on epiphytic lichen communities. *Plos One* 11(1): e0147004 [18 p.] doi:10.1371/journal.pone.0147004

BOCH, S., SAIZ, H., ALLAN, E., SCHALL, P., PRATI, D., SCHULZE, E. D., HESSENMÖLLER, D., SPARRIUS, L. & FISCHER, M. (2021): Direct and indirect effects of management intensity and environmental factors on the functional diversity of lichens in Central European forests. *Microorganisms* 9: 463 [18 p.]. doi:10.3390/microorganisms9020463

BLASY, V., ELLIS, CH. J. (2014): Life on deadwood: cut stumps as a model system for the succession and management of lichen diversity. *Lichenologist* 46(3): 455–469. doi:10.1017/S0024282913000777

BROCKERHOFF, E. G., JACTEL, H., PARROTTA, J. A., QUINE, C. P., SAYER, J. (2008): Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity and Conservation* 17: 925–951. doi:10.1007/s10531-008-9380-x.

BRUNIALTI, G., FRATI, L., CALDERISI, M., GIORGOLO, F., BAGELLA, S., BERTINI, G., CHIANUCCI, F., FRATINI, R., GOTTARDINI, E. & CUTINI, A. (2020): Epiphytic lichen diversity and sustainable forest management criteria and indicators: A multivariate and modelling approach in coppice forests of Italy. *Ecological Indicators* 115: 106358 [9 p.]. doi:10.1016/j.ecolind.2020.106358

CZEREPKO, J., GRAWRY'S, R., MANK, K., JANEK, M., TABOR, J., SKALSKI, L. (2021): The influence of the forest management in the Białowieża ´ forest on the species structure of the forest community. *Forest Ecology and Management* 496: 119363 [34 p.]. doi:10.1016/j.foreco.2021.119363

- CZEREPKO, J., GAWRYŚ, R., SZYMCZYK, R., PISAREK, W., JANEK, M., HAIDT, A., KOWALEVSKA, A., PIEGDOŃ, A., STEBEL, A., KUKWA, M., CACCIATORI, C. (2021): How sensitive are epiphytic and epixylic cryptogams as indicators of forest naturalness? Testing bryophyte and lichen predictive power in stands under different management regimes in the Białowieża forest. *Ecological Indicators* 125: 107532 [19 p.]. doi:10.1016/j.ecolind.2021.107532
- DITTRICH, S., JACOB, M., BADE, C., LEUSCHNER, CH., HAUCK, M. (2014): The significance of deadwood for total bryophyte, lichen, and vascular plant diversity in an old-growth spruce forest. *Plant Ecology* 215: 1123–1137. doi:10.1007/s11258-014-0371-6
- FRAZER, G. W., CANHAM, C. D. et LERTZMAN, K. P. (1999): Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Copyright © 1999: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.
- GRAVES, G. R. (2015): Recent large-scale colonisation of southern pine plantations by Swainson's warbler *Limnothlypis swainsonii*. *Bird Conserv. Int.* 25: 280–293. doi:10.1017/S0959270914000306.
- HAUCK, M., JAVKHLAN, S. (2009): Epiphytic lichen diversity and its dependence on bark chemistry in the northern Mongolian dark taiga. *Flora* 204: 278–288.
- HANZELKA, J., REIF, J. (2016): Effects of vegetation structure on the diversity of breeding bird communities in forest stands of non-native black pine (*Pinus nigra* A.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in the Czech Republic. *Forest Ecol. Manag.* 379: 102–113. doi:10.1016/j.foreco.2016.08.017.
- HORÁK, J., BRESTOVANSKÁ, T., MLADENOVIC, S., KOUT, J., BOGUSH, P., HALDA, J., ZASADIL, P. (2019): Green desert?: Biodiversity patterns in forest plantations. *Forest Ecology and Management* 433: 343–348. doi:10.1016/j.foreco.2018.11.019

HORÁK, J. (2017): Insect ecology and veteran trees. *J. Insect Conserv.* 21: 1–5. doi:10.1007/s10841-017-9953-7.

HORÁK, J., MATERNA, J., HALDA, J., MLADENOVIC, S., BOGUSH, P., PECH, P. (2019): Biodiversity in remnants of natural mountain forests under conservation-oriented management. *Scientific Reports*, 9:89 [10 p.]. doi:10.1038/s41598-018-35448-7

ISOP (2022): Portál informačního systému ochrany přírody [online]. [cit. 22. 11. 2021]. Dostupné z: WWW: <http://portal.nature.cz>.

KAJZAROVÁ, E. (2012): Lesy Krkonošského národního parku a péče o ně. – Správa Krkonošského národního parku Vrchlabí. ISBN: 978-80-86418-90-2.

LIŠKA, J. et PALICE, Z. (2010): Červený seznam lišejníků České republiky (verze 1.1). *Příroda* 29: 3–66.

NDOP (2022): Nálezová databáze ochrany přírody, on-line databáze. [cit. 1. 1. 2022]. Dostupné z WWW: <https://portal.nature.cz>.

NIEMELÄ, J., YOUNG, J., ALARD, D., ASKASIBAR, M., HENLE, K., JOHNSON, R., ... WATT, A. (2005): Identifying, managing and monitoring conflicts between forest biodiversity conservation and other human interests in Europe. *Forest Policy and Economics* 7: 877–890. doi:10.1016/j.forpol.2004.04.005

POLOVINA, J. J., HOWELL, E. A., ABECASSIS, M. (2008): Ocean's least productive waters are expanding. L03618 –LL03618. *Geophys. Res. Lett.* 35. doi:10.1029/2007GL031745.

PURVIS, O. W., DUBBIN, W., CHIMONIDES, P. D. J., JONES, G. C., READ, H. (2008): The multi-element content of the lichen *Parmelia sulcata*, soil, and oak bark in relation to acidification and climate. *Sci. Total Environ.* 390: 558–568. doi:10.1016/j.scitotenv.2007.10.040

ÖZTÜRK, S., ORAN, S. (2011): Investigations on the bark pH and epiphytic lichen diversity of *Quercus* taxa found in Marmara Region. *Journal of Applied Biological Sciences* 5 (1): 27–33.

QIU, L. (2014): Rare southern songbird thrives in 'Biological Deserts' [online]. [cit. 2021-11-22]. Dostupné z: WWW:

<https://www.nationalgeographic.com/animals/article/141113-warbler-pines-timber-animals-birds-environment>.

STORCH, I., PENNER, J., ASBECK, T., BAILE, M., BAUHUS, J., BRAUNISCH, V., DORMANN, C., FREY, J., GÄRTNER, S., HANEWINKEL, M., KOCH, B., KLEIN, A. M., KUSS, T., PREGERNIG, M., PYTTEL, P., REIF, A., SCHERER-LORENZEN, M., SEGELBACHER, G., SCHRAML, U., STAAB, M., WINKEL, G. & YOUSEFPOUR, R. (2020): Evaluating the effectiveness of retention forestry to enhance biodiversity in production forests of Central Europe using an interdisciplinary, multi-scale approach. *Ecology and Evolution* 10: 1489–1509. doi:10.1002/ece3.6003.

VERKERK, P. J., MAYSAR, R., GIERGICZNY, M., LINDNER, M., EDWARDS, D., SCHELHAAS, M. J. (2014): Assessing impacts of intensified biomass production and biodiversity protection on ecosystem services provided by European forests. *Ecosystem Services* 9: 155–165. doi:10.1016/j.ecoser.2014.06.004

VRŠKA, T., HORT, L. (2002): Zásady názvosloví při hodnocení „přirozenosti“ lesních porostů. Sebrané spisy projektu VaV 610/6/02 – svazek 2 – AOPK ČR, Brno.

VYHLÁŠKA Č. 60/2008 Sb. o plánech péče, označování a evidenci území chráněných podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, a o změně vyhlášky č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů, (vyhláška o plánech péče, označování a evidenci chráněných území). In: Sbíрка zákonů. 19. 2. 1992. ISSN 1211-1244.

8 Přílohy

Tabulka 1. Studované plochy.

| Plocha | biotop | TVL | lokality | GPS | výška | datum |
|--------|--|-------------------------------|----------------------|---------------------------|-------|-------------|
| 1 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les přírodní bez zásahů | Rýchory, Dvorský les | N50.647790 E015.867090 | 1012 | 17. 7. 2021 |
| 2 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les přírodní bez zásahů | Rýchory, Dvorský les | N50.648330 E015.866170 | 1022 | 17. 7. 2021 |
| 3 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les přírodní bez zásahů | Rýchory, Dvorský les | N50.648650 E015.864780 | 1030 | 17. 7. 2021 |
| 4 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les přírodní bez zásahů | Rýchory, Dvorský les | N50.649270 E015.863610 | 1033 | 17. 7. 2021 |
| 5 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les přírodní bez zásahů | Rýchory, Dvorský les | N50.650380 E015.862600 | 1027 | 17. 7. 2021 |
| 6 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les přírodní bez zásahů | Rýchory, Dvorský les | N50.652270 E015.860920 | 1015 | 17. 7. 2021 |
| 7 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Rýchory, Dvorský les | N50.654290 E015.859610 | 1004 | 17. 7. 2021 |
| 8 | Acidofilní bučiny | les přírodní s mírnými zásahy | Rýchory, Dvorský les | N50.655840 E015.857961 | 1003 | 17. 7. 2021 |
| 9 | Acidofilní bučiny | les významný pro diverzitu | Rýchory, Dvorský les | N50.656850 E015.856101 | 1000 | 17. 7. 2021 |
| 10 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Rýchory, Dvorský les | N50.656860 E015.852591 | 1044 | 17. 7. 2021 |
| 11 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Rýchory, Dvorský les | N50.658850 E015.849721 | 986 | 17. 7. 2021 |
| 12 | Acidofilní bučiny | les přírodní s mírnými zásahy | Rýchory, Dvorský les | N50.659730 E015.856701 | 984 | 17. 7. 2021 |
| 13 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les přírodní s mírnými zásahy | Rýchory, Dvorský les | N50.661530 E015.863621 | 938 | 17. 7. 2021 |
| 14 | Acidofilní bučiny | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.670370 E015.837221 | 785 | 23. 7. 2021 |
| 15 | Acidofilní bučiny | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.670711 E015.835381 | 747 | 23. 7. 2021 |
| 16 | Horské klenové bučiny | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.672001 E015.832832 | 697 | 23. 7. 2021 |
| 17 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.670591 E015.828011 | 703 | 23. 7. 2021 |
| 18 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.671281 E015.827422 | 689 | 23. 7. 2021 |
| 19 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.676870 E015.837762 | 674 | 23. 7. 2021 |
| 20 | Acidofilní bučiny | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.674481 E015.821572 | 698 | 23. 7. 2021 |
| 21 | Acidofilní bučiny | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.674361 E015.822202 | 683 | 23. 7. 2021 |
| 22 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.677241 E015.822912 | 739 | 23. 7. 2021 |
| 23 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.677561 E015.822332 | 754 | 23. 7. 2021 |
| 24 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.678296 E015.821314 | 784 | 23. 7. 2021 |

| Plocha | biotop | TVL | lokality | GPS | výška | datum |
|--------|--|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------|----------------|
| 25 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.678618 E015.820477 | 801 | 23. 7. 2021 |
| 26 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.680273 E015.818695 | 844 | 23. 7. 2021 |
| 27 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.681028 E015.817848 | 866 | 23. 7. 2021 |
| 28 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.682628 E015.816283 | 911 | 23. 7. 2021 |
| 29 | Acidofilní bučiny | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.683321 E015.815015 | 938 | 23. 7. 2021 |
| 30 | Acidofilní bučiny | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.685159 E015.814818 | 961 | 23. 7. 2021 |
| 31 | Acidofilní bučiny | les významný pro diverzitu | Dolní Lysečiny | N50.686341 E015.814162 | 991 | 23. 7. 2021 |
| 32 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Kořenov, Hvězda | N50.677091 E015.822982 | 755 | 23. 7. 2021 |
| 33 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Kořenov, Hvězda | N50.750551 E015.363337 | 847 | 24. 7. 2021 |
| 34 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Kořenov, Hvězda | N50.749671 E015.364607 | 862 | 24. 7. 2021 |
| 35 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Kořenov, Hvězda | N50.749331 E015.367187 | 861 | 24. 7. 2021 |
| 36 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Kořenov, Hvězda | N50.748231 E015.369297 | 866 | 24. 7. 2021 |
| 37 | Acidofilní bučiny | les významný pro diverzitu | Kořenov, Hvězda | N50.750041 E015.367337 | 825 | 24. 7. 2021 |
| 38 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les přírodní s mírnými zásahy | Kořenov, Hvězda | N50.750581 E015.368267 | 814 | 24. 7. 2021 |
| 39 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Harrachov, Rýžoviště | N50.762749 E015.451948 | 838 | 24. 7. 2021 |
| 40 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les významný pro diverzitu | Harrachov, Rýžoviště | N50.763069 E015.448188 | 804 | 24. 7. 2021 |
| 41 | Acidofilní bučiny | les přírodní s mírnými zásahy | Jizerský důl | N50.758170 E015.408581 | 590 | 24. 7. 2021 |
| 42 | Acidofilní bučiny | les významný pro diverzitu | Jizerský důl | N50.757490 E015.408378 | 567 | 24. 7. 2021 |
| 43 | Sučové lesy | les přírodní bez zásahů | Jizerský důl | N50.757437 E015.404799 | 587 | 5. 9. 2021 |
| 44 | Sučové lesy | les významný pro diverzitu | Jizerský důl | N50.757630 E015.405048 | 577 | 5. 9. 2021 |
| 45 | Acidofilní bučiny | les přírodní s mírnými zásahy | Jizerský důl | N50.755900 E015.408288 | 572 | 5. 9. 2021 |
| 46 | Acidofilní bučiny | les přírodní s mírnými zásahy | Špindlerův Mlýn, Dívčí lávky | N50.740476 E015.605206 | 766 | 5. 9. 2021 |
| 47 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les přírodní s mírnými zásahy | Špindlerův Mlýn, Dívčí lávky | N50.741896 E015.604166 | 798 | 5. 9. 2021 |
| 48 | Acidofilní bučiny | les přírodní s mírnými zásahy | Špindlerův Mlýn, Dívčí lávky | N50.741496 E015.602766 | 851 | 5. 9. 2021 |
| 49 | Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami | les přírodní s mírnými zásahy | Špindlerův Mlýn, Dívčí lávky | N50.741096 E015.607476 | 773 | 5. 9. 2021 |

Tabulka č. 2. Nalezené druhy epifytických lišejníků.

| druh | český název | kateg. | pocet | výpis ploch | substráty | výpis dřevin |
|-----------------------------------|------------------------|--------|-------|---|-----------|------------------------------|
| <i>Anisomeridium polypori</i> | nenápadka nyssaegská | LC | 6 | 36, 43, 44, 45, 46, 48 | 4 | Aps, Fag, Pic, Ulm |
| <i>Arthonia spadicea</i> | artonie kaštanová | NT | 2 | 43, 44 | 1 | Aps |
| <i>Bacidina sulphurella</i> | hůlkovka sřrová | LC | 5 | 6, 9, 10, 43, 44 | 2 | Aps, Pic |
| <i>Baeomyces rufus</i> | malohubka plšivková | LC | 1 | 42 | 1 | Pic |
| <i>Biatora efflorescens</i> | biatora květovitá | VU | 2 | 5, 9 | 1 | Pic |
| <i>Bryoria fuscescens</i> | vousatec hnědavý | VU | 1 | 31 | 1 | Lar |
| <i>Buellia griseovirens</i> | buelie šedozeleá | LC | 1 | 35 | 1 | Sor |
| <i>Cladonia coniacraea</i> | dutohlávka jehlicovitá | LC | 30 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 22, 25, 26, 29, 33, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49 | 5 | Aps, Bet, Fag, Pic, Ulm |
| <i>Cladonia digitata</i> | dutohlávka prstítá | LC | 23 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 17, 22, 26, 29, 36, 38, 39, 42, 43, 44, 47, 49 | 3 | Aps, Bet, Pic |
| <i>Cladonia fimbriata</i> | dutohlávka třásnitá | LC | 4 | 2, 5, 7, 47 | 2 | Bet, Pic |
| <i>Cladonia ochrochlora</i> | dutohlávka okrozelená | LC | 11 | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 42, 43 | 2 | Aps, Pic |
| <i>Coenogonium pineti</i> | kryptovka borová | LC | 35 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 | 6 | Aps, Bet, Fag, Pic, Sor, Ulm |
| <i>Frutidella pullata</i> | šálečka tmavobarvá | NT | 8 | 1, 2, 3, 7, 8, 9, 42, 49 | 1 | Pic |
| <i>Graphis scripta</i> | čárnička psaná | VU | 1 | 42 | 1 | Fag |
| <i>Hypocenomyce scalaris</i> | strupka lasturnatá | LC | 20 | 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 21, 26, 28, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 47, 49 | 3 | Aps, Bet, Pic |
| <i>Hypogymnia physodes</i> | terčovka bublinatá | LC | 37 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49 | 5 | Aps, Bet, Fag, Lar, Pic |
| <i>Hypogymnia tubulosa</i> | terčovka rourkatá | NT | 4 | 24, 25, 26, 28 | 1 | Pic |
| <i>Chaenotheca ferruginea</i> | prachouleček rezavý | LC | 5 | 3, 8, 38, 39, 42 | 1 | Pic |
| <i>Chaenotheca furfuracea</i> | prachouleček plevnatý | LC | 1 | 25 | 2 | Bet, Pic |
| <i>Chaenotheca sphaerocephala</i> | prachouleček kulohlavý | CR | 1 | 19 | 1 | Pic |
| <i>Lecania croatica</i> | hůlkovka chorvatská | LC | 1 | 10 | 1 | Pic |
| <i>Lecania cyrtella</i> | hůlkovka korová | LC | 2 | 9, 10 | 1 | Pic |
| <i>Lecanora conizaeoides</i> | misnička práškovitá | LC | 30 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 17, 20, 26, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49 | 4 | Aps, Bet, Fag, Pic |
| <i>Lecanora pulicaris</i> | misnička korová | LC | 17 | 1, 4, 5, 8, 9, 10, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49 | 4 | Aps, Fag, Pic, Sor |

| druh | český název | kateg. | pocet | výpis ploch | substráty | výpis dřevin |
|-------------------------------------|-----------------------|--------|-------|---|-----------|------------------------------|
| <i>Lepraria finkii</i> | prášenka laločnatá | LC | 34 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 | 5 | Aps, Bet, Fag, Pic, Ulm |
| <i>Lepraria incana</i> | prášenka bělošedá | LC | 1 | 41 | 1 | Pic |
| <i>Melanelixia fuliginosa</i> | terčovka lesklá | LC | 3 | 16, 43, 44 | 3 | Aps, Fag, Pic |
| <i>Micarea micrococca</i> | třpytka trávózelená | LC | 41 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 25, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 | 6 | Aps, Bet, Fag, Pic, Sor, Ulm |
| <i>Parmelia ernstiae</i> | terčovka Ernstova | DD | 3 | 2, 3, 4 | 1 | Pic |
| <i>Parmelia sulcata</i> | terčovka brázditá | LC | 1 | 10 | 1 | Pic |
| <i>Parmeliopsis ambigua</i> | terčovka rozestřená | LC | 11 | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 36, 42 | 1 | Pic |
| <i>Phlyctis argena</i> | měchýřkovka stříbřitá | LC | 1 | 10 | 1 | Pic |
| <i>Physcia adscendens</i> | terčovník odstávavý | LC | 1 | 9 | 1 | Pic |
| <i>Placynthiella icmalea</i> | změnověnka zrnitá | LC | 2 | 4, 5 | 1 | Pic |
| <i>Platismatia glauca</i> | pukléřka sivá | NT | 4 | 8, 9, 10, 31 | 2 | Lar, Pic |
| <i>Porina aenea</i> | hrbolovka bronzová | LC | 16 | 1, 3, 4, 5, 19, 32, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 46, 48, 49 | 5 | Aps, Fag, Pic, Sal, Sor |
| <i>Pseudevernia furfuracea</i> | terčovka otrubčitá | NT | 6 | 3, 6, 7, 8, 9, 23 | 1 | Pic |
| <i>Scoliosporum chlorococcum</i> | červovýtruska řasová | LC | 14 | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 33, 34, 45, 47, 48, 49 | 1 | Pic |
| <i>Trapeliopsis gelatinosa</i> | změnověnka rosolovitá | NT | 1 | 49 | 1 | Pic |
| <i>Trapeliopsis pseudogranulosa</i> | změnověnka zrnkatá | LC | 1 | 42 | 1 | Pic |
| <i>Tuckermannopsis chlorophylla</i> | pukléřka zelenavá | NT | 1 | 31 | 1 | Lar |
| <i>Usnea scabrata</i> | provazovka vousatá | CR | 2 | 9, 31 | 2 | Lar, Pic |
| <i>Violella fucata</i> | houboplodka nalíčená | LC | 7 | 1, 2, 3, 4, 8, 48, 49 | 2 | Fag, Pic |
| <i>Vulpicida pinastri</i> | pukléřka sosnová | NT | 1 | 7 | 1 | Pic |
| <i>Xanthoria parietina</i> | terčník zední | LC | 2 | 9, 10 | 1 | Pic |
| <i>Xylopsora caradocensis</i> | strupka nafouklá | LC | 1 | 40 | 1 | Pic |