

**Univerzita Hradec Králové**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**katedra biologie**

Antropogenní vlivy obohacující druhovou diverzitu  
saxikolních lichenizovaných hub v hřebenových částech  
Krkonoš

Bakalářská práce

Autor: Eliška Ceralová  
Studijní program: B0511A030001 Biologie a ekologie  
Studijní obor: Biologie a ekologie  
Vedoucí práce: RNDr. Josef Halda, Ph.D.

Hradec Králové

květen 2022



## Zadání bakalářské práce

**Autor:** Eliška Ceralová

**Studium:** S19BI010BP

**Studijní program:** B0511A030001 Biologie a ekologie

**Studijní obor:** Biologie a ekologie

**Název bakalářské práce:** **Antropogenní vlivy obohacující druhovou diverzitu saxikolních lichenizovaných hub v hřebenových částech Krkonoš**

**Název bakalářské práce AJ:** Anthropogenic factors affected the species diversity of saxicolous lichenized fungi in the mountain parts of the Giant Mountains

### **Cíl, metody, literatura, předpoklady:**

Cílem BP je průzkum skalních kalcifilních lišejníků na objektech bunkrového opevnění v horských ekosystémech Krkonoš a vliv ekologických podmínek na druhovou diverzitu lichenizovaných hub. Na území KRNAP se nacházejí biotopy v minulosti různě ovlivněné činností člověka – v různém stupni přirozenosti a narušení jejich biologické hodnoty. Nově vzniklémi stanovišti jsou betonové bunkry, které jsou po 90. letech kolonizovány nejrůznějšími organismy. Vápníkem bohaté horniny jsou v hřebenových partiích Krkonoš velmi vzácné. Obvykle jsou kolonizovány zcela odlišnými druhy než ze silikátových hornin, které jsou běžné. Proto je monitoring žádoucí. Průzkumem budou získána zcela nová, dosud neznámá data.

Brightman FH, Seaward MRD (1977) Lichens of man made substrates. In: Seaward MRD (ed) Lichen ecology. Academic Press, London, pp 253–293.

Favero-Longo S.E. & Viles H.A. (2020): A review of the nature, role and control of lithobionts on stone cultural heritage: weighing-up and managing biodeterioration and bioprotection. - World Journal of Microbiology and Biotechnology, 36: 100 [18 p.].

Halda J., Kučera J. & Koval Š. (2016): Atlas krkonošských mechorostů, lišejníků a hub 1 – mechorosty a lišejníky. - Vrchlabí: Správa KRNAP, 440 p..

Rosato V.G. (2006): Diversity and distribution of lichens on mortar and concrete in Buenos Aires Province, Argentina. - Darwiniana, 44(1): 89-97.

Piervittori R, Salvadori O, Laccisaglia A (1994) Literature on lichens and biodeterioration of stonework I. Lichenologist 26(2):171–192.

Traversa L.P., Rosato V.G., Pittori C.A. & Zicarelli S. (2001): Biological studies on a concrete dam. - Materials and Structures, 34: 502-505.

**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 použité literatury uvedla všechny prameny, z kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne 19. 5. 2022

---

Eliška Ceralová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala panu RNDr. Josefu Haldovi, Ph.D. za odborné vedení, vstřícnost a velkou trpělivost, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval.

## ANOTACE

CERALOVÁ, E. *Antropogenní vlivy obohacující druhovou diverzitu saxikolních lichenizovaných hub v hřebenových částech Krkonoš*, Hradec Králové, 2022. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě. Vedoucí bakalářské práce Josef Halda. 48 s.

Bakalářská práce se zabývá vlivem antropogenní činnosti na druhovou diverzitu lišejníků a mechorostů v horských hřebenech Krkonoš. Na vybraných lokalitách byl proveden biomonitoring betonových opevnění vybudovaných v roce 1937-1938 v různém stupni přirozenosti a narušení jejich biologické hodnoty. Cílem práce bylo pomocí metod Ellenbergových indikačních hodnot zjistit, zda se na betonových opevněních vyskytují vápnomilné druhy, které by jinak na přirozeném substrátu silikátových hornin nemohly růst. Teoretická část se zabývá vysvětlením a seznámením s Ellenbergovými indikačními hodnotami, pomocí kterých se došlo k jednotlivým výsledkům. Dále je popsáno krkonošské klima, geologie a vertikální členění, které také výrazně ovlivňují druhovou skladbu v KRNAPu.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Biomonitoring, mechorost, lišejník, bunkr, druhová diverzita, Krkonoše

## **ANNOTATION**

CERALOVÁ, E. *Anthropogenic factors affecting the species diversity of saxicolous lichenized fungi in the mountain parts of the Giant Mountains*, University of Hradec Králové, 2022. Bachelor Thesis at the Faculty of Science. Thesis supervisor Josef Halda, 48 p.

The bachelor thesis deals with the influence of antropogenic activities on the species diversity of lichens nad mosses in the mountain ridges of the Giant Mountains. Biomonitoring of concrete fortifications built in 1937-1938 in different degrees of naturalness and disturbance of their biological value was carried out at selected site. The aim of the work was to determine, using Ellenberg's indicator values methods, whether calcareous species occur on the concrete fortifications that could not otherwise grow on the natural silicate rock substrate. The theoretical part deals with the explanation and introduction to Ellenberg's indication values, which were used to arrive at each result. Furthermore, the Great Mountains climate, geology and vertical zonation, which also significantly influence the species composition in KRNAP, are described.

### **KEYWORDS**

biomonitoring, bryophyte, lichen, bunker, species diversity, Giant Mountains

# Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 Cíle práce</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2 Antropogenní vlivy</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3 Lišejníky</b> .....	<b>8</b>
<b>1.4 Mechorosty</b> .....	<b>9</b>
<b>1.5 Stručná charakteristika KRNAPu a přírodní poměry Krkonoš</b> .....	<b>9</b>
<b>1.5.1 Geologie Krkonoš</b> .....	<b>11</b>
<b>1.5.2 Klima</b> .....	<b>12</b>
<b>1.5.3 Flóra</b> .....	<b>12</b>
<b>1.5.4 Vertikální členění Krkonoš</b> .....	<b>13</b>
<b>1.6 Ellenbergovy indikační hodnoty</b> .....	<b>14</b>
<b>1.7 Determinace</b> .....	<b>15</b>
<b>1.8 Vápnomilné organismy</b> .....	<b>16</b>
<b>2 Metodika</b> .....	<b>17</b>
<b>3 Výsledky</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1 Lokality</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2 Vápnomilné lišejníky</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3 Vápnomilné mechorosty</b> .....	<b>20</b>
<b>3.4 Acidofilní lišejníky</b> .....	<b>21</b>
<b>3.5 Acidofilní mechorosty</b> .....	<b>22</b>
<b>3.6 Druhová diverzita ploch</b> .....	<b>24</b>
<b>3.7 Červený seznam</b> .....	<b>27</b>
<b>3.8 Vliv světla</b> .....	<b>30</b>
<b>3.9 Významné druhy</b> .....	<b>31</b>
<b>4 Diskuze</b> .....	<b>36</b>
<b>Závěr</b> .....	<b>38</b>
<b>Literatura</b> .....	<b>39</b>
<b>Přílohy</b> .....	<b>44</b>

# Úvod

## 1.1 Cíle práce

Cílem BP je průzkum skalních kalcifilních lišejníků a mechorostů na objektech bunkrového opevnění vzor 37 vybudovaných v letech 1937–1938 v horských lesních ekosystémech Krkonošského národního parku a vliv různých faktorů na druhovou diverzitu lichenikolních hub a mechorostů. Na území KRNAP se nacházejí lesní biotopy v minulosti různě ovlivněné činností člověka v různém stupni přirozenosti a narušení jejich biologické hodnoty. Poměrně nedávno vzniklá nová stanoviště kolonizovaná organismy jsou válečná opevnění z betonu, na kterých lze po 90. letech studovat sukcesi nejrůznějšími organismy. Přirozeně se vyskytující na vápník bohaté horniny jsou v hřebenových partiích Krkonoš velmi vzácné a obvykle jsou kolonizovány zcela odlišnými druhy, než je možné pozorovat na silikátových horninách (žule), které v Krkonoších převažují. Proto je monitoring žádoucí. Průzkumem budou získána zcela nová, dosud neznámá data, využitelná Správou KRNAP při plánování managementových opatření.

## 1.2 Antropogenní vlivy

Antropogenním vlivům ovlivňujícím druhovou diverzitu cévnatých rostlin byla v Krkonošském národním parku v minulosti věnována velká pozornost (WAGNEROVÁ, 2002, 2006, VÍTKOVÁ et al., 2012). Dosud nikdo však nestudoval vliv antropogenních substrátů na druhovou diverzitu lišejníků a mechorostů. Téma mi připadalo zajímavé, a proto jsem se rozhodla ho zpracovat v rámci BP.

## 1.3 Lišejníky

U lichenizovaných hub nelze hovořit o skupině taxonomické, ale skupině ekologické. Lišejníky představují komplexní organismus, kdy se jedná o symbiotický vztah dvou organismů – fotobionta a mykobionta. Fotobionta představují řasy (fyto­bionti / fotobionti) nebo sinice (cyanobionti), zatímco zástupcem mykobionta je vždy houba (ŠTIKOVÁ, 2015). Tento organismus je výborným indikátorem, co se týče kvality ovzduší a je schopen obydlet i místa, která mají velmi nepříznivé podmínky pro život (DOSTÁL, 2006).

Lišejníky z morfologického hlediska vytvářejí tři typy stélek. Ty nejdrobnější a zpravidla nejméně nápadné stélky se nazývají korovité (mikrolišejníky). Stélka pevně srůstá s podkladem a nedá se z něj lehce odstranit (DOSTÁL, 2006). Mezi zástupce korovité stélky můžeme zařadit i lišejníky se stélkou leprózní (práškovitou), kdy je typickým zástupcem



rod *Lepraria* (KONEČNÁ, 2018). Tyto lišejníky často obrůstají skaliska, kameny, balvany, kořeny a borky stromů. Druhý, často vytvářený typ stélky, je lupenitý. Jedná se o stélku, která je také pevně přirostlá k podkladu, ale lupínky na okrajích stélky přichyceny k místu nejsou. Druhy s tímto typem stélky mívají rhiziny a nejčastěji je najdeme na borce stromů. Poslední, pro oko člověka esteticky nejvíce viditelná, je stélka keříčkovitá. Jedná se o typ, který je nejvíce větvený a velikostně největší. Pokud se lišejník nachází v příznivých podmínkách, pak stélka může dorůst i velikosti jednoho metru. Tento typ stélky se dá lehce odstranit či vyjmout z podkladu, protože k němu přirůstá jen na jednom místě. Lišejníky s tímto typem stélky můžeme najít nejčastěji na stromech, kdy se lišejníky označují jako epifyty. Keříčkovité druhy bývají výše položené než stélky lupenité (DOSTÁL, 2006).

## 1.4 Mechorosty

Mechorosty jsou bazálními organismy vyšších rostlin, které hrají velkou roli při udržování vodní rovnováhy v krajině. Na místech jako jsou rašeliniště, prameniště a lesy jsou důležitou složkou v rostlinném společenstvu. Mechy jsou totiž schopné zachycovat velké množství vody, které poté pomalu uvolňují a vracejí zpět do přírody. Tuto schopnost mají, protože dokážou přijímat vodu celým povrchem svého těla a fungují tedy na principu jakési houby (hlavně na rašeliništích). Další velkou roli mechorosty hrají při obydlování narušených míst, kdy jsou často prvními kolonizátory právě proto, že jsou nenáročnými organismy na vodu a živiny. Na obydlených stanovištích následně přispívají ke stabilizaci substrátu, kdy substrátem může být opravdu vše. Podílí se s ostatními organismy na tvorbě humusu a brání procesu eroze (KUBEŠOVÁ et al., 2009).

Mechorosty dělíme do dvou skupin, kterými jsou játrovky a mechy. Nejprimitivnější (frondózní) játrovky mají lupenitou stélku. Játrovky s tímto typem stélky bývají laločnaté a nemají žebro. Ty pokročilejší (foliózní) mají již stélku rozlišenou na lodyhu a listy. Do oddělení játrovek spadají třídy: *Jungermanniopsida*, *Marchantiopsida* a *Haplomitridiopsida*. Všechny mechy mají gametofyt rozlišující se na lodyhu a fyloidy (lístky). Lístky jsou v pěti řadách a většinou spirálně stočené. Sporofyt je tvořen nohou, štětem a tobolkou, kdy ji na mladém mechu kryje čepička a ve stáří čepičku nahrazuje víčko. Třídami mechů jsou *Sphagnopsida*, *Andreaeopsida* a *Bryopsida* (KUBEŠOVÁ et al., 2009).

## 1.5 Stručná charakteristika KRNAPu a přírodní poměry Krkonoš

Hřebenová část Krkonoš, přezdívaná jako „ostrov tundry uprostřed Evropy“, byla pro svoji výjimečnost, pestrost a krajinné hodnoty roku 1963 vyhlášena národním parkem. Celé území je unikátní horskými ekosystémy, které jinde v Evropě nenajdeme (KRNAP, 2022).

Území KRNAP se nachází při severovýchodní hranici ČR s Polskou republikou v přibližné délce 40 km. Současná rozloha činí 550 kilometrů čtverečních vč. ochranného pásma. Podle administrativního členění ČR patří převážná část území KRNAP do katastrů okresů Jablonec nad Nisou, Trutnov a Semily. Východní částí zasahuje do Královehradeckého kraje (65 % plochy, 45 katastrů na území 16 obcí) a západní částí do Libereckého kraje (35 %, 29 katastrů na území 13 obcí). Národní park je řízen Správou KRNAP, která sídlí ve Vrchlabí. Je pověřena ochranou místní flory a fauny a zajišťuje, aby se národní park zachovával v původním stavu (HOLÝ, 2010).

Národní park je z hlediska stupňů ochrany rozdělen do tří zón a ochranného pásma. Tato rozdělení odpovídají přibližně úrovním různé nadmořské výšky.

I. zóna (přísná přírodní) je druhou nejrozlehlejší částí situovaná v nejvyšší nadmořské výšce, která činí 6984 ha. Horské hřebeny této zóny jsou nejméně pozměněny a zasaženy člověkem. Zdejší biota je považována odborníky za nejcennější, a proto zde platí nejpřísnější pravidla pohybu a managementu.

II. zóna (řízená přírodní) se rozkládá na ploše 9 836 ha a navazuje v širokém pásu kolem alpské hranice lesa na I. zónu. Svoji rozlohou představuje nejmenší část území KRNAP. Území je zde člověkem pozměněno více a platí zde mírnější pravidla ochrany.

III. zóna představuje okrajová území o rozloze 19 507 ha situovaná ve středních a nižších polohách Krkonoš. Toto území bylo dlouhodobě ovlivňováno člověkem formou zemědělského hospodaření, a proto zde platí mírná omezení. V současnosti je centrem rekreačních aktivit a turistiky.

Ochranné pásmo KRNAP tvoří nejrozsáhlejší chráněnou část území KRNAP. Bylo zřízeno dodatečně, 23 let po založení národního parku (HOLÝ, 2010). Od 1. 7. 2020 je území KRNAP rozděleno ve smyslu novely (č. 123/2017 Sb.) zákona o ochraně přírody a krajiny (114/1992 Sb.) do 4 zón: A – zóna přírodní, B – zóna přírodě blízká, C – zóna soustředěné péče o přírodu a D – zóna kulturní krajiny. Původní zonace sloužila k regulaci návštěvnosti, pohybu místních obyvatel a podnikatelů ve smyslu omezení pohybu (v 1. zóně) a vymezovaly se podle zranitelnosti území. Současná managementová zonace slouží správě národního parku k rozhodnutím, které managementové opatření je pro určitou lokalitu optimální. Zóny odpovídají odborným posudkům stavu ekosystémů (přírozené, částečně pozměněné, významně pozměněné), které plánují cílový stav (např. samovolný vývoj, trvalá péče, přírodě blízké obhospodařování). Omezení pohybu osob je zdůvodněno vymezením tzv. klidových území. V rámci klidových území platí zákaz vstupu do volného terénu mimo turistické cesty. Návštěvní řád zůstává pro turisty v současné první zóně a budoucích klidových územích z hlediska vstupu nezměněn (KRNAP, 2022).

### 1.5.1 Geologie Krkonoš

Krkonoše se spolu s dalšími sudetskými pohořími, kterými jsou Šumava a Krušné hory, řadí svým celkovým stářím a dobou vzniku do období prvohor (paleozoikum). Jiná vysoká pohoří, která se zmíněným českým pohořím s nadmořskou výškou vyrovnají, jsou od nás vzdáleny stovky kilometrů. Takovým příkladem mohou být Karpaty nebo Alpy (HOLÝ, 2010).

Stejně jako převážná část Českého Masivu, jsou i Krkonoše, co se týče geologie, pestré. Celý krkonošský systém se zařazuje do krystalinika krkonošsko-jizerského a okrajově do Krkonoš zasahuje i pánev podkrkonošská (HOLÁŇOVÁ, 2004). Většina vzniklých hornin jsou tzv. metamorfity, tj. krystalické břidlice a žuly. Vznik těchto hornin je datován přibližně před 600 mil. lety, kdy docházelo k pohybu litosférických desek a tím k procesu vrásnění Krkonoš (CHLUPÁČ et al., 2011).

V prvohorách byla oblast Krkonoš naposledy zalita mořem. Z usazených hornin se postupem času horotvornými pochody vytvořila nejmladší část Krkonoš, kterou je Rýchorský hřbet na jihovýchodě (CHLUPÁČ et al., 2011).

V karbonu před 300 mil. lety začal pod starší horniny pronikat jizerský pluton, mohutné a žhavé těleso tvořené žulou. Působením vysoké teploty a obrovského tlaku se starší krystalické břidlice přeměnily na kontaktní rohovce, které jsou základní geologickou složkou masivu Sněžky (CHLUPÁČ et al., 2011).

Krkonošské hřebeny a jejich konečný tvar se začal dotvářet zhruba od poloviny třetihor. Teplé a vlhké klima pomáhalo obrušovat reliéf a za vyzdvihnutí Krkonoš na dnešní nadmořskou výšku mohlo v té době alpínské vrásnění (CHLUPÁČ et al., 2011).

Ve čtvrtohorách následovaly doby ledové (glaciály). Tehdy došlo ke konečné úpravě a dotvarování krkonošského horského systému činností mohutného skandinávského ledovce. Na jižní straně krkonošského pohoří modeloval ledovec čelní a boční morény a jednotlivá říční údolí ve tvaru písmene V byla jeho působením přeměněna na ledovcová údolí ve tvaru písmene U. Po stranách údolí byly následně zformovány kary (HOLÝ, 2010). Zatímco se na jižní české straně tvořily zmíněné horské útvary, na severní polské straně Krkonoš vznikalo velké množství ledovcových jezer jako jsou Wielki Staw, Maly Staw a Snieżne Stawki (HOLÁŇOVÁ, 2004). Střídáním teplot a velkého větru se na nejvyšších nezaledněných částech hřebenů (nebyly pokryty skandinávským ledovcem) vytvořily výrazné hranaté žulové útvary jako např. Dívčí kameny (HOLÝ, 2010). Na horských svazích se tvořily mrazové sruby, kamenná moře a kryoplanační terasy a na plošinách vrcholů vznikaly polygonální půdy, které na svazích přecházely v půdy brázděné (HOLÁŇOVÁ 2004). Polygonální půdy jsou velkou zajímavostí Krkonoš, protože vznikly opakovaným táním a mrznutím (HOLÝ, 2010).

Koncem třetihor vznikaly krasové jevy v ostrůvcích karbonátových hornin (vápenec a dolomit) situované v mladším komplexu krystalických břidlic. Obce Maršov a Horní Albertice jsou známé jeskynními systémy.

Nutno dodat, že se pohoří Krkonoš neustále přeměňuje a dotváří díky zvětrávání a erozním procesům. Méně výraznými činiteli jsou soliflukce, sněhové laviny nebo nivální eroze, které působí neustále. Důležitým činitelem změn v Krkonoších je člověk, který svojí antropogenní činností (výstavba sídel a komunikací, hornické činnosti) výrazně ovlivňuje tvar pohoří (HOLÁŇOVÁ, 2004).

### 1.5.2 Klima

Krkonoše patří spolu s pohořím Hrubého Jeseníku k nejvyšším pohořím v ČR. Je zde přítomné alpské pásmo. Průměrná nadmořská výška dosahuje hodnoty 901 m. n. m., a proto je zde chladné klima. V Krkonoších převládá chladné a vlhké severní a severozápadní proudění. To je doprovázeno nízkými průměrnými teplotami a celoročním velkým množstvím atmosférických srážek. Dalším faktorem, který značně ovlivňuje klima hor, kromě nadmořské výšky, je zeměpisná poloha. Střední Evropa se nachází v mírném pásu, kde se periodicky střídají roční období. Průměrné roční teploty se v nejvyšších polohách Krkonoš pohybují málo stupňů nad bodem mrazu. Na Sněžce dosahuje průměrná teplota 0,2°C, na Černé hoře 5°C, na Luční hoře 3°C a v podhůří se průměrná teplota pohybuje kolem 8°C. Nejmrazivějším měsícem je leden, kdy teplota klesá až - 20°C. Nejteplejším měsícem je červen, kdy teploty stoupají až k 30°C (HOLÝ, 2010).

### 1.5.3 Flóra

Flóra Krkonoš se pyšní výjimečnými a unikátními druhy rostlin. Na území KRNAP se navzdory malé rozloze nalézá 1250 druhů cévnatých rostlin. Tato hodnota představuje téměř polovinu celkového množství cévnatých druhů rostlin v ČR. Druhovú diverzitu bezcévných rostlin (mechorostů, řas), hub a lišejníků je v Krkonoších také velmi vysoká. Glaciální relikty potvrzují, že kdysi na území NP působil ledovec. Mezi nejznámější třetihorní relikty Krkonoš patří z cévnatých rostlin např. ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*), lomikámen sněžný (*Saxifraga nivalis*) a z bezcévných rostlin je to pak rašeliník Linbergův (*Sphagnum lindbergii*). Doba ledová měla velký vliv na vznik endemických druhů (organismů, které se vyskytují pouze na jediném místě na světě). Příkladem zástupců krkonošských endemitů mohou být z rostlinné říše jeřáb sudetský (*Sorbus sudetica*), lomikámen pižmový (*Saxifraga moschata*), bedrník skalní (*Pimpinella saxifraga*), zvonek český (*Campanula bohemica*) a mnoho druhů jestřábníků (HOLÝ, 2010).

#### 1.5.4 Vertikální členění Krkonoš

Krkonoše jsou dle vertikálního hlediska rozčleněny do 4 vegetačních výškových stupňů. Jedná se o stupeň submontánní, montánní, subalpínský a alpínský.

Submontánní stupeň (od 400 m. n. m. do 800 m), je též nazýván jako vrchovinný. V této oblasti se přirozeně vyskytují biotopy různých typů bučin a suťových lesů, v současnosti zde převažují biotopy lesních kultur s nepůvodními jehličnatými dřevinami. Převažujícími druhy listnatých dřevin jsou v tomto vegetačním stupni javor klen, buk lesní, jasan ztepilý, olše šedá a modřín opadavý, který je hojnější na polské straně (HOLÝ, 2010). Dominanty bylinného patra tvoří česnek medvědí, vraní oko čtyřlísté, lilie zlatohlavá, sasanka hajní a kyčelnice devítilistá (KRKONOŠE, 2022).

V montánním stupni (800 m. n. m. až 1200 m. n. m.), označovaném také jako horský, se dochovaly zbytky původních biotopů smrčin. Přirozený výskyt smrku je ve větší míře omezen právě na horský stupeň. Sekundární porosty rostou vzhledem k vyšší nadmořské výšce a krátké vegetační sezóně pomalu a nevyplácí se pěstovat. Pozoruhodná je vlajková forma smrku s větvemi orientovanými k jedné straně vznikající působením silného větru. V bylinném patře se často vyskytují traviny jako je metlička křivolaká, brusnice borůvka, sedmikvítek evropský nebo podbělice alpská. Na vlhčích stanovištích se objevuje starček hajní, kaprad' samec nebo mléčivec alpský. Místy se objevují endemické druhy violka sudetská, zvonek český, jestřábníky a arnika chlumní (KRKONOŠE, 2022).

Subalpínský stupeň (1200 m. n. m. až 1450 m. n. m.) bývá též nazýván jako klečový. Často se zde vyskytují biotopy subarktických rašelinišť a smilkových luk. Vzhledem k velké proměnlivosti a extrémním teplotám patří často zde žijící organismy mezi druhy tzv. „krkonošské tundry“. V keřovém patře jsou nápadné polykormony borovice kleče (*Pinus mugo*) a v bylinném patře se často objevuje smilka tuhá (*Nardus stricta*), vřes obecný a keříky z rodu brusnice. Vzácně se zde objevují endemické druhy a glaciální relikty jako jsou např. ostružiník moruška a hořec tolitovitý (HOLÝ, 2010; KRKONOŠE, 2022).

Alpínský stupeň (1450 m. n. m. – 1602 m. n. m.) se vyznačuje krátkou vegetační dobou nepřesahující 3 měsíce v celém roce (KRKONOŠE, 2022). Patří sem oblasti nejvýše položené, převážně vrcholy krkonošského horského hřebene, například Luční Hora, Kotel, Studniční hora či nejvyšší hora ČR Sněžka. Organismy osidlující vrcholy se často řadí mezi mechrosty a lišejníky (HOLÝ, 2010). V bylinném patře alpínského stupně jsou místy nápadné sítina rozkladitá, rozrazil chudobkovitý, jestřábníky, bika klasnatá nebo koniklec bílý (KRKONOŠE, 2022).

## 1.6 Ellenbergovy indikační hodnoty

„Ellenbergovy indikační hodnoty (EIH, ELLENBERG et al., 1992) představují soubor hodnot, které vypovídají o pozici realizovaného životního optima rostlin podél základních ekologických gradientů jako je světlo, teplota, kontinentalita, vlhkost, živiny, půdní reakce a také salinita. Koncept indikačních hodnot vychází z běžné terénní zkušenosti. Mnoho druhů je svým výskytem vázáno na stanoviště, která svými vlastnostmi vyhovují jejich ekologickým nárokům. Pokud známe ekologické nároky jednotlivých druhů, jsme z nich do určité míry schopni odvodit ekologické vlastnosti stanovišť, kde rostou.“ (ZELENÝ, 2012, str. 159).

Ellenbergovy hodnoty lze použít jak pro cévnaté rostliny, tak pro mechorosty a lišejníky, které jsou hlavními objekty bakalářské práce. Jednotlivé EIH se vyskytují ve stupnici od jedné do devíti, kdy jedinou výjimku tvoří vlhkost, která má stupňů celkem dvanáct. Poslední tři čísla v tabulce se týkají vodních druhů a míry zatopení rostliny (ZELENÝ, 2012).

Hlavní stupně hodnot EIH představují lichá čísla 1, 3, 5, 7 a 9, sudá čísla 2, 4, 6, 8 označujeme jako mezistupně. Jednotlivé hodnoty a stupně budou v následujících řádcích vysvětleny a popsány (ZELENÝ, 2012).

Teplotní číslo (T), popisuje rozšíření druhů v rámci teplot (hlavně vzhledem k zeměpisné šířce a nadmořské výšce), kdy je:

1 – Velmi chladná oblast (alpínská či boreálně-arktická oblast, hlavně hory), 3 – chladná oblast (arktický – nivální stupeň či subalpínská a temperátně-borální oblast), 5 – přechodná oblast (nižší horské stupně či speciální mikrohabitaty), 7 – teplá oblast (kolinní či planární stupeň, hlavně nížiny), 9 – extrémně teplé oblasti (oblast submediteránu), (ELLENBERG et al., 1992)

Světelné hodnoty (L) popisují vztah jednotlivých druhů k relativní intenzitě osvětlení, kdy je:

1 – velký zástin, 3 – mírný zástin, 5 – polostín, 7 – mírné oslunění, 9 – maximální oslunění (ELLENBERG et al., 1992)

Kontinentální hodnoty (K) popisují výskyt druhů v rámci kontinuity, kdy je: 1 – oceánské, 3 – suboceánské, 5 – kontinentálně vyhraněné, 7 – subkontinentální, 9 – kontinentální (ELLENBERG et al., 1992)

Vlhkostní číslo (F) popisuje výskyt druhů v rámci míry půdní vlhkosti, kdy je: 1 – velmi suchá půda, 3 – suchá půda, 5 – mezická půda, 7 – vlhká půda, 9 – zamokřená půda,

10 až 12 – vodní druhy, kdy stupeň 12 bude nejvíce zatopený druh. (ELLENBERG et al., 1992)

Číslo reakčnosti (R) popisuje rozsah půdních reakcí a s ním výskyt druhů, kdy je: 1 – extrémně kyselá půda, 3 – kyselá půda, 5 – středně kyselá půda, 7 – neutrální, 9 – zásaditá půda (ELLENBERG et al., 1992)

Číslo dusíku (N) popisuje míru zásobování živinami a s ním výskyt druhů, kdy jsou: 1 – extrémně chudá stanoviště, 3 – oligotrofní (chudá) stanoviště, 5 – mezotrofní (středně chudá) stanoviště, 7 – eutrofní (bohatá) stanoviště, 9 – extrémně úživná (velmi bohatá) stanoviště (ELLENBERG et al., 1992)

Číslo solí (S) popisuje výskyt druhů podle koncentrace solí, kdy jsou: 1 – organismy nesnášející soli až 9 – organismy snášející velmi vysoké koncentrace soli (halofilní) (ELLENBERG et al., 1992)

Čísla 2, 4, 6, 8 pak vyjadřují jednotlivé mezistupně (ELLENBERG et al., 1992).

EIH pro lišejníky byly získány z práce WIRTH, 2010. EIH pro mechorosty byly převzaty z práce HILL. et al., 2007. Další prací, z které je možné čerpat EI hodnoty pro zkoumané organismy je SUTTON et al., 2004.

## 1.7 Determinace

Určování mechorostů je časově velmi náročné, protože jsou malé a jen málo z nich lze určit přímo v terénu. Mechorosty představují fylogeneticky velmi starou a taxonomicky poměrně složitou skupinu. Determinace mnoha rodů je pro začátečníka obtížná, a proto jsem musela téměř všechny nasbírané vzorky mikroskopovat. Mezi nejvýznamnější znaky používané při identifikaci mechorostů jsou velikost a tvar lístků, jejich okraj, tvar buněk a charakter žebra (mechy), případně tvar a velikost siličných tělísek (jätrovky). Některé druhy mechů střední žebro nemají, u jiných druhů prochází pouze do poloviny listů, další druhy mohou mít žebro protažené v úzkou, dlouhou špičku. Jedním z nejobtížněji determinovatelných druhů je rod *Brachythecium*, u kterého žebro většinou přesahuje i špičku listu a významné jsou velikost a tvar křídelných buněk na bázi listu. Velmi důležitým znakem je tvar a velikost tobolky, které jsou u každého druhu jiné. U některých druhů je tobolka natolik specifická, že lze bez listu správně určit mechorost do druhu. V některých případech bylo nutné zhotovit a pozorovat příčné řezy lístků (*Polytrichum*, *Atrichum*,

*Pogonatum*), abych zjistila tvar a počet buněk fotosyntetických lamel. Identifikaci někdy urychlilo zbarvení lodyžky, která je u rodu *Pleurozium*, *Rhitidiadelphus*, *Hylocomium*, na rozdíl od jiných mechů, celá zbarvená do červena.

## **1.8 Vápnomilné organismy**

Rostliny velmi citlivě reagují na pH prostředí, ve kterém žijí. Podle druhového složení společenstva je možné přibližně určit složení geologického podkladu. Vápence jsou obecně druhově bohatší. Podobně reagují na minerální složení substrátu také mechorosty a lišejníky. Ekologické nároky zmíněných organismů charakterizují Ellenbergovy indikační hodnoty, které jsem využila pro klasifikaci druhů do několika skupin. Tato metoda není mezi bryology a lichenology příliš používaná, ale pro odborníka bez zkušeností s určováním mechorostů a lišejníků je velmi užitečná a velmi mi pomohla při jejich klasifikaci.



## 2 Metodika

Bakalářská práce je součástí rozsáhlejšího projektu, který kromě saxikolních lišejníků a mechorostů řeší také výskyt cévnatých rostlin a epifytických lišejníků. Vzhledem ke všem zahrnutým skupinám byl zohledněn výběr lokalit. Studované plochy jsou lokalizovány v místech výskytu válečných opevnění v lesních biotopech na území KRNAP (celkem 49 ploch, viz mapa níže). Pro přehlednost jsou plochy součástí 6 lokalit (Kořenov, Jizerský důl, Harrachov – Rýžoviště, Špindlerův mlýn – Dívčí lávky, Dolní Lysečiny a Rýchory – Dvorský les). Všechny lokality jsou lokalizované v lesních biotopech s převahou jehličnatých lesů s nepůvodními jehličnatými dřevinami, horských klenových bučin, acidofilních bučin a suťových lesů. Největší počet ploch obsahují lokality Dolní Lysečiny a Rýchory – Dvorský les. Ostatní (Kořenov, Jizerský důl, Harrachov, Rýžoviště a Špindlerův Mlýn) jsou počtem ploch chudší. Výběr nebylo možné upravit z důvodu omezeného výskytu opevnění.

Zápis dat v terénu jsem prováděla ručně do bloku. Mikrolišejníky jsem v terénu pozorovala botanickou lupou se zvětšením 10x. V terénu obtížně identifikovatelné druhy mikrolišejníků jsem opatrně odebrala do sáčku pro pozdější determinaci v laboratoři. Stejným způsobem probíhal sběr dat mechorostů. K determinaci vzorků v laboratoři byla použita stereolupa Olympus SZ a mikroskop Olympus BX53 DIC. Nomenklatura lišejníků je sjednocena dle katalogu lišejníků portálu ISOP (ISOP, 2022). Nomenklatura mechorostů je sjednocena dle katalogu mechorostů databáze BRYOWEB (BRYOWEB, 2022). K determinaci byly použity klíče a atlasy WIRTH et al., 2013; SMITH et al., 2009; BRYOWEB, 2022; LÜTH, 2022 a BBS, 2022. Hodnoty Ellenbergových indikačních hodnot byly pro lišejníky převzaty z práce WIRTH, 2010. Hodnoty EIH mechorostů byly převzaty z práce HILL et al., 2007.

Mapové podklady byly zpracovány v aplikaci QGIS. Linie s hranicí KRNAP byla získána z portálu ISOP (ISOP, 2022). WMS mapového podkladu Google terrain byla získána z mapového portálu GoogleMap (GOOGLE, 2022). Během monitoringu byl pro účely výskytu epifytických lišejníků zjišťován také zástin korun (Cannopy Opennes). Hodnoty CO studovaných ploch jsem převzala z práce PŮLPÁNOVÁ, 2022.

## 3 Výsledky

### 3.1 Lokality

49 monitorovaných ploch (opevnění, bunkrů) jsem pro zjednodušení rozdělila na 6 lokalit: Dvorský les (plochy 1–13), Dolní Lysečiny (14–31), Kořenov (32–38), Harrachov (39–40), Jizerský důl (41–45), Špindlerův mlýn (46–49). Plochy lze také roztrdit podle typu lesního biotopu: acidofilní bučiny, horské klenové bučiny, suťový les a lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami. Z hlediska lišejníků nemá třídění podle biotopů význam, zajímalo mě, jak by mohlo ovlivnit druhovou diverzitu mechorostů.

### 3.2 Vápnomilné lišejníky

S pomocí Ellenbergových indikačních hodnot (pH 8–9) jsem stanovila vápnomilné lišejníky, které jsou v následující části řazeny abecedně:

*Bilimbia sabuletorum* (45 výskytů na plochách, pH 8, šálečka píscomilná) je lišejník, který vytváří zrnitě bradavčitou šedozelenou stélku a pokrývá rostliny mechorostů. Ze šupin vyrůstají žluté nebo světle hnědé miskovité plodnice, které později stárnutím tmavnou a zralé jsou charakteristické tmavšími a světlejšími skvrnami. Tento druh je hojný na vlhkých a zastíněných bazických skalách a zdech, někdy se také nachází na kořenových náběžích a na borce listnatých stromů, pokud se v okolí práší (HALDA et al., 2016).

*Caloplaca citrina* (1 výskyt na ploše, pH 9, krásnice citronová) vytváří nápadně žlutou či oranžově-žlutou barvu. V našich podmínkách netvoří plodnice. Porůstá substráty s vysokým obsahem vápíku. Preferuje stinná a vlhká místa (BUNGARTZ, 2013).

*Candelariella aurella* (3 osídlené bunkry, pH 9, svícníček vápnomilný) je kosmopolitně rozšířený lišejník, který má stélku jemně zrnitou a zdobí ho malé miskovité plodnice. Barva stélky je žlutá a kolonizuje betonové patníky a zídky. Obecně druh často obsazuje stanoviště, která vznikla antropogenní činností (HALDA et al., 2016).

*Gyalecta jenensis* (1 výskyt na ploše, pH 9, kryptovka koflíkovitá) je mikrolišejník, který vytváří nápadné oranžové skvrny. Zbarvení způsobují volně rostoucí vlákna fotobionta, řasy z rodu *Trentepohlia*, jejíž další druhy běžně rostou volně v přírodě například na kamenech nebo borce stromů. Stélka lišejníku je nezřetelná, barva přechází od oranžové do šedorůžové nebo v suchém stavu do šedé. Miskovité plodnice jsou ve vlhkém stavu růžové, suché jsou šedé. Porůstá zastíněná a vlhká stanoviště s vysokým obsahem vápíku jako např. betonové zídky a vápencové skály (HALDA et al., 2016).

*Lecanora dispersa* (21 výskytů na plochách, pH 8, misnička roztroušená) vytváří stélku v podobě nepravidelně roztroušených zrněk. Tvoří bílé plodnice pokrývající substrát skoro souvislou vrstvou. Jejich okraje jsou lehce vroubkované a hladké. Středová část plodnic pak

mívá žlutou barvu nebo někdy až olivově hnědou. Vyskytuje se na nejrůznějších bazických substrátech s obsahem vápníku. Často roste na zaprášené borce stromů, betonových stavebách, patnících nebo schodech (HALDA et al., 2016).

*Lecanora saxicola* (5 výskytů na plochách, pH 8, misnička zední) je přezdívána jako žvýkačkový lišejník. Toto pojmenování si získala tím, že porůstá chodníky a připomíná rozšlápnutou žvýkačku. Stélka těsně přirůstá k podkladu, má výrazný laločnatý okraj, a proto se tento typ stélky označuje jako plakodiovitá. Dorůstá velikosti až 10 cm v průměru. Barva stélky se podle podmínek liší. Obvykle je žlutošedá, žlutozelená až hnědá. Ve středu stélky se vytvářejí šupiny a políčka. Misnička porůstá obklady, které jsou bohaté na vápník a roste na předmětech bohatých na živiny a těmi mohou být například zaprášené dřevo, beton, kůže či kov nebo stará pneumatika (HALDA et al., 2016).

*Lecidella stigmatea* (25 výskytů na plochách, pH 9, šálečka tečkovaná) vytváří šedou až hnědou, často rozpraskanou, korovitou stélku. Stélka je na substrátu patrná jako okrouhlé skvrny velikosti 2 až 8 cm v průměru. Černé plodnice jsou miskovité (1–2 mm v průměru). Na mikroskopickém svislém řezu plodnicí je svrchní okraj hymenia (epitecium) zbarvený zeleně. Lišejník roste na substrátech obohacených vápníkem jako jsou vápencové skály, v městech zídky, patníky a pomníky (HALDA et al., 2016).

*Placynthium nigrum* (1 osídlený bunkr, pH 9, placynthium černé) je druh lišejníku, jehož růžicovitá stélka má tmavohnědou, někdy i černou barvu. Barva stélky je způsobena fotobiontem sinicí z rodu *Dichotrix*. Okraje stélky bez buněk fotobionta (tzv. prothallus) jsou zbarvené nápadně modročerně. Černé miskovité plodnice hustě vyrůstají z povrchu stélky. Roste často na slínovcových a vápencových skalách, také na maltě a betonu. Kromě tropických oblastí se lišejník vyskytuje kosmopolitně (HALDA et al., 2016).

*Protoblastenia rupestris* (30 výskytů na plochách, pH 9, psora skalní) je druhem, který vytváří korovitou, políčkovitou, šedozelenou stélku. Osídluje zastíněné vápencové skalky a zídky z betonu. Plodnice tohoto druhu jsou oranžové bez výrazného okraje. Hustě vyrůstají po celém povrchu stélky (HALDA et al., 2016).

*Sarcogyne regularis* (20 výskytů na plochách, pH 9, drobnovýtruska pravidelná) vytváří slabou stélku šedobílé barvy. Plodnice lišejníku jsou červenohnědé, okrouhlé, se světlým ojíněním na povrchu, těsně přiléhající k substrátu. Roste na vápencových skalách a betonových patnících hojně po celé České republice (HALDA et al., 2016).

*Verrucaria muralis* (46 výskytů na plochách, pH 9, bradavnice zední), je druh, jehož stélka je velmi nezřetelná. Její zbarvení je bělavé, někdy až hnědé, povrch je hladký a může být rozpraskaný. Na podkladu vytváří stélka skvrny různé velikosti. Plodnice bradavnice mají polokulovitý či kuželovitý tvar a jsou chráněny obalem označovaným jako involukrelum (ORANGE, 2013). Lišejník se hojně vyskytuje na vápencích a často bývá na kyselých skalách

a kamenech, které jsou mírně obohacené o vápník. Bradavnice se v české republice řadí k nejhojnějším lišejníkům a můžeme ji pozorovat i na chodnících a patnících (HALDA et al., 2016).

*Verrucaria nigrescens* (3 výskyty na plochách, pH 9, bradavnice černavá) vytváří silnou a souvislou korovitou stélku. Hnědá stélka je výrazně políčkovitě rozpraskaná. Uzavřené černé plodnice typu peritecium jsou chráněné pevným obalem. Bradavnice porůstá vápencové skály a další substráty bohaté na vápník. Někdy kolonizuje patníky a zídky z betonu (HALDA et al., 2016).

### 3.3 Vápnomilné mechorosty

S pomocí Ellenbergových indikačních hodnot jsem stanovila následující vápnomilné mechorosty:

*Brachythecium glareosum* (9 výskytů na plochách, pH 8, baňatka štěrková) je poměrně robustní mech. Barva je bělavě zelená, místy žlutozelená a vyznačuje se vysokým leskem. Plazivé lodyžky mechu vytváří rozvolněné polštářky o průměru až 10 cm. Druh se od ostatních druhů rodu baňatka odlišuje výraznými zoubky pod špičkou lístku a jednoduchým žebrem vybíhajícím do poloviny nebo dvou třetin délky listu. Křídelní buňky jsou malé a čtvercovité, ve střední části se čárkovitě prodlužují. Porůstá podklady bohaté na vápník (zídky, skály, kameny, balvany). Roste i pod keři v rozvolněných místech a v xerothermních trávnících. Vyhýbá se vlhkým stanovištím (KUČERA, 2010).

*Bryoerythrophyllum recurvirostrum* (4 výskyty na ploše, pH 7, klenice načervenalá) je druh mechu s rezavou spodní stranou a zelenou špičkou. Dorůstá výšky 1 cm a tvoří husté nebo rozvolněné trsy. Na mikroskopickém preparátu lístku je patrné silné žebro, které nejčastěji končí pod špičkou listu. Vyskytuje se často rudérálně na místech jako jsou staré zdi, beton nebo skály (KUČERA, 2004).

*Bryum capillare* (16 výskytů na plochách, pH 7, prutník chluponosný) je mech až 5 cm vysoký, zbarvený zeleně až hnědo-zeleně a často vytváří husté trsy. Žebro mechu je silné a končí buď pod špičkou nebo ze špičky vybíhá hrot. Nejčastěji se vyskytuje ve štěrbinách vápencových skal, kamenech a zídkách, ale může obývat i báze stromů a otevřenou zem. Prutník preferuje zastíněnější místa (KUČERA, 2017).

*Encalypta streptocarpa* (11 výskytů na plochách, pH 8, čepičatka točivá) je šedavě zelený až žlutozelený mech vytvářející rozsáhlé porosty vysoké až 6 cm. Lístek má silné žebro, které končí pod špičkou listu a může být zbarveno více barvami jako je zelená, hnědá nebo červenohnědá. Horní část listu tvoří šestiboké nebo někdy čtvercovité buňky. Mech preferuje místa, která jsou zastíněná a nejoblíbenějšími substráty vzhledem k pH čepičatky

bývají vápencové skály a betonové nebo maltové substráty (HALDA et al., 2016, KUČERA, 2006).

*Pseudoamblystegium subtile* (20 výskytů na plochách, pH 7, rokytnatka útlá) je drobný a jemně vláknitý mech tvořící povlaky v kterých jsou rostlinky vzájemně propletené. Lodyhy dorůstají v příznivých podmínkách až 4 cm. List rokytnatky má krátké žebro, které sahá do poloviny listu (VÁŇA, 2005). Nejčastějším místem, které rokytnatka obývá, jsou kořeny a kůra stromů, kdy nejoblíbenějšími osidlovanými druhy jsou buky a javor klen. Dalším oblíbeným stanovištěm jsou právě vápencové substráty jako jsou skály nebo kameny (ZMRHALOVÁ, 2022).

*Pseudoleskeella nervosa*, (1 výskyt na ploše, pH 7, řetízkovec žilnatý) je mech vytvářející hustý porost přitíštěný k podkladu. Mech je tmavě zelený až černý. Lístek má silné žebro, které dosahuje až ke špičce listu (KUČERA, 2007).

*Serpoleskea confervoides* (2 výskyty na ploše, pH 9, rokytnatka nejjemnější) je velmi drobný mech. Mladé rostlinky jsou tmavozelené, stárnutím hnědnou až černají. Lístky tohoto druhu postrádají žebro. Rokytnatka je ruderalní druh, který s oblibou osidluje stanoviště s vysokým obsahem vápníku (např. zídky a skály) (VÁŇA, 2005).

*Schistidium apocarpum* (19 výskytů na plochách, pH 7), česky klanozoubek obecný. Roste ve volných, někdy hustých tmavozelených trsech a porostech. Může nabývat rozměrů od 2 cm do 10 cm. Žebro je nejsilnější u báze lístků a vybíhá v bezbarvý chlup. Klanozoubek má rád stinná místa a často se vyskytuje blízko vod. Osidluje bazické substráty jako jsou skály a zídky (HALDA et al., 2016; KUČERA, 2004).

*Syntrichia ruralis* (1 osídlený bunkr, pH 7, rourkatec obecný) patří mezi mechy rostoucí terikolně, ale vzácně může růst i epiliticky či epifyticky. Roste v hustých tmavozelených trsech na exponovaných stanovištích. Špičaté žebro lístku vybíhá v hyalinní a silně ozubený chlup (GUTZEROVÁ, 2009).

### 3.4 Acidofilní lišejníky

S pomocí Ellenbergových indikačních hodnot jsem stanovila následující acidofilní lišejníky:

*Lepraria finkii* (22 výskytů na plochách, pH 6, prášenka laločnatá) je lišejník se sterilní, korovitou, zelenošedou až modrošedou stélkou. Roste téměř všude, protože snáší vysoké rozpětí pH. Prášenka je běžná na zastíněných kmenech stromů a na mechu na zastíněných skalách, kde často přerůstá mechorosty (BUNGARTZ, 2013).

*Cladonia furcata* (2 osídlené bunkry, pH 4, dutohlávka rozsochatá) patří mezi lišejníky s keříčkovitou stélkou, jejíž větve hustě porůstají šupiny 2–5 mm v průměru. Barva šupin je olivově zelená, někdy až hnědavá. Okraje jsou laločnaté. Plodnice lišejníku *Cladonia* jsou hnědé, objevují se však poměrně vzácně. Dutohlávka je běžná na skalách pokrytých

humusem, často se objevuje na vřesovištích mezi mechorosty. Je běžná na lesních okrajích, kde nedochází k časté disturbanci (HALDA et al., 2016).

*Lepraria membranacea* (4 výskyty na ploše, pH 4, prášenka blanitá) je nejlépe poznatelným druhem svého rodu. Nejčastějším stanovištěm, kde tento lišejník můžeme najít, jsou kyselé skály, báze stromů a mechem porostlá borka stromů. Druh je rozšířen kosmopolitně (MALÍČEK et al., 2022).

*Trapeliopsis gelatinosa* (3 výskyty na ploše, pH 2, šálečka rosolovitá) je druhem lišejníku osidlujícím vlhkou humózní půdu. Nejčastější je v horských oblastech, kde vytváří povlaky. Je běžný v pískovcových oblastech na skalách, porůstá tlející dřevo a mechorosty (MALÍČEK et al., 2022).

*Lepraria incana* (2 výskyty na ploše, pH 3, otrus ošedivělý) je lišejník, který se vyznačuje zelenomodrou práškovitou a drobovitou stélkou. Nejoblíbenějším místem tohoto lišejníku je borka stromů, nicméně se nachází i na povrchu skal, balvanů a betonového opevnění.

*Bacidina sulphurella* (2 výskyty na ploše, pH 6, hůlkovka sírová) je mikrolišejník, který má šedozeleň, jemně zrnitou stélku. Miskovité plodnice jsou šedohnědé. Vyskytuje se hojně na bázích kmenů listnatých stromů (HALDA et al., 2016).

*Cladonia coniocraea* (1 výskyt na ploše, pH 4, dutohlávka jehlicovitá) vytváří dvoutvarou stélku složenou z přízemní šupinovitě, olivově zelené až šedozeleň stélky. Okraje šupin jsou vroubkované. Mezi šupinami vyrůstají šídlovitá podecia zakončená vzácně hnědými plodnicemi. Dutohlávka roste na celém území ČR, hlavně mezi mechorosty, na bázích kmenů stromů, na skalách, na lesním humusu a trouchnivějících pařezech (HALDA et al., 2016).

*Cladonia fimbriata* (1 výskyt na ploše, pH 4, dutohlávka třásnitá) je lišejník s dvoutvarou stélkou složenou z šupin a trubičkovitých podecií. Zelenošedé šupiny jsou na spodní straně bílé a po okrajích vroubkované. Podecia jsou pohárkovitého tvaru, v dolní části jsou úzké, ve vrchní části se náhle rozšiřují. Dorůstají výšky 1–3 cm. *Cladonia fimbriata* porůstá lesní humus, je častým druhem lesů a vřesovišť. V prosvětlených okrajích lesa často porůstá pařezy a často ji nalezneme na skalách mezi mechorosty (HALDA et al., 2016).

*Micarea micrococca* (1 výskyt na ploše, pH 4, třpytka trávovězelená) patří mezi velmi nenápadné mikrolišejníky. Vytváří tmavozelenou, korovitou, zrnitou stélku, z které často vyrůstají šedé miskovité plodnice. Dobře snáší silné zastínění, a proto je nejčastějším lesním druhem. Třpytka je běžná na kmenech stromů, vývratech a pařezech (MALÍČEK et al., 2022).

### 3.5 Acidofilní mechorosty

Nejčastějšími zjištěnými acidofilními mechorosty byly:

*Sanionia uncinata* (24 výskytů na plochách, pH 4, srpnatka háčkovitá) je světlezelený mech osidlující často stinná stanoviště. Lodyžky jsou plazivé nebo poléhavé, slabě lesklé

a v optimálních podmínkách mohou dorůst výšky až 10 cm. Druh je nápadný drápkovitě zahnutými lístky s žebrem, které končí ve špičce listu. Nejčastějším místem výskytu tohoto mechu je borka stromů, tlející dřevo, holá půda, kameny a skály (VÁŇA, 2005). Je častý ve vyšších polohách, kde nahrazuje druh *Hypnum cupressiforme*, který jsem rovněž na několika plochách potvrdila.

*Dicranoweisia cirrata* (17 výskytů na plochách, pH 4, křídlečka zprohýbaná) je mech, který dorůstá výšky 2 cm a tvoří tmavě zelené polštářky nebo trsy. Jeho lodyžky jsou opatřeny vlášením. *Dicranoweisia cirrata* je častým epifytickým a epixylitickým mechem porůstajícím listnaté stromy od středních do nižších poloh. Častý je také na kyselých skalách (KUČERA, 2005).

*Hypnum cupressiforme* (16 výskytů na plochách, pH 4, rokyt cypřišovitý) představuje pleurokarpní mech střední velikosti, který ale může vytvářet rozsáhlé porosty. Zbarvení závisí na míře osvětlení: ve stínu je zelený a na slunci spíše zelenožlutý až žlutohnědý. Spodní strana plazivé lodyžky je zbarvená do purpurova, hnědozelená nebo žlutozelená. Lístky rokytu jsou nápadně lesklé, na lodyžce pravidelně uspořádané (mech stavbou lístků připomíná zapletený cop). Okraje lístku jsou špičkou slabě zoubkaté. Žebro bývá krátké, dvojité a nezřetelné. Buňky listu jsou vřetenovité, někdy až čárkovité. Druh se vyskytuje kosmopolitně na silikátových substrátech (KUČERA, 2020).

*Polytrichum formosum* (13 výskytů na plochách, pH 3, ploník ztenčený) představuje jeden z nejhojnějších lesních mechů s rozšířením v horských oblastech. Robustní druh dorůstá výšky 15–20 cm. Lístky mechu jsou za sucha stočené více ke středu a přitisknuté k lodyze. Na koncích vybíhá žebro v ostrou špičku. Je nejběžnějším druhem ploníku v ČR (GUTZEROVÁ, 2009).

*Plagiomnium affine* (12 výskytů na lochách, pH 6, měřík příbuzný) je dalším běžným druhem mechu. Lodyžky jsou sivě zelené, dorůstají výšky do 5 cm. Hlavním determinačním znakem jsou oválné lístky, které jsou oproti ostatním zmíněným mechům hodně velké a pod mikroskopem zubaté. Žebro lístku je silné a vybíhá ze špičky v krátký hrot. Za sucha je lodyžka mechu silně pokroucená.

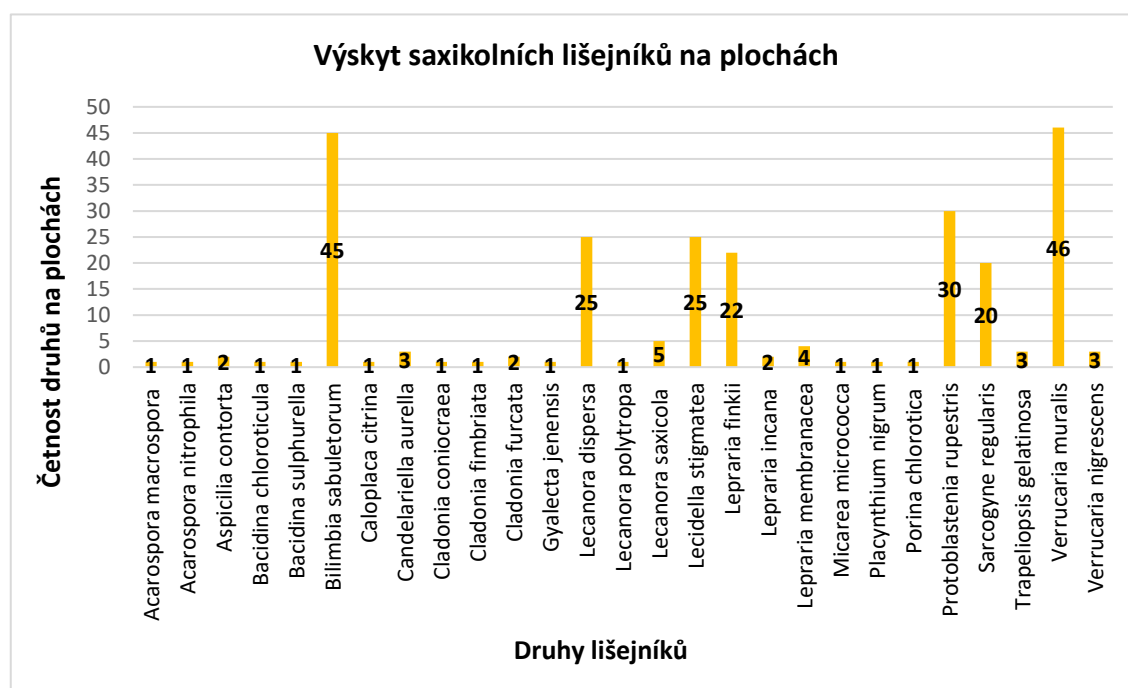
Vzhledem k obsáhlosti seznamu acidofilních mechorostů zmíním další druhy jen jmenovitě.

*Dicranum scoparium* (7 výskytů na plochách, pH 3), *Sciuro-hypnum populeum* (7 výskytů na plochách, pH 6), *Brachythecium rutabulum* (6 výskytů na plochách, pH 6), *Brachythecium salebrosum* (6 výskytů na plochách, pH 6), *Plagiomnium undulatum* (6 výskytů na plochách, pH 6), *Plagiothecium curvifolium* (5 výskytů na plochách, pH 3), *Rhizomnium punctatum* (5 výskytů na plochách, pH 5), *Hylocomium splendens* (4 výskytů na plochách, pH 4),

*Brachytheciastrum velutinum* (3 výskyty na plochách, pH 6), *Dicranodontium denudatum* (3 výskyty na plochách, pH 3), *Dicranum montanum* (3 výskyty na plochách, pH 3), *Pleurozium schreberi* (3 výskyty na plochách, pH 2), *Brachythecium rivulare* (2 výskyty na plochách, pH 6), *Chiloscyphus cuspidatus* (2 výskyty na plochách, pH 4), *Dicranella heteromalla* (2 výskyty na plochách, pH 3), *Oxyrrhynchium hians* (2 osídlené bunkry, pH 6), *Plagiochila porelloides* (2 výskyty na plochách, pH 6), *Brachythecium albicans* (1 výskyt na ploše, pH 6), *Brachythecium mildeanum* (1 výskyt na ploše, pH 6), *Bryum moravicum* (1 výskyt na ploše, pH 6), *Campylopus introflexus* (1 výskyt na ploše, pH 2), *Cephalozia bicuspidata* (1 výskyt na ploše, pH 2), *Chiloscyphus profundus* (1 výskyt na ploše, pH 4), *Conocephalum conicum* (1 výskyt na ploše, pH 6), *Plagiochila asplenioides* (1 výskyt na ploše, pH 6), *Pellia neesiana* (1 výskyt na ploše, pH 5), *Pohlia cruda* (1 výskyt na ploše, pH 5), *Pylaisia polyantha* (1 výskyt na ploše, pH 5), *Ptilidium ciliare* (1 výskyt na ploše, pH 2), *Racomitrium sudeticum* (1 výskyt na ploše, pH 2).

### 3.6 Druhová diverzita ploch

Druhovou diverzitu všech zjištěných lišejníků znázorňuje graf. č. 1.



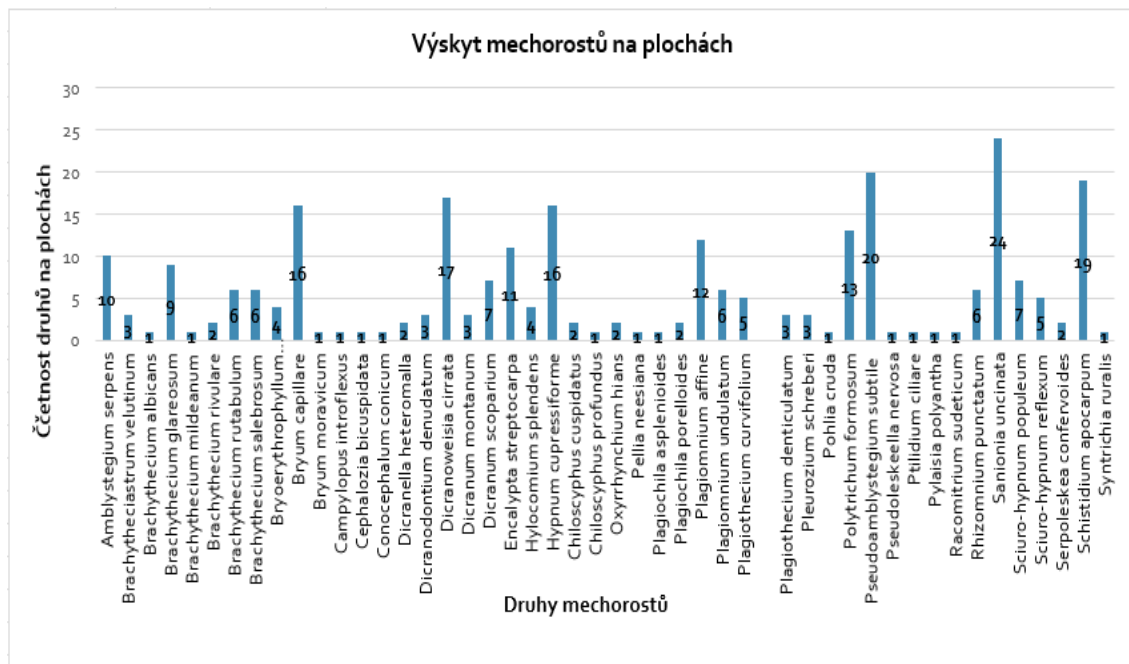
Na 49 plochách jsme našli celkem 27 různých druhů lišejníků. Nejčetnější byly lišejníky *Bilimbia sabuletorum* (45) a *Verrucaria muralis* (46). Více než 20 výskyty se vyznačovaly *Lecanora dispersa* (21), *Lecidella stigmatea* (25), *Lepraria finkii* (22), *Protoblastenia rupestris* (30) a *Sarcogyne regularis* (20). Na 4 plochách byl zjištěn druh *Lepraria*



*membranacea* a na 3 plochách *Candelariella aurella*. Ostatní druhy se vyskytovaly na 1–2 plochách.

Korovitá stélka je nejčastější životní formou zjištěných druhů. Tato forma stélky se na betonovém povrchu monitorovaných opevnění udrží nejlépe.

Druhovou diverzitu všech zjištěných mechorostů znázorňuje graf. č. 2.



Na 49 plochách bylo nalezeno celkem 47 druhů mechorostů. V porovnání s lišejníky je počet druhů mnohem vyšší a hlavním důvodem je mnohem větší tolerance mechorostů k zastínění a větší vlhkosti a také, že mechorostů je celkově větší množství.

Mechorosty se dle taxonomického hlediska rozdělují do 2 velkých oddělení. Prvním, z morfologického hlediska jednodušším a evolučně původnějším, jsou játrovky. Z celkového počtu nalezených 47 druhů mechorostů bylo zjištěno 8 játrovek (*Cephalozia bicuspidata*, *Conocephalum conicum*, *Chiloscyphus cuspidatus*, *Chiloscyphus profundus*, *Pellia neesiana*, *Plagiochila asplenoides*, *Plagiochila porelloides* a *Ptilidium ciliare*). Druhou skupinou, morfologicky složitější a evolučně mladší, jsou mechy, kterých bylo zjištěno 39 druhů z celkového počtu 47. Stélka mechu je rozlišena na rhizoidy (příchytná vlákna), kauloid (lodyžka) a fyloidy (lístky). Tyto vývojově odvozenější struktury kromě rhizoidů u játrovek nenajdeme (KUBEŠOVÁ, 2009).

Nejčetnější mech, který se procentuálně vyskytuje na každém druhém bunkru, se nazývá *Sanionia uncinata* (24 výskytů na plochách). Jedná se o druh, který je hojně rozšířený v horských oblastech. Dalšími druhy s četným výskytem jsou *Pseudoamblystegium subtile* (20), *Schistidium apocarpum* (19), *Dicranoweisia cirrata* (17), *Bryum capillare* (16)

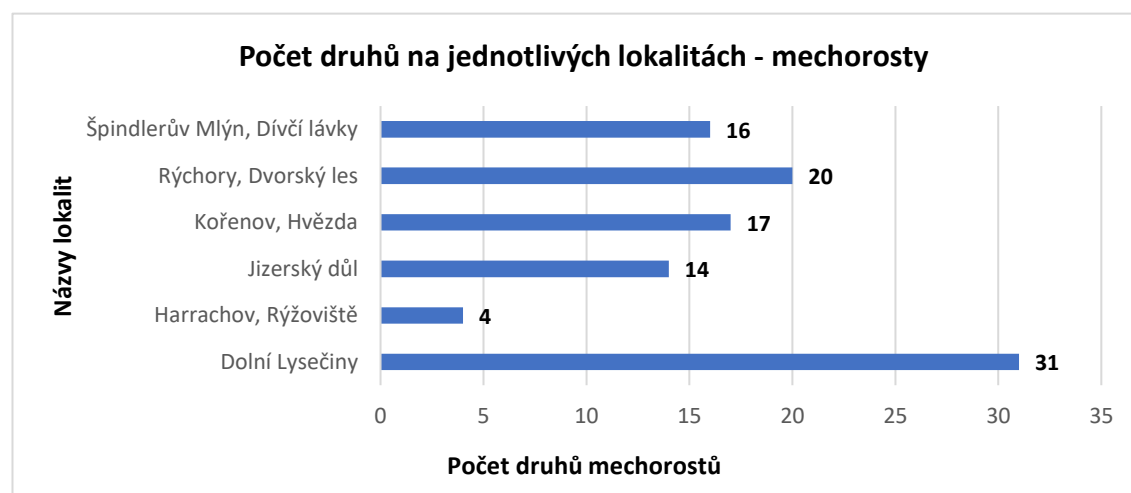
a *Hypnum cupressiforme* (16). Méně časté byly mechy *Polytrichum formosum* (13), *Plagiomnium affine* (12), *Encalypta streptocarpa* (11), *Amblystegium serpens* (10) či třeba *Brachythecium glareosum* (9). Další mechorosty se vyskytovaly vzácně, příkladem jsou všechny zmíněné játrovky, které se objevily jen na 1–2 plochách.

Množství nalezených druhů lišejníků na jednotlivých lokalitách znázorňuje graf č. 3.



Z grafu je patrné, že druhově nejbohatší oblast z hlediska lišejníků, je lokalita Dolní Lysečiny (18 nalezených druhů). Větší druhová pestrost spočívá v míře osvětlení a vlhkosti. Na této lokalitě jsou bunkry v porovnání s ostatními lokalitami více exponované a to lišejníkům vyhovuje. Dále následuje lokalita Rýchory, Dvorský les (13) a Jizerský důl (10). Špindlerův Mlýn, Dívčí lávky (7), Harrachov, Rýžoviště (6) a Kořenov, Hvězda (5) velkým množstvím druhů lišejníků neoplývají. Jeden z faktorů, proč se na některých zmíněných lokalitách vyskytuje tak málo druhů, může být větší vlhkost a míra zastínění. Prostředí s takovými podmínkami lišejníkům obecně nevyhovuje.

Množství nalezených druhů mechorostů na jednotlivých lokalitách znázorňuje graf č. 4.



Graf č. 4 znázorňuje druhovou diverzitu mechorostů v rámci 6 lokalit. Maxima dosahuje lokalita Dolní Lysečiny (31 nalezených druhů). Ať už se jedná o mechorosty, lišejníky nebo cévnaté rostliny, je tato lokalita druhově nejpestřejší. Faktorem, který ovlivňuje vyšší diverzitu je jistě pestré zastoupení přítomných biotopů (horské klenové bučiny, acidofilní bučiny a lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami). Lokalita se vyznačuje větší různorodostí stanovišť, která prospívá druhové diverzitě mechorostů. Lokalita Rýchory – Dvorský les je také druhově bohatá (20 druhů). Do lokality zasahují dva biotopy – acidofilní bučiny a lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami. Na lokalitách Kořenov, Hvězda a Špindlerův Mlýn – Dívčí Lávky (16 druhů), jsou stejně jako na Rýchorách přítomny dva biotopy – lesní kultury s nepůvodními dřevinami a acidofilní bučiny. V lokalitě Jizerský důl byla zjištěna nižší druhová diverzita mechorostů (14 druhů). Byly zde zastoupeny biotopy suťový les a acidofilní bučiny. Lokalita Harrachov, Rýžoviště (4) byla vyhodnocena jako druhově nejchudší s pouhými čtyřmi druhy mechorostů. Lokalita Harrachov byla zastoupena jediným biotopem lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami. Tento faktor považují za důvod nízké druhové diverzity mechorostů.

### 3.7 Červený seznam

Účel červených seznamů:

„a) poskytují údaje o stavu druhů či dalších prvků biologické rozmanitosti z hlediska nebezpečí jejich vymizení a o jeho změnách a trendech stejně jako o činitelích (hnacích silách), které je ohrožují

b) určují druhy, kterým by ochrana přírody měla věnovat pozornost přednostně, kupř. v zákonodárství a národních (celostátních) strategiích a akčních plánech ochrany biodiverzity (National Biodiversity Strategies and Action Plans, NBSAP)

c) informují o účinnosti druhové ochrany, mj. příslušných akčních plánů či záchranných programů

d) podporují začlenění druhové ochrany do celostátních, regionálních a místních územních a rozvojových plánů, do hodnocení vlivů na životní prostředí (EIA) a do dotačních programů podporujících péči o přírodní a krajinné dědictví

e) usnadňují informování, výchovu a vzdělávání veřejnosti a cílových skupin obyvatelstva a získávání jejich podpory pro ochranu přírody a obecněji životního prostředí.“ (Plesník et al., 2017, str. 22)

Stručná a přehledná charakteristika všech kategorií červeného seznamu:

- LC (Least Concern, málo dotčený): V této kategorii je pořád velké množství jedinců, a proto se v blízké budoucnosti lidé nemusí obávat, že by došlo k vyhynutí daného druhu (Plesník et al., 2017). Pro lepší představu jsou příklady málo dotčených živočichů z jiných říší, jako ještěrka zelená, sumec sklovitý, tučňák uzdičkový nebo třeba orel mořský (Plesník et al., 2003).

- NT (Near Threatened, téměř ohrožený): Organismy v této kategorii ještě nesplňují požadavky a podmínky pro zařazení do dalšího stupně, což je stupeň ohrožení EN. (Endangered). Řadí se sem druhy organismů, které mohou být v blízké budoucnosti ohroženy vyhynutím (Plesník et al., 2017). Příkladem téměř ohrožených zástupců této kategorie může být z rostlinné říše cykas japonský (Čeřovský et al., 1979) nebo z živočišné nártoun filipínský (Plesník et al., 2003).

- VU (Vulnerable, zranitelný): Je to stupeň ohrožení, který je již vážnější. Jsou to taxony, které jsou, jak napovídá anglický název, zranitelné (Plesník et al., 2017). Druhy organismů, které jsou v této kategorii, již čelí většímu nebezpečí vyhynutí a pokud se v blízké době nezmění podmínky, jak se k tomuto organismu přistupuje, dojde k jeho vyhynutí. Příkladem zranitelných druhů z živočišné říše může být gepard štíhlý, koala medvídkovitý nebo slon africký (Plesník et al., 2003): V rostlinné říši je to pak druh cykasu, který se jmenuje ceratozámie mexická (Čeřovský et al., 1979).

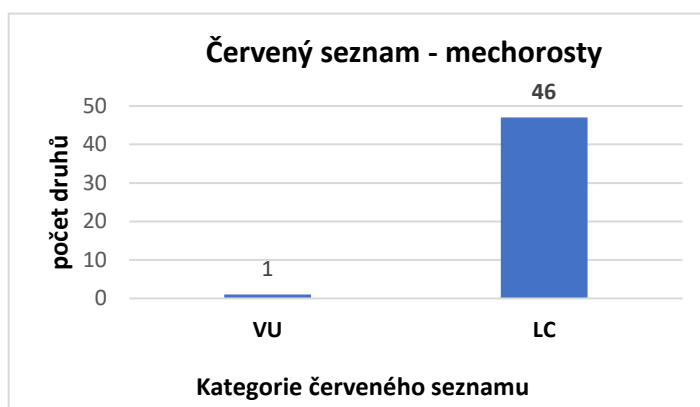
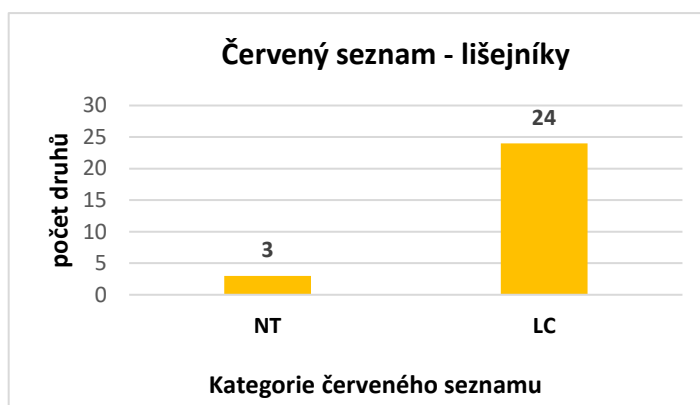
- EN (Endangered, ohrožený): Jedná se o druhy, kterým hrozí velké nebezpečí vyhynutí (Plesník et al., 2017). Příkladem ohrožených zástupců z živočišné říše může být plejtvák obrovský, šimpanz bonobo, slon indický a panda červená (Plesník et al., 2003). Z rostlinné říše může být zmíněn cedr atlaský (Čeřovský et al., 1979).

- CR – (Critically endangered, kriticky ohrožený): Jedná se o druhy, které čelí extrémně velkému nebezpečí vyhynutí (ve volné přírodě). (Plesník et al., 2017). Ohroženými zástupci tohoto stupně jsou živočišné druhy, jako je latimérie podivná, gaviál indický, kondor kalifornský, želva skalní, levhart jávský nebo gorila nížinná (Plesník et al., 2003). Ohroženým rostlinným zástupcem je pak mikrocykas krásný (Čeřovský et al., 1979, Holub et al., 2000).

- EW – (Extinct in the wild, vyhynulý / vyhubený ve volné přírodě): Jedná se o druhy, které přežívají v lidských kultivacích (různé botanické či zoologické zahrady, chov, pěstování), ale ve volné přírodě jsou již vyhynulé (Plesník et al., 2017). Zástupcem takového druhu je lev berberský, nelma obecná nebo z rostlinné říše píchoš Woodův (Plesník et al., 2003).

- EX - (Excinct, vyhynulý / vyhubený): Jedná se o druh, který již dávno vyhynul. To je dokázáno různými průzkumy (Plesník et al., 2017). Jako zástupce vyhynulých druhů můžeme zmínit alku velkou, dronte mauricijského, vakovlka tasmánského či zebra kvagu (Novák et al., 2022).

graf č. 5 a 6 znázorňuje kategorie červeného seznamu, které se v rámci lišejníků a mechorostů objevily na studovaných plochách.

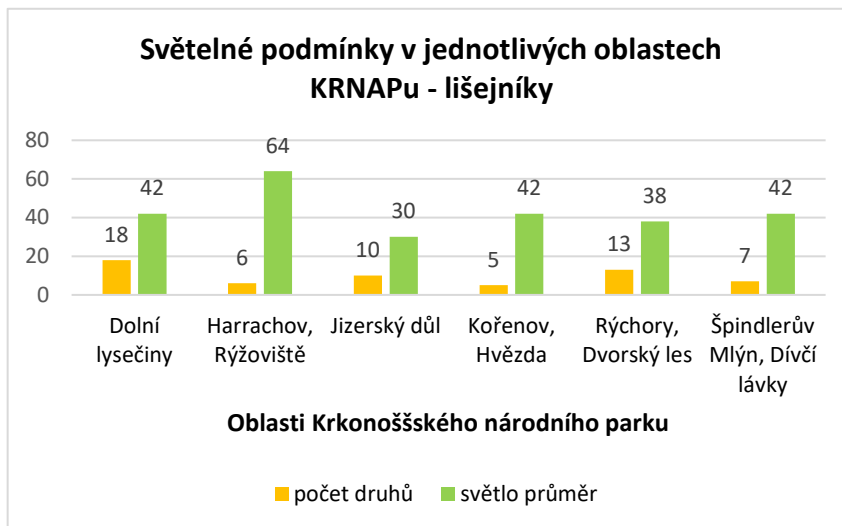


V rámci studovaných ploch jsem v Krkonoších našla druhy náležející do tří kategorií červeného seznamu IUCN (pravidelně aktualizovaný seznam ohrožených organismů kategorizovaný podle stupně ohrožení). V LC (Least Concern) kategorii se druhů nachází nejvíce, kdy celkový počet nalezených druhů lišejníků je 24 a mechorostů 47. Do následující 2. kategorie NT (Near threatened) jsou zařazeny celkem 3 druhy nalezených lišejníků: *Acarospora macrospora*, *Placynthium nigrum* a *Trapeliopsis gelatinosa*, které se vyskytovaly nejvýše na 3 plochách z celkového počtu 49. Vzácný výskyt na plochách odpovídá kategorii zařazení. Do třetí kategorie VU (Vulnerable) náleží vzácný mech *Plagiothecium denticulatum* (lesklec zubatý), který byl potvrzen na jediné ploše.

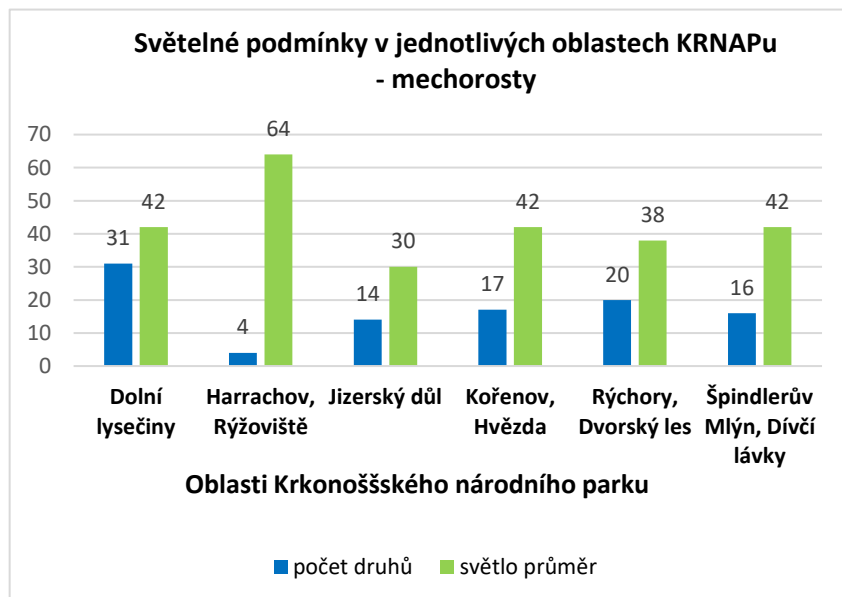
### 3.8 Vliv světla

V rámci projektu byly snímány hyperspektrální snímky oblohy, aby mohly být zjištěny hodnoty zastínění korun (cannopy openness, CO).

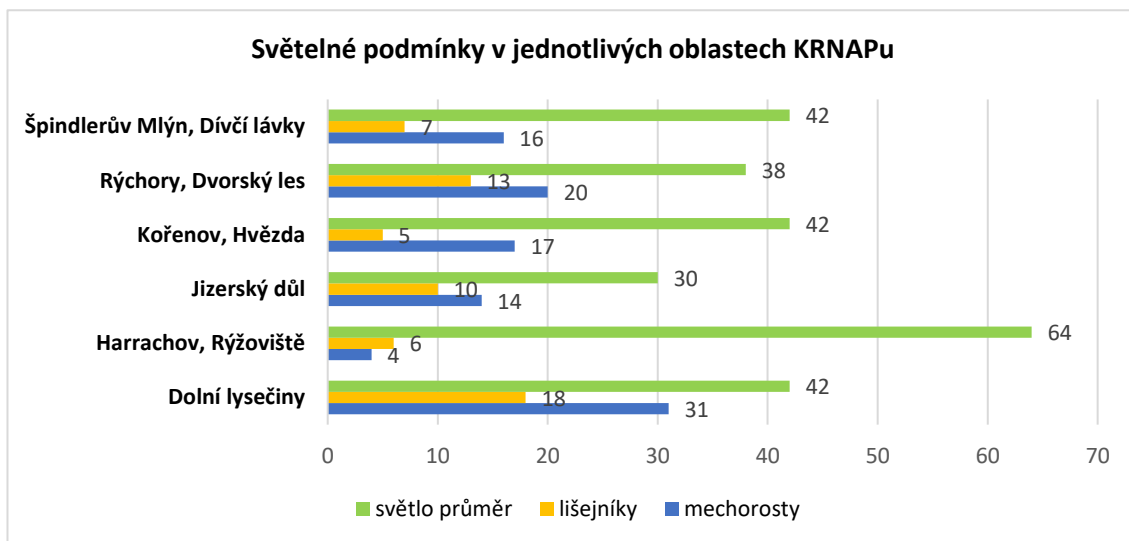
Vliv světla na lišejníky zobrazuje graf. č. 7.



Vliv světla na mechorosty zobrazuje graf č. 8.



Porovnání vlivu světla (canopy openness, zastínění korun) na lišejníky a mechorosty zobrazuje graf č. 9.

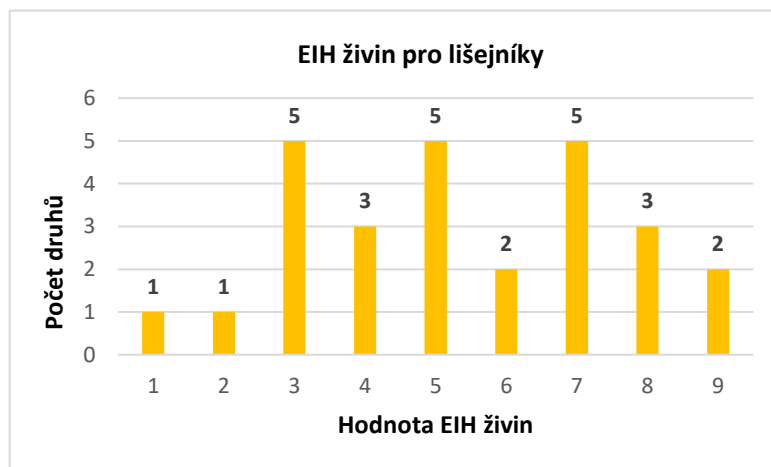


Nejmenší hodnota zastínění korunami byla zjištěna na lokalitě Harrachov, Rýžoviště, která byla druhově nejchudší. Byly zde potvrzeny 4 druhy mechorostů a 6 druhů lišejníků.

### 3.9 Významné druhy

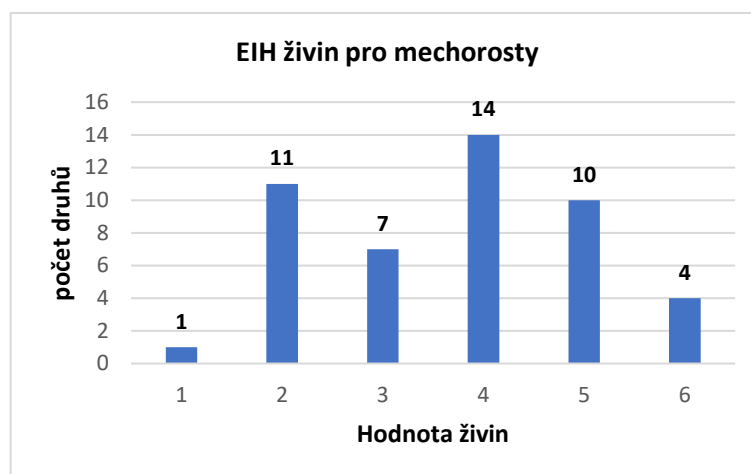
Do této skupiny druhů jsem zařadila lišejníky a mechorosty vykazující maximální hodnoty EIH.

Ellenbergovy indikační hodnoty, které popisují hodnoty živin pro lišejníky, znázorňuje graf č. 10.



Nejnižší hodnoty živin byly zjištěny u lišejníků *Leprapria membranacea* s hodnotou 1 a *Trapeliopsis gelatinosa* s hodnotou 2. Oba druhy se obecně vyskytují na místech s extrémním nedostatkem živin. Maximální hodnoty (9), pro druhy preferující maximum živin, byly zjištěny u dvou druhů lišejníků: *Caloplaca citrina* a *Lecanora saxicola*. V kategorii hodnoty 8 se objevily druhy *Aspicilia contorta*, *Candelariella aurella* a *Lecanora dispersa*.

Ellenbergovy indikační hodnoty, které popisují hodnoty živin pro mechorosty, znázorňuje graf č. 11.



U mechorostů nepřesahovala hodnota pro živiny stupeň 6. Druhy z této kategorie preferují mezotrofní až eutrofní stanoviště: *Amblystegium serpens*, *Brachythecium rutabulum*, *Oxyrhinchium hians* a *Pseudoamblystegium subtile*. Živinami extrémně chudá stanoviště (hodnota 1) preferuje druh *Racomitrium sudeticum*.

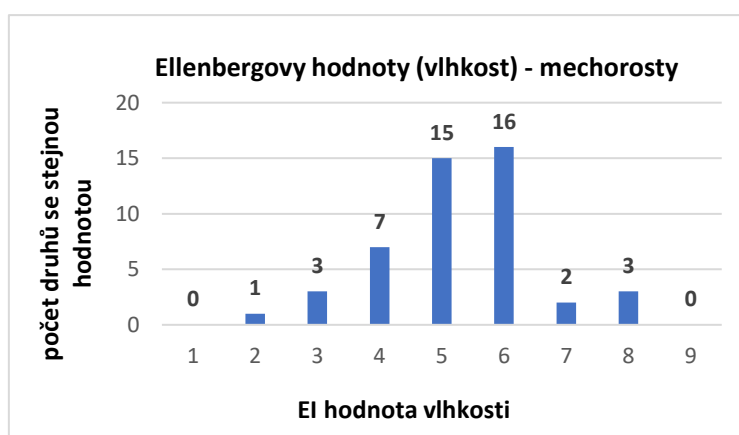
Ellenbergovy indikační hodnoty, které popisují hodnoty vlhkosti pro lišejníky, znázorňuje graf č. 12.





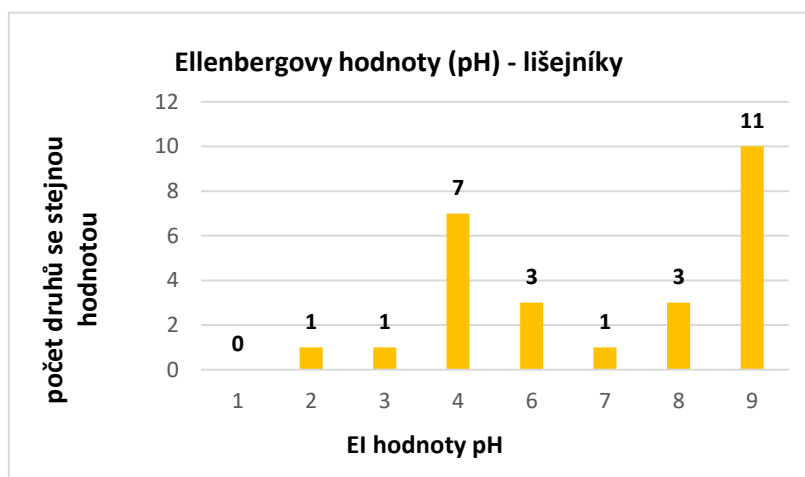
Graf č. 3 zachycuje druhy s širokou ekologickou valencí (16 druhů lišejníků) označenou písmenem X. Jasně vyhraněných druhů lišejníků bylo zjištěno 10: *Lepraria membranacea* (6), *Bacidina chloruticula* (5) a *Gyalecta jenensis* (5) zvládají mezické či vlhké prostředí. Ostatní druhy lišejníků s jasně stanovenými EIH hodnotami se častěji vyskytují v suchém prostředí (hodnoty vlhkosti 3 a 4).

Ellenbergovy indikační hodnoty popisující hodnoty vlhkosti pro mechorosty znázorňuje graf č. 13.



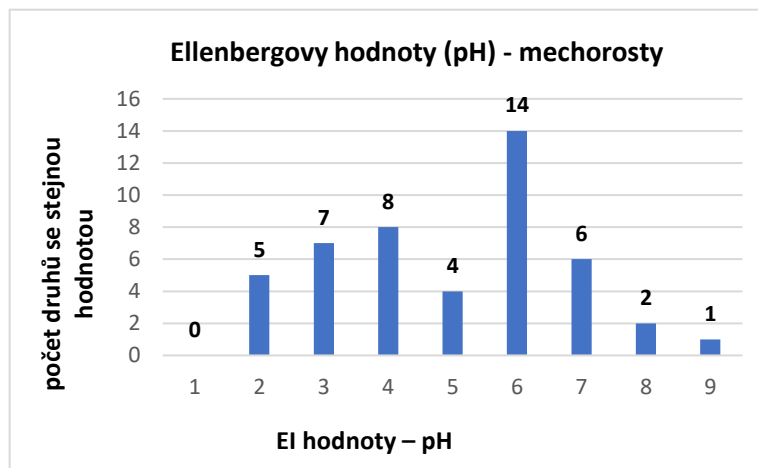
Jak je patrné z grafu 4, hodnoty kolísají od 2 do 8. V rámci hodnoty 2 byl zjištěn mech *Schistidium apocarpum*, který obsazuje nejsušší stanoviště. Mezi další druhy, preferující suchá stanoviště, patří *Syntrichia ruralis*, *Racomitrium sudeticum* a *Brachythecium albicans*. Mechy zařazené do kategorie s hodnotou 8 snášejí vlhké a zamokřelé půdy. Ostatní druhy zjištěných mechorostů s hodnotou 5 a 6 preferují mezické až vlhké půdy.

Ellenbergovy indikační hodnoty, které popisují hodnoty pH pro lišejníky znázorňuje graf č. 14.



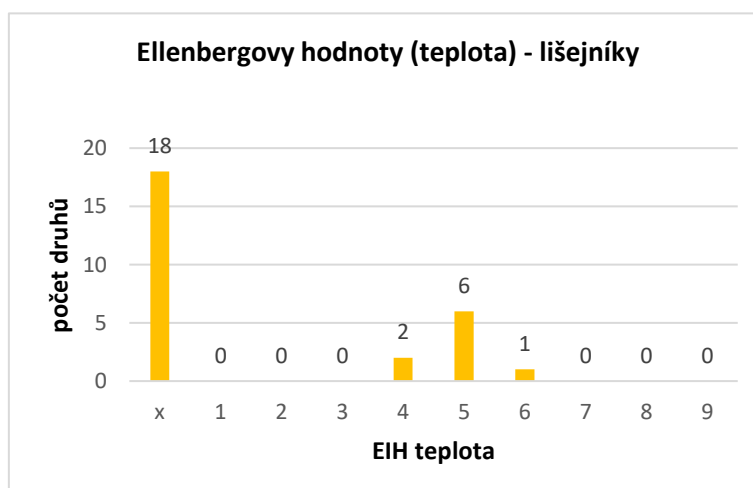
Z grafu je patrný vyvážený počet acidofilních a vápnomilných druhů lišejníků. Bylo zjištěno 12 acidofilních lišejníků v rámci kategorie pH 6. stupně. V kategorii s neutrální hodnotou 7 byl zjištěn 1 druh. Zbývajících 13 druhů náleží do kategorie bazofilní lišejníky.

Ellenbergovy indikační hodnoty, které popisují hodnoty pH pro mechorosty, znázorňuje graf č. 15.



Z grafu lze vyčíst, že se na plochách vyskytovalo množství acidofilních mechorostů s hodnotami od 1 do 6. Vápnomilných bylo zjištěno 9 (hodnoty 7, ..., 8 až 9).

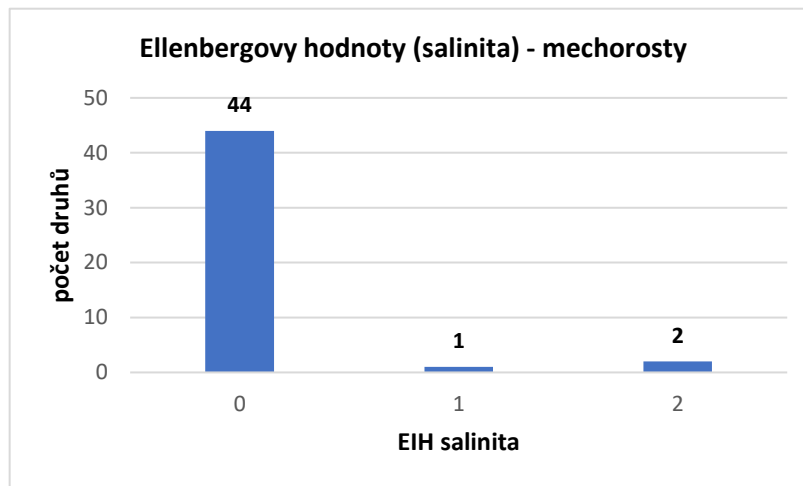
Ellenbergovy indikační hodnoty, které popisují hodnoty teploty pro lišejníky, znázorňuje graf č. 16.



Z grafu je patrná široká ekologická valence 18 druhů lišejníků, které nelze zařadit do žádné kategorie. Z 9 druhů lze zařadit dva mezi druhy chladnomilné *Micarea micrococca* a *Gyalecta jenensis* s hodnotou 4. 6 druhů s hodnotou 5 odpovídá nárokům přechodného

typu s hlavním výskytem v nižším horském stupni nebo preferují speciální mikrohabitaty. Druh *Bacidina sulphurella* s hodnotu 6 představuje přechod mezi horským a kolinním stupněm.

Ellenbergovy indikační hodnoty, které popisují hodnoty salinity pro mechorosty, znázorňuje graf č. 17.



Monitoringem ploch nebyly potvrzeny žádné slanomilné druhy mechorostů.

## 4 Diskuze

V Evropě bylo uveřejněno několik lichenologických prací využívajících pro klasifikaci ekologických indexů EIH.

V Rumunsku v pohoří Pădurea Craiului (CRISAN, 2002) (Crișan, 2002) použili Ellenbergovy indikační hodnoty k stanovení světlomilných, ombrofilních, xerofilních, termofilních, acidofilních a vápnomilných druhů lupenitých a keříčkovitých lišejníků. Pohoří Bihor je tvořené převážně vápencem, a proto jsem předpokládala větší výskyt vápnomilných druhů. Korovité lišejníky však studie nezahrnuje a zmiňuje jen jediný druh *Collema subflacidum*. Většina dalších publikovaných prací využívajících EIH se omezuje na studium epifytických druhů lišejníků (CHMURA et al., 2022; JÖNSSON, 1998; KAUFMANN et al., 2019; PETERSSON et al., 2021).

EIH jsou užitečné také pro studium sukcese lišejníků v lesních ekosystémech (KUPREEV et al., 2020) a změny druhového složení lišejníků, cévnatých i bezcévných rostlin rašelinišť (LOVEGROVE et al., 2020).

Větší množství odborných publikací je věnováno vápencovým lišejníkům na antropogenním substrátu (beton, mramor). Mnoho skalních vápencových druhů lišejníků totiž působí velké starosti ochráncům památek a uměleckých děl (FONSECA et al., 2010). Některé druhy s korovitou stélkou jsou schopné substrát poměrně rychle kolonizovat a působit estetické i mechanické poškození artefaktu. V některých případech pronikají hyfy mykobionta lišejníku do substrátu a narušují povrch endolitickou stélkou (HALDA, 2003; JURADO et al., 2014). Lišejníky na betonu zmiňuje např. práce (MATWIEJUK et CHOJNOWSKA, 2016). 6 z 10 druhů, které jsou v práci uvedeny, jsem na plochách potvrdila také (*Calogaya decipiens*, *Circinaria calcarea*, *Flavoplaca citrina*, *F. oasis*, *Lecanora dispersa* a *Xanthoria parietina*). Přirozené vápencové biotopy se ve střední Evropě vyznačují mnohem vyšší druhovou diverzitou (SVOBODA et al., 2014; FAČKOVCOVÁ et PAOLI, 2019). Betonu ve smyslu pozoruhodného antropogenního substrátu zvyšujícímu druhovou diverzitu stanoviště nebyla dosud v Evropě věnována pozornost, zatímco jiným substrátům vytvořených člověkem, ano (BAIPAI et al., 2015). Antropogenním substrátem s velkým potenciálem pro skalní lišejníky jsou náhrobní kameny na hřbitovech (HALDA et al., 2020) nebo betonové přístřešky pro turisty (PIETRZYKOWSKA et KOSSOWSKA, 2010). Poslední jmenovaná práce obsahuje seznam 28 druhů (*Acarospora glaucocarpa*, *Caloplaca citrina*, *C. decipiens*, *Lecidella stigmatea*, *Lecanora dispersa* a *Sarcogyne regularis* jsem také na vlastních plochách potvrdila).

Lišejníky často doprovázejí na stanovištích mechorostry a bývají studovány společně. Ani v bryologické literatuře se EIH nevyužívají příliš často. Studie PUGLISI et al., 2019 EIH

využila pro srovnávací analýzu lišejníků a mechorostů na ionijském pobřeží na Sicílii v Itálii. Autoři v této práci nepracovali pouze s EIH, ale i s různými životními formami a strategiemi mechorostů a lišejníků. Porovnáním stanovištních nároků obou typů organismů se mechorosty zařadily mezi organismy tolerující vyšší vlhkost a zastínění. Lišejníky v protikladu snášejí lépe suchá stanoviště s větším množstvím živin (eutrofní stanoviště).

K podobným závěrům jsem po vyhodnocení vlastních výsledků dospěla také. Graf na straně 30 znázorňuje schopnost lišejníků kolonizovat eutrofní stanoviště (druhy s maximální hodnotou 8 a 9). Hodnoty pro mechorosty se pohybovaly v rozmezí hodnot od 1 do 6. Také vliv CO působí stejně: lišejníky se vyskytovaly více na osluněných stanovištích, zatímco ve stínu dominovaly mechorosty.

Mechorosty jsou často studovány jako první kolonisté betonových objektů, které je však vážně nepoškozují (ROSATO, 2008; XIONG et al., 2022). Pro některé druhy mechů je beton substrátem, který jim umožňuje rozšířit se na mnohem větší areál, než by dokázaly v přirozeném vápencovém území (např. *Ptychomitrium serratum* na jihovýchodě USA, MILLER et ROBINSON, 2010). Sukcese mechorostů je na vápencovém substrátu velmi rychlá (BOIKO, 1991). Ve městech tvoří beton hlavní substrát mechorostů a dominují zde druhy *Bryum argenteum* a *Ceratodon purpureus*, kdežto epifytických druhů je mnohem méně (PACIOREK et al., 2016). Ani jeden ze jmenovaných druhů jsem na plochách během vlastního monitoringu nenašla.

## Závěr

Cíle bakalářské práce byly splněny. Potvrdila jsem, že antropogenní činnost obohacuje v Krkonošském národním parku druhovou diverzitu lišejníků a mechorostů.

Betonová opevnění vytvořená ve 30. letech minulého století se stala pozoruhodnými substráty pro vápnomilné organismy. Práce v tříčlenném týmu ve složení Bulíčková (BULÍČKOVÁ, 2022), Ceralová a Půlpánová (PŮLPÁNOVÁ, 2022) velmi obohatily moje schopnosti ve smyslu určování lišejníků, mechorostů a přítomných cévnatých rostlin. Volba 49 ploch (opevnění) v rámci 6 lokalit byla z pohledu lišejníků a mechorostů správná. Získala jsem zcela nová, dosud nikde nepublikovaná data, která budou využitelná Správou KRNP. V rámci monitoringu ploch jsem zvládla determinaci mechorostů a lišejníků a základní operace s hodnocením dat v MS Excel. Vyzkoušela jsem lichenology a bryology málo používanou metodiku klasifikace druhů s využitím EIH a získala zajímavé výsledky. Potvrdila jsem předpokládaný výskyt vápnomilných druhů mechorostů i lišejníků.

Pracovala jsem s červenými seznamy a roztřídila druhy podle jejich kategorií. Hyperspektrální snímky (PŮLPÁNOVÁ, 2022) umožnily vyhodnocení hodnot zastínění korun a zjištění vlivu tohoto faktoru na druhovou diverzitu zjištěných lišejníků a mechorostů. Zpracovala jsem hodnoty pH, teploty, salinity, vlhkosti a živin podle seznamů EIH a zmínila druhy, které vykazovaly extrémní hodnoty a jevíly se z hlediska výsledků jednotlivých hodnot jako nejzajímavější.

Výzkum potvrdil zvýšení druhové diverzity vlivem antropogenní činnosti. Na všech plochách byly potvrzeny vápnomilné druhy mechorostů a lišejníků, které by jinak vhodné podmínky k životu v Krkonoších nenašly. Mezi nejvýraznější vápnomilné mechorosty jsem zařadila *Pseudoamblystegium subtile*, *Schistidium apocarpum*, *Encalypta streptocarpa*, *Brachythecium glareosum* a *Serpoleskea confervoides*. Nejvýraznějšími vápnomilnými lišejníky jsou *Bilimbia sabuletorum*, *Caloplaca citrina*, *Candelariella aurella*, *Gyalecta jenensis*, *Lecanora disperza*, *Lecanora saxicola*, *Lecidella stigmatea*, *Placynthium nigrum*, *Protoblastenia rupestris*, *Sarcogyne regularis*, *Verrucaria muralis* a *Verrucaria nigrescens*.

## Literatura

1. BAJPAI, R. & UPRETI, D. K. (2015): Lichens on man-made substrates. *British Lichen Society Bulletin* 117: 33-37.
2. BBS (2022): Field Guide online [online]. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.britishbryologicalsociety.org.uk/member-dashboard/field-guide-online/#undefined>
3. BOIKO, M. F. (1991): Bryophytes of the initial-stages of primary successions on substrates of anthropogenic origin. *Soviet Journal of Ecology* 22: 85-88.
4. BULÍČKOVÁ, V. (2022): Antropogenní vlivy obohacující druhovou diverzitu cévnatých rostlin v hřebenových částech Krkonoš. Bakalářská práce, PŘF UHK, 80 s.
5. BRYOWEB (2022): Seznam mechorostů ČR [online]. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <https://botanika.prf.jcu.cz/bryoweb/klic/hledani.php>
6. BUNGARTZ, F. H. (2013): Consortium of north american lichen herbaria [online]. [cit. 1. 3. 2022]. Dostupné z: <https://lichenportal.org/cnalh/taxa/index.php?taxon=52315>
7. CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J. & STRÁNÍK, Z. (2011): Geologická minulost České republiky – Academia Praha. ISBN 978-80-200-1961-5.
8. CHMURA, D., ŻARNOWIEC, J. & STANIASZEK-KIK, M. (2022): Altitude is a better predictor of the habitat requirements of epixylic bryophytes and lichens than the presence of coarse woody debris in mountain forests: a study in Poland. *Annals of Forest Science* 79: 7 [15 p.].
9. CRIŞAN, F. (2002): Ecological and phytogeographical studies upon foliose and fruticose lichens from the Pădurea Craiului Mountains (Bihor County). *Contribuții Botanice* 37: 95-103.
10. ČEŘOVSKÝ, J., HOLUB, J. & PROCHÁZKA, F. (1979): Červený seznam flóry ČSR. *Památ. a Přír.* 1979: 361–378.
11. DOBBEN, H. F., BRAAK, C. J. F. & DIRKSE, G. M. (1999): Undergrowth as a biomonitor for deposition of nitrogen and acidity in pine forest. *Forest Ecology and Management* 114: 83–95.
12. DOSTÁL V. (2006): Lišejníky skromní obyvatelé skal [online]. [cit. 1. 3. 2022]. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=774>
13. ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER W. & PAULIßEN, D. (1992): Zeigerwerte von pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18: 3–258.
14. FAČKOVCOVÁ, Z. & PAOLI, L. (2019): The lichens of the Krasín Nature Reserve in Biele Karpaty Mts (Western Carpathians, Slovakia). *Studia Botanica Hungarica* 50(2): 307–316.

15. FONSECA, A. J., PINA, F., MACEDO, M. F., LEAL, N., ROMANOWSKA-DESKINS, A., LAIZ, L., GÓMEZ-BOLEA, A. & SAIZ-JIMENEZ, C. (2010): Anatase as an alternative application for preventing biodeterioration of mortars: Evaluation and comparison with other biocides. *International Biodeterioration & Biodegradation* 64(5): 388-396.
16. GOOGLE (2022): Google Terrain WMS [online]. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <http://mt0.google.com/vt/lyrs=p&hl=en&x={x}&y={y}&z={z}>
17. GUTZEROVÁ, N. (2009): *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber et D. Mohr – rourkatec obecný / skrútenec. [online]. [cit. 16. 4. 2022]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/syntrichia-ruralis/>
18. HALDA, J. (2003): A taxonomic study of the calcicolous endolithic species of the genus *Verrucaria* (Ascomycotina, Verrucariales) with the lid-like and radiately opening involucrellum. *Acta Mus. Richnov. (Sect. natur.)* 10(1): 1-148.
19. HALDA, J., JANEČEK, V. P. & HORÁK, J. (2020): Important part of urban biodiversity: Lichens in cemeteries are influenced by the settlement hierarchy and substrate quality. *Urban Forestry & Urban Greening* 53: 126742.
20. HALDA, J., KUČERA J. & KOVAL Š. (2016): Atlas krkonošských mechorostů, lišejníků a hub 1 – mechorosty a lišejníky. Správa KRNP, 440 s. ISBN 978-80-7535-027-5.
21. HILL, M., PRESTON, C., BOSANQUET, S. & ROY, D. B. (2007): BRYOATT Attributes of British and Irish Mosses, Liverworts and Hornworts With Information on Native Status, Size, Life Form, Life History, Geography and Habitat [online]. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/1131/>
22. HOLÁŇOVÁ, J. (2004): Geologie a geomorfologie Krkonošského národního parku [online]. [cit. 25. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.lysahora.cz/encyklopedie/objekty1.phtml?id=118475>
23. HOLUB, J. & PROCHÁZKA, F. (2000): Red List of vascular plants of the Czech Republic. *Preslia* 72: 187-230.
24. HOLÝ, T. (2010): Fungování a možnosti rozvoje Krkonošského národního parku, bakalářská práce, Fakulta sportovních studií, Fsp MU, 39 s.
25. ISOP (2021): Portál informačního systému ochrany přírody [online]. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <http://portal.nature.cz>
26. JÖNSSON, A. M. (1998): Bark lesions on beech (*Fagus sylvatica*) and their relation to epiphytes and site variables in Scania, South Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13: 297-305.
27. JURADO, V., MILLER, A. Z., CUEZVA, S., FERNANDEZ-CORTES, A., BENAVENTE, D., ROGERIO-CANDELERIA, M. A., REYES, J., CAÑAVERAS, J. C., SANCHEZ-MORAL, S. & SAIZ-JIMENEZ, C. (2014): Recolonization of mortars by endolithic organisms on the



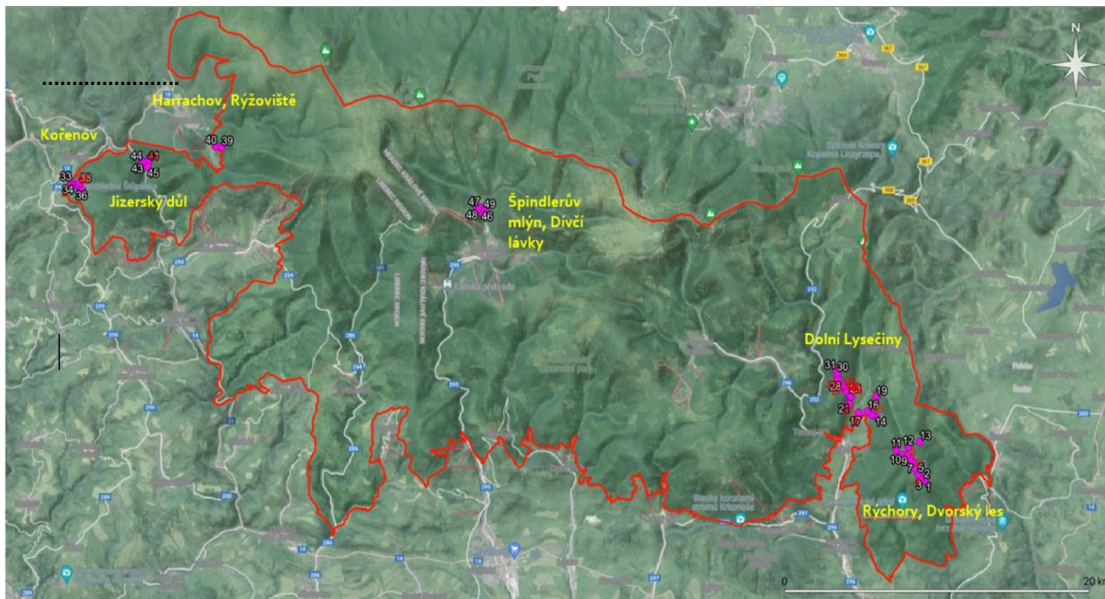
- walls of San Roque church in Campeche (Mexico): A case of tertiary bioreceptivity. *Construction and Building Materials* 53: 348–359.
28. KAUFMANN, S., WEINRICH, T., HAUCK, M. & LEUSCHNER, C. (2019): Vertical variation in epiphytic cryptogam species richness and composition in a primeval *Fagus sylvatica* forest. *Journal of Vegetation Science* 30: 881–892.
29. KONEČNÁ, E. (2018): Ekologie lišejníků ve vztahu s funkční diverzitou a velikostí genomu. Bakalářská práce PŘF UK, 31 s.
30. KUBEŠOVÁ, S., MUSIL, Z., NOVOTNÝ, I., PLÁŠEK, V. & ZMRHALOVÁ, M. (2009): Mechorosty, součást naší přírody. Český svaz ochránců přírody, 88 s. ISBN 978-80-254-6057-3.
31. KUPREEV, V. E., SEMENISHCHENKOV, Y. A., TELEGANOVA, V. V. & MUCHNIK, E. E. (2020): Ecological and floristic features of pioneer grass vegetation on automorphic sandy soils as a pine-forest recovery phase in the southern part of the nonchernozem zone of Russia. *Contemporary Problems of Ecology* 13(1): 20–35.
32. KRKONOŠE (2022): Flóra Krkonoš [online]. [cit. 25. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.krkonose.eu/flora-krkonos>
33. KRNAP (2022): Nová zonace KRNAP v otázkách a odpovědích [online]. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.krnep.cz/zonace-v-otazkach-a-odpovedich/>
34. LOVEGROVE, A. T., NEWTON, A. C., EVANS, P. M., DIAZ, A., NEWTON, A. C., DAVY, L. & NEWBOULD, P. J. (2020): Changes in vegetation structure and composition of a lowland mire over a sixty-five-year interval. *Ecology and Evolution* 10: 13913–13925.
35. LÜTH, M. (2022): Bildatlas der Moose Deutschlands [online]. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <http://www.bildatlas-moose.de/index.htm>
36. MALÍČEK, J., PALICE, Z., BOUDA, F., KNUDSEN, K., ŠOUN, J., VONDRÁK, J. & NOVOTNÝ, P. (2022): Atlas českých lišejníků [online]. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <https://dalib.cz>
37. MATWIEJUK, A. & CHOJNOWSKA, P. (2016): Lichens of Łomża town (Podlasie, north-eastern Poland). *Steciana* 20(2): 53–62.
38. MILLER, N. G. M. G. & ROBINSON, S. C. R. C. (2010): Introduction and recent range expansion in the moss *Ptychomitrium serratum* (Ptychomitriaceae) in the Southern and Eastern United States This paper is one of a selection of papers published as part of the special Schofield Gedenkschrift. *Botany* 88: 336–344.
39. NOVÁK, J. & MAŇAS, M. (2022): Vyhyňulý [online]. [cit. 24. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/glossaryterm/id3207/>

40. ORANGE, A. (2013): British and other pyrenocarpous lichens [online]. [cit. 24. 4. 2022]. Dostupné z: <https://museum.wales/media/13849/Orange-A-2013-British-and-other-pyrenocarpous-lichens.pdf>
41. PACIOREK, T., STEBEL, A., JANKOWSKA-BŁASZCZUK, M. & WOJCIECHOWSKA, A. (2016): Bryophyte Species Diversity in Human-Influenced Habitats Within Protected Areas — A Case Study from the Świętokrzyski National Park in Poland. *Herzogia* 29: 668-687.
42. PETERSSON, L., NILSSON, S., HOLMSTRÖM, E., LINDBLADH, M. & FELTON, A. (2021): Forest floor bryophyte and lichen diversity in Scots pine and Norway spruce production forests. *Forest Ecology and Management* 493: 119285.
43. PIETRZYKOWSKA, K. & KOSSOWSKA, M. (2010): Porosty antropogenicznych podłoży wapiennych wokół schronisk w polskiej części Karkonoszy [Lichens of anthropogenic calcareous substrates in surroundings of mountain shelter-houses in the Polish part of the Karkonosze Mts]. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 17(1): 141–147.
44. PLESNÍK, J. & CHOBOT, K. (2017): Červený seznam ohrožených druhů České republiky obratlovců. *Příroda* 34: 8–35.
45. PLESNÍK, J., HANZAL, V., BREJŠKOVÁ, L. [eds.] (2003): Červený seznam ohrožených druhů České republiky obratlovců. *Příroda* 22: 1–184.
46. PUGLISI, M. & CATALDO, D. (2019): A comparative study on the bryophyte and lichen flora for monitoring the conservation status of protected areas of Sicily (Italy). *Nova Hedwigia* 109 (3-4): 321-343.
47. PŮLPÁNOVÁ, M. (2022): Biomonitoring, antropogenní vlivy a lišejníkové bioindikátory v lesních ekosystémech Krkonošského národního parku. Bakalářská práce, PřF UHK, 52 s.
48. ROSATO, V. G. (2008): Pathologies and biological growths on concrete dams in tropical and arid environments in Argentina. *Materials and Structures* 41: 1327-1331.
49. SIMMEL, J., AHRENS, M. & POSCHLOD, P. (2020): Ellenberg N values of bryophytes in Central Europe. *Journal of Vegetation Science* 32: 12957.
50. SMITH, C. W., APTROOT, A., COPPINS, B. J., FLETCHER, A., GILBERT, O. L., JAMES, P. W. & WOLSELEY, P. A. (2009): *The Lichens of Great Britain and Ireland*. The British Lichen Society, London 1046 p. ISBN 978-0-9540418-8-5.
51. SVOBODA, D., HALDA, J. P., MALÍČEK, J., PALICE, Z., ŠOUN, J. & VONDRÁK, J. (2014): Lišejníky Českého krasu: shrnutí výzkumů a soupis druhů. *Lichens of the Český kras/Bohemian Karst (Central Bohemia, Czech Republic): a summary of previous surveys and a checklist of the area*. *Bohemia centralis* 32: 213–265.
52. ŠTIKOVÁ, Š. (2015): Lišejníky a jejich obsahové látky. Bakalářská práce, PF UK, 53 s.

53. VÍTKOVÁ, M., VÍTEK, O. & MÜLLEROVÁ, J. (2012): Antropogenní změny vegetace nad horní hranicí lesa v Krkonošském národním parku s důrazem na vliv turistiky. *Opera Corcontica* 49: 5–30.
54. WAGNEROVÁ, Z. (2002): Výzkum synantropizace v okolí bunkrů v Krkonoších. Vč. sb. přír. – Práce a studie 10: 83–96.
55. WAGNEROVÁ, Z. (2006): Synantropizace v okolí turistických odpočívadel, geomorfologických výtvarů a vyhlídek v západních Krkonoších (Svinské kameny, Tvarožník, Krakonošova kazatelna, vyhlídky nad Velkou sněžnou jámou, Mužské a Dívčí kameny). Vč. sb. přír. – Práce a studie 13: 105–114.
56. WIRTH, V. (2010): Ökologische Zeigerwerte von Flechten – erweiterte und aktualisierte Fassung. *Herzogia* 23(2): 229–248.
57. WIRTH, V., HAUCK, M. & SCHULTZ, M. (2013): *Die Flechten Deutschlands*. Stuttgart: Ulmer. 2 volumes. 1244 p. ISBN: 978-3-8001-5903-1.
58. XIONG, W., TAO, Y., WANG, P., WU, K. & CHEN, L. (2022): Impact of Environmental Factors on the Formation and Development of Biological Soil Crusts in Lime Concrete Materials of Building Facades. *Applied Sciences* 12: 2974.
59. ZELENÝ, D. (2012): Poznámky k používání průměrných Ellenbergových indikačních hodnot při analýze vegetačních dat. *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 47: 159–178.
60. ZMRHALOVÁ M. (2016): Mechorosty Králického Sněžníku [online]. [cit. 7. 5. 2022]. Dostupné z: <http://www.muzeum-sumperk.cz/domains/muzeum-sumperk.cz/index.php/cs/kontakty/21-odborne-clanky/238-magda-zmrhalova-mechorosty-kralickeho-snezniku>

# Přílohy

Mapa 1. Mapa studovaného území se zákresem ploch a hranice KRNAP (červená linie).



Obrázek č. 1 a č. 2. Příklady vzhledu a míry zastínění jednotlivých bunkrů. Autor obrázku: Ceralová Eliška (17. 7. 2021).



.....  
**Tabulka 1.** Seznam ploch.

Plocha	Biotop	lokality	GPS	výška (m n. m.)	datum
1	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Rýchory, Dvorský les	N50.647790 E015.867090	1012	17. 7. 2021
2	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Rýchory, Dvorský les	N50.648330 E015.866170	1022	17. 7. 2021
3	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Rýchory, Dvorský les	N50.648650 E015.864780	1030	17. 7. 2021
4	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Rýchory, Dvorský les	N50.649270 E015.863610	1033	17. 7. 2021
5	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Rýchory, Dvorský les	N50.650380 E015.862600	1027	17. 7. 2021
6	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Rýchory, Dvorský les	N50.652270 E015.860920	1015	17. 7. 2021
7	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Rýchory, Dvorský les	N50.654290 E015.859610	1004	17. 7. 2021
8	Acidofilní bučiny	Rýchory, Dvorský les	N50.655840 E015.857961	1003	17. 7. 2021
9	Acidofilní bučiny	Rýchory, Dvorský les	N50.656850 E015.856101	1000	17. 7. 2021
10	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Rýchory, Dvorský les	N50.656860 E015.852591	1044	17. 7. 2021
11	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Rýchory, Dvorský les	N50.658850 E015.849721	986	17. 7. 2021
12	Acidofilní bučiny	Rýchory, Dvorský les	N50.659730 E015.856701	984	17. 7. 2021
13	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Rýchory, Dvorský les	N50.661530 E015.863621	938	17. 7. 2021
14	Acidofilní bučiny	Dolní Lysečiny	N50.670370 E015.837221	785	23. 7. 2021
15	Acidofilní bučiny	Dolní Lysečiny	N50.670711 E015.835381	747	23. 7. 2021
16	Horské klenové bučiny	Dolní Lysečiny	N50.672001 E015.832832	697	23. 7. 2021
17	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Dolní Lysečiny	N50.670591 E015.828011	703	23. 7. 2021
18	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Dolní Lysečiny	N50.671281 E015.827422	689	23. 7. 2021
19	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Dolní Lysečiny	N50.676870 E015.837762	674	23. 7. 2021
20	Acidofilní bučiny	Dolní Lysečiny	N50.674481 E015.821572	698	23. 7. 2021
21	Acidofilní bučiny	Dolní Lysečiny	N50.674361 E015.822202	683	23. 7. 2021
22	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Dolní Lysečiny	N50.677241 E015.822912	739	23. 7. 2021
23	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Dolní Lysečiny	N50.677561 E015.822332	754	23. 7. 2021
24	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Dolní Lysečiny	N50.678296 E015.821314	784	23. 7. 2021
25	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Dolní Lysečiny	N50.678618 E015.820477	801	23. 7. 2021
26	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Dolní Lysečiny	N50.680273 E015.818695	844	23. 7. 2021
27	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Dolní Lysečiny	N50.681028 E015.817848	866	23. 7. 2021
28	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Dolní Lysečiny	N50.682628 E015.816283	911	23. 7. 2021
29	Acidofilní bučiny	Dolní Lysečiny	N50.683321 E015.815015	938	23. 7. 2021
30	Acidofilní bučiny	Dolní Lysečiny	N50.685159 E015.814818	961	23. 7. 2021
31	Acidofilní bučiny	Dolní Lysečiny	N50.686341 E015.814162	991	23. 7. 2021

32	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Kořenov, Hvězda	N50.677091 E015.822982	755	23. 7. 2021
33	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Kořenov, Hvězda	N50.750551 E015.363337	847	24. 7. 2021
34	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Kořenov, Hvězda	N50.749671 E015.364607	862	24. 7. 2021
35	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Kořenov, Hvězda	N50.749331 E015.367187	861	24. 7. 2021
36	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Kořenov, Hvězda	N50.748231 E015.369297	866	24. 7. 2021
37	Acidofilní bučiny	Kořenov, Hvězda	N50.750041 E015.367337	825	24. 7. 2021
38	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Kořenov, Hvězda	N50.750581 E015.368267	814	24. 7. 2021
39	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Harrachov, Rýžoviště	N50.762749 E015.451948	838	24. 7. 2021
40	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Harrachov, Rýžoviště	N50.763069 E015.448188	804	24. 7. 2021
41	Acidofilní bučiny	Jizerský důl	N50.758170 E015.408581	590	24. 7. 2021
42	Acidofilní bučiny	Jizerský důl	N50.757490 E015.408378	567	24. 7. 2021
43	Suťové lesy	Jizerský důl	N50.757437 E015.404799	587	5. 9. 2021
44	Suťové lesy	Jizerský důl	N50.757630 E015.405048	577	5. 9. 2021
45	Acidofilní bučiny	Jizerský důl	N50.755900 E015.408288	572	5. 9. 2021
46	Acidofilní bučiny	Špindlerův Mlýn, Dívčí lávky	N50.740476 E015.605206	766	5. 9. 2021
47	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Špindlerův Mlýn, Dívčí lávky	N50.741896 E015.604166	798	5. 9. 2021
48	Acidofilní bučiny	Špindlerův Mlýn, Dívčí lávky	N50.741496 E015.602766	851	5. 9. 2021
49	Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami	Špindlerův Mlýn, Dívčí lávky	N50.741096 E015.607476	773	5. 9. 2021

**Tabulka 2.** Seznam zjištěných druhů mechorostů.

	druh	český název	č. s.	četnost	plochy
1	<i>Amblystegium serpens</i>	rokýtek obecný	LC	10	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 30, 41
2	<i>Brachytheciastrum velutinum</i>	baňatka aksamitová	LC	3	33, 47, 48
3	<i>Brachythecium albicans</i>	baňatka bělavá	LC	1	3
4	<i>Brachythecium glareosum</i>	baňatka šterková	LC	9	3, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 45
5	<i>Brachythecium mildeanum</i>	baňatka Mildeova	LC	1	48
6	<i>Brachythecium rivulare</i>	baňatka potoční	LC	2	3, 8
7	<i>Brachythecium rutabulum</i>	baňatka obecná	LC	6	9, 11, 21, 23, 34, 46
8	<i>Brachythecium salebrosum</i>	baňatka draslavá	LC	6	14, 27, 32, 33, 43, 44
9	<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i>	klenice načervenalá	LC	4	10, 11, 14, 49
10	<i>Bryum capillare</i>	prutník chluponosný	LC	16	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 19, 21, 22, 25, 32
11	<i>Bryum moravicum</i>	prutník moravský	LC	1	43
12	<i>Campylopus introflexus</i>	křivonožka vehnutá	LC	1	15
13	<i>Cephalozia bicuspidata</i>	křepenka dvoulaločná	LC	1	14
14	<i>Conocephalum conicum</i>	mřížkovec kuželovitý	LC	1	29
15	<i>Dicranella heteromalla</i>	dvouhroteček různotvárný	LC	2	34, 40

	<b>druh</b>	<b>český název</b>	<b>č. s.</b>	<b>četnost</b>	<b>plochy</b>
16	<i>Dicranodontium denudatum</i>	dvouhrotcovka lámavá	LC	3	28, 35, 44
17	<i>Dicranoweisia cirrata</i>	křídlečka zprohýbaná	LC	17	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 25, 35, 40, 42, 43, 44, 45, 49
18	<i>Dicranum montanum</i>	dvouhrotec chlumní	LC	3	26, 27, 29
19	<i>Dicranum scoparium</i>	dvouhrotec chvostnatý	LC	7	15, 23, 24, 26, 27, 31, 32
20	<i>Encalypta streptocarpa</i>	čepičatka točivá	LC	11	2, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 47, 49
21	<i>Hylocomium splendens</i>	rokytník skvělý	LC	4	1, 2, 24, 28
22	<i>Hypnum cupressiforme</i>	rokyt cypřišovitý pravý	LC	16	2, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 22, 24, 25, 28, 32, 33, 38, 47
23	<i>Chiloscyphus cuspidatus</i>	křehutka špičatá	LC	2	15, 21
24	<i>Chiloscyphus profundus</i>	křehutka různolistá	LC	1	25
25	<i>Oxyrrhynchium hians</i>	trněnka odstálá	LC	2	2, 24
26	<i>Pellia neesiana</i>	pobřežnice Neesova	LC	1	46
27	<i>Plagiochila asplenoides</i>	kaprad'ovka slezínkovitá	LC	1	26
28	<i>Plagiochila porelloides</i>	kaprad'ovka podhořankovitá	LC	2	19, 44
29	<i>Plagiomnium affine</i>	měřík příbuzný	LC	12	15, 21, 25, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 36, 37, 38
30	<i>Plagiomnium undulatum</i>	měřík čeřitý	LC	6	23, 28, 45, 46, 47, 48
31	<i>Plagiothecium curvifolium</i>	lesklec křivolistý	LC	5	34, 36, 38, 43, 44
32	<i>Plagiothecium denticulatum</i>	lesklec zubatý pravý	LC	3	32, 38, 47
33	<i>Pleurozium schreberi</i>	travník Schreberův	LC	3	15, 21, 31
34	<i>Pohlia cruda</i>	paprutka trpká	LC	1	29
35	<i>Polytrichum formosum</i>	ploník ztenčený	LC	13	1, 6, 12, 15, 23, 28, 29, 36, 37, 39, 41, 46, 49
36	<i>Pseudoamblystegium subtile</i>	rokytnatka útlá	LC	20	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 21, 32, 44, 49
37	<i>Pseudoleskeella nervosa</i>	řetízkovce žilnatý	LC	1	48
38	<i>Ptilidium ciliare</i>	brvitec chlupatý	LC	1	27
39	<i>Pylaisia polyantha</i>	čepejřnatka mnohoplodá	LC	1	45
40	<i>Racomitrium sudeticum</i>	zoubkočepka sudetská	LC	1	12
41	<i>Rhizomnium punctatum</i>	měřík tečkovaný	LC	6	1, 5, 6, 7, 9, 18
42	<i>Sanionia uncinata</i>	srpnatka háčkovitá	LC	24	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 23, 25, 26, 29, 32, 33, 35, 36, 49
43	<i>Sciuro-hypnum populeum</i>	baňatka topolová	LC	7	1, 2, 3, 4, 21, 25, 47
44	<i>Sciuro-hypnum reflexum</i>	baňatka zakřivená	LC	5	36, 41, 46, 47, 49
45	<i>Serpoleskea confervoides</i>	rokytnatka nejjemnější	LC	2	1, 2
46	<i>Schistidium apocarpum</i>	klanozoubek obecný	LC	19	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 33, 35, 38, 40, 41, 42
47	<i>Syntrichia ruralis</i>	rourkatec obecný pravý	LC	1	22

**Tabulka 3.** Seznam zjištěných druhů lišejníků.

	<b>druh</b>	<b>český název</b>	<b>č. s.</b>	<b>četnost</b>	<b>plochy</b>
1	<i>Acarospora macrospora</i>	drobnovýtruska velkovýtrusá	NT	1	45
2	<i>Acarospora nitrophila</i>	drobnovýtruska rumištní	LC	1	27
3	<i>Aspicilia contorta</i>	misnička uvitá	LC	2	15, 26
4	<i>Bacidina chlorotricula</i>	hůlkovka blednoucí	LC	1	27
5	<i>Bacidina sulphurella</i>	hůlkovka sírová	LC	1	25
6	<i>Bilimbia sabuletorum</i>	šálečka pískomilná	LC	45	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49
7	<i>Caloplaca citrina</i>	krásnice citronová	LC	1	25
8	<i>Candelariella aurella</i>	svícníček vápnomilný	LC	3	12, 14, 17
9	<i>Cladonia coniocraea</i>	dutohlávka jehlicovitá	LC	1	14
10	<i>Cladonia fimbriata</i>	dutohlávka třásnitá	LC	1	21
11	<i>Cladonia furcata</i>	dutohlávka rozsochatá	LC	2	30, 31
12	<i>Gyalecta jenensis</i>	kryptovka koflíkovitá	LC	1	45
13	<i>Lecanora dispersa</i>	misnička roztroušená	LC	25	12, 14, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 42
14	<i>Lecanora polytropa</i>	misnička zelenavá	LC	1	1
15	<i>Lecanora saxicola</i>	misnička zední	LC	5	2, 3, 4, 5, 6
16	<i>Lecidella stigmatea</i>	šálečka tečkovaná	LC	25	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 25, 26, 27, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49
17	<i>Lepraria finkii</i>	prášenka laločnatá	LC	22	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 16, 19, 20, 21, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49
18	<i>Lepraria incana</i>	prášenka bělošedá	LC	2	2, 12
19	<i>Lepraria membranacea</i>	prášenka blanitá	LC	4	43, 44, 45, 48
20	<i>Micarea micrococca</i>	třpytka trávozelená	LC	1	13
21	<i>Placynthium nigrum</i>	placynthium černé	NT	1	24
22	<i>Porina chlorotica</i>	hrbolovka blednoucí	LC	1	13
23	<i>Protoblastenia rupestris</i>	psora skalní	LC	30	1, 2, 3, 4, 5, 6, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 49
24	<i>Sarcogyne regularis</i>	drobnovýtruska pravidelná	LC	20	14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42
25	<i>Trapeliopsis gelatinosa</i>	změnověnka rosolovitá	NT	3	2, 3, 4
26	<i>Verrucaria muralis</i>	bradavnice zední	LC	46	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49
27	<i>Verrucaria nigrescens</i>	bradavnice černavá	LC	3	18, 31, 48