

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
katedra biologie

Vliv betonových opevnění v biotopech bezlesí Krkonoš na druhovou
diverzitu skalních nitrofilních a vápnomilných lišejníků

Diplomová práce

Autor: Eliška Ceralová
Studijní program: N0588A030001, Magisterský, Prezenční
Studijní obor: Biologie a ekologie, spec. experimentální biologie
Vedoucí práce: RNDr. Josef Halda, Ph.D.

UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ
Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: 2022/2023

Studijní program: Biologie a ekologie
Forma studia: Prezenční
Specializace/kombinace: Biologie a ekologie – spec.
experimentální biologie (NMBEEB)

Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

Jméno a příjmení: Bc. Eliška Ceralová
Osobní číslo: S22BI014NP
Adresa: Žďárec u Skutče 5, Skuteč – Žďárec u Skutče, 53973 Skuteč, Česká republika
Téma práce: Vliv betonových opevnění v biotopech bezlesí Krkonoš na druhovou diverzitu skalních nitrofilních a vápnomilných lišejníků
Téma práce anglicky: The influence of concrete fortifications in forestless biotopes of the Krkonoše Mountains on the species diversity of saxicolous nitrophilous and calciphilous lichens
Jazyk práce: Čeština
Vedoucí práce: RNDr. Josef Halda, Ph.D.
Katedra biologie

Zásady pro vypracování:

Výzkumným úkolem DP je průzkum druhové diverzity saxikolních lichenizovaných hub na betonových objektech opevnění v biotopech bezlesí v Krkonoších. Výskyt vápencových a dolomitů je na území Krkonoš vzácný a pro výskyt určitých druhů velmi významný. Vybrané plochy mohou sloužit jako náhradní substrát zvyšující celkovou druhovou diverzitu lišejníků. Dosud nebyly publikovány žádné odborné práce s podobnou problematikou, a proto je monitoring žádoucí. Průzkumem budou získána nová data, která mohou být využita při tvorbě rozhodnutí pracovníků ochrany přírody.

Seznam doporučené literatury:

- 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.
PIETRZYKOWSKA, K. & KOSSOWSKA, M. (2010): Porosty antropogenních podloží 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.
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.
WIRTH, V. (2010): Ökologische Zeigerwerte von Flechten – erweiterte und aktualisierte Fassung. *Herzogia* 23(2): 229–248.
WIRTH, V., HAUCK, M. & SCHULTZ, M. (2013): *Die Flechten Deutschlands*. Stuttgart: Ulmer. 2 volumes. 1244 p. ISBN: 978-3-8001-5903-1

Podpis studenta:

Datum:

PROHLÁŠENÍ

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

V Hradci Králové dne 10. 5. 2024

Eliška Ceralová

PODĚKOVÁNÍ

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

ANOTACE (= ABSTRAKT V ČEŠTINĚ)

CERALOVÁ, E. Vliv betonových opevnění v biotopech bezlesí Krkonoš na druhovou diverzitu skalních nitrofilních a vápnomilných lišejníků, Hradec Králové, 2024. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě. Vedoucí bakalářské práce Josef Halda, 72 str.

Diplomová práce zkoumá vliv lidské činnosti na rozmanitost lišejníků v horských oblastech Krkonoš v biotopech bezlesí. Byl proveden biomonitoring na vybraných lokalitách, kde byla zkoumána betonová opevnění vybudovaná v minulém století. K dosažení cíle práce byly využito Ellenbergových indikačních hodnot k identifikaci přítomnosti vápnomilných druhů, které by jinak na přirozeném podkladu silikátových hornin nepřežily. Teoretická rešerše analyzuje jak pozitivní, tak negativní dopady kolonizace lišejníků na antropogenní substráty a soustředí se na vývoj účinných ochranných strategií proti biodeterioraci.

KLÍČOVÁ SLOVA

Krkonoše, biomonitoring, lišejník, vápnomilný lišejník, biotop, druhová diverzita, opevnění

ANNOTATION (=ABSTRACT, IN ENGLISH)

CERALOVÁ, E. The influence of concrete fortifications in forestless biotopes of the Krkonoše Mountains on the species diversity of saxicolous nitrophilous and calciphilous lichens, University of Hradec Králové, 2024. Masters Thesis at the Faculty of Science. Thesis supervisor Josef Halda, 72 p.

The thesis investigates the influence of human activities on the diversity of lichens in the mountain areas of the Giant Mountains in forest-free biotopes. Biomonitoring was carried out at selected sites where concrete fortifications built in the last century were investigated. To achieve the aim of the work, Ellenberg indicator values were used to identify the presence of calciphilous species that would otherwise not survive on the natural silicate bedrock. The theoretical investigation analyzes both the positive and negative impacts of lichen colonization on anthropogenic substrates and focuses on the development of effective protective strategies against biodeterioration.

KLÍČOVÁ SLOVA

Giant Mountains, biomonitoring, calcareous lichen, biotope, species diversity, fortification

Obsah

Úvod	8
1.1 Cíl práce.....	8
1.2 Stručná historie opevnění.....	8
2 Vliv různého chemického složení substrátu na druhovou diverzitu saxikolních lišejníků (literární rešerše)	10
2.1 Vápnomilné druhy v Krkonoších.....	10
2.2 Výskyt lišejníků na betonu	11
2.3 Prostředky ochrany památek chránící před biodeteriorací	13
3 Metodika.....	15
4 Výsledky.....	16
4.1 Lokality.....	16
4.2 Biotopy	17
4.3 Druhová diverzita na plochách	18
4.4 Druhová diverzita saxikolních lišejníků na betonových opevněních .	22
4.4.1 Fotofilní druhy	24
4.5 Druhová diverzita saxikolních lišejníků na žule	28
4.5.1 Významné skalní druhy na žule	30
4.6 Epifytické lišejníky	33
4.6.1 Druhová diverzita na plochách	33
4.7 Červený seznam.....	40
Diskuze.....	49
Závěr	53
Literatura	55
Přílohy	60

Úvod

1.1 Cíl práce

Výzkumným úkolem DP je průzkum druhové diverzity saxikolních lichenizovaných hub na betonových opevněních. Monitorované objekty byly vybudovány v minulém století (přesněji v období 1937–1938) v horských ekosystémech situovaných mimo jiné v pásmu bezlesí v oblasti Krkonošského národního parku. Cílem DP jsou právě opevnění v biotopech krkonošského bezlesí a jejich vliv na druhovou diverzitu lichenizovaných hub.

Diplomová práce je součástí rozsáhlejšího projektu, zaměřeného kromě saxikolních a epifytických lišejníků na výskyt mechorostů (ČERMÁKOVÁ, 2024) a cévnatých rostlin (BULÍČKOVÁ, 2024). Výběr ploch byl v rámci DP omezen na biotopy bezlesí, vyskytující se na území KRNAP (celkem 59 ploch, viz Metodika).

1.2 Stručná historie opevnění

Záměr vybudovat opevnění v Krkonoších vznikl jako reakce na rostoucí hrozbu invaze do Československa v druhé polovině 30. let 20. století. Volba této obranné strategie se zdála jako nejlogičtější v případě konfliktu se sousedním Německem. Hlavním účelem těchto vybudovaných opevnění bylo především bránit nepříteli, a to buď zastavením nebo alespoň zdržením jeho postupu, s cílem zabránit strategickému překvapení (Merta, 2002). Následně během celé zimy 1936-1937 probíhaly intenzivní projekční a přípravné práce, které vyústily v konstrukci lehkých objektů podle vzoru 37, populárně nazývané jako „řopíky“. Tento typ bunkru byl rozdělen do tří základních variant, a to A, B a C. Typ A tvořil přibližně 85 % z celkového počtu postavených řopíků (Janský, 2022). Původní plán postavit 362 lehkých pevnůstek, které měly pokrýt celé území Krkonoš, byl narušen v důsledku okupace Československa německými vojsky a pozdějšího podepsání Mnichovské dohody dne 29. září 1938. Z tohoto důvodu byla nakonec realizována pouze nepatrná část objektů, které v konečném důsledku nebyly využity. Avšak v průběhu pozdějších let některé z nich opět začaly sloužit během studené války, hlavně v období zvýšeného napětí mezi západními a východními bloky (Nováková, 2017, Merta, 2002).

Z ekologického hlediska jsou tyto betonové struktury, stojící již přes 80 let v Krkonošském národním parku (KRNAP), postupně osidlovány lišejníky, které jsou schopné využívat jejich relativně neporušený povrch a stabilní mikroklima (Merta, 2002). Proces kolonizace, známý také jako sukcese, má potenciál podpořit vznik nových ekosystémů a zvýšit biologickou rozmanitost v dané oblasti. Tento jev je zvláště významný vzhledem k omezené přítomnosti vápníkem bohatých stanovišť v Krkonoších. Sledování lišejníků na bunkrech je důležité, protože se zde mohou vyskytovat unikátní a vzácné druhy, které by se na běžných žulových substrátech Krkonoš

nevyskytovaly. V rámci své diplomové práce jsem se rozhodla provést monitoring těchto organismů.

Motivací pro mé téma diplomové práce je mé nadšení pro lišejníky, které mě fascinují svou odolností a citlivostí na životní prostředí. Současně mám i možnost doplnit výsledky mé bakalářské práce, která se zaměřovala na monitoring lišejníků v horských lesních ekosystémech, a prohloubit své poznání o jejich ekologii.

2 Vliv různého chemického složení substrátu na druhovou diverzitu saxikolních lišejníků (literární rešerše)

Substrát obsahující vápník se přirozeně v Krkonoších vyskytuje jen vzácně a objekty z betonu, které byly vytvořeny poměrně nedávno, byly kolonizovány druhy, které se na dalších místech v Krkonoších vyskytují jen vzácně. Druhy zjištěné výzkumem opevnění chci porovnat s druhy z vápencových a dolomitových substrátů lokalizovaných na území Krkonoš. Dominantním substrátem Krkonoš jsou silikátové horniny, především žula. Tento substrát kolonizují odlišné druhy lišejníků než ve vápencových oblastech. Průzkumem jsem získala nová, dosud neznámá data, která doplňují výsledky mojí BP, zaměřující se na složení druhové diverzity lišejníků z opevnění v lesních ekosystémech. Věřím, že moje výsledky Správa KRNP využije při tvorbě různých managementových opatření.

2.1 Vápnomilné druhy v Krkonoších

Přirozený výskyt vápnomilných druhů lišejníků je z důvodů uvedených v předešlé kapitole omezen na několik vápencových výstupů. Několik takových se vyskytuje v podhůří, v okolí vápencových lomů (např. lokality Černý Důl, Lánov, Strážné, Horní Albeřice) a vzácně také v nejvyšších partiích pod hlavním hřebenem Krkonoš (např. štola ve Velké Kotelní jámě a místy v Rudné rokli v Obřím dole). Tyto lokality často představují stanoviště s výskytem velmi vzácných a ohrožených druhů lišejníků (Halda, 2012) a jsou již dlouhou dobu středem zájmu odborníků (Hilitzer, 1924; Kuťák, 1952). Omezený počet lokalit mají v Krkonoších vápnomilné lišejníky *Atla wheldonii*, *Lemmopsis arnoldiana*, *Peltigera aphthosa*, *Psorotichia diffracta*, *Rhizocarpon umbilicatum*, *Solorina saccata*, *S. spongiosa*, *Sporodictyon schaeferianum*, nebo *Thelidium methorium*. Mnohem více stanovišť představují pro běžné druhy vápnomilných lišejníků různé stavby a menší objekty z materiálů vytvořených lidskou činností obsahujících vápník (malta, beton). Mezi takové lišejníky patří: *Acarospora macrospora*, *Acarospora moenium*, *bilimbia sabuletorum*, *Caloplaca chrysodeta*, *Calogaya decipiens*, *Flavoplaca oasis*, *Candelariella aurella*, *Cladonia pocillum*, *Circinaria contorta*, *Enchylium limosum*, *Gyalecta jenensis*, *Lathagrium auriforme*, *Lecanora crenulata*, *Lecidella stigmatea*, *Lemmopsis arnoldiana*, *Physcia caesia*, *Placynthium nigrum*, *Polyblastia albida*, *Polyzozia dispersa*, *Protoblastenia rupestris*, *Protoparmeliopsis muralis*, *Rinodina bischoffii*, *Sarcogyne regularis*, *Scytinium pulvinatum*, *Thelidium papulare*, *Verrucaria muralis*, *Verrucaria nigrescens*, *Verrucaria viridula*, *Rusavskia elegans* a *Xanthoria parietina*.

2.2 Výskyt lišejníků na betonu

Jako průkopníci sukcese jsou lišejníky často mezi prvními organismy, které se usadí na substrátu, který je pro jiné organismy neobyvatelný. Jejich schopnost získávat živiny a vlhkost z atmosféry, spolu s odolností vůči náročným podmínkám prostředí, je předurčuje, společně s dalšími pionýrskými organismy jako jsou např. sinice, řasy nebo mechorosty, k tomu, aby se staly prvními kolonizátory betonových povrchů. Beton je umělý (zpevněný) materiál s vlastnostmi podobnými přírodnímu kamenu. Je to stavební materiál vyrobený ze směsi cementu (směs CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3), jemného kameniva (obvykle písku), hrubého kameniva (šterku nebo drcené horniny) a vody. Směs se s časem zatvrdí, aby vytvořila pevný a odolný materiál (Gaylarde et al., 2023). Počátky využívání betonu jsou spojovány s dobou starověkých Římanů, nicméně archeologické nálezy naznačují, že již starověcí Egypťané dokázali v omezené míře využívat procesy hydratace (Margoldová, 2005). Během starověku pak římsí stavitelé využívali malty k ochraně kamenů před vnějšími vlivy a pro estetické úpravy a zdobení staveb (Ariño et al., 1997). V roce 1824 byl poprvé použit moderní portlandský cement, který byl vynalezen v Anglii. Tato inovace vedla k následnému vývoji, který z betonu učinil nejdůležitější stavební materiál na světě (Gaylarde et al. 2023).

Důvodem proč by měla být lišejníkům a jejich působení na tomto specifickém substrátu věnována širší pozornost, je skutečnost, že cementové malty a beton jsou celosvětově všudypřítomnými stavebními materiály 20. století a v blízké budoucnosti budou ve stavebnictví stále používány ROSATO, (2006).

V souvislosti s betonem se často zmiňuje pojem bioreceptivita označující náchylnost materiálu ke kolonizaci živými organismy. Je to míra vhodnosti substrátu pro růst a uchycení různých biologických organismů, jako jsou bakterie, houby, řasy a lišejníky (Guillitte, 1995). Podle JONES et al. (2015) a mnoha dalších je beton vnímán jako materiál vysoce náchylný k biologickému růstu. Existují tři typy této interakce mezi materiálem a organismy. Primární bioreceptivita představuje vnitřní potenciál materiálu pro biologickou kolonizaci, sekundární bioreceptivita se týká schopnosti již upraveného materiálu být kolonizován v budoucnosti. Terciární bioreceptivita označuje kolonizační potenciál materiálu, který byl upraven lidskou činností (Guillitte, 1995). Termínu terciární bioreceptivita věnuje pozornost studie JURADO et al., (2014). Novodobý výzkum autorů VEEGER et al. (2021) a GAYLARDE et al. (2023) se navíc zabývá otázkou blízké budoucnosti, která vychází ze stále rostoucí urbanizace a nutnosti efektivní integrace zelených ploch do městského prostředí. Zefektivněním vlastností bioreceptivity betonu můžeme dosáhnout biologický růst bez potřeby jakékoliv údržby.

Samotný vývoj lišejníkových společenstev představuje dynamický proces, který může mít jak příznivé, tak nepříznivé dopady na daný substrát či okolní ekosystém. Jedním z pozitivních dopadů kolonizace lišejníky může být přispívání k biologické rozmanitosti a ekologické dynamice

městského prostředí (JONES et al., 2015). Výzkum autorů ARIÑO et SAIZ-JIMENEZ (1996) potvrdil pozitivní vliv kolonizace, který spočívá v tom, že lišejníky mění strukturu betonu v estetickou hodnotu prostřednictvím živých barev a textur. Povrch mohou navíc lišejníky chránit jako bio-bariéra proti zvětrávání. Udržují vlhkost, zlepšují propustnost, snižují tepelný stres a erozi a jsou schopné absorbovat různé kontaminanty (Thakur et al., 2022). Otázkou, zda betonový substrát obohacuje druhovou diverzitu se zabývá výzkum autorů ROSATO et al. (2006).

Sukcese lišejníků představuje komplexní téma a přináší s sebou řadu komplikací. Nejvíce studovanou oblastí je biodeteriorace, která je úzce spojená s bioreceptivitou betonu, při které dochází k nepříznivým změnám vlastností materiálu, které aktivně způsobují lišejníky. Tento jev přitahuje pozornost mnoha vědců a ochránců památek, jelikož představuje velké riziko z hlediska kulturního dědictví, kdy nejčastějším příznakem tohoto fenoménu je poškozování vzhledu a konstrukcí budov (Thakur et al., 2022). Ve výzkumu FONSECA et al. (2010) se autoři zabývají výskytem a vlivem lišejníků na betonové památky a upozorňují na velký problém ovlivnění fyzické integrity a kulturního významu těchto staveb. Stélky lišejníků zakrývají složité architektonické prvky, dekorativní ozdoby a historické nápisy. Postupné porůstání substrátu snižuje vizuální jasnost a čitelnost artefaktů a s tím klesá i jejich estetická přitažlivost a historická hodnota. Proto je nezbytné pochopit mechanismy a dynamiku kolonizace betonových památek lišejníky. Dle autorů je studium dynamiky klíčové pro vypracování účinných ochranných strategií zaměřených na zmírnění škodlivých dopadů růstu lišejníků a zajištění dlouhodobé ochrany historických památek (ARIÑO & SAIZ-JIMENEZ, 1996; ARIÑO et al. 1997). Podobné závěry obsahuje studie FONSECA et al. (2010), která uvádí, že přítomnost lišejníků urychluje zvětrávací procesy tak, že lišejníky podporují zadržování vlhkosti, přispívají ke změně barvy povrchu, erozi a tvorbě biologické patiny. Ta je nejčastěji bílé nebo oranžové barvy (Ariño et al. 1996). Na různých typech vápenců ve Španělsku a Portugalsku byly pozorovány i barvy žlutá, zelená, hnědá a černá (PATHIS et al., 2012). Biologická patina vzniká díky působení hyf některých druhů lišejníků. Obsahuje CaCO_3 a CaC_2O_4 (ARIÑO & SAIZ-JIMENEZ, 1996, ARIÑO et al. 1997). Nejproblematictějšími jsou zejména druhy endolitické, které působí mechanické i chemické poškození. Mechanické poškození nastává při pronikání jejich hyf do substrátu. Při změně obsahu vody ve stélce dochází k opakovanému smršťování a rozpínání, které vede k deformaci substrátu. Chemický typ poškození nastává v důsledku vylučování organických kyselin. Těmi jsou zejména karboxylové kyseliny, kdy příkladem mohou být kyselina askorbová, šťavelová, mléčná či glukonová. Ty jsou schopné přímo rozkládat určité složky v substrátu (Cozzolino et al., 2022). Biodeteriorace je způsobena hyfami houby, které jsou v těsném kontaktu se substrátem (Thakur et al., 2022). Kombinací obou typů procesů dochází k mikrostrukturním změnám, oslabení povrchové vrstvy betonu a narušení strukturální integrity. Růst lišejníků vytváří mikroprostředí

příznivé pro kolonizaci dalšími mikroorganismy, např. mechorosty, které proces degradace urychlují (ARIÑO & SAIZ-JIMENEZ, 1996; ARIÑO et al., 1997).

2.3 Prostředky ochrany památek chránící před biodeteriorací

Mnoho studií se zabývá specifickými metodami, které by měly zmírnit negativní dopady biodeteriorace.

Použití biocidů je často odmítáno z důvodu agresivity a toxických účinků, které negativně ovlivňují lidské zdraví a životní prostředí. Z tohoto důvodu se výzkumníci zaměřují na hledání alternativních řešení, jako je například použití anatasu, což je forma oxidu titaničitého. Studie provedená FONSECA et al. (2010) potvrdila účinnost anatasu jako ochranného prostředku proti kolonizaci lišejníků na betonovém povrchu. Nízká toxicita a vysoká efektivita ho činí atraktivní volbou pro ochranu historických památek před negativním působením lišejníků. Výzkum probíhal jak ex situ v laboratoři na vzorcích destiček s maltou, tak in situ na stěnách Národního paláce Pena (město Sintra, Portugalsko). Bylo zjištěno, že fotoreaktivní vlastnosti anatasu umožňují katalyzovat rozklad organických znečišťujících látek, včetně sloučenin pocházejících z lišejníků, po vystavení ultrafialovému (UV) záření (Fonseca et al., 2010). Tato fotokatalytická aktivita nejen potlačuje kolonizaci lišejníků, ale také usnadňuje samočištění betonových povrchů rozkladem organických látek usazených růstem lišejníků. Anatasové povlaky vykazují dostatečnou trvanlivost a odolnost vůči povětrnostním vlivům, čímž poskytují dlouhodobou ochranu proti degradaci vlivem prostředí. Kromě použití těchto metod byly zkoumány i různé další konzervační techniky, které mají chránit betonové památky před kolonizací lišejníky a degradací prostředí. Jeden z přístupů zahrnuje použití ochranných tmelů a nátěrů navržených tak, aby vytvořily bariéru proti vlhkosti a organickým kontaminantům, čímž se potlačí růst lišejníků a sníží riziko degradace povrchu (Smith et al., 2018). Tmely nejen chrání betonové povrchy před pronikáním vlhkosti, ale také zvyšují jejich odolnost vůči povětrnostním vlivům a biologické kolonizaci. Další účinnou strategií, zastupující mechanický přístup ochrany, je provádění pravidelného čištění a údržby, aby se odstranily nahromaděné organické látky a zbytky, které slouží jako substrát pro kolonizaci lišejníků (Garcia et al., 2020). Udržováním čistých povrchů bez příznivých podmínek pro růst lišejníků, jako je vlhkost a živiny, lze výrazně snížit míru biodeteriorace. Tento preventivní přístup k údržbě nejenže zachovává strukturální integritu betonových památek, ale také zvyšuje jejich vizuální přitažlivost a kulturní význam v zastavěném prostředí. Ve studiích DE GRAEF et al. (2005) a DE BELIE et al. (2006) byla na území Belgie vyzkoušena inovativní biologická technika. K ošetření betonových destiček znečištěných lišejníky byly aplikovány bakterie rodu *Thiobacillus* v živném médiu. Metoda je velice šetrná k životnímu prostředí,

účinnost však závisí na typu substrátu a způsobu ošetření. Nepříjemným vedlejším účinkem biologické čisticí metody je vznik bílé sádky, která má na estetiku budov negativní vliv.

Příprava a implementace účinných strategií ochrany proti kolonizaci lišejníků a následné biodeterioraci je velmi žádoucí (JURADO et al., 2014). Pokusný zásah na zdech kostela San Roque v Campeche (Mexiko) nepřinesl očekávané výsledky, a dokonce zvýšil bioreceptivitu materiálu a s tím související biodeterioraci ošetřovaných zdí.

3 Metodika

Pro účely DP byly vybrány všechny dostupné objekty opevnění (59 opevnění, Mapa 1) vyskytující se v biotopech bezlesí v území KRNAP a několik mimo území v oblasti Kořenova. Pro lepší přehlednost byly vybrané plochy sloučeny do 9 lokalit – Kořenov, Vrbatovo návrší, Harrachovy kameny, Kotel, Lysá hora, Studniční hora, Luční hora, Dolní Lysečiny a Trutnov – Babí. Vybrané lokality se vyskytují v biotopech bezlesí, které představují zapojené alpínské trávníky, kosodřevina, horské trojštětové louky, mezofilní ovsíkové louky, subalpínské vysoko stébelné trávníky, alpínská vřesoviště, přechodová rašeliniště, intenzivně obhospodařované louky, nálety pionýrských dřevin a zastavěné plochy.

K záznamu dat v terénu jsem použila aplikaci Sheets v mobilním telefonu s předem připraveným seznamem druhů lišejníků. Tento způsob mi ušetřil čas při zápisu a také při převodu dat do databáze. Pro navigaci v terénu rovněž posloužil mobilní telefon s aplikací Mapy.cz. Objekty a zajímavé lišejníky jsem dokumentovala pomocí fotoaparátu v mobilním telefonu. K pozorování mikrolišejníků jsem využila zvětšovací lupu s desetinásobným zvětšením. Vzorky, které nebylo možné spolehlivě určit v terénu, jsem opatrně odebrala do sáčku pro pozdější determinaci v laboratoři. Vzorky pro mikroskopování jsem připravila pomocí stereolupy Olympus SZ a mikroskopovala je mikroskopem Olympus BX53 DIC. Nomenklatura lišejníků je v souladu s prací PRINTZEN et al., 2022. Pro určování byly využity atlasy a klíče WIRTH et al., 2013; SMITH et al., 2009. Ellenbergovy indikační hodnoty pro lišejníky byly převzaty z práce WIRTH, 2010.

Pro zpracování mapových podkladů byla použita aplikace QGIS. Linie s hranicí KRNAP byla získána z portálu ISOP (ISOP, 2024). WMS mapový podklad Google terrain byl získán z mapového portálu GoogleMap (GOOGLE, 2024). Sestavy pro grafy byly exportovány z databáze MySQL. Grafy byly vytvořeny v aplikaci MS Excell.

4 Výsledky

4.1 Lokality

59 monitorovaných ploch jsem podle geografické polohy rozdělila do 9 lokalit: Kořenov (plochy 1–9), Vrbatovo návrší (10-13), Harrachovy kameny (14-20, 30), Kotel (21-22, 26-29), Lysá hora (23-25), Studniční hora (31-33), Luční hora (34-35), Dolní Lysečiny (36-39) a Trutnov – Babí (40-59). Největším počtem ploch disponuje lokalita Trutnov – Babí (19). Následují Kořenov (9), Harrachovy kameny (8), Kotel (6), Vrbatovo návrší (4), Dolní Lysečiny (4), Studniční hora (3) a Lysá hora (3). Nejmenším počtem ploch disponuje lokalita Luční hora (2).

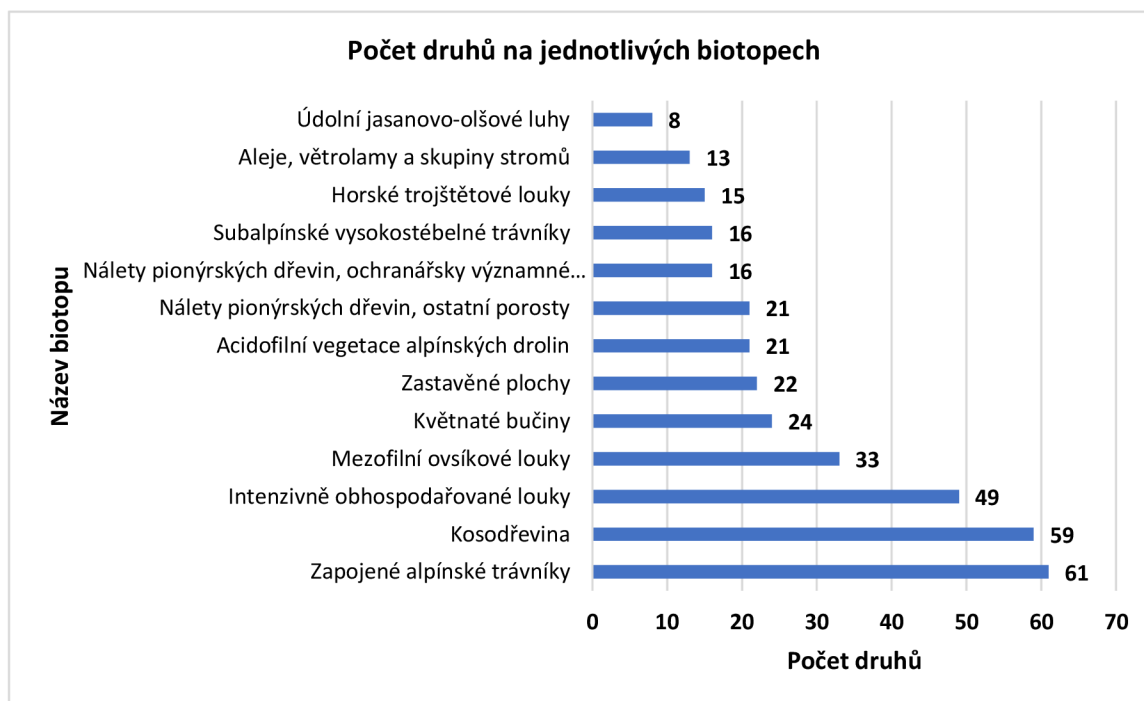
Plochy s vybranými opevněními jsem roztrídila podle typu biotopu: zapojené alpínské trávníky, kosodřevina, intenzivně obhospodařované louky, mezofilní ovsíkové louky, květnaté bučiny, zastavěné plochy, acidofilní vegetace alpínských drovin, nálety pionýrských dřevin a ostatní porosty, nálety pionýrských dřevin a ochranná významné porosty, subalpínské vysokostébelné trávníky, horské trojštětové louky, aleje, větrolamy a skupiny stromů a jako poslední údolní jasanovo-olšové luhy.

Na všech opevněních jsem monitorovala výskyt lišejníků na betonových stěnách a ploché střeše. V některých případech byly stěny záměrně překryty kameny ze sutí v okolí. Takové jsem rovněž zaznamenala a výčet druhů byl obohacen o druhy vyskytující se výhradně na granitu. Na stromech v blízkosti opevnění jsem zaznamenala také epifytické druhy lišejníků. Nejčastěji se vyskytujícími dřevinami byly *Acer pseudoplatanus* (javor klen), *Betula pendula* (bříza bělokorá), *Fagus sylvatica* (buk lesní), *Fraxinus excelsior* (jasan ztepilý), *Prunus avium* (třešen ptačí), *Carpinus betulus* (habr obecný) a *Salix caprea* (vrba jíva).

4.2 Biotopy

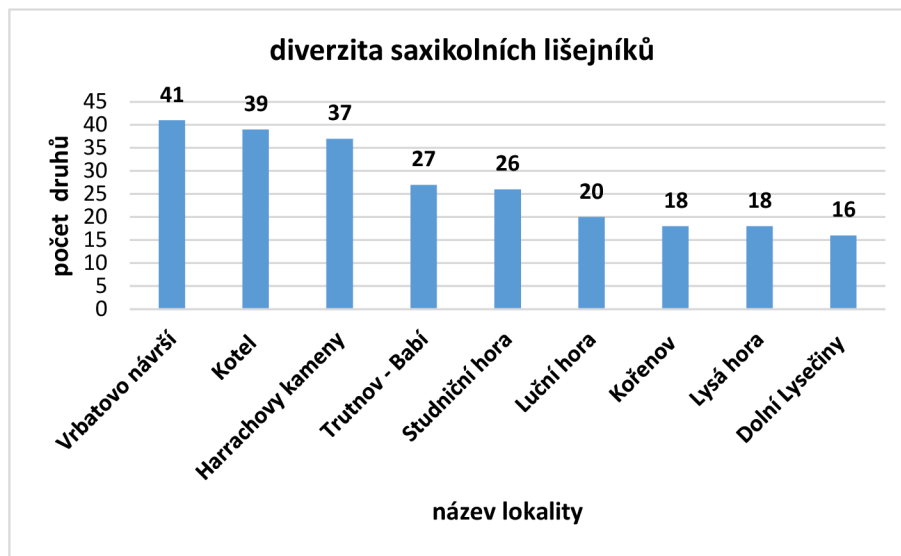
Monitorované plochy jsem dle mapové vrstvy AOPK ČR (BIOTOPY, 2024) přiřadila příslušným typům biotopů. Nejvyšší druhová diverzita byla zaznamenána na plochách v biotopu zapojené alpské trávničky, kde bylo objeveno bylo celkem 61 druhů lišejníků. Důvodem vyšší druhové rozmanitosti může být kombinace více faktorů: (mikro)klimatické podmínky, geologická heterogenita (opevnění byla zčásti zasypána žulovými balvany a sutí), časté disturbance, různé ekologické adaptace a nízká konkurence (Körner, 2003; Chapin III & Körner, 1995; Billings & Bliss, 1959). Druhově bohaté plochy se vyskytují v biotopu kosodřevina, kde bylo nalezeno celkem 59 druhů lišejníků. Také plochy situované v lučních biotopech (intenzivně obhospodařované louky) jsou druhově poměrně bohatým biotopem. Bylo zde zaznamenáno 49 druhů. Druhově méně bohaté plochy byly zjištěny v biotopech mezofilní ovsíkové louky (33), květnaté bučiny (24), (25), zastavěné plochy (22), acidofilní vegetace alpských drovin (21) a nálety pionýrských dřevin, ostatní porosty (21). Druhově nejchudší biotopy se nacházely v biotopech nálety pionýrských dřevin, ochrannářsky významné porosty (16), subalpínské vysokostébelné trávničky (16), horské trojštětové louky (15), aleje, větrolamy a skupiny stromů (13) a údolní jasanovo-olšové luhy (8).

Graf č. 1 zobrazuje druhovou bohatost lišejníků dle jednotlivých biotopů.



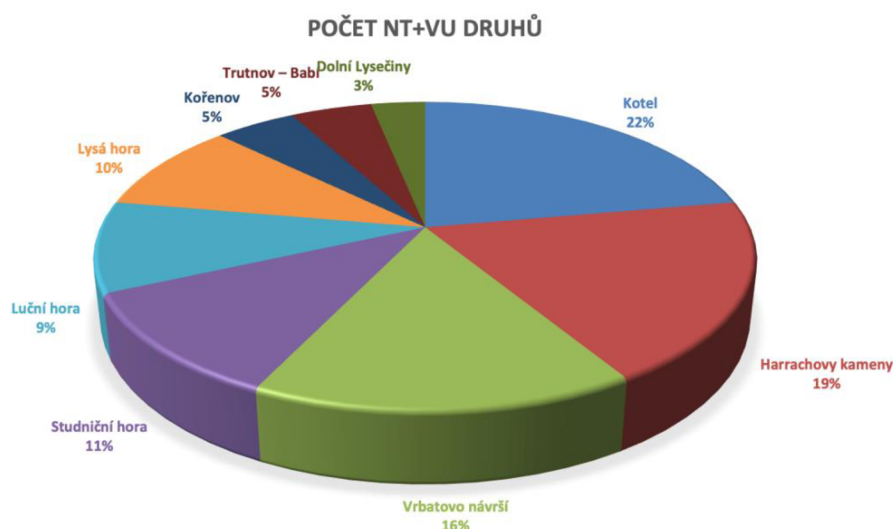
4.3 Druhá diverzita na plochách

Četnost saxikolních lišejníků na jednotlivých plochách znázorňuje graf č. 2.



Z grafu je patrné, že lokalitou s největší druhovou diverzitou saxikolních lišejníků je Vrbatovo návrší, kde bylo identifikováno celkem 41 druhů lišejníků. Přestože Vrbatovo návrší disponuje pouze čtyřmi zkoumanými plochami, dosahuje vysoké biodiverzity z důvodu různorodého substrátu. Byly zde zjištěny jak vápnomilné druhy na betonu, tak horské druhy obývající výhradně křemičité horniny na žulových balvanech. Podobně vysokou druhovou diverzitu vykazuje i lokalita Kotel, kde bylo nalezeno 39 druhů lišejníků na šesti monitorovaných plochách. Harrachovy kameny vykazují také významnou diverzitu s 37 druhy lišejníků na čtyřech monitorovaných plochách, což je stejně jako u Vrbatova Návrší a Harrachových kamenů způsobeno rozmanitostí prostředí v této lokalitě. Naopak, lokalita Trutnov – Babí vykazuje nižší druhovou diverzitu s celkovým počtem 27 druhů lišejníků. Tato lokalita byla monitorována na 19 plochách a nenabízí tak různorodý substrát, všechny druhy zde byly nalezeny na betonu. Studniční hora (26) a Luční hora (20) vykazují střední druhovou diverzitu. Tyto lokality mají menší počet monitorovaných ploch, ale diverzitu zvýšil různorodý substrát. Studniční hora byla monitorována na 3 plochách a Luční hora na 2 plochách. Lokality Lysá hora spolu s Kořenovem se vyznačují nízkou druhovou diverzitou. Lysá hora byla monitorována na 3 plochách a Kořenov na 9 plochách. Dolní Lysečiny jsou navzdory různorodosti substrátu označeny jako lokalita s nejnižší druhovou diverzitou. Na této lokalitě bylo nalezeno pouze 16 druhů lišejníků na čtyřech zkoumaných plochách, čímž se umístila na posledním místě v porovnání s ostatními studovanými oblastmi.

Graf č. 3 zobrazuje procentuální rozložení druhů lišejníků v kategoriích "Téměř ohrožený" (NT) a "Zranitelný" (VU) na monitorovaných lokalitách.



Z koláčového grafu lze vyčíst, že na lokalitě Kotel je nejvyšší podíl ohrožených druhů lišejníků, které tvoří 22 % z celkového počtu zjištěných druhů. Tento významný podíl naznačuje, že ochrana této krkonošské oblasti může být klíčová pro udržení biodiverzity lišejníků. Harrachovy kameny následují s 19 % ohrožených druhů a Vrbatovo návrší s 16 %. Tyto vysoké podíly také poukazují na významnost těchto lokalit. Podíl ohrožených druhů na Studniční hoře činí 11 %, na Lysé hoře 10 % a na Luční hoře 9 % ohrožených druhů lišejníků. Kořenov a Trutnov – Babí vykazují shodně 5 % ohrožených druhů. 3 % ohrožených druhů lišejníků bylo zaznamenáno na lokalitě Dolní Lysečiny a je to tak lokalita s nejnižším podílem z celkového počtu.

Tabulka č. 1 přehledně znázorňuje výskyt saxikolních druhů lišejníků na jednotlivých lokalitách, kde jsou dané druhy zaznačeny zakřížkovanými políčky.

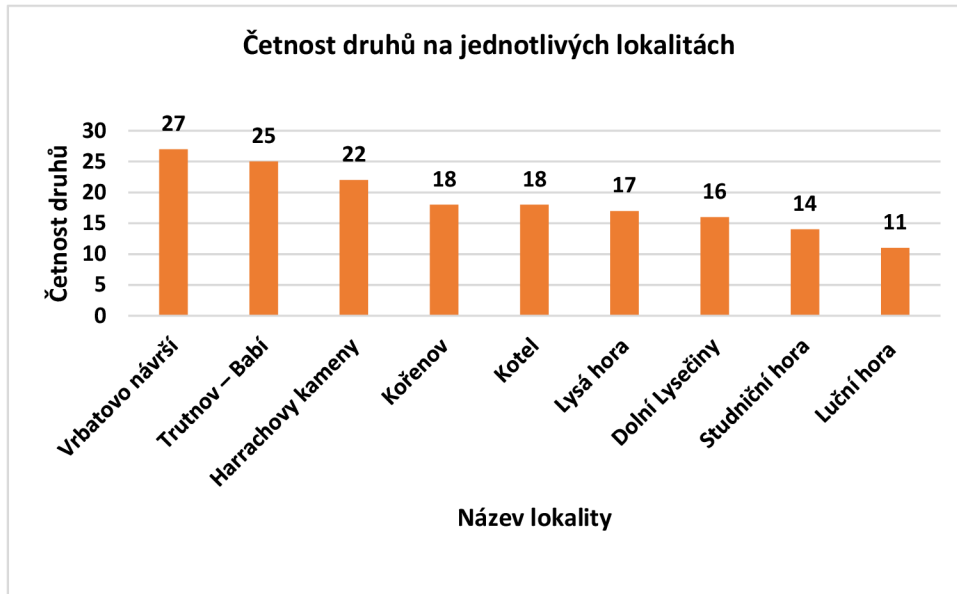
Druh	Vrbatovo návrší	Studniční hora	Luční hora	Lysá hora	Harrachovy kameny	Kotel	Trutnov – Babí	Kořenov	Dolní Lysečiny
<i>Acarospora cervina</i>	×				×		×	×	
<i>Aspiliidea myrinii</i>			×						
<i>Bacidina inundata</i>				×					
<i>Baeomyces rufus</i>	×	×			×	×			
<i>Brianaria lutulata</i>	×					×			
<i>Caloplaca citrina</i> agg.							×		
<i>Calogaya decipiens</i>	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Caloplaca chlorina</i>	×								
<i>Flavoplaca oasis</i>	×	×	×	×	×	×	×	×	×
<i>Candelariella aurella</i>	×	×	×	×	×	×	×		×

Druh	Vrbatovo návrší	Studniční hora	Luční hora	Lysá hora	Harrachovy kameny	Kotel	Trutnov – Babí	Kořenov	Dolní Lysečiny
<i>Candelariella efflorescens</i>	x						x	x	
<i>Candelariella vitellina</i>	x			x	x	x	x	x	
<i>Catillaria chalybeia</i>					x				
<i>Cetraria islandica</i>				x					
<i>Circinaria calcareo</i>	x								
<i>Circinaria contorta</i>	x			x	x	x	x	x	x
<i>Cladonia bellidiflora</i>						x			
<i>Cladonia coniocraea</i>					x	x			
<i>Cladonia deformis</i>	x				x	x		x	
<i>Cladonia digitata</i>	x								
<i>Cladonia fimbriata</i>				x	x	x	x		
<i>Cladonia glauca</i>	x								
<i>Cladonia gracilis</i>		x			x				
<i>Clauzadea monticola</i>					x				
<i>Collema flaccidum</i>						x			
<i>Diploschistes scruposus</i>	x								
<i>Lecanora cenisia</i>	x			x		x			
<i>Polyzozia dispersa</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lecanora soralifera</i>	x	x			x	x			
<i>Lecanora polytropo</i>	x	x	x		x	x			
<i>Lecanora rupicola</i>	x								
<i>Protoparmeliopsis muralis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lecidea confluens</i>	x	x	x		x	x			
<i>Lecidea fuscoatra</i>						x			
<i>Lecidea lapicida</i>	x	x			x	x			
<i>Lecidea lithophila</i>	x	x			x	x	x		
<i>Lecidea plana</i>	x	x			x	x			
<i>Lecidella stigmatea</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lepraria finkii</i>							x		x
<i>Lepraria incana</i>							x		
<i>Micarea lignaria</i>	x								
<i>Bilimbia sabuletorum</i>	x	x			x		x		
<i>Peltigera rufescens</i>				x					x
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	x				x	x	x	x	x
<i>Physcia adscendens</i>							x		
<i>Physcia caesia</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Physcia dubia</i>	x				x			x	
<i>Physcia tenella</i>							x		

Druh	Vrbatovo návrší	Studniční hora	Luční hora	Lysá hora	Harrachovy kameny	Kotel	Trutnov - Babí	Kořenov	Dolní Lysečiny
<i>Porpidia crustulata</i>	x				x	x			
<i>Porpidia soledizodes</i>					x	x			
<i>Porpidinia tumidula</i>				x	x				
<i>Protoblastenia rupestris</i>	x							x	
<i>Protoparmelia badia</i>		x	x						
<i>Rhizocarpon alpicola</i>						x			
<i>Rhizocarpon geographicum</i>		x	x			x			
<i>Rhizocarpon hochstetteri</i>			x						
<i>Rhizocarpon lecanorinum</i>	x	x			x	x			
<i>Rhizocarpon reductum</i>	x	x			x	x			
<i>Rinodina oleae</i>	x								
<i>Sarcogyne regularis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Scoliciosporum chlorococcum</i>							x		
<i>Schaereria fuscocinerea</i>	x								
<i>Stereocaulon nanodes</i>		x				x			
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>		x			x	x			
<i>Trapelia coarctata</i>							x		
<i>Trapeliopsis granulosa</i>						x			
<i>Tremolecia atrata</i>			x						
<i>Umbilicaria cylindrica</i>	x		x		x	x			
<i>Umbilicaria deusta</i>			x						
<i>Rusavskia elegans</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Verrucaria muralis</i>	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Verrucaria nigrescens</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Xanthoria parietina</i>							x		x

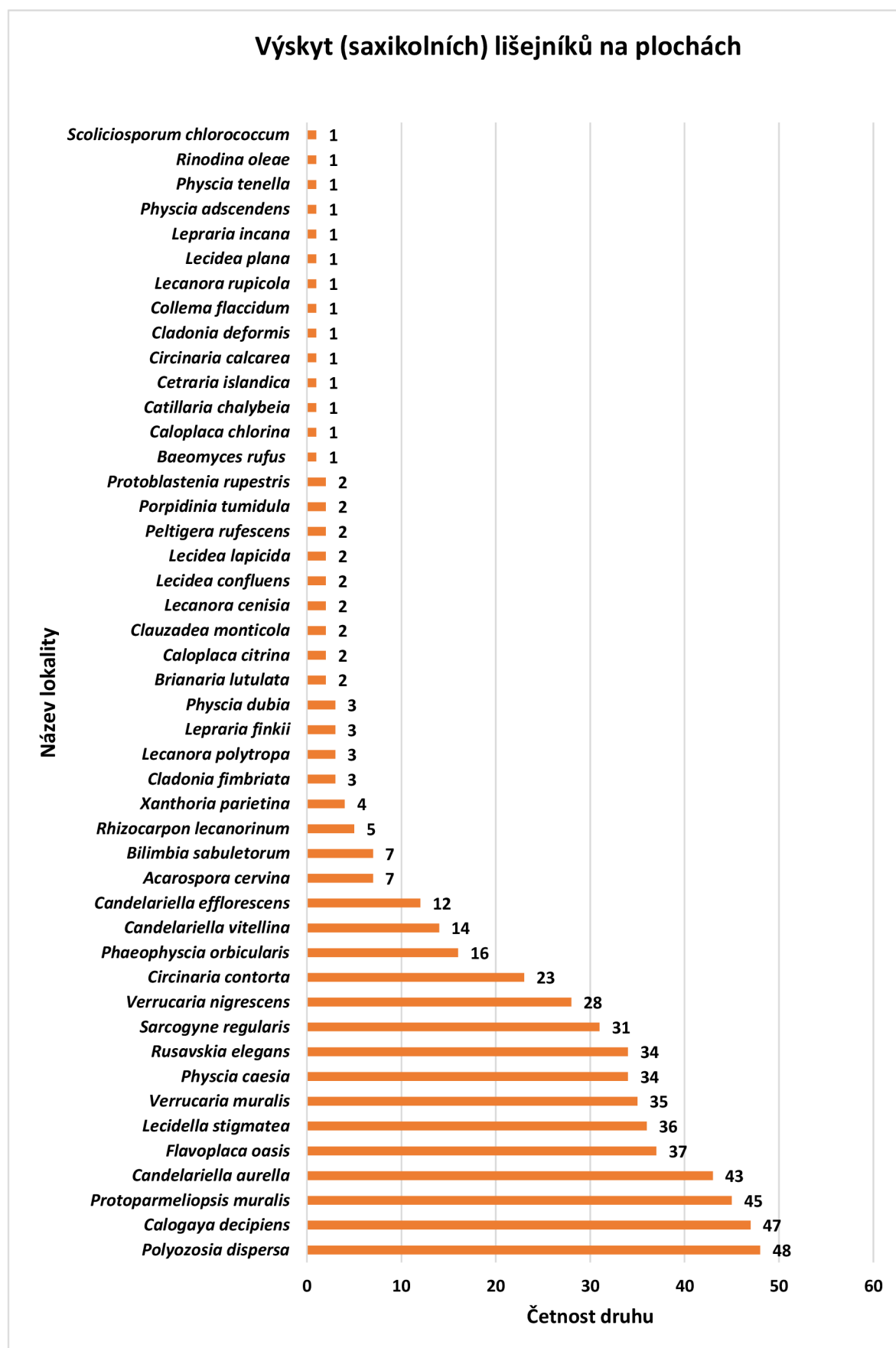
4.4 Druhová diverzita saxikolních lišejníků na betonových opevněních

Četnost lišejníků na jednotlivých betonových plochách znázorňuje graf. č. 1.



Z grafu je patrné, že lokalitou s největší druhovou diverzitou saxikolních lišejníků, které se vyskytují přímo na betonovém opevnění, je Vrbatovo návrší, kde bylo identifikováno celkem 27 druhů lišejníků. Na této lokalitě byly monitorovány 4 plochy. Jinou druhově bohatou lokalitou je Trutnov – Babí, kde bylo identifikováno 25 druhů lišejníků. Tato lokalita disponuje největším počtem ploch (19). Harrachovy kameny jsou rovněž druhově bohatou lokalitou. Bylo zde zjištěno 22 druhů na 9 monitorovaných plochách. Průměrně druhově bohaté jsou lokality Kořenov a Kotel, kde bylo zaznamenáno celkem 18 druhů lišejníků. Na Kořenově bylo zkoumáno 9 ploch, zatímco na Kotli 8. Plochy na Lysé hoře jsou druhově chudší (17 nalezených druhů), stejně jako plochy v Dolních Lysečínách (16 druhů). 3 Plochy na Studniční hoře a 2 na Luční hoře byly druhově nejchudší (14 a 11 druhů).

Četnost druhů lišejníků na plochách znázorňuje graf. č. 2.

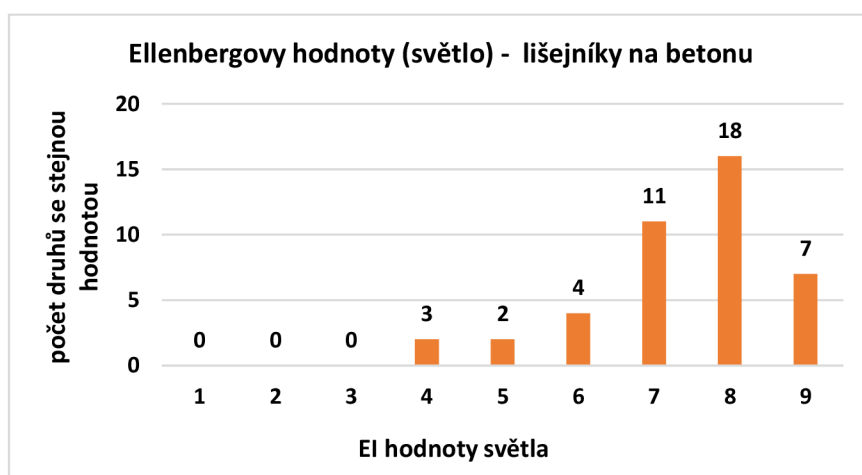


Na 59 plochách bylo nalezeno celkem 46 druhů, kde největší zastoupení na plochách měly druhy *Polyozosia dispersa* (48 ploch), tento druh je v České republice hojným vápnomilným lišejníkem a kromě toho, že se v přírodě nejčastěji vyskytuje jako pevně přirostlý k podkladu, v prašném prostředí se vyskytuje i epifyticky. Lišejník *Protoparmeliopsis muralis* byl zjištěn na 44 plochách a *Candelariella aurella* na 43 plochách. Dalšími čteně zastoupenými lišejníky byly druhy *Flavoplaca oasis* (37 ploch), *Lecidella stigmathea* (36 ploch), *Verrucaria muralis* (35 ploch), *Physcia caesia*, *Rusavskia elegans* (34 ploch), *Calogaya decipiens*, *Sarcogyne regularis* (31 ploch), *Verrucaria nigrescens* (28 ploch) a *Circinaria concorta* (23 ploch). Druhy osidlující přibližně ¼ studovaných opevnění byly *Phaeophyscia orbicularis* (16 ploch), *Candelariella vitellina* (14 ploch) a *Candelariella efflorescens* (12 ploch). Dále již následují druhy s malým zastoupením, a objevily se mezi nimi i druhy z červeného seznamu: *Bilimbia sabuletorum* a *Acarospora cervina* (7 ploch), *Rhizocarpon lecanorium* (5 ploch), *Xanthoria parietina* (4 plochy), *Lecanora polytropa*, *Lepraria finkii*, a *Cladonia fimbriata* (3 plochy), *Brianaria lutulata*, *Caloplaca citrina*, *Protoblastenia rupestris*, *Porpidinia tumidula*, *Peltigera rufescens*, *Physcia dubia*, *Lecidea lapicida*, *Lecidea confluens* a *Lecanora cenisia* (2 plochy). Na plochách minimálně zastoupené byly *Baeomyces rufus*, *Caloplaca chlorina*, *Catillaria chalybeia*, *Circinaria calcarea*, *Cladonia deformis*, *Clauzadea monticola*, *Collema flacidum*, *Lecanora rupicola*, *Lecidea plana*, *Lepraria incana*, *Physcia adscendens*, *Physcia tenella*, *Rinodina oleae* a *Scoliciosporum chlorococcum* (1 plocha).

4.4.1 Fotofilní druhy

Do této skupiny druhů jsem zařadila saxikolní lišejníky s maximální hodnotou EIH.

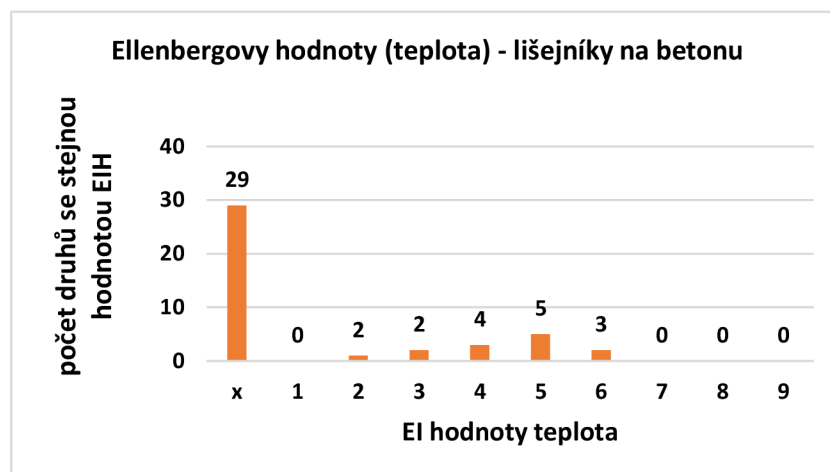
Počty druhů znázorňuje graf č. 1.



Ani u jednoho lišejníku nebyla nalezena hodnota EIH, která by značila širokou ekologickou valenci. Hodnoty 4 a 5, označující druhy preferující polostín, se vyskytovaly v malém počtu čtyř druhů, těmi jsou *Lecidea plana* (4), *Lepraria finkii* (4), *Lepraria incana* (4), *Baeomyces rufus* (5)

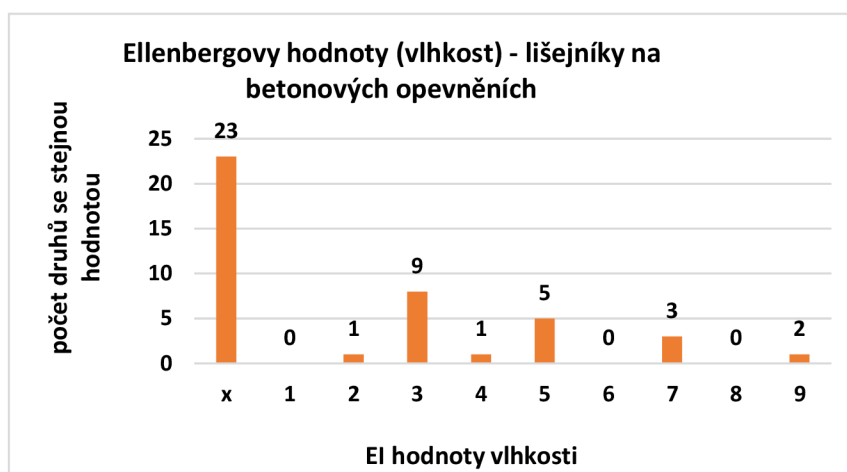
a *Collema flaccidum* (5). Zbývající hodnoty již patří druhům, které preferují osluněná stanoviště. Maximální hodnoty (9), pro druhy preferující nejvyšší množství světla, byly zjištěny u sedmi druhů lišejníků: *Candelariella aurella*, *Flavoplaca oasis*, *Protoparmeliopsis muralis*, *Lecanora rupicola*, *Lecidea lapicida*, *Rhizocarpon lecanorium* a *Rusavskia elegans*.

Ellenbergovy indikační hodnoty, které popisují preference teploty, znázorňuje graf č. 2.



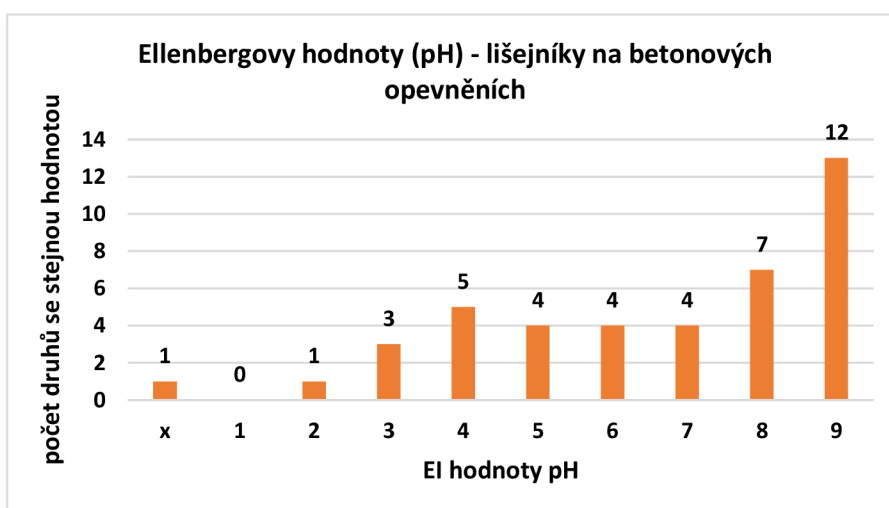
Z grafu je výrazně viditelná široká ekologická valence 29 druhů lišejníků, jež není možné zařadit do žádné z kategorií. Z 13 druhů můžeme zařadit šest druhů mezi chladnomilné, z nichž *Lecidea confluens* a *Lecidea plana* s nejnižší hodnotou 2 se řadí mezi druhy preferující velmi chladná stanoviště a patří mezi druhy obývající subalpínské až alpínské oblasti. Dalšími chladnomilnými lišejníky jsou *Brianaria lutulata*, *Cladonia deformis*, *Collema flaccidum*, *Lecanora cenisia*, *Lecidea lapicida* a *Rhizocarpon lecanorium*. Pět druhů s hodnotou 5 preferuje nižší horské stupně či zvláštní mikrohabitaty. Posledními jsou dva druhy, *Caloplaca chlorina*, *Calogaya decipiens* a *Candelariella efflorescens*, s hodnotou 6, obývající oblasti na pomezí horského a kolinného stupně.

Ellenbergovy indikační hodnoty s vlhkostními nároky znázorňuje graf č. 3.



Graf č. 3 zachycuje 23 druhů lišejníků, které mají širokou ekologickou valenci a jsou označeny symbolem x. Druhů s jasně vyhraněnými hodnotami bylo zjištěno 19. Lišejníků preferujících sušší stanoviště se vyskytuje celkem 11, a to v hodnotách 2, 3 a 4. Pět druhů náležících do kategorie 5 zvládá mezické prostředí. V kategorii hodnoty 7 byly objeveny lišejníky *Brianaria lutulata*, *Collema flacidum*, *Lecanora cenisia* a *Lecidea lapicida* obývající vlhká stanoviště. S maximální hodnotou 9 byl nalezen lišejník *Lecidea confluens* a *Lecidea plana* obsazující nejvlhčí stanoviště.

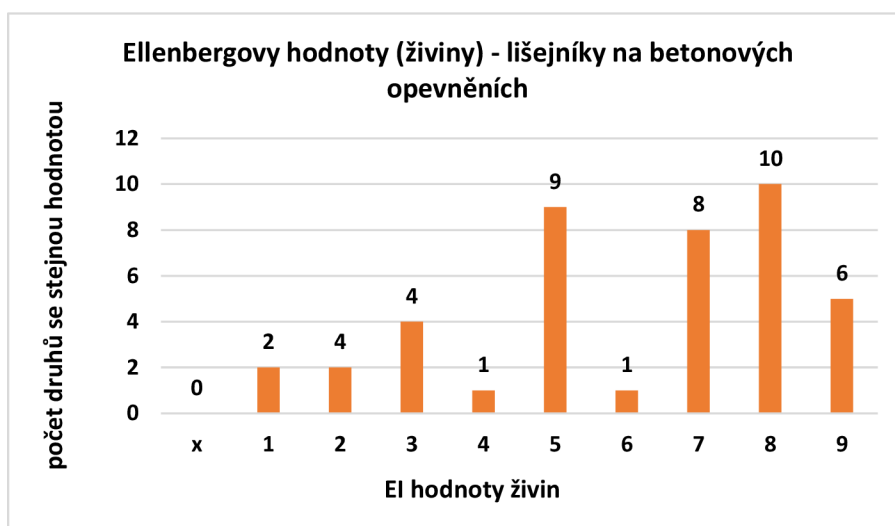
Ellenbergovy indikační hodnoty popisující hodnoty pH znázorňuje graf č. 4.



Jak je patrné z grafu, na plochách se vyskytovaly jak acidofilní druhy (hodnoty 2-6), tak druhy vápnomilné (hodnoty 8 a 9). V rámci kategorie hodnoty 7, která náleží druhům preferujících neutrální půdu, byly objeveny 4 druhy. Jeden druh má pak širokou ekologickou valenci. Důvod,

proč se acidofilní lišejníky vyskytují na betonovém substrátu, je ten, že časem se na opevnění tvoří různé nánosy (např. písku). Přirozeným substrátem Krkonoš jsou pak většinou kyselé žuly, a pokud je nános tvořený právě těmito horninami, mohou se na něm usadit i druhy, které jsou acidofilní. Lišejníkem s hodnotou 2, který zvládá extrémně silné acidofilní půdy, je *Cladonia deformis*. Nejstriktnějšími vápnomilnými organismy (pH 9) jsou *Acarospora cervina*, *Caloplaca citrina*, *Flavoplaca oasis*, *Calogaya decipiens*, *Candelariella aurella*, *Circinarea calcarea*, *Circinaria contorta*, *Lecidella stigmatea*, *Protoblastenia rupestris*, *Sarcogyne regularis*, *Verrucaria muralis* a *Verrucaria nigrescens*.

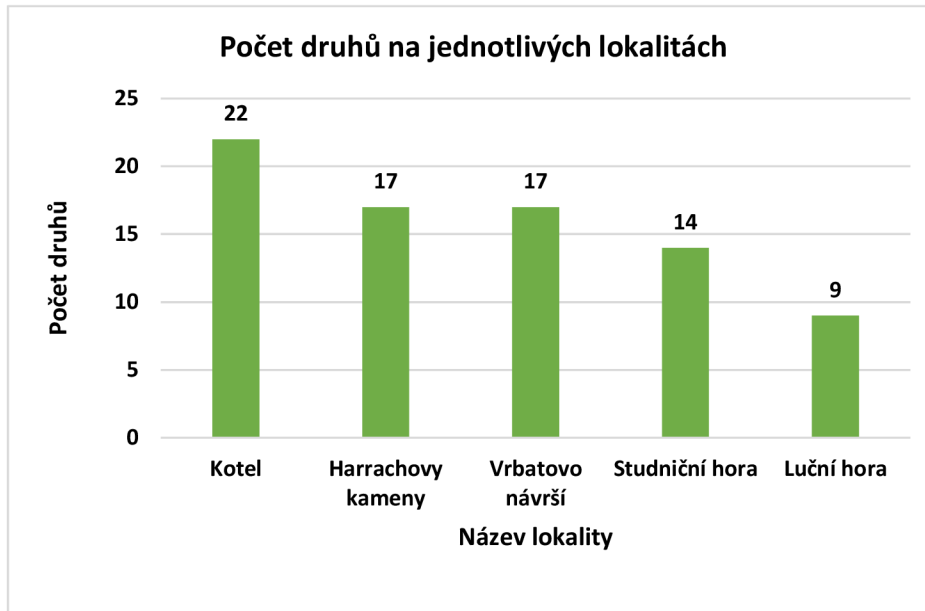
Ellenbergovy indikační hodnoty, které popisují nároky na živiny, znázorňuje graf č. 5.



Nejméně náročnými druhy jsou lišejníky *Cetraria islandica*, *Cladonia deformis* (1), dále pak druhy *Brianaria lutulata*, *Lecanora cenisia*, *Lecidea confluens* a *Lecidea plana* (hodnoty 2). Jmenované druhy vyhledávají místa s extrémním nedostatkem živin. Devět druhů se řadí do kategorie preferující mezotrofní stanoviště (5). Celkem 24 druhů upřednostňuje eutrofní stanoviště s hodnotami 7 až 9, přičemž pět druhů dosahuje maximální hodnoty EIH. Mezi takové druhy s hodnotou 9 patří *Caloplaca citrina*, *Caloplaca chlorina*, *Calogaya decipiens*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia caesia* a *Protoparmeliopsis muralis*.

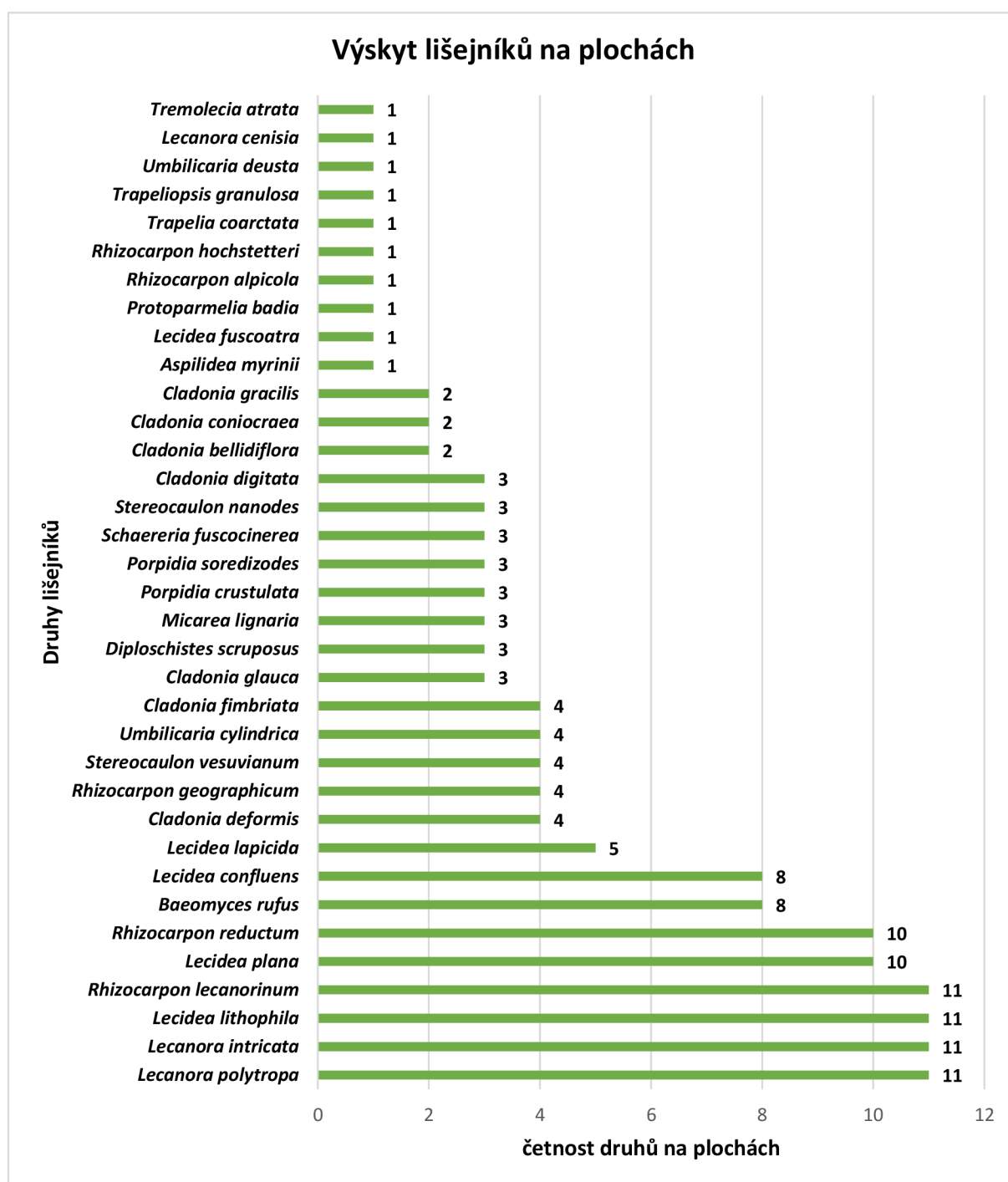
4.5 Druhová diverzita saxikolních lišejníků na žule

Počet druhů lišejníků na žulovém substrátu na jednotlivých plochách znázorňuje graf č. 1.



Z grafu vyplývá, že nejvyšší druhové diverzity dosahuje lokalita Kotel. Celkem zde bylo zjištěno 22 druhů lišejníků. Následuje lokalita Harrachovy kameny a Vrbatovo návrší se 17 druhy lišejníků. Na Harrachových kamenech byly zaznamenány 4 plochy s tímto specifickým substrátem, zatímco na Vrbatově návrší 3. Studniční hora se umístila jako 3. dle druhové diverzity se 14 nalezenými druhy a se 3 studovanými plochami. Velmi malé množství lišejníků bylo nalezeno na lokalitě Luční hora, a to 9. Žulové balvany byly přítomné pouze na jedné ploše. Na zbývajících lokalitách Kořenov, Trutnov – Babí a Lysá hora se žulové balvany na plochách nevyskytovaly vůbec.

Druhovou diverzitu všech zjištěných lišejníků z žulového substrátu znázorňuje graf č. 2.

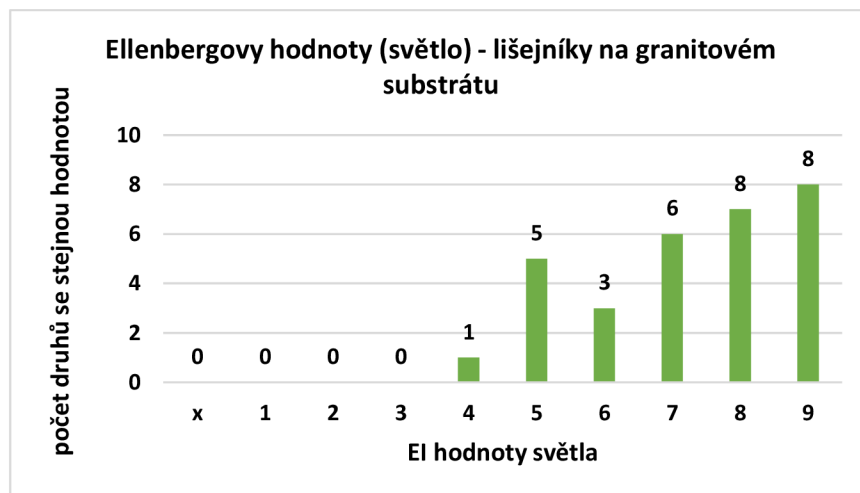


Graf č. 2 zobrazuje druhovou diverzitu skalních lišejníků na žule, která je v Krkonoších prevažujícím substrátem. Z 59 možných monitorovaných ploch byl tento substrát s lišejníky nalezen na 19 plochách. U většiny opevnění se žulové kameny nevyskytovaly. Celkem jsem objevila 35 druhů lišejníků. Nejčetněji zastoupenými lišejníky byly *Lecanora polytropa*, *Lecidea lithophilla*, *Lecanora soralifera* a *Rhizocarpon lecanorinum* (11 ploch), dále *Lecidea plana* a *Rhizocarpon reductum* (10 ploch). Následují druhy *Baeomyces rufus* a *Lecidea*

confluens (8 ploch). Menší druhovou četnost na plochách již měly lišejníky *Lecidea lapicida* (5 ploch), *Cladonia deformis*, *Rhizocarpon geographicum*, *Stereocaulon vesuvianum*, *Umbilicaria cylindrica* a *Cladonia fimbriata* (4 plochy), *Cladonia glauca*, *Diploschistes scruposus*, *Micarea lignaria*, *Porpidia crustulata*, *Porpidia soledizodes*, *Schereria fuscocinerea*, *Stereocaulon nanodes* a *Cladonia digitata* (3 plochy). Na 2 plochách byly zaznamenány druhy *Cladonia bellidiflora*, *Cladonia coniocraea* a *Cladonia gracilis*. Na jediné ploše byly zaznamenány lišejníky *Aspilidea myrinii*, *Lecidea fuscoatra*, *Protoparmelia badia*, *Rhizocarpon alpicola*, *Rhizocarpon hochstetteri*, *Trapelia coarctata*, *Trapeliopsis granulosa*, *Tremolecia atrata*, *Umbilicaria deusta* a *Lecanora cenisia*.

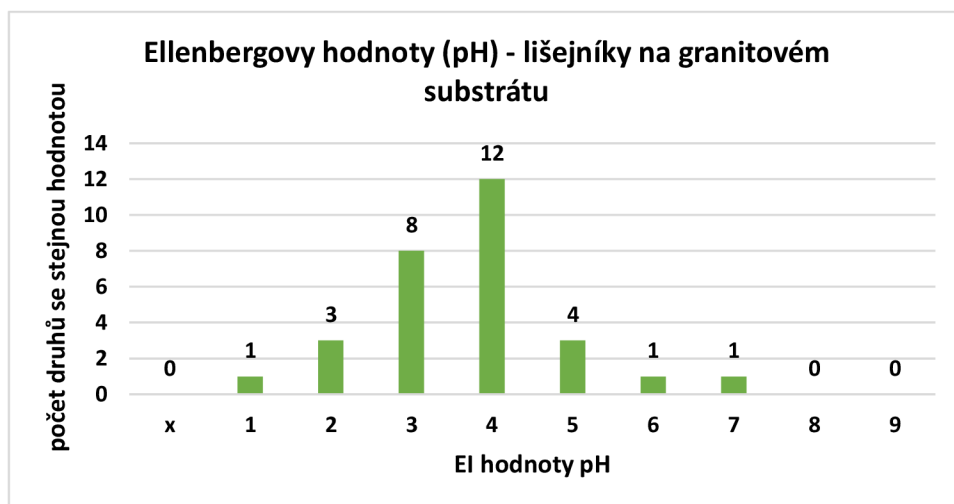
4.5.1 Významné skalní druhy na žule

Ellenbergovy indikační hodnoty pro fotofilní lišejníky na granitovém substrátu znázorňuje graf č. 1.



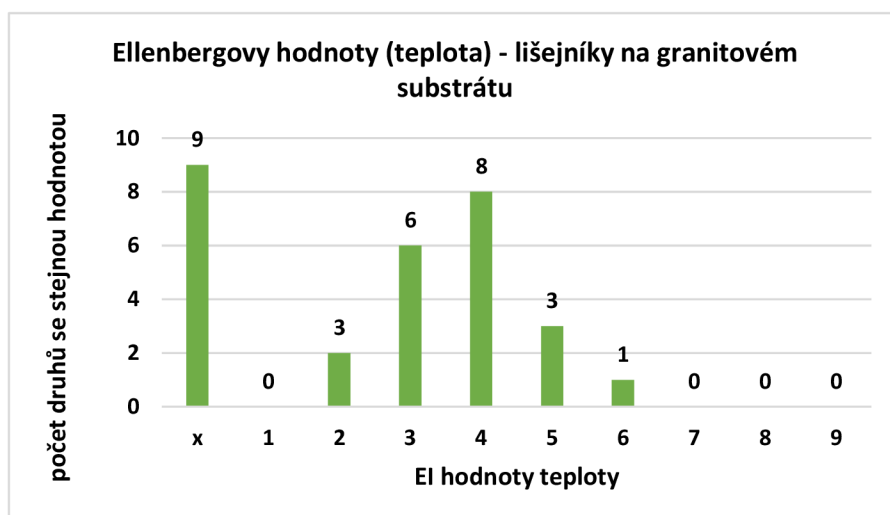
Z grafu můžeme vyčíst, že světelné hodnoty oscilují v rozsahu 4 až 9. Lišejníky, které se nacházejí v hodnotě 4 až 6, mají tendenci k preferenci polostínu, zatímco vyšší hodnoty (7-9) již ukazují, že lišejníky vykazují preference k vyšší expozici světelného záření. Bylo zaznamenáno 8 druhů, které upřednostňují maximální expozici. Jedná se o tyto druhy: *Lecidea fuscoatra*, *Lecidea lapicida*, *Protoparmelia badia*, *Rhizocarpon geographicum*, *Rhizocarpon lecanorium*, *Schaereria fuscocinerea*, *Umbilicaria cylindrica* a *Umbilicaria deusta*.

Ellenbergovy indikační hodnoty popisující hodnoty pH znázorňuje graf č. 2.



Z grafu je patrné následující: Hodnoty pH se u lišejníků vyskytují v rozmezí čísel 1 až 7. S ohledem na charakter substrátu nebyly zaznamenány žádné vápnomilné organismy (hodnota 8 a 9). Příkladem nejvíce acidofilních druhů z nalezených lišejníků jsou *Trapeliopsis granulosa* s hodnotou 1 a za ním následující druhy *Cladonia deformis*, *Cladonia digitata* a *Cladonia glauca* s hodnotou 2.

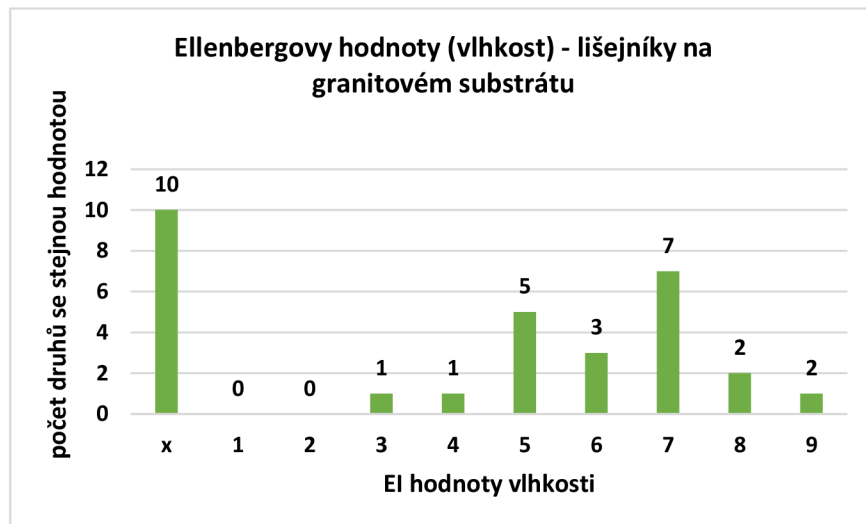
Ellenbergovy indikační hodnoty, ilustrující hodnoty teploty pro lišejníky na granitovém substrátu, jsou prezentovány v grafu č. 3.



Z grafu lze vyčíst, že 9 druhů se nachází v kategorii x značící lišejníky s širokou ekologickou valencí. 9 lišejníků (hodnoty 2 a 3) obývá velmi chladné oblasti. V kategorii hodnoty 5 preferují

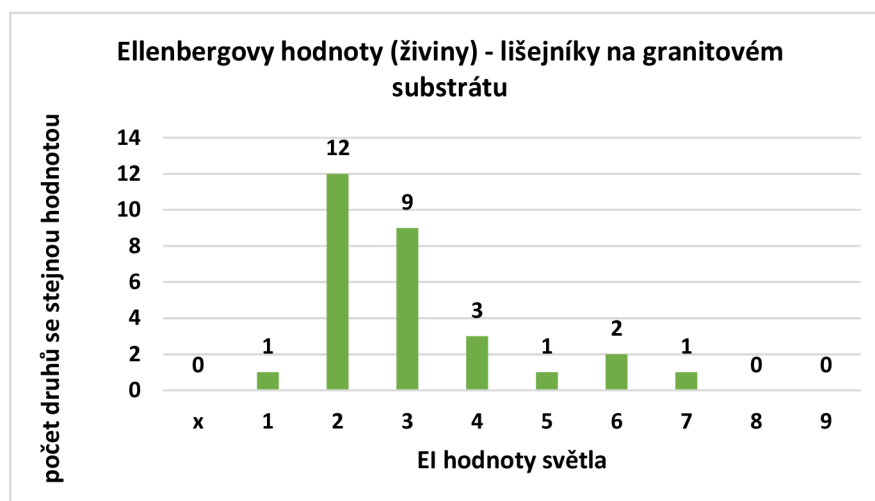
přechodné oblasti byly objeveny 3 druhy. Jeden lišejník *Cladonia glauca* preferuje teplejší klima (nížiny).

Ellenbergovy indikační hodnoty s vlhkostními nároky znázorňuje graf č. 3.



Z grafu je patrné, že 10 druhů se nachází v kategorii široké ekologické valence. Lišejníky s hodnotami 3 a 4 preferují sušší půdy, zatímco hodnota 5 označuje pět druhů upřednostňující mezické prostředí. Jako dva zástupce lišejníků, které preferují suchá prostředí lze uvést: *Trapelia coarctata* a *Porpidia crustulata*. Vyšší hodnoty (7-9) indikují, že lišejníky vykazují preference k vyšší expozici vlhka. Jeden druh, zařazený do kategorie 9, upřednostňuje maximální vlhkostní poměry. Konkrétně se jedná o druh *Lecidea confluens* a *Lecidea plana*.

Ellenbergovy indikační hodnoty, ilustrující hodnoty živin pro lišejníky na granitovém substrátu, jsou prezentovány v grafu č. 5.



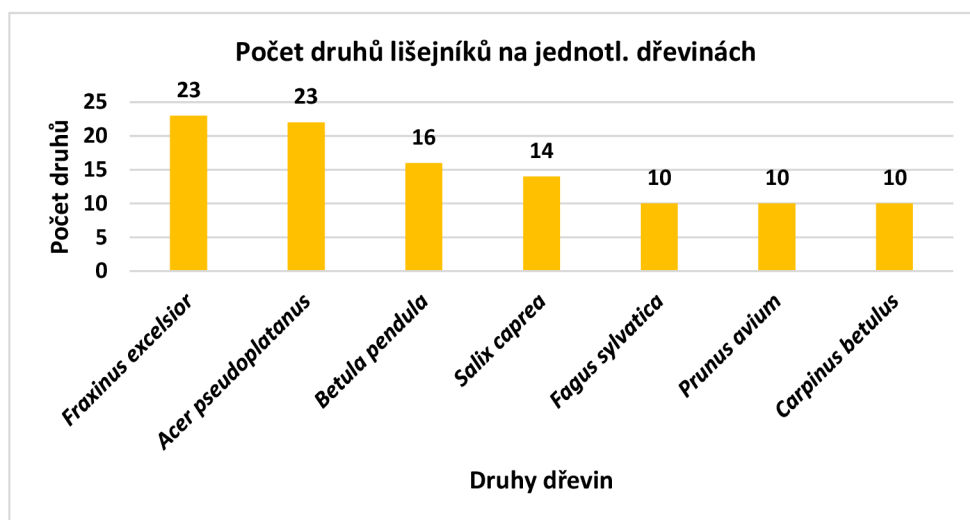
Z grafu vyplývá, že na granitovém substrátu dominovaly spíše druhy, které upřednostňují živinami chudá (oligotrofní) stanoviště. Nejnižší hodnotu, tj. 1, má druh *Cladonia deformis*, který je typický obyváním extrémně chudých stanovišť. Tři druhy patří do kategorie 5 a 6, které naznačují preferenci lišejníků k mezickému (středně chudému) prostředí. Jeden druh naopak upřednostňuje živinami bohatší stanoviště a řadí se tak do kategorie s hodnotou 7. Takovým druhem je *Lecidea fuscoatra*.

4.6 Epifytické lišejníky

4.6.1 Druhovú diverzita na plochách

V rámci DP jsem zahrнула i kapitolu věnovanou lišejníkům rostoucím na kůře stromů v těsném okolí studovaných betonových opevnění. K monitoringu epifytických lišejníků byly vybrány přítomné druhy dřevin, kterými byly *Acer pseudoplatanus* (javor klen), *Fagus sylvatica* (buk lesní), *Fraxinus Excelsior* (jasan ztepilý), *Prunus avium* (třešen ptačí), *Carpinus betulus* (dub cer), *Salix caprea* (vrba jíva) a *Betula pendula* (bříza bělokorá).

Druhovou diverzitu lišejníků na kůře jednotlivých přilehlých dřevin zobrazuje graf č. 1.

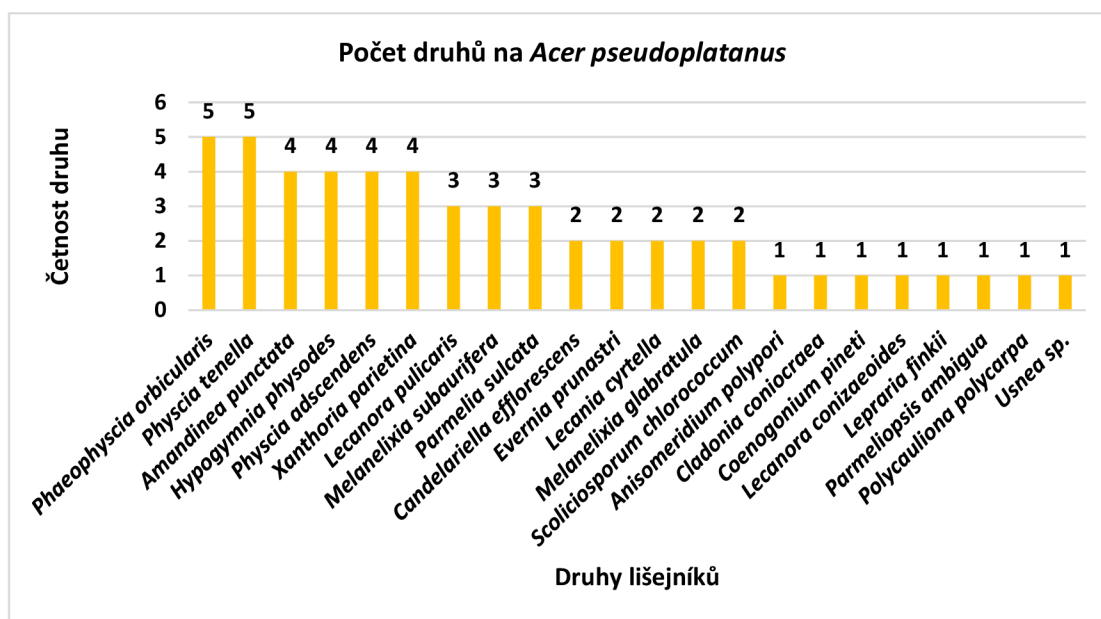


Nejvyšší druhová diverzita epifytických lišejníků byla zjištěna na jasanu (*Fraxinus Excelsior*) (23) a javoru (*Acer pseudoplatanus*) (23). Na borce dřevin břízy (*Betula pendula*) (16) a vrby (*Salix caprea*) (14) bylo zjištěno méně druhů. Pouze 10 druhů bylo zaznamenáno na buku, třešni a habru.

Tabulka č. 1 přehledně zobrazuje výskyt jednotlivých druhů stromů na monitorovaných plochách. Informace zahrnují celkový počet druhů lišejníků a plochy, na kterých byl každý druh zaznamenán.

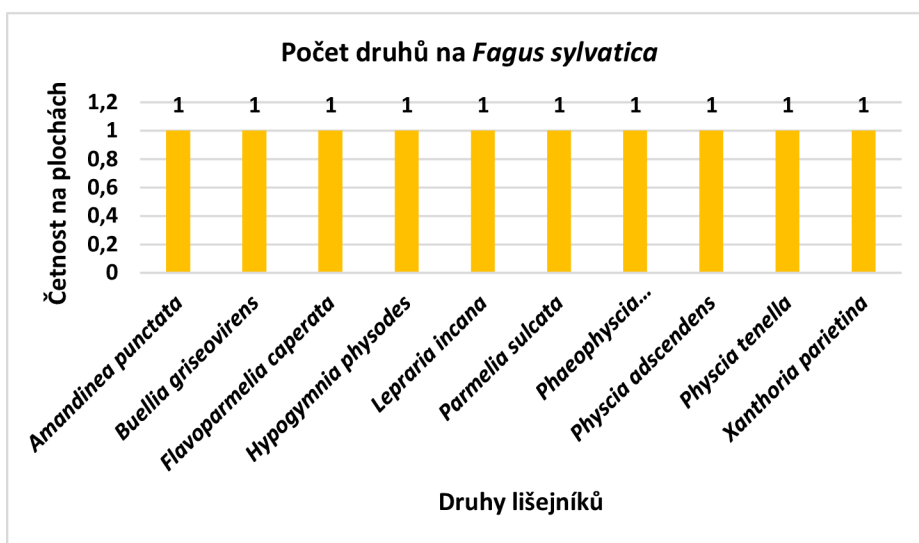
Dřevina	Počet	Plocha
<i>Fraxinus Excelsior</i>	23	2, 5, 6, 8, 40, 43, 45, 47, 49, 52
<i>Acer pseudoplatanus</i>	23	1, 10, 39, 41, 42, 48
<i>Betula pendula</i>	16	4, 9, 23, 44, 46, 51
<i>Salix caprea</i>	14	1, 3, 7
<i>Fagus sylvatica</i>	10	37
<i>Prunus avium</i>	10	50
<i>Carpinus betulus</i>	10	50

Graf č. 2 zobrazuje druhovou diverzitu lišejníků na kůře stromu *Acer pseudoplatanus* (javor klen).



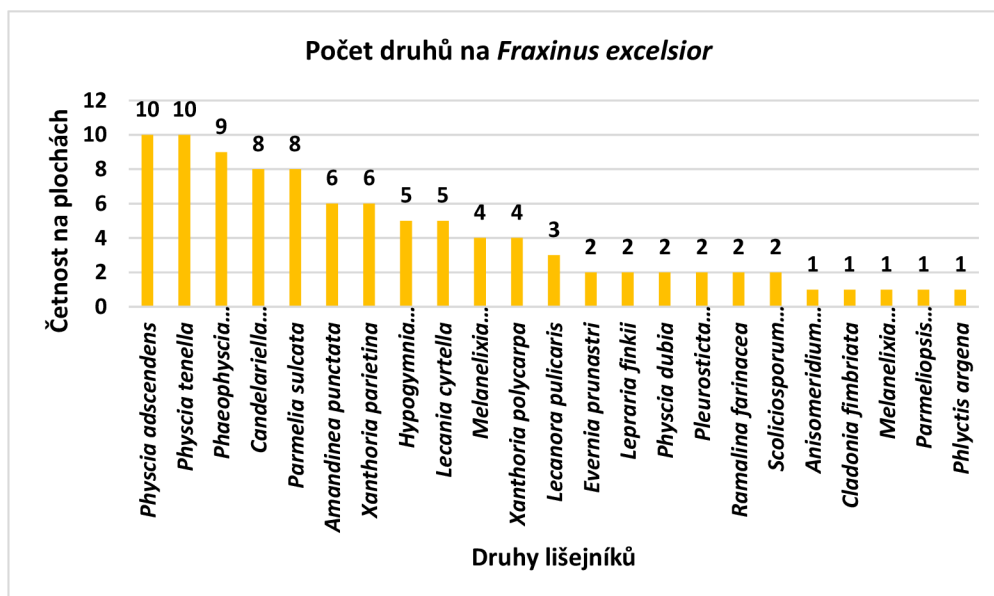
Z grafu vyplývá, že na stromech druhu *Acer pseudoplatanus* (javor klen) byly nejčastěji pozorovány dva epifytické lišejníky, a těmi jsou; *Phaeophyscia orbicularis* (5) a *Physcia tenella* (5). Dalšími četnými lišejníky jsou; *Amandinea punctata* (4), *Hypogymnia physodes* (4), *Physcia adscendens* (4) a *Xanthoria parietina* (4). Na třech plochách byly objeveny druhy *Lecanora pulicaris*, *Melanelixia subaurifera* a *Parmelia sulcata*. Méně zastoupenými druhy, pozorovanými na dvou plochách, jsou *Candelariella efflorescens*, *Evernia prunastri*, *Lecania cyrtella*, *Melanelixia glabratula* a *Scoliciosporum chlorococcum*. Nejvzácnějšími lišejníky, zaznamenanými na jediné ploše, jsou *Anisomeridium polypori*, *Cladonia coniocraea*, *Coenogonium pineti*, *Lecanora conizaeoides*, *Lepraria finkii*, *Parmeliopsis ambigua*, *Usnea sp.* a *Polyscaulina polycarpa*.

Graf č. 3 zobrazuje druhovou diverzitu lišejníků na kůře stromu *Fagus sylvatica* (buk lesní).



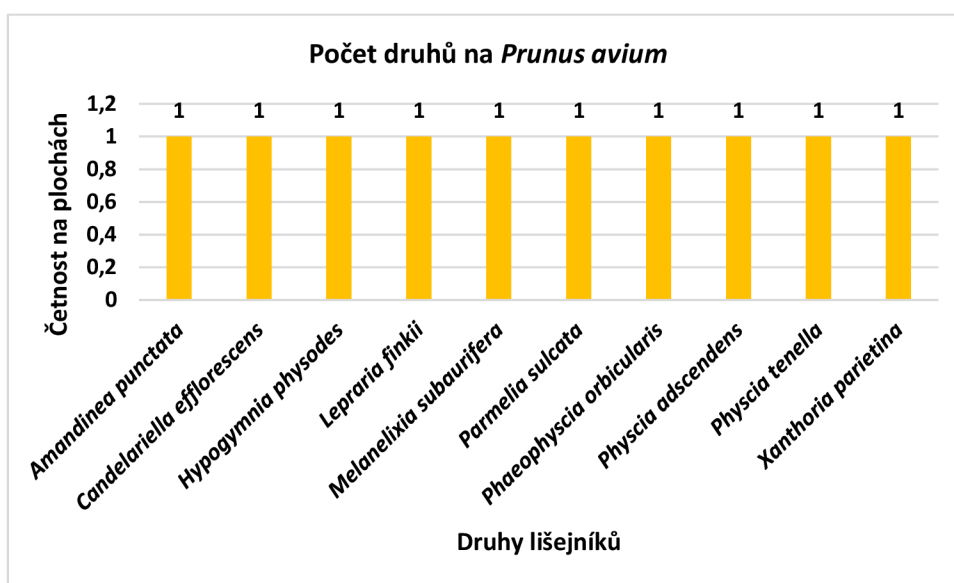
Z grafu můžeme vyčíst, že se jednotlivé druhy lišejníků na plochách vyskytovaly ve stejném počtu, a to jednou. Druhy, které byly zaznamenány na kůře stromu *Fagus sylvatica*, jsou *Amandinea punctata*, *Buellia griseovirens*, *Flavoparmelia caperata*, *Hypogymnia physodes*, *Lepraria incana*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Physcia tenella* a *Xanthoria parietina*.

Graf č. 4 zobrazuje druhovou diverzitu lišejníků na kůře stromu *Fraxinus Excelsior* (jasan ztepilý).



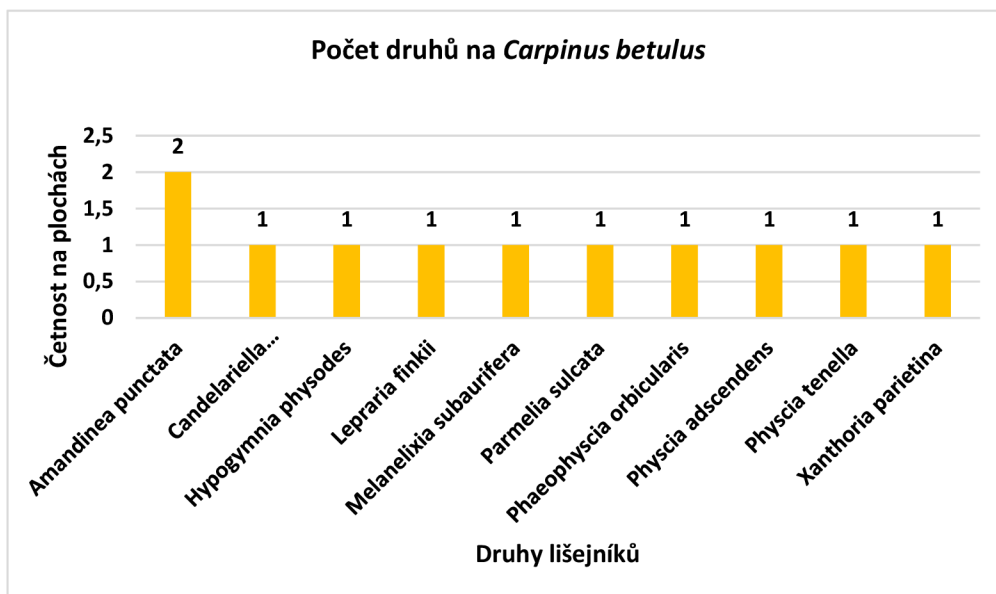
Z grafu vyplývá, že nejčetnějšími lišejníky na plochách byly; *Physcia adscendens* a *Physcia tenella*. Následují *Phaeophyscia orbicularis* (9), *Candelariella efflorescens* (8) a *Parmelia sulcata* (8). Dále byly zaznamenány druhy *Amandinea punctata* (6), *Xanthoria parietina* (6), *Hypogymnia physodes* (5), *Lecania cyrtella* (5), *Melanelixia subaurifera* (4), *Polycauliona polycarpa* (4) a *Lecanora pulicaris* (3). Mezi druhy s nejnižší četností se zařadily; *Evernia prunastria* (2), *Lepraria finkii* (2), *Physcia dubia* (2), *Pleurosticta acetabulum* (2), *Ramalina farinacea* (2), *Scoliciosporum chlorococcum* (2), *Anisomeridium polypori* (1), *Cladonia fimbriata* (1), *Melanelixia glabratula* (1), *Parmeliopsis ambigua* (1) a *Phlyctis argena* (1).

Graf č. 5 zobrazuje druhovou diverzitu lišejníků na kůře stromu *Prunus avium* (třešen ptačí).



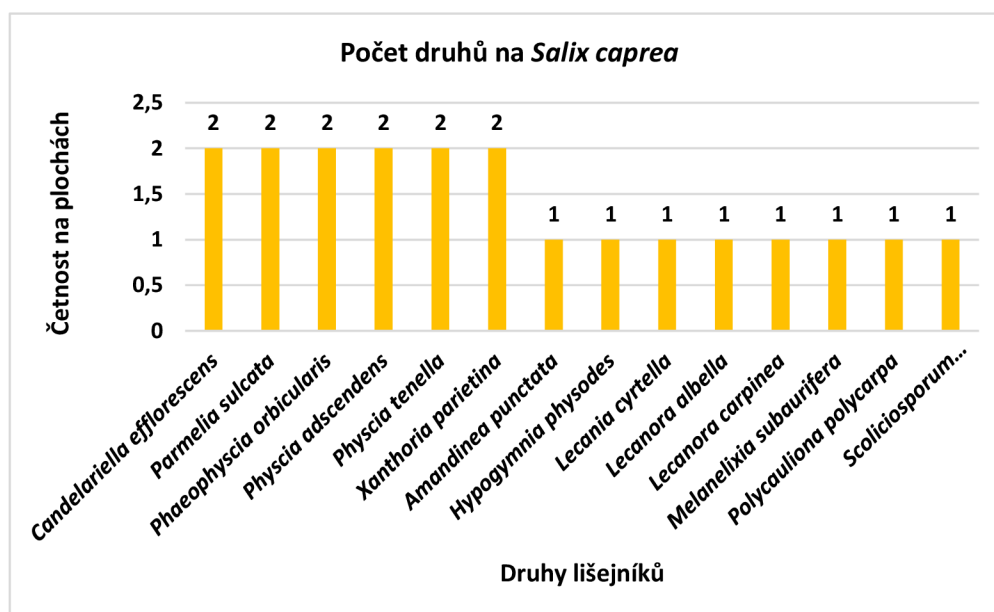
Z grafu lze vyčíst, že se na stromu *Prunus avium* vyskytovaly všechny druhy v četnosti jedna. Zaznamenány byly druhy; *Amandinea punctata*, *Candelariella afflorescens*, *Hypogymnia physodes*, *Lepraria finkii*, *Melanelixia subaurifera*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Physcia tenella* a *Xanthoria parietina*.

Graf č. 6 zobrazuje druhovou diverzitu lišejníků na kůře stromu *Carpinus betulus* (dub cer).



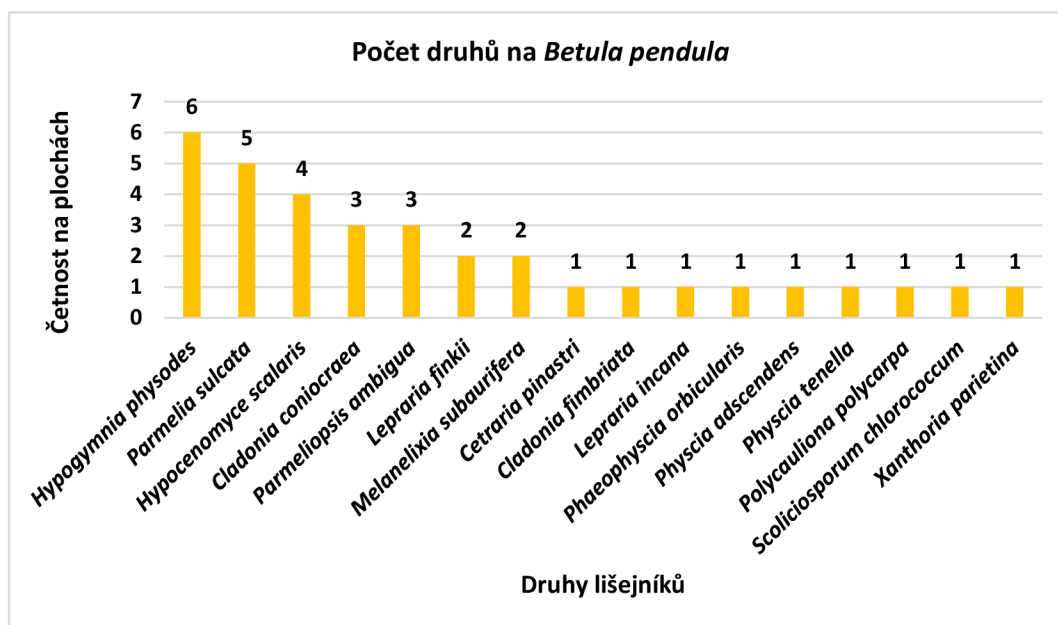
Z grafu je zřejmé, že na stromu *Carpinus betulus* byl zaznamenán jeden druh *Amandinea punctata*, který byl nalezen na dvou plochách, zatímco zbývající druhy se vyskytovaly pouze v četnosti jedna. Těmi jsou *Candelariella efflorescens*, *Hypogymnia physodes*, *Lepraria finkii*, *Melanelixia subaurifera*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Physcia tenella*, a *Xanthoria parietina*.

Graf č. 7 zobrazuje druhovou diverzitu lišejníků na kůře stromu *Salix caprea* (vrba jíva).



Graf zobrazuje šest druhů, které se vyskytovaly ve stejné četnosti, a to dvakrát. Jedná se o druhy *Candelariella efflorescens*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Xanthoria parietina*, a *Amandinea punctata*. Ostatní druhy *Hypogymnia physodes*, *Lecania cyrtella*, *Lecanora albella*, *Lecanora carpinea*, *Melanelixia subaurifera*, *Polycauliona polycarpa* a *Scoliosporum chlorococcum* vyskytující se celkově na jedné ploše.

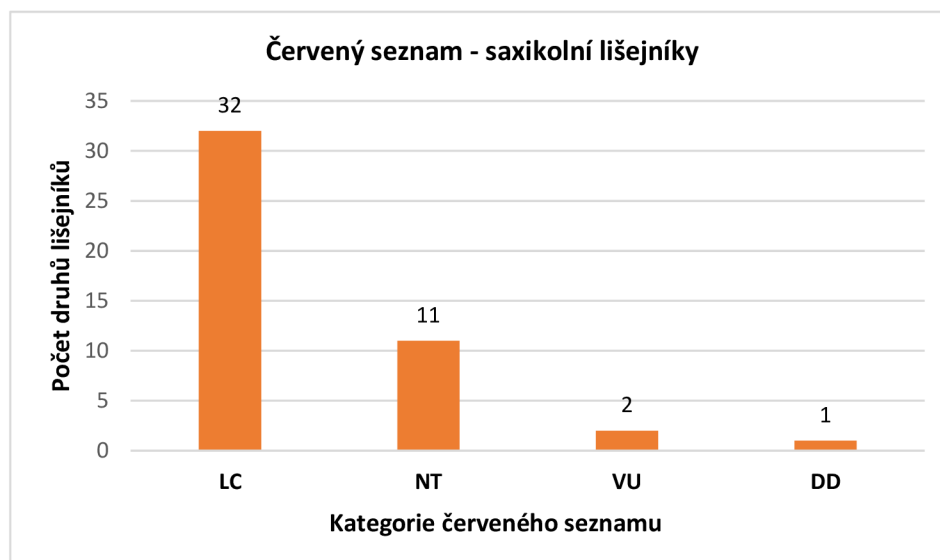
Graf č. 8 zobrazuje druhovou diverzitu lišejníků na kůře stromu *Betula pendula* (bříza bělokorá).



Graf jasně ukazuje, že nejčetnějšími lišejníky byly *Hypogymnia physodes* (6), *Parmelia sulcata* (5), *Hypocenomyce scalaris* (4). Následují dva druhy lišejníků, které byly zaznamenány na třech plochách, a to *Cladonia coniocraea* a *Parmeliopsis ambigua*. Dvakrát se objevily druhy *Lepraria finkii* a *Melanelixia subaurifera*. Nejméně zastoupenými druhy byly *Cladonia fimbriata*, *Lepraria incana*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Physcia tenella*, *Polycauliona polycarpa*, *Scoliosporum chlorococcum*, *Cetraria pinastri* a *Xanthoria parietina*.

4.7 Červený seznam

Graf č. 1 znázorňuje kategorie červeného seznamu u saxikolních lišejníků, které byly zjištěny na 59 betonových opevněních:



V rámci ploch, které byly studovány, jsem objevila i druhy, které náleží do 4 kategorií červeného seznamu (aktualizován každé 2 roky mezinárodní unií ochrany přírody IUCN). Nejvíce saxikolních lišejníků, celkem 32 druhů, náleží do kategorie LC (least concern – málo dotčený). Dále se řadí 11 druhů do kategorie NT (near threatened – téměř ohrožený). Do této kategorie patří druh *Acarospora cervina*, vyskytující se na 7 plochách. Dále se sem řadí druhy *Clauzadea monticola*, *Lecanora cenisia*, *Lecidea confluens*, *Lecidea lapicida*, *Peltigera rufescens*, *Catillaria chalybeia*, *Cetraria islandica*, *Cladonia deformis*, *Collema flaccidum* a *Lecidea plana*. Vypsané druhy se vyskytovaly maximálně na 2 plochách z 59 možných. Do třetí kategorie VU (vulnerable – zranitelný) se zařazují 2 vzácné druhy lišejníků *Brianaria lutulata* a *Porpidinia tumidula*, které byly potvrzeny na jediné ploše. Jedná se o kategorii vyznačující se tím, že se v ní nachází organismy, které jsou v přírodě již ohrožené. Jako poslední můžeme v grafu vidět lišejník *Flavoplaca oasis* nacházející se v kategorii DD (data deficient – chybí údaje), kam se řadí organismy, u kterých ještě nebyl zjištěn dostatek informací, aby mohly být zařazeny do jedné z kategorií, či chybí informace o velikosti hrozeb nebo populace. Dle dat, které byly v terénu nasbírány, je tento lišejník v Krkonoších velmi hojným a na betonových opevněních často se vyskytujícím.

Acarospora cervina (kategorie NT, česky drobnovýtruska jelení) je vápnomilný lišejník, který je v České republice lokálně hojný. Typicky se nachází v nadmořských výškách do 600 metrů a preferuje slunné expozice na vápencových nebo diabázových podložích. Jeho oblíbeným

stanovištích jsou přirozené skalní útvary a mimo ně ho v krajině nelze moc vidět. Roste v Evropě, přičemž ve střední Evropě je možné ho nalézt i ve vyšší nadmořské výšce v horských oblastech (Malíček et al., 2024).

Clauzadea monticola (kategorie NT) je v naší oblasti nejběžnějším druhem rodu *Clauzadea*, který se odlišuje od ostatních například svými apoteciiemi a sporami. Tento druh preferuje vápencové a další vápníkem bohaté skalní podklady, jako jsou vápnnité pískovce, břidlice či bazické vyvřeliny (mohou být i kyselé). Dokáže se usadit i na antropogenních substrátech, například na betonu a maltě. Z hlediska ekologie je považován za pionýra, který kolonizuje různé typy stanovišť, obvykle však upřednostňuje méně osluněné lokality od nížin až po hory. Jeho rozšíření sahá přes celou Evropu. V našich končinách je relativně vzácný, můžeme ho najít pouze v oblastech s přítomností vápnnitých hornin. Kromě Evropy se vyskytuje v Asii a Severní Americe (Malíček et al., 2024).

Lecanora cenisia (kategorie NT, česky misnička cenisská) je typický druh pro silikátové skály a kameny, který preferuje exponované či mírně zastíněné plochy, často vertikální povahy. Je hojný v horách a můžeme ho nalézt i ve středních polohách. Jeho centrum rozšíření leží v Evropě a Severní Americe. Ve střední Evropě je to jeden z běžně se vyskytujících druhů lišejníků. Je hojný v horských oblastech a roztroušeně se vyskytuje i ve středních nadmořských výškách. Kromě Evropy je centrum rozšíření misničky ještě v Severní Americe. (Malíček et al., 2024).

Lecidea confluens (kategorie NT, česky šálečka splývající) je vzhledově nápadný druh vytvářející rozsáhlé povlaky šedé barvy, které mohou mít v průměru i několik decimetrů. Charakteristickými lokalitami jsou expozice otevřených silikátových balvanitých sutí a nižší skalní útvary. Nachází se i na kyselých vulkanických horninách. Preferuje mikrostanoviště vlhčí povahy s trvalejší sněhovou pokrývkou. V České republice je hojný zejména v horských oblastech na hranicích, ale při příznivých podmínkách je možné ho pozorovat i ve středně položených regionech, jako jsou například Brdy nebo České středohoří (Malíček et al., 2024).

Lecidea lapicida (kategorie NT, česky šálečka oblázková) je korovitý lišejník, který je rozsáhle rozšířen v horských oblastech. Často obývá tvrdé a exponované silikátové balvany či skály, v menší míře i vyvřeliny. Šálečka je známá např. z vulkanické oblasti Českého středohoří. Kromě Evropy je rozšířená i v Severní Americe (Malíček et al., 2024, Smith et al., 2009).

Peltigera rufescens (kategorie NT, česky hávnatka naryšavělá) je druh vyskytující se na různých typech trávníků s kyselým i vápnným prostředím, ale také na místech ovlivněných činností člověka, jako jsou pískovny, výsypky, lomy a pozůstatky budov. Patří k nejčastějším zástupcům svého rodu jak v rámci Evropy, tak i v České republice. V našich končinách se obvykle vyskytuje převážně v nížinách či středních nadmořských výškách, avšak někdy proniká i do vyšších horských oblastí (Malíček et al., 2024, Smith et al., 2009)

Catillaria chalybeia (kategorie NT) je lišejník, který nemá specifické ekologické požadavky. V Evropě se vyskytuje hojně, kdy převažujícím stanovištěm jsou různé typy silikátových skal, včetně těch vápnatých. Občas se vyskytuje i na místech s periodickou vlhkostí. Často se vyskytuje na antropogenních substrátech. Roste jak v nížinách, tak v horských oblastech (Malíček et al., 2024).

Cetraria islandica (kategorie NT, česky pukléřka islandská) známá také jako islandský mech je jedním z nejznámějších mechů v ČR. Preferuje kolonizaci kyselých substrátů, kde se nachází často na zemi či humusu v rozvolněných trávnicích. V ojedinělých případech ji můžeme nalézt i na mechorostech. Nejčastěji se tento druh vyskytuje jako terikolní, nicméně může být i saxikolní, lignikolní nebo epifytický. Dále to jsou různá vřesoviště, rašeliniště, prosvětlené jehličnaté lesy. Nejčastěji se vyskytuje v horách, nicméně v České republice je rozšířena kosmopolitně, a proto ji můžeme vidět i v nížinách. Pukléřka byla poprvé použita v evropské farmacii v 16. století a její léčivé účinky jsou využívány dodnes (Malíček et al., 2024, Smith et al., 2009).

Cladonia deformis (kategorie NT, česky dutohlávka znetvořená) je druh, který se nejčastěji vyskytuje na humusu, tlejícím dřevě, rašelině či kyselé půdě. Někdy roste i na skalách pokrytých mechy. V Evropě je poměrně běžným mechem, kdy preferuje horské a severské oblasti, nicméně při příznivých podmínkách obývá i nížiny. Druh je vzácnější na jižní a západní straně kontinentu. Kromě Evropy se dutohlávka vyskytuje i na Antarktidě, v Austrálii a v Severní a Jižní Americe (Consortium of Lichen Herbaria, 2024, Malíček et al., 2024).

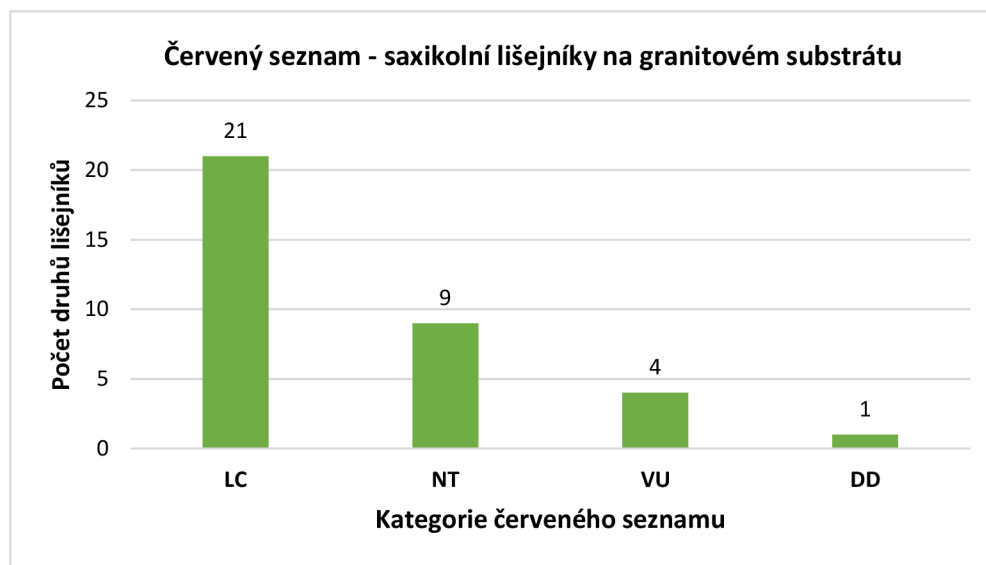
Collema flaccidum (kategorie NT, česky huspeník chabý) je lišejník charakterizovaný velmi širokou ekologickou tolerancí. Může se vyskytovat jak na kůře stromů, tak i skalách či kamenech (často křemičitých), které jsou pokryté mechy. Někdy se vyskytuje i na přeplavovaných kamenech u vody. Nejčastěji žije jako saxikolní, ale vzácně i jako epifyt. *Collema f.* je v Evropě běžně rozšířený druh, nicméně v České republice v posledních dobách jeho populace výrazně ustoupily (Consortium of Lichen Herbaria, 2024, Malíček et al., 2024).

Lecidea plana (kategorie NT, česky šálečka plochá) je druh, který preferuje vlhčí mikrostanoviště ve vyšších polohách, kde často roste na silikátových balvanech, kamenech či skalách. Příkladem oblíbených mikrostanovišť jsou místa, kde jsou přes den dlouhotrvající rosy či dlouhodobější sněhové pokrývky. Je známo, že *Lecidea plana* je tolerantní ke znečištění a často se vyskytuje v městském prostředí se špatnou kvalitou ovzduší (Consortium of Lichen Herbaria, 2024, Malíček et al., 2024, Smith, 2009).

Brianaria lutulata (kategorie VU, česky třpytka blátivá) je mikrolišejník, který se vyskytuje ve stínu na vlhkých silikátových převislých útvarech, zejména na balvanech a menších skalách v lesích. Obývá i zastíněná mikrostanoviště v sutích. Jedná se o druh, který toleruje vyšší koncentrace železa v substrátu. V poslední době je lišejník rozšířený po celé České republice. (Malíček et al., 2024, Smith et al. 2009).

Porpidinia tumidula (kategorie VU, české jméno není známo) je vzhledově poměrně výrazný lišejník, který se nejčastěji nachází na vápencových skalách ve štěrbinách. Lišejník je častější v submediteránních oblastech a ve střední Evropě je vzácnější (Consortium of Lichen Herbaria, 2024, Malíček et al., 2024).

Graf č. 2 znázorňuje kategorie červeného seznamu u saxikolních lišejníků, které se objevily na granitovém substrátu:



V rámci studovaných ploch, jsem objevila druhy, které náleží do 4 kategorií červeného seznamu. Nejvíce druhů se řadí do kategorie LC (least concern – málo dotčený) s počtem 21 nalezených druhů. Následuje kategorie NT (near threatened – téměř ohrožený) s devíti druhy lišejníků. Řadí se sem druhy *Cladonia deformis*, *Lecanora cenisia*, *Lecidea plana*, *Lecidea lapicida*, *Lecidea lithophila*, *Rhizocarpon alpicola*, *Rhizocarpon hochstetteri*, *Stereocaulon nanodes* a *Umbilicaria cylindrica*. Do kategorie VU (vulnerable – zranitelný) náleží čtyři druhy *Cladonia bellidiflora*, *Cladonia glauca*, *Stereocaulon vesuvianum* a *Tremolecia atrata*. Posledním druhem je *Aspilidea myrinii*, která se řadí do kategorie DD (data deficient – chybí data).

Cladonia deformis (kategorie NT, česky dutohlávka znetvořená) je druh, který se nejčastěji vyskytuje na humusu, tlejícím dřevě, rašelině či kyselé půdě. Někdy roste i na skalách pokrytých mechy. V Evropě je poměrně běžným mechem, kdy preferuje horské a severské oblasti, nicméně při příznivých podmínkách obývá i nížiny. Druh je vzácnější na jižní a západní straně kontinentu. Kromě Evropy se dutohlávka vyskytuje i na Antarktidě, v Austrálii a v Severní a Jižní Americe (Consortium of Lichen Herbaria, 2024, Malíček et al., 2024).

Lecanora cenisia (kategorie NT, česky misnička cenisská) je typický druh pro silikátové skály a kameny, který preferuje exponované či mírně zastíněné plochy, často vertikální povahy. Je hojný

v horách a můžeme ho nalézt i ve středních polohách. Jeho centrum rozšíření leží v Evropě a Severní Americe. Ve střední Evropě je to jeden z běžně se vyskytujících druhů lišejníků a je hojný v horských oblastech a roztroušeně se vyskytuje i ve středních nadmořských výškách. Kromě Evropy je centrum rozšíření misničky ještě v Severní Americe. (Malíček et al., 2024).

Lecidea plana (kategorie NT, česky šálečka plochá) je druh, který preferuje vlhčí mikrostanoviště ve vyšších polohách, kde často roste na silikátových balvanech, kamenech či skalách. Příkladem oblíbených mikrostanovišť jsou místa, kde jsou přes den dlouhotrvající rosy či dlouhodobější sněhové pokrývky. Je známo, že *Lecidea plana* je tolerantní ke znečištění a často se vyskytuje v městském prostředí se špatnou kvalitou ovzduší (Consortium of Lichen Herbaria, 2024, Malíček et al., 2024, Smith, 2009).

Lecidea lapicida (kategorie NT, česky šálečka oblázková) je korovitý lišejník, který je rozsáhle rozšířen v horských oblastech. Často obývá tvrdé a exponované silikátové balvany či skály, v menší míře i vyvřeliny. Šálečka je známá např. z vulkanické oblasti Českého středohoří. Kromě Evropy je rozšířená i v Severní Americe (Malíček et al., 2024, Smith et al., 2009).

Lecidea lithophila (kategorie NT), česky šálečka kamenomilná) je druh obývajících vlhké silikátové skály či balvany. Šálečka preferuje chladné prostředí a vlhký substrát, který je někdy obohacen o železo. S přítomností tohoto prvku dochází k oxidaci a následné tvorbě rezavých skvrn. *Lecidea lithophila* má široký areál rozšíření, vyskytuje se v horských oblastech na severní polokouli. Běžně se vyskytuje v Evropě, Severní Americe a Asii, zejména v oblastech s vhodným skalnatým podkladem a klimatickými podmínkami (Malíček et al., 2024, Pokorný et al., 2020, Smith et al., 2009).

Rhizocarpon alpicola (kategorie NT, česky mapovník alpský) je typický pro arкто-alpínské podnebí, kde obývá kamenná moře, sutě či tvrdé skály. Tento druh se vyskytuje především na vápencových horninách, ale může růst i na jiných substrátech. V horských oblastech se často vyskytuje tam, kde je trvalá sněhová pokrývka. Je to druh přizpůsobený nízkým teplotám a drsným klimatickým podmínkám. U nás to jsou české pohraniční hory, jako jsou Krkonoše, Jeseníky, Jizerské hory, Šumava, Králický Sněžník či Ještěd (Consortium of Lichen Herbaria, 2024, Malíček et al., 2024, Moberg, 1979).

Rhizocarpon hochstetteri (kategorie NT, česky mapovník Hochstetterův) je lišejník, jehož stélka má šedou, někdy až červenohnědou barvu. Tento druh obývá celou severní polokouli, přičemž se nejhojněji vyskytuje především v euroasijské části. Preferuje podhorské či vysokohorské oblasti a vyšší vlhkost, kde může být nalezen v místech, na kterých voda prosakuje do substrátu, často se jedná o silikátové horniny. Vyskytuje se na Králickém Sněžníku, Hrubém Jeseníku, Šumavě, v Krkonoších a Jizerských horách (Consortium of Lichen Herbaria, 2024, Malíček et al., 2024).

Stereocaulon nanodes (kategorie NT, česky pevnokmínek zakrslý) je drobný lišejník, který má nejraději místa s vysokou koncentrací kovů. Vyskytuje se na různých skalách či kamenech a může

být přímo spatřen i na korodujících předmětech. Kromě zmíněných substrátů obývá i antropogenní stanoviště jako jsou lomy, haldy či výsypky. Nejhojnější je ve střední a severní části Evropy, kde se vyskytuje v různých nadmořských výškách (Malíček et al., 2024).

Umbilicaria cylindrica (kategorie NT, česky pupkovka válcovitá), známá jako šedá pupkovka, je druh obývající silikátové skály, které se běžně nachází v alpínské vegetační zóně. Je schopna přežít i na extrémně větrných a mrazivých místech. V ČR ji můžeme v hojném množství spatřit na nejvyšších pohořích. Kromě Evropy je pupkovka známá i z Jižní Ameriky a Asie. Také byla v minulosti využívána domorodými obyvateli k různým účelům (Consortium of Lichen Herbaria, 2024, Malíček et al., 2024).

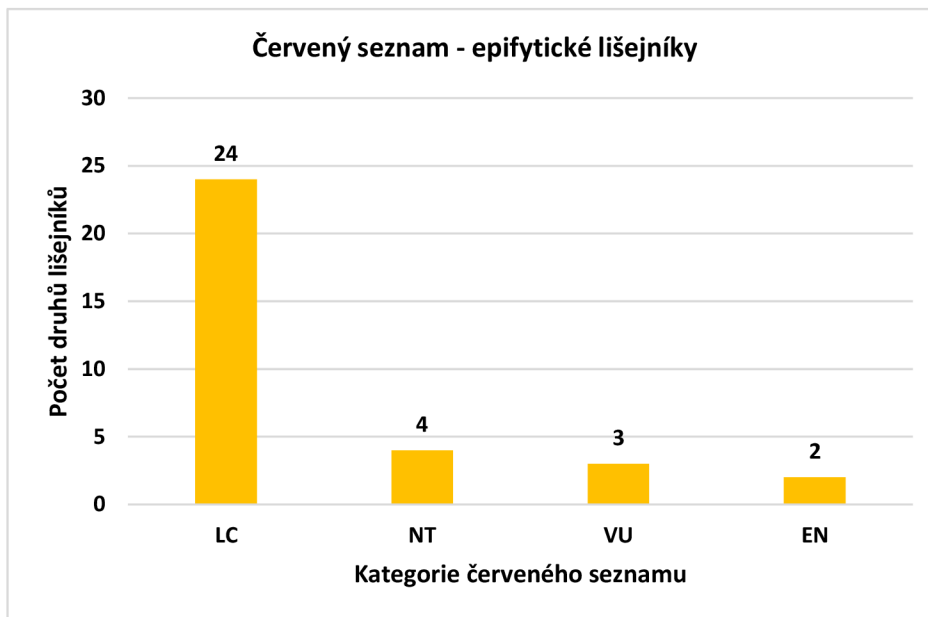
Cladonia bellidiflora (kategorie VU, česky dutohlávka chudobkokvětá) preferuje kyselou půdu, humus nebo ráda roste na mechových rostlinách. Často se jedná o stanoviště, jako jsou sutě (balvanité či zazemněné), rašeliniště, chladné rokle, balvanité potoky, horské lesy či porosty v kosodřevině. *Umbilicaria* preferuje vlhká místa a často se vyskytuje tam, kde je sněhová pokrývka. V Evropě je vázána na vyšší hory (Consortium of Lichen Herbaria, 2024, Malíček et al., 2024).

Cladonia glauca (kategorie VU, česky dutohlávka sivá) preferuje kyselé půdy a je možné ji nalézt v okolí rašelinišť, vřesovišť, písčin, sutí, skalních výchozů a na tlejícím dřevě. Většina údajů je získána z prostředí, která jsou považována za relikty a objevuje se v různých nadmořských výškách (Consortium of Lichen Herbaria, 2024, Malíček et al., 2011, Malíček et al., 2024).

Stereocaulon vesuvianum (kategorie VU, česky pevnokmínek vesuvský) je nejrozšířenější a nejhojnější zástupce rodu *Stereocaulon*. Je možné ho nalézt téměř na všech kontinentech a obývá nejrůznější habitaty, kterými mohou být lesy, vřesoviště či tundry. Zajímavostí je, že dokáže osidlovat drsná a extrémně náročná prostředí. Takovým příkladem jsou čerstvě vzniklá lávová pole, která neobsahují žádnou rostlinnou vegetaci. Obecně kolonizuje silikátové a vulkanické skály s preferencemi k osluněným stanovištím (Malíček et al., 2024, Smith et al., 2009).

Tremolecia atrata (kategorie VU, česky misničkovka černá) je tzv. ferrofilní lišejník preferující kyselé horniny s vyšší koncentrací železa. *Tremolecia a.* je rozšířena po celém světě a preferuje otevřená, mírně vlhká stanoviště ve vyšších nadmořských výškách. V České republice je nejčastěji nalezena v horních partiích Krkonoš, kde leží na silikátových kamenech (Malíček et al., 2024, Smith et al., 2009).

Graf č. 3 znázorňuje kategorie červeného seznamu u epifytických lišejníků, které se objevily na kůře vybraných stromů:



Z grafu vyplývá, že nalezené druhy patří celkem do 4 kategorií červeného seznamu. Nejvíce, celkem 24 druhů, bylo zařazeno do kategorie LC (least concern – málo dotčený). Čtyři druhy spadají do kategorie NT (near threatened – téměř ohrožený), a to *Cetraria pinastri*, *Evernia prunastri*, *Lecanora carpinea*, a *Polycauliona polycarpa*. Do kategorie VU (vulnerable – zranitelný) patří celkem 3 druhy, konkrétně *Melanelixia subaurifera*, *Pleurosticta acetabulum* a *Ramalina farinacea*. V poslední kategorii EN (endangered – ohrožený) byly identifikovány dva vzácné druhy lišejníků, a to *Flavoparmelia caperata* a *Lecanora albella*.

Cetraria pinastri (kategorie NT, česky puklélka sosnová) je druh, který je cirkumpolárně rozšířen (boreálně-montánní až subarktiko-subalpínský stupeň). Roste na kyselém substrátu, jako jsou borky stromů, dřevo či skály. Puklélka častěji roste na dolních částech stromu, kde může být v zimě zakryta sněhovou pokrývkou. Má lupenitou a žlutou stélku. Na území České republiky je nejvíce rozšířena v horách, popřípadě pahorkatinách. Ve střední Evropě jsou nejčastějším výskytem tohoto lišejníku Alpy a Karpaty (Malíček et al., 2024).

Evernia prunastri (kategorie NT, česky větvičník slívový), v běžné řeči nazývaný také jako dubový mech, je v České republice hojným epifytem. Jedná se o druh, který má široký ekologický rozsah a může tak růst od nížin až po hory. Tento druh lišejníku může být často spatřen, jak roste na osvětlených větvích a kmenech, převážně na keřích a listnatých stromech. Méně často se vyskytuje na jehličnatých stromech. Lišejník pokrývá široké území, které zahrnuje rozlehlé oblasti Eurasie a Severní Ameriky, roste i na severu Afriky (Malíček et al., 2024).

Lecanora carpinea (kategorie NT, česky misnička habrová) je v České republice velmi vzácná, a proto o ní zatím není známo moc informací. Preferuje horské a podhorské oblasti a nejčastěji roste na přirozených listnatých porostech. Informace o jejím rozšíření v ČR jsou především získány z území Šumavy. Tento druh je velmi podobný druhu *L. leptyroides* (Malíček et al., 2024).

Polyscaevonia polycarpa (kategorie NT, česky terčovník mnohoplodý) je lišejník preferující osvětlená stanoviště a hodně živin. Nejčastěji je spatřen na kůře listnatých stromů, kde preferuje ty nejtenčí větvičky. Tento lišejník je typickým příkladem nitrofilních druhů a často se vyskytuje v zemědělské krajině. Běžně ho najdeme i v lese, kde většinou roste ve vyšších partiích korun stromů. Kromě nejvyšších nadmořských výšek je hojně rozšířen po celé České republice (Malíček et al. 2024).

Melanelixia subaurifera (kategorie VU, česky terčovka hrbolkatá) je nejčastěji epifyt, který roste na kyselých či subneutrálních borkách. Preferuje růst na keřích či listnatých stromech, vzácně může být nalezen i na silikátových skalách. Často funguje jako pionýrský druh na větvích hostitelských rostlin. Jelikož má druh širokou ekologickou valenci, může se objevovat od nížin až po hory a může obývat jak otevřenou krajinu, tak světlé lesy. Jeho rozšíření zahrnuje cirkumpolární oblast s temperátně-boreálním podnebím. V minulosti byl v České republice vzácnější, především kvůli své citlivosti na kyselou dešť. Avšak po opatřeních na odsíření elektráren začal tento druh masivně expandovat a dnes je jedním z nejrozšířenějších lišejníků v české krajině (Malíček et al., 2024).

Pleurosticta acetabulum (kategorie VU, česky terčovka pohárkatá) je epifyt, který preferuje otevřená prostředí a porůstá borku listnatých stromů, které mají subneutrální či kyselou reakci. Takovými stromy jsou např. duby, javory či jasany. Druh se vyskytuje jak v nížinách, tak v horách. *Pleurosticta a.* nejčastěji roste na stromech, které jsou solitérní, ve stromořadí nebo v prostředí s řídkým lesním porostem. V celosvětovém měřítku je lišejník rozšířen v Eurasii a na území severní Afriky (Malíček et al., 2024, Smith et al., 2009).

Ramalina farinacea (kategorie VU, česky stužkovce pomoučený) je typicky epifytický lišejník, který preferuje borky stromů s vyšším pH a vzácněji se vyskytuje i na skalách. Tento druh je typický pro otevřenou krajinu a často se vyskytuje v alejích, křovinatých remízcích a podél různých cest. Dále je běžný i ve světlých lesích, kde se vyskytuje od nížin až po horské oblasti. Vzhledem k vysoké citlivosti tohoto druhu na kyselou dešť došlo v minulosti k jeho postupnému ústupu, především v severních oblastech. Stejně jako u druhu *Melanelixia subaurifera* v posledních desetiletích dochází k postupnému návratu do původních oblastí, včetně nových lokalit v křovinatých porostech v extenzivní krajině (Malíček et al., 2024, Smith et al., 2009).

Flavoparmelia caperata (kategorie EN, česky terčovka svařtělá) je jedna z našich největších terčovek. Preferuje osvětlená a otevřená stanoviště, kde roste od nížin až po střední polohy. Porůstá kyselou borku listnatých stromů, kdy nejpreferovanější dřevinou je dub. Terčovka

svraštělá je citlivá na znečištění ovzduší, a v důsledku toho v minulosti značně ustoupila, nicméně populace kolem říčních údolí přežily dodnes, a to hlavně v okolí Vltavy, Dyje a Berounky. Nyní se znečištění ovzduší snižuje a opět dochází ke zvyšování populací, a to hlavně v nížinách. Kromě dubu může terčovka porůstat i modříny, trnky a hlohy (Malíček et al., 2024).

Lecanora albella (kategorie EN, česky misnička bledá) je druhem, který upřednostňuje přirozené listnaté lesy, pralesovité porosty a starší lesy. Nejčastější dřevinou, na které se tento epifyt vyskytuje, je buk. Celosvětově se vyskytuje v Evropě a Severní Americe. V České republice je vzácná, avšak hojnější společenstva mohou být nalezena na Šumavě (Malíček et al., 2024).

Diskuze

Velký počet studií je věnovaný lišejníkům na antropogenním substrátu, a to hlavně v městském prostředí. To je zapříčiněno rostoucím povědomím o nepříznivých dopadech určitých druhů lišejníků, které narušují kolonizovaný substrát (Cozzolino et al., 2024, Jurado et al. 2014).

V souladu s výzkumem provedeným MILLEREM et al. (2020) na mramorových památkách v evropských městech, který zjistil vyšší diverzitu druhů lišejníků na starších stavebních materiálech, lze předpokládat, že stáří substrátu hraje významnou roli při formování kolonizace lišejníků. Toto zjištění lze aplikovat i na studovaná betonová opevnění, která vznikla v minulém století. Delší časové období od jejich vzniku umožnilo postupnou akumulaci různých druhů lišejníků, což vede k vyšší druhové diverzitě ve srovnání s novějšími betonovými strukturami. Lze předpokládat, že druhová diverzita betonových opevnění v průběhu let bude ještě narůstat. Tato skutečnost posiluje důležitost zachování těchto historických struktur jako prostředí pro biodiverzitu lišejníků a podporuje úsilí o jejich ochranu a udržitelnost v krajině.

Studie provedené autory ARIÑO, X., & SAIZ-JIMENEZ, C. (1996) a ARIÑO et al. (1997) ve Španělsku zaměřující se na možnosti ochrany proti biodeterioraci se mimo jiné zabývaly i druhovou diverzitou lišejníků. V publikaci ARIÑO et al. (1997) bylo zjištěno, že na zdech ošetřených maltou se vyskytuje mnoho nitrofilních druhů lišejníků, jejichž přítomnost je důsledkem chemické aktivity hyf (u endolitických lišejníků), která ovlivňuje vlastnosti substrátu. Zástupce nitrofilních druhů jsem zaznamenala na betonových opevněních také. Beton vystavený přímému slunečnímu záření byl osídlen fotofilními, xerofytními druhy s korovitou stélkou především rodů *Caloplaca* a *Verrucaria*. Ve stínu bez přímého slunečního záření se lépe daří lišejníkům s leprariosní stélkou. U vstupu do podzemních hrobů v Nekropoli Carmony byly lišejníky z rodu *Lepraria* pozorovány na celých plochách stěn ARIÑO et al. (1997). Sama jsem na velmi zastíněných částech bunkru (nejčastěji po stěnách čelní střílny) pozorovala druh *Lepraria finkii* a *Lepraria incana*. V rámci mého výzkumu jsem na betonu pozorovala i některé shodné druhy z práce výše uvedených autorů: *Caloplaca citrina* (pH 9), *Candelariella aurella* (pH 9), *Verrucaria muralis* (pH 9), *Verrucaria nigrescens* (pH 9), *Polyozosia dispersa* (pH 8) a *Sarcogyne regularis* (pH 9). Autoři ROSATO et al. (2006) zaznamenali vysoký výskyt 15 druhů lupenitých lišejníků na betonových stavbách v Buenos Aires. Nejčastějším byl druh *Xanthoria parietina*, který je častý také na plochách v Krkonoších. Práce autorky PIETRZYKOWSKA et KOSSOWSKA (2010), zaměřené na lišejníky lesních ekosystémů zahrnuje jak epifytické (celkem 22 druhů), tak saxikolní druhy (celkem 13 druhů) a některé z nich jsem na svých plochách zaznamenala také. Potvrdila jsem saxikolní druhy: *Candelariella aurella*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Polyozosia dispersa* a *Rusavskia elegans* a epifytické druhy: *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora*

pulicaris, *Parmelia sulcata*, *Physcia adscendens*, *Physcia dubia*, *Physcia tenella*, *Ramalina farinacea*, *Scoliciosporum chlorococcum*.

Kromě srovnání s výsledky zahraničních studií jsem srovnala data z vlastních výzkumů, konkrétně své diplomové práce a bakalářské práce. Sběr dat k bakalářské práci probíhal v roce 2021 a zaměřoval se na studium lišejníků na betonových opevněních v lesních biotopech. V roce 2023 jsem pokračovala v monitorování lišejníků na betonových opevněních v oblasti bezlesí. Obě práce používaly stejnou metodiku a lokality byly zvoleny v území Krkonošského národního parku (KRNAP). Celkem bylo monitorováno 59 ploch v biotopech bezlesí a 49 ploch v lesních biotopech. V obou pracích byly vyhodnoceny hodnoty EIH. Charakteristika studovaných biotopů ukázala výrazné rozdíly mezi lesními ekosystémy bezlesí. Při porovnání dat z roku 2021 a 2023 jsem zaznamenala několik významných rozdílů. V lesních biotopech byla druhová rozmanitost lišejníků nižší, avšak některé druhy byly na plochách četnější než v biotopech bezlesí. V bezlesí byla druhová rozmanitost lišejníků vyšší. To je v souladu s tvrzením autorů ARIÑO, X., & SAIZ-JIMENEZ, C. (1996), kteří uvádějí, že vyšší expozice slunečního záření a suché stěny přispívají k distribuci většího množství lišejníků, které tyto podmínky obecně preferují. V rámci lesních a biotopů a bezlesí jsem našla shodné vápnomilné druhy *Bilimbia sabuletorum* (pH 8), *Caloplaca citrina* (pH 9), *Candelariella aurella* (pH 9), *Circinaria contorta* (pH 9), *Polyozosia dispersa* (pH 8), *Protoparmeliopsis muralis* (pH 8), *Lecidella stigmatea* (pH 9), *Protoblastenia rupestris* (pH 9), *Sarcogyne regularis* (pH 9), *Verrucaria muralis* (pH 9) a *Verrucaria nigrescens* (pH 9). Z acidofilních druhů to byla *Lepraria finkii* (pH 6).

Tabulka č. 1 prezentuje porovnání distribuce jednotlivých druhů lišejníků na betonových opevněních mezi lety 2021 a 2023.

Druh	Počet pozorování v roce 2021 - lesní biotopy	Počet pozorování v roce 2023 - biotopy bezlesí
<i>Acarospora cervina</i>	1	6
<i>Bilimbia sabuletorum</i>	45	7
<i>Blastenia rupestris</i>	6	
<i>Brianaria lutulata</i>		2
<i>Caloplaca citrina</i>	1	2
<i>Candelariella aurella</i>	2	43
<i>Circinaria contorta</i>	2	23
<i>Polyozosia dispersa</i>	25	48
<i>Protoparmeliopsis muralis</i>	5	44
<i>Lecidella stigmatea</i>	25	36
<i>Lepraria finkii</i>	22	3
<i>Lepraria incana</i>	2	1

<i>Lepraria membranacea</i>	4	
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>		16
<i>Physcia adscendens</i>		1
<i>Physcia caesia</i>		34
<i>Physcia dubia</i>		3
<i>Physcia tenella</i>		1
<i>Placynthium nigrum</i>	1	
<i>Porpidinia tumidula</i>		2
<i>Protoblastenia rupestris</i>	24	2
<i>Sarcogyne regularis</i>	20	31
<i>Verrucaria muralis</i>	46	35
<i>Verrucaria nigrescens</i>	3	28
<i>Rusavskia elegans</i>		34
<i>Xanthoria parietina</i>		4

V rámci porovnání obou pozorování jsem objevila druhy, které dle výsledků preferují betonová opevnění v lesních biotopech. Tyto druhy jsou lépe adaptované na stinné a vlhké podmínky. *Bilimbia sabuletorum* je jedním z druhů lišejníků, u kterých jsem zaznamenala významný rozdíl v preferenci biotopů. Tento druh jsem objevila na 45 lesních plochách oproti pouhým 7 výskytům v nelesních biotopech. Dalším velmi vyhraněným druhem je *Protoblastenia rupestris*, kterou jsem pozorovala na 30 lesních plochách oproti 2 plochám na osluněných stanovištích. *Lepraria finkii* je také druhem preferujícím vlhko a stín, což potvrzuje výskyt na 22 plochách v lesích oproti 3 plochám v prostředí bez lesa. *Blastenia rupestris* byla pozorována pouze v lesních biotopech (6).

Některé druhy jsou dle výsledků naopak adaptované na osluněná a suchá prostředí. *Acarospora cervina*, je druh, který preferuje exponované skály a kameny, což potvrdil i frekventovanější výskyt na opevněních v lučních biotopech. Dalším výrazným lišejníkem je *Candelariella aurella*, který dominuje na většině lučních ploch (43), zatímco v lesních biotopech je jeho výskyt minimální (3). Podobně je na tom i druh *Protoparmeliopsis muralis*, který výrazně preferuje luční biotopy (44), v lesních biotopech jsem ho zaznamenala velmi zřídka (5). Stejným způsobem byla identifikována i *Verrucaria nigrescens*, která byla zaznamenána ve větším počtu na zkoumaných plochách bez lesů (28), ale jen na 3 plochách v lesním prostředí. K dalším specifickým druhům patří *Circinaria contorta*, která byla objevena pouze dvakrát v lesních biotopech, zatímco na lučních biotopech byla pozorována 23×. *Rusavskia elegans* (34) a *Xanthoria parietina* (4) byly pozorovány výhradně v bezlesí.

Zmíněné druhy lišejníků mají jasnou preferenci k určitým typům prostředí, ale bylo možné identifikovat i druhy, které jsou schopné prosperovat v různých typech habitatů. Takové druhy

lze označit jako “generalisty“. Do této skupiny patří lišejníky *Polyzozia dispersa*, *Lecidella stigmatea*, *Sarcogyne regularis* a *Verrucaria muralis*. I přesto, že se *Polyzozia dispersa* častěji vyskytovala v bezlesí (48 ploch), byla ve velkém počtu (25) pozorována také na plochách v lesních biotopech ve vlhčím a stinnějším prostředí. *Lecidella stigmatea* je také schopna obývat různé typy habitatů. V bezlesí jsem ji zaznamenala celkem 36×, zatímco v lesních 25×. Stejně tak jsem pozorovala i *Sarcogyne regularis*, který jsem na plochách v bezlesí zaznamenala 31× a v lesních biotopech 20×.

Závěr

Diplomová práce přináší data z průzkumu druhové diverzity saxikolních lichenizovaných hub na betonových opevněních v horských ekosystémech bezlesí v Krkonošském národním parku, vybudovaných v období 1937–1938 jako součást obranných opatření. Výsledky práce potvrdily, že antropogenní činnost v podobě přítomných opevnění zvyšuje druhovou diverzitu lišejníků v chráněné oblasti. Až na výjimky byly však zjištěny druhy běžné.

Práce je součástí projektu zaměřeného na biodiverzitu cévnatých rostlin a mechorostů v okolí opevnění na území Krkonošského národního parku (ČERMÁKOVÁ, 2024; BULÍČKOVÁ, 2024). Díky omezení výběru lokalit na biotopy bezlesí byla zaznamenána neznámá data o druhové diverzitě zmíněných skupin na betonových opevněních. Bylo zvoleno celkem 59 ploch, které byly pro lepší přehlednost rozděleny do 9 lokalit. Práce v týmu s kolegyněmi Bulíčkovou (BULÍČKOVÁ, 2024) a Čermákovou (ČERMÁKOVÁ, 2024) významně přispěly k mému osobnímu rozvoji v oblasti určování lišejníků a zároveň mechorostů a cévnatých rostlin.

V rámci monitorování jednotlivých ploch (betonových opevnění) jsem úspěšně identifikovala všechny druhy lišejníků a získala zkušenosti s analýzou dat v programu MS Excel. Mikroskopické studie jsem realizovala s využitím stereolupy Olympus SZ a mikroskopu Olympus BX53 DIC. Díky ovládnutí metodiky klasifikace druhů lišejníků pomocí indexu EIH jsem získala zajímavé výsledky. Metoda, kterou jsem použila, není zatím při studiu saxikolních lišejníků obecně příliš rozšířená a ukázala se jako velice efektivní. Vypracovala jsem grafy s EIH hodnotami pro teplotu, vlhkost, živiny a pH, pomocí kterých jsem na plochách potvrdila očekávaný výskyt vápnomilných druhů lišejníků a zaznamenala druhy s maximálními hodnotami v rámci EIH. Při práci s červenými seznamy jsem druhy klasifikovala podle jejich kategorií a identifikovala vzácné druhy zařazené do kategorií NT, VU a EN.

Při vypracování literární rešerše jsem se snažila porozumět sukcesi lišejníků na antropogenních substrátech a jejich důsledkům. Analyzovala jsem jak pozitivní, tak negativní aspekty této kolonizace se zaměřením na biodiverzitu, estetiku a strukturální integritu substrátů. Na základě těchto poznatků jsem navrhla možné metody ochrany, které by mohly být v praxi užitečné i pro správu KRNAP.

Během výzkumu jsem pozorovala, že oslunění a vlhkost mají významný vliv na distribuci lišejníků v prostředí KRNAPu. V souvislosti s tímto poznatkem jsem identifikovala druhy, které mají charakteristické vlastnosti generalistů s širokým ekologickým optimem. Výsledky jsou v souladu s předchozími poznatky bakalářské práce a přinášejí informace o ekologii lišejníků v různých typech ekosystémů.

Během monitoringu betonových opevnění jsem identifikovala druhy lišejníků, které vykazovaly striktní preferenci pro prostředí s vysokým obsahem vápníku. Tyto druhy by jinak

okolní krajině nenalezly vhodné prostředí pro svou existenci, neboť převládajícími horninami v Krkonoších jsou převážně silikátové horniny a vápníkem obohacené horniny jsou zde vzácné. Nejstriktnějšími vápnomilnými organismy byly *Acarospora cervina*, *Bilimbia sabuletorum*, *Caloplaca citrina*, *Flavoplaca oasis*, *Calogaya decipiens*, *Candelariella aurella*, *Circinarea calcarea*, *Circinaria contorta*, *Polyzosia dispersa*, *Protoparmeliopsis muralis*, *Lecidella stigmatea*, *Peltigera rufescens*, *Physcia caesia*, *Protoblastenia rupestris*, *Rinodina oleae*, *Rusavskia elegans*, *Sarcogyne regularis*, *Verrucaria muralis*, *Verrucaria nigrescens*. Cíle diplomové práce byly splněny.

Literatura

1. Ariño, X. & Saiz-Jimenez C. (1996): Lichens on Ancient Mortars. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 40(2-4), 217-224.
2. Ariño, X. & Saiz-Jimenez, C. (1996): Biological growths on stone: experimental strategies for the control and removal. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 36(4), 259-278.
3. Aznar-Fernández, S., Álvarez-Ayuso, M., Zornoza-Indart, A., et al. (2019): Biodeterioration of Cultural Heritage by Lichens: Development of an Experimental System for the Evaluation of the Effects of Lichens on Sandstone. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 141, 24-33.
4. Billings, W. D., & Bliss, L. C. (1959): An alpine snowbank environment and its effects on vegetation, plant development, and productivity. *Ecology*, 40(3), 388-397.
5. Chapin III, F. S., & Körner, C. (Eds.). (1995): *Arctic and Alpine Biodiversity: Patterns, Causes, and Ecosystem Consequences*. Springer Science & Business Media.
6. Consortium of Lichen Herbaria (2024): [online]. [cit. 12. 4. 2024]. Dostupné z: <https://lichenportal.org/portal/>
7. Cozzolino, A., Adamo, P., Bonanomi, G., & Motti, R. (2022): The Role of Lichens, Mosses, and Vascular Plants in the Biodeterioration of Historic Buildings: A Review. *Plants*, 11(24).
8. Daniels, F., & Harkema, S. (1992): Lichens on marble monuments. *Lichenologist*, 24(2), 155-165.
9. De Belie, N., Verstraete, W. & De Muynck, W. (2006): A synergistic approach to microbial presence on concrete: Cleaning and consolidating effects. *Structural concrete*, 7(3), 105-109.
10. De Graef, B., De Windt, W., Verstraete, W., De Belie, N., & Dick, J. (2005): Cleaning of concrete fouled by lichens with the aid of Thiobacilli. *Materials and Structures*, 38(10), 875-882.
11. Fonseca, A. M., Dias, M. I., Cerezo, P., Alves, L. C., Rosado, T. & Mirão, J. (2010): Anatase as an alternative application for preventing biodeterioration of mortars. *Cement and Concrete Composites*, 32(6), 467-472.
12. Fonseca, A. J., González, J. M., García, J. A., Zuluaga, J., Grau, R., & Ordoñez, S. (2010): Photocatalytic applications for the prevention and elimination of biodeterioration on mortars located in cultural heritage buildings. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 64, 388-396.

13. Gaylarde, C. C., & Ortega-Morales, B. O. (2023): Biodeterioration and Chemical Corrosion of Concrete in the Marine Environment: Too Complex for Prediction. *Microorganisms*, 11(10), 2438
14. Garcia, M., Rodriguez, E. & Martinez, A. (2020): Sustainable maintenance strategies for concrete monuments: A case study. *Journal of Sustainable Preservation*, 38(4), 321-337.
15. Guillitte O. (1995): Bioreceptivity: a new concept for building ecology studies, *Sci. Total Environ.* 167 (1995) 215–220
16. 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.
17. Halda, J. P. (2012): *Lemmopsis arnoldiana* a *Psorotichia diffracta* – dva pozoruhodné druhy lišejníků z Krkonoš [Lemmopsis arnoldiana and Psorotichia diffracta – two notable lichen species from the Krkonoše Mts. (Czech Republic)]. *Opera Corcontica*, 49, 211–214.
18. Halda, J., Kučera J. & Koval Š. (2016): Atlas krkonošských mechorostů, lišejníků a hub 1 – mechorosty a lišejníky. Správa KRNAP, 440 s. ISBN 978-80-7535-027-5.
19. Halda, J. P., 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. Hilitzer, A. (1924): Addenda ad lichenographiam Bohemiae. *Acta Botanica Bohemica*, 3.
21. ISOP (2021): Portál informačního systému ochrany přírody [online]. [cit. 28. 2. 2024]. Dostupné z: <http://portal.nature.cz>
22. Kuťák, V. (1952): Lišejníky v Krkonoších. *Časopis Národního muzea*, 121, 106–116.
23. Jones, A., Smith, B., & Johnson, C. (2015): Colonization of concrete surfaces by lichens: A study on urban environments. *Journal of Urban Ecology*, 7(2), 105-120.
24. Janský L. (2022): Československé opevnění a přípravy na nacistickou invazi. Diplomová práce, FF ZČU, 76 s.
25. Jurado, V., Miller, A.Z., Cuezva, S., Fernandez-Cortes, A., Benavente, D., Rogerio-Candelera, 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.
26. Kärnefelt, I. (1981): On the species pair *Parmelia sulcata* and *P. serrana* in Europe. *Norwegian Journal of Botany*, 28(2), 111-117.
27. Körner, C. (2003): *Alpine Plant Life: Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems*. Springer Science & Business Media.

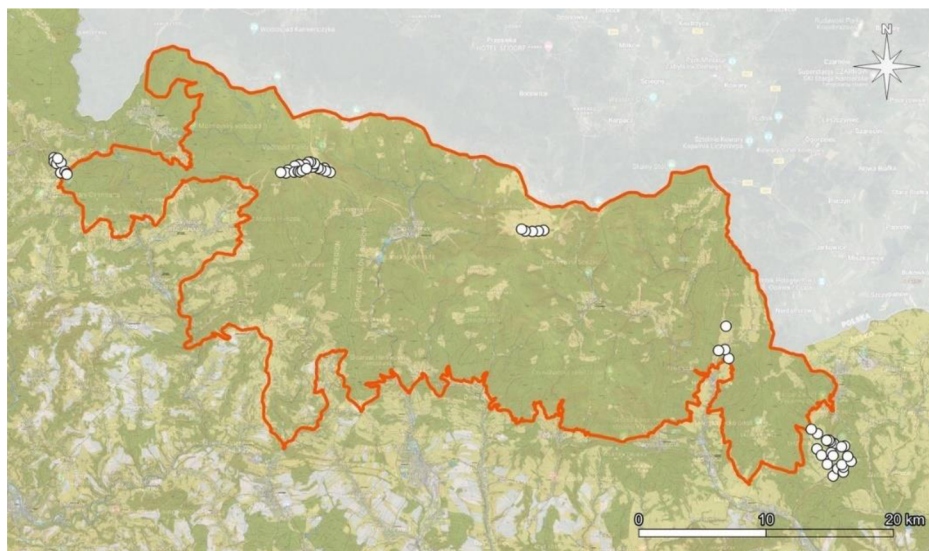
28. Li, J., Feng, J., & Sun, Q. (2018): Diversity of lichen communities on marble stones in urban areas of Beijing, China. *Journal of Environmental Sciences*, 71, 136-142.
29. Liška J. & Palice Z. (2010): Červený seznam lišejníků České republiky (verze 1.1). – *Příroda* 29: 3–66.
30. Malíček J., Bouda F., Kocourková J., Palice Z. & Peksa O. (2011): Zajímavé nálezy vzácných a přehlížených dutohlávek v České republice. – *Bryonora* 48: 34–50
31. Malíček J., Palice Z., Bouda F., Knudsen K., Šoun J., Vondrák J. & Novotný P. (2024): Atlas českých lišejníků [online]. [cit. 11. 4. 2024]. Dostupné z: <https://dalib.cz>
32. Margoldová J. (2005): Z historie užití betonu [online]. [cit. 5. 3. 2024]. Dostupné z: <https://www.earch.cz/architektura/clanek/z-historie-uziti-betonu>
33. Merta O. (2002): Těžké objekty československého opevnění z let 1935–1938 s přihlédnutím k území Jížní Moravy. Bakalářská práce, 79 s.
34. Miller, A. Z., Dionísio, A., Laiz, L., Macedo, M. F., & Saiz-Jimenez, C. (2009): The influence of inherent properties of building limestones on their bioreceptivity to phototrophic microorganisms. *Annals of Microbiology*, 59(4), 705-713.
35. Moberg, R. (1979): *Rhizocarpon alpicola*, a new species of lichen from the Scandinavian mountains. *Lichenologist*, 11(3), 215-220.
36. Nash, III, T. H., & Nash, IV, T. H. (1981): Lichens on concrete and asphalt in New York City. *Mycotaxon*, 13(1), 343-355.
37. Nováková A. (2017): Krajina v pohraničí a její specifika. Bakalářská práce, AF MENDELU, 79 s.
38. 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.
39. 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.
40. Orange, A. (2013): British and other pyrenocarpous lichens [online]. [cit. 10. 3. 2024]. Dostupné z: <https://museum.wales/media/13849/Orange-A-2013-British-and-other-pyrenocarpous-lichens.pdf>
41. Pokorný, P., Novotný, J. (2020): Ekologie a výskyt lišejníku *Lecidea lithophila* v horských oblastech České republiky. *Český lichenologický sborník*, roč. 25, č. 1, s. 15-30.
42. 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.

43. Printzen C., Brackel W. v., Bültmann H., Cezanne R., Dolnik C., Dornes P., Eckstein J., Eichler M., John V., Killmann D., Nimis P.L., Otte V., Schiefelbein U., Schultz M., Stordeur R., Teuber D. & Thüs H. (2022): Die Flechten, flechtenbewohnenden und flechtenähnlichen Pilze Deutschlands – eine überarbeitete Checkliste. - *Herzogia*, 35: 193–393.
44. Rosato, V. G. (2006): Diversity and distribution of lichens on mortar and concrete in Buenos Aires Province, Argentina. *Darwiniana*, 44(1), 89-97.
45. Rosato, V. G. (2008): Pathologies and biological growths on concrete dams in tropical and arid environments in Argentina. *Materials and Structures* 41: 1327-1331.
46. Saiz-Jimenez, C. (1999): Biodeterioration vs. biodegradation: the role of microorganisms in the deterioration of historic buildings made of stone and concrete. *Science of the Total Environment*, 167(1-3), 61-68.
47. Smith, A. (2005): A taxonomic revision of the genus *Lecidea* in North America. *Lichenologist*, 37(6), 479-502.
48. 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.
49. Smith, J., Johnson, L., & Martinez, K. (2018): Protective coatings for concrete monuments: A review of current practices and emerging technologies. *Journal of Cultural Heritage Management*, 23(2), 167-184.
50. Smith, J., Johnson, A., Brown, C. (2020): Ecology and Distribution of *Lecidea lithophila* in Mountainous Regions. *Journal of Lichenology*, 12(3), 45-60.
51. Spathis, P., Pantazidou, A., Mavromati, M., & Papastergiadis, E. (2012): Influence of Environmental Conditions and Application of Cleaning Methods Against Biodeterioration of Marble Monuments. *International Journal of Heritage in the Digital Era*, 1(4), 271-276.
52. 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.
53. Thakur, M., Shrikhandia, S. P. P., & Kumar, V. (2022): A Lichens-Mediated Mechanism for Environmental Biodeterioration. *Air, Soil and Water Research*, 15(2).
54. Veeger, M., Ottelé, M., & Prieto, A. (2021): Making bioreceptive concrete: Formulation and testing of bioreceptive concrete mixtures. *Journal of Building Engineering*, 44, 102545.
55. Wagnerová, Z. (2002): Výzkum synantropizace v okolí bunkrů v Krkonoších. *Vč. sb. přír. Práce a studie* 10: 83–96.
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.

Přílohy

Mapa č. 1 znázorňuje studované území spolu s vyznačenými plochami a hranicemi Krkonošského národního parku.

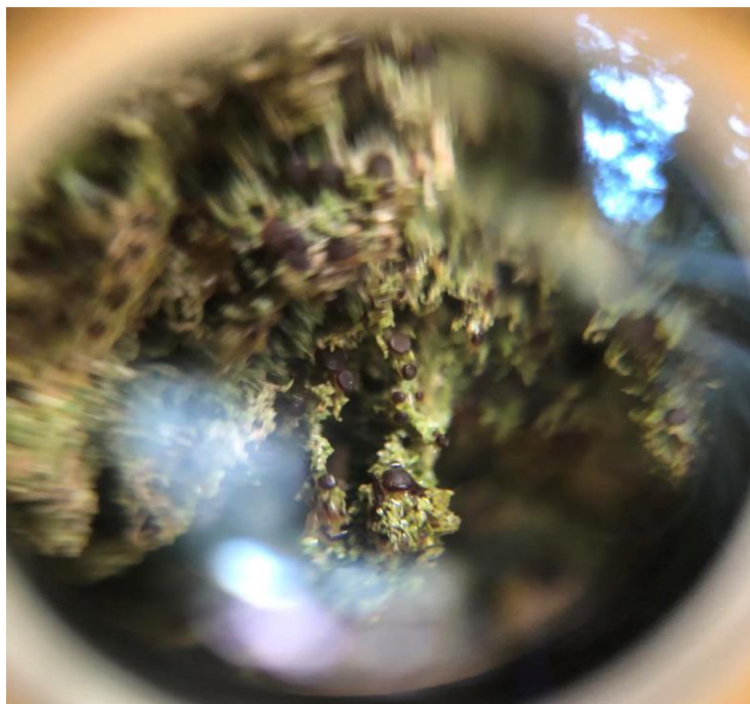


Obrázky č. 1 a 2 představují rozdíly ekologických podmínek v rámci biotopů. První obrázek je z bakalářské práce z roku 2021 a zobrazuje příklad monitorovaného opevnění v lesním biotopu. Druhý obrázek je z aktuální diplomové práce a zobrazuje opevnění v bezlesém biotopu. Autor obr. 1 - Ceralová Eliška (17. 7. 2021), Autor obr. 2 – Ceralová Eliška (24. 7. 2023).



V této příloze zároveň uvádím několik vybraných fotografií nejkvalitnějších snímků lišejníků, které jsem pořídila během výzkumu. Tyto snímky zachycují různé druhy lišejníků a slouží jako ilustrativní materiál k mé diplomové práci.

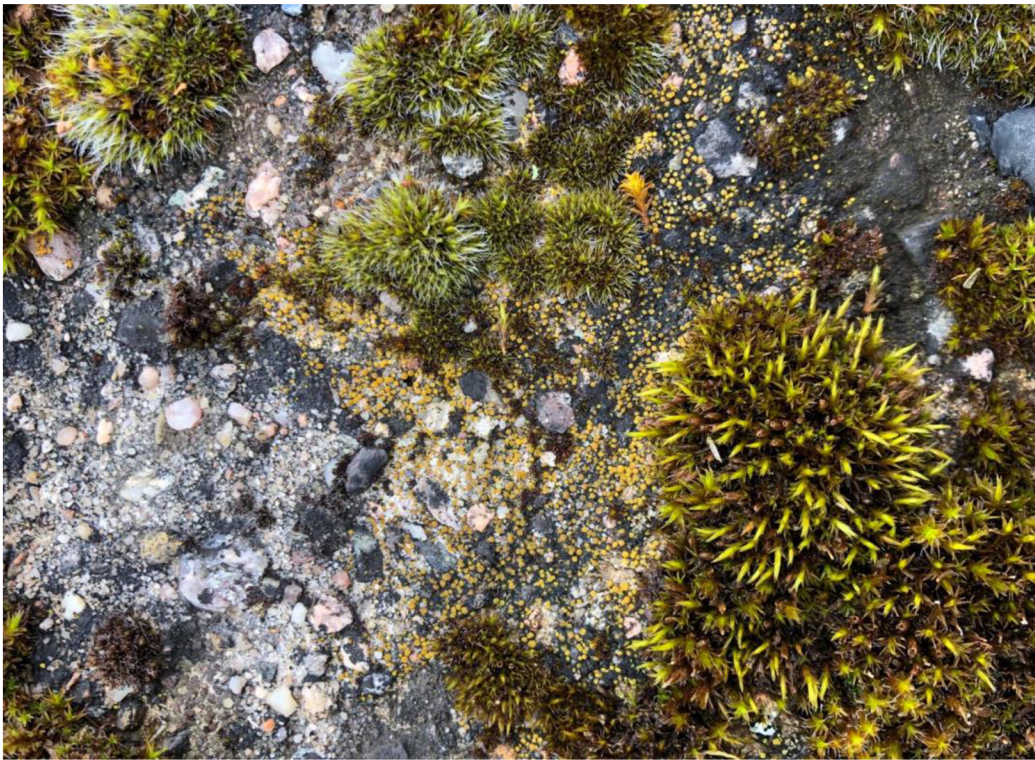
Obr. 3 - Druh *Bilimbia sabuletorum* pod botanickou lupou se zvětšením 10×. Autor obrázku: Ceralová Eliška (24. 7. 2023).



Obr. 4 – Druh *Circinaria contorta*. Autor obrázku: Ceralová Eliška (24. 7. 2023).



Obr. 5 Druh *Candelariella aurella*. Autor obrázku: Ceralová Eliška (24. 7. 2023).



Obr. 6 – Druh *Peltigera rufescens*. Autor obrázku: Ceralová Eliška (24. 7. 2023).



Obr. 7 – Druh lišejníku *Protoblastenia rupestris*. Autor fotky: Ceralová Eliška (14. 11. 2021).



Obr. 9 – Druh *Protoparmeliopsis muralis*. Autor fotky: Ceralová Eliška (24. 7. 2023).



Obr. 8 – Druh *Lecanora polytropa*. Autor fotky: Ceralová Eliška (24. 7. 2023).



Obr. 10 – Druh *Sarcogyne regularis* Autor fotky: Ceralová Eliška (25. 7. 2023).



Obr. 3 – Druh *Rusavskia elegans* (oranžová barva stélky) a *Polyozosia dispersa* (modrošedá barva plodnic) Autor fotky: Ceralová Eliška (25. 7. 2023).



Tabulka 1. Seznam ploch.

Plocha	Biotop	Oblast	Lokalita	GPS	výška	datum
					(m n. m.)	
1	X5	Jizerské hory	Kořenov	N50.759362 E015.355448	801	2023-07-24
2	X5	Jizerské hory	Kořenov	N50.757602 E015.355628	787	2023-07-24
3	X5	Jizerské hory	Kořenov	N50.756802 E015.357268	784	2023-07-24
4	X5	Jizerské hory	Kořenov	N50.757091 E015.360338	784	2023-07-24
5	X5	Jizerské hory	Kořenov	N50.759031 E015.358068	783	2023-07-24
6	X5	Jizerské hory	Kořenov	N50.752643 E015.360153	809	2023-07-24
7	X5	Jizerské hory	Kořenov	N50.753221 E015.363218	792	2023-07-24
8	X5	Jizerské hory	Kořenov	N50.752171 E015.364367	809	2023-07-24
9	X5	Jizerské hory	Kořenov	N50.751951 E015.364527	811	2023-07-24

10	A1.2	Krkonoše	Vrbatovo návrší	N50.752817 E015.550277	1383	2023-07-24
11	A4.1	Krkonoše	Vrbatovo návrší	N50.754667 E015.546327	1380	2023-07-24
12	A1.2	Krkonoše	Vrbatovo návrší	N50.753387 E015.547167	1400	2023-07-24
13	A7	Krkonoše	Vrbatovo návrší	N50.754245 E015.543554	1405	2023-07-24
14	A7	Krkonoše	Harrachovy kameny	N50.754696 E015.541780	1407	2023-07-24
15	A7	Krkonoše	Harrachovy kameny	N50.755277 E015.538653	1410	2023-07-24
16	A7	Krkonoše	Harrachovy kameny	N50.755153 E015.537777	1411	2023-07-24
17	A7	Krkonoše	Harrachovy kameny	N50.756710 E015.539286	1392	2023-07-24
18	A7	Krkonoše	Harrachovy kameny	N50.757467 E015.536507	1385	2023-07-24
19	A7	Krkonoše	Harrachovy kameny	N50.757367 E015.534927	1380	2023-07-24
20	A7	Krkonoše	Harrachovy kameny	N50.756237 E015.532687	1368	2023-07-25
21	A7	Krkonoše	Kotel	N50.756257 E015.528247	1363	2023-07-25
22	A7	Krkonoše	Kotel	N50.755648 E015.525377	1351	2023-07-25
23	A7	Krkonoše	Lysá hora	N50.753858 E015.520557	1302	2023-07-25
24	A7	Krkonoše	Lysá hora	N50.752598 E015.519137	1315	2023-07-25
25	A7	Krkonoše	Lysá hora	N50.752828 E015.515417	1313	2023-07-25
26	A7	Krkonoše	Kotel	N50.752944 E015.524959	1387	2023-07-25
27	A7	Krkonoše	Kotel	N50.753264 E015.527813	1419	2023-07-25
28	A7	Krkonoše	Kotel	N50.753025 E015.529147	1431	2023-07-25
29	A7	Krkonoše	Kotel	N50.753596 E015.530646	1425	2023-07-25
30	A7	Krkonoše	Harrachovy kameny	N50.754517 E015.533607	1383	2023-07-25
31	A6A	Krkonoše	Studniční hora	N50.726943 E015.700975	1507	2023-07-25
32	A1.2	Krkonoše	Studniční hora	N50.726594 E015.697255	1501	2023-07-25
33	A7	Krkonoše	Studniční hora	N50.726444 E015.693035	1512	2023-07-25
34	A1.2	Krkonoše	Luční hora	N50.726644 E015.688025	1520	2023-07-25
35	A1.2	Krkonoše	Luční hora	N50.727444 E015.685445	1528	2023-07-25

36	X12B	Krkonoše	Dolní Lysečiny	N50.684081 E015.829722	694	2023-07-25
37	X1	Krkonoše	Dolní Lysečiny	N50.669661 E015.831651	712	2023-07-25
38	X12B	Krkonoše	Dolní Lysečiny	N50.673611 E015.828962	637	2023-07-25
39	X5	Krkonoše	Dolní Lysečiny	N50.673221 E015.824442	624	2023-07-26
40	X1	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.631604 E015.905836	644	2023-07-26
41	T1.1	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.632411 E015.903493	670	2023-07-26
42	L5.1	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.633079 E015.902469	676	2023-07-26
43	X5	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.633059 E015.900759	668	2023-07-26
44	T1.2	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.636029 E015.894279	708	2023-07-26
45	T1.1	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.637979 E015.889909	765	2023-07-26
46	L5.1	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.629199 E015.893899	677	2023-07-26
47	X12A	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.626369 E015.897089	609	2023-07-26
48	X13.2	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.622339 E015.901248	556	2023-07-26
49	X5	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.617079 E015.905368	552	2023-07-26
50	T1.1	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.620319 E015.908548	564	2023-07-26
51	X5	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.618849 E015.912478	581	2023-07-26
52	X12B	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.621059 E015.912578	598	2023-07-26
53	T1.1	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.622159 E015.911508	589	2023-07-26
54	X5	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.623609 E015.918018	562	2023-07-26
55	X5	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.625849 E015.915589	577	2023-07-26
56	X12B	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.630519 E015.913399	611	2023-07-26
57	T1.1	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.630189 E015.911269	634	2023-07-26
58	L2.2	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.627519 E015.904009	582	2023-07-26
59	L5.1	Krkonoše	Trutnov – Babí	N50.626169 E015.905329	573	2023-07-26

Tabulka 2. Seznam objevených druhů lišejníků.

	latinský název	český název	č. s.	četnost	plochy
1	<i>Acarospora cervina</i>	drobnovýtruska jelení	NT	6	1, 4, 14, 18, 20, 51
2	<i>Amandinea punctata</i>	buelie tečkovaná	LC	15	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 37, 40, 41, 42, 47, 50
3	<i>Anisomeridium polypori</i>	nenápadka nyssaegská	LC	2	5, 48
4	<i>Aspilidea myrinii</i>		DD	1	35
5	<i>Bacidina inundata</i>	hůlkovka zaplavená	VU	1	23
6	<i>Baeomyces rufus</i>	malohubka plšivková	LC	9	10, 11, 12, 14, 16, 20, 22, 27, 31
7	<i>Bilimbia sabuletorum</i>	šálečka píscomilná	LC	7	11, 12, 14, 18, 31, 44, 54
8	<i>Brianaria lutulata</i>	třpytka blátivá	VU	2	10, 28
9	<i>Buellia griseovirens</i>	buelie šedozelená	LC	1	37
10	<i>Calogaya decipiens</i>	krásnice klamná	LC	31	4, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 48, 50, 58, 59
11	<i>Caloplaca citrina</i>	krásnice citronová	LC	2	44, 50
12	<i>Caloplaca chlorina</i>	krásnice zelená	LC	1	12
13	<i>Candelariella aurella</i>	svícníček vápnomilný	LC	43	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 59
14	<i>Candelariella efflorescens</i>	svícníček	LC	23	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 40, 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53
15	<i>Candelariella vitellina</i>	svícníček žloutkový	LC	13	7, 10, 11, 13, 25, 26, 28, 30, 53, 54, 55, 56, 58, 59
16	<i>Catillaria chalybeia</i>	biatora	NT	1	59
17	<i>Cetraria islandica</i>	puklěřka islandská	NT	1	25
18	<i>Cetraria pinastri</i>	puklěřka sosnová	NT	1	9
19	<i>Circinaria calcarea</i>	misnička vápnomilná	LC	1	12
20	<i>Circinaria contorta</i>	misnička uvitá	LC	25	3, 6, 7, 11, 12, 13, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 29, 38, 48, 50, 51, 52, 53, 54
21	<i>Cladonia bellidiflora</i>	dutohlávka chudobkokvětá	VU	2	22, 27
22	<i>Cladonia coniocraea</i>	dutohlávka jehlicovitá	LC	6	9, 10, 20, 22, 44, 51

23	<i>Cladonia deformis</i>	dutohlávka znetvořená	NT	5	8, 10, 20, 22, 27
24	<i>Cladonia digitata</i>	dutohlávka prstítá	LC	3	10, 12, 13
25	<i>Cladonia fimbriata</i>	dutohlávka třásnitá	LC	10	16, 17, 19, 20, 22, 25, 41, 45, 50, 51
26	<i>Cladonia glauca</i>	dutohlávka sivá	VU	3	10, 12, 13
27	<i>Cladonia gracilis</i>	dutohlávka štíhlá	LC	2	20, 33
28	<i>Cladonia phyllophora</i>	dutohlávka zvrhlá	NT	1	32
29	<i>Cladonia subulata</i>	dutohlávka šídlovitá	LC	1	6
30	<i>Clauzadea monticola</i>		NT	1	14
31	<i>Coenogonium pineti</i>	kryptovka borová	LC	1	10
32	<i>Collema flaccidum</i>	huspeník chabý	NT	1	27
33	<i>Dibaeis baeomyces</i>	malohubka růžová	LC	1	35
34	<i>Diploschistes scruposus</i>	džbánovka drsná	LC	3	10, 12, 13
35	<i>Evernia prunastri</i>	větvičník slívový	NT	4	10, 41, 47, 49
36	<i>Flavoparmelia caperata</i>	terčovka svrašťelá	EN	1	37
37	<i>Flavoplaca oasis</i>	krásnice	DD	37	3, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59
38	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	strupka lasturnatá	LC	4	4, 9, 44, 51
39	<i>Hypogymnia physodes</i>	terčovka bublinatá	LC	18	1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 23, 37, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51
40	<i>Lecania cyrtella</i>	hůlkovka korová	LC	8	3, 6, 8, 40, 41, 42, 47, 49
41	<i>Lecanora albella</i>	misnička bledá	EN	1	3
42	<i>Lecanora carpinea</i>	misnička habrová	NT	1	1
43	<i>Lecanora cenisia</i>	misnička cenisská	NT	3	12, 23, 27
44	<i>Lecanora conizaeoides</i>	misnička práškovitá	LC	1	1
45	<i>Lecanora polyzosia</i>	misnička roztroušená	LC	48	3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 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, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 53, 54, 55, 58, 59
46	<i>Lecanora polytropa</i>	misnička zelenavá	LC	13	10, 12, 14, 16, 17, 20, 22, 27, 29, 30, 31, 33, 35

47	<i>Lecanora pulicaris</i>	misnička korová	LC	6	1, 2, 8, 10, 41, 47
48	<i>Lecanora rupicola</i>	misnička skalní	LC	1	11
49	<i>Lecanora saligna</i>	misnička vrbová	LC	1	23
50	<i>Lecanora soralifera</i>	misnička temná	LC	11	10, 12, 14, 16, 17, 20, 22, 27, 29, 31, 33
51	<i>Lecidea confluens</i>	šálečka splývající	NT	10	10, 17, 20, 22, 26, 27, 28, 31, 33, 35
52	<i>Lecidea fuscoatra</i>	šálečka hnědočerná	LC	1	27
53	<i>Lecidea lapicida</i>	šálečka oblázková	NT	7	10, 12, 14, 15, 20, 22, 33
54	<i>Lecidea lithophila</i>	šálečka kamenomilná	NT	11	10, 12, 14, 16, 17, 20, 22, 27, 31, 33, 42
55	<i>Lecidea plana</i>	šálečka plochá	NT	11	10, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 22, 27, 31, 33
56	<i>Lecidella stigmatea</i>	šálečka tečkovaná	LC	37	4, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 42, 44, 48, 50, 51, 52, 58, 59
57	<i>Lepraria finkii</i>	prášenka laločnatá	LC	10	4, 5, 38, 41, 44, 49, 50, 50, 54, 55
58	<i>Lepraria incana</i>	prášenka bělošedá	LC	4	9, 10, 37, 45
59	<i>Melanelixia glabratula</i>	terčovka hladká	LC	3	39, 40, 41
60	<i>Melanelixia subaurifera</i>	terčovka hrbolkatá	VU	13	1, 2, 3, 9, 10, 42, 43, 46, 47, 49, 50, 50
61	<i>Micarea lignaria</i>	třpytka dřevní	LC	3	10, 12, 13
62	<i>Parmelia sulcata</i>	terčovka brázditá	LC	21	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 23, 37, 40, 41, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 50, 51, 52
63	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	terčovka rozestřená	LC	5	4, 5, 9, 10, 23
64	<i>Peltigera didactyla</i>	hávnatka drobná	LC	1	39
65	<i>Peltigera rufescens</i>	hávnatka naryšavělá	NT	2	24, 39
66	<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	terčovník kruhovitý	LC	29	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 15, 18, 19, 26, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 52, 56, 59
67	<i>Phlyctis argena</i>	měchýřkovka stříbřitá	LC	1	40
68	<i>Physcia adscendens</i>	terčovník odstávavý	LC	21	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 37, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 50, 50, 51, 52
69	<i>Physcia caesia</i>	terčovník šedý	LC	34	3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 27, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 42, 48, 49, 50, 52, 53, 59
70	<i>Physcia dubia</i>	terčovník růžicovitý	LC	5	3, 11, 20, 45, 49

71	<i>Physcia tenella</i>	terčovník tenounký	LC	21	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52
72	<i>Pleurosticta acetabulum</i>	terčovka pohárkatá	VU	2	49, 52
73	<i>Polycauliona polycarpa</i>	terčovník mnohoplodý	NT	6	1, 2, 3, 6, 8, 44, 45
74	<i>Porpidia crustulata</i>	porpidie roztroušená	LC	3	10, 20, 29
75	<i>Porpidia soledizodes</i>	porpidie solediová	LC	3	20, 22, 27
76	<i>Porpidinia tumidula</i>		VU	2	15, 23
77	<i>Protoblastenia rupestris</i>	psora skalní	LC	2	4, 11
78	<i>Protoparmelia badia</i>	misnička hnědá	LC	2	31, 35
79	<i>Protoparmeliopsis muralis</i>	misnička zední	LC	44	3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 58, 59
80	<i>Ramalina farinacea</i>	stužkovec pomoučený	VU	2	45, 49
81	<i>Rhizocarpon alpicola</i>	mapovník alpský	NT	1	27
82	<i>Rhizocarpon geographicum</i>	mapovník zeměpisný	LC	4	27, 31, 33, 35
83	<i>Rhizocarpon hochstetteri</i>	mapovník Hochstetterův	NT	1	35
84	<i>Rhizocarpon lecanorinum</i>	mapovník misničkovitý	LC	13	10, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 27, 28, 31, 33
85	<i>Rhizocarpon reductum</i>	mapovník tmavý	LC	10	10, 12, 14, 16, 17, 20, 29, 31, 32, 33
86	<i>Rinodina oleae</i>	rohovka Gennariho	LC	1	11
87	<i>Rusavskia elegans</i>	terčník pohledný	LC	34	3, 4, 6, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 48, 52, 58, 59
88	<i>Sarcogyne regularis</i>	drobnovýtruska pravidelná	LC	31	5, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 59
89	<i>Scoliciosporum chlorococcum</i>	červovýtruska řasová	LC	7	1, 6, 7, 8, 10, 46, 50
90	<i>Schaereria fuscocinerea</i>	šálečka temná	LC	3	10, 12, 13
91	<i>Stereocaulon nanodes</i>	pevnokmínek zakrslý	NT	2	29, 32
92	<i>Stereocaulon vesuvianum</i>	pevnokmínek vesuvský	VU	4	16, 17, 27, 31
93	<i>Trapelia coarctata</i>	změnověnka šedavá	LC	1	42

94	<i>Trapeliopsis granulosa</i>	změnověnka zrnitá	LC	1	27
95	<i>Tremolecia atrata</i>	misničkovka černá	VU	1	35
96	<i>Umbilicaria cylindrica</i>	pupkovka válcovitá	NT	4	10, 17, 27, 35
97	<i>Umbilicaria deusta</i>	pupkovka osmahlá	LC	1	35
98	<i>Usnea sp.</i>			1	10
99	<i>Verrucaria muralis</i>	bradavnice zední	LC	35	3, 6, 7, 8, 9, 13, 15, 17, 18, 19, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 52, 53, 55, 58, 59
100	<i>Verrucaria nigrescens</i>	bradavnice černavá	LC	28	3, 4, 5, 6, 7, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 30, 31, 34, 39, 50, 51, 52, 53, 59
101	<i>Xanthoria parietina</i>	terčník zední	LC	18	1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 36, 37, 41, 42, 42, 44, 45, 47, 48, 49, 50