

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

BIODIVERZITA A SUKCESE MECHOROSTŮ  
A LIŠEJNÍKŮ NA MRTVÝCH LEŽÍCÍCH  
KMENECH V JIZERSKÝCH HORÁCH

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Jana Kocourková, CSc.

Zpracovatel: Bc. Lucie Zemanová

2011

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Jany Kocourkové, CSc., a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala. Souhlasím se zveřejněním diplomové práce.

V Liberci, dne 20. 4. 2011

## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí mé diplomové práce, doc. RNDr. Janě Kocourkové, CSc. za předání cenných zkušeností a rad a probuzení zájmu o studium lišejníků. Mé poděkování dále patří pracovníkům CHKO Jizerské hory, zejména Mgr. Ondřejovi Šnytrovi a ing. Stanislavu Budkovi za zprostředkování dat a rukopisných prací týkajících se CHKO Jizerské hory.

V Liberci, dne 20. 4. 2011

# BIODIVERZITA A SUKCESE MECHOROSTŮ A LIŠEJNÍKŮ NA MRTVÝCH LEŽÍCÍCH KMENECH V JIZERSKÝCH HORÁCH

## ABSTRAKT

Téma diplomové práce se zaměřuje na biodiverzitu a sukcesi mechorostů a lišejníků na ležících mrtvých kmenech v Jizerských horách. Epixylická společenstva byla studována v zachovalých bučinách (*Fagus sylvatica*) a na stanovištích smrku ztepilého (*Picea abies*). Poslední jmenovaná stanoviště byla většinou silně poškozena větrnými a hmyzími kalamitami v 2. polovině 20. století v důsledku vytrvalých imisí oxidu siřičitého.

Bylo řešeno několik otázek: 1. Které druhy se podílí na sukcesi na ležících mrtvých kmenech a jak se liší jejich druhové složení na různých stanovištích? 2. Nakolik jsou epixylická společenstva ovlivněna odlesněním stanovišť po kalamitách? 3. Jak se mění biodiverzita v průběhu sukcese na mrtvých kmenech? 4. Jak se liší zastoupení různých morfologických a ekologických forem na různých stanovištích? 5. Preferují některé morfologické a ekologické formy určitou pozici na mrtvém kmeni v průběhu sukcese? K testování hypotéz byly použity ordinační techniky a neparametrická analýza variance.

Celkově bylo nalezeno 99 druhů, dva ohrožené druhy, rašeliništní pleurokarpní mechorost *Warnstorfia pseudostraminea* (Müll. Hal.) Tuom. & T. J. Kop. a epixylický makrolišejník *Cladonia carneola* (Fr.) Fr., a některé ohrožení blízké druhy rodu *Cladonia* a pleurokarpní epifyt *Serpoleskea subtilis* (Hedw.) Loeske. Na všech studovaných stanovištích chyběly citlivé epifytické druhy a vzácné epixylické játrovky. Byly zjištěny změny v diverzitě různých morfologických a ekologických forem v průběhu sukcese. V bučinách byla diverzita různých morfologických forem velmi vyrovnaná, zatímco v zapojených smrčinách měly dominantní zastoupení akrokarpní mechy a játrovky a na otevřených stanovištích dominovaly většinou makrolišejníky a akrokarpní mechy. Na nejvíce poškozených stanovištích byla zjištěna zpožděná sukcese. Bylo nastíněno několik sukcesních řad.

Klíčová slova: bučiny, epixylická společenstva, morfologické formy, mrtvé dřevo, odlesnění, substrátové preference

## BIODIVERSITY AND SUCCESSION OF BRYOPHYTES AND LICHENS ON LAYING DEAD TREE TRUNKS IN JIZERSKÉ HORY MOUNTAINS

### ABSTRACT

Theme of this thesis focuses on biodiversity and succession of mosses and lichens on lying dead tree trunks in Jizerské hory Mts. Epixylic communities were researched in preserved beechwoods (*Fagus sylvatica*) and Norway spruce (*Picea abies*) stands. The latter were almost totally damaged by windthrows and insect epidemics in last decades of 20. century as a result of continuous bisulfite immissions.

Several questions were being solved: 1. Which species participate on succession on lying dead wood and what differences are in species composition within studied stands? 2. How much are epixylic communities influenced by deforestation after disturbances? 3. How is biodiversity changing during succession on dead tree trunks? 4. What differences are there in presence of various morfological and ecological forms within studied stands? 5. Do any of morfological or ecological forms prefer some specific position on dead trunks during succession? Ordination techniques and nonparametric analysis of variance were used to test hypothesis.

Total of 99 species were found on different stands, two red listed species, peatland pleurocarpous moss *Warnstorfia pseudostraminea* and epixylic macrolichen *Cladonia carneola*, and some of near threatened *Cladonia* species and pleurocarpous epiphyte *Serpoleskea subtilis*. No sensitive epiphytic species and rare epixylic liverworts were found on any of the studied stands. Changes of biodiversity and presence of different morfological and ecological forms during succession were found. Diversity of different morfological forms of mosses was well balanced in beechwoods and diversity of lichens was very low, while there was predominant presence of acrocarpous mosses and liverworts on spruce stands with canopy. Open sites were mostly occupied by macrolichens and acrocarpous mosses. There was succession delay found in the most damaged stands without canopy. Several succession series were outlined.

Key words: beechwoods, dead wood, deforestation, epixylic communities, morfological forms, substrate preferences

## OBSAH

1. ÚVOD A CÍLE PRÁCE .....	7
1.1 ÚVOD .....	7
1.2 CÍLE PRÁCE .....	7
2. METODIKA .....	8
2.1 TERÉNNÍ SBĚR DAT .....	8
2.1.1 VÝBĚR LOKALIT .....	8
2.1.2 ODBĚR A ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ .....	8
2.1.3 SLEDOVÁNÍ FAKTORŮ PROSTŘEDÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH	9
2.1.4 SLEDOVÁNÍ PRŮBĚHU SUKCESE NA LOKALITĚ POLEDNÍK .....	10
2.2 ANALÝZA DAT .....	10
2.2.1 ANALÝZA DRUHOVÝCH DAT .....	10
2.2.2 ANALÝZA FAKTORŮ PROSTŘEDÍ .....	11
2.3 ANALÝZA ZMĚN DRUHOVÉ DIVERZITY V PRŮBĚHU ROZKLADU .....	11
2.4 ROZDĚLENÍ DRUHŮ DO SKUPIN PODLE MORFOLOGIE A SUBSTRÁTOVÝCH PREFERENCÍ .....	12
2.4 GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ .....	14
3. MRTVÉ DŘEVO – LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	14
3.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VZNIK A MNOŽSTVÍ MRTVÉHO DŘEVA .....	14
3.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ROZKLAD DŘEVA .....	16
3.3 ROZKLAD DŘEVA A JEHO TYPY .....	17
3.4 EKOLOGICKÝ VÝZNAM TLEJÍCÍHO DŘEVA V LESNÍCH EKOSYSTÉMECH .....	21
3.5 MRTVÉ KMENY JAKO STANOVIŠTĚ PRO MECHOROSTY A LIŠEJNÍKY .....	22
3.5.1 DIVERZITA A SUKCESE MECHOROSTŮ A LIŠEJNÍKŮ V PRŮBĚHU ROZKLADU DŘEVA .....	22
3.5.2 DALŠÍ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ DIVERZITU A SUKCESI MECHOROSTŮ A LIŠEJNÍKŮ NA MRTVÉM DŘEVĚ .....	24
3.6 PROBLEMATIKA EPIFYTICKÝCH A EPIXYLICKÝCH SPOLEČENSTEV MECHOROSTŮ A LIŠEJNÍKŮ VE STUDOVANÉ OBLASTI .....	25
4. CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚZEMÍ .....	27
4.1 VYMEZENÍ STUDOVANÉHO ÚZEMÍ .....	27
4.2 CHARAKTERISTIKA STUDOVANÝCH LOKALIT .....	29
4.2.1 NPR JIZERSKOHORSKÉ BUČINY – SEGMENT POLEDNÍK .....	29
4.2.2 PR PRALES JIZERA .....	32
4.2.3 PR BUKOVEC .....	34
4.2.4 NPR RAŠELINIŠTĚ JIZERY .....	37
4.2.5 PR ČERNÁ HORA .....	39
4.2.6 PR JEDLOVÝ DŮL .....	40
5. VÝSLEDKY .....	42
5.1 PŘEHLED POČTU KMENŮ A NALEZENÝCH DRUHŮ .....	42

5.2 ANALÝZA DRUHOVÝCH DAT A FAKTORŮ PROSTŘEDÍ.....	47
5.2.1 DRUHOVÁ DATA.....	47
5.2.2 PROMĚNNÉ PROSTŘEDÍ.....	49
5.3 ZMĚNY DIVERZITY V PRŮBĚHU SUKCESE.....	57
5.3.1 ANALÝZA FREKVENČÍ MORFOLOGICKÝCH KATEGORIÍ .....	59
5.3.2 ANALÝZA FREKVENČÍ KATEGORIÍ DLE SUBSTRÁTOVÝCH PREFERENCÍ.....	63
7. DISKUSE.....	67
7.1 DRUHOVÁ DIVERZITA NA STUDOVANÝCH LOKALITÁCH .....	67
7.2 KOMENTÁŘ K ZAJÍMAVÝM DRUHŮM .....	69
7.3 ZMĚNY DIVERZITY A MECHOROSTŮ A LIŠEJNÍKŮ V PRŮBĚHU SUKCESE .....	72
7.3.1 ZMĚNY DRUHOVÉ DIVERZITY Z HLEDISKA MORFOLOGICKÝCH FOREM .....	72
7.3.2 ZMĚNY DIVERZITY Z HLEDISKA SUBSTRÁTOVÝCH PREFERENCÍ DRUHŮ.....	73
7.4 ZMĚNY POKRYVNOSTI V PRŮBĚHU SUKCESE Z HLEDISKA MORFOLOGICKÝCH A EKOLOGICKÝCH FOREM.....	75
7.5 NÁSTIN SUKCESNÍCH ŘAD NA STUDOVANÝCH STANOVIŠTÍCH .....	77
7.5.1 RAŠELINIŠTĚ JIZERY .....	77
7.5.2 ZAPOJENÉ SMRČINY .....	77
7.5.3 IMISNÍ HOLINY .....	78
7.5.4 BUČINY .....	79
8. ZÁVĚR .....	81
9. LITERATURA.....	83

## 1. ÚVOD A CÍLE PRÁCE

### 1.1 ÚVOD

Mrtvé dřevo je důležitým zdrojem druhové diverzity lesních ekosystémů. Slouží jako stanoviště pro různé druhy organismů a je nedílnou součástí toku živin a energie v lesních ekosystémech. Navzdory enormnímu významu je nyní podíl mrtvého dřeva v evropských lesích kriticky nízký díky lesnímu managementu. Přitom až třetina evropských lesních druhů je závislá na přestárých stromech a mrtvém dřevě a řada druhů závislých na tomto typu substrátu se vyskytuje na červených seznamech jednotlivých evropských zemí. Mrtvé dřevo je tedy stále častěji považováno za klíčový indikátor přirozenosti lesních ekosystémů.

### 1.2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je prostudovat biodiverzitu mechorostů a lišejníků na mrtvých ležících kmenech a jejich sukcesní stádia v různých fázích rozkladu dřeva. Práce je zaměřena na přírodní rezervace chránící nejzachovalejší lesní stanoviště v Jizerských horách (NPR Jizerskohorské bučiny, PR Bukovec, PR Jizera, PR Černá hora a PR Jedlový důl) a dále NPR Rašeliniště Jizery představující málo dotčený komplex vrchovišť, klečovišť, podmáčených smrčín, rašelinných luk a štěrkopískových náplavů. Detailněji byl sledován průběh sukcese v bezzásahovém území Poledník v NPR Jizerskohorské bučiny.

Práce se zaměřuje na řešení několika otázek:

1. Které druhy se podílejí na sukcesi na mrtvém dřevě a jak se liší jejich druhové zastoupení na jednotlivých lokalitách a stanovištích?
2. Jak ovlivňuje sukcese bezlesí v odumřelých smrčínách na imisně poškozených vrcholových partiích Jizerských hor?
3. Mění se diverzita mechorostů a lišejníků v průběhu sukcese?
4. Liší se zastoupení morfologických forem a kategorií dle substrátových preferencí v rámci různých sukcesních stádií i v rámci různých stanovišť?
5. Liší se zastoupení morfologických forem a kategorií dle substrátových preferencí v průběhu sukcese podle pozice na ležícím kmeni?



## 2. METODIKA

### 2.1 TERÉNNÍ SBĚR DAT

#### 2.1.1 VÝBĚR LOKALIT

Kritériem pro výběr lokalit byla alespoň částečná zachovalost přirozené skladby lesních porostů a dostatek mrtvého dřeva vyplývající z managementu těchto zvláště chráněných území. Vzhledem k vysokému objemu mrtvého dřeva a relativně kontinuálnímu vývoji těchto lokalit lze očekávat, že druhová skladba mechorostů a lišejníků vázaných na mrtvé dřevo zde bude nejméně narušena a bude reprezentovat nejzachovalejší společenstva těchto organismů v rámci Jizerských hor. Průzkum byl zároveň veden tak, aby v těchto lokalitách byly postiženy různé typy lesních stanovišť, ale i imisní holiny ve vrcholových partiích PR Jizera a PR Černá hora a naplavené dřevo na březích Jizery v NPR Rašeliniště Jizery.

K detailnějšímu sledování průběhu sukcese byla vybrána lokalita Poledník v NPR Jizerskohorské bučiny s ohledem na mimořádnou zachovalost lesních společenstev, bezzásahový režim území i autorčino předchozí studium lokality v rámci bakalářské práce (Zemanová 2009).

#### 2.1.2 ODBĚR A ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ

Vzorky byly odebírány na vybraných lokalitách v dostatečném množství pro určení do druhu nebo nejnižšího možného taxonu. Zároveň byl odebírán vzorek substrátu pro případné další výzkumy dřevních epifloedických a epixylických hub.

Vzorky byly určovány standardními mikroskopickými metodami za použití stereomikroskopu, mikroskopu, reakčních a barvicích činidel a moderní určovací vědecké literatury (Pilous & Duda 1960, Clauzade & Roux 1985, Daniels & Eddy 1985, Wirth 1995, Smith et al. 2009, Kučera 2009). Názvy taxonů mechorostů byly sjednoceny podle Kučera & Váňa (2005), názvy taxonů lišejníků podle Liška et al. (2008). Poté byly vzorky zpracovány standardními metodami pro herbářové uložení a prozatím uloženy v soukromém herbáři autorky, kde budou k dispozici pro případné založení univerzitního herbáře.

Byl vypracován seznam nalezených druhů mechorostů a lišejníků s uvedením platného vědeckého názvu, českého názvu, stupně ohrožení podle Kučera & Váňa (2005) a Liška et al. (2008).

Zkratky stupně ohrožení uvedené v Červených seznamech (Kučera & Váňa 2005, Liška et al. 2008):

**EX** (*Extinct*) – vyhynulé taxony

**CR** (*Critically Endangered*) – kriticky ohrožené taxony

**EN** (*Endangered*) – silně ohrožené taxony

**VU** (*Vulnerable*) – ohrožené či zranitelné taxony

**LR-nt** (*Lower Risk – near threatened*, někdy jen zkráceně *NT – Near Threatened*) – taxony blízké ohrožení

**LC** (*Least Concern*) – neohrožené taxony

**LC-att** (*Least Concern – attention list*) – neohrožené taxony vyžadující pozornost

**DD** (*Data Daficient*) – nedokonale známé taxony

**DD-va** (*Data Deficient – vanished*) – nezvěstné taxony

**NE** (*Not Evaluated*) – nehodnocené taxony

### 2.1.3 SLEDOVÁNÍ FAKTORŮ PROSTŘEDÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH

Kromě průzkumu bryoflóry a lichenoflóry studovaných lokalit bylo na každé lokalitě detailně prozkoumáno vždy nejméně 30 kmenů, u kterých byla do připravených škrtačích seznamů zaznamenána poloha v souřadnicích, nadmořská výška, expozice, sklon svahu, charakter stanoviště, zápoj odhadnutý v procentech zastínění kmene, vlhkostní podmínky vyjádřené semikvantitativní stupnicí (1 – sucho, 2 – vysychavo, 3 – čerstvo, 4 – vlhko, 5 – mokro), druh dřeviny, rozměry kmene (průměr kmene v nejširší, dolní části kmene a délka kmene), případně další poznámky. Kmeny byly studovány na plochách 100 x 100 m, resp. 200 x 50 m, jež odpovídaly vždy určitému typu stanoviště. Ohledán byl vždy celý kmen a zaznamenány všechny druhy mechorostů a lišejníků přítomné na daném kmeni. U druhů, které nebylo možné určit přímo v terénu, byl vždy odebrán vzorek a označen unikátním identifikátorem daného kmene.

Stádium rozkladu bylo u každého kmene stanoveno podle osmičtené semikvantitativní stupnice (Söderström 1988a):

1. čerstvě padlý kmen, dřevo tvrdé, celistvé, kůra přiléhá, větve přítomny
2. kmen pevný, dřevo tvrdé, přítomno více než 50% kůry
3. místy plošky měkkého dřeva, chybí více než 50% kůry

4. dřevo měknoucí, drží tvar, kůra chybí
5. tvar kmene mírně deformovaný
6. kusy měkkého dřeva, tvar kmene stále rozeznatelný
7. zůstává pouze jádro kmene
8. tvar dřeva nerozeznatelný, humifikace 100%

#### 2.1.4 SLEDOVÁNÍ PRŮBĚHU SUKCESE NA LOKALITĚ POLEDNÍK

Byly vytipovány studijní plochy, u kterých byla zaznamenána poloha v souřadnicích GPS, nadmořská výška, expozice, sklon svahu, typ vegetace. Na těchto plochách byly snímkovány všechny dostupné kmeny s průměrem větším nežli 20 cm a délkou nejméně 1 m.

U každého kmene byly do škrtačích seznamů zaznamenány tyto charakteristiky: poloha v souřadnicích, nadmořská výška, zápoj odhadnutý v procentech zastínění kmene, stupeň rozkladu podle osmičtené semikvantitativní stupnice (Söderström 1988), druh dřeviny, typ hniloby, způsob odumření kmene a případně další poznámky.

Každý kmen byl snímkován svrchu a na obou bocích. Ke snímkování svrchu byl podle šířky kmene použit buď rámeček o rozměrech 20 x 50 cm nebo 10 x 50 cm u kmenů s menší šířkou. Na boky kmene byl přikládán vždy rámeček 10 x 50 cm.

Plocha rámečku byla dále rozdělena na dílčí plošky 10 x 10 cm. V každé z plošek byly zaznamenávány pokryvnosti jednotlivých druhů a další charakteristiky: přítomnost kůry v procentech plochy, odchlípení kůry v milimetrech, měkkost dřeva v milimetrech, přítomnost a šířka trhlin ve dřevě v procentech plochy a přítomnost a výška humusové vrstvy.

## 2.2 ANALÝZA DAT

### 2.2.1 ANALÝZA DRUHOVÝCH DAT

U druhových dat byla zaznamenávána přítomnost/nepřítomnost druhu na daném kmeni. Záznam byl převeden na binární data, tedy přítomnost = 1, nepřítomnost = 0. Pro další použití nebyla vzhledem k typu dat provedena žádná transformace.

Nasbíraná data byla zpracována v programu CANOCO for Windows 4.5. Nejprve byla provedena nepřímá gradientová analýza. Protože byla očekávána unimodální odpověď druhů na faktory prostředí, byla zvolena detrendovaná korespondenční analýza (DCA), která poskytla informace o struktuře a variabilitě datového souboru a odhad délky gradientů.

Od počátku bylo jasné, že variabilita v datech i faktorech prostředí bude vysoká, vzhledem k odlišnosti lokalit. Snímky byly tedy v dalších analýzách rozděleny podle lokalit majících charakter bučin, zahrnujících lokality Poledník, Jedlový důl a Bukovec a lokality smrčín, zahrnující lokality Jizera, Rašeliniště Jizery, Černá hora a kulturní smrčinu na Bukovci.

### 2.2.2 ANALÝZA FAKTORŮ PROSTŘEDÍ

Byl testován vliv rozkladu a dalších proměnných prostředí pomocí přímých gradientových analýz. Významnost vlivu proměnných na druhové složení byla testována prostřednictvím Monte Carlo permutačního testu pro 999 permutací. Základními řešenými otázkami bylo složení druhů v závislosti na rozkladu, rozdílnost složení druhů na lokalitách s odumřelými smrčiny v důsledku imisní zátěže v porovnání s přirozeně bezlesými plochami na lokalitě Rašeliniště Jizery a v porovnání se zachovalými smrčiny. Dále byl testován rozdíl mezi různými plochami na bukových lokalitách a byly hledány druhy, jež vykazují signifikantní vztah k rozkladu prostřednictvím obecného aditivního modelu funkce Species response curves v programu CanoDraw for Windows 4.5. Na základě ordinačních analýz bylo rozhodnuto, jak bude nejlépe seskupit snímky pro porovnávání v následujících analýzách.

### 2.3 ANALÝZA ZMĚN DRUHOVÉ DIVERZITY V PRŮBĚHU ROZKLADU

Změny druhové diverzity v průběhu rozkladu byly testovány prostřednictvím porovnávání průměrného zastoupení druhů v jednotlivých stádiích rozkladu v programu Statistica 8. Bylo použito metod analýzy variance. V tabulce MS Excel byl proveden součet druhů mechorostů a lišejníků a součet všech druhů na každém kmeni. Poté byla testována shoda dat s normálním rozdělením Kolmogorov-Smirnovovým testem a homogenita rozptylů dat Levenovým testem.

Podle výsledků testů nebyly splněny předpoklady pro použití parametrické analýzy variance (ANOVA), a proto byla použita její neparametrická obdoba, Kruskal-Wallisova analýza variance a metoda mnohonásobného porovnání průměrů (Lepš 1996).

## 2.4 ROZDĚLENÍ DRUHŮ DO SKUPIN PODLE MORFOLOGIE A SUBSTRÁTOVÝCH PREFERENCÍ

Druhy byly rozděleny do skupin podle morfologie a substrátových preferencí. Substrátové preference byly druhům přiřazovány podle středoevropských prací zabývajících se sukcesí na mrtvém dřevě (Ódor et al. 2005, Jansová & Soldán 2006), informací o ekologii druhů v použité určovací literatuře, údajů z vlastní bakalářské práce (Zemanová 2009) a podle vlastních poznatků v terénu.

Dělení mechorostů a lišejníků podle morfologie:

**H** – játrovky

**A** - mechy tzv. akrokarpní (vrchoplodé) se sporofytem vyrůstajícím na vrcholku lodyžky

**P** – mechy tzv. pleurokarpní (bokoplodé) se sporofytem vyrůstajícím z boku lodyžky

**S** – rašeliníky

**M** – makrolišejníky s trojrozměrnou stélkou zahrnující v tomto případě druhy s lupenitou stélkou a zástupci rodu *Cladonia* s dimorfní stélkou rozlišenou na bazální a vzpřímenou stélku

**C** – lišejníky se stélkou obtížně oddělitelnou od substrátu zahrnující v tomto případě druhy s korovitou nebo lepariovitou stélkou a druhy se stélkou tvořenou drobnými šupinami

Dělení mechorostů a lišejníků podle substrátových preferencí:

**X** – druhy epixylické, úzce specializované na tlející dřevo

**E** – druhy epifytické rostoucí na kůře živých stromů

**O** – druhy oportunistické bez výraznější preference k substrátu

**T** – druhy terestrické vázané na humus nebo minerální půdu

**L** – druhy epilitické rostoucí na kamenech a skalách

Nejprve byla vytvořena tabulka zahrnující názvy taxonů se symboly odpovídajícími morfologickým a ekologickým kategoriím, frekvencemi, relativními četnostmi výskytu druhů na jednotlivých lokalitách a celkovou frekvencí výskytu druhů a standardními odchylkami, která je uvedena v Příloze 2.

Poté bylo porovnáno vzájemné zastoupení druhů mezi morfologickými a ekologickými kategoriemi. Byla testována nulová hypotéza, že mezi morfologickými a ekologickými kategoriemi neexistuje žádný vztah. Vzájemná nezávislost kategorií byla testována testem nezávislosti v kontingenční tabulce ( $\chi^2$ ).

Byla porovnávána frekvence výskytu druhů v rámci morfologických a ekologických kategorií mezi jednotlivými stádii rozkladu podle stanovišť. K vlastní analýze bylo použito stejných metod jako při porovnávání změn diverzity v průběhu rozkladu, popsané v kapitole 2.3. Na snímcích z Poledníku byla porovnávána rovněž pokryvnost druhů.

Dále byly analyzovány pokryvnosti jednotlivých morfologických kategorií zaznamenané v obdélníkové mřížce na lokalitě Poledník (plocha 4 a 5). Charakteristiky zaznamenané v dílčích ploškách (kůra, odchlípení kůry, měkkost dřeva, trhliny, humus) byly podle těchto charakteristik převedeny na zjednodušující semikvantitativní stupnici rozkladu v důsledku jejich silné vzájemné korelace. Stádium rozkladu bylo překlasifikováno podle vlastní modifikované stupnice rozkladu: 1. kůra 100%, přiléhá, 2. kůra > 50%, 3. kůra < 50%, 4. kůra chybí, dřevo tvrdé, 5. dřevo měknoucí, měkkost < 2 cm, trhliny < 50%, 6. měkkost > 2 cm, trhliny > 50%, 7. pouze jádrové dřevo.

Byla porovnávána pokryvnost jednotlivých morfologických kategorií v rámci stádií rozkladu a testován rozdíl v pokryvnostech těchto kategorií v závislosti na poloze na kmeni (bok a vrch kmene). Jednotlivé pokryvnosti druhů v dílčích ploškách byly sečteny podle příslušnosti k morfologické kategorii.

Byla stanovena nulová hypotéza, že pokryvnost a zastoupení morfologických a ekologických kategorií se na bocích i vrcholech kmenů neliší v rámci stádií rozkladu. Kategoriálními proměnnými byly Kmen (pořadové číslo kmene), Bok (kategoriální proměnná nabývající dvou hodnot, 0 a 1) a Rozklad (semikvantitativní stupnice 2-7, viz kapitola 2.1.4 Sledování průběhu sukcese na lokalitě Poledník), přičemž Bok a Rozklad byly zadány jako faktory s pevným efektem, faktor kmen byl zadán jako náhodný faktor.

Tuto závislost se vzhledem k asymetrickému rozdělení hustoty pokryvností i přes provedenou arcsinovou transformaci dat ( $p' = \arcsin \sqrt{p}$ ) a relativně velký počet plošek (n=490) nepodařilo spolehlivě otestovat prostřednictvím vícefaktorové parametrické analýzy variance (ANOVA) předpokládající normální rozdělení dat a homogenitu rozptylů, což může být dáno dosti malými snímkovými ploškami (10 x 10 cm), kde je zastoupení jednotlivých ekologických a morfologických forem často nulové a vzniká tak soubor dat se značně pozitivně šikmým rozdělením.

Sloučením snímků do větších bloků by se však ztrácela detailnější informace o gradientu rozkladu v rámci kmene, kde se různé, i blízko položené plošky často nacházejí v různě pokročilém stádiu rozkladu. Pokusy tohoto druhu s kategoriálními proměnnými jsou tak odkázány na neparametrické testy, které jsou, bohužel, ve své vícefaktorové podobě v běžných statistických softwarech nedostupné, nebo regresní modely pro více kategoriálních proměnných, jež se v současnosti rozvíjejí (Pecáková 2007).

Pro účely této studie byly plošky dále otestovány pouze jednocestnou neparametrickou Kruskal-Wallisovou analýzou variance a mnohonásobným porovnáním pořadí průměrů zvlášť na boku a vrchu kmene.

## 2.4 GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ

Mapky studovaných lokalit byly vytvořeny v programu ArcMap, verze ArcInfo 9.3. Jako podkladové mapy byly použity vrstvy mapování biotopů AOPK ČR a základní mapa České republiky z Portálu státní správy (geoportal.cenia.cz). Tabulky v textu byly formátovány v aplikaci Microsoft Office Excel. Grafy byly konstruovány v programu CanoDraw for Windows 4.5 a Statistica 8.

## 3. MRTVÉ DŘEVO – LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VZNIK A MNOŽSTVÍ MRTVÉHO DŘEVA

Mrtvé dřevo je výsledkem přirozených procesů probíhajících v lesních ekosystémech. Objem a forma mrtvého dřeva závisí na sukcesním stáří, prostorovém a časovém výskytu přirozených disturbancí, produktivitě lesa a jeho historii a na lidských zásazích (Harmon et al. 1986).

U vyšších sukcesních stádií je příčinou mortality zejména odumírání přestárých stromů, u nižších sukcesních stádií převažuje obvykle mortalita způsobená samozreďováním porostů v důsledku konkurence. Kromě těchto procesů působí na mortalitu stromů různé abiotické (vítr, sníh, zásah blesku, svahové sesuvy apod.) a biotické (zejména dřevokazné houby a hmyzí škůdci) činitelé a jejich kombinace, jež často vykazují výrazné prostorové a časové patterns (Harmon et al. 1986), např. agregovaný výskyt hmyzích škůdců v určitých časových periodách.

Lokální stanovištní podmínky mají přitom rozhodující vliv na míru mortality stromů a formu mrtvého dřeva v důsledku působení těchto abiotických a biotických činitelů (Harmon et al. 1986). Na lokalitách silně ovlivňovaných větrem převládá ležící dřevo v podobě vývrátů nebo zlomů, v případě působení hmyzích škůdců jsou mnohem častější formou stojící souše, které se od vývrátů či polomů liší tím, že v době pádu na zem již často chybí kůra a větve. Odlišný průběh má i odumírání stromů a následný rozklad dřeva způsobený různými houbovými patogeny (viz podkapitola 3.2 Rozklad dřeva).

Objem a forma mrtvého dřeva se významně liší u různých typů lesa, kde velikost rozkládaného materiálu, kvalita substrátu a klimatické podmínky určují rychlost rozkladu a tím i akumulaci odumřelé hmoty. Značné rozdíly v objemu a zastoupení jednotlivých forem mrtvého dřeva byly nalezeny mezi původními a přírodními lesy a lesy hospodářskými (např. Crites & Dale 1998, Kirby et al. 1998, Hale et al. 1999, Rouvinen et al. 2002, Liira & Sepp 2009), přičemž v původních lesích se vyskytuje významně vyšší podíl mrtvého dřeva z hlediska jeho objemu, ale i vyšší diverzity forem mrtvého dřeva, počtu velkých ležících kmenů a zastoupení všech stádií rozkladu.

V současnosti je objem mrtvého dřeva považován za významný indikátor udržitelnosti a ochrany biodiverzity v hospodářských lesích. Hahn & Christensen (2004) stanovili na základě výsledků řady studií průměrný objem mrtvého dřeva v evropských lesních rezervacích na  $59 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  v případě severských boreálních jehličnatých lesů a  $84 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  v případě středoevropských smíšených opadavých lesů. V evropských bukových rezervacích se průměrný objem dřeva pohybuje okolo  $130 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  a bývá vyšší v horských rezervacích (Christensen et al. 2005). Objem mrtvého dřeva v evropských hospodářských lesích se pohybuje mezi  $2\text{--}20 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  (Hahn & Christensen 2004). Průměrný objem nezpracovaného dřeva v lesích České republiky



celkem činil v roce 1991  $16,87 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$  (Kraus 1999). Všechny výše uvedené hodnoty se vztahují k objemu hrubé dřevní hmoty.

### 3.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ROZKLAD DŘEVA

Proces rozkladu dřeva závisí na několika vzájemně na sebe působících faktorech, jakými jsou teplota, vlhkost, obsah kyslíku a oxidu uhličitého, kvalitativní vlastnosti a objem rozkládaného substrátu a činnost organismů rozkládajících dřevní hmotu (Harmon et al. 1986).

Teplota a vlhkost jsou limitujícími faktory pro dřevorozkladné organizmy. Většina dřevních hub je schopna růst pouze v úzkém teplotním rozpětí s optimem mezi  $25^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$  (Käärik 1974), resp.  $20$ - $25^{\circ}\text{C}$  (Jankovský 1999) a tolerance k teplotě tak ovlivňuje jejich výskyt a pozici na mrtvém dřevě. Vlhkostní nároky se liší mezi různými skupinami dřevorozkladných organismů. Zatímco bazidiomycety snášejí vlhkost v rozpětí 30-160% (hmotnosti sušiny), bakterie, askomycety a deuteromycety tolerují i vyšší vlhkost (Käärik 1974). Voda je ve dřevě obsažena jednak v mezibuněčných prostorech, jednak v buněčných stěnách. Obsah vody v čerstvém dřevě se pohybuje mezi 30 až 250% hmotnosti sušiny (Peck 1959).

Obsah  $\text{O}_2$  a  $\text{CO}_2$  ve dřevě je ovlivňován respirací dřevorozkladných organismů v závislosti na teplotě a vlhkosti. S rostoucí teplotou vlivem stoupající respirace klesá koncentrace  $\text{O}_2$  a roste koncentrace  $\text{CO}_2$  (Paim & Becker 1963). S rostoucí vlhkostí je voda nasávána nejprve buněčnými stěnami a poté do mezibuněčných prostor. Při vlhkosti 30%, kdy jsou nasyceny buněčné stěny, zatímco mezibuněčné prostory jsou prázdné, dochází k nasycení dřevních vláken (Peck 1959). Nad touto mezní hodnotou se s rostoucí vlhkostí zrychluje respirace, opět klesá koncentrace  $\text{O}_2$  a roste koncentrace  $\text{CO}_2$  (Griffin 1977).

Rychlost rozkladu plynoucí z odolnosti substrátu vůči rozkladu, je kromě výše zmíněných faktorů ovlivňována rovněž kvalitativními vlastnostmi rozkládaného dřeva: jeho chemismem, strukturou a anatomickou stavbou (Harmon et al. 1986).

Základními chemickými složkami dřeva je celulóza, hemicelulózy a lignin. Hlavní stavební složkou buněčných stěn je celulóza. Hemicelulózy se mohou vyskytovat v buněčných stěnách, jako pojivo mezi celulózami a ligninem nebo jako rezervní látky v metabolismu. Lignin je v buněčné stěně vázán na celulózu. Je to amorfni látka s vysoce komplexní strukturou, která způsobuje jeho obtížný rozklad, a

množství ligninu ve dřevě je nepřímo úměrné rychlosti rozkladu (Harmon et al. 1986). Z řady dalších látek obsažených ve dřevě (bílkoviny, aminokyseliny, tuky, pryskyřice, třísloviny, taniny a další) mají na rychlost rozkladu vliv zejména sacharidy a organické sloučeniny dusíku, jež jsou důležitou složkou výživy dřevorozkladných hub.

Dřevo je heterogenní substrát a lze jej rozdělit na 4 základní části: borka, lýko, běl a jádro. Lýko a běl obsahují rozpustnější uhlovodíky a vyšší vlhkost nežli borka a jádro a rozkládají se proto rychleji. Borka mizí obvykle po fragmentaci a sloupenutí ze svrchní části kmene a boků. Pokud dochází k opadu kůry rychle, může být další průběh rozkladu zpomalen, protože obnažený povrch běli rychle vyschne, zatáhne se a ztvrdne (Maser & Trappe 1984).

S rostoucí velikostí kmene se zvětšuje i objem obtížně rozložitelného jádra a doba rozkladu se prodlužuje. Rychlost rozkladu je vyšší u listnatých dřevin než u jehličnatých (Harmon et al. 1986). Doba rozkladu kmenů a větví nad 20 cm středního průměru je uváděna 20-30 let u buku, 30-120 let u smrku v závislosti na charakteru stanoviště (Jankovský et al. 2006).

Pravděpodobně nejdůležitějším faktorem přímo ovlivňujícím rychlost a typ rozkladu je složení dekompozitorů, jež je závislé na výše zmíněných faktorech. Hlavními dekompozitory jsou houby, bakterie a xylofágní hmyz.

### 3.3 ROZKLAD DŘEVA A JEHO TYPY

Během rozkladu dochází ve dřevě k výrazným změnám jeho fyzikálních a chemických vlastností. Dřevo zmenšuje objem a mění tvar. Vlivem fyzikálních a biologických procesů se tvoří praskliny a trhliny a mění se textura dřeva (Maser & Trappe 1984, Harmon et al. 1986). Rozdíly v teplotě rozkládajícího se dřeva jsou v jednotlivých stádiích rozkladu minimální, liší se však reakce jednotlivých stádií rozkladu na teplotu vzduchu a půdy (Maser & Trappe 1984). Stoupá schopnost retence vody (Harmon et al. 1986) a klesá specifická hustota dřeva (Adams & Ovens 2001). Mění se také obsah živin a pH (Harmon et al. 1986, Maser & Trappe 1984).

Organické látky ve dřevě jsou během rozkladu humifikovány až mineralizovány prostřednictvím metabolismu dekompozitorů. K tomu dochází při procesu respirace, kdy je uhlík vázaný ve dřevě mikroorganismy transformován na oxid uhličitý, a při procesu biologické transformace, kdy je houbami rozkládána

celulóza a lignin a přeměňována na jednodušší látky. Dalšími procesy podílejícími se na rozkladu dřeva je fragmentace v důsledku pádu dřeva, mrazového zvětrávání nebo v důsledku činnosti organismů kolonizujících substrát, dále vyplavování rozpustných látek z povrchu dřeva působením vody a také zvětrávání pomocí látek v atmosféře, které reagují s povrchem dřeva (např. Maser & Trappe 1984, Harmon et al. 1986, Svoboda & Pouska 2008).

Mezi dekompozitory schopné degradovat složky buněčných stěn patří bakterie a houby způsobující hnědou, bílou a tzv. měkkou hnilobu (Schmidt 2006).

Bakterie rozkládají buněčné stěny mnohem pomaleji, nežli houby (Käärik 1974) a uplatňují se zejména ve vlhkém prostředí. Společně s aktinomycetami jsou hlavními dekompozitory dřeva ponořeného ve vodě, kde jsou jiné houby, zejména bazidiomycety, limitovány vysokou vlhkostí a nedostatkem kyslíku. K rozkladu dochází velmi pomalu a převážně na povrchu substrátu (Aumen et al. 1983, Harmon et al. 1986).

Tzv. měkká hniloba je specifický typ rozkladu působený askomycety a deuteromycety, jež vytvářejí typické řetězce rombických dutin a od bazidiomycetů bílého a hnědého tlení se liší tím, že rostou zejména uvnitř buněčných stěn. Dřevo je kolonizováno přes dřevňové paprsky. Během rozkladu se dutiny postupně šíří směrem dovnitř substrátem a zvětšují se. V počátečních fázích rozkladu není hniloba pouhým okem pozorovatelná, protože silně lignifikované střední lamely primárních stěn dlouho odolávají rozkladu. Měkká hniloba se uplatňuje v extrémních podmínkách nevhodných pro bazidiomycety, zejména u dřeva trvale nasyceného vlhkostí, ale neponořeného, nebo u dřeva v trvalém kontaktu se zemí (Harmon et al. 1986, Schmidt 2006).

Houby lze podle poměru huminových kyselin a fulvokyselin v hydrolyzátu rozdělit na houby hnědého tlení, odpovídající dřívě rozlišovaným houbám celulózožravým a houby bílého tlení, odpovídající houbám lignivožravým (Jankovský 1999).

Původci hnědé hniloby jsou bazidiomycety, rozkládající celulózu a hemicelulózy buněčných stěn, zatímco lignin zůstává zpravidla v nezměněné podobě, což způsobuje hnědé zbarvení dřeva. Dřevo bývá kolonizováno skrz dřevňové paprsky a hniloba se šíří podélně. V průběhu rozkladu se dřevo kostkovitě rozpadá a v pokročilém stádiu rozkladu jej lze v prstech rozmělnit na jemný prášek (Schmidt 2006).

Bílou hnilobu způsobují obvykle bazidiomycety, v menší míře i askomycety. Během rozkladu dochází jak k degradaci celulózy a hemicelulóz, tak ligninu. V pokročilém stádiu rozkladu získává dřevo vláknitou strukturu.

Jankovský (1999) popsal na základě studia dekompozičních procesů u jehličnanů, zejména smrků, několik dekompozičních typů podle hlavního houbového dekompozitora a charakteru jeho působení: „*Armillaria*“, „*Heterobasidion*“, „*Stereum*“, „*Phellinus*“, „*Fomitopsis*“, „*Gloeophyllum*“ a „*abiont*“. Jednotlivé typy mají významný vliv na kolonizaci tlejícího substrátu dalšími organismy, včetně mechorostů a lišejníků.

„*Armillaria*“ je dekompoziční typ charakteristický primární infekcí kořenového systému, zatímco kmen zůstává zdravý. Je typický pro střední polohy, v polohách vyšších pro přestárlé smrky. Hniloba nevystupuje výše jak do pařezové části a kmeny se tudíž vylamují v bazální části kmene. Vyvrácené kmeny jsou záhy infikovány saprotrofními druhy, vesměs zahrnující houby bílého tlení. Houby získávají díky infekci živého kmene kompetiční výhodu před dalšími druhy. Tento typ rozkladu může být za předpokladu příznivých vlhkostních poměrů příznivý pro rozvoj hniloby na tlejících kmenech.

„*Heterobasidion*“ je dekompoziční typ charakteristický současnou infekcí kořenového systému a kmene jedním druhem, typicky kořenovníkem vrstevnatým *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref., jež proniká kořenovým systémem do střední části kmene až do výšky 8-12 m. Hniloba narušuje stabilitu kmene, který se láme ve výšce 2-4 m. Po pádu je postupně houbou kolonizován zbytek kmene. Při dekompozici se uplatňují především houby bílého tlení. Povrch padlých kmenů je v pokročilých fázích rozkladu kolonizován mechorosty, které spolu s příznivými podmínkami produktů hniloby poskytují vhodné podmínky pro nálet semenáčků dřevin. Schmidt (2006) tento typ bílé hniloby nazývá sukcesní.

„*Stereum*“ je dekompoziční typ charakteristický hnilobou živého kmene, působenou sekundárně parazitickými dřevokaznými houbami bílého tlení v důsledku mechanického narušení kmene. Hniloba proniká od místa poranění oběma směry, prakticky v celém průřezu kmene, při čemž kořenový systém nebývá významně narušen. Strom se láme v místě nejvíce rozvinuté infekce. Kmen je postupně kolonizován i dalšími druhy.

„*Phellinus*“ se od typu „*Stereum*“ liší tím, že k infekci dochází převážně přirozeným způsobem skrze pahýly odlomených větví, hniloba proniká jádrem či

vyzrálým dřevem v celém jeho průřezu po celé délce kmene. Výrazným rysem je dlouhodobá infekce kmene dřevní houbou a relativně malé statické narušení kmenů, jež se prakticky nelámou. Na povrchu kmenů probíhají v pokročilejších fázích humifikační procesy, které jsou provázeny kolonizací mechorosty a nálety semenáčků.

„Fomitopsis“ je charakteristický masovou infekcí právě odumřelého nebo odumírajícího kmene hnědou hnilobou troudnatce pásovaného *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. V tomto případě není dřevokazná houba primárním startujícím nebo mortalitním faktorem, přestože kolonizace probíhá velmi rychle. K infekci dochází v místech mechanického poranění (např. závrtý lýkožrouta smrkového). Kmeny se lámou ve výšce 1–4 m a narůstají na nich vytrvalé plodnice. Dřevo se hranolovitě rozpadá hnědou hnilobou. Tento typ dekompozice naprosto převažuje v porostech postižených lýkožroutem smrkovým, které byly ponechány samovolnému vývoji. V případě imisních holin nedochází k mechanickému poškození kmene, možnost houbové infekce je značně omezena a kmeny zůstávají nenarušeny po mnoho let. Povrch kmenů není vzhledem k fyzikálním a chemickým vlastnostem hnědé hniloby masově kolonizován mechorosty a zůstává holý. Ve fázi silné degradace porůstá travinami, borůvkou, spíše výjimečně i semenáčky dřevin.

„Gloeophyllum“ je typ častý na smýcených a odkorněných kmenech ponechaných na místě, případně na dlouho stojících, „mumifikovaných“ souších v extrémních podmínkách, nejčastěji na imisních holinách. Kmeny jsou pozvolna infikovány a po celé délce kmene rozkládány hnědým tlením trámovek. Povrch kmene zůstává zdánlivě nedotčen a jeho skelet odolává dlouho rozkladu. Tento typ hniloby je někdy rovněž označován jako „suchá hniloba“. Z hlediska doby rozkladu a humifikace kmenů jde o velmi pozvolný proces, zvláště pomalu se rozkládá povrch kmene. S ohledem na vlhkostní poměry i vyšší aciditu hnědého tlení nebyla pozorována na povrchu kmenů přirozená obnova, rovněž nárůsty mechů jsou omezeny na jednotlivé stélky.

„Abiont“ je typ dekompozice uplatňující se tehdy, když došlo k pádu zdravého kmene v důsledku abiotického faktoru. Kolonizace a sukcese dřevní hmoty kmene pak silně závisí na místních podmínkách.

U listnatých dřevin zcela převažuje rozklad houbami bílého tlení. Druhové spektrum dřevních hub je mnohem vyšší než u našich jehličnanů (např. u smrku se na primární infekci podílí zhruba 2 – 5 druhů, u buku to může být i 30 druhů). Z důvodu

vyšší druhové diverzity hostitelů i dekompozitorů se zatím nezdařila podobná typizace jako u jehličnanů a jako vhodnější se prozatím jeví typizace pomocí vztahu houby a hostitele, tedy napadení a následný rozklad houbami kořenového systému, obligátně parazitickými, fakultativně parazitickými a saprofytickými dřevokaznými houbami (Jankovský 1999).

### 3.4 EKOLOGICKÝ VÝZNAM TLEJÍCÍHO DŘEVA V LESNÍCH EKOSYSTÉMECH

Tlející dřevo je podstatnou součástí lesních ekosystémů a zvyšuje produktivitu lesa tím, že významně přispívá k akumulaci organické hmoty v půdě, je biotopem dřevních dekompozitorů a řady dalších druhů, během období sucha pomáhá zadržovat vlhkost důležitou pro ektomykorrhizní vztahy mezi kořeny dřevin a jejich symbionty, nabízí stanoviště bakteriím fixujícím dusík, napomáhá k přirozené obnově lesa jako substrát pro semenáčky a zlepšuje stav půdy (Harmon et al. 1986, Stevens 1997).

Nezanedbatelnou funkcí mrtvého dřeva je jeho vliv na geomorfologické procesy v půdě a ve vodních tocích. Napomáhá udržovat stabilitu svahů a zabraňuje půdní erozi. Podstatnou roli hraje v koloběhu energie, uhlíku a živin v lesních ekosystémech (Harmon et al. 1986, Stevens 1997).

Mrtvé dřevo je důležitým faktorem biodiverzity lesních ekosystémů. Mnoho druhů je alespoň po určitou část svého životního cyklu závislé na odumírajícím nebo mrtvém dřevě a vlivem jeho nedostatku se mnoho druhů stalo ohroženými. Mrtvé dřevo nabízí širokou škálu mikrostanovišť pro mnoho taxonomických skupin rostlin a živočichů. Je zdrojem potravy dřevních dekompozitorů, na něž se váže řada dalších organismů, jež jsou články velmi komplexního dekompozičního potravního řetězce (Harmon et al. 1986).

Riziko vyhynutí druhu je určováno jeho demografickými charakteristikami a změnami v rozšíření a kvalitě jeho stanovišť. Ve větším měřítku lze na populační ekologii druhů vázaných na mrtvé dřevo aplikovat metapopulační model popsany Hanskim (1999), zohledňující konektivitu stanovišť. Ploška má vysokou konektivitu tehdy, je-li obklopena mnoha dalšími ploškami, pokud je vzdálenost plošek dostatečně malá a pokud hostí populaci daného druhu.

V malém měřítku, jaké reprezentují jednotlivé mrtvé kmeny, však druhy i jejich stanoviště prochází dynamickými změnami, což tento model nezohledňuje (Caruso et al. 2010, Jonsson et al. 2005). Mrtvé dřevo je dočasný a proměnlivý substrát a společenstva na něj vázaná podléhají sukcesním změnám. Zejména pro druhy úzce specializované na tento typ substrátu to znamená, že musí lokální extinkce na jednotlivých kmenech efektivně kompenzovat kolonizací nových mrtvých kmenů, jejichž výskyt je nepředvídatelný. To vyžaduje také kontinuální přítomnost vhodného substrátu v čase, tedy výskyt dostatečného množství mrtvého dřeva v různých stádiích rozkladu. Znevýhodněny jsou zejména druhy s malou schopností šíření, jež se staly ohroženými v důsledku fragmentace lesních stanovišť a odklizení mrtvého dřeva v lesích v souvislosti s lesním hospodářstvím.

### 3.5 MRTVÉ KMENY JAKO STANOVIŠTĚ PRO MECHOROSTY A LIŠEJNÍKY

#### 3.5.1 DIVERZITA A SUKCESE MECHOROSTŮ A LIŠEJNÍKŮ V PRŮBĚHU ROZKLADU DŘEVA

Mrtvé dřevo je nezbytným substrátem pro řadu lesních i nelesních druhů mechorostů a lišejníků. Na tomto typu substrátu rostou jak úzce specializované, obligátně epixylické druhy, tak také fakultativně druhy epifytické, terestrické a epilické.

Dřevo jako dočasný substrát podléhá rozkladu, během něhož se mění jeho fyzikální a chemické vlastnosti. Změny v textuře, hustotě, měkkosti, pH, retenční kapacitě a další, se během rozkladu odrážejí také v sukcesních změnách složení společenstev mechorostů a lišejníků, jež studovali např. McAlister (1997), Ódor & Standovár (2001), Ódor & van Dort (2002), Snook (2002), Mills & Macdonald (2004), Heilmann-Clausen et al. (2005), Jansová & Soldán (2006), Ódor et al. (2006), Kushnevskaia et al. (2007), Madžule & Brūmelis (2008). Průběh sukcese je však také značně ovlivněn druhovým složením terestrických a epifytických mechorostů lišících se podle typu lesa v závislosti na edafických a klimatických podmínkách (Hong et al. 1999, Kushevskaia et al. 2007).

V počátečních fázích sukcese obecně dominují epifytické druhy, jež jinak žijí na živých stromech. Řada epifytů se na kmenech mohla vyskytovat ještě před odumřením a pádem stromu. Jejich další přežívání na padlém kmenech je poté určováno jejich schopností růst v horizontální poloze, vyrovnat se se změnou světelných a

vlhkostních podmínek a dalšími změnami prostředí. Pro některé z těchto druhů změny mikroklimatu vedou k odumření, zatímco u některých druhů může být dočasně podpořen jejich rychlejší růst (Harmon et al. 1986). Přítomnost kůry je však pro výskyt většiny epifytů limitujícím faktorem a s jejím opadem mizí (Rambo & Muir 1998, Ódor & van Dort 2002, Jansová & Soldán 2006, Kushevskaya et al. 2007, Madžule & Brümelis 2008).

Po opadu kůry a s ní i vymizení epifytických společenstev se obnažuje tvrdé a dosud nerozložené dřevo a dochází k výměně společenstev. Mills & Macdonald (2004) zjistily v této fázi nejnižší diverzitu mechorostů. Mnoho odkorněných kmenů může mít relativně hladký povrch po mnoho let, dokud se nezačne dobře rozkládat, a propagule epixylických druhů se tak mohou snadno vymývat z povrchu (McAlister 1997). Tato fáze je naopak vhodná pro kolonizaci lišejníky (Bunnell et al. 2008). Epixylické druhy se obvykle začínají objevovat nejprve na bočních stranách hniјících kmenů, kde kůra opadává nejdříve a nemůže se zde zachycovat humus (Jansová & Soldán 2006). Kmeny bývají v této fázi často ještě podpírány zbylými větvemi a nejsou plně v kontaktu se zemí. To umožňuje vysoušení a cirkulaci vzduchu (Söderström 1988a) a omezuje uchycení druhů preferujících vlhké mikroklima, jakými jsou typicky epixylické játrovky (Rambo & Muir 1998).

S postupujícím rozkladem a sukcesí roste i počet druhů (Crites & Dale 1998, Rambo & Muir 1998, Mills & Macdonald 2004, Heilmann-Clausen et al. 2005). Během kolonizace však vzrůstá i vnitrodruhová a mezidruhová konkurence, která omezuje zejména růst lišejníků. Jejich diverzita a pokryvnost se zvyšuje pouze do fáze, kdy dřevo začíná měknout, ztrácí tvar a je kolonizováno kompetičně zdatnějšími mechorosty (Bunnell et al. 2008). Střední stádia rozkladu nabízejí optimum pro růst epixylických mechorostů. Struktura dřeva se stává měkčí a houbovitá a zvyšuje se retenční kapacita dřeva. Na bocích kmenů, kde je dřevo nejvíce exponované, se nejčastěji vyskytují epixylické játrovky, zatímco vrchní části kmenů jsou porůstány pleurokarpními mechy (Rambo & Muir 1998). Crites & Dale (1998) a Mills & Macdonald (2004) udávají největší diverzitu epixylických játrovek ve stádiu rozkladu, kdy již chybí větší kusy dřeva a tvar kmene je mírně deformovaný.

V pozdních stádiích rozkladu přestává být dřevo rozeznatelné od okolního substrátu a pokrývá se obvykle kompetičně silnými terestrickými druhy vázanými na



humus (Söderström 1988b, Crites & Dale 1998, Rambo & Muir 1998, Jansová & Soldán 2006, Kushnevskaia et al. 2007, Madžule & Brümelis 2008).

### 3.5.2 DALŠÍ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ DIVERZITU A SUKCESI MECHOROSTŮ A LIŠEJNÍKŮ NA MRTVÉM DŘEVĚ

Řada prací byla věnována studiu rozdílů v diverzitě mechorostů a lišejníků mezi přirozenými lesy a lesy s různou intenzitou obhospodařování (např. Rambo & Muir 1998, Heilmann-Clausen 2005, Botting & Fredeen 2006, Bunnell et al. 2008, Márialigeti et al. 2009, Meier et Paal 2009).

Přirozené a přírodě blízké lesy mají vyšší druhovou a strukturní diverzitu porostů a také vyšší diverzitu substrátů včetně mrtvého dřeva různých forem a stádií rozkladu a také velikosti. Tyto faktory mají pozitivní vliv na celkovou diverzitu mechorostů, zejména specializovaných epifytických a epixylických druhů, mezi něž patří řada ohrožených druhů (Márialigeti et al. 2009).

Mnoho autorů (např. Söderström 1988b, Rambo & Muir 1998, Snook 2002, Ódor & Standovár 2001, Botting & Fredeen 2006) uvádí jako dobrý indikátor přirozeného vývoje lesa epixylické játrovky, jejichž výskyt je vázán na vlhké mikroklima a na kontinuální přítomnost velkých kmenů ve středním nebo pozdním stádiu rozkladu. Obhospodařované lesy jsou více vystavovány suchu a epixylické játrovky bývají nahrazovány lišejníky rodu *Cladonia* (Söderström 1988b, Botting & Fredeen 2006, Meier & Paal 2009).

Druhová diverzita dřevin může zvyšovat diverzitu mechorostů a lišejníků zejména v souvislosti s epifytickými společenstvy v počátečních stádiích rozkladu, jejichž skladba je značně ovlivňována chemickými a fyzikálními vlastnostmi kůry. Rozdíly v druhové skladbě a diverzitě mechorostů a lišejníků však byly nalezeny i v pozdějších stádiích rozkladu, kdy již kůra chybí. Největší rozdíl byl přítom pozorován mezi dřevem jehličnatých a listnatých dřevin (McAlister 1997, Jansová & Soldán 2006, Márialigeti et al. 2009). Vzájemné rozdíly mezi jednotlivými druhy listnatých dřevin mohou být méně patrné a mohou být zastírány dalšími faktory, jako je propad srážek a kvalita opadanky (Heilmann-Clausen et al. 2005).

Druhová diverzita mechorostů a lišejníků roste také s velikostí tlejících kmenů (Mills & Macdonald 2004, Heilmann-Clausen et al. 2005, Ódor et al. 2006, Márialigeti et al. 2009). Velké kmeny jsou přítomny hlavně v přirozených lesích a

lesích málo obhospodařovaných. Vliv velikosti kmene může mít různé důvody. Větší kmeny nabízejí více prostoru a času pro kolonizaci, vzhledem ke svému pomalejšímu rozkladu. Větší plocha může také zvyšovat diverzitu mikrostanovišť, vhodných pro kolonizaci druhy s různými nároky. Naproti tomu malé kmeny se rozkládají rychleji a mohou být snadno kolonizovány rychle rostoucími terestrickými mechrosty, což znemožňuje kolonizaci kompetičně slabším, epixylickým druhům (Ódor et al. 2006).

### 3.6 PROBLEMATIKA EPIFYTICKÝCH A EPIXYLICKÝCH SPOLEČENSTEV MECHOROSTŮ A LIŠEJNÍKŮ VE STUDOVANÉ OBLASTI

Vedle Krušných hor se řadí Jizerské hory k našim imisně nejzatíženějším pohořím, což se v minulosti projevilo rozsáhlým poškozením lesních porostů, zejména nestabilních smrkových monokultur a vznikem imisních holin ve vrcholových partiích pohoří. Počátek působení imisí na lesní porosty lze datovat do konce 50. let 20. století, kdy byly zprovozněny tepelné elektrárny v bývalé NDR (Vršovský 1997). Hlavními zdroji imisí byly německé elektrárny Hirschfelde, Hagenwerder, Boxberg a polská elektrárna Turów. Od té doby se výkon energetických zdrojů soustavně zvyšoval a byl doprovázen klesající kvalitou třetihorního uhlí z Žitavské pánve. Odhad produkce SO<sub>2</sub> pro rok 1957 činí 45 tisíc tun, zatímco na konci 80. let činily skutečné hodnoty již 500 tisíc tun ročně (Jirgale et al. 1983).

První následky imisního znečištění se začaly objevovat již na přelomu 50. a 60. let minulého století (Vacek et al. 1999). Došlo k rozsáhlým větrným polomům a hmyzím kalamitám vedoucím k masivní destrukci imisně oslabených porostů hlavně na vrcholových plošinách.

V roce 1992 byl ukončen provoz německých elektráren Hirschfelde a Hagenwerder, v průběhu 90. let začalo postupné snižování emisí a polská elektrárna Turów prošla v souvislosti se vstupem Polska do EU rekonstrukcí spojenou s odsířením (Minstrová 2010). Atmosférické depozice síranových a nitrátových aniontů však nadále vykazují vysoké hodnoty. Vážné nebezpečí představují také kolísavé koncentrace fluoru pocházející od stejných zdrojů jako SO<sub>2</sub> (Slodičák et al. 2005).

Epifytické lišejníky s keříčkovitou a lupenitou stélkou jsou velmi dobrými indikátory čistoty ovzduší, neboť díky svému exponovanému umístění na kmenech a

velkému povrchu zachytávají velké množství imisních látek, k jejichž vyšším koncentracím jsou zároveň velmi citlivé. V posledních desetiletích vymizelo v Jizerských horách 70 druhů epifytických lišejníků z dosud udávaných 133 druhů (Kocourková nepubl.). Epifytické mechorostry nebyly v Jizerských horách systematicky studovány, lze však předpokládat podobný ústup jako u lišejníků, neboť rovněž citlivě reagují na atmosférické depozice síry, dusíku a dalších látek (Chakraborty & Paratkar 2006, Zechmeister et al. 2007).

Bioindikace čistoty ovzduší pomocí epifytických lišejníků (Anděl 1999) na jizerskohorských lokalitách s přirozeným výskytem smrku vykázaly zřetelný gradient západ – východ. Západněji situované lokality se nacházely jen několik km vzdušnou čarou od dnes již odsířené polské elektrárny Turów. Na některých z těchto lokalit nebyly lišejníky s bioindikační hodnotou vůbec zaznamenány. Jediným běžným epifytickým druhem na většině lokalit byla *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. Nejčistší jizerskohorská lokalita (Jizerka) dosahovala hodnoty L indexu (vysvětlivky viz popiska Tabulky 1) 6,48, zatímco v nejčistších oblastech České republiky (např. Novohradské hory) dosahuje L index hodnot 50 a více (Anděl 1999). V Tabulce 1 uvádím výsledné hodnoty L indexu a průměrné vitality druhu *H. physodes* pro lokality, které jsou předmětem studia diplomové práce, nebo se nacházejí v její blízkosti.

Dalším významným negativním zásahem do lesních porostů Jizerských hor bylo lesní hospodaření v minulých stoletích, zejména po zavedení sklářské výroby a s ní spojených holosečí pro palivové dříví, uplatňovaných od konce 18. století. Původní jedlobukové porosty na náhorní plošině Jizerských hor s pestrá druhovou skladbou byly nahrazeny smrkovými monokulturami často nevhodných proveniencí. Výsledkem byly masívní větrné a hmyzí kalamity a degradace půd. Zachovány zůstaly pouze porosty na obtížně přístupných svazích, kde nebyl možný odvoz vytěženého dřeva (Tomandl 1972). Lze tedy předpokládat, že vzácné epifytické i epifytické druhy mizely z vrcholových partií v důsledku fragmentace populací a změn mikroklimatu už v průběhu provádění holosečí na přelomu 18. a 19. století.

Neméně závažným problémem v Jizerských horách je acidifikace a nutriční degradace půd způsobená přetrvávající imisní zátěží a změnou druhové skladby lesních porostů. Přestože od 90. let 20. stol. došlo ke snížení emisí, depozice kyselých složek imisního původu (síra, dusík) překračují kritickou hranici acidifikace lesních půd na cca 85 – 90% PLO 21 Jizerské hory (Slodičák et al. 2005). Rovněž u

terestrických druhů mechorostů a lišejníků byla zjištěna zvýšená citlivost na koncentrace síranových a nitrátových aniontů (např. Bharali & Bates 2002).

**Tabulka 1:** Hodnoty indexu L, průměrná vitalita druhu *Hypogymnia physodes* a hodnocení imisní zátěže podle indexu L (Anděl 1999): lokalita Ptačí kupy se vztahuje k NPR Jizerskohorské bučiny, lokality Černá hora a Sněžné věžičky k PR Černá hora, lokalita Jedlová k PR Jedlový důl, lokality Jizera – vrchol, Jizera – J svah a Jizera SV svah k PR Prales Jizera, lokality Na písčínách, Jizera – horní tok a Na Zelené stráni k NPR Rašeliniště Jizery, lokality Jizerka a Bukovec k PR Bukovec; index L je hodnotou vypočítanou podle kvantitativního zastoupení druhů s indikační hodnotou na lokalitě, jejich vitality a citlivosti k imisím;  $v_{HPH}$  je průměrná vitalita druhu *Hypogymnia physodes* na lokalitě (čím vyšší jsou hodnoty, tím mírnější a pomalejší je trend zhoršování ovzduší)

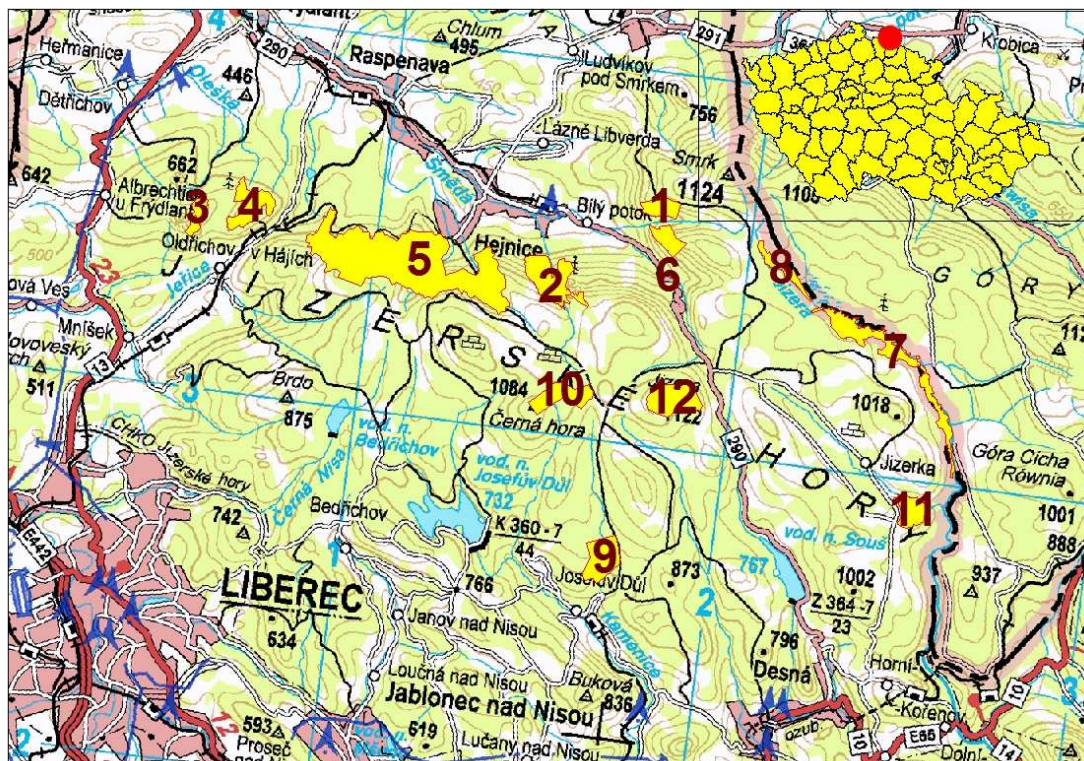
Lokalita	Index L	$v_{HPH}$	Hodnocení imisní zátěže
Ptačí kupy	0,42	0,57	velmi vysoká
Černá hora	2,96	0,77	vysoká
Sněžné věžičky	2,14	0,77	vysoká
Jedlová	4,22	0,80	vysoká
Jizera – vrchol	0,98	0,67	velmi vysoká
Jizera – j. svah	2,96	0,85	vysoká
Jizera – sv. svah	3,76	0,70	vysoká
Na Písčínách	3,96	0,72	vysoká

## 4. CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚZEMÍ

### 4.1 VYMEZENÍ STUDOVANÉHO ÚZEMÍ

Průzkum probíhal v šesti rezervacích v rámci CHKO Jizerské hory: NPR Jizerskohorské bučiny, PR Prales Jizera, PR Bukovec, NPR Rašeliniště Jizery, PR Černá hora a PR Jedlový důl (viz Mapka 1). Vzhledem k rozlehlosti NPR Jizerskohorské bučiny byla studovaná lokalita v této rezervaci omezena na segment Poledník, jenž je v současné době asi nejzachovalejší částí rezervace a byl zde zaveden bezzásahový režim. Základní charakteristiky zkoumaných maloplošných, zvláště chráněných území (Modrý & Sýkorová 2004) uvádím v Tabulce 2.

**Mapka 1:** Studované rezervace – NPR Jirskohorské bučiny (č. 1 - 6, segmenty: 1 – Tišina, 2 – Frýdlantské cimbuří, 3 – Špičák, 4 – Stržový vrch, 5 – Poledník a Štolpichy, 6 – Paličnick), NPR Rašeliňstě Jizery (č. 7 – 8), PR Jedlový důl (č. 9), PR Černá hora (č. 10), PR Bukovec (č. 11), PR Prales Jizera (č. 12)



**Tabulka 2:** Stručné shrnutí charakteristik studovaných lokalit

Název CHÚ	Rok vyhlášení	Rozloha (ha) 1. zóna + ochranné pásmo	Nadmořská výška (m)	Katastrální území	Charakter území
NPR Jizerskohorské bučiny	1960 (vyhlášení 7 dílčích rezervací) 1999 (sloučení rezervací)	950,9 + 1750,4	470 - 1006	Bílý Potok pod Smrkem, Frýdlant v Čechách, Hejnice, Lázně Libverda, Oldřichov v Hájích, Raspenava	Rozsáhlý komplex acidofilních, květnatých a horských klenových bučin s mozaikou společenstev suťového lesa a jeřábových smrčín na prudkých balvanitých svazích
PR Prales Jizera	1960	92,4	1000 - 1122	Hejnice	Dochovalé zbytky klimaxových smrčín kdysi rozsáhlejšího pralesovitého porostu poškozeného imisemi a kůrovcem s vrchovišti, skalními sruby a sutěmi
PR Bukovec	1960	56,9	850 - 1005	Jizerka, Polubný	Vulkanické těleso olivinitického nefelinitu s fragmenty klimaxových smrčín, horské suťové bučiny, květnaté bučiny a jilmové javořiny s přilehlými mokřadními loukami, botanicky nejbohatší lokalita v rámci CHKO Jizerské hory
NPR Rašeliniště Jizery	1960	189,1 + 120,5	860 - 890	Jizerka	Komplex podmáčených smrčín, klečových porostů, bezlesých vrchovišť a štěrkopískových náplavů kolem meandrujícího toku Jizery s unikátními společenstvy
PR Černá hora	1960	40,9 + 13,3	970 - 1084	Hejnice, Bedřichov	Zbytky horských klimaxových smrčín v různém stupni poškození včetně imisních holin s vrchovištěm Vánoční louka a skupinou skal Sněžné věžičky
PR Jedlový důl	1960	12,6 + 72,5	650 - 780	Albrechtice v Jizerských horách, Josefův Důl	Jedlobukové porosty s přírodě blízkou skladbou dřevin včetně významného zastoupení jedle bělokoré v ostře zaříznutém údolí říčky Jedlové

## 4.2 CHARAKTERISTIKA STUDOVANÝCH LOKALIT

### 4.2.1 NPR JIZERSKOHORSKÉ BUČINY – SEGMENT POLEDNÍK

NPR Jizerskéhorské bučiny se nachází na severních a západních svazích Jizerských hor. Území začíná na západních svazích vrchu Špičák, ležícím severozápadně od Oldřichova v Hájích a pokračuje směrem na východ k obcím Ferdinandov, Hejnice a Bílý potok pod Smrkem a končí vrchem Tišina severovýchodně od Bílého potoka pod Smrkem. Rezervace je tvořena sedmi, od

roku 1960 do roku 1999 samostatnými, dílčími rezervacemi. Směrem od západu k východu to jsou: Špičák, Stržový vrch, Poledník, Štolpichy, Frýdlantské cimbuří, Paličník a Tišina.

Segment Poledník je svou rozlohou cca 300 ha největší jizerskohorskou rezervací. Zahrnuje přestárlé květnaté až acidofilní bučiny a suťové lesy s hojným bukem a klenem, vtroušenou lípou velkolistou, jilmem horským, jedlí bělokorou, výše i se smrkem ztepilým a jeřábem ptačím na čtyřech skalních ekotopech (Srázy, Poledník, Svinské čelo nad Viničnou, svahy nad Malým Štolpichem) s mohutnými skalisky a jejich skupinami – skalní město na Srázech.

Geologické podloží je tvořeno výhradně krkonošsko-jizerským plutonem. Horninovým typem je porfyrická biotitická žula s poměrně chudým žilným doprovodem. Kromě častých aplitových a pegmatitových žil byly v úlomcích nalezeny žulové porfyry a lamrporfyry. Místy se vyskytují bazické pecky tvořené shluky biotitu (Chaloupský et al. 1989).

Studovaná oblast se nachází na nejprudších svazích v severní části pohoří. Na 863,7 m n. m. vysokém vrcholu Poledníku vznikla za periglaciálních podmínek četná suťová pole tvořená až několikametrovými balvanovými bloky.

Převažujícím půdním typem jsou lehké až střední kambizemě odpovídající stanovištím s dominancí buku. V oblastech pramenišť a v okolí vodních toků se vyskytují gleje a pseudogleje, lokálně v místech pramenišť rašelinného charakteru také organozemě.

Klimaticky náleží studovaná lokalita do oblasti horské, mírně chladné, průměrný roční úhrn srážek kolísá kolem 800 – 1700 mm, průměrná roční teplota NPR Jizerskohorské bučiny se pohybuje vzhledem ke strmému teplotnímu gradientu v rozpětí 7,5 – 4,0 °C, délka vegetační doby je 160 – 110 dní. Mikroklima je na Poledníku lokálně ovlivňováno existencí sutí. Vzduch proudící na dně sutí si v průběhu roku udržuje relativně stálou teplotu.

V balvanitých sutích na svazích Poledníku se nacházejí četná prameniště nerašelinného charakteru, často situovaná v několikametrových hloubkách na dně sutí. Směrem k vrcholu Poledníku se místy zmírňuje spád, ubývá sutí a řada drobných toků pramení v podmáčené smrčíně v doprovodu rašeliníků.

Severní svahy Jizerských hor byly, díky špatné dostupnosti strmého a značně členitého terénu ušetřeny intenzivních lesnických zásahů a na mnoha místech se zachovaly cenné lesní porosty s přírodě blízkou druhovou skladbou. Vzhledem

k vysokému zastoupení buku, který relativně dobře snáší imisní zátěž, se na území dosud dobře zachovaly fragmenty původních, přírodních a přirozených bukových a smíšených lesů.

Na vlhkých balvanitých svazích Poledníku v nadmořské výšce 500 – 600 m udává Sýkora (1971) a Hartmann ex Plocek (1982) výskyt květnatých bučin *Dentario enneaphylli* – *Fagetum* v subasociaci *impatientosum*, na prosvětlenějších stanovištích v subasociaci *dryopteridetosum* (Sýkora 1971) s vyšším podílem kapradin *Dryopteris dilatata*, *Phegopteris connectilis*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Athyrium filix-femina* a dále s druhy *Polygonatum verticillatum*, *Calamagrostis villosa*, *Senecio nemorensis* agg., *Luzula luzuloides* a *Vaccinium myrtillus*. V mechovém patře se častěji vyskytují pouze druhy *Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G. L. Sm. a *Mnium hornum* Hedw.

Na prosvětlenějších severozápadních svazích Poledníku udává Hartmann (ex Plocek 1982) smrkovou bučinu *Calamagrostio arundinaceae* – *Fagetum* s typickými druhy *Abies alba*, *Picea abies*, *Ulmus glabra*, *Acer pseudoplatanus*, *Calamagrostis arundinacea*, *Huperzia selago*, *Lonicera nigra*, *Solidago virgaurea* a acidofilními druhy *Luzula luzuloides*, *Deschampsia caespitosa*, *Vaccinium myrtillus* a eutrofními druhy *Galeobdolon montanum* a *Mercurialis perrenis*.

V rámci mapování biotopů AOPK ČR bylo na jedné z četných blokových akumulací v ohybech Viničné cesty zaznamenáno též společenstvo suťového lesa svazu *Tilio* – *Acerion*.

Východně od vrcholu Poledníku v nadmořské výšce 800 m se nachází balvanitá, edaficky podmíněná azonální podmáčená smrčina svazu *Piceion excelsae*, s typickými druhy *Vaccinium vitis – idaea*, *Lycopodium annotinum*, *Sorbus aucuparia* a *Dryopteris dilatata*, v mechovém patře s druhy *Sphagnum girgensohnii* Russow, *Dicranum scoparium* Hedw., *Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G. L. Sm., *Calypogeia integristipula* Steph., *Cephalozia bicuspidata* (L.) Dumort., *Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw., *Kiaeria starkei* (F. Weber & D. Mohr) I. Hagen a *Lepidozia reptans* (L.) Dumort.

Recentně bylo území z hlediska mechorostů studováno v rámci mé bakalářské práce (Zemanová 2009), v níž z Poledníku udávám 86 druhů mechorostů (70 mechů a 16 jätrovek). Největší diverzita byla zaznamenána na suťových stanovištích, zatímco okolní lesní stanoviště byla na mechorosty poměrně chudá. Ze zajímavých druhů lze zmínit epifytický mech rokytnatka útlá *Serpoleskea subtilis* (Hedw.)



Loeske řazený do kategorie druhů blízkých ohrožení. Epilitická společenstva zde byla studována v rámci diplomové práce Herbenem (1980). Lišejníky studovala Kocourková (2005 nepubl.) na vrcholových partiích a konstatovala téměř nulové zastoupení epifytických druhů.

#### 4.2.2 PR PRALES JIZERA

PR Prales Jizera se nachází ve vrcholové části hory Jizery ve východní části Hejnického hřebene, jež je se svou nadmořskou výškou 1122 m druhým nejvyšším vrcholem české části Jizerských hor. Předmětem ochrany jsou původní klimaxové horské smrčiny, jejichž rozloha byla v minulosti masívně zredukována kalamitami v 2. pol. 20. stol. v důsledku oslabení porostů imisní zátěží, vrchoviště, skalní útvary a sutě.

Geologické podloží je tvořeno porfyrickou biotitickou žulou různého zrnitostního složení (Chaloupský 1989). Během čtvrtohor byl další vývoj plutonu silně ovlivněn periglaciálním mrazovým zvětráváním. Na vrcholu Jizery vznikly tory, mrazové sruby, skalní hradby, pod nimiž svahovými pohyby vznikla suťová pole, jež jsou na Jizeře zvláště dobře vyvinuta (Král et al. 1986). Z půdních typů zde zastoupených převažuje podzol typický, lokálně se vyskytují organozemní gleje. V místech suťových akumulací se vytvořily rankery, v okolí skal litozemě.

Studovaná oblast spadá do klimatického okrsku CH6 se zřetelnými rysy hygričké, zčásti i termické oceanity, která se projevuje vyrovnaným chodem srážek a teplot. Pro vrcholovou část Jizery z dlouhodobých teplotních průměrů let 1901 -1950 extrapoloval Višňák (2000a) průměrnou roční teplotu 2,5 – 3°C, průměrné teploty měsíce ledna -5,5 - 6°C a měsíce července okolo 11,5°C. Roční úhrn srážek je odhadován na 1500 až 1700 mm (Višňák 2000a). Zesílené vzdušné proudění a dobrá ventilace všech prostor způsobuje plynulé odtékání ochlazujícího se vzduchu po všech úbočích a eliminuje tak radiační mrazy a mlhy, čímž odlišuje oblast od okolního území. Pozdní mrazy mají nižší frekvenci než níže položený reliéf a denní amplitudy teplot jsou poměrně úzké (Višňák 2000a).

Územím prochází hranice hlavního rozvodí Severního a Baltského moře. Na severním úbočí Jizery pramení toky Bílá a Hnědá Smědá, jež náleží k Baltskému moři, na jižním úbočí pramení Černá a Bílá Desná, jež náleží k Severnímu moři. Místa se vyskytují prameniště, rašelinná jezírka a pramenné tůňky.

V minulosti byly přirozené smrkové porosty silně poškozeny ničivou vichřicí v r. 1966, během 70. let probíhal rychlý úhyn smrku v důsledku imisní zátěže. Na jižních svazích vznikly těžbou rozsáhlé holiny, které se později podařilo zalesnit. V severní části rezervace včetně vrcholové plošiny nebyly porosty těženy, ale již od počátku 80. let se samovolně rozpadaly, aniž by docházelo k přirozené obnově. Umělá obnova byla zavedena v 2. pol. 90. let, přičemž vedle autochtonního smrku byla i na plochy přirozeného bezlesí vysazována nepůvodní kleč. V současnosti se tedy na území vyskytuje pouze torzo dřívějších klimaxových smrčín.

Nejběžnějším typem lesních společenstev v centrální části Jizerských hor jsou v současnosti horské třtinové smrčiny asociace *Calamagrostio villosae – Piceetum*, s dominantní *Calamagrostis villosa* v bylinném patře. Asociace se zde vyskytuje převážně ve variantě *typicum*, v prosvětlenějších částech porostů ve variantě *calamagrostium*. Na východních a severovýchodních svazích byla zachycena rovněž varianta *athyriosum*. Na balvanité žulové podloží je vázána subsociace *vaccinietosum* s řídkým zápojem. V mechovém patře se typicky vyskytují druhy *Polytrichastrum formosum* a *Dicranum scoparium* (Višňák 2000a).

Na organozemních glejích, nejčastěji po obvodu rozsáhlejších vrchovišť jsou vyvinuty podmáčené smrčiny *Mastigobryo – Piceetum* s bohatě vyvinutým patrem s ploníky a rašeliníky. Zde se vyskytuje v náznacích při prameništích na severozápadním okraji rezervace (Višňák 2000a).

Ve východní části se vyskytuje rašelinná smrčina *Sphagno – Piceetum*, která je v dnešní době již zcela rozpadlá. Zamokření je spíše nižší a nerovnoměrné, chybí druhy *Calluna vulgaris*, *Melampyrum pratense*, *Oxycoccus palustris*, *Vaccinium vitis-idaea* a *V. uliginosum* (Višňák 2000a).

Horské papratkové smrčiny svazu *Athyrio alpestris – Piceion* jsou zastoupeny pouze maloplošnými fragmenty v závětrí vrcholových skal a jsou odumřelé (Višňák 2000a).

Podrost odumřelých a rozpadlých smrčín je do jisté míry nahrazen pasekovými společenstvy svazu *Avenellion flexuosae* (Višňák 2000a).

Průzkumu lišejníků se věnovala Kocourková (2000, nepubl.) a udává z území Jizery 38 druhů. Ve zničených porostech se nachází pouze torzo epifytické lichenoflóry. Z druhů s vazbou na živé či mrtvé kmeny uvádí např. vzácnou lichenikolní houbu *Arthonia digitatae* Hafellner a dále druhy *Cladonia bellidiflora* (Ach.) Schaer., *Cladonia polydactyla* (Flörke) Spreng., *Hypocenomyce scalaris*

(Ach.) M. Choisy, *Lecanora carpinea* (L.) Vain., *Lepraria* sp., *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf, *Trapeliopsis flexuosa* (Fr.) Coppins et P. James, *T. granulosa* (Hoffm.) Lumbsch a *Vulpicida pinastri* (Scop.) J. - E. Mattsson et M. J. Lai. Není mi známa žádná recentní bryologická studie tohoto území.

#### 4.2.3 PR BUKOVEC

PR rezervace Bukovec je tvořena 1004,6 m n. m. vysokým kopcem Bukovec a přilehlými loukami. Lokalita leží jihovýchodně od osady Jizerka, kde Bukovec uzavírá údolí sevřené na severozápadě Vlašským hřebenem a na severovýchodě Středním jizerským hřebenem. Rezervace byla vyhlášena v roce 1960, kdy zahrnovala pouze samotný kopec s cennými lesními společenstvy, v roce 1994 byla rozšířena o přilehlé mokřadní louky, Pralouku a Úpolínovou louku.

Bukovec představuje ojedinělý výskyt mladotřetihorního vulkanismu v jizerskohorském plutonu. Z petrografického hlediska lze horninu označit jako olivinický nefelinit (Chaloupský 1989).

Morfologicky se Bukovec dotvářel ve čtvrtohorách. Během ledových dob se vlivem mrazového zvětrávání vytvořily mrazové sruby, jejichž zbytky jsou dodnes patrné na vrcholovém hřebínku a kamenná pole odkrytá zejména na severozápadním a severovýchodním svahu (Vacek 2001).

Půdy jsou minerálně bohaté, ovlivněné podložím tvořeným olivinickým nefelinitem. Převládají kambizemě eutrické a suťové rankery, s klesající nadmořskou výškou a klesajícím vlivem alkalického podloží přecházejí tyto půdní typy podle lokálních podmínek v kryptopodzoly, oglejené humusové podzoly, humusové podzoly a rašelinné podzoly.

Průměrná roční teplota se pohybuje okolo 4,5°C, srážky okolo 1500 mm ročně. Sněhová pokrývka přetrvává zpravidla od poloviny října do konce května. Bukovec uzavírá údolí mezi dvěma horskými hřebeny, jež je nejvíce otevřené chladnému jihozápadnímu až jižnímu proudění. Chladný vzduch narážející na Bukovec je tak zadržován v údolí, což je příčinou extrémního klimatu v údolí a na návětrných svazích Bukovce. Závětrné, spíše východní svahy jsou naopak před severozápadním prouděním dobře chráněny, čemuž odpovídá i složení vegetace. Na Bukovci pramení desítky malých toků, obvykle v nadmořské výšce mezi 850 až 900 m.

Z botanického hlediska představuje PR Bukovec v rámci Jizerských hor výjimečnou lokalitu. Některé druhy, jako např. *Aconitum callibotryon*, *Gagea lutea*, *Neottia nidus-avis*, *Swertia perennis*, *Trollius altissimus*, *Myosotis sylvatica*, zde mají svou jedinou lokalitu v Jizerských horách (Plocek 1982). Burda & Pavlů (1999) ve výsledcích posledního inventarizačního průzkumu udávají 264 ověřených taxonů z původních 339 historicky udávaných taxonů. Bohužel se v současnosti nepodařilo potvrdit 14 taxonů, které se na lokalitě v minulosti prokazatelně vyskytovaly, mezi něž patří kriticky ohrožené taxony *Botrychium matricariifolium*, *Epipogium aphyllum*, *Goodyera repens*, *Listera cordata*, *Sceptridium multifidum* a *Gentianella campestris* ssp. *baltica* (Burda & Pavlů 1999).

Na Bukovci převládají mozaikovitá lesní společenstva se střídáním více potenciálních vegetačních typů, přičemž rozhodující vliv má orientace svahů ke světovým stranám. Původní jedlobukové pralesy na jihozápadních, západních a severozápadních svazích byly vykáceny již na přelomu 19. a 20. století pro potřeby Riedelovy sklárny na Jizerce a nahrazeny smrkovou monokulturou. Tyto svahy jsou vystaveny účinkům silného větru, který zde v roce 1966 způsobil rozsáhlé škody na jehličnatém porostu, zbylá část porostu neodolala náporu průmyslových exhalací. Svahy byly v roce 1969 osázeny smrkem, bukem a jedlemi *A. alba*, *A. grandis* a *A. nordmanniana*. Většina sadby však byla zničena pozdními mrazy a okusem a do současnosti vytrval pouze smrk. Vliv závětrí a klimatické inverze v údolí řeky Jizery umožnil naopak vývoj cenných společenstev a suťových lesů na severních a severovýchodních svazích (Burda & Pavlů 1999).

Na nejchladnějších severních a severovýchodních svazích se projevuje zvrát vegetačních pásem. V nižších polohách se nachází horská třtinová smrčina *Calamagrostio villosae* – *Piceetum* (Burda & Pavlů 1999, Sýkora 1971).

Na toto společenstvo výše do svahu navazuje horská papratková smrčina *Athyrio alpestris* – *Piceetum* s bohatým zastoupením *Athyrium distentifolium* a *Dryopteris dilatata*. Velká část smrčiny v 70. letech podlehla kalamitám a směrem k západu je uměle nahrazena vysázeným smrkem pichlavým s nálety jeřábu ptačího (Burda & Pavlů 1999).

Na severním svahu, směrem do vyšších nadmořských výšek na smrčiny navazuje horská klenová bučina asociace *Aceri* – *Fagetum* v důsledku zvrát vegetačních pásem.

Cenné lesní společenstvo představuje suťový les svazu *Tilio – Acerion* s významným podílem kapradiny *Polystichum aculeatum*, vysokým podílem druhů květnatých bučin *Asperula odorata*, *Actea spicata*, *Galeobdolon montanum*, *Mercurialis perennis*, nitrofilními druhy *Urtica dioica*, *Lamium purpureum*, *Stachys sylvatica*, *Impatiens noli-tangere* a bohatým jarním aspektem s *Anemone nemorea*, *Corydalis cava*, *C. fabacea* a *Dentaria bulbifera*. Podíl buku ve stromovém patře je nápadně snížen. Přebírají suťové dřeviny *Ulmus glabra*, *Acer pseudoplatanus* a *A. platanoides* (Burda & Pavlů 1999, Sýkora 1971).

Květnaté bučiny asociace *Dentario enneaphylli – Fagetum*, pokrývající v minulosti jihovýchodní svah, byly značně zredukovány otevřením lomu na těžbu olivnického nefelinitu a jejich výskyt je v současnosti omezen hlavně na typické bylinné patro, z něhož zejména na dně opuštěného lomu přetrvávají druhy *Dentaria enneaphyllos*, *Streptopus amplexifolium*, *Daphne mezereum*, *Epipactis helleborine* a *Neottia nidus-avis* (Burda & Pavlů 1999).

Na severovýchodním svahu bylo na okraji prameniště zaznamenáno zajímavé společenstvo se *Sanicula europaea*, jež mohlo kdysi maloplošně představovat žindavovou jedlinu subasociace *Saniculo europaeae – Abietetum* (Burda & Pavlů 1999).

Není mi známa žádná recentní bryologická studie tohoto území. Z hlediska epifyticky a epixylicky rostoucích lišejníků udává z lokality Kocourková (2000 nepubl.) druhy *Calicium lichenoides* (L.) Schum., *Cladonia cenotea* (Ach.) Schaer., *C. ramulosa* (With.) Laundon, *Graphis scripta* (L.) Ach., *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora chlarotera* Nyl., *L. pulicaris* (Pers.) Ach., *L. symmicta* (Ach.) Ach., *Lecidea pullata* (Norman), *L. elaeochroma* (Ach.) M. Choisy, *Micarea misella* (Nyl.) Hedl., *M. prasina* Fr., *Mycoblastus fucatus* (Stirt.) Zahlbr., *M. sanguinarius* (L.) Norman, *Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl., *Phaeosporobolus* sp., *Placynthiella icmalea* (Ach.) Coppins et P. James, *Platismatia glauca* (L.) W. L. Culb. et C. F. Culb., *Pyrenula nitida* (Weigel) Ach., *Scoliciosporum chlorococcum* (Graewe ex Stenh.), *Thelocarpon lichenicola* (Fuckel) Poelt et Hagellner a lichenikolní houbu *Tremella lichenicola* Diedrich.

#### 4.2.4 NPR RAŠELINIŠTĚ JIZERY

NPR Rašeliniště Jizery se skládá ze dvou samostatných částí, jež jsou vzájemně propojeny ochranným pásmem. Území kopíruje meandrující tok řeky Jizery, jež teče podél česko-polské hranice ve východní části CHKO Jizerské hory v údolí mezi Vysokým a Středním jizerským hřbetem. Předmětem ochrany je rozsáhlý komplex podmáčených smrčín, klečových porostů, bezlesých vrchovišť a štěrkopískových náplavů s unikátními společenstvy.

Horninové podloží je tvořeno porfyrickou biotitickou žulou krkonošsko-jizerského plutonu, jež vystupuje pouze maloplošně nad kvartérní překryv rašelinných sedimentů a štěrkopískových náplavů řeky Jizery (Chaloupský 1989b). Pruh náplavů (tzv. meandrový pás) je místy široký až 200 m (Višňák 2000b).

Půdní pokryv je vlivem minerálního podloží chudý na živiny a na většině území silně ovlivněný stagnujícími srážkovými a podpovrchovými vodami. Vůdčím typem půdy je tedy organozem typická fibrická (vrchovištní). V místech s vyšší hladinou podzemní vody se vyvinula organozem glejová, v okrajových částech vrchovišť glej organozemní. Štěrkopískové náplavy lze hodnotit jako regozem psefitickou, vzácněji snad arenickou. Starší náplavy s vyvinutým humusovým horizontem představují zvláštní případ fluvizemě typické. Na nezamokřených svazích se vyvinuly podzoly kambizemní až typické. Ojedinele se v jižním cípu rezervace vyskytuje suťový ranker (Višňák 2000b).

Studovaná oblast náleží do klimatického okrsku CH4, jež se vyznačuje extrémnějším podnebím především z hlediska teplotních minim. Reliéf dna údolí vytváří ideální podmínky pro vznik mrazových situací takřka po celé roční období. Višňák (2000b) extrapoloval z údajů z blízkých meteorologických stanic průměrné roční teploty kolem 4°C, průměrné teploty měsíce ledna pod -5°C, pro měsíc červenec kolem 13°C. Roční srážkový úhrn odhaduje Višňák (2000b) mezi 1400 – 1500 mm.

Studovaná lokalita spadá do povodí Jizery, jež pramení nedaleko na polském území. Do Jizery se na studovaném území vlévá několik přítoků. Levostrannými přítoky jsou polské toky Tracznik, Lacznik, Jarzebiak, Jagniecy potok a Kobyla, z pravé, české strany vtéká do Jizery Krásný potok, Frýdlantský potok, Rybí potok a další drobnější bezejmenné toky. Vodní plochy jsou četné, ale jejich rozloha je pouze několi čtverečních metrů. Časté jsou tůně a nezarostlá mrtvá ramena Jizery. Výrazně

zvodnělé plochy se nacházejí při tzv. wagramu, tj. terénním stupni ohraničujícím meandrový pás (Višňák 2000b).

Květena studovaného území je vyhraněná, bohatá na řadu vzácných rostlinných druhů často s boreálním až subarktickým rozšířením. Višňák (2000b) zaznamenal na území 132 druhů cévnatých rostlin, z nichž nejvýznamnější jsou s přihlédnutím na hojnost rozšíření v širším území *Arnica montana*, *Betula carpatica*, *Carex limosa*, *Comarum palustre*, *Epilobium nutans*, *Juniperus communis* subsp. *alpina*, *Menyanthes trifoliata*, *Meum athamanticum*, *Montia fontana* s. l., *Pedicularis sylvatica*, *Potamogeton alpinus*, *Sparganium erectum* subsp. *neglectum* a *Carex diandra*.

Nelesní vegetaci tvoří pestrá mozaika prameništích a rašelinných společenstev a horských a podhorských smilkových trávníků.

Z lesních společenstev jsou v ochranném pásmu rezervace a v její jižnější části území ve strmých svazích nad Jizerou zastoupeny horské třtinové smrčiny asociace *Calamagrostio villosae*. Na jizozápadních svazích a v náznacích na jihu území se vyskytují v asociaci *fagetosum*, v jižní části ochranného pásma se vyskytují spíše subasociace *typicum* a *athyriosum*.

Při vnějším okraji rezervace a v ochranném pásmu byly dosti hojně zastoupeny podmáčené smrčiny asociace *Mastigobryo – Piceetum*, s chudým bylinným patrem a bohatě vyvinutým mechovým patrem s rašeliníky a ploníky (Višňák 2000b).

Asi nejrozšířenějším společenstvem jsou rašelinné smrčiny asociace *Sphagno – Piceetum*, nejvíce se vyskytující v horní části rezervace. Velká část těchto porostů má však v současnosti odumřelé stromové patro a poměrně velká část těchto smrčín v ochranném pásmu byla smýcena. Na trvale podmáčených plochách jsou vivinuty asociace *Carici rostrato – nigrae – Piceetum*. Společenstvo je ekologicky a fyziognomicky velmi vyhraněné, fytoecologicky však nebylo zřejmě dosud podchyceno. Vysokobylinné smrčiny sevalu *Athyrio alpestris – Piceion* jsou vyvinuty pouze v její jižnější části území v příkrých svazích nad řekou Jizerou (Višňák 2000b).

Nelesní vegetaci tvoří pestrá mozaika prameništích a rašelinných společenstev a horských a podhorských smilkových trávníků.

Recentní údaje o mechorostech ve studovaném území pocházejí zejména z fytoecologických studií nelesních společenstev. Lišejníky byly podrobněji

studovány Kocourkovou (2007, nepubl.). Z druhů vázaných na mrtvé či živé kmeny uvádí druhy *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Cromb. s lichenikolní houbou *Lichenocodium lecanorae* (Jaap) D. Hawksw. vyskytující se zejména na stojících souších a dále *Hypogymnia physodes*, *Parmeliopsis ambigua*, *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav., *Placynthiella icmalea* (Ach.) Coppins et P. James, *Thelocarpon lichenicola* a *Absconditella lignicola* Vězda et Pišút. Na trouchnivějícím dřevě byly dále často nalézány dutohlávky *Cladonia digitata* (L.) Hoffm., *Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng., *C. chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. V hluboce zaříznuté části Jizery se na prudkých svazích zachovaly zbytky epifytů řádu Caliciales citlivé k oxidu siřičitému *Chaenotheca chrysocephala* (Turner ex Ach.) Th. Fr. a *Chaenotheca ferruginea* (Turner et Borrer) Mig.

#### 4.2.5 PR ČERNÁ HORA

Rezervace se nachází v severovýchodní části masívu Černé hory ve střední části Hejnického hřebene. Území je převážně svažité se dvěma vrcholy, Černá hora (1084 m n. m.) a Sněžné věžičky (1055 m n. m.) a sedlem (1048 m n. m.). Předmětem ochrany jsou zbytky horských klimaxových smrčín v různém stupni poškození, vrchoviště Vánoční louka a skupina skal Sněžné věžičky.

Geologické podloží je tvořeno porfyrickou biotitickou žulou (Chaloupský 1989b). Současný reliéf je značně ovlivněn periglaciálním mrazovým zvětráváním, projevujícím se zejména v tvorbě rozličných skalních útvarů a balvanových akumulací. Půdy jsou silně kyselé s dobře vyvinutým nadložním horizontem surového humusu, místy silně skřetovité nebo hydromorfní. Z půdních se souvisleji vyskytuje podzol typický, na zrašeliněných plochách podzol organozemní. Na výrazněji zamokřených stanovištích je vyvinut glej organozemní, na vlastních vrchovištích (zejména vrchoviště Vánoční louka) organozem typická. Méně vyvinuté, skeletnaté půdy v okolí skalních výchozů a na zazemněných žulových rozpadech lze označit jako litozem silikátovou a ranker podzolový (Višňák 2000c).

Klima studované lokality se vzhledem k poloze lokality a charakteru reliéfu značně podobá klimatu blízké PR Jizera, uvedenému v podkapitole 4.2.2.

Územím prochází hranice hlavního rozvodí Severního a Baltského moře. Severní část území náležící k rozvodí Balstkého moře je odvodňována Černým



potokem, jižní část území náležící k Severnímu moři odvodňuje Jelení potok. Na vrchovišti Vánoční louka se nachází rašelinná jezírka, na svazích pramení četné drobné vodní toky.

Původní lesní porosty měly pravděpodobně vysoký podíl buku a jedle (Tomandl 1972). Přirozené smrčiny byly v minulosti stejně postiženy jako porosty na Jizeře a původní porosty se dochovaly pouze na malých plochách. Na studované lokalitě dnes převažují smrkové porosty s pasekovými společenstvy a vrchovištní společenstva na Vánoční louce.

Horská třtinová smrčina *Calamagrostio villosae – Piceetum* je na lokalitě zastoupena dosti hojně, na vlastním území rezervace však ustupuje rašelinných a podmáčeným smrčinám. V prostoru Sněžných věžiček je zastoupena v subasociaci *vaccinietosum* (Višňák 2000c).

Dostí souvisle ve svahu mezi Černou horou a Vánoční loukou je rozšířena rašelinná smrčina *Sphagno – Piceetum*, jež plynule přechází v horskou třtinovou smrčinu. V pramenné oblasti Černého potoka v severní části rezervace je okrajově vyvinuta smrčina asociace *Carici rostrato – nigrae – Piceetum* (Višňák 2000c).

Recentní bryofloristická studie věnována tomuto území (Váňa 2006) se omezuje na průzkum vrchovištních společenstev na rašelině Vánoční louka. Z epixylicky a epifyticky zde rostoucích druhů jsou uváděny játrovky *Lophozia attenuata* (Mart.) Dumort., *Lepidozia reptans* (L.) Dumort. a *Ptilidium pulcherrimum* (G. Weber) Vainio. Lišejníky v tomto území studovala Kocourková (2000 nepubl.). V rezervaci bylo nalezeno 28 lišejníků a lichenikolních hub. Z druhů s vazbou na živé nebo mrtvé kmeny se vyskytovaly *Lecanora conizaeoides*, *Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm., *C. coenotea*, *C. coniocraea*, *C. digitata*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora conizaeoides*, *Parmeliopsis ambigua*, *Placynthiella icmalea*, *Placynthiella uliginosa* (Schrad.) Coppins et P. James, *Scoliciosporum chlorococcum* a *Trapeliopsis granulosa*.

#### 4.2.6 PR JEDLOVÝ DŮL

Území se nachází v jižní části Jizerských hor v blízkosti obcí Albrechtice v Jizerských horách a Josefův Důl. Vlastní rezervace je situovaná v ostře zaříznutém údolí říčky Jedlové. Říčky teče kaskádovitě balvanitým korytem směrem k jihu, přilehlé svahy jsou velmi příkré se sklonem 30 - 50°.

Geologické podloží tvoří krkonošsko-jizerský pluton (Chaloupský 1989b). Zejména na úpatí svahů se nacházejí hlinitokamenité až blokové deluviální sedimenty. Svahy jsou často skalnaté s periglaciálními jevy, zejména mrazovými sruby. Převažujícím půdním typem je zřejmě podzol kambizemní, v úpatních polohách svahů výrazně deluviálně ovlivněný s bohatou skeletovou příměsí balvanů a bloků, v nižších polohách s přechodem ke kambizemi dystrické. V části údolního dna se vyskytují rankerové půdy, v okolí skalních výchozů litozem, při březích ostrůvkovitě půdy oglejené až glejové. Půdy jsou většinou oligotrofní a kyselé s výjimkou úpatí svahů, jejichž deluviálně obohacené půdy mají mezotrofní charakter, což se projevuje i v druhově bohatším složení květeny (Višňák 2000d).

Podnebí je suboceánické s vysokými a během roku vyrovnanými srážkovými úhrny. Předpokládaná roční průměrná teplota se pohybuje mezi 4,2 – 5,5°C, roční srážkové úhrny činí 1200 – 1300 mm. Mezoklima je ovlivněno údolní inverzí. (Višňák 2000d).

Přirozené porosty jsou tvořeny převážně bukem s menší příměsí smrku a vtroušenou jedlí. Porosty jsou často ve stádiu rozpadu s nevyrovnanou přirozenou obnovou buku. Smrkové porosty mají kulturní charakter, v jižní části území byla hojně vysazena douglaska, která zde i zmlazuje.

Potenciální přirozenou vegetaci představují přechody květnatých bučin *Dentario enneaphylli – Fagetum*, resp. klenových bučin *Aceri – Fagetum* do acidofilních jedlových bučin asociace *Luzulo – Fagetum* v subasociaci *Deschampsietosum flexuosae* v nižších polohách, ve vyšších podohách do třtinových smrkových bučin asociace *Calamagrostio villosae – Fagetum*, jež převažují na většině území.

Není mi známa žádná recentní bryologická studie tohoto území. Lišejníky byly studovány Kocourkovou (2001 nepubl.). Celkově bylo zaznamenáno 58 druhů lišejníků a lichenikolních hub. Epifytická lichenoflóra tohoto území je chudá. Zachovaly se pouze středně citlivé druhy, např. *Graphis scripta*, *Chaenotheca ferruginea*, *Parmelia saxatilis* (L.) Ach., *Platismatia glauca*. Z typicky epixylických druhů byl zaznamenán efemerní lišejník *Absoconditella lignicola*.

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 PŘEHLED POČTU KMENŮ A NALEZENÝCH DRUHŮ

Celkově bylo prozkoumáno 225 kmenů, z toho 64 kmenů na lokalitě Poledník, 35 kmenů na lokalitě Jizera, 36 kmenů na lokalitě Bukovec a 30 kmenů na každé ze zbylých lokalit, tedy Rašeliniště Jizery, Černá hora a Jedlový důl. Snímky byly soustředěny do ploch cca 100 x 100, resp. 200 x 50 m, jejichž velikost a tvar byly do značné míry určovány dostupností terénu. Každá z ploch však dobře reprezentovala určitý typ stanoviště. Snímkované kmeny jsou zobrazeny na mapkách vytvořených v programu ArcGIS 9.3 v Příloze 3. Seznam ploch s jejich charakteristikami je uveden v Příloze 4.

Převážná většinu kmenů patřila buku lesnímu (*Fagus sylvatica*, 74 kmenů) a smrku ztepilému (*Picea abies*, 138 kmenů). Z ostatních zastoupených dřevin se vyskytoval šestkrát jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) a jednou jedle bělokorá (*Abies alba*) zařazené mezi ostatní. Mezi ostatní byly rovněž zařazeny dřeviny, které nešly určit kvůli silně pokročilému rozkladu. Zastoupení kategorií rozkladu se na jednotlivých lokalitách signifikantně lišilo ( $\chi^2=70,9236$ ,  $df=25$ ,  $p=0,000003$ ), nebyla zachycena stádia 1 a 8, tedy první a poslední stádium rozkladu. Přehled počtu kmenů na jednotlivých lokalitách, zastoupení druhů dřevin a kmenů v jednotlivých stádiích je uveden v Tabulce 3.

**Tabulka 3:** Přehled celkového počtu kmenů, druhů dřevin a stádií rozkladu snímkovaných na studovaných lokalitách

Lokalita	Počet kmenů	Stádia rozkladu								
		Buk	Smrk	Ostatní	II	III	IV	V	VI	VII
Poledník	64	57	7	0	13	17	9	11	12	2
Jizera	35	0	35	0	0	1	5	5	10	13
Bukovec	36	4	20	12	4	4	6	12	9	1
Rašeliniště Jizery	30	0	30	0	1	2	3	9	8	7
Černá hora	30	0	30	0	3	0	6	5	11	5
Jedlový důl	30	13	16	1	7	6	4	6	6	1
<b>Celkem</b>	<b>225</b>	<b>74</b>	<b>138</b>	<b>13</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>33</b>	<b>48</b>	<b>56</b>	<b>29</b>

Na všech zkoumaných lokalitách celkem bylo nalezeno 99 taxonů mechorostů a lišejníků, z toho 71 druhů mechorostů (17 druhů jätrovek a 54 druhů mechů) a 28 druhů lišejníků. Přehled počtu druhů na jednotlivých lokalitách je uveden v Tabulce 4. Byly nalezeny dva druhy považované v České republice za ohrožené: kriticky ohrožený mechorost *Warnstorfia pseudostraminea* (Müll. Hal.) G. Roth a ohrožený lišejník *Cladonia carneola* (Fr.) Fr.. Dále byly nalezeny čtyři

taxony blízké ohrožení: mechorost *Serpoleskea subtilis* a lišejníky *Cladonia polydactyla*, *Cladonia ramulosa* a *Micarea viridileprosa* Coppins et Van den Boom. Játrovku *Pellia* sp. nebylo možné určit do druhu kvůli nepřítomnosti sporofytu, stejně jako epifytický mech *Orthotichum* sp. se starými sporofyty s olámaným obústím a lišejník *Thelocarpon* sp. s nezralými plodničkami. Taxon *Micarea prasina* s. l. nelze blíže určit bez použití chromatografie. V některých případech se rovněž nepodařilo spolehlivě určit druhy rodu *Cladonia* bez poděcií a druhy rodu *Micarea* bez apothecií. Tyto taxony jsem nezařadila do seznamu druhů, protože se domnívám, že se jedná o zástupce taxonů, nalezených v bezprostředním okolí, určených do druhu a zařazených na seznam nalezených druhů. V některých dalších analýzách se však tyto druhy vyskytují jako *Cladonia* sp. a *Micarea* sp.

**Tabulka 4:** Přehled počtu druhů, játrovek, mechů a lišejníků nalezených na studovaných lokalitách

	Játrovky	Mechy	Lišejníky	Celkem
Poledník	11	38	15	64
Bukovec	9	30	10	49
Jedlový důl	8	24	8	40
Jizera	6	15	13	34
Černá hora	7	20	11	38
Rašeliniště Jizery	8	18	18	44

Přehled nalezených druhů s platnými vědeckými názvy, českými názvy a údaji o kategorii ohrožení je uveden v následujícím seznamu.

#### **Játrovky:**

*Calypogeia azurea* Stotler & Crotz – kryjnice sleziníkovitá – LC

*Calypogeia neesiana* (C. Massal. & Carestia) Müll. Frib. – kryjnice Neesova – LC

*Cephalozia bicuspidata* (L.) Dumort. – křepenka dvoulaločná

*Chiloscyphus profundus* (Nees) J. J. Engel & R. M. Schust. – křepenka různolistá – LC

*Diplophyllum albicans* (L.) Dumort. – zdvojenka nadmutá – LC

*Gymnocolea inflata* (Huds.) Dumort. – svojnice nadmutá – LC

*Lepidozia reptans* (L.) Dumort. – plevinka plazivá – LC

*Lophozia floerkei* (F. Weber & D. Mohr) Schiffn. – křížítka Floerkeova – LC

*Lophozia longiflora* (Nees) Schiffn. – křížítka dlouhoplodá – LC

*Lophozia lycopodioides* (Wallr.) Cogn. – křížítka plavuňovitá – LC

*Lophozia ventricosa* (Dicks.) Dumort. var. ***ventricosa*** – křížítka břichatá pravá – **LC**  
*Pellia* sp. – pobřežnice  
*Plagiochila asplenoides* (L.) Dumort. – kaprad'ovka sleziníkovitá – **LC**  
*Ptilidium pulcherrimum* (G. Weber) Vainio – brvitec překrásný – **LC**  
*Scapania nemorea* (L.) Grolle – kýlnatka hajní – **LC**  
*Scapania umbrosa* (Schrad.) Dumort. – kýlnatka stinná – **LC**  
*Scapania undulata* (L.) Dumort. – kýlnatka zvlňená - **LC**

#### **Mechy:**

*Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp. – rokýtek obecný – **LC**  
*Amblystegium varium* (Hedw.) Lindb. – rokýtek měnlivý – **LC**  
*Amphidium mougeotii* (Bruch & Schimp.) Schimp. – pohárovec Mougeotův – **LC**  
*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv. var. ***undulatum*** – bezvláska vlnkatá pravá - **LC**  
*Brachythecium oedipodium* (Mitt.) A. Jaeger – baňatka zkrácená – **LC-att**  
*Brachythecium reflexum* (Starke) Schimp. – baňatka zakřivená – **LC**  
*Brachythecium rivulare* Schimp. – baňatka potoční – **LC**  
*Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp. – baňatka obecná – **LC**  
*Brachythecium salebrosum* (Hoffm. ex F. Weber & D. Mohr) Schimp. – baňatka draslavá – **LC**  
*Brachythecium starkei* (Brid.) Schimp. – baňatka Starkeova – **LC-att**  
*Cynodontium polycarpon* (Hedw.) Schimp. – psízubec mnohoplodý – **LC**  
*Cynodontium strumiferum* (Hedw.) Lindb. – psízubec bradatý – **LC**  
*Dicranella schreberiana* (Hedw.) Dixon – dvouhroteček Schreberův – **LC**  
*Dicranodontium denudatum* (Brid.) E. Britton – dvouhrotcovka lámavá - **LC**  
*Dicranum fuscescens* Sm. – dvouhrotec nahnědlý – **LC**  
*Dicranum montanum* Hedw. – dvouhrotec chlumní – **LC**  
*Dicranum polysetum* Sw. ex Anon. – dvouhrotec čeřitý – **LC**  
*Dicranum scoparium* Hedw. – dvouhrotec chvostnatý – **LC**  
*Dicranum tauricum* Sapjegin – dvouhrotec tuhý – **LC**  
*Eurhynchium hians* (Hedw.) Sande Lac. – trněnka odstálá – **LC**  
*Grimmia muehlenbeckii* Schimp. – děrkavka Mühlenbeckova – **LC**  
*Herzogiella seligeri* (Brid.) Z. Iwats. – kornice slezská – **LC**  
*Heterocladium heteropterum* (Brid.) Schimp. – různolístek nestejnokřídlý – **LC**

*Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. – rokytník skvělý – **LC**  
*Hypnum cupressiforme* Hedw. var. *cupressiforme* – **LC**  
*Hypnum pallescens* (Hedw.) P. Beauv. – rokyt bledý – **LC**  
*Leucobryum glaucum* (Hedw.) Ångström – bělomech sivý – **LC**  
*Mnium hornum* Hedw. – měřík trsnatý – **LC**  
*Orthotrichum* sp. – šurpek  
*Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. J. Kop. – měřík bodlavý – **LC**  
*Plagiothecium curvifolium* Schlieph. ex Limpr. – lesklec křivolistý – **LC**  
*Plagiothecium denticulatum* (Hedw.) Shimp. var. *denticulatum* – lesklec zubatý  
pravý – **LC**  
*Plagiothecium laetum* Schimp. – lesklec příjemný – **LC**  
*Plagiothecium undulatum* (Hedw.) Schimp. – lesklec čeřitý – **LC**  
*Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. – travník Schreberův – **LC**  
*Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. subsp. *nutans* – paprutka nicí pravá – **LC**  
*Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G. L. Sm. – ploník ztenčený – **LC**  
*Polytrichastrum longisetum* (Sw. ex Brid.) G. L. Sm. – ploník štíhlý – **LC**  
*Polytrichum commune* Hedw. – ploník obecný – **LC**  
*Polytrichum juniperinum* Hedw. – ploník jalovcový – **LC**  
*Polytrichum strictum* [Menzies ex] Brid. – ploník tuhý – **LC**  
*Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp. – čepejřnatka mnohoplodá – **LC**  
*Racomitrium fasciculare* (Hedw.) Brid. – zoubkočepka svazčitá – **LC**  
*Racomitrium microcarpon* (Hedw.) Brid. – zoubkočepka maloplodá – **LC**  
*Rhizomnium punctatum* (Hedw.) T. J. Kop. – měřík tečkovaný – **LC**  
*Rhytidiadelphus loreus* (Hedw.) Warnst. – kostrbatec řemenatý – **LC**  
*Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. – kostrbatec tříkoutý – **LC**  
*Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske – srpnatka háčkovitá – **LC**  
*Serpoleskea subtilis* (Hedw.) Loeske – rokytnatka útlá – **LR-nt**  
*Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw. – rašeliník ostrolistý – **LC**  
*Sphagnum fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr. – rašeliník křivolistý – **LC**  
*Sphagnum squarrosum* Crome – rašeliník kostrbatý – **LC**  
*Tetraphis pellucida* Hedw. – čtyřzoubek průzračný – **LC**  
*Warntorfia pseudostraminea* (Müll. Hal.) Tuom. & T. J. Kop. – srpnatka žlutavá –  
**CR**

### **Lišejníky:**

- Absoconditella lignicola* Vězda et Pišút – **LC**  
*Baeomyces rufus* (Huds.) Rebert. – **LC**  
*Cladonia carneola* (Fr.) Fr. – **VU**  
*Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. – **LC**  
*Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng. – **LC**  
*Cladonia digitata* (L.) Hoffm. – **LC**  
*Cladonia fimbriata* (L.) Fr. – **LC**  
*Cladonia floerkeana* (Fr.) Flörke – **LC**  
*Cladonia macilenta* Hoffm. – **LC**  
*Cladonia ochrochlora* Flörke – **LC**  
*Cladonia polydactyla* (Flörke) Spreng. – **LR-nt**  
*Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm. – **LC**  
*Cladonia ramulosa* (With.) J. R. Laundon – **LR-nt**  
*Hypocenomyce scalaris* (Ach.) M. Choisy – **LC**  
*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. – **LC**  
*Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Cromb. – **LC**  
*Lepraria elobata* Tønsberg – **LC**  
*Micarea denigrata* (Fr.) Hedl. – **LC**  
*Micarea peliocarpa* (Anzi) Coppins et R. Sant. – **LC**  
*Micarea prasina* s. l.  
*Micarea viridileprosa* Coppins et Van den Boom – **LR-nt**  
*Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl. – **LC**  
*Placynthiella icmalea* (Ach.) Coppins et P. James – **LC**  
*Placynthiella uliginosa* (Schrad.) Coppins et P. James – **LC**  
*Porina aenea* (Wallr.) Zahlbr. – **LC**  
*Thelocarpon* sp.  
*Trapeliopsis granulosa* (Hoffm.) Lumbsch – **LC**  
*Trapeliopsis pseudogranulosa* Coppins et P. James – **LC**

## 5.2 ANALÝZA DRUHOVÝCH DAT A FAKTORŮ PROSTŘEDÍ

### 5.2.1 DRUHOVÁ DATA

Pro prvotní orientaci v datech bylo použito nepřímé gradientové analýzy DCA (dále jen DCA) v programu CANOCO for Windows 4.5. První analýza byla provedena na všech snímcích. Z celkového počtu snímků (225) vstupujících do analýzy bylo v průběhu této analýzy vyřazeno 16 prázdných snímků (obvykle snímky z imisních holin). Do celkové analýzy tedy bylo zahrnuto 209 snímků a 59 druhů. Výsledky analýzy jsou uvedeny v Tabulce 5.

**Tabulka 5:** Výsledek DCA snímků ze všech lokalit

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues:	0.649	0.339	0.285	0.228	8.071
Lengths of gradient:	6.866	5.808	4.342	3.721	
Cumulative percentage variance of species data:	8.0	12.2	15.8	18.6	
Sum of all eigenvalues					8.071

Ze vzájemné pozice snímků v ordinačním diagramu (viz Graf 1) bylo patrné, že některé skupiny snímků vykazují podobnost, která dobře odpovídá typu stanoviště. Zřetelně byly odlišeny snímky z bukových a smrkových lokalit. Většina snímků z Poledníku vykazovala v rámci těchto lokalit izolované postavení. Překryv byl naopak výrazný u snímků z Jedlového dolu, bukových stanovišť na Bukovci a výše položené izolované plochy na Poledníku (viz mapky v Příloze 3).

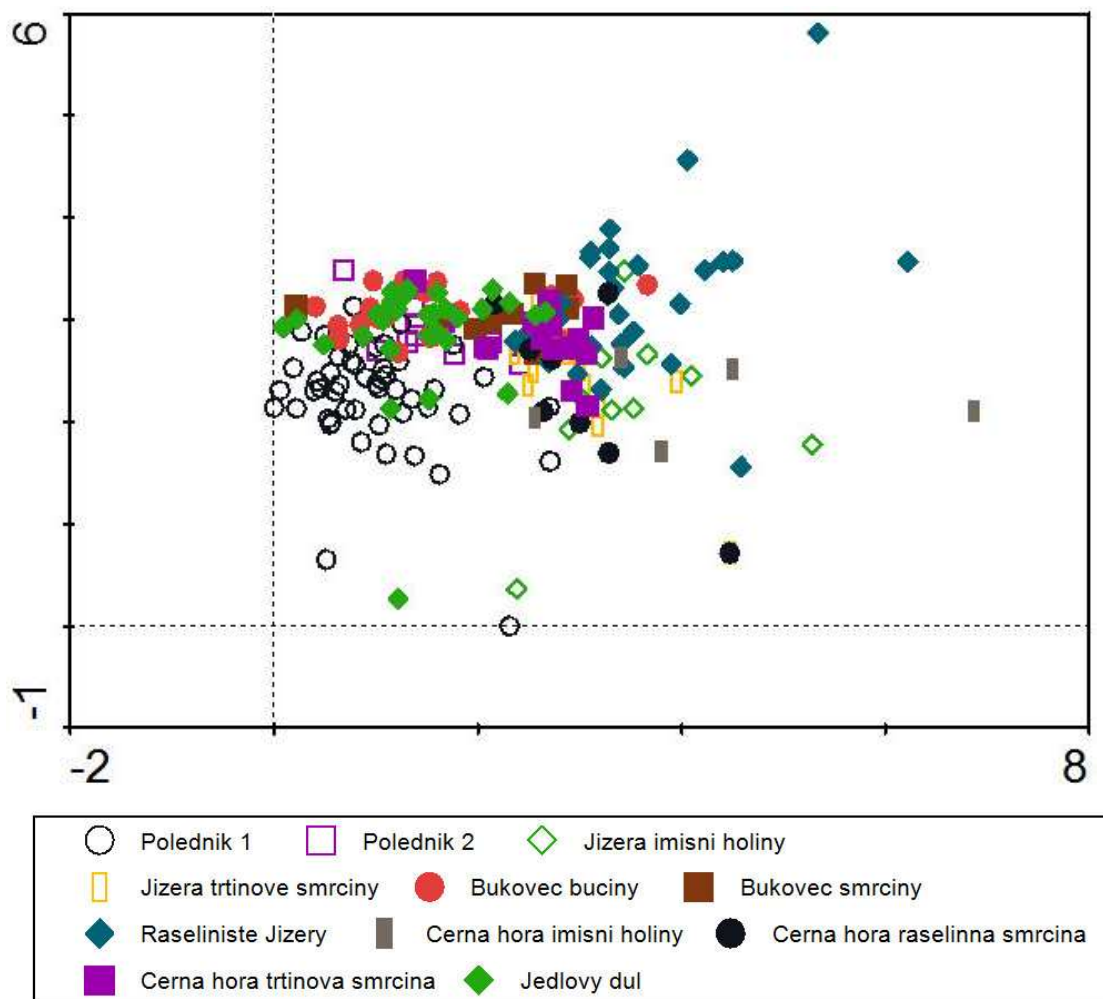
V případě smrčín byla patrná značná podobnost mezi snímky ze smrčín na Jizeře, Černé hoře a z kulturní smrčiny na Bukovci. Snímky z imisních holin na Jizeře a Černé hoře mají často izolované postavení, stejně jako část snímků z lokality Rašeliniště Jizery.

Snímky tedy byly pro další analýzy rozděleny do dvou skupin, aby vliv rozdílnosti mezi smrčínami a bučinami nezastíral vliv dalších sledovaných ekologických faktorů.

Do analýzy smrčín bylo zařazeno celkem 107 snímků. V průběhu DCA bylo z analýzy vyřazeno 13 prázdných snímků. Analyzováno bylo tedy nakonec 94 snímků a 42 druhů. Bučiny byly analyzovány na 115 snímcích z původních 118 (3 prázdné.) Celková variabilita v datech činila 26% u smrčín (viz Tabulka 6) a 29% u bučín (viz Tabulka 7).



**Graf 1:** Ordinační diagram z DCA snímků ze všech lokalit, v grafu vynesena pozice snímků označených podle příslušnosti k lokalitě a typu stanoviště



**Tabulka 6:** Výsledky DCA snímků ze smrčín

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues:	0.545	0.332	0.234	0.177	4.952
Lengths of gradient:	6.594	3.837	4.169	4.350	
Cumulative percentage variance of species data:	11.0	17.7	22.4	26.0	
Sum of all eigenvalues					4.952

**Tabulka 7:** Výsledky DCA snímků z bučin

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues:	0.331	0.294	0.203	0.146	3.358
Lengths of gradient:	4.982	4.439	2.603	3.628	
Cumulative percentage variance of species data:	9.9	18.6	24.7	29.0	
Sum of all eigenvalues					3.358

### 5.2.2 PROMĚNNÉ PROSTŘEDÍ

Faktory prostředí byly v dalších analýzách vztaženy k snímkovaným plochám, které představovaly relativně homogenní prostředí a dobře reprezentovaly určitý typ biotopu. Dále byl sledován vliv rozkladu a druhu dřeviny.

K vysvětlení vlivu proměnných na druhové složení bylo použito přímých gradientových analýz. Délky nejdelších gradientů z obou předchozích DCA analýz ukazují na unimodální odpověď druhů na proměnné prostředí, tedy že druh má na gradientu své optimum (Lepš & Šmilauer 2000). Z tohoto důvodu byla zvolena jako vhodná metoda kanonická korespondenční analýza (dále jen CCA). Významnost vysvětlujících proměnných prostředí byla testována Monte Carlo permutačním testem pro 999 permutací ( $p=0,001$ ).

### SMRČINY

U smrčín byl testován vliv bezlesí na druhové složení mechorostů a lišejníků. Předmětem analýzy bylo zjistit, zda se snímky na bezlesých stanovištích odumřelých smrčín liší druhovým složením od snímků z bezlesých stanovišť na lokalitě

Rašeliniště Jizery a od snímků ze zachovalých smrčín. Snímkům byly přiřazeny tzv. indikátorové proměnné Smrciny (zapojené smrkové porosty), Holiny (odumřelé smrčiny) a Ras Jiz (Rašeliniště Jizery). Dále byl testován vliv rozkladu na druhové složení lišejníků a mechorostů. Vynechán byl druh dřeviny, neboť všechny kmeny na studovaných plochách patřily smrku ztepilému.

Byla provedena kanonická korespondenční analýza (dále jen CCA) forward selection s postupným výběrem proměnných. Byl testován vliv studijních ploch na celkové rozložení variability. Po započtení proměnných smrčiny, holiny a Rašeliniště Jizery jako kovariát již vliv ploch nebyl signifikantní, a proto byly z další analýzy vypuštěny.

Zbýlé zadané proměnné prostředí, rozklad, smrčiny, holiny, Rašeliniště Jizery vysvětlily 9,4% celkové variability druhových dat. S první osou nejvíce korelovala proměnná Rašeliniště Jizery ( $F=4,1$ ,  $p=0,001$ ) a v silné záporné korelaci byla proměnná smrčiny ( $F=1,92$ ,  $p=0,007$ ). S druhou osou korelovala nejlépe proměnná rozklad ( $F=3,17$ ,  $p=0,001$ ). S třetí osou nejlépe korelovala zbývající proměnná holiny. Korelační matice a výsledek analýzy jsou znázorněny v Tabulkách 8 a 9. V Grafech 2 a 3 jsou znázorněny ordinační diagramy, Graf 4 znázorňuje vztah druhů k rozkladu prostřednictvím metody Species response curves. V grafu jsou zobrazeny pouze druhy, jejichž odpověď na tuto proměnnou byla signifikantní alespoň na hladině významnosti  $p<0,05$ .

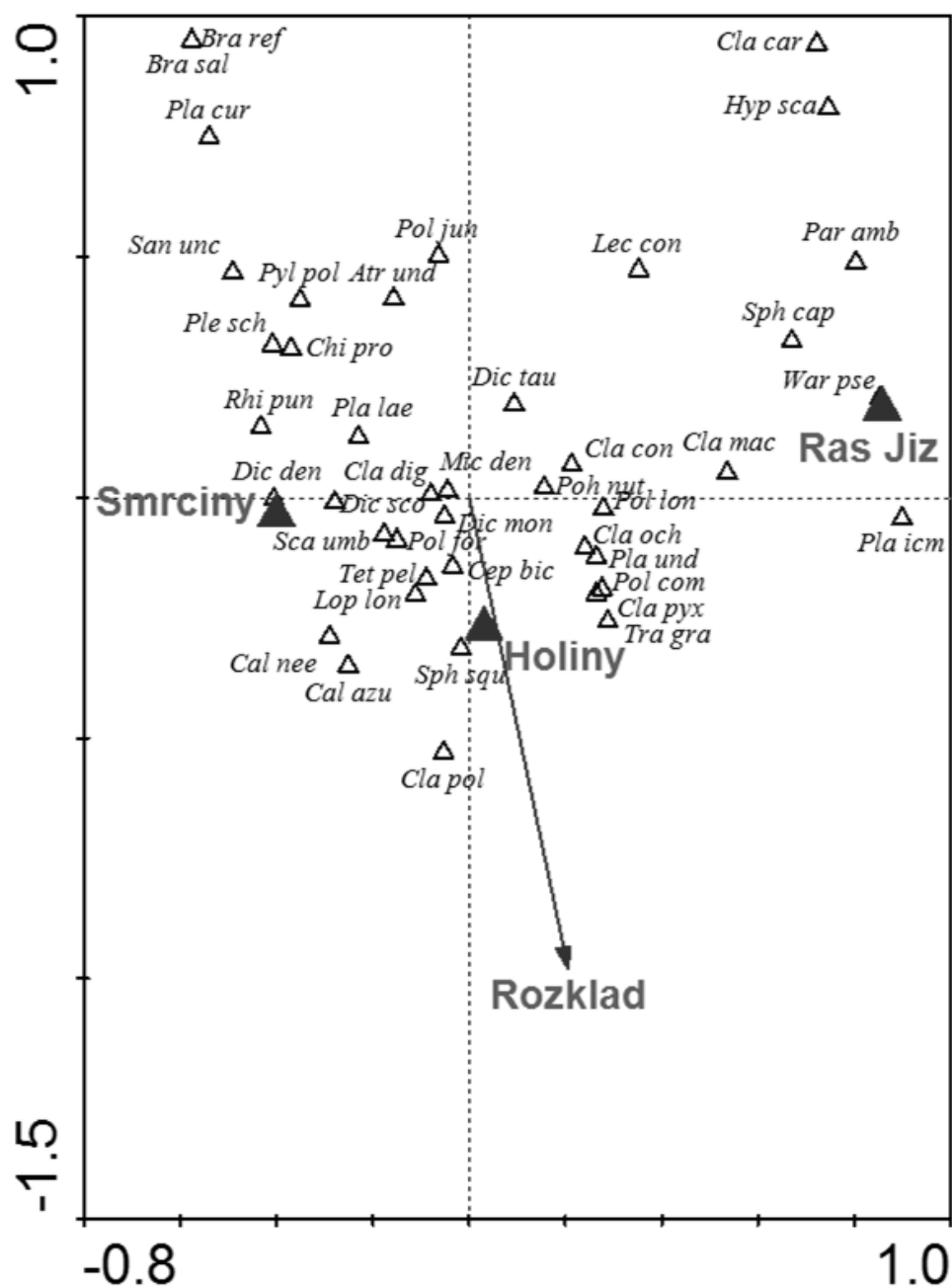
**Tabulka 8:** Korelační matice vztahu proměnných a kanonických a nekanonických os

**** Weighted correlation matrix (weight = sample total) ****								
SPEC AX1	1.0000							
SPEC AX2	0.0308	1.0000						
SPEC AX3	0.0842	0.0602	1.0000					
SPEC AX4	0.1685	0.2737	0.3695	1.0000				
ENVI AX1	0.8118	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000			
ENVI AX2	0.0000	0.7692	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000		
ENVI AX3	0.0000	0.0000	0.6135	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	
ENVI AX4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
Rozklad	0.1662	-0.7519	-0.0306	0.0000	0.2047	-0.9775	-0.0499	0.0000
Smrciny	-0.7263	-0.0643	-0.2692	0.0000	-0.8947	-0.0836	-0.4388	0.0000
Holiny	0.0155	-0.1295	0.6046	0.0000	0.0190	-0.1684	0.9855	0.0000
Ras Jiz	0.7769	0.1590	-0.1249	0.0000	0.9570	0.2067	-0.2036	0.0000
	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI AX3	ENVI AX4

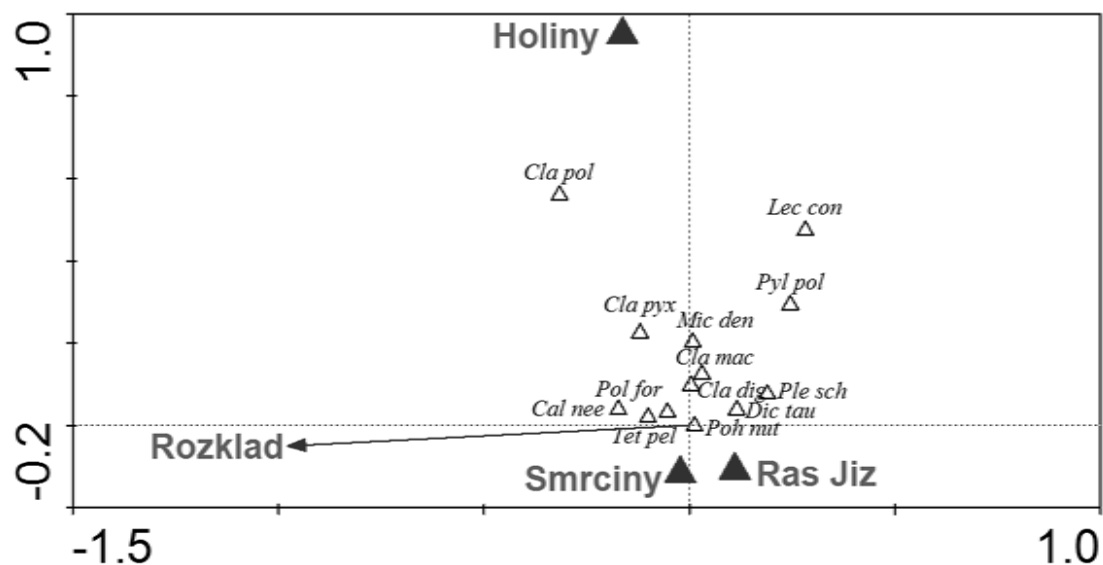
**Tabulka 9:** Výsledky CCA snímků ze smrččin

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues:	0.269	0.193	0.110	0.605	6.064
Species-environment correlations:	0.812	0.769	0.613	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data:	4.4	7.6	9.4	19.4	
of species-environment relation:	47.0	80.8	100.0	0.0	
Sum of all eigenvalues					6.064
Sum of all canonical eigenvalues					0.572

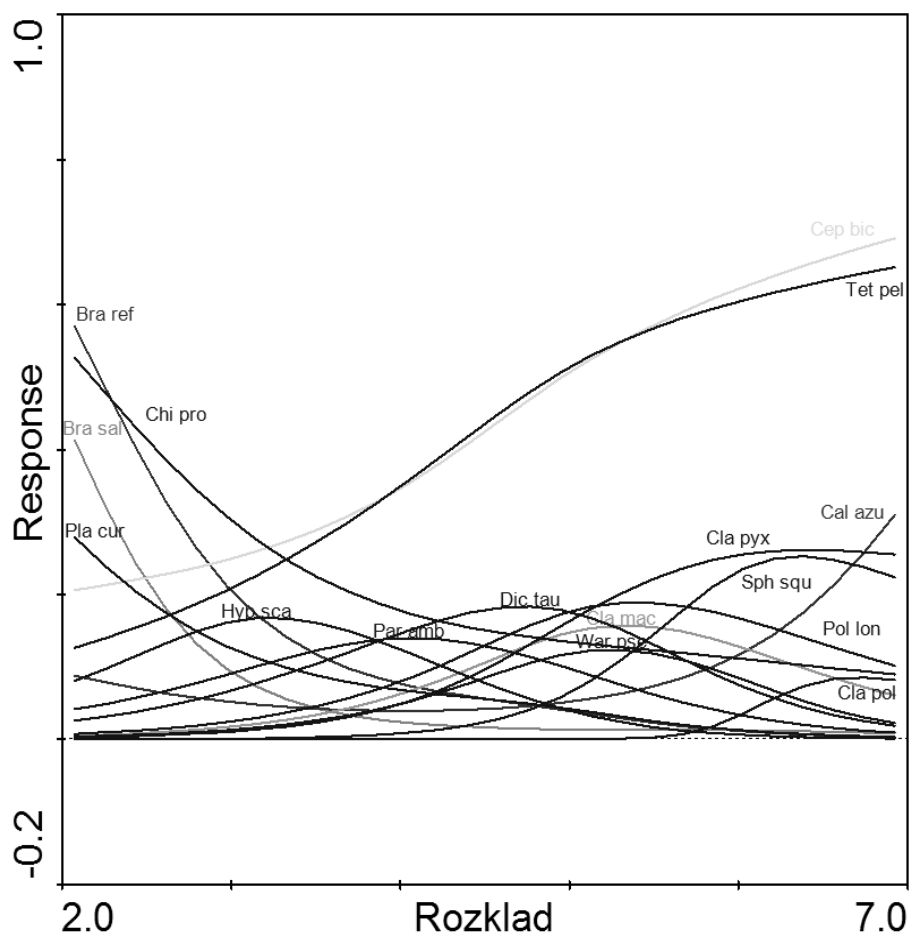
**Graf 2:** Ordinační diagram CCA snímků ze smrččin



**Graf 3:** Ordinační diagram CCA snímků ze smrčín, graf znázorňuje ordinační diagram z perspektivy 2 a 3 ordinační osy, v diagramu jsou zobrazeny pouze druhy, které vykazují pozitivní vztah k proměnné Holiny



**Graf 4:** Vztah druhů k rozkladu vyjádřený metodou Species response curves (obecný aditivní model, dále jen GAM), zobrazeny pouze druhy se signifikantní odpovědí ( $p < 0,05$ ), smrčiny



## BUČINY

V případě snímků z bukových lokalit byla opět použita CCA metodou forward selection. Předmětem analýzy bylo zjistit, zda a jak se od sebe liší druhové složení mechorostů a lišejníků na jednotlivých lokalitách i v rámci lokalit. Dále byl testován vliv rozkladu na druhové složení a typ dřeviny. Testován byl vliv jednotlivých ploch na druhovou variabilitu. Z ostatních sledovaných proměnných byl ponechán rozklad, zápoj a druh dřeviny. Proměnná druhu dřeviny byla omezena na prezenci/absenci smrku (proměnná SM). Buky byly sloučeny s ostatními dřevinami, jejichž vliv byl zanedbán s ohledem na jejich nízký počet a naprostou převahu listnatých dřevin (jeřáb).

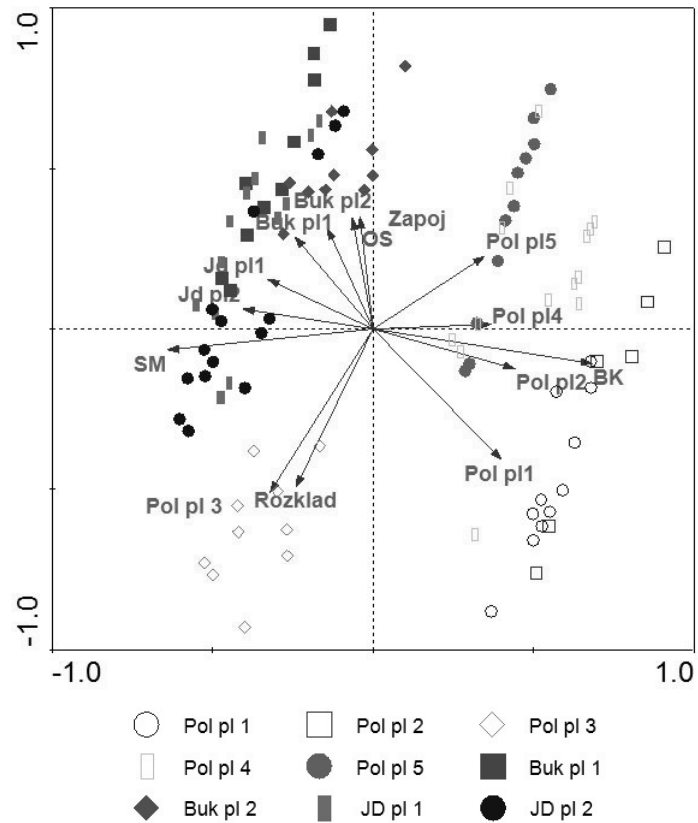
V analýze byla nejprve postupně otestována významnost vlivu jednotlivých ploch, poté byly do analýzy zahrnuty další ostatní proměnné. Analýza od sebe zřetelně odlišila snímky z níže položených lokalit na Poledníku (plochy 1, 2, 4 a 5) a snímky z ploch v Jedlovém dole a na Bukovci, jejichž vliv po zahrnutí ploch z Poledníku jako kovariát již nebyl signifikantní. Snímky z výše položené plochy na Poledníku vykazují v rámci analýzy izolované postavení.

Po zahrnutí všech ploch jako kovariát do analýzy byl testován vliv ostatních proměnných: rozklad ( $F=3,16$ ,  $p=0,001$ ), zápoj ( $F=1,94$ ,  $p=0,005$ ). Zbývá proměnná smrk, vyjadřující druh dřeviny, již nebyla dostatečně signifikantní ( $F=1,4$ ,  $p=0,091$ ). Výsledek analýzy je uveden v Tabulce 10. V Grafu 5 je znázorněn vztah proměnných ke snímkům z jednotlivých ploch, Graf 6 znázorňuje vztah jednotlivých druhů k plochám. Graf 7 je vyjádřením vztahu vybraných druhů k průběhu rozkladu metodou Species response curves. Zobrazeny jsou pouze druhy, jejichž odpověď na vliv rozkladu byla signifikantní alespoň na hladině významnosti  $p<0,05$ . V Grafu 8 jsou zobrazeny druhy se signifikantní odpovědí na proměnnou Zápoj.

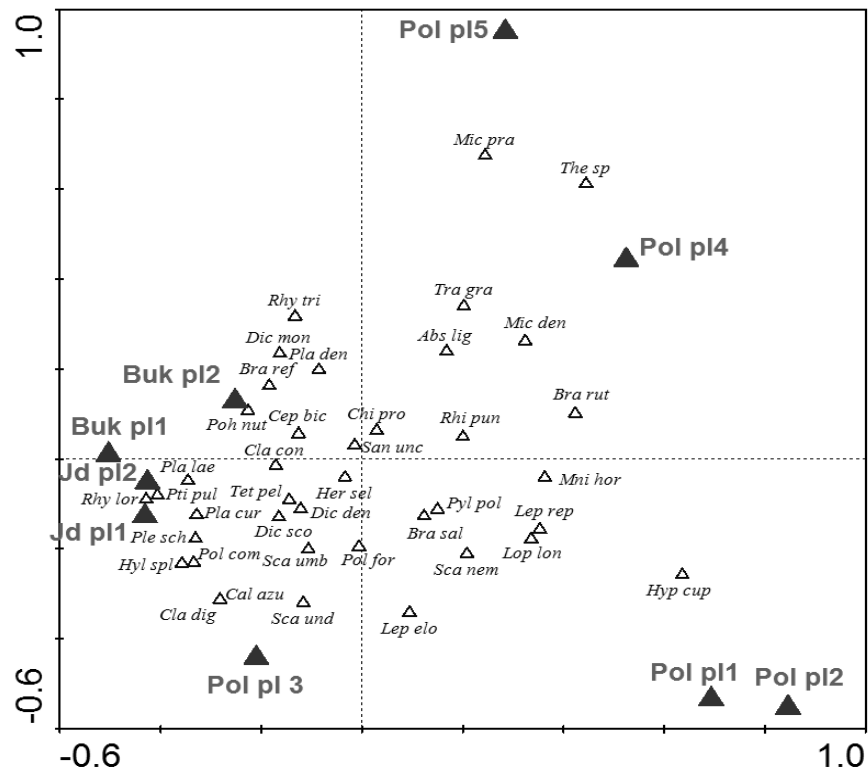
**Tabulka 10:** Výsledek CCA snímků z bučin

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues:	0.227	0.147	0.108	0.064	3.378
Species-environment correlations:	0.863	0.780	0.709	0.739	
Cumulative percentage variance					
of species data:	6.7	11.1	14.3	16.2	
of species-environment relation:	31.4	51.7	66.5	75.3	
Sum of all eigenvalues					3.378
Sum of all canonical eigenvalues					0.725

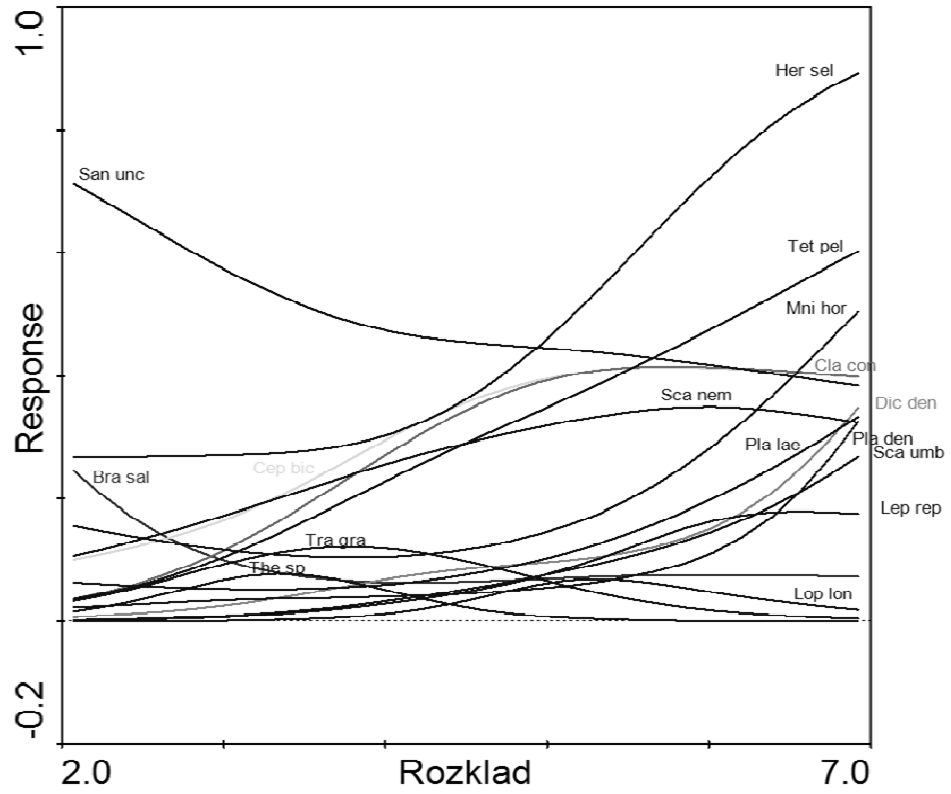
**Graf 5:** Ordinační diagram CCA snímků z bučin, vyznačeny environmentální proměnné a snímky klasifikované podle příslušnosti k ploše



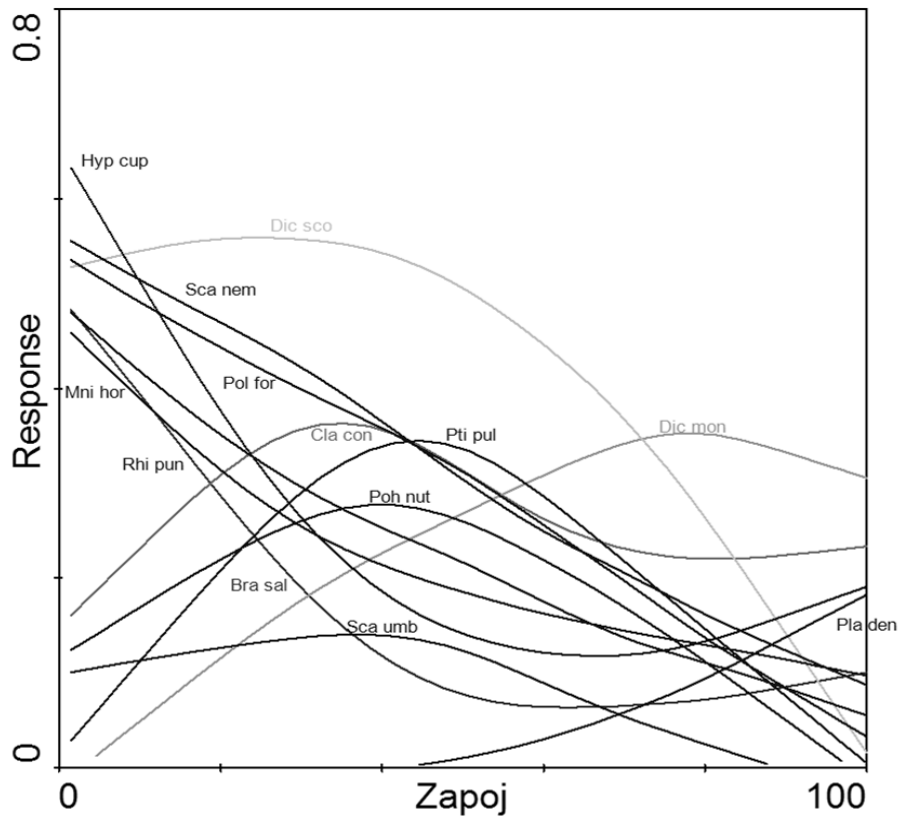
**Graf 6:** Ordinační diagram vztahu druhů k plochám



**Graf 7:** Vztah druhů k proměnné rozklad testovaný metodou Species response curves (GAM), bučiny



**Graf 8:** Vztah druhů k proměnné zápoj testovaný metodou Species response curves, bučiny





Snímky z Poledníku byly opět analyzovány metodou DCA (celková variabilita v druhových datech činila 33,3%), a poté metodou CCA forward selection. Analyzováno bylo 52 snímků a 25 druhů. Do analýzy byly zahrnuty proměnné prostředí představované jednotlivými plochami a dále proměnné rozklad a zápoj. Druh dřeviny byl vynechán, jelikož všechny kmeny byly bukové.

Nejprve byl testován vliv jednotlivých ploch na vysvětlenou variabilitu. Poté, co byla plocha 5 zahrnuta do analýzy jako kovariáta, byl již vliv ostatních ploch, stejně jako proměnná zápoj, nesignifikantní. Na základě těchto výsledků byly do konečné analýzy zahrnuty pouze 2 signifikantní proměnné, jež nejlépe vysvětlovaly variabilitu v datech, rozklad ( $F=2,74$ ,  $p=0,001$ ) a plocha 5 ( $F=3,34$ ,  $p=0,001$ ), jež se od ostatních ploch odlišuje vyšším zápojem, s nímž vykazovala silnou korelaci, a nízkým podílem balvanitých akumulací. Tyto proměnné vysvětlily 11,4% celkové variability. První osa byla silně korelována s proměnnou plocha 5, druhá osa vykazuje silnou korelaci s proměnnou rozklad.

V Tabulkách 11 a 12 jsou uvedeny výsledky DCA a CCA s proměnnými rozklad a plocha 5 (Pol pl 5). Graf 9 znázorňuje ordinační diagram CCA analýzy.

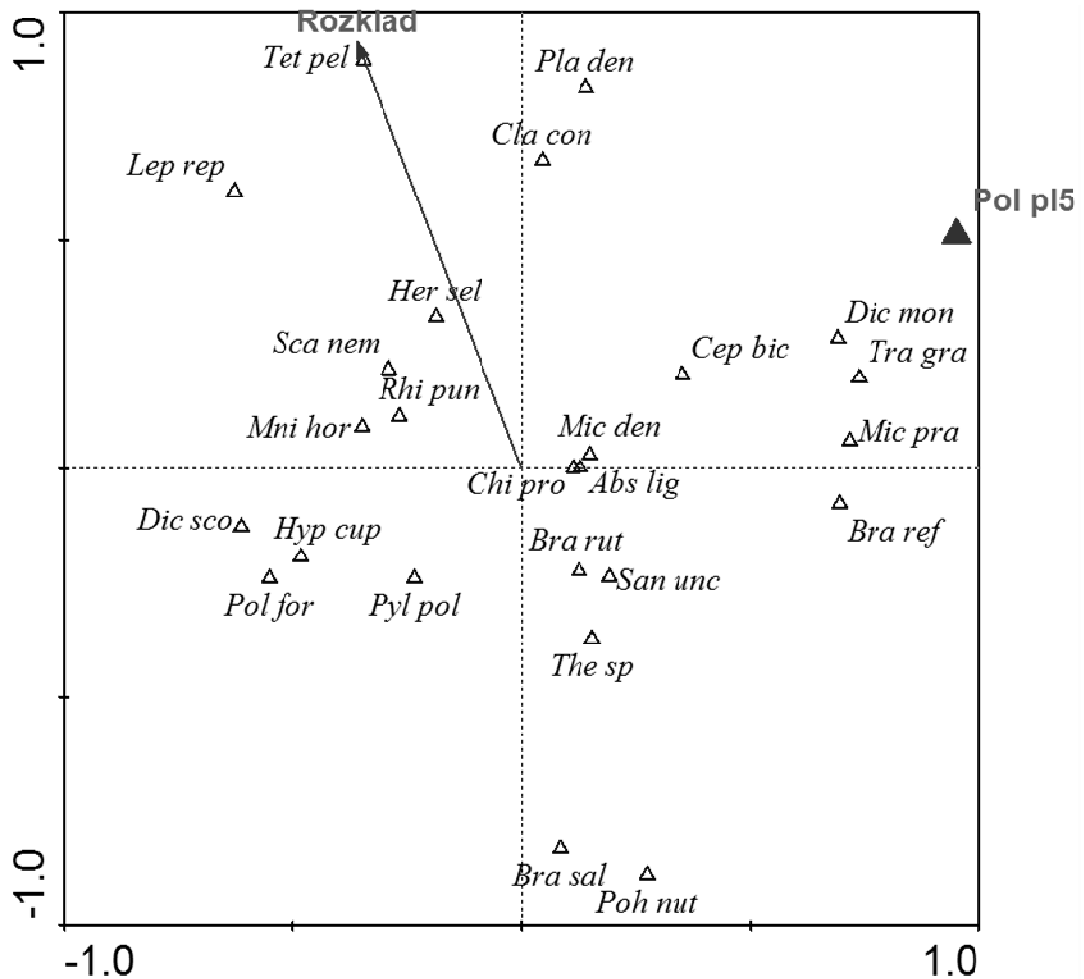
**Tabulka 11:** Výsledky DCA snímků z Poledníku (plochy 1, 2, 4 a 5)

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues:	0.381	0.303	0.182	0.127	2.983
Lengths of gradient:	3.849	3.258	2.858	2.586	
Cumulative percentage variance of species data:	12.8	22.9	29.0	33.3	
Sum of all eigenvalues					2.983

**Tabulka 12:** Výsledky CCA forward selection snímků z Poledníku, signifikantní proměnné rozklad a plocha 5

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues:	0.211	0.130	0.364	0.258	2.983
Species-environment correlations :	0.803	0.709	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance of species data:	7.1	11.4	23.6	32.3	
of species-environment relation:	62.0	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues					2.983
Sum of all canonical eigenvalues					0.341

**Graf 9:** Ordinační diagram CCA na snímcích z Poledníku (plochy 1, 2, 4 a 5)



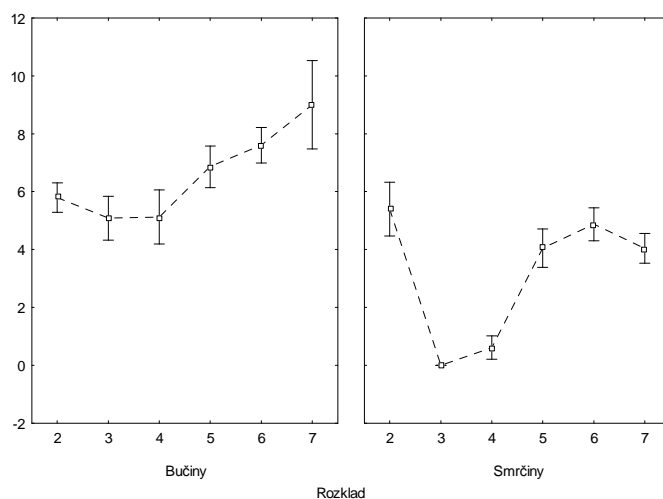
### 5.3 ZMĚNY DIVERZITY V PRŮBĚHU SUKCESE

Účelem analýzy bylo zjistit, zda a jak se mění frekvence druhů mechorostů a lišejníků v průběhu sukcese. Byla stanovena nulová hypotéza, že průměrný počet druhů je ve všech stádiích (stádia 2 až 7) rozkladu stejný. Jelikož data nesplňovala podmínky pro použití parametrické analýzy rozptylu ANOVA (normalita rozdělení a homogenita rozptylů), bylo použito Kruskal-Wallisova testu, jenž je neparametrickou obdobou tohoto typu analýzy. Rozptyl dat byl stabilizován odmocninovou transformací  $X' = \sqrt{X+0,5}$ . U průkazných výsledků byla dále aplikována mnohonásobná porovnání pořadí průměrů ve všech skupinách, kterými lze zjistit, ve kterých stádiích se druhová diverzita významně liší. Do této analýzy, stejně jako do následujících analýz byly zařazeny všechny, tedy i prázdné snímky.

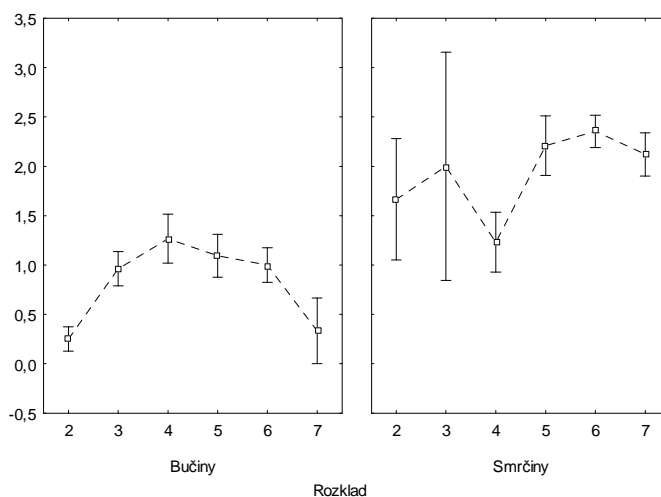
Test prokázal v bučinách signifikantní rozdíl ( $p < 0,05$ ) v diverzitě všech druhů mezi 3. a 6. stádiem, přičemž u mechorostů byl významný rozdíl mezi 3. a 6. stádiem, u lišejníků mezi stádiem 2 a stádii 4 až 6.

U lokalit s dominancí smrku prokázal test signifikantní rozdíl v diverzitě všech druhů mezi stádiem 4 a stádii 5 až 7, u mechorostů mezi stádiem 4 a stádii 2 a 5 až 7, u lišejníků mezi stádii 4 a 6. Graf 10 ukazuje zřetelný pokles diverzity mechorostů ve stádiích 3 a 4. Graf 11 ukazuje zřetelný nárůst počtu druhů lišejníků ve stádiích 3 a 4 u bučin, u lokalit se smrskem je pokles početnosti druhů mezi 3. a 4. stádiem nejednoznačný, což naznačuje velká střední chyba průměru.

**Graf 10:** Průměrná frekvence druhů mechorostů na kmeni v bučinách a ve smrčinách, v grafu vynesena průměr počtu druhů a střední chyba průměru



**Graf 11:** Průměrná frekvence druhů lišejníků na kmeni v bučinách a ve smrčinách, v grafu vynesena průměr počtu druhů a střední chyba průměru



## 5.4 ROZDĚLENÍ DRUHŮ DO SKUPIN PODLE EKOLOGIE A MORFOLOGIE

Druhy byly rozděleny dle morfologie do šesti skupin: játrovky (H), pleurokarpní mechy (P), akrokarpní mechy (A), rašeliníky (S), makrolišejníky (M) a korovité mikrolišejníky (C). Dle substrátových charakteristik byly druhy rozděleny do pěti skupin: druhy epifytické (E), epixylické (X), oportunistické (O), terestrické (T) a epilitické (L). Přehled druhů s uvedenými zkratkami morfologických a ekologických kategorií a frekvencemi výskytu druhů na jednotlivých lokalitách a celkovou frekvencí je uveden v Příloze 2.

Mezi druhy měly největší zastoupení akrokarpní mechy (26), následované pleurokarpními mechy (25), játrovkami (17), korovitými mikrolišejníky (15), makrolišejníky (13) a rašeliníky (3). Podle substrátových preferencí byly nejvíce zastoupeny druhy oportunistické (36), následované druhy terestrickými (26), epixylickými (16), epifytickými (14) a epilitickými (7).

Vzájemné zastoupení druhů v kategoriích morfologických forem a kategoriích dle substrátových charakteristik se významně lišilo ( $\chi^2=54,6693$ ,  $df=20$ ,  $p=0,000046$ ). Mezi játrovkami převažovaly druhy terestrické a oportunistické, zatímco právě epixylické játrovky byly pouze čtyři. Mezi akrokarpními mechy byly nejvíce zastoupeny druhy terestrické a epilitické, mezi pleurokarpními mechy vysoce převažovaly druhy oportunistické. Mezi makrolišejníky se vyskytovaly pouze dva epifytické druhy, více bylo druhů oportunistických a epixylických. Korovité lišejníky byly téměř rovnoměrně zastoupeny mezi epifytickými, epixylickými a oportunistickými druhy. Přehled vzájemného zastoupení morfologických a ekologických skupin je uveden v následující Tabulce 13.

**Tabulka 13:** Vzájemné zastoupení morfologických kategorií a kategorií dle substrátových preferencí

	Epifytické (E)	Epixylické (X)	Oportunistické (O)	Terestrické (T)	Epilitické (L)	Celkem
Játrovky (H)	1	4	5	7	0	17
Akrokarpní mechy (A)	3	2	4	11	6	26
Pleurokarpní mechy (P)	3	1	15	5	1	25
Rašeliníky (S)	0	0	0	3	0	3
Makrolišejníky (M)	2	5	6	0	0	13
Korovité lišejníky (L)	5	4	6	0	0	15
<b>Celkem</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>36</b>	<b>26</b>	<b>7</b>	<b>99</b>

### 5.3.1 ANALÝZA FREKVENCÍ MORFOLOGICKÝCH KATEGORIÍ

Byla porovnávána frekvence druhů jednotlivých morfologických kategorií mezi kategoriemi rozkladu na různých typech stanovišť a celkem. Z analýzy byly

vynechány rašeliničky s nízkou frekvencí výskytu. Rozdíly v zastoupení jednotlivých morfologických forem ve stádiích rozkladu byly opět testovány pomocí Kruskal-Wallisovy neparametrické analýzy variance a mnohonásobného porovnání pořadí průměrů u signifikantních výsledků Kruskal-Wallisova testu ( $p < 0,05$ ). Data byla upravena odmocninovou transformací. Průměrné frekvence morfologických forem jsou znázorněny v Grafu 12 a 13. Výsledky testů jsou pro lepší možnost porovnání uváděny přímo v popiskách grafů.

U smrkových lokalit nebylo takové srovnání možné, protože na většině stanovišť nebyla téměř vůbec zastoupena stádia 2 a 3. Porovnány byly tedy pouze průměrné frekvence zastoupení jednotlivých skupin ve stádiích 4 až 7. Porovnání bylo provedeno zvlášť na lokalitách zapojených smrčín, na imisních holinách a na Rašeliništích Jizery.

Dále byly analyzovány pokryvnosti jednotlivých morfologických kategorií zaznamenané v obdélníkové mřížce na lokalitě Poledník (plocha 4 a 5). Snímky pocházely z 31 kmenů, celkově byla zaznamenána pokryvnost jednotlivých druhů a dalších charakteristik na 490 dílčích ploškách o rozměru 10 x 10 cm. Charakteristiky zaznamenané v dílčích ploškách (kůra, odchlípení kůry, měkkost dřeva, trhliny, humus) byly podle těchto charakteristik převedeny na zjednodušující semikvantitativní stupnici rozkladu v důsledku jejich silné vzájemné korelace.

Byla porovnáována pokryvnost jednotlivých morfologických kategorií v rámci stádií rozkladu a rozdíl v pokryvnostech těchto kategorií v závislosti na stádiu rozkladu a poloze na kmeni (bok a vrch kmene).

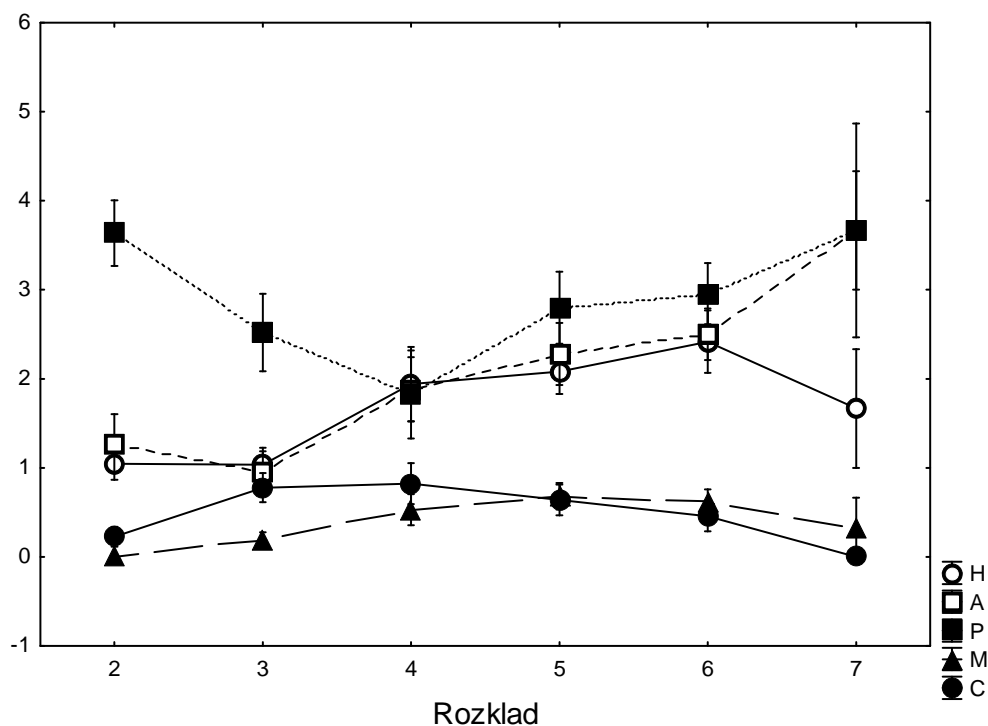
Data s procentuálními pokryvnostmi kategorií nespĺňovala předpoklady použití parametrického testu (normalita rozdělení, homogenita rozptylů), a proto byla upravena arcsinovou transformací ( $p' = \arcsin \sqrt{p}$ ). Přestože i po transformaci vykazovalo rozdělení dat odchylky od normálního rozdělení, s přihlédnutím k relativně velkému počtu pozorování, robustnosti statistiky a zároveň nedostupnosti neparametrické obdoby vícefaktorové analýzy variance v běžných statistických programech byla učiněn pokus o použití vícefaktorové analýzy variance (Faktorial ANOVA) s náhodnou proměnnou Kmen a proměnnými s pevným efektem, Bok a Rozklad.

Signifikantní rozdíl v interakci mezi stádiem rozkladu a pozicí na kmeni byl nalezen pouze u makrolišejníků ( $p = 0,000001$ ). U pleurokarpních mechů byl nalezen signifikantní rozdíl v rámci pozice na kmeni ( $p = 0,0346$ ) a v rámci rozkladu

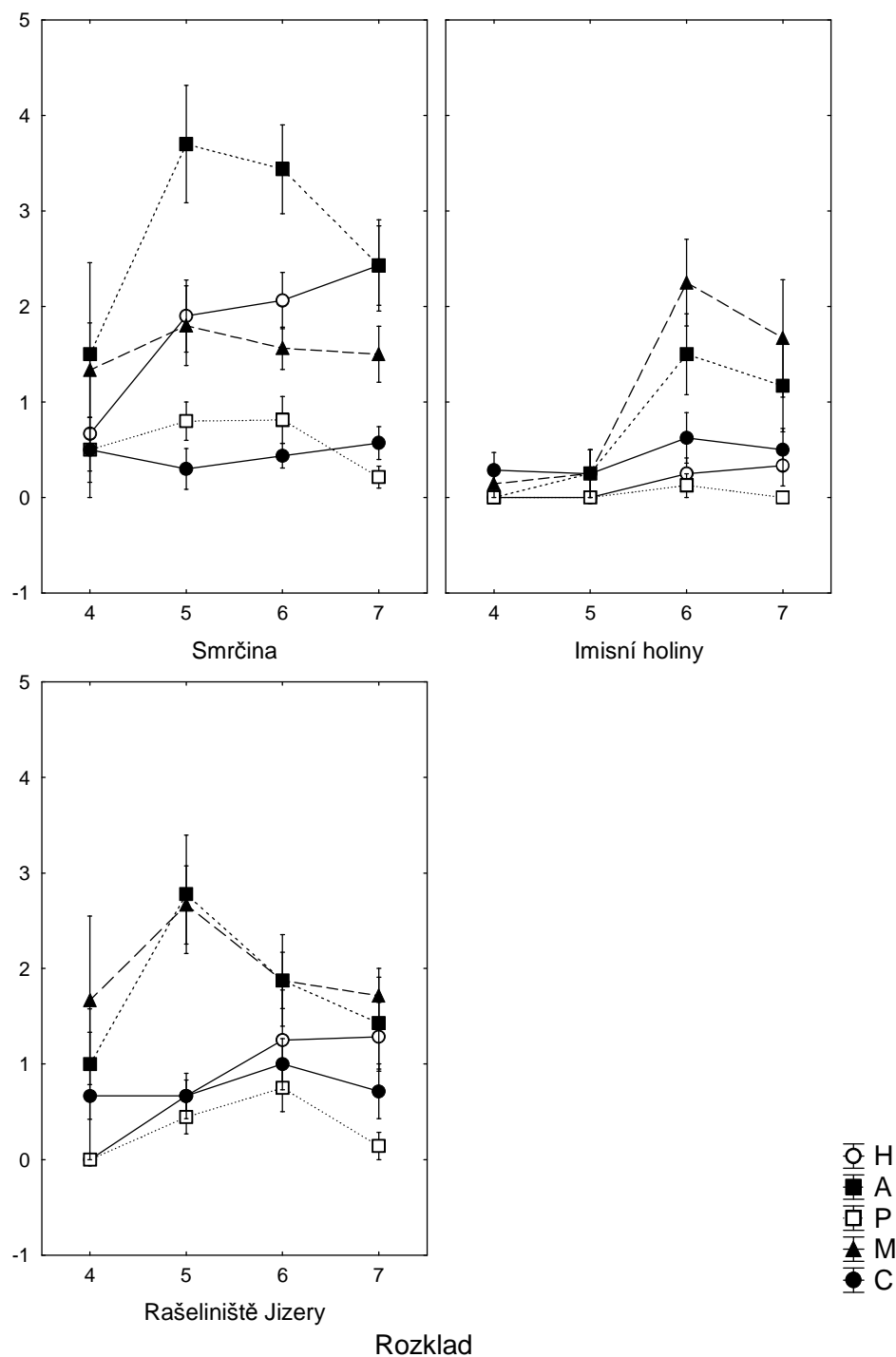
( $p=0,0365$ ), nikoli však v jejich interakci. U těchto dvou skupin byl dále aplikován Tukeyho test mnohonásobného porovnání, který však vykazoval zcela jiné výsledky.

Z tohoto důvodu se další testování omezilo pouze na neparametrickou jednocestnou Kruskal-Wallisovu analýzu variance a mnohonásobné porovnání průměrů, jimiž byly testovány pokryvnosti v jednotlivých stádiích rozkladu zvlášť pro bok a vrch kmene, jež byly ve všech případech signifikantní ( $p<0,01$ ). Výsledky testu mnohonásobného porovnání průměrů jsou uvedeny v popisce Grafu 12, jež zobrazuje mediánové hodnoty pokryvnosti jednotlivých morfologických forem v průběhu rozkladu. Vzájemné rozdíly v zastoupení kategorií v závislosti na pozici na kmeni byly ponechány pouze na vizuálním posouzení s ohledem na nebezpečí růstu pravděpodobnosti chyby 1. druhu (Lepš 1995) s rostoucím počtem porovnávaných průměrů při opakovaném testování dvojic (v tomto případě bok/vrch pro každou kategorii a každé stádium rozkladu).

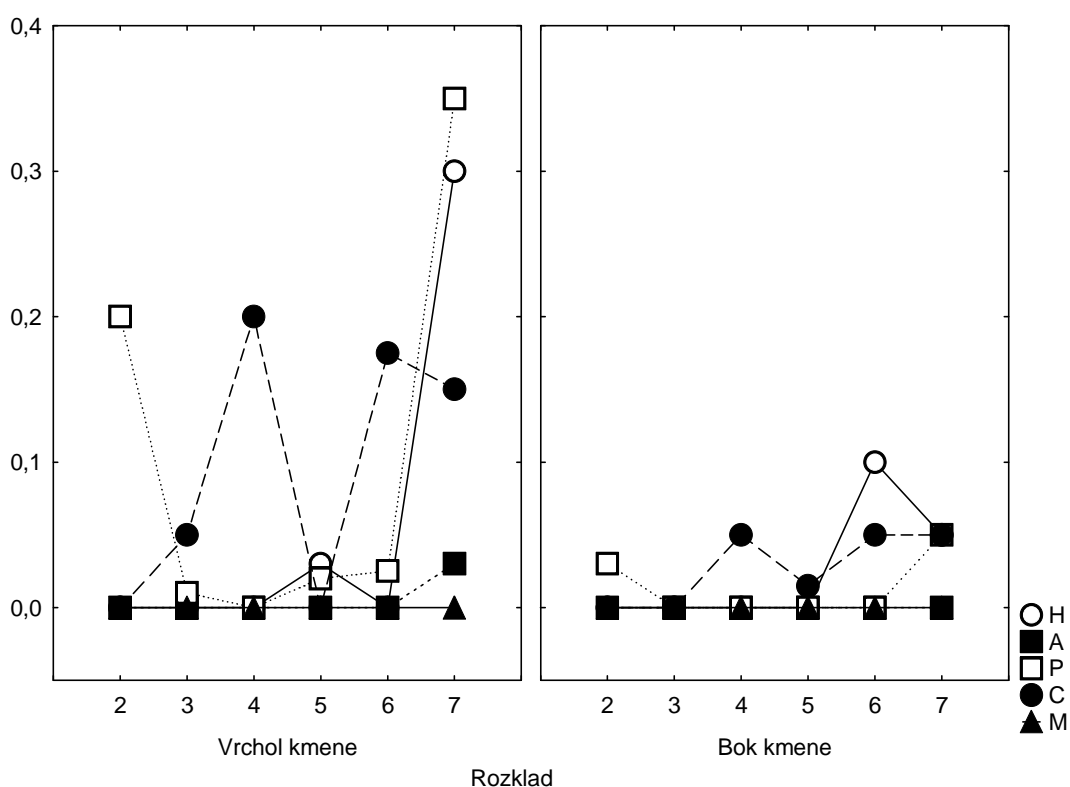
**Graf 12:** Průměrná frekvence morfologických kategorií na kmeni v rámci jednotlivých stádií rozkladu v bučinách, v grafu vynesena průměrná frekvence a střední chyba průměru (H – játrovky, A – akrokarpní mechy, P – pleurokarpní mechy, M – makrolišejníky, C – korovité mikrolišejníky), játrovky ( $p=0,0003$ ) rozdíl 2 vs. 5 a 6, akrokarpní mechy ( $p=0,0002$ ) rozdíl 2 vs. 5 a 6, pleurokarpní mechy a korovité lišejníky rozdíl nesignifikantní, makrolišejníky ( $p=0,0001$ ) rozdíl 2 vs. 5 a 6, 3 vs. 5.



**Graf 13:** Průměrná frekvence morfologických kategorií na kmeni v rámci jednotlivých stádií rozkladu na různých typech stanovišť přirozených smrčín, v grafu vynesena průměrná frekvence a standardní chyba průměru (zkratky kategorií viz Graf 17), jätrovky nesignifikantní, akrokarpní mechy ( $p=0,009$ ) 4 vs. 6 na imisních holinách, pleurokarpní mechy a korovité lišejníky nesignifikantní, makrolišejníky ( $p=0,0018$ ) 4 vs. 6 na imisních holinách, ostatní stanoviště nesignifikantní



**Graf 14:** Mediánové hodnoty pokryvnosti morfologických kategorií na vrcholech a bocích kmenů podle měnící se textury dřeva vyjádřené semikvantitativní stupnicí popsanou v metodice, v kapitole 2.4 (zkratky kategorií viz Graf 12), játrovky ( $p < 0,0001$ ) rozdíl 2 až 4 vs. 5 a 7 vrch kmene, ( $p < 0,0001$ ) rozdíl 2 vs. 5 až 7, rozdíl 3 vs. 6 až 7, rozdíl 4 vs. 5 až 7 bok kmene, akrokarpní mechy nesignifikantní, pleurokarpní mechy ( $p < 0,0001$ ) rozdíl 2 vs. 3 až 5, rozdíl 3 až 5 vs. 7 vrch kmene, ( $p < 0,0001$ ) rozdíl 2 vs. 3 až 5 bok kmene, korovité mikrolišejníky ( $p < 0,0001$ ) rozdíl 2 vs. 3, 4 a 6, rozdíl 5 vs. 4 a 6 vrch kmene, ( $p < 0,0001$ ) rozdíl 2 vs. 4 až 7 bok kmene, makrolišejníky nesignifikantní



### 5.3.2 ANALÝZA FREKVENCÍ KATEGORIÍ DLE SUBSTRÁTOVÝCH PREFERENCÍ

Zastoupení ekologických kategorií v rámci stádií rozkladu bylo analyzováno stejnými metodami jako předchozí porovnávání morfologických kategorií. Mnohonásobné porovnání průměrů bylo provedeno pouze u kategorií, jejichž výsledky Kruskal-Wallisova testu byl signifikantní ( $p < 0,05$ ). U bučin se signifikantně lišilo zastoupení epixylických druhů. Podobné rozdíly byly nalezeny i mezi zastoupením epixylických druhů v různých stádiích rozkladu mezi odděleně testovanými níže položenými plochami na Poledníku a výše položenými plochami v Jedlovém dole a na Bukovci. Výsledky testu jsou uvedeny u příslušných grafů (Graf 15 a 16).

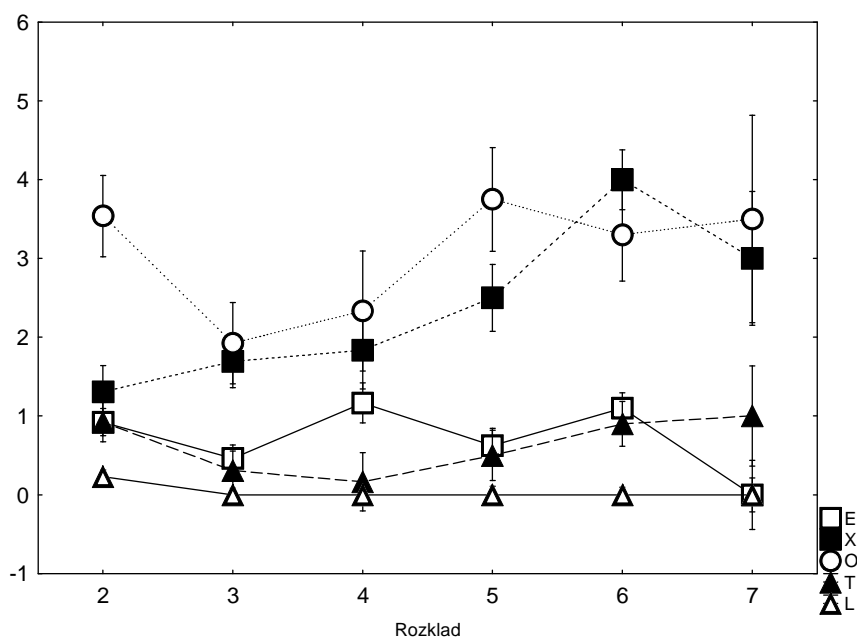


V případě smrkových lokalit bylo opět zvlášť analyzováno zastoupení ekologických kategorií u zapojených smrčín, imisních holin a na Rašeliništích Jizery. Signifikantní rozdíl byl nalezen u epixylických a oportunistických druhů na imisních holinách a u oportunistických druhů na Rašeliništích Jizery. Výsledky mnohonásobného porovnání průměrů jsou uvedeny v popisce Grafu 17.

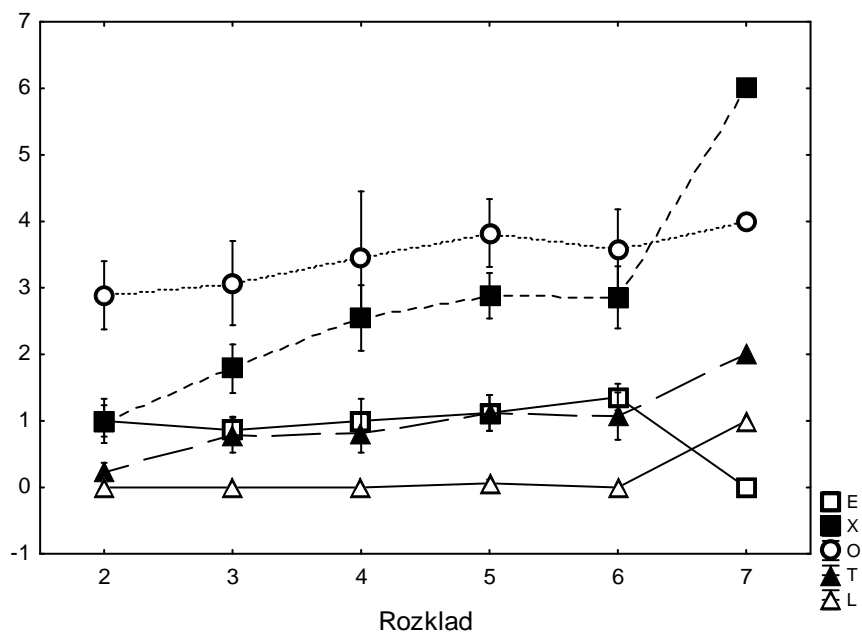
K vyhodnocení dat pokryvností v rámci ekologických kategorií ze snímků v obdélníkové mřížce na Poledníku bylo použito stejných metod jako u morfologických kategorií. Analyzovány byly pouze epifytické, epixylické, oportunistické a terestrické druhy. Epilitické druhy nebyly ve snímcích zachyceny. Výsledek parametrického testu vícefaktorové analýzy variance nebyl v případě interakce mezi stádiem rozkladu a pozicí na kmeni signifikantní u žádné z kategorií.

Rozdíly v pokryvnostech ekologických kategorií mezi stádii rozkladu na bocích a vrcholech kmenů byly opět testovány Kruskal-Wallisovou neparametrickou analýzou variance. Test byl signifikantní u všech kategorií kromě terestrických druhů ( $p < 0,05$ ), které nebyly zahrnuty do dalšího testování metodou mnohonásobného porovnání průměrů. Výsledky testu jsou uvedeny v popisce Grafu 18, který udává mediánové hodnoty pokryvností jednotlivých kategorií.

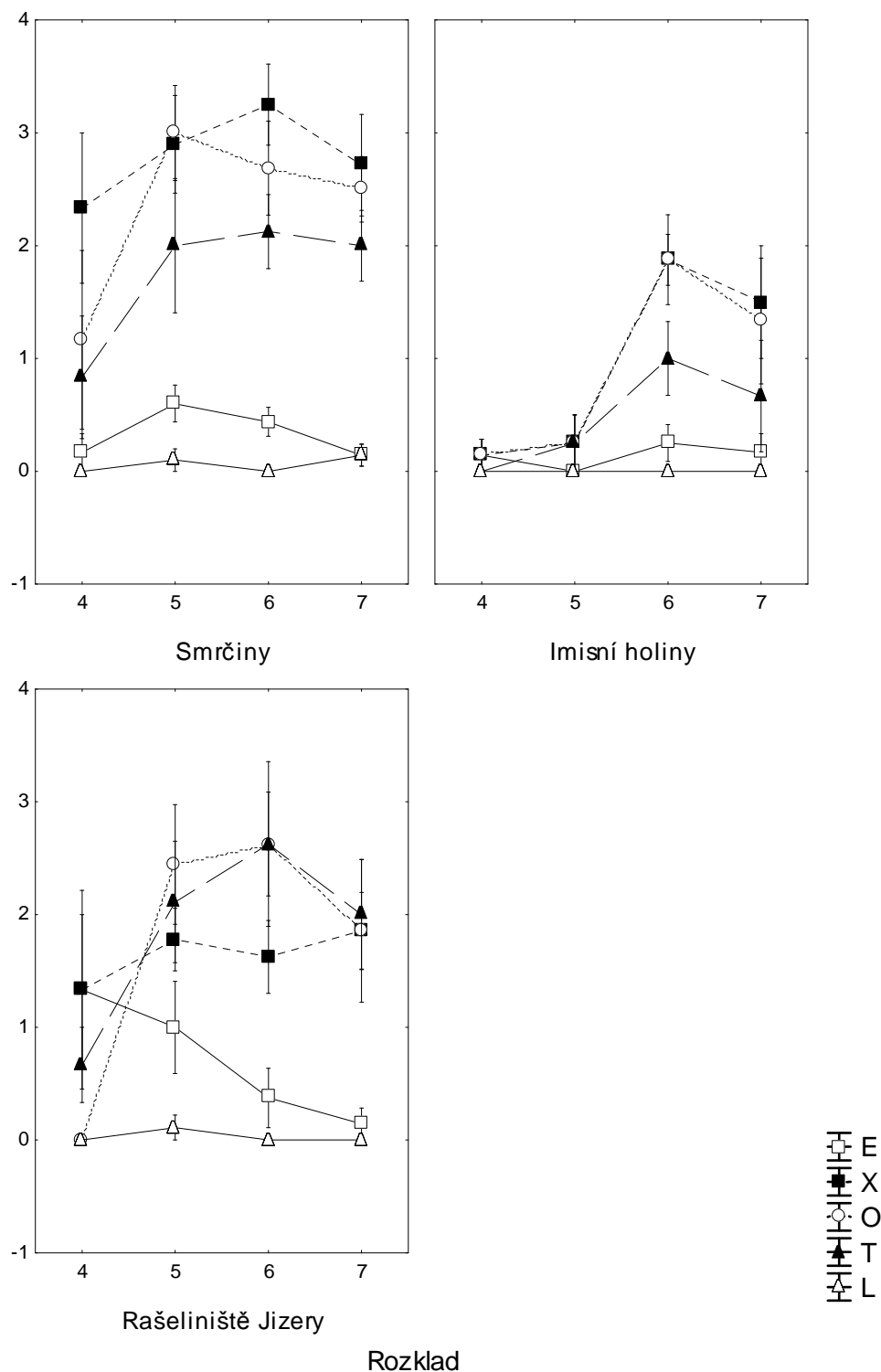
**Graf 15:** Průměrná frekvence ekologických kategorií na kmeni v rámci stádií rozkladu na lokalitě Poledník (plochy 1, 2, 4 a 5), vynesena průměr a střední chyba průměru, (E = epifytické, X = epixylické, O = oportunistické, T = terestrické, L = epilitické druhy), epixylické druhy ( $p=0,0009$ ) rozdíl 2, 3 vs. 6, ostatní kategorie nesignifikantní



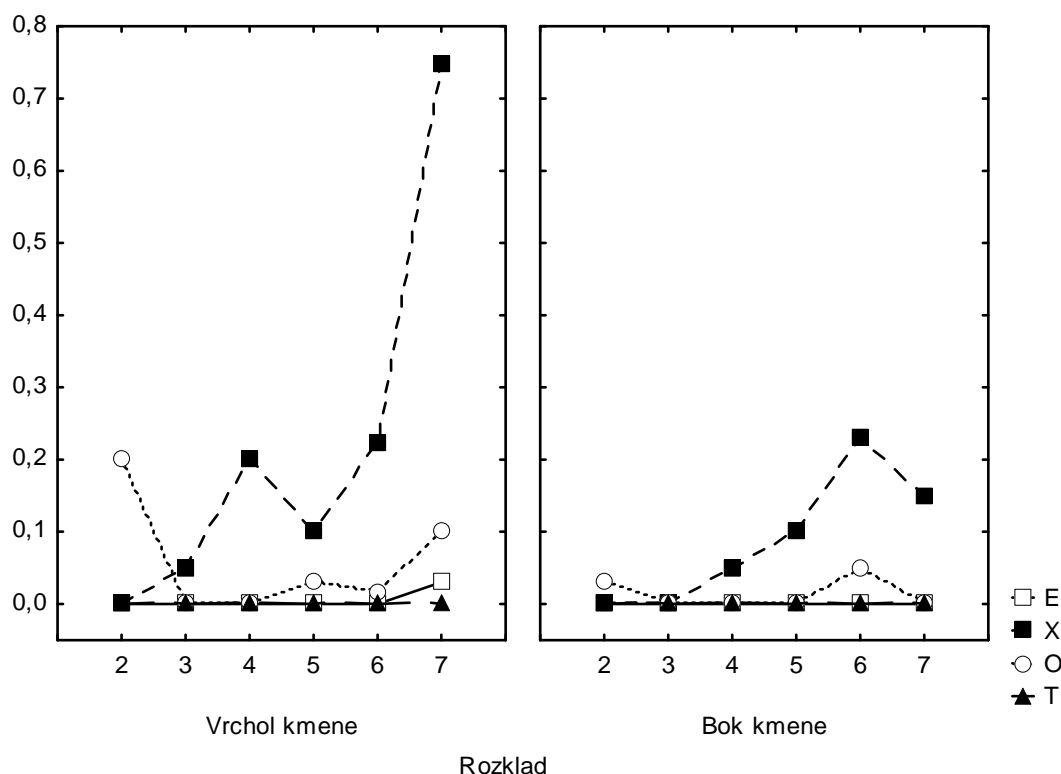
**Graf 16:** Průměrná frekvence ekologických kategorií na kmeni v rámci stádií rozkladu v bučinách na lokalitách Jedlový důl a Bukovec v bučinách na lokalitách Jedlový důl a Bukovec (zkratky kategorií viz Graf 15), epixylické druhy ( $p=0,0033$ ) rozdíl 2 vs. 5 a 6, ostatní kategorie nesignifikantní



**Graf 17:** Průměrná frekvence ekologických kategorií na kmeni v rámci stádií rozkladu na lokalitách s přirozeným výskytem smrku (zkratky kategorií viz Graf 15), epixylické druhy ( $p=0,0033$ ) rozdíl 4 vs. 6 imisní holiny, oportunistické druhy ( $p=0,0054$ ) rozdíl 4 vs. 6 imisní holiny, ( $p=0,0365$ ) rozdíl 4 vs. 6 Rašeliniště Jizery, ostatní nesignifikantní



**Graf 18:** Mediánové hodnoty pokrývnosti morfologických kategorií na vrcholech a bocích kmenů podle měnící se textury dřeva vyjádřené semikvantitativní stupnicí popsanou v metodice, v kapitole 2.4 (zkratky kategorií viz Graf 17), epixylické druhy ( $p < 0,0001$ ) rozdíl 2 vs. 3 až 7 vrch kmene, ( $p < 0,0001$ ) rozdíl 2 vs. 4 až 7, rozdíl 3 vs. 5 až 7, rozdíl 4 vs. 6 bok kmene, oportunistické druhy ( $p < 0,0001$ ) rozdíl 2 vs. 3 až 7, rozdíl 3 vs. 7, rozdíl 4 vs. 7 vrch kmene, ( $p < 0,0001$ ) rozdíl 2 vs. 6 a 7 bok kmene



## 7. DISKUSE

### 7.1 DRUHOVÁ DIVERZITA NA STUDOVANÝCH LOKALITÁCH

Na všech lokalitách celkem bylo nalezeno 99 taxonů mechorostů a lišejníků. Poměr počtu druhů na jednotlivých lokalitách byl poměrně vyrovnaný. Nejvíce druhů mechorostů a lišejníků bylo zaznamenáno na lokalitě Poledník (64 taxonů), což může být samozřejmě způsobeno detailnějším studiem lokality, ale i větší heterogenitou prostředí danou zejména výskytem četných blokových a balvanitých akumulací a změnou zastoupení druhů ve výškovém gradientu mezi plochami, jež se pravděpodobně projevila v odlehlosti snímků z výše položené plochy (č. 3) ve výsledcích ordinačních analýz.

Obecně se vyskytovalo více druhů v bučinách nežli ve smrčinách na Jizeře a Černé hoře, což může být v souladu s vyšší druhovou diverzitou lišejníků a mechorostů na kmenech listnatých dřevin, kterou zjistily Mills & Macdonald (2004), ale i ochuzením diverzity epixylických společenstev v souvislosti s fragmentací lesních stanovišť v důsledku rozsáhlých kalamit v 2. polovině 20. století.

Společenstva byla obvykle tvořena relativně vysokým počtem frekventovaných druhů a nízkým počtem lokálně vzácných druhů, což dobře koresponduje s pracemi jiných autorů (např. Söderström 1988a, Ódor & Standovár 2001, Heilmann-Clausen et al. 2005).

Na lokalitách obvykle převažovaly mechy nad játrovkami a lišejníky. Na Jizeře a Rašeliništích Jizery byl však poměr mezi mechy a lišejníky dosti vyrovnaný, což odpovídá otevřenosti stanovišť.

Většina lokalit byla velmi chudá na epifytické druhy, jež byly nejvíce zastoupeny korovitými lišejníky (*Hypocenomyce scalaris*, *Lecanora conizaeoides*, *Lepraria elobata*, *Micarea viridileprosa* a *Porina aenea*). Z epifytických makrolišejníků se na mrtvém dřevě vyskytovaly pouze běžné druhy *Hypogymnia physodes* a *Parmeliopsis ambigua*, přičemž oba druhy byly nalezeny pouze na lokalitě Rašeliniště Jizery.

Pleurokarpní epifytické mechy se vyskytovaly také velmi sporadicky a pouze ve třech druzích. *Hypnum pallescens* a *Serpoleskea subtilis* byly na mrtvém dřevě nalezeny pouze na lokalitě Poledník, zatímco druh *Pylaisia polyantha* se vyskytoval velmi obecně na různých typech stanovišť a v různých stádiích rozkladu.

Rovněž akrokarpní epifytické mechy byly zastoupeny pouze třemi druhy, z nichž dva, *Dicranum montanum* a *D. tauricum* vykazovaly širší ekologickou amplitudu ve vztahu ke stádiím rozkladu. Druh *Otrhotrichum* sp. byl zaznamenán pouze jednou na lokalitě Poledník v malém, odumírajícím trsu, neboť tento druh patrně špatně snáší přechod z vertikální do horizontální pozice při pádu kmene a častěji se vyskytuje na větvích odumřelých stromů (Ódor & van Dort 2002). Z epifytických játrovek byl zaznamenán pouze druh *Ptilidium pulcherrimum*, který se zde vyskytoval pouze v bučinách, nejvíce v Jedlovém dole.

Podle výsledků analýzy morfologických a ekologických kategorií jsou specializované epifytické druhy v počátečních stádiích rozkladu co do počtu druhů i pokryvnosti většinou nahrazovány oportunistickými druhy bez vyhraněných nároků na typ substrátu.

Zastoupení specializovaných epixylických druhů bylo vyšší než u druhů epifytických. Vzácnější epixylické druhy se však vyskytovaly pouze mezi makrolišejníky rodu *Cladonia*. Ohrožený epixylický druh *Cladonia carneola* byl zaznamenán pouze na lokalitě Rašeliniště Jizery, ohrožení blízka *Cladonia polydactyla* byla vzácně zaznamenána na mrtvých kmenech v odumřelých smrčinách na Jizeře a Černé hoře.

Korovité epixylické lišejníky byly zastoupeny téměř výhradně druhy rodu *Micarea*, nejčastěji druhem *M. denigrata* preferujícím otevřená stanoviště a *M. prasina* s. l. častějším naopak na zastíněných stanovištích. Relativně častým epixylickým druhem byl také efemérní lišejník *Absconditella lignicola*, vyskytující se hojněji v bučinách na Poledníku, v Jedlovém dole, ale i v zachovalém zbytku smrčiny na Jizeře.

Epixylické játrovky byly zastoupeny pouze čtyřmi dosti běžnými druhy. Játrovka *Chiloscyphus profundus* byla vůbec nejobecněji se vyskytujícím druhem v bučinách. Ve smrčinách se druh vyskytoval spíše sporadicky. Poměrně často se vyskytovala také *Lophozia longiflora* častější na smrkových stanovištích. *Scapania umbrosa* naopak spíše preferovala bučiny. *Lepidozia reptans* byla relativně častá pouze na lokalitě Poledník.

Mezi akrokarpními mechy se vyskytovaly pouze dva specializované epixylické druhy, hojně se vyskytující druh *Tetraphis pellucida* bez větších nároků na výběr stanoviště a druh *Dicranodontium denudatum* běžný zejména na Poledníku a Černé hoře. Z pleurokarpních epixylitů se vyskytoval pouze druh *Herzogiella seligeri* hojný v bučinách, zatímco na lokalitách se smrkem se druh téměř nevyskytoval.

Stejně jako epifytické druhy, zdají se být i epixylické druhy často nahrazovány ve společenstvech oportunistickými druhy. Terestrické druhy se vyskytovaly s mnohem nižší frekvencí, významější poměrné zastoupení mají ve společenstvech na smrkových stanovištích. Epilitické druhy se vyskytovaly pouze zřídka a většinou se jednalo o drobné akrokarpní mechy.

## 7.2 KOMENTÁŘ K ZAJÍMAVÝM DRUHŮM

*Absconditella lignicola* Vězda et Pišút, LC – pravděpodobně často přehlížený, efemérní korovitý lišejník vázaný výskytem zejména na mrtvé dřevo (Smith et al.

2009), v Jizerských horách poprvé zaznamenaný Kocourkovou (2001, nepubl.) v Jedlovém dole a posléze i na Rašeliništích Jizery. Druh se zdá poměrně hojný na lokalitách Poledník a Jedlový důl, nalezen však byl také na Jizeře. Druh se často vyskytoval společně s *Micarea prasina* s. l. a *Chiloscyphus profundus* jako první kolonizátor obnaženého dřeva po opadu kůry ve stádiích 3 a 4, kdy je dřevo nekolonizované pionýrskými druhy, ale častěji než *Micarea prasina* s. l. i v pozdějších stádiích rozkladu na obnažených ploškách dřeva mezi mechy *Sanionia uncinata*, *Herzogiella seligeri*, *Tetraxis pellucida*, *Chiloscyphus profundus* v 6. stádiu rozkladu. Druh byl v průběhu snímkování nalézán plodný v období od 2. poloviny srpna do konce října. Častěji se vyskytoval na zastíněných, vlhkých stanovištích.

*Cladonia carneola* (Fr.) Fr., VU – ohrožený lišejník vázaný zejména na tlející dřevo (Smith et al. 2009), Kocourkovou (2008, nepubl.) udávaný z lokality Rašeniliště Jizery. V rámci této práce byl lišejník nalezen na téže lokalitě na naplaveném kmeni na břehu Jizery (plocha č. 1) a na dvou kmenech částečně ponořených v rašeliništi na okraji mrtvého lesa (plocha č. 3) společně s dalšími zástupci rodu *Cladonia*, *Trapeliopsis granulosa*, *Micarea denigrata*, rašeliníky a mechorostem *Warnstorfia pseudostraminea*. V rámci stádií rozkladu se druh zdá být nevyhraněný, vyskytoval se na relativně čerstvě padlém kmeni, i ve středním a pozdním stádiu rozkladu (stádia 1, 3 a 6).

*Cladonia polydactyla* (Flörke) Spreng., LR-nt – druh vázaný zejména na tlející dřevo (Smith et al. 2009). V rámci této studie nalezen v zapojených smrčínách i na imisních holinách na Jizeře a Černé hoře v pozdních stádiích rozkladu (stádia 6 a 7) ve společnostech s dalšími zástupci rodu *Cladonia*.

*Cladonia ramulosa* (With.) J. R. Laundon, LR-nt – druh rostoucí na různých substrátech na vřesovištích, rašeliništích, pařezech apod. (Smith et al. 2009). Druh byl nalezen ve smrčíně na Bukovci (plocha č. 3) ve společnosti dalších zástupců rodu *Cladonia*, jätrovek *Cephalozia bicuspidata*, *Chiloscyphus profundus*, *Lophozia longiflora*, *Scapania umbrosa* a mechů *Brachythecium reflexum*, *Dicranum montanum*, *D. scoparium*, *D. tauricum*, *Plagiothecium laetum*, *Polytrichastrum*

*formosum*, *Polytrichum strictum*, *Sanionia uncinata* a *Tetraphis pellucida* ve středních stádiích rozkladu (stádia 4 a 5).

*Micarea viridileprosa* Coppins et Van den Boom, LR-nt – epifytický korovitý lišejník rostoucí na kyselé borce, dřevě a příležitostně terestricky, často patrně přehlížený (Smith et al. 2009). Druh byl nalezen sterilní v rašelinné smrčíně na Černé hoře (plocha č. 1) na kmeni v raném stádiu rozkladu (stádium 2) v doprovodu játrovek *Calypogeia azurea*, *Cephalozia bicuspidata*, *Chiloscyphus profundus*, *Lophozia longiflora*, mechů *Brachythecium reflexum*, *B. salebrosum*, *Dicranum scoparium*, *Herzogiella seligeri*, *Plagiothecium curvifolium*, *P. laetum*, *Pleurozium schreberi*, *Pohlia nutans*, *Polytrichastrum formosum*, *Polytrichum juniperinum*, *Sphagnum capillifolium*, *Tetraphis pellucida* a lišejníků *Cladonia* spp. a *Micarea denigrata*.

*Serpoleskea subtilis* (Hedw.) Loeske, LR-nt – drobný epifytický pleurokarpní mech, nejčastěji na kůře buků, klenů, jilmů, vzácně na skalách a kamenech, převážně vápencových, horský druh známý ze všech našich vyšších pohoří, v nížinách vzácný (Kučera et al. 2009). Druh byl nalezen na Poledníku rostoucí epifyticky na starém buku (Zemanová 2009) a v rané fázi rozkladu na kůře ležících buků ve společnosti druhů *Sanionia uncinata*, *Hypnum cupressiforme*, *Pylaisia polyantha*, *Brachythecium rutabulum* a *B. salebrosum* na prosvětlenějších stanovištích.

*Warnstorfia pseudostraminea* (Müll. Hal.) Tuom. & T. J. Kop., CR – kriticky ohrožený pleurokarpní mech rostoucí většinou na periodicky zaplavovaných místech rašelinišť v horách, z Jizerských hor dosti hojně udáván (Jizerka, Smědava, Polední kameny, Vlčí louka, Nová louka, vodopád Desné aj.), dále udáván v Krkonoších v oblasti Úpské jámy a Labského dolu a také z okolí Chotěboře, pravděpodobně mnohem hojnější, ale neodlišován od druhu *Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske (Kučera et al. 2009). V rámci této studie byl druh nalézán v poměrně hojných populacích v okolí kmenů i jinde na Rašeliništích Jizery. Druh byl zaznamenán na naplavených kmenech na břehu Jizery (plocha č. 1) a na podmáčené louce s ostrůvky vrchovišť na okraji mrtvého lesa (plocha č. 2). Na kmenech se vyskytoval v pokročilejších stádiích rozkladu (stádia 5 a 6) v doprovodu rašeliníků, játrovek *Cephalozia bicuspidata*, *Pellia* sp., *Scapania umbrosa*, *S. undulata*, mechů *Dicranum*



*montanum*, *D. scoparium*, *D. tauricum*, *Pohlia nutans*, *Polytrichastrum longisetum*, *Polytrichum commune*, *Tetraxis pellucida* a lišejníků rodu *Cladonia*, *Micarea prasina* s. l., *Placynthiella icmalea* a *Trapeliopsis granulosa*.

### 7.3 ZMĚNY DIVERZITY A MECHOROSTŮ A LIŠEJNÍKŮ V PRŮBĚHU SUKCESE

#### 7.3.1 ZMĚNY DRUHOVÉ DIVERZITY Z HLEDISKA MORFOLOGICKÝCH FOREM

Z analýzy frekvencí druhů mechorostů a lišejníků v návaznosti na jednotlivá stádia rozkladu byly potvrzeny změny diverzity druhů v průběhu sukcese. Diverzita druhů byla testována zvláště na stanovištích buku a na stanovištích smrku.

Na obou typech stanovišť dochází mezi stádii 3 a 4 k poklesu diverzity mechorostů, jež byl pozorován i dalšími autory (McAlister 1997, Mills & Macdonald 2004). Tento pokles není u bučin zdaleka tak výrazný ve srovnání s předchozími stádii jako v případě smrkových lokalit. S postupujícím rozkladem se diverzita mechorostů zvyšuje v obou případech, což bylo pozorováno řadou autorů (Crites & Dale 1998, Rambo & Muir 1998, Mills & Macdonald 2004, Heilmann-Clausen et al. 2005).

Frekvence mechorostů je ve všech stádiích rozkladu vyšší u bučin nežli u smrčin, což je dáno zejména rozdílným poměrem játrovek, akrokarpních a pleurokarpních mechů na těchto stanovištích. V bučinách je poměr mezi všemi třemi morfologickými skupinami mechorostů značně vyrovnaný, což dobře koresponduje se studii biodiverzity mechorostů v evropských bučinách (Ódor & van Dort 2002), zatímco u smrkových lokalit vysoce převažují akrokarpní mechy (smrčiny, imisní holiny a Rašeliniště Jizery) a pleurokarpní mechy téměř chybí. Frekvence játrovek je ve smrčinách a na Rašeliništích Jizery rovněž vyšší nežli u pleurokarpních mechů.

Rozdílné změny diverzity v průběhu rozkladu mezi stanovišti byly nalezeny i u lišejníků. V bučinách vrcholí diverzita lišejníků ve 4. stádiu rozkladu, zatímco ve smrčinách nastává v tomto stádiu zřetelný propad. To je opět způsobeno rozdílným poměrem mezi makrolišejníky a korovitými lišejníky na obou typech stanovišť.

V bučinách je poměr mezi makrolišejníky a korovitými lišejníky značně vyrovnaný a frekvence obou skupin je velmi nízká. Vrcholná frekvence druhů ve 4.

stádiu rozkladu je způsobena nástupem korovitých lišejníků *Micarea* spp. a efemérního druhu *Absoconditella lignicola*, případně *Thelocarpon* sp., jež kolonizují čerstvě obnažené tvrdé dřevo, které není vhodné pro kolonizaci jinými epixylickými druhy větších forem, a v dalších stádiích jsou tyto drobné lišejníky vytlačovány konkurenceschopnějšími druhy.

Na smrkových lokalitách převažují makrolišejníky nad korovitými lišejníky na všech třech typech stanovišť. Drobné korovité lišejníky mají obecně velmi nízkou frekvenci, vyrovnanou přinejmenším ve středních a pozdních stádiích rozkladu (časnější stadia rozkladu nebyla na těchto stanovištích téměř zachycena).

Diverzita makrolišejníků, zastoupených téměř výhradně druhy rodu *Cladonia*, je značně vyšší. Frekvence druhů makrolišejníků je na všech typech smrkových stanovišť dosti podobná. Na Rašeliništích Jizery jsou společně s akrokarpními mechy převažujícími formami, na imisních holinách jsou dokonce nejzastoupenější formou. V zapojených smrčinách, kde je celkově vyšší diverzita druhů, převažují nad makrolišejníky akrokarpní mechy a játrovky.

Diverzita makrolišejníků je v případě zapojených smrčin a na Rašeliništích Jizery nejvyšší v 5. stádiu rozkladu a dále zřetelně klesá. Na imisních holinách nastupují makrolišejníky až v 6. stádiu rozkladu, což je způsobeno celkově zpožděnou sukcesí na tlejících kmenech, pozorovanou i u dalších morfologických forem.

### 7.3.2 ZMĚNY DIVERZITY Z HLEDISKA SUBSTRÁTOVÝCH PREFERENCÍ DRUHŮ

Zastoupení epifytických druhů je dosti nízké na všech typech stanovišť i v raných fázích rozkladu. V bučinách je běžným epifytem *Pylaisia polyantha*, jež kolonizuje kmeny již v raných stádiích rozkladu a vytrvává až do pozdních stádií. Mizí obvykle až v 7. stádiu rozkladu. Mnohem běžnější jsou na těchto stanovištích oportunistické pleurokarpní mechorosty rodu *Brachythecium* (zejména *B. salebrosum* a *B. reflexum*) a *Sanionia uncinata*.

Nahrazování epifytických druhů ve společenstvech druhy oportunistickými bylo na Poledníku pozorováno i na živých kmenech (Zemanová 2009). Pravých epifytických druhů je zde málo, z mechorostů byly nalezeny pouze druhy *Ptilidium pulcherrimum*, *Hypnum pallescens*, *Orthotrichum affine* Schrad. ex Brid., *Dicranum*

*montanum*, *Serpoleskea subtilis* a *Dicranoweissia cirrata* (Hedw.) Lindb., která je nejrozšířenějším epifytem v lokalitě, často rostoucím osamoceně na zdejších bucích. Druh se šíří v poslední době díky své odolnosti vůči imisím (Kučera 2009). Druh *Pylaisia polyantha*, klasifikovaný jako epifyt, nebyl na živých stromech v lokalitě nalezen a zdá se, že se zde vyskytuje právě v raných fázích rozkladu na padlých kmenech. Podle Hazell et al. (1998) obrůstá tento mechorost spíše bazální části stromů společně s *Hypnum cupressiforme* a *Sanionia uncinata*.

Na smrkových lokalitách se epifyty vyskytují rovněž velmi sporadicky. Více jsou zastoupeny pouze na Rašeliništích Jizery makrolišejníky *Hypogymnia physodes* a *Parmeliopsis ambigua* a mikrolišejníky *Lecanora conizaeoides* a *Hypocenomyce scalaris*. Tyto druhy pozorovala v minulých letech Kocourková (2008, nepubl.) i na lokalitách Jizera, Bukovec, Černá hora aj., na studovaných mrtvých ležících kmenech však na těchto lokalitách byl nalezen pouze druh *Lecanora conizaeoides*.

Diverzita epixylických druhů na většině stanovišť narůstá s postupujícím rozkladem. V bučinách, zapojených smrčinách a na imisních holinách jsou obvykle společně s oportunistickými druhy nejvíce se podílejícími formami na sukcesi na mrtvém dřevě. Na Rašeliništích Jizery nad nimi svým výskytem převažují terestrické druhy.

V bučinách jsou epixylické druhy zastoupeny zpravidla mechorosty všech morfologických forem. Jejich diverzita narůstá plynule do pozdějších stádií rozkladu. Vrcholná diverzita nastává v 6. nebo 7. stádiu rozkladu. Ve výše položených bučinách na Bukovci a v Jedlovém dole byl zaznamenán prudký nárůst diverzity epixylických druhů v 7. stádiu rozkladu, zatímco na Poledníku nebyl rozdíl mezi 6. a 7. stádiem zřetelný.

Na smrkových lokalitách se mezi epixylickými druhy hojně vyskytují makrolišejníky rodu *Cladonia*, preferující hlavně otevřená stanoviště na Rašeliništích Jizery a na imisních holinách. Epixylické játrovky a akrokarpní mechy jsou častější v zapojených smrčinách. Vrcholná diverzita epixylických druhů byla v zapojených smrčinách a na imisních holinách pozorována v 6. stádiu rozkladu, na Rašeliništích Jizery bylo zastoupení epixylických druhů v průběhu rozkladu relativně vyrovnané.

Protože nebyla časnější stadia rozkladu na smrkových lokalitách téměř zastížena, je těžké určit, v kterých stádiích dochází k nástupu epixylických druhů. U zapojených smrčin je diverzita mezi 4. a 7. stádiem poměrně vyrovnaná. Na imisních

holinách opět dochází ke zpožděnému nástupu epixylických druhů, stejně jako dalších kategorií, až v 6. stádiu rozkladu.

Oportunistické druhy mají vysoké zastoupení na všech stanovištích. Na lokalitě Poledník dochází k poměrně zřetelnému poklesu diverzity oportunistických druhů ve 3. a 4. stádiu rozkladu, tedy opět ve stádiích, kdy dochází k výměně společenstev v důsledku opadu kůry. Ve výše položených bučinách v Jedlovém dole a na Bukovci však k žádnému takovému poklesu očividně nedochází a zastoupení oportunistických druhů je v průběhu rozkladu oproti ostatním ekologickým kategoriím relativně vysoké a vyrovnané.

V zapojených smrčínách a na Rašeliníštích Jizery nastupují oportunistické druhy v 5. stádiu rozkladu, patrně později, nežli druhy epixylické. Na imisních holinách se jejich nástup opět zpožďuje až do 6. stádia rozkladu. Diverzita oportunistických druhů na všech smrkových lokalitách klesá směrem k 7. stádiu rozkladu.

Terestrické druhy se v sukcesi významněji uplatňují pouze na smrkových lokalitách, což je ale dáno obecně nižší druhovou diverzitou těchto stanovišť oproti bučinám. Často se jedná o ploníky, játrovky rodu *Calypogeia*, mech *Pohlia nutans*, na Rašeliníštích Jizery také rašeliníky a pleurokarpní mech *Warnstorfia pseudostraminea*. Epilitické druhy se na sukcesi podílejí pouze výjimečně a dle výsledků analýz a pozorování nevykazují žádnou vyhraněnou preferenci k některému ze stádií rozkladu, častěji snad byly zastiženy ve 2. a 7. stádiu rozkladu.

#### 7.4 ZMĚNY POKRYVNOSTI V PRŮBĚHU SUKCESE Z HLEDISKA MORFOLOGICKÝCH A EKOLOGICKÝCH FOREM

Pokryvnost morfologických forem sledovaná na Poledníku se s měnící se texturou dřeva významně lišila. Rozdílnosti lze vypořádat i v rámci pozice na kmeni. Pokryvnost jednotlivých forem byla v různých stádiích obvykle vždy vyšší na vrcholech než na bocích kmenů. Nebylo bohužel zachyceno 1. stádium rozkladu, kdy jsou kmeny čerstvě padlé a nelze vysledovat přerůstání obligátně a fakultativně epifytických druhů do dalších stádií rozkladu.

Ve 2. stádiu rozkladu, kdy je na kmeni přítomna kůra, se na kmenech prosazovaly především oportunistické pleurokarpní mechy, které měly značně vyšší pokryvnost na vrcholech kmenů. Dominance fakultativních epifytů v tomto stádiu

rozkladu, jež vytrvávají až do opadu kůry, byla pozorována v řadě dalších studií (Harmon 1986, Rambo & Muir 1998, Ódor & van Dort 2002, Jansová & Soldán 2006, Kushevskaya et al. 2007, Madžule & Brūmelis 2008).

Ve 3. stádiu, kdy začíná kůra opadávat, mizely i pleurokarpní mechy. Naopak rostla pokryvnost epixylických korovitých mikrolišejníků (v tomto případě zejména *Micarea prasina* s. l., případně *Absconditella lignicola*), které byly jedinými formami schopnými kolonizovat čerstvě obnažený substrát. Kolonizace obnaženého dřeva mikrolišejníky byla pozorována již dříve (např. Bunnell et al. 2008). Mikrolišejníky se objevovaly nejdříve na vrcholech kmenů, zatímco na bocích jejich pokryvnost vzrůstala až v 4. stádiu rozkladu, kdy je dřevo holé a tvrdé a pokryvnost těchto druhů vrcholí. Rambo & Muir (1998) pozorovali již v této fázi rozkladu kolonizaci epixylickými játrovkami, zejména druhem *Chiloscyphus profundus*, a kolonizaci prvními mechorosty na vrcholech kmenů, což bylo na Poledníku pozorováno zejména u játrovky *Chiloscyphus profundus*, sporadicky i u *Cephalozia bicuspidata*.

V 5. stádiu rozkladu, kdy dřevo měkne a tvoří se trhliny, docházelo jak na vrcholech, tak na bocích kmenů k významnému propadu pokryvnosti mikrolišejníků, které se více udržovaly na bocích kmenů, a nástupu epixylických játrovek a pleurokarpních mechů na vrcholech kmenů, kde se rovněž začínaly prosazovat oportunistické druhy (obvykle pleurokarpní mechy).

V 6. stádiu, kdy odpadávají kusy dřeva, opět prudce vzrůstala pokryvnost korovitých mikrolišejníků (zpravidla opět druhu *Micarea prasina* s. l. a *Absconditella lignicola*) na vrcholech i bocích kmenů, což může být vysvětleno opětovnou kolonizací obnažených plošek po odpadu kusů dřeva. Pokryvnost mikrolišejníků byla opět vyšší na vrcholech než na bocích kmenů. Vrcholy kmenů byly porůstány oportunistickými a epixylickými pleurokarpními mechy, zatímco na bocích se uplatňovaly především epixylické játrovky, což pozorovali také např. Rambo & Muir (1995), Soldán & Jansová (2006).

V 7. stádiu, kdy již zůstává pouze jádrové dřevo, docházelo na vrcholech kmenů k prudkému nárůstu pokryvnosti epixylických pleurokarpních mechů a játrovek, oportunistické druhy měly pokryvnost mnohem nižší. Vytrvávaly i korovité mikrolišejníky. Vrstla také pokryvnost akrokarpních mechů, zejména druhu *Tetraphis pellucida*. Na bocích byla pokryvnost všech forem mnohem nižší a vyskytovaly se téměř vyrovnaně játrovky a mikrolišejníky a uplatňovat se začínaly

rovněž pleurokarpní mechy. V této fázi rozkladu vzniká silně kompetiční prostředí, ve kterém obvykle nakonec zcela převládnu pleurokarpní mechy nad ostatními formami (Söderström 1988a, Rambo & Muir 1998).

## 7.5 NÁSTIN SUKCESNÍCH ŘAD NA STUDOVANÝCH STANOVIŠTÍCH

### 7.5.1 RAŠELINIŠTĚ JIZERY

Rašeliniště Jizery byla ordinační analýzou dosti zřetelně odlišena od ostatních stanovišť s přirozeným výskytem smrku, neboť řada druhů byla nalezena v rámci této studie výhradně na této lokalitě. Hlavní odlišnosti stanoviště spočívají ve vyšší diverzitě epifytických a epixylických lišejníků. Kmeny bývají částečně ponořené ve vodě nebo leží v rašeliništi, a proto se v sukcesi uplatňují jednak druhy otevřených stanovišť reprezentované zejména lišejníky a zároveň druhy rašeliništní.

Ranější stádia rozkladu nebyla téměř zachycena, lze však předpokládat, že jsou kmeny v těchto fázích rozkladu kolonizovány na vrcholech zejména epifytickými lišejníky *Hypogymnia physodes*, *Parmeliopsis ambigua*, *Hypocenomyce scalaris* a *Lecanora conizaeoides*.

S postupujícím rozkladem se objevují akrokarpní mechy, zejména *Dicranum tauricum*, *Pohlia nutans* a lišejníky *Cladonia coniocraea*, příp. *C. macilenta*. V pokročilejších stádiích rozkladu se uplatňují i ploníky (*Polytrichastrum longisetum* a *Polytrichum commune*), dutohlávky *Cladonia ochrochlora* a *C. pyxidata*, korovitě lišejníky *Placynthiella icmalea* a *Trapeliopsis granulosa*. Kmeny ležící v rašeliništích jsou postupně přerůstány rašeliničky (zejména *Sphagnum capillifolium*) a pleurokarpním mechchem *Warnstorfia pseudostraminea*.

### 7.5.2 ZAPOJENÉ SMRČINY

Na vrcholových partiích se vlivem rozsáhlých větrných a hmyzích kalamit v 2. polovině 20. století do dnešní doby uchovalo pouze torzo někdejších rozsáhlých smrkových porostů. Z absence epifytů a vzácnějších epixylických druhů, lze usuzovat, že zdejší společenstva byla těmito kalamitami vážně narušena, neboť i menší mezery v lesním mikroklimatu, jakými jsou například holoseče, mají zřetelně negativní efekt, především na druhy s nízkou schopností šíření (Heilmann-Clausen et al. 2005). Z vysoké frekvence jätrovek lze však usuzovat, že mají tyto porosty

relativně příznivé mikroklima pro rozvoj bohatších epixylických společenstev. Problémem však zůstává fragmentace stanovišť, která bude přetrvávat ještě po mnoho desetiletí až prvních stovek let, a rovněž kontinuální přísun mrtvého dřeva, jež je zde zastoupeno zejména v pokročilých stádiích rozkladu, zatímco časná stádia často na stanovištích úplně chybí.

V prvních fázích rozkladu se uplatňují zejména oportunistické pleurokarpní mechy *Brachythecium reflexum*, *B. salebrosum*, *Sanionia uncinata*, *Pleurozium schreberi* a *Plagiothecium curvifolium*. Z epifytů se zřídka vyskytuje pouze *Pylaisia polyantha*.

S postupujícím rozkladem přibývají epixylické druhy *Dicranodontium denudatum* a *Cladonia digitata* v doprovodu oportunistických druhů *Rhizomnium punctatum*, *Plagiothecium laetum* a *Dicranum scoparium*, později se začínají objevovat epixylické játrovky *Scapania umbrosa* a *Lophozia longiflora* a epixylický akrokarpní mech *Tetraphis pellucida*. V posledních stádiích rozkladu se prosazují zejména terestrické játrovky *Calypogeia* spp.

### 7.5.3 IMISNÍ HOLINY

V případě imisních holin lze podle druhové skladby usuzovat, že po kalamitách došlo kompletně k výměně epixylických společenstev. Většina lesních druhů mechorostů je velmi citlivá na vysychání stanovišť (Söderström 1988b) a ani přes velké množství ležícího mrtvého dřeva není schopna tento substrát úspěšně kolonizovat (Shields et al. 2007). V průběhu sukcese se uplatňuje jen několik málo druhů dobře snášejících extrémní podmínky, které zde nastaly v důsledku odlesnění. O tom svědčí i zpoždění sukcese oproti ostatním studovaným smrkovým stanovištím. Při rozkladu padlých souší se uplatňuje tzv. „suchá hniloba“, Jankovským (1999) popisovaná jako typ „Gloeophyllum“, typická pro imisní holiny. Dřevo je na povrchu mumifikováno a vytváří odolný skelet s vysokou povrchovou aciditou a nepříznivými vlhkostními poměry.

Tento typ hniloby se vyskytuje i v mrtvých smrčínách na Rašeliništích Jizery, kde je však diverzita druhů v průběhu sukcese mnohem vyšší i v dřívějších stádiích rozkladu. To lze vysvětlit přítomností rašelinišť, jež mají příznivý vliv na vlhkost vzduchu a vyrovnávání teplotních extrémů.

Počáteční stádia rozkladu nebyla na lokalitách zastižena, neboť zde v současnosti zcela chybí zdroj mrtvého dřeva. Lze však očekávat, že dřevo zůstává nekolonizované až do pozdních stádií rozkladu (6. stádium), kdy dochází k narušení povrchového skeletu. V dřívějších stádiích rozkladu jsou schopny kolonizace kmenů pouze druhy *Micarea denigrata* a *Lecanora conizaeoides*. V příznivějších podmínkách, nejspíš pod mírným zápojem, se mohou vyskytovat i druhy *Pylaisia polyantha* a *Pleurozium schreberi*.

S postupujícím rozkladem se objevují drobné akrokarpní mechy *Pohlia nutans* a *Dicranum tauricum* a dutohlávky *Cladonia digitata*, *C. macilenta*, *C. pyxidata* a *C. polydactyla*. V pokročilé fázi rozkladu se na příhodných mikrostanovištích mohou vyskytovat i druhy *Tetraphis pellucida*, *Polytrichastrum formosum* a *Calypogeia neesiana*.

#### 7.5.4 BUČINY

Ordinační analýzou byly zřetelně odlišeny výše položené bučiny na Bukovci a v Jedlovém dole od bučin na Poledníku. Tento rozdíl je jistě způsoben výškovým gradientem, který se pohybuje cca v rozmezí 500 – 600 m n. m. u nižších ploch na Poledníku, přes 700 – 800 m n. m. u výše položené plochy na Poledníku a v Jedlovém dole, cca do 950 m n. m. na Bukovci. Navzdory tomuto 450 m dlouhému výškovému gradientu jsou společenstva na všech studovaných lokalitách velmi podobná a odlišují se spíše poměrem v zastoupení druhů, nežli vlastní druhovou skladbou. Velmi podobné druhové složení mají zejména bučiny v Jedlovém dole a na Bukovci, kde se patně nijak výrazně neprojevuje vliv bazického podloží na složení bryoflóry a lichenoflóry na mrtvém dřevě.

Bučiny na Poledníku jsou naopak značně heterogenním stanovištěm, což je způsobeno přítomností četných blokových a balvanových akumulací. Na relativně malých plochách se tak mění světelné podmínky i úživnost stanovišť a mikroklíma, jež má na suťových stanovištích svůj zvláštní režim, způsobovaný cirkulací vzduchu mezi balvany (Kubát 1972). Z tohoto důvodu zde působí celá řada obtížně sledovatelných gradientů prostředí. V této studii je rozlišován pouze rozdíl mezi stanovišti s vyšším podílem sutí (plocha 1, 2 a 4) a mezi stanovištěm zapojeným, neovlivňovaným výskytem sutí (plocha 5). Ordinační analýzou byl potvrzen výrazný



rozdíl mezi těmito dvěma typy stanovišť a lze zde zhruba vylišit minimálně dvě sukcesní řady.

Otevřenější suťová stanoviště na Poledníku jsou druhově bohatší zejména na mechorosty, jejichž diverzita je vyšší u sutí se severní expozicí (Kubešová & Chytrý 2005). V sukcesí se uplatňují i druhy, jejichž existence je na lokalitě vázána právě na přítomnost sutí.

V prvních stádiích rozkladu jsou kmeny obrůstány druhy *Brachythecium salebrosum*, *B. rutabulum*, *Sanionia uncinata*, *Pylaisia polyantha*, *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum scoparium*, zatímco na zapojených stanovištích je to zpravidla pouze druh *Brachythecium reflexum*, případně *B. rutabulum*.

Ve středních stádiích rozkladu se objevují zejména drobné korovité lišejníky *Micarea denigrata*, *M. prasina* s. l., *Absoconditella lignicola* a *Thelocarpon* sp. Otevřenější stanoviště preferuje *Micarea denigrata*, zatímco *M. prasina* s. l. je často jediným druhem kolonizujícím na zastíněných stanovištích kmeny v tomto stádiu rozkladu.

V pokročilých stádiích rozkladu jsou kmeny na suťových stanovištích obrůstány druhy *Mnium hornum*, *Scapania nemorea*, *Rhizomnium punctatum*, *Herzogiella seligeri* a příležitostně dalšími druhy typickými pro zdejší suťová stanoviště. Na zastíněných stanovištích se sukcese omezuje spíše na rozrůstání druhů *Brachythecium reflexum*, *Cladonia coniocraea*, *Sanionia uncinata*, *Cephalozia bicuspidata* objevují se i korovité lišejníky *Trapeliopsis granulosa* a *T. pseudogranulosa*. Na obnažených ploškách se hojně uplatňuje *Micarea prasina* s. l. a *Absoconditella lignicola*. V posledních stádiích sukcese se objevují epixylické druhy *Lepidozia reptans* a *Tetraxis pellucida*.

Na Bukovci a v Jedlovém dole je průběh sukcese velmi podobný. V raných fázích se kromě výše zmiňovaných druhů uplatňuje epifytická játrovka *Ptilidium pulcherrimum*, v pokročilých stádiích se ve větší míře objevují játrovky *Lophozia longiflora* a *Scapania umbrosa*, jež se na Poledníku rovněž vyskytují, ale patrně zde nemají své optimum. Více jsou zastoupeny také pleurokarpní mechy *Plagiothecium curvifolium*, *P. laetum*, *Pleurozium schreberi* a *Hylocomium splendens* a játrovka *Calypogeia azurea*.

V porovnání s našimi nejzachovalejšími pralesovitými porosty v imisně nejméně zatížených oblastech České republiky, jakými jsou Žofínský a Hojnovodský prales, jsou zdejší epixylická a epifytická společenstva bučin ochuzena o řadu

vzácnějších druhů, jež udávají Jansová & Soldán (2006) v Žofínském a Hojnovodském pralese jako vcelku běžně se vyskytující. Podle historických pramenů (Matouschek 1896) se v okolí Poledníku epifyticky a epixylicky vyskytovaly druhy *Lejeunea cavifolia* (Ehrh.) Lindb., *Frullania dilatata* (L.) Dumort., *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl., *Neckera complanata* (Hedw.) Huebener, *Ulota bruchii* Hornsch. ex Brid. a *Ulota crispa* (Hedw.) Brid., jež se v současné době nepodařilo potvrdit.

Jednou z hlavních příčin ochuzení zdejších společenstev je zcela jistě vysoká imisní zátěž v několika posledních desetiletích, jež byla příčinou vymizení vzácných epifytů. Kyselá atmosférická depozice však mohla působit i na epixylická a terestrická společenstva. Významným faktorem ovlivňujícím složení epixylických společenstev je rovněž historie lesa (Ódor & van Dort 2002). Zdejší bučiny byly po několik století trvale obhospodařovány, druhová skladba byla na mnoha místech, zejména na Bukovci, značně změněna ve prospěch smrku, přísun mrtvého dřeva nemusel být kontinuální, což se mohlo negativně odrazit i ve složení společenstev.

## 8. ZÁVĚR

Předložená studie je pouze nástinem epixylických společenstev v Jizerských horách a zdaleka ji nelze chápat jako pokus o floristickou studii zdejších epixylických druhů, či fytoecnologickou klasifikaci zdejších společenstev vázaných na mrtvé dřevo. Přináší spíš jakýsi první vhled do situace jizerskohorských epixylických společenstev na stanovištích v různém stupni zachovalosti a hodnocení stavu společenstev, jejichž druhová diverzita byla pravděpodobně značně snížena řadou katastrof, které postihly Jizerské hory ať už v důsledku špatného lesního hospodaření v posledních stoletích či neúnosnou imisní zátěží ve 20. století. Pro obecnější závěry by však bylo nutné provést srovnávací studii se zachovalejšími a imisně méně zatěžovanými lokalitami v jiných částech republiky. Zajímavé by bylo rovněž srovnání mezi epifyty na živých a mrtvých kmenech a stojících souších na studovaných lokalitách.

Autorka práce rozhodně nevěří, že situace epixylických a epifytických společenstev v Jizerských horách nemůže být v některých částech Jizerských hor lepší než jak je líčena v této studii. Po odsíření velkých znečišťujících zdrojů v 90. letech je pozorován na mnoha místech v České republice postupný návrat citlivých

epifytických druhů. Na několika málo lokalitách v Jizerských horách některé z těchto druhů stále vytrvávají v bohatých nárostech (Kocourková, ústní sdělení). Druhy by se odtud mohly šířit i na další lokality, kde poklesly koncentrace škodlivin v atmosféře. Sama autorka v roce 2010 pozorovala poněkud kuriózní výskyt druhu *Usnea* sp. na starém dřevěném stole na venkovní zahrádce nejmenovaného hostince v obci Ferdinandov (k. ú. Hejnice, 50°52'11''N, 15°10'12''E). Exemplář dosahoval velikosti cca 0,7 cm a vzhledem k velikosti byl bez dalších pokusů o bližší určení ponechán svému osudu. Jeho přetrvání na místě zatím nebylo letos ověřováno, je však pravděpodobné, že se druh v okolí lokality, jež se nachází v bezprostřední blízkosti hranic NPR Jizerskohorské bučiny, vyskytuje častěji a může se dále šířit.

V případě epixylických společenstev je možné, že na některých lokalitách v Jizerských horách mohou být nalezeny vzácnější epixylické druhy. NPR Jizerskohorské bučiny jsou na středoevropské poměry obrovským bučinným komplexem skýtajícím pestrou škálu stanovišť a řadu obtížně dostupných míst, kde by mohla být zachována kontinualita a konektivita mikrostanovišť a příznivé mikroklima pro vzácné epixylické jätrovky. Rovněž bezzásahovost režimu na Poledníku slibuje do budoucna lepší šance pro uchycení a přežití těchto vzácných druhů. Území NPR Jizerskohorské bučiny je velmi rozsáhlé a jeho podrobnější studium by nebylo v rámci diplomové práce uskutečnitelné. Tímto směrem by se však měly, doufejme, ubírat letní a podzimní volnočasové aktivity autorky.

## 9. LITERATURA

- Adams M. B. & Owens D. R. (2001): Specific gravity of coarse woody debris for some Central Appalachian hardwood forest species. - United States Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, Research paper NE-716.
- Anděl P. (1999): Bioindikace čistoty ovzduší v Jizerských horách pomocí lišejníků. - In: Čtvrtečka R. (ed.), Sborník Severočeského muzea. Severočeské muzeum. Liberec.
- Bharali B. & Bates J. W. (2002): Soil cations influence bryophyte susceptibility to bisulfite. - *Annals of Botany* 90: 257-263.
- Botting R. S. & Fredeen A. L. (2006): Contrasting terrestrial lichen, liverwort, and moss diversity between old-growth and young second-growth forest on two soil textures in central British Columbia. - *Canadian Journal of Botany* 84: 120-132
- Bunnell F. L., Spribille T., Houde I., Goward T. & Björk C. (2008): Lichens on down wood in logged and unlogged forest stands. - *Canadian Journal of Forest Research* 38: 1033-1041.
- Burda J. & Pavlů L. (1999): Příspěvek k floristickému poznání Bukovce v Jizerských horách. - in Čtvrtečka R. (ed.): Sborník Severočeského muzea. Severočeské muzeum. Liberec.
- Caruso A., Thor G. & Snäll T. (2010): Colonization-extinction dynamics of epixylic lichens along a decay gradient in a dynamic landscape. - *Oikos* 119: 1947-1953.
- Clauzade G. & Roux C. (1985): Likenoj de Okcidenta Eŭropo, Ilustrita determinlibro. - *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest, Nouvelle série. Numéro Spécial* 7.
- Crites S. & Dale M. R. T. (1998): Diversity and abundance of bryophytes, lichens, and fungi in relation to woody substrate and successional stage in aspen mixedwood boreal forests. - *Canadian Journal of Botany* 76/4: 641-651.
- Daniels R. E. & Eddy A. (1985): Handbook of European Sphagna. - Natural Environment Research Council, Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon.
- Griffin D. M. (1977): Water potential and wood-decay fungi. - *Annual Review of Phytopathology* 15: 319-329.

- Hahn K. & Christensen M. (2004): Dead wood in European forest reserves – A reference for forest management. - in Marchetti M. (ed.): Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe - From ideas to operationality. EFI Proceedings 51: 181-191
- Hale C. M., Pastor J. & Rusterholz K. A. (1999): Comparison of structural and compositional characteristics in old-growth and mature, managed hardwood forests of Minnesota, USA. - Canadian Journal of Forestry Research 29/10: 1479-1489.
- Hanski I. (1999): Metapopulation ecology. - Oxford University Press: 313 p.
- Harmon M. E., Franklin J. F., Swanson F. J., Sollins P., Gregory S. V., Lattin J. D., Anderson N. H., Cline S. P., Aumen N. G., Sedell J. R., Lienkaemper G. W., Cromack K. JR. & Cummins K. W. (1986): Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. - Advances in Ecological Research 15: 133-302
- Hazell P., Kellner O., Rydin H. & Gustafsson L. (1998): Presence and abundance of four epiphytic bryophytes in relation to density of aspen (*Populus tremula*) and other stand characteristics. - Forest Ecology and Management 107: 147-158.
- Heilmann-Clausen J., Aude E. & Christensen M. (2005): Cryptogam communities on decaying deciduous wood - does tree species diversity matter? - Biodiversity and Conservation 14: 2061-2078.
- Hong Q., Klinka K. & Xianghou S. (1999): Cryptogams on decaying wood in old-growth forests of southern coastal British Columbia. - Journal of Vegetation Science 10: 883-894.
- Chakraborty S. & Paratkar G. T. (2006): Biomonitoring of trace element air pollution using mosses. - Aerosol and Air Quality Research 6/3: 247-258.
- Chaloupský J. (ed. 1989): Geologie Krkonoš a Jizerských hor. - ÚÚG. Praha.
- Christensen M., Hahn K., Mountford E. P., Ódor P., Standovár T., Rozenbergar D., Diaci J., Wijdeven S., Meyer P., Winter S. & Vrska T. (2005): Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. - Forest Ecology and Management 210: 267-282.
- Jankovský L. (1999): Některé aspekty dekompozice dřeva v lese dřevními houbami. - in Vrška T. (ed.): Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. Sborník referátů NP Podyjí. Vranov nad Dyjí: 19-32.

- Jankovský L., Tomšovský M., Beránek J. & Liška D. (2006): Analýza postupů ponechávání dřeva k zetlení z hlediska vlivu na biologickou rozmanitost. - Studie MŽP, Brno.
- Jansová I. & Soldán Z. (2006): The habitat factors that affect the composition of bryophyte and lichen communities on fallen logs. - *Preslia* 78: 67-86.
- Jirgla J., Kučera J., Tichý J. & Materna J. (1983): Poškození lesů na Jizerských horách imisemi. - *Zprávy z lesnického výzkumu* 28: 16-24.
- Jonsson B. G., Kruys N. & Ranius T. (2005): Ecology of species living on dead wood - lessons for dead wood management. - *Silva Fennica* 39/2: 289-309.
- Käärik A. A. (1974): Decomposition of wood. - in Dickson C. H. & Pugh G. J. E. (eds.): *Biology of plant litter decomposition*. Academic Press. London. 129-174.
- Kirby K. J., Reid C. M., Thomas R. C. & Goldsmith F. B. (1998): Preliminary estimates of fallen dead wood and standing dead trees in managed and unmanaged forests in Britain. - *Journal of Applied Ecology* 35: 148-155.
- Král V. (ed. 1986): *Atlas skalních, zemních a půdních tvarů*, ČSAV, Praha.
- Kraus M. (1999): Šetření objemu nezpracovaného dřeva v lesích na území České republiky (stav v roce 1987 a 1991). - in Vrška T. (ed.): *Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech*. Sborník referátů NP Podyjí. Vranov nad Dyjí: 69-73.
- Kubát K. (1972): Příspěvek k mikroklimatu sutí Schustlerovy zahrádky (Krkonoše). - *Opera Concortica* 9: 165-167.
- Kubešová S. & Chytrý M. (2005): Diversity of bryophytes on treeless cliffs and talus slopes in a forested Central European landscape. - *Journal of Bryology* 27: 35-46.
- Kučera J. & Váňa J. (2005): Seznam a Červený seznam mechorostů České republiky. - *Příroda*, Praha, 23: 1-104.
- Kushnevskaia H., Mirin D. & Skohorova E. (2007): Patterns of epixylic vegetation on spruce logs in late-successional boreal forests. - *Forest Ecology and Management* 250: 25-33.
- Lepš J. (1996): *Biostatistika*. - Skriptum, Biologická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice.

- Liira J. & Sepp T. (2009): Indicators of structural and habitat natural quality in boreo-nemoral forests along the management gradient. - *Annales Botanici Fennici* 46: 308-325.
- Liška J., Palice Z. & Slavíková Š. (2008): Checklist and Red list of lichens of the Czech Republic. - *Preslia* 80: 151-182.
- Madžule L. & Brūmelis G. (2008): Ecology of epixylic bryophytes in Eurosiberian alder swamps of Latvia. - *Acta Universitatis Latviensis* 745: 103-114.
- Márialigeti S., Németh B., Tinya F. & Ódor P. (2009): The effects of stand structure on ground-floor bryophyte assemblages in temperate mixed forests. - *Biodiversity and Conservation* 18: 2223-2241.
- Maser Ch. & Trappe J. M. (ed. 1984): *The seen and unseen world of the fallen tree.* - General technical report PNW-164. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. U. S. Department of Agriculture. Forest Service. Portland. Oregon.
- Matouschek F. (1896): *Bryologisch-floristische Beiträge aus Böhmen III, Aus dem Jeschken und Isergebirge.* - *Mitteilungen aus dem Naturfreunde in Reichenberg* 27.
- McAlister S. (1997): Cryptogam communities on fallen logs in the Duke Forest, North Carolina. - *Journal of Vegetation Science* 8: 115-124.
- Meier E. & Paal J. (2009): Cryptogams in Estonian alvar forests: species composition and their substrata in stands of different age and management intensity. - *Annales Botanici Fennici* 46: 1-20.
- Mills S. E. & Macdonald S. E. (2004): Predictors of moss and liverwort species diversity of microsites in conifer-diminated boreal forest. - *Journal of Vegetation Science* 15: 189-198.
- Ódor P. & Standovár T. (2001): Richness of bryophyte vegetation in near-natural and managed beech stands: the effect of management-induced differences in dead wood. - *Ecological Bulletins* 49: 219-229.
- Ódor P. & van Dort K. (2002): Beech dead wood inhabiting bryophyte vegetation in two Slovenian forest reserves. - *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 69: 155-169.
- Ódor P., Heilmann-Clausen J., Christensen M., Aude E., van Dort K. W., Piltaver A., Siller I., Veerkamp M. T., Walley R., Standovár T., van Hees A. F. M., Kosec J., Matočec N., Kraigher H. & Grebenc T. (2006): Diversity of dead

- wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. - *Biological Conservation* 131: 58-71.
- Paim U. & Becker W. E. (1963): Seasonal oxygen and carbon dioxide content of decaying wood as a component of *Orthosoma brunneum* Forster (Coleoptera: Cerambycidae). - *Canadian Journal of Forest Research* 41: 1133-1147.
- Pecáková I. (2007): Logistická regrese s vícekategoriální vysvětlovanou proměnnou. - *Acta Oeconomica Pragensia* 15/1: 86-96.
- Peck E. C. (1959): The sap or moisture in wood. - *Forest Product Laboratory Report* 768.
- Pilous Z. & Duda J. (1960): Klíč k určování mechorostů ČRS. - ČSAV, Praha.
- Plocek A. (1982): Květena Jizerských hor 1. Přírodní poměry a přehled vegetace. - In Nevrlý M. (ed.): *Sborník Severočeského muzea, Severočeské muzeum, Liberec.*
- Rambo R. & Muir P. S. (1998): Bryophyte species associations with coarse woody debris and stand ages in Oregon. - *The Bryologist* 101/3: 366-376.
- Rouvinen S., Kuuluvainen T. & Karjalainen L. (2002): Coarse woody debris in old *Pinus sylvestris* dominated forests along a geographic and human impact gradient in boreal Fennoscandia. - *Canadian Journal of Forest Research* 32/12: 2184-2200.
- Schiels J. M., Webster Ch. R. & Glime J. M. (2007): Bryophyte community response to silvicultural opening size in a managed northern hardwood forest. - *Forest Ecology and Management* 252: 222-229.
- Schmidt O. (2006): *Wood and tree fungi: Biology, damage, protection and use.* - Springer, Hamburg, Germany.
- Slodičák M. (ed. 2005): *Lesnické hospodaření v Jizerských horách, VÚLHM. Jíloviště – Strnady.*
- 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 Natural History Museum, Department of Botany, British Lichen Society, London.
- Snook H. (2002): Bryophyte occurrence on decayed logs under a range of microclimate conditions. - *Botany* 466.
- Söderström L. (1988a): Sequence of bryophytes and lichens in relation to substrate variables of decaying coniferous wood in Northern Sweden. - *Nordic Journal of Botany* 8: 89-97.



- Söderström L. (1988b): The occurrence of epixylic bryophyte and lichen species in an old natural and a managed forest stand in Northeast Sweden. - *Biological Conservation* 45/3: 169-178.
- Stevens V. (1997): The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of CWD in British Columbia forests. - British Columbia Ministry of Forests, Research Branch, Victoria, Working paper 30.
- Svoboda M. & Pouska V. (2008): Význam a funkce tlejícího dřeva v horských lesích v NP Šumava. - Průběžná zpráva za řešení projektu 2B06012 Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě.
- Sýkora T. (1971): Lesní rostlinná společenstva Jizerských hor, Severočeské muzeum, Liberec.
- Tomandl M. (1972): Dějiny lesního hospodářství v Jizerských horách, Severočeské muzeum, Liberec.
- Vacek S., Souček J. & Podrázský V. (1999): Porostní poměry, obnova a stabilizace komplexu Jizerskohorských bučin. - In Čtvrtečka R. (ed.), Sborník Severočeského muzea, Severočeské muzeum, Liberec.
- Váňa J. (2006): Mechorosty rašelinišť v okolí Bedřichova, v oblasti Holubník – Černá hora a v okolí Plochého vrchu. Mechorosty vybraných rašelinišť Jizerských hor II. - Ms. [Depon. in: Správa CHKO Jizerské hory, Liberec.]
- Višňák R. (2000a): Přírodovědné podklady pro Plán péče o Přírodní rezervaci Prales Jizera. - Přírodovědné podklady pro Plán péče o Přírodní rezervaci Prales Jizera. - Ms. [Depon. in: Správa CHKO Jizerské hory, Liberec.]
- Višňák R. (2000b): Přírodovědné podklady pro Plán péče o Národní přírodní rezervaci Rašeliniště Jizery. - Ms. [Depon. in: Správa CHKO Jizerské hory, Liberec.]
- Višňák R. (2000c): Přírodovědné podklady pro Plán péče o Přírodní rezervaci Černá hora. - Ms. [Depon. in: Správa CHKO Jizerské hory, Liberec.]
- Wirth V. (1995): Flechtenflora. Bestimmung und ökologische Kennzeichnung der Flechten Südwest-deutschlands und angrenzender Gebiete. -2. neubearbeitete und ergänzte Auflage, Stuttgart.
- Zechmeister H. G., Dirnböck T., Hülber K. & Mirtl M. (2006): Assessing airborne pollution effects on bryophytes – lessons learned through long-term integrated monitoring in Austria. - *Environmental Pollution* 147: 696-705.

Zemanová L. (2009): Floristický průzkum suťových ekosystémů NPR  
Jizerskohorské bučiny. - Ms. [Bakalářská práce, depon. in: Česká zemědělská  
univerzita, Praha.]

#### INTERNETOVÉ ZDROJE:

- Herben T. & Münzbergová Z. (2003): Zpracování geobotanických dat v příkladech.  
Část I. Data o druhovém složení. - Katedra botaniky PřF UK, Praha.  
<http://botany.natur.cuni.cz/pdf/multivar.pdf>
- Kučera J. (2009, ed.): Mechorosty České republiky on-line klíče, popisy a ilustrace. -  
<http://botanika.bf.jcu.cz/bryoweb/klic/>
- Lepš J. & Šmilauer P. (2000): Mnohorozměrná analýza ekologických dat. -  
Biologická fakulta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České  
Budějovice.  
[http://botanika.bf.jcu.cz/suspa/vyuka/materialy/skripta\\_planovani.pdf](http://botanika.bf.jcu.cz/suspa/vyuka/materialy/skripta_planovani.pdf)
- Minstrová Z. (2010): Elektrárna skončí. Za 35 roků. – Liberecký deník.cz 10. 3. 2010  
-  
[http://liberecky.denik.cz/nazory\\_region/elektrarna-skonci-za--roku20100310.html](http://liberecky.denik.cz/nazory_region/elektrarna-skonci-za--roku20100310.html)

## Příloha 1: Seznam zkratků druhů používaných v ordinačních analýzách

<b>Zkratka</b>	<b>Název taxonu</b>	<b>Zkratka</b>	<b>Název taxonu</b>
<b>Cal azu</b>	<i>Calypogeia azurea</i>	<b>Pol jun</b>	<i>Polytrichum juniperinum</i>
<b>Cal nee</b>	<i>Calypogeia neesiana</i>	<b>Pyl pol</b>	<i>Pylaisia polyantha</i>
<b>Cep bic</b>	<i>Cephalozia bicuspidata</i>	<b>Rhi pun</b>	<i>Rhizomnium punctatum</i>
<b>Chi pro</b>	<i>Chiloscyphus profundus</i>	<b>Rhy lor</b>	<i>Rhytidiadelphus loreus</i>
<b>Lep rep</b>	<i>Lepidozia reptans</i>	<b>Rhy tri</b>	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>
<b>Lop lon</b>	<i>Lophozia longiflora</i>	<b>San unc</b>	<i>Sanionia uncinata</i>
<b>Pti pul</b>	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	<b>Sph cap</b>	<i>Sphagnum capillifolium</i>
<b>Sca nem</b>	<i>Scapania nemorea</i>	<b>Sph squ</b>	<i>Sphagnum squarosum</i>
<b>Sca umb</b>	<i>Scapania umbrosa</i>	<b>Tet pel</b>	<i>Tetraphis pellucida</i>
<b>Sca und</b>	<i>Scapania undulata</i>	<b>War pse</b>	<i>Warnstorfia pseudostraminea</i>
<b>Atr und</b>	<i>Atrichum undulatum</i>	<b>Abs lig</b>	<i>Absconditella lignicola</i>
<b>Bra ref</b>	<i>Brachythecium reflexum</i>	<b>Cla car</b>	<i>Cladonia carneola</i>
<b>Bra rut</b>	<i>Brachythecium rutabulum</i>	<b>Cla con</b>	<i>Cladonia coniocraea</i>
<b>Bra sal</b>	<i>Brachythecium salebrosum</i>	<b>Cla dig</b>	<i>Cladonia digitata</i>
<b>Dic den</b>	<i>Dicranodontium denudatum</i>	<b>Cla fim</b>	<i>Cladonia fimbriata</i>
<b>Dic mon</b>	<i>Dicranum montanum</i>	<b>Cla mac</b>	<i>Cladonia macilenta</i>
<b>Dic sco</b>	<i>Dicranum scoparium</i>	<b>Cla och</b>	<i>Cladonia ochrochlora</i>
<b>Dic tau</b>	<i>Dicranum tauricum</i>	<b>Cla pol</b>	<i>Cladonia polydactyla</i>
<b>Her sel</b>	<i>Herzogiella seligeri</i>	<b>Cla pyx</b>	<i>Cladonia pyxidata</i>
<b>Hyl spl</b>	<i>Hylocomium splendens</i>	<b>Hyp sca</b>	<i>Hypocenomyce scalaris</i>
<b>Hyp cup</b>	<i>Hypnum cupressiforme</i>	<b>Lec con</b>	<i>Lecanora conizaeoides</i>
<b>Mni hor</b>	<i>Mnium hornum</i>	<b>Lep elo</b>	<i>Lepraria elobata</i>
<b>Pla cur</b>	<i>Plagiothecium curvifolium</i>	<b>Mic den</b>	<i>Micarea denigrata</i>
<b>Pla den</b>	<i>Plagiothecium dentidulatum</i>	<b>Mic pra</b>	<i>Micarea prasina s. l.</i>
<b>Pla lae</b>	<i>Plagiothecium laetum</i>	<b>Par amb</b>	<i>Parmeliopsis ambigua</i>
<b>Pla und</b>	<i>Plagiothecium undulatum</i>	<b>Pla icm</b>	<i>Placynthiella icmalea</i>
<b>Ple sch</b>	<i>Pleurozium schreberi</i>	<b>The sp</b>	<i>Thelocarpon sp.</i>
<b>Pol nut</b>	<i>Pohlia nutans</i>	<b>Tra gra</b>	<i>Trapeliopsis granulosa</i>
<b>Pol for</b>	<i>Polytrichastrum formosum</i>	<b>Pla icm</b>	<i>Placynthiella icmalea</i>
<b>Pol lon</b>	<i>Polytrichastrum longisetum</i>	<b>The sp</b>	<i>Thelocarpon sp.</i>
<b>Pol com</b>	<i>Polytrichum commune</i>	<b>Tra gra</b>	<i>Trapeliopsis granulosa</i>
<b>Pol jun</b>	<i>Polytrichum juniperinum</i>		

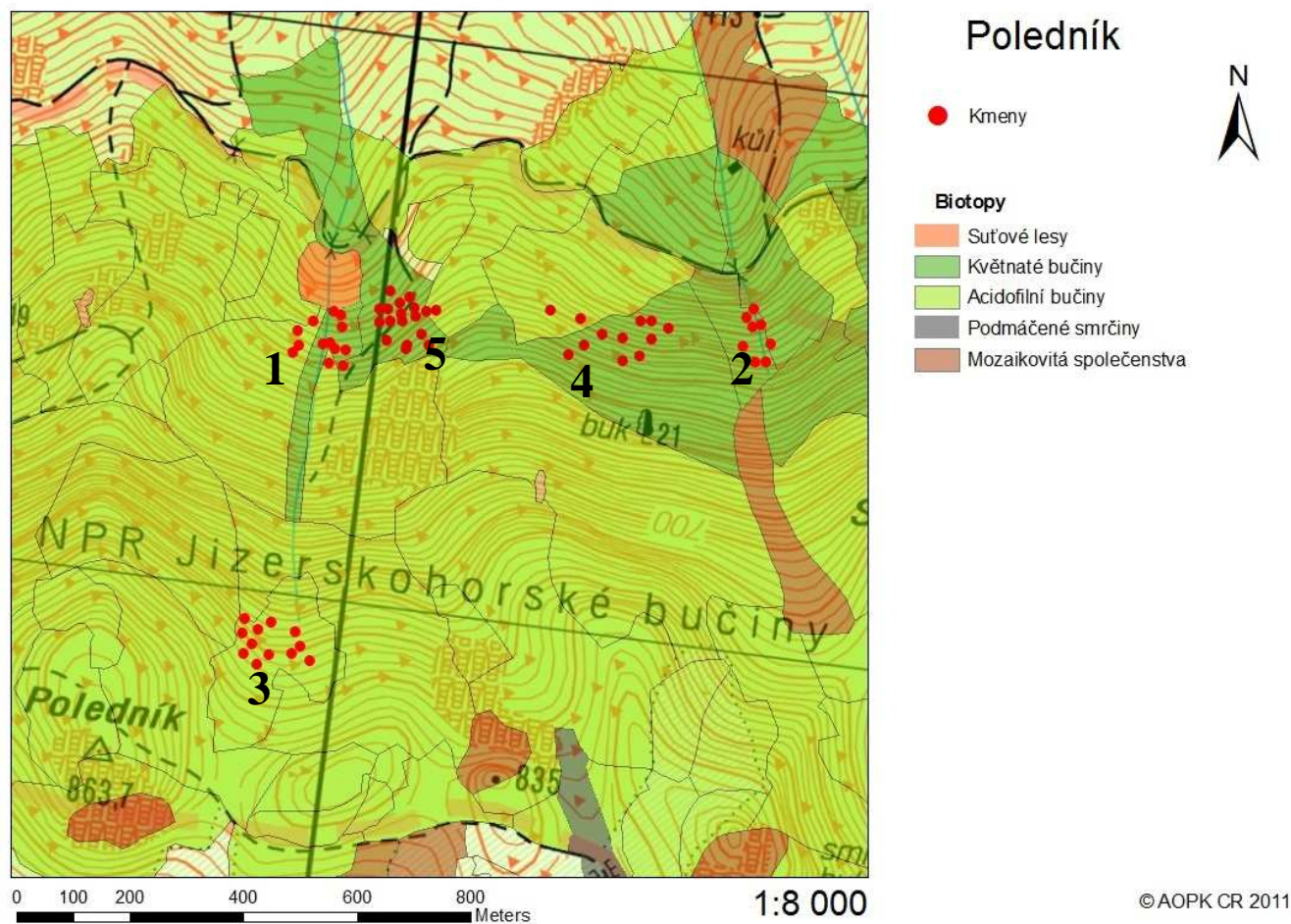
**Příloha 2:** Seznam nalezených druhů s označením příslušnosti k morfologické a ekologické kategorii (H – játrovky, A – akrokarpní mechy, P – pleurokarpní mechy, M – makrolišejníky, C – korovité mikrolišejníky, E – epifytické, X – epixylické, O – oportunistické, T – terestrické a L – epilitické), dále uvedena abundance, průměrná frekvence a její směrodatná odchylka na jednotlivých lokalitách a celkem

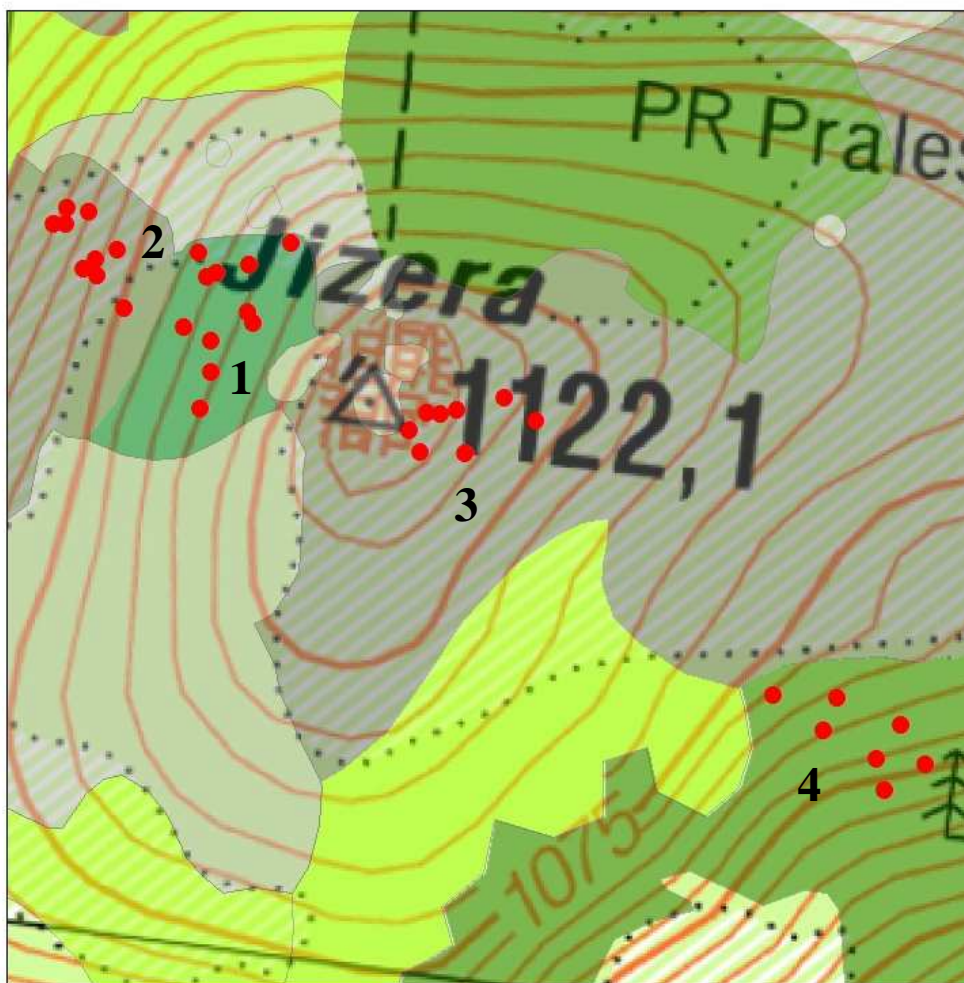
		Poledník (n=64)			Jizera (n=35)			Bukovec (n=36)			Rašeliště Jizery			Černá hora (n=30)			Jedlový důl (n=30)			Celkem (n=225)		
		Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.
<i>Calypogeia azurea</i>	H T	2	0,031	0,175	6	0,171	0,382	1	0,028	0,167	1	0,033	0,183	6	0,200	0,407	1	0,033	0,183	17	0,076	0,265
<i>Calypogeia neesiana</i>	H T	0			5	0,143	0,355	2	0,056	0,232	0			5	0,167	0,379	0			12	0,053	0,225
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	H O	16	0,250	0,436	13	0,371	0,490	11	0,306	0,467	13	0,433	0,504	16	0,533	0,507	15	0,500	0,509	84	0,373	0,485
<i>Chiloscyphus profundus</i>	H X	50	0,781	0,417	3	0,086	0,284	24	0,667	0,478	1	0,033	0,183	3	0,100	0,305	22	0,733	0,450	103	0,458	0,499
<i>Diplophyllum albicans</i>	H O	0			0			0			0			0			1	0,033	0,183	1	0,004	0,067
<i>Gymnocolea inflata</i>	H T	0			0			1	0,028	0,167	0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Lepidozia reptans</i>	H X	7	0,109	0,315	1	0,029	0,169	0			0			0			0			8	0,036	0,186
<i>Lophozia floerkei</i>	H T	0			0			0			1	0,033	0,183	0			0			1	0,004	0,067
<i>Lophozia longiflora</i>	H X	3	0,047	0,213	5	0,143	0,355	6	0,167	0,378	4	0,133	0,346	5	0,167	0,379	0			23	0,102	0,304
<i>Lophozia lycopodioides</i>	H T	0			0			0			0			1	0,033	0,183	0			1	0,004	0,067
<i>Lophozia ventricosa</i>	H O	2	0,031	0,175	0			0			0			0			0			2	0,009	0,094
<i>Peelia sp.</i>	H T	0			0			0			2	0,067	0,254	0			0			2	0,009	0,094
<i>Plagiochila asplenoides</i>	H T	1	0,016	0,125	0			0			0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	H E	2	0,031	0,175	0			5	0,139	0,351	0			0			14	0,467	0,507	21	0,093	0,292
<i>Scapania nemorea</i>	H O	25	0,391	0,492	0			1	0,028	0,167	0			0			3	0,100	0,305	29	0,129	0,336
<i>Scapania umbrosa</i>	H X	2	0,031	0,175	0			4	0,111	0,319	1	0,033	0,183	1	0,033	0,183	5	0,167	0,379	13	0,058	0,234
<i>Scapania undulata</i>	H O	3	0,047	0,213	0			0			2	0,067	0,254	0			2	0,067	0,254	7	0,031	0,174
<i>Amblystegium serpens</i>	P O	1	0,016	0,125	0			1	0,028	0,167	0			0			0			2	0,009	0,094
<i>Amblystegium varium</i>	P O	2	0,031	0,175	0			0			0			0			0			2	0,009	0,094
<i>Amphidium mougeotii</i>	A L	0			0			0			1	0,033	0,183	0			1	0,033	0,183	2	0,009	0,094
<i>Atrichum undulatum</i>	A T	0			1	0,029	0,169	3	0,083	0,280	1	0,033	0,183	1	0,033	0,183	0			6	0,027	0,161
<i>Brachythecium oedipodium</i>	P O	1	0,016	0,125	0			0			1	0,033	0,183	0			0			2	0,009	0,094
<i>Brachythecium reflexum</i>	P O	14	0,219	0,417	0			14	0,389	0,494	0			3	0,100	0,305	11	0,367	0,490	42	0,187	0,391
<i>Brachythecium rivulare</i>	P O	1	0,016	0,125	0			1	0,028	0,167	0			0			0			2	0,009	0,094
<i>Brachythecium rutabulum</i>	P O	27	0,422	0,498	0			3	0,083	0,280	0			0			1	0,033	0,183	31	0,138	0,345
<i>Brachythecium salebrosum</i>	P O	8	0,125	0,333	1	0,029	0,169	4	0,111	0,319	0			2	0,067	0,254	2	0,067	0,254	17	0,076	0,265
<i>Brachythecium starkei</i>	P O	1	0,016	0,125	0			1	0,028	0,167	0			0			0			2	0,009	0,094
<i>Cynodontium polycarpon</i>	A L	1	0,016	0,125	0			0			0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Cynodontium strumiferum</i>	A L	0			0			2	0,056	0,232	0			0			0			2	0,009	0,094
<i>Dicranella schreberiana</i>	A T	1	0,016	0,125	0			1	0,028	0,167	0			0			0			2	0,009	0,094
<i>Dicranodontium denudatum</i>	A X	7	0,109	0,315	1	0,029	0,169	0			0			7	0,233	0,430	2	0,067	0,254	17	0,076	0,265

			Poledník (n=64)			Jizera (n=35)			Bukovec (n=36)			Rašeliniště Jizery			Černá hora (n=30)			Jedlový důl (n=30)			Celkem (n=225)		
			Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.
<i>Dicranum fuscescens</i>	A	O	0			0			1	0,028	0,167	0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Dicranum montanum</i>	A	E	12	0,188	0,393	4	0,114	0,323	14	0,389	0,494	4	0,133	0,346	4	0,133	0,346	10	0,333	0,479	48	0,213	0,411
<i>Dicranum polysetum</i>	A	T	0			0			0			0			0			1	0,033	0,183	1	0,004	0,067
<i>Dicranum scoparium</i>	A	O	13	0,203	0,406	9	0,257	0,443	16	0,444	0,504	2	0,067	0,254	13	0,433	0,504	18	0,600	0,498	71	0,316	0,466
<i>Dicranum tauricum</i>	A	E	0			1	0,029	0,169	4	0,111	0,319	3	0,100	0,305	0			0			8	0,036	0,186
<i>Eurhynchium hians</i>	P	T	1	0,016	0,125	0			0			0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Grimmia muehlenbeckii</i>	A	L	1	0,016	0,125	0			0			0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Herzogiella seligeri</i>	P	X	25	0,391	0,492	0			12	0,333	0,478	0			1	0,033	0,183	13	0,433	0,504	51	0,227	0,420
<i>Heterocladium heteropterum</i>	P	L	1	0,016	0,125	0			0			0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Hylocomium splendens</i>	P	T	1	0,016	0,125	0			0			0			0			2	0,067	0,254	3	0,013	0,115
<i>Hypnum cupressiforme</i>	P	O	20	0,313	0,467	0			1	0,028	0,167	0			0			0			21	0,093	0,292
<i>Hypnum pallescens</i>	P	E	2	0,031	0,175	0			0			0			0			0			2	0,009	0,094
<i>Leucobryum glaucum</i>	A	T	1	0,016	0,125	0			0			0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Mnium hornum</i>	A	T	17	0,266	0,445	0			0			0			0			3	0,100	0,305	20	0,089	0,285
<i>Orthotrichum sp.</i>	A	E	1	0,016	0,125	0			0			0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	A	O	1	0,016	0,125	0			0			0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	P	O	4	0,063	0,244	0			7	0,194	0,401	0			4	0,133	0,346	8	0,267	0,450	23	0,102	0,304
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	P	O	3	0,047	0,213	0			4	0,111	0,319	0			0			0			7	0,031	0,174
<i>Plagiothecium laetum</i>	P	O	3	0,047	0,213	4	0,114	0,323	7	0,194	0,401	2	0,067	0,254	2	0,067	0,254	7	0,233	0,430	25	0,111	0,315
<i>Plagiothecium undulatum</i>	P	T	0			0			0			2	0,067	0,254	2	0,067	0,254	0			4	0,018	0,132
<i>Pleurozium schreberi</i>	P	O	5	0,078	0,270	0			7	0,194	0,401	0			3	0,100	0,305	6	0,200	0,407	21	0,093	0,292
<i>Pohlia nutans</i>	A	T	4	0,063	0,244	11	0,314	0,471	10	0,278	0,454	19	0,633	0,490	13	0,433	0,504	8	0,267	0,450	65	0,289	0,454
<i>Polytrichastrum formosum</i>	A	T	13	0,203	0,406	8	0,229	0,426	14	0,389	0,494	4	0,133	0,346	7	0,233	0,430	8	0,267	0,450	54	0,240	0,428
<i>Polytrichastrum longisetum</i>	A	T	0			2	0,057	0,236	1	0,028	0,167	6	0,200	0,407	3	0,100	0,305	0			12	0,053	0,225
<i>Polytrichum commune</i>	A	T	3	0,047	0,213	3	0,086	0,284	0			3	0,100	0,305	0			4	0,133	0,346	13	0,058	0,234
<i>Polytrichum juniperinum</i>	A	T	0			0			1	0,028	0,167	1	0,033	0,183	1	0,033	0,183	0			3	0,013	0,115
<i>Polytrichum strictum</i>	A	T	0			0			1	0,028	0,167	0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Pylaisia polyantha</i>	P	E	27	0,422	0,498	1	0,029	0,169	12	0,333	0,478	0			1	0,033	0,183	9	0,300	0,466	50	0,222	0,417
<i>Racomitrium fasciculare</i>	A	L	1	0,016	0,125	0			1	0,028	0,167	0			0			0			2	0,009	0,094
<i>Racomitrium microcarpon</i>	A	L	0			1	0,029	0,169	0			0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Rhizomnium punctatum</i>	A	O	12	0,188	0,393	0			6	0,167	0,378	0			0			5	0,167	0,379	23	0,102	0,304
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	P	O	0			0			0			0			0			4	0,133	0,346	4	0,018	0,132
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	P	T	1	0,016	0,125	0			1	0,028	0,167	0			0			1	0,033	0,183	3	0,013	0,115
<i>Sanionia uncinata</i>	P	O	30	0,469	0,503	0			12	0,333	0,478	0			2	0,067	0,254	21	0,700	0,466	65	0,289	0,454

		Poledník (n=64)			Jizera (n=35)			Bukovec (n=36)			Rašeliniště Jizery			Černá hora (n=30)			Jedlový důl (n=30)			Celkem (n=225)		
		Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.	Sum	Mean	Std.Dev.
<i>Serpoleskea subtilis</i>	P E	2	0,031	0,175	0			0			0			0			2	0,009	0,094			
<i>Sphagnum capillifolium</i>	S T	0			0			0			7	0,233	0,430	1	0,033	0,183	0			8	0,036	0,186
<i>Sphagnum fallax</i>	S T	0			0			0			2	0,067	0,254	0			2	0,009	0,094			
<i>Sphagnum squarrosum</i>	S T	0			3	0,086	0,284	0			3	0,100	0,305	8	0,267	0,450	2	0,067	0,254	16	0,071	0,258
<i>Tetraphis pellucida</i>	A X	16	0,250	0,436	16	0,457	0,505	15	0,417	0,500	9	0,300	0,466	16	0,533	0,507	7	0,233	0,430	79	0,351	0,478
<i>Warnstorfia pseudostraminea</i>	P T	0			0			0			6	0,200	0,407	0			0			6	0,027	0,161
<i>Absconditiella lignicola</i>	C X	12	0,188	0,393	2	0,057	0,236	0			0			0			6	0,200	0,407	20	0,089	0,285
<i>Baeomyces rufus</i>	C O	1	0,016	0,125	0			0			1	0,033	0,183	0			2	0,009	0,094			
<i>Cladonia sp.</i>	M O	5	0,078	0,270	19	0,543	0,505	4	0,111	0,319	10	0,333	0,479	11	0,367	0,490	4	0,133	0,346	53	0,236	0,425
<i>Cladonia carneola</i>	M X	0			0			0			3	0,100	0,305	0			0			3	0,013	0,115
<i>Cladonia chlorophaea</i>	M O	0			0			1	0,028	0,167	1	0,033	0,183	0			2	0,009	0,094			
<i>Cladonia coniocraea</i>	M X	12	0,188	0,393	3	0,086	0,284	15	0,417	0,500	14	0,467	0,507	6	0,200	0,407	9	0,300	0,466	59	0,262	0,441
<i>Cladonia digitata</i>	M X	2	0,031	0,175	13	0,371	0,490	7	0,194	0,401	7	0,233	0,430	9	0,300	0,466	1	0,033	0,183	39	0,173	0,379
<i>Cladonia fimbriata</i>	M O	1	0,016	0,125	2	0,057	0,236	0			0			0			0			3	0,013	0,115
<i>Cladonia floerkeana</i>	M O	0			0			0			1	0,033	0,183	0			0			1	0,004	0,067
<i>Cladonia macilentata</i>	M O	0			1	0,029	0,169	1	0,028	0,167	6	0,200	0,407	1	0,033	0,183	0			9	0,040	0,196
<i>Cladonia ochrochlora</i>	M X	1	0,016	0,125	2	0,057	0,236	1	0,028	0,167	6	0,200	0,407	4	0,133	0,346	0			14	0,062	0,242
<i>Cladonia polydactyla</i>	M X	0			2	0,057	0,236	0			0			1	0,033	0,183	0			3	0,013	0,115
<i>Cladonia pyxidata</i>	M O	1	0,016	0,125	7	0,200	0,406	2	0,056	0,232	7	0,233	0,430	3	0,100	0,305	0			20	0,089	0,285
<i>Cladonia ramulosa</i>	M O	0			0			2	0,056	0,232	0			0			0			2	0,009	0,094
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	C E	0			0			0			3	0,100	0,305	0			0			3	0,013	0,115
<i>Hypogymnia physodes</i>	M E	0			0			0			2	0,067	0,254	0			0			2	0,009	0,094
<i>Lecanora conizaeoides</i>	C E	0			1	0,029	0,169	0			2	0,067	0,254	1	0,033	0,183	0			4	0,018	0,132
<i>Lepraria elobata</i>	C E	3	0,047	0,213	0			0			0			0			2	0,067	0,254	5	0,022	0,148
<i>Micarea sp.</i>	C X	1	0,016	0,125	1	0,029	0,169	0			0			1	0,033	0,183	2	0,067	0,254	5	0,022	0,148
<i>Micarea denigrata</i>	C X	9	0,141	0,350	16	0,457	0,505	0			6	0,200	0,407	9	0,300	0,466	2	0,067	0,254	42	0,187	0,391
<i>Micarea peliocarpa</i>	C X	0			0			0			0			0			1	0,033	0,183	1	0,004	0,067
<i>Micarea prasina s. l.</i>	C X	13	0,203	0,406	0			1	0,028	0,167	1	0,033	0,183	0			0			15	0,067	0,250
<i>Micarea viridileprosa</i>	C E	0			0			0			0			1	0,033	0,183	0			1	0,004	0,067
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	M E	0			0			0			5	0,167	0,379	0			0			5	0,022	0,148
<i>Placynthiella icmalea</i>	C O	0			0			1	0,028	0,167	8	0,267	0,450	0			0			9	0,040	0,196
<i>Placynthiella uliginosa</i>	C O	1	0,016	0,125	0			0			0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Porina aenea</i>	C E	1	0,016	0,125	0			0			0			0			0			1	0,004	0,067
<i>Thelocarpon sp.</i>	C O	3	0,047	0,213	0			0			0			0			0			3	0,013	0,115
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	C O	7	0,109	0,315	3	0,086	0,284	0			3	0,100	0,305	0			0			13	0,058	0,234
<i>Trapeliopsis pseudogranulosa</i>	C O	1	0,016	0,125	0			0			0			0			0			1	0,004	0,067

**Příloha 3:** Mapky studovaných lokalit s bodově vyznačenými studovanými kmeny (podkladové vrstvy Základní mapa ČR 1: 25 000 t geoportal.cenia.cz a vrstva mapování biotopů AOPK ČR)





0 50 100 200 300 Meters

1:3 500

## Jizera

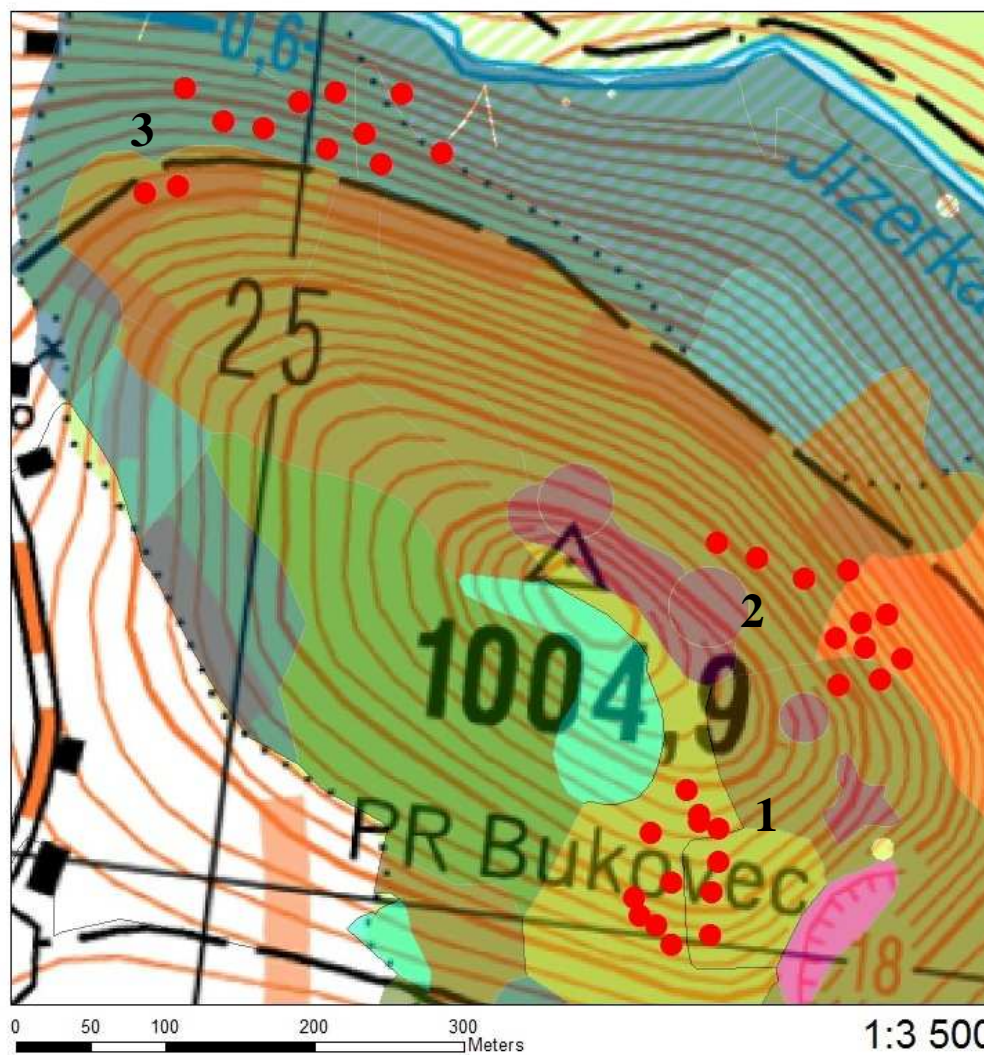
● Kmeny



### Biotopy

- Horská třítnová smrčina  
nejzachovalejší zbytek  
původního pralesa
- Horské třítnové smrčiny  
v různém stupni poškození
- Mozaikovitá společenstva  
různě poškozených smrčín  
a balvanových akumulací
- Odumřelé smrčiny
- Mladé smrčiny





## Bukovec



● Kmeny

### Biotopy

- Horské až subalpínské vysokostébelné nivy
- Horské až subalpínské kapradinové nivy
- Suťové lesy
- Květnaté bučiny
- Horské klenové bučiny
- Horské třínové smrčiny
- Paseky s podrostem původního lesa
- Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami
- Lesní kultury s nepůvodními listnatými dřevinami



## Rašeliniště Jizery

● Kmeny



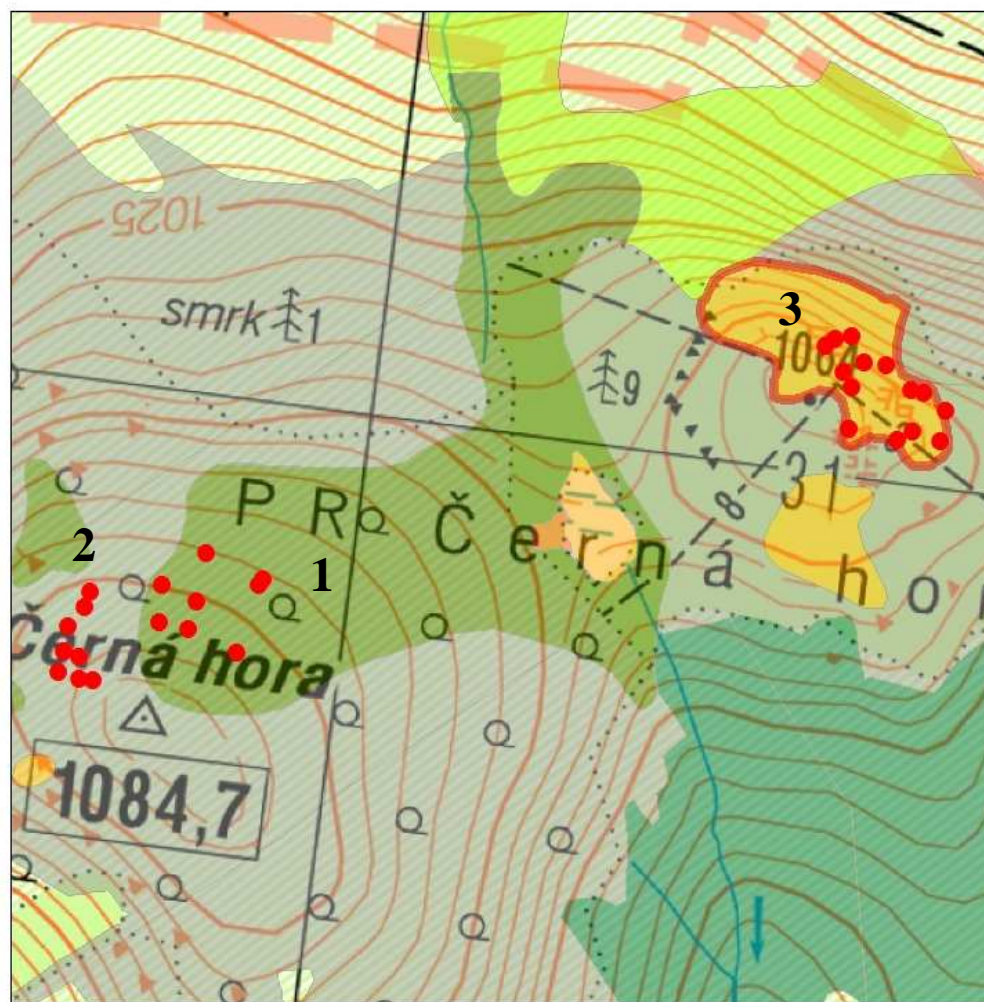
### Biotopy

-  Horské třtinové smrčiny
-  Rašelinné smrčiny
-  Podmáčené smrčiny
-  Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami
-  Paseky s podrostem původního lesa
-  Přechodová rašeliniště
-  Otevřená vrchoviště
-  Vrchoviště s kleči
-  Horské až podhorské smilkové trávníky

0 100 200 400 600 800 1 000  
Meters

1:10 000

©AOPK CR 2011



## Černá hora

● Kmeny



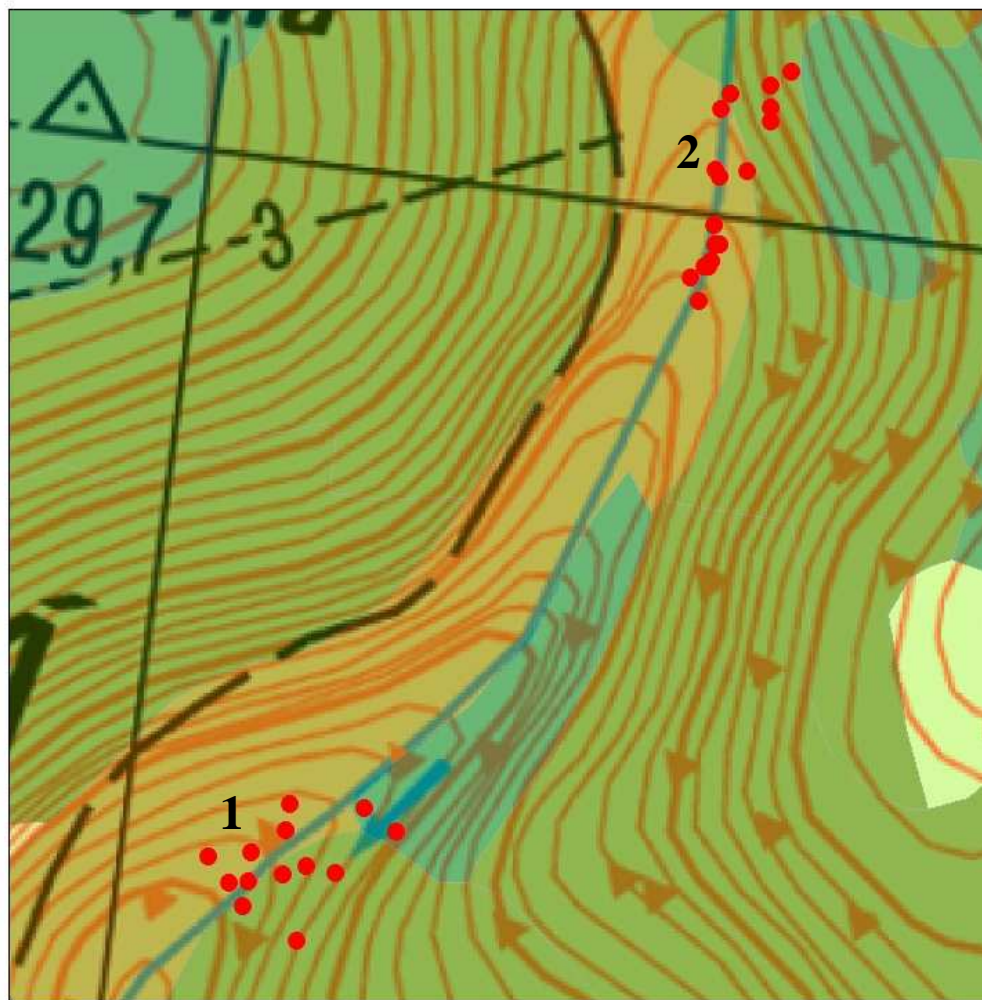
### Biotopy

- Odumřelé nebo částečně odumřelé horské třtinové smrčiny
- Rašelinné smrčiny
- Paseky s podrostem původního lesa a smrkem pichlavým
- Mlázky s odrostlým smrkem pichlavým a smrkem ztepilým
- Otevřená vrchoviště
- Mozaikovitá společenstva
- Sněžné věžičky (horská třtinová smrčina se soustavou blokových akumulací a skalních věží)

0 100 200 400 600 Meters

1:6 000

©AOPK CR 2011



## Jedlový důl

● Kmeny



### Biotypy

- Acidofilní bučiny
- Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami
- Bučina s přechodem ke klenové bučině a bohatě vyvinutým bylinným patrem

0 50 100 200 300  
Meters

1:3 000

©AOPK CR 2011

**Příloha 4:** Tabulka základních charakteristik studovaných ploch

Lokalita	Plocha	Označení plochy	Počet snímků	Souřadnice S-JTSK (střed plochy)		Prům. nadmoř. výška	Prům. sklon (°)	Expozice	Prům. zápoj (%)	Biotop
				X	Y					
<b>Poledník</b>	1	Pol pl 1	13	-680851	-964359	526,1	23,1	SSV	55,8	Květnatá bučina s četnými blokovými akumulacemi
	2	Pol pl 2	8	-680086	-964352	563,8	16,5	S	50,7	Květnatá bučina s četnými blokovými akumulacemi
	3	Pol pl 3	12	-680949	-964894	783,4	9,5	SSV	64,2	Acidofilní bučina
	4	Pol pl 4	17	-680714	-964318	604,9	18,2	SSZ	54,4	Květnatá bučina
	5	Pol pl 5	14	-680351	-964361	597,9	15,4	SSV	81,8	Květnatá bučina s četnými blokovými akumulacemi
<b>Jizera</b>	1	Jiz pl 1	11	-673053	-968421	1082,3	6,7	SZ	58,2	Zachovalá horská třtinová bučina
	2	Jiz pl 2	9	-673138	-968368	1051,1	9,6	SZ	7,2	Odumřelá smrčina
	3	Jiz pl 3	8	-672881	-968500	1106,5	0,2		0,6	Odumřelá smrčina na vrcholu Jizery
	4	Jiz pl 4	7	-672608	-968708	1031,3	10,4	JV	55,7	Zachovalá horská třtinová smrčina
<b>Bukovec</b>	1	Buk pl 1	13	-666261	-971706	945,2	17,6	JJV	69,6	Květnatá bučina s poměrně vysokým zastoupením smrku
	2	Buk pl 2	14	-666156	-971531	946,6	16,9	V	60,1	Horská klenová bučina s přechodem k suťovému lesu
	3	Buk pl 3	9	-666517	-971207	888,8	12,7	SSZ	58,2	Smrčina
<b>Rašeliniště</b>	1	RJ pl 1	10	-668375	-966169	835,3	0,8		14,2	Břeh Jizery s naplaveným dřevem
	2	RJ pl 2	14	-669993	-964980	861,8	0,2		10,4	Podmáčená louka s ostrůvky vrchovišť na okraji mrtvého lesa
	3	RJ pl 3	6	-669401	-965547	840,8	0,4		10,8	Břeh Jizery s naplaveným dřevem
<b>Černá hora</b>	1	CH pl 1	8	-676420	-968658	1032,3	4,7	SSV	55,2	Rašelinná smrčina
	2	CH pl 2	8	-676570	-968694	1063,1	5,25	SSZ	5,2	Odumřelá smrčina
	3	CH pl 3	14	-675670	-968411	1053,6	11,2	SZ	46,8	Horská třtinová smrčina se soustavou blokových akumulací a skalních věží (Sněžné věžičky)
<b>Jedlový důl</b>	1	JD pl 1	13	-674729	-973072	731,3	13,2	JJZ	59,2	Bučina podél říčky Jedlové
	2	JD pl 2	17	-674475	-972677	761,3	12,4	JJZ	66,5	Bučina podél říčky Jedlové