



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie

Mechorosty jako bioindikátory zachovalosti lesních ekosystémů

Bakalářská práce

Autor práce: Tereza Jandová

Vedoucí práce: Ing. Lucie Zemanová

2014

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Mechorosty jako bioindikátory zachovalosti lesních ekosystémů“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii. Souhlasím se zapůjčováním práce.

V Praze dne 2014

Abstrakt

Předkládaná práce je literární rešerší na téma využití mechorostů jako bioindikátorů zachovalosti lesních ekosystémů. V první řadě je pozornost věnována obecné charakteristice mechorostů včetně vlastností, které je předurčují jako vhodné modelové organismy pro bioindikaci. Část práce se zabývá významem mechorostů pro lesní prostředí a stavem našich lesních ekosystémů. Za ústřední část práce pak lze považovat přehledný seznam mechorostů využívaných jako bioindikátorů v lesním prostředí, a to jak v našich podmínkách, tak v zahraničí. Vybrané nejdůležitější druhy jsou popsány podrobněji. Na základě zpracování dostupné literatury pak lze vyhodnotit, že ačkoliv jsou mechorosty rozhodně vhodnou skupinou pro bioindikaci zachovalosti lesních ekosystémů, největší překážkou zůstává nedostatek vstupních dat o jejich rozšíření.

klíčová slova – mechorosty, bioindikace, kontinuita, lesní ekosystémy, lesní hospodaření, pralesní indikátory

Abstract

This thesis summarizes published information about possibilities of using bryophytes as bioindicators of forest status. The main attention is devoted to bryophytes description including their specific characteristics, which made them suitable model group of organisms for bioindication. The part of the work is aimed to importance of bryophytes for forest ecosystems and to evaluation of managed forests in the Czech Republic. The list of bryophytes used as bioindicators in forest ecosystems in the Czech Republic and abroad is considered to be a main part of the thesis. There is a detailed description of bryophytes of the special importance for bioindication. Despite suitability of bryophytes as bioindicators in forest ecosystems the main problem for their wider use are insufficient data about their distribution.

key words – Bryophytes, bioindication, continuity, forest ecosystem, forest management, old-growth forest indicators

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Lucii Zemanové za poskytnutí množství cenných literárních zdrojů, podnětných návrhů a času, který mi věnovala, dále Ing. Radce Musilové za vytrvalost a podporu a samozřejmě své rodině a blízkým za bezmeznou trpělivost a toleranci.

OBSAH

Kapitola:	str.
1. Úvod	2
2. Cíle práce	2
3. Metodika	3
4. Literární rešerše	4
4.1 Popis mechorostů	4-6
4.1.1 Játrovky	6-7
4.1.2 Mechy	8-10
4.2 Ohrožení a ochrana mechorostů	10-12
4.3 Mechorosty a lesní prostředí	13-16
4.3.1 Současný stav lesů v ČR	
4.3.2 Mechorosty a jejich význam v lesních ekosystémech	
4.3.3 Negativní vliv lesního hospodaření na výskyt a biodiverzitu mechorostů	
4.4 Mechorosty a bioindikace	16-17
4.5 Seznam publikovaných bioindikátorů mezi lesními mechorosty	17-25
5. Diskuze	25-27
6. Závěr	27-29
7. Seznam použité literatury	30-32
8. Přílohy	33-42

1. Úvod

Mechorosty jsou společně s kaprad'orosty řazeny mezi tzv. výtrusné rostliny. Mechorosty postrádají vyvinutá vodivá pletiva a kořeny, což je činí více závislými na okolním prostředí a typu substrátu, nežli vývojově vyspělejší rostliny semenné. Mechorosty tak mnohem lépe odrážejí stav ekosystémů, zejména co do změn mikroklimatu a nabídky mikrostanovišť. Přestože mechorosty zastávají mnohé významné funkce v ekosystémech (zadržování vody, koloběh látek, stabilizace půdy, významný článek potravních řetězců), ztrátě jejich biodiverzity není věnována dostatečná pozornost, zvláště ve srovnání s vyššími rostlinami (Newmaster, Bell, 2002) Předkládána práce se zabývá problematikou využití mechorostů jako bioindikátorů zachovalosti lesních ekosystémů.

2. Cíle práce

Cílem bakalářské práce je přehledná rešerše možností použití mechorostů jako bioindikátorů stavu lesa na základě poznatků z dosavadních publikovaných prací. Práce se zaměřuje na vztah mechorostů k narušení kontinuálního vývoje lesa, fragmentaci lesních stanovišť a úbytku vhodných mikrostanovišť zejména v souvislosti s lesním hospodářstvím. Tyto změny v prostředí jsou příčinou úbytku biodiverzity mechorostů a vymírání jednotlivých druhů mechorostů v lesních ekosystémech. Součástí textu je rovněž vypracování seznamu mechorostů vhodných k použití k bioindikacím v lesním prostředí.

Práce na základě dosud publikovaných studií řeší tyto základními otázky:

1. Které vlastnosti mechorostů způsobují zvýšenou citlivost k změnám v lesních ekosystémech?
2. Které změny v ekosystémech nejvíce ohrožují citlivé druhy?
3. Které druhy se na základě dosud publikovaných výsledků osvědčily jako dobré indikátory kvality lesního prostředí?
4. Které s těchto druhů jsou závislé na kontinuálním vývoji lesa a které spíš na nabídce vhodných mikrostanovišť?

3. Metodika

Vlastní literární rešerše je členěna do pěti podkapitol. První podkapitola (4.1 Popis mechorostů) seznamuje s obecnými vlastnostmi mechorostů z hlediska rozmnožování, šíření a základním taxonomickým rozdělením včetně hlavních zástupců. V další podkapitole (4.2 Ohrožení a ochrana mechorostů) je pozornost věnována příčinám ohrožení mechorostů a jejich současné ochraně, dále jsou zde podrobněji popsány některé význačnější celoevropsky sledované mechorosty. Další část (4.3 Současný stav lesů ČR) je pak věnována současnému stavu lesů v České republice, významu mechorostů v lesním prostředí a vlivu lesního hospodářství na diverzitu mechorostů. V podkapitole 4.4 (Mehorosty a bioindikace) je širší prostor věnován využití mechorostů pro biondikace včetně příkladů. Poslední podkapitola literární rešerše (4.5 Seznam publikovaných bioindikátorů mezi lesními mechorosty) se pak zabývá seznamem nejvýznačnějších mechorostů využívaných u nás i v zahraničí pro indikaci stavu lesního prostředí. Názvy taxonů byly sjednoceny podle seznamu mechorostů pro ČR (Kučera et al. 2012). Následuje diskuze a závěr.

4. Literární řešerše

4.1 Popis mechorostů

Mechorosty (*Bryophyta*):

Tento termín je běžně používán pro necévnaté suchozemské rostliny, *bryon* = mech+*phyton* = rostlina.

Mechorosty jsou výtrusné, bezcévné, suchozemské rostliny (označují se též jako vlhkobytné – obývají lesy, stinná místa, kůru stromů, skály, zídky, střechy). Mechorosty se dělí na 3 skupiny rozlišované na úrovni oddělení: játrovky, mechy a hlevíky. Jejich tělo je tvořeno stélkou, která může být lupenitá nebo rozlišená na lodyžku (kauloid) s lístky (fyloidy) a připevněná k podkladu přichytnými vlákny (rhizoidy). Hlevíky a část játrovek (třídy Marchantiopsida a část třídy Jungermanniopsida) mají lupenitou stélku, zatímco zbylé játrovky a mechy mají stélku rozdělenou na kauloid, fyloidy a rhizoidy. V životním cyklu převažuje gametofyt nad sporofytem. K oplození vaječné buňky spermatozoidem dochází u mechorostů ve vodním prostředí (Kalina a Váňa, 2005).

Rozmnožování mechorostů:

Pro mechorosty je typická heteromorfní rodozměna, tedy střídání morfologicky odlišené pohlavní a nepohlavní fáze. K oplození při pohlavním rozmnožování dochází pouze ve vodním prostředí, proto hraje vlhkost u rozmnožování mechorostů tak významnou roli. Pohlavní generace se vyvíjí z haploidního výtrusu, ze kterého vyroste prvoklíček (protonema) a z něj haploidní rostlinka (gametofyt). Gametofyt nese pohlavní orgány (gametangia): samičí zárodečníky (archegonia) a samčí pelatky (antheridia). Samčí pohlavní buňkou jsou dvojbičkaté spermatozoidy (pohybující se ve vodním prostředí - např. v kapce vody), které vnikají do lahvicovitého zárodečníku s jedinou vaječnou buňkou, tzv. oocytem (Váňa, 2006). Po oplození

vznikne zygota (diploidní) a z ní se vyvíjí nepohlavní generace (sporofyt). V tobolece sporofytu dochází k redukčnímu dělení a vznikají haploidní výtrusy. Diploidní sporofyt je vždy závislý na zeleném gametofytu (na rozdíl od ostatních vyšších rostlin). Jednodomé druhy tvoří sporofyt zpravidla častěji než druhy dvoudomé (Laaka-Lindberg et al. 2000). Dalšími faktory, které ovlivňují tvorbu sporofytů, mohou být stáří a velikost populace (Jonsson & Söderström 1988, Laaka-Lindberg 1999), vliv kyselých dešťů (Hradílek 1999) a klimatických podmínek (Laaka-Lindberg 2005) nebo může být spjata s životní strategií druhu (During 1979). Tvorba sporofytu bývá také spojována s optimálními ekologickými podmínkami druhu (Laaka-Lindberg 2000). Je však nutné zohlednit fakt, že pohlavní rozmnožování sice tvoří geneticky variabilní potomstvo, ale je energeticky náročnější než nepohlavní rozmnožování. Nepohlavní rozmnožování se považuje za energeticky méně náročné než pohlavní rozmnožování (Laaka-Lindberg 2001, Pohjamo & Laaka-Lindberg 2003) a slouží k udržení lokálních populací i při suboptimálních podmínkách (Longton & Schuster 1983, Laaka-Lindberg 1999). U mechorostů je tento typ rozmnožování realizován pomocí specializovaných útvarů – gem, z formálního hlediska odpovídá nepohlavnímu rozmnožování také rozrůstání a fragmentace stélky. Nepohlavní rozmnožování pomocí gem je mezi játrovkami běžné, téměř polovina játrovek v britské flóře produkuje nepohlavní rozmnožovací tělíška – gemy (Laaka-Lindberg et al. 2000), oproti tomu pouze 18 % mechů v britské flóře produkuje nějaký typ nepohlavních propagačních částic – gemy, lámavé listy, flagely (Longton 1992). Gemy jsou specializované částice, které vznikají na rhizoidech a slouží k nepohlavnímu rozmnožování mechorostů. Gemy jsou schopné přečkat v půdě nepříznivé období a v případě, že nastanou vhodné podmínky, vytvářejí nové rostlinky. Obecně se předpokládá, že slouží k šíření kolonie na dané lokalitě. Jejich schopnost šíření je poněkud oslabena, což je dáno jejich většími rozměry oproti sporám. Vzdálenost šíření některých gem však může být značně prodloužena pomocí silného větru nebo vodních proudů. Výhodou gem jsou například menší energetické investice daného druhu do jejich tvorby, kratší doba klíčení a rychlá tvorba gametofytu (Laaka-Lindberg et al. 2003).

Schopnost šíření mechorostů:

U mechorostů je častá úzká vazba na substrát, který se vyskytuje v krajině roztroušeně (např. skály, kameny, mrtvé dřevo, pařezy). Z hlediska přítomnosti populace určitého druhu na lokalitě jsou rozhodující jak vlastnosti daného substrátu (jeho kvalita, stáří, či plocha), tak i propojení s ostatními populacemi stejného druhu pomocí výměny diaspor. Vyhynutí některé z populací v určité lokalitě může být kompenzováno imigrací těchto diaspor z jiné populace. Pravděpodobnost takové imigrace závisí především na izolovanosti dané lokality a také na schopnostech šíření daného druhu (Rydin 2009).

Velikost rozmnožovacích tělísek se pohybuje v rozmezí přibližně od 10 μ m v případě spor až po několik milimetrů velké fragmenty lístků či lodyžek. Šíří se nejčastěji větrem (anemochoricky), v případě vodních a mokřadních druhů také vodou (hydrochoricky). Vzhledem k velmi malým rozměrům a hmotnosti jsou pohlavní spory schopné často vystoupat i do vyšších vrstev atmosféry a pomocí vzdušných proudů se tak mohou šířit i na velké vzdálenosti.

Je však nutné vzít v úvahu další faktory, které šíření ovlivňují. Šíření diaspor větrem je značně neselektivní vůči cílovému stanovišti, diaspory se šíří všude. Přestože mechorosty jsou schopné vyprodukovat několik milionů spor v každém sporangiu, pouze malé procento z nich se skutečně dostane až na vhodné stanoviště s odpovídajícími podmínkami, kde je možný zrod životaschopné populace. Čím jsou vyhraněnější ekologické nároky daného druhu, tedy čím užší mají tzv. niku, tím menší je pravděpodobnost jeho úspěšného uchycení na libovolné lokalitě. Další překážkou pro neomezené šíření mohou být mechanické a fyziologické bariéry (skály, lesní porost, atd.). Předpokládá se, že druhy lesního podrostu jsou schopné se dostat do vyšších vzdušných proudů jen velmi obtížně a tím je jejich transport na dlouhé značně vzdálenosti omezen. Dalším podstatným faktorem, který se podílí na úspěšnosti uchycení na odpovídajícím stanovišti, je míra fragmentace krajiny a s ní související vzájemná izolovanost stanovišť vhodných pro výskyt daného druhu (Nekola et White 1999).

Mimo schopnosti rozšířit se je další důležitou vlastností spor také jejich schopnost vyklíčit. Mezi hlavní faktory, které v přírodě ovlivňují klíčení spor, jsou pH substrátu a vlhkost. Jak spory, tak i mladá protonemata jsou značně citlivá na nedostatek vody. Klíčení z vegetativních částí je zpravidla úspěšnější, ovšem i zde hrají roli faktory prostředí, opět především vlhkost (Rydin 2009).

Dělení mechorostů podle substrátových preferencí:

Většina cévnatých rostlin má rozsáhlý kořenový systém, který mnohdy zasahuje do značné hloubky z důvodu čerpání potřebné vlhkosti a živin. Mechorosty však díky své schopnosti přijímat vlhkost celým svým povrchem nemají potřebu takto složitých kořenových systémů. Proto je kořenový systém u mechorostů nahrazen přichytnými vláknami (tzv. rhizoidy), které mají za úkol připoutat rostlinu k substrátu (Soldán, 2010). U některých druhů mechů došlo během evoluce k jakýmsi pokusům o vytvoření vodivých pletiv, nebyly však schopné konkurence vůči cévnatým rostlinám a proto bylo pro tyto druhy výhodnější přežít na místech, kde nebyla konkurence cévnatých rostlin (např. kůra a listy stromů, rašeliniště, či mrtvé dřevo)(Váňa, 2006).

Podle Soldána (2010) či Kučery (1995) lze mechorosty podle substrátových preferencí dělit na:

Terestrické: žijí na minerální půdě, nebo na humusové vrstvě půdy

Epixylické: žijící na tlejícím dřevě (padlé stromy, pařezy, atd.). Některé epixylické druhy upřednostňují pouze kmeny s určitým stupněm rozkladu, měkkostí dřeva, texturou nebo průměrem kmene (Söderström 1988b), jiné druhy nemají tak specifické ekologické nároky na parametry mrtvého dřeva (Söderström 1988b, Ódor & Van Hees 2004).

Epifytické: vázané nejčastěji na borku stojících stromů

Epifylické: rostoucí na listech cévnatých rostlin (vyskytují se spíše v tropech a jsou to většinou játrovky)

Epilitické: rostoucí na horninovém podkladu (skály, balvany)

Druhy, které nejsou tolik substrátově vyhraněné se v některých studiích nazývají oportunistické (tzn. využívají příležitostně různé druhy substrátů).

Váňa (2006) rozděluje mechorosty do 3 taxonomických skupin: játrovky, hlevíky a mechy. Hlevíky se v lesních ekosystémech neobjevují, rostou zejména na stništích a v příkopech.

4.1.1 Játrovky (*Marchantiophyta*)

Játrovky jsou primitivnější třída mechorostů se silně redukovaným prvoklíčkem. Nemají na listech střední žilku s cévními svazky, jsou méně diferenciované (mezi stavbou fyloidů, kauloidu a rhizoidů je menší rozdíl než u mechů) (Babula, 2008).

Játrovky mají stélku zpravidla listnatého nebo lupenitého charakteru, často zploštělou, protonema je redukované a málo odlišené od gametofytu. Buňky obsahují více chloroplastů, rhizoidy jsou jednobuněčné, většinou hladké nebo čípkaté, v některých případech jsou přítomny vícebuněčné ventrální šupiny. Lístky foliózních typů jsou tvořeny 1 nebo 2 vrstvami buněk, obvykle nemají žebro a vyrůstají z lodyžky ve dvou řadách postranních lístků a třetí řadě zadních lístků, tzv. amfígastríí, které mohou druhotně chybět. Sporofyt je v naprosté většině závislý na gametofytu, protože postrádá asimilační pletiva (Pilous, 1960). Sporofyt je složen z tobolky a zpravidla i nohy a štětu. Tobolka kromě spor obsahuje i sterilní buňky tzv. mrštníky (Babula, 2008).

Výskyt: na celém světě se vyskytuje přibližně 10 000 druhů, v ČR kolem 200 druhů

Třída: *Jungermanniosida*

Játrovky této třídy jsou zčásti lupenité, zčásti listnaté, pletivo stélky není rozlišeno, dýchací otvory a komůrky u nich zcela chybí. Rhizoidy jsou vždy hladké a tobolka na dlouhém štětu se otevírá čtyřmi chlopněmi (Pilous a Duda, 1960).

Řád: Kroknicotvaré (*Metzgeriales*)

- mají výhradně lupenitou a anatomicky velmi jednoduchou stélku

Řád: Trsenkotvaré (*Jungermanniales*)

Tyto játrovky mají výhradně listnatou stélku s lodyžkami olistěnými 2 až 3 řadami.

Řád: Porostnicotvaré (*Marchantiales*)

Tyto játrovky mají složitou anatomickou stavbu, gametangia je zvedána tzv. nosičem (receptakulem) nad povrch stélky.

- zástupci: Porostnice mnohotvárná (*Marchantia polymorpha*)

Mřížkovec kuželovitý (*Conocephalum conicum*)

Řád: Trhutkotvaré (*Ricciales*)

Anatomická stavba těchto játrovek je velmi jednoduchá, ale i přesto má pletiva rozlišená. Gametangia i tobolka jsou ponořené ve stélce (Váňa, 2006).

3.1.2 Mechy (*Bryophyta*)

Mechy jsou podle Babuly (2008) nejdokonaleji vyvinutá kategorie mechorostů, mají rozlišené tělo, dobře vyvinutý prvoklíček, jejich stélka je zpravidla rozlišena na lodyžku a lístky. Rozmnožují se za pomoci vody, proto se vyskytují ve vlhkém prostředí. Jsou druhově nejrozmanitější a jsou důležitou součástí lesních ekosystémů díky své vlastnosti vázat a udržovat vlhkost. Mechy mají gametofyt výhradně listnatého charakteru se zpravidla spirálovitě nasedajícími lístky. Protonema bývá většinou dobře vyvinuté, v buňkách je obsaženo mnoho drobných chloroplastů. Rhizoidy jsou mnohobuněčné, středem lodyžky i štětu někdy probíhá svazek primitivního vodivého pletiva. Lístkem většinou prochází jednoduché nebo dvojité žebro, které navazuje na vodivé pletivo lodyžky. Sporofyt je v dospělosti bez chlorofylu, z toho důvodu je zcela závislý na gametofytu, v mládí je však schopen asimilace a závislost na gametofytu je tedy jen částečná (Váňa, 2006). Je možné uvést i drobné výjimky (*Buxbaumia viridis* např.). Sporofyt se skládá téměř pokaždé z nohy štětu a tobolky, tobolka obsahuje středový sloupek (tzv. kolumelu) a otevírá se zpravidla víčkem. Stavba tobolky a dále obústí je důležitý morfologický znak pro taxonomii mechorostů. V rámci mechorostů dosáhly největšího rozvoje a rozmanitosti (Kubešová a kol., 2009).

Výskyt: na celém světě lze nalézt přibližně 16 000 druhů, v ČR se vyskytuje cca 650 druhů

Třída: Sphagnopsida (rašeliníky)

Rašeliníky mají zpravidla protonema lupenité tvořené jedinou vrstvou buněk, chybí rhizoidy. Větvené lodyžky jsou ukončeny shluknutými větvičkami - tzv. hlavičkou, lodyžky mají neukončený růst (Kalina a Váňa, 2005). Lístky jsou zpravidla bez žebra, buňky lístků mohou být dvojího typu: živé drobné chlorocyty a neživé velké hyalocyty. Lodyžní lístky jsou svým tvarem i velikostí odlišné od větevních. Sporofyt je tvořen zřetelnou nohou, krátkým štětem a kulovitou tobolkou s neúplnou kolumelou, štět bývá funkčně nahrazen tzv. pseudopodiem (tzv. panožka) O rašelinících určitě pište a věnujte se jim, v některých lesích (např. rašelinné smrčiny, rašelinné bory) jsou naprosto zásadní. Propojujte to všechno rovnou s ekologií.

Výskyt: rašeliníky jsou rozšířené po celém světě, V ČR se vyskytuje cca 30 druhů

zástupci: Rašeliník člunkolistý (*Sphagnum palustre*)

Rašeliník Girgensohnův (*Sphagnum girgensohnii*)

Štěrbovky (*Andreaeopsida*)

Protonema štěrbovek je pentlicovité, sporofyt postrádá štět, který je funkčně nahrazen pseudopodiem (panožkou), tobolka se otevírá čtyřmi chlopněmi, středový sloupek v tobolce (kolumela) je neúplný. Rostliny jsou drobné, tmavě až černě zbarvené (Váňa, 2006).

Výskyt: po celém světě lze nalézt cca 120 druhů, v ČR se vyskytují tři druhy

zástupce: Štěrbovka skalní (*Andreaea rupestris*)

Pravé mechy (*Bryopsida*)

Protonema mechů je zpravidla vláknité a větvené. Tobolka obsahuje úplnou kolumelu, tobolka se otevírá víčkem a je kryta kalyptrou (čepičkou). Mechy jsou nejbohatší skupina celých mechorostů (Kučera, 2012).

Výskyt: po celém světě se vyskytuje cca 16 000 druhů, v ČR lze nalézt cca 650 druhů

Praktické rozdělení mechů podle Váni a kol. (2009): akrokarpní a pleurokarpní

akrokarpní (vrcholoplodé) - lodyžky vzpřímené, gametangia se zakládají na vrcholu

pleurokarpní (bokoplodé) - lodyžky poléhavé, gametangia se zakládají na boku lodyžky

4.2 Ohrožení a ochrana mechorostů

Na území České republiky je nebo byla podle Kučery a Váni (2005) v minulosti prokázána přítomnost 858 druhů mechorostů (4 druhy hlevíků, 207 druhů játrovek a 647 druhů mechů). Z tohoto počtu druhů se 27 z nich považuje za lokálně vyhynulé, 54 dalších druhů není přítomno déle než přibližně 25 let, 73 taxonů je pokládáno za kriticky ohrožené, 73 za ohrožené a 72 za zranitelné. 58 taxonů spadá do kategorie druhů blízkých ohrožení a 69 do kategorie nedostatečně známých. Z hlediska biotopů v kategorii vodních toků a nádrží se mezi ohroženými druhy vyskytují pouze velmi vzácné, případně nezvěstné druhy. Jednou z nejvýznamnějších kategorií biotopů pro výskyt ohrožených druhů mechorostů jsou slatinná a přechodová rašeliniště. V další kategorii mají pro ochranu mechorostů význam víceméně pouze rozvolněné xerothermní trávníky, přecházející do společenstev skalních stepí až drolin. Velmi významné jsou lesní biotopy, jejichž členění v Katalogu biotopů je ovšem podle Kučery a Váni (2005) pro mechorosty naprosto bezvýznamné.

Mechorosty typické pro daný typ lesa:

L1 Mokřadní olšiny: *Brachythecium rivulare*, *Plagiomnium affine*, *P. undulatum*, *Plagiothecium denticulatum*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum palustre*, *S. squarrosum*

L2 Lužní lesy: *Atrichum undulatum*, *Plagiomnium affine* a *P. undulatum*.

L3 Dubohabřiny: *Atrichum undulatum*, *Hypnum cupressiforme* a *Polytrichum formosum*.

L4 Sut'ové lesy: *Brachythecium retabulum*, *Hypnum cupressiforme*, *Plagiomnium affine*, *P. cuspidatum*

L5 Bučiny: Z hlediska výskytu terestrických mechů nejsou bučiny příliš významné, je zde však množství vhodných substrátů zejména pro epifytické mechorosty, např. tlející dřevo, podstatné pro výskyt vzácného mechu *Buxbaumia viridis*

L6 Teplomilné doubravy: *Ceratodon purpureus*, *Hypnum cupressiforme*, *Polytrichum piliferum*

L7 Acidofilní doubravy: *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum formosum*, *Ceratodon purpureus*, *Pohlia nutans* a *Polytrichum piliferum* případně s druhy *Dicranum polysetum*, *Leucobryum glaucum*, *L. juniperoideum*

L8 Suché bory: *Dicranum polysetum*, *D. scoparium*, *Hypnum cupressiforme*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum piliferum*, *Pohlia nutans*

L9 Smrčiny: *Dicranum scoparium*, *Hypnum cupressiforme*, *Polytrichum formosum*, *Sphagnum capillifolium*, *S. girgensohnii*, *Bazzania trilobita*, *Polytrichum commune*, *S. riparium*, *S. russowii*

L10 Rašelinné lesy: *Calliergon stramineum*, *Sphagnum capillifolium*, *S. fallax*, *Aulacomnium balustre*, *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*, *P. strictum*, *S. balustre*, *S. russowii*, *Polytrichum formosum*, *S. contortum*

Ohrožené druhy se v lesním prostředí vyskytují buď jako epifyty (téměř výhradně na listnatých stromech, avšak nezávisle na míře příměsi stromů jehličnatých) nebo jako epixylické druhy (v této kategorii téměř bez rozlišení substrátu – zde rozhoduje hlavně míra vlhkosti a zastínění). Významné epifytické druhy se mohou vyskytovat i bez vazby na přirozený lesní biotop, tedy i v rámci biotopů, které jsou ovlivněny lidskou činností. Z hlediska výskytu ohrožených druhů je rovněž významné prolnutí epixylických druhů a druhů rostoucích na stinných a vlhkých pískovcových skalách.

Monitoring evropsky významných druhů mechorostů:

Cévnaté rostliny, živočichové a houby mají svůj seznam ve vyhlášce 395/1992 Sb. k zákonu č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ale mechorosty nikoliv. Existuje sice Červený seznam mechorostů (Kučera et al. 2012), který ale není závazný pro ochranu přírody a má vlastně jen informativní funkci. Vybrané druhy mechorostů jsou pravidelně monitorovány na základě evropského práva (především

Směrnice o stanovištích - 92/43/EEC). Součástí směrnice je i několik příloh. Do přílohy II Směrnice o stanovištích a družích je zařazeno celkem 8 druhů mechorostů známých s území České republiky.

Současný výskyt je však potvrzen pouze u 6 z nich. Játrovka kýlnatka korutanská (*Scapania carinthiaca*, syn.: *Scapania massalongoi*) a mech poparka dlouhoštetá (*Meesia longiseta*) jsou v současné době řazeny mezi regionálně vyhynulé (RE) druhy bryoflóry ČR. Mech šurpek Rogerův (*Orthotrichum rogeri*) a hlevík vycpálka okrouhlá (*Notothylas orbicularis*) byly považovány za nezvěstné (DD-va), ale v letech 2009-2010 byly v ČR nalezeny a zařazeny do monitoringu. Zbylé čtyři recentně potvrzené, monitorované a níže prezentované druhy jsou zařazeny mezi kriticky ohrožené (CR), (silně) ohrožené (EN) nebo zranitelné (VU). (Kučera, Váňa 2005).

Do přílohy V Směrnice o stanovištích a družích jsou zařazeny druhy, jejichž odebírání z volné přírody a využívání může být předmětem určitých opatření na jejich obhospodařování. Jsou to: bělomech sivý (*Leucobryum glaucum*) patřící mezi neohrožené druhy (LC) a celý rod rašeliník (*Sphagnum*), který čítá v ČR 34 recentně známých druhů s různým stupněm ohrožení (Kučera, Váňa 2005). Mechy z přílohy V Směrnice o stanovištích nebyly a nejsou AOPK ČR cíleně monitorovány. Jejich sledování není vzhledem k jejich zařazení v uvedené příloze nezbytné a vzhledem k vysoké finanční a časové náročnosti je i nereálné (AOPK, 2007).

Na území jsou v současné době trvale monitorovány následující druhy mechorostů (AOPK, 2007):

Dvouhrotec zelený (*Dicranum viride*) a **šikoušek zelený** (*Buxbaumia viridis*) slouží zároveň jako významné bioindikátory a podrobněji se jim budu věnovat v kapitole 3.5.

Mozolka skalní (*Mannia triandra*)

Mozolka je drobná jednodomá, krátkověká játrovka upřednostňující stinné štěrbinu skal a zdí a čerstvé erodované strmé svahy, ale snáší i mírně osluněné a sušší stanoviště. Na vlhčích stanovištích je druh někdy schopen regenerovat pomocí bočních inovací staré stélky (Váňa, 2006).

Srpnatka fermežová (*Hamatocaulis vernicosus*)

Tento mech je dvoudomý, jen velmi vzácně plodný, dlouhověký a tvoří až poměrně velké trsy. Vyskytuje se na otevřených, či slabě zastíněných, trvale vlhkých stanovištích - zejména nížinná a přechodová rašeliniště a bažinaté louky. Jedná se o konkurenčně slabý mech, který se při narušení a částečné destrukci lokality jen velmi těžce vrací zpět (Váňa a kol., 2009).

4.3 Mechorosty a lesní prostředí

4.3.1 Současný stav lesů v ČR

Lesy jsou i přesto, že jsou po stovky let ovlivňovány lidskou činností nejvíce zachovalou složkou přírody a krajiny, i proto se na ně zaměřuje významná část celkové pozornosti ochrany přírody. Vzhledem k tomu, že pokrývají přibližně třetinu celého území České republiky, významně přispívají k vytváření přirozeného ekologického potenciálu krajiny. (Anonymus, 2006)

Přes velký plošný podíl lesů na rozloze státu se však produkce dřeva podílí na tvorbě HDP jen přibližně z 0,7 %. Význam lesů ze společenského hlediska tedy nemůže elementárně spočívat pouze v produkci dřeva, přestože se jedná o podstatný zdroj obnovitelné suroviny ohleduplné k životnímu prostředí. Ze současných poznatků v ČR i v okolních státech, které se vyznačují obdobnými přírodními předpoklady a zkušenostmi při lesním hospodaření vyplývá, že produkce dřeva i ostatních materiálových i ekonomických funkcí lesa je možné docílit postupy, jimiž bude respektována víceúčelnost lesa jako hlavního ekosystému krajiny v ČR. (Moucha, 2006)

Současný stav lesů v ČR není možné kvůli mnoha okolnostem považovat za ideální. Nejvýznamnější překážky, jimiž je snižována ekologická stabilita lesů, přírodní hodnoty včetně druhové diverzity a konečně i jejich dlouhodobá produkční funkce, pochází zejména ze značného zjednodušení druhové skladby, způsobeného zavedením smrkových a borových monokultur v předchozích stoletích a jejich značným zastoupením vytrvávajícím do současnosti. Spolu s prosazováním pasečného hospodářství vedlo udržování takových monokultur i ke zjednodušení

prostorové skladby lesních porostů. Původní genofond dřevin nebyl doceněný. Podstatně se na stavu především horských lesních ekosystémů odrazil dodnes vliv imisí chemických látek vznikajících v průmyslu a v dopravě, jež přetrvává dodnes. V mnohých oblastech je stav lesa negativně ovlivněn nadbytečným stavem spárkaté zvěře a zvyšujícím se rekreačním využíváním (Fanta, 2007).

Zjednodušování původní diverzity přírodních lesů začali vnímat osvědčení lesníci a stali se zakladateli ochrany nejvíce zachovalých pozůstatků původních lesů již od 19. století. Tlak na ochranění lesů, které byly méně ovlivněny běžným lesním hospodařením, zejména lesů s druhovou strukturou blízkou původnímu stavu, a lesů, kde převažovaly mimoprodukční funkce, přispěl postupně k vyhlášení zvláště chráněných území (Krečmer, 2003).

V současnosti je přibližně 25 % lesních porostů součástí zvláště chráněných území. Intenzita ochrany přírody je zde však velice různorodá. Většinu plochy zastupují lesy třetích zón chráněných krajinných oblastí, kde většinou stačí obecné principy pěstování hospodářského lesa. Podle současného zákona o ochraně přírody a krajiny je všem lesům mimo jiné zajištěna obecná ochrana jako významným krajinným prvkům, což však na lesnickou praxi neklade žádné zvláštní nároky. V lesích je vymezeno i významné procento biocenter územního systému ekologické stability krajiny (Fanta, 2007).

Funkcí zvláště chráněných území, hlavně pak národních parků, národních přírodních rezervací a přírodních rezervací, je udržení přírodních hodnot, v případě lesa to znamená jejich uchování ve stavu blízkém přírodě, postupné potlačení výkonných způsobů hospodaření a nahrazení hospodářsky ovlivněných porostů porosty přírodě blízkými (Moucha, 2006).

4.3.2 Mechorosty a jejich význam v lesních ekosystémech

Lesní biotopy jsou na mechorosty zpravidla bohaté. Je to způsobeno vlhčím mikroklimatem a zástínem. Dostatek vlhkosti je totiž pro většinu mechorostů limitujícím faktorem pro přežití. Navíc je zde bohatá nabídka různých druhů substrátů: hrabanka, tlející dřevo, kůra stromů, kameny, obnažené břehy lesních cest, apod., což značně zvyšuje druhovou rozmanitost tohoto ekosystému. Mezi velmi obecné lesní mechy patří *Brachythecium* spp., *Plagiothecium* spp., *Atrichum*

undulatum, *Polytrichum formosum*, druhy příbuzných rodů *Mnium*, *Plagiomnium*, a *Rhizomnium*, dále *Dicranum* spp. a *Dicranella* spp.. V lesních vlhčinách nebo na březích lesních cest je možné se běžně setkat i s játrovkami, např. s *Pellia epiphylla* nebo *Conocephalum conicum*. Tlející dřevo osídluje z játrovek nejčastěji *Chiloscyphus profundus*, *Lepidozia reptans* nebo *Cephalozia bicuspidata*, z mechů pak *Tetraphis pellucida* nebo *Herzogiella seligeri*. Z vzácnějších epixylických druhů lze uvést *Aulacomnium androgynum*. Kůru a kořenové náběhy dřevin porůstají mechy *Hypnum cupressiforme*, *Brachythecium rutabulum*, *Brachythecium salebrosum* nebo *Dicranum montanum* spolu s *Dicranella heteromalla*.

Lesy vytvářejí typickou kombinaci světelného, vlhkostního a teplotního režimu, který pak umožňuje růst mechorostů na specifických mikrostanovištích. V lesích tedy lze nalézt největší druhovou rozmanitost mechorostů, jelikož zde nacházejí nejvhodnější podmínky pro svou existenci. Mechorosty mají velký význam pro lesní ekosystémy, mezi nejdůležitější faktory můžeme podle Kučery (2005) zařadit:

1. Zadržují značné množství vlhkosti, čímž přispívají k udržení stávajícího klimatu v lese, zpomalují vysychání substrátu
2. Zabraňují odplavování lesní půdy, rychle pokrývají obnažený povrch půdy, zabraňují erozi půdy
3. Napomáhají k rychlejšímu rozkladu (např. tlející dřevo), čímž přispívají k urychlení koloběhu látek v ekosystému
4. Vytvářejí mikroklima i mikrostanoviště pro další organismy
5. Jsou významnou součástí biomasy-obnovitelného zdroje energie

4. 3.3 Negativní vliv lesního hospodaření na výskyt a biodiverzitu mechorostů

Mechorosty jsou vzhledem ke své citlivosti významnými indikátory stavu lesních ekosystémů. Jsou ve značné míře ovlivňovány lesním hospodařením.

Mezi hlavní negativní vlivy na výskyt mechorostů patří:

1. Mýtní těžba-holoseče: při holosečích dochází k velkému zásahu do ekosystému lesa, dochází k úbytku vlhkosti potřebné pro existenci mechorostů, čímž dochází k jejich vymizení. Mezi další negativní dopad těžby patří samozřejmě eroze půdy způsobená těžařskou technikou a v neposlední řadě také emise z dopravy těžného dřeva (Lipský, 1999)
2. Fragmentace stanovišť: rozdělení lesního porostu, ať už pozemní komunikací, nebo vodním kanálem vede ke snížení biodiverzity mechorostů. Mechorosty nejsou přizpůsobeny pro stěhování, stávají se tak stále více ohroženými druhy. V případě rozdělení porostu nastává problém hlavně v dalším šíření mechorostů, zejména pokud se rozmnožují pohlavně. Pohlavní rozmnožování mechorostů je možné pouze do určité vzdálenosti, ve chvíli, kdy dojde k předělení porostu např. lesní cestou, nejsou určité druhy schopné již tuto vzdálenost překonat, čímž je značně omezen jejich areál pro další reprodukci (Iuell, 2003).
3. Heterogenita stanovišť: kvůli lesnímu hospodaření je přirozená heterogenita často narušována. Zejména těžba dřeva je pro lesní ekosystém disturbancí náhlou, organismy tedy nejsou připraveny se přizpůsobit náhlé změně prostředí a dochází k jejich úhynu. Toto se netýká pouze mechorostů, tyto disturbance negativně ovlivňují téměř všechny organismy, nicméně pro mechorosty je heterogenita stanovišť velice důležitá. Pokud dojde např. v důsledku mýtní těžby k úbytku zástínu a tím pádem i vlhkosti, jsou populace lesních mechorostů silně ohroženy, zejména z důvodu, že pokud dojde k vysychání stanoviště, nejsou mechorosty schopné pohlavního rozmnožování, pro které je vlhkost nezbytná. Dalším problémem je samozřejmě těžba určitých druhů dřeva, jež jsou nezbytné pro růst populací epifytických, epilitických a epifylických mechů (např. *Fraxinus excelsior*, *Acer platanooides*, *Ulmus glabra*, *Ulmus laevis*, *Tilia cordata*, *Quercus robur*,

Populus tremula, *Prunus padus* či *Sorbus aucuparia*, které jsou nezbytné pro vývoj a šíření populace vzácného epifytu *Neckera Pennata* (Novotná, 2001).

4. Nedostatek mrtvého dřeva: vzhledem ke stále častějšímu úplnému likvidování dřeva při těžbě (likvidace pařezů, štěpkování větví, atd.) jsou silně ohroženy epixylické druhy mechů, které nemají dostatek pro ně potřebného tlejícího dřeva, které je podstatné pro jejich existenci, např. vzácný mech *Buxbaumia viridis* (Plášek, 2001).
5. Emise: emise, zejména pak jejich pevné částice mají zásadní vliv na mechorosty a celkově lesní ekosystémy, sloučeniny dusíku a síry zpravidla způsobují zhoršenou schopnost dýchání organismů, čímž zamezují jejich vývinu (Hruška a Kopáček, 2009)
6. Poškození zvěří: nadbytek spárkaté zvěře má za následek značné poškození v důsledku častého procházení lesními porosty - zvěř svým častým pohybem způsobuje erozi půdy a odumírání rostlin nebo jejich částí (Havel, 2012)

4.4 Mechorosty a bioindikace

Význam mechorostů jako bioindikátorů je určen hlavně velmi úzkou vazbou na abiotické podmínky prostředí. Tuto vazbu způsobují ekofyziologické vlastnosti těchto organismů. Povrch stélky je oproti celkové velikosti mechorostů obrovský a neexistují téměř žádné bariéry, které by bránily průniku roztoků do fyziologicky aktivních center. Současně je podstatný proces akumulace hlavně těžkých a radioaktivních kovů (kvůli relativní dlouhověkosti některých skupin mechů), který se s úspěchem používá při monitoringu zátěže prostředí těmito látkami. Některé druhy mechorostů mají značně omezené možnosti šíření, nicméně na vhodných mikrobiotopech jsou schopny přetrvávat téměř bez omezení, takže je znám značný počet druhů, jež mají význam hlavně jako relikty, zejména glaciální. Naproti tomu existuje nemalý podíl mechorostů, které jsou schopné šířit se účinně díky lehkým diasporám na místa, kde např. antropická zátěž v posledních letech polevila (nově se šířící epifytické druhy)(Kučera, 2005).

Mechorosty převzaly po svých předchůdcích, tedy zelených řasách, vlastnost přijímat vodu a všechny potřebné živiny pomocí všech nadzemních částí. Lupenité játrovky a

mechy v severských oblastech a mokřadech jsou schopny přijímat dusík od epifytických mikroorganismů, které vážou dusík z atmosféry. Atmosférický spad prvků ze sopečné činnosti, prашných bouří a požárů vegetace je odnepaměti pro běžné druhy mechu přirozeným zdrojem potřebných makro- i mikroelementů. Nicméně tentýž atmosférický spad obsahuje také látky, jež pocházejí z lidské činnosti (průmyslové emise, výfukové exhaláty, nestabilní radioizotopy, pesticidy, herbicidy, atd.). Všechny tyto látky se zachytí v hustém mechovém porostu a po navlhčení dešťovou vodou nebo rosou se vždy rozpustí část zachyceného spadu. Další podíl extrahují organické kyseliny, které jsou vylučovány mechovými rostlinkami do vodního filmu vytvořeného na povrchu. Povrch těla mechu nepokrývá kutikula ani není inkrustován, takže volné kationty bez překážek pronikají do pletiva lístků a lodyžek. Zejména v mezibuněčných prostorech se ionty vážou na funkční skupiny bohatě přítomných pektinů. Schopnost mechu vázat jednotlivé kationty je značná (např. z roztoku jednotlivých kationtů je 100 g mechu schopno adsorbovat 350–1750 mg lithia či 1–5 g vápníku, nebo dokonce 5–25 g olova) a udržuje si ji i suchý odumřelý mech. Ustanovení dynamické rovnováhy je závislé na současném obsahu a druhu kationtů a na jejich koncentraci v okolním roztoku. Celkové obsahy prvků v mechu jsou úzce vztaženy na obsah prvků v atmosférickém složení. Závislosti mezi obsahem prvků v mechu a atmosférickém složení se zjišťovaly v rozličných evropských oblastech. Laboratorními a terénními pokusy bylo dokázáno, že obsah prvků v mechorostech odráží zejména lokální dlouhodobé složení atmosférických spadů (jedná se o bioakumulaci prvků), obsah jednotlivých prvků však může být ovlivněn složením spadů v posledním období, zejména pokud prošlo výraznější změnou (Suchara a Sucharová, 2005).

3. 5 Seznam publikovaných bioindikátorů mezi lesními mechorosty

Játrovky:

Anastrophyllum michauxii (F. Weber) H. Buch:

vzácná játrovka, vázaná převážně na tlející dřevo v horských lesích a vlhké a stinné pískovcové skály (Laaka, 1992). Historicky roztroušeně ve všech našich horských oblastech, v ČR recentně známa jen z několika mikrolokalit v Labských pískovcích (Kučera, 2005).

Crossocalyx hellerianus (Nees ex Lindenb.) Meyl.

severský druh hniječícího dřeva v podhorských a horských lesích (Laaka-Lindberg et al. 2003) v ČR se dvěma známými recentními lokalitami (Žofínský prales v Novohradských horách a údolí Bílé Opavy v Hrubém Jeseníku) (Kučera, 2005).

Frullania fragilifolia (Taylor) Gottsche, Lindenb. et Nees:

epifytický druh na listnáčích v podhorských a horských polohách (Erzberger, 2007), v současnosti znám z několika lokalit na Šumavě (Kučera, 2005).

Harpanthus scutatus (F. Weber et D. Mohr) Spruce:

druh, vázaný na hniječící dřevo, vlhké pískovcové skály a vlhké, chráněné plošky silikátových kamenů v lesních porostech, známý recentně ze tří lokalit v Labských pískovcích, Maštálí na Litomyšlsku a Žofínského pralesa v Novohradských horách (Kučera, 2005).

Lophozia ascendens (Warnst.) R. M. Schust.

typická játrovka hniječícího dřeva v horských lesích (jehličnatých i listnatých). Recentně známa pouze z bučiny pod Františkovou myslivnou v Hrubém Jeseníku a Boubínského pralesa na Šumavě (Kučera, 2005).

Metzgeria violacea (Ach.) Dumort.

vzácný suboceánický epifytický druh na listnácích podhorských a horských oblastí (Váňa, 2006), recentně vícekrát zaznamenán v Novohradských horách a na Šumavě, vždy však ve velmi malých populacích (Duda, 2005).

Mechy:

Anacamptodon splachnoides (Froel. ex Brid.) Brid.

celoevropsky vzácný, typický ranně epixylický druh v podhorských a horských lesích, často zejména na řezných plochách a jizvách po odlomených větvích (Ódor a van Dort, 2002).

Antitrichia curtipendula (Hedw.) Brid.:

epifytický mech, vyskytuje se v listnatých lesích, je citlivý k disturbancím, osidluje staré velké kmeny, (Gustafsson et al. 1992)

Buxbaumia viridis (Moug. ex Lam. et DC.) Brid. ex Moug. et Nestl.:

druh tlejícího dřeva v podhorských až horských oblastech, u nás vzácně, ale široce roztroušený téměř po celém území, populace jsou však vždy tvořeny nejvýše několika desítkami jedinců. V současné době je druh znám z 87 lokalit (rok 2012), z toho ca 40 lokalit bylo nalezeno v roce 2009 v Jeseníkách. Nejvíce lokalit se nachází v CHKO Jeseníky a blízkém okolí, další oblastí s větším počtem lokalit je CHKO Beskydy (Plášek, 2001).

Dicranum viride (Sull. et Lesq.) Lindb. :

epifytický druh na listnácích na lokalitách s vyšší vzdušnou vlhkostí od nížin do montánního stupně; sledován v rámci soustavy Natura 2000. V ČR je známo několik lokalit v jižních Čechách, dále na Křivoklátsku, Vel. Špičák u Třešti, Zaječím skoku u Jihlavy a u Náměšti n. Osl. (Kučera, 2005).

Hypnum fertile Sendtn.:

středoevropský endemit horských oblastí, vázaný na tlející dřevo a vlhké báze stromů v zachovalých horských lesích (Sabovljević, 2006). U nás recentně jen na jediné lokalitě v Žofinském pralese (Kučera, 2005).

Lescuraea mutabilis (Brid.) Lindb. ex I. Hagen:

charakteristický epifytický druh na jeřábech a dalších dřevinách. V ČR recentně pouze v krkonošských a jesenických karech, včetně Sněžných strží v Hr. Jeseníku (Kučera, 2005).

Neckera pennata Hedw.:

boreální epifytický druh na listnatých dřevinách s bazičtější borkou v zachovalých podhorských a horských porostech (Mežaka a kol. 2008). U nás recentně pouze na Šumavě v okolí Českých Žlebů, v pralesních rezervacích v Novohradských horách, pralese Razula v Javorníkách a Jelení bučině u Viděl v Hrubém Jeseníku (Kučera, 2005).

Orthotrichum stellatum Brid.:

málo známý epifytický druh (Sabovljević, 2006) s dvěma recentními lokalitami v ČR, v Bílých Karpatech (Horní Němčí, Zahrady pod Hájem) (Duda, 2005).

Sciuro-hypnum populeum (Hedw.) Ignatov et Huttunen:

Epifytický mech, vyskytující se hlavně v bučinách: báze stromů starších 300 – 400 let (Bardat & Aubert 2007)

Uloa coarctata (P. Beauv.) Hammar:

vzácný, subatlantský epifytický druh na listnatých i jehličnatých dřevinách v podhorských a horských oblastech (Sabovljević, 2006).

5. Diskuze

Jak dokazuje mnoho studií, mechorosty jsou dobrými indikátory míry zachovalosti a druhové diverzity lesních ekosystémů. Zpravidla se jedná o epixylické a epifytické druhy (Plášek, 2001, Vanderpoorten a kol., 2001, Soldán 2006), terestrické mechorosty nám nemohou o zachovalosti a rozmanitosti lesních porostů poskytnout dostatečné informace. K indikaci je totiž zapotřebí monitorovat druhy, které mají především úzkou vazbu na lesní porosty, nikoli na půdu (viz. např. Plášek 2001). Globálně jsou podle většiny autorů (Herben a Soderstrom 1992, Perhans a kol. 2009, Vanderpoorten a kol. 2001) používány pro indikaci ve větší míře spíše mechy než játrovky, a to díky své větší druhové rozmanitosti (Kučera, 2005, Váňa, 2006).

Mechorosty hrají klíčovou úlohu v lesních ekosystémech zejména v severních šířkách, ne náhodou tedy velká část prací pochází ze zemí jako je Norsko (např. Sécersdal, 2003, Frego, 2007), Švédsko (např. Perhans, 2009, Nordén a kol. 2007), Finsko (např. Laaka 1992), Litva (Mežaka a kol. 2008) či Kanada (např. Mills, 2004, Newmaster, Bell 2002).

Diverzita lesních mechorostů je velmi závislá na způsobu lesnického hospodaření. Obecně patří mechorosty společně s lišejníky, houbami a saproxylickými brouky mezi nejvíce ohroženou skupinou lesních organismů, neboť jsou často vázány na nefragmentované lesní celky, mrtvé dřevo a velké stromy (Paillet a kol. 2010). Negativní vliv managementu lesa na druhovou diverzitu mechorostů byl prokázán v mnoha konkrétních příkladech. Např. autoři Newmaster a Bell (2002) srovnávají různé typy hospodaření v kanadských lesích a poukazují ve své studii na snižující diverzitu mechorostů v řadě les – mýtina – mechanizované prořezávky – chemické ošetření lesů. Druhová diverzita mechorostů se nemusí vždy výrazně snížit, nicméně v souvislosti s lesnickým hospodařením dochází ke změnám ve společenstvu. Např. autoři Shields et al. (2007) poukazují na významnou změnu složení mechové společenstva při srovnání mýtin a zapojeného lesa.

Zachovalost a přirozenost lesních porostů, stejně jako druhová diverzita je dána druhovou skladbou (mírou zastoupení např. buku lesního). Díky epixylickým a epifytickým druhům je možné tyto parametry sledovat a možná i předcházet přílišné

degradaci lesních porostů. Z hlediska konkrétních druhů lze jako nejvýznamnější indikátory označit: šikouška zeleného (Laaka, 1992, Plášek, 2001, Ódor, van Dort, 2002, Nordén a kol., 2007), dvouhrotec zelený (Ódor, 2002, Kučera, 2005, Frego, 2007, Mežaka, 2008) či rašeliníky (Mills, 2004, Kushnevsckaya, 2007, Kučera, 2008).

Jako jeden z dobrých indikátorů míry přirozenosti lesních porostů se jeví např. šikoušek zelený (Plášek, 2001). Šikoušek roste na vlhké tlející dřevní hmotě. Obsazuje zetlelé padlé kmeny i drobné úlomky dřeva, ztrouchnivělé pařezy i větve jehličnatých, méně často listnatých dřevin. Pro jeho výskyt je zapotřebí tlející dřevní hmota, proto odstraňování padlých kmenů a větších větví v lesích je největší příčinou ohrožení (Holá et. al. 2012). Podle Zmrhalové et al. (2010) je šikoušek zelený v celé Evropě považován za vzácný, je řazen mezi zranitelné až ohrožené druhy a je sledován v rámci monitoringu evropsky významných druhů. V České republice patří mezi zranitelné druhy (VU) a jeho výskyt je historicky uváděn z přibližně 70 lokalit, v letech 2001–2008 byl u nás zaznamenán na 41 lokalitách. V souvislosti s celoevropským sledováním byl v roce 2009 zahájen jeho systematický monitoring v CHKO Jeseníky. Výsledkem monitoringu bylo zjištění, že šikoušek zelený je na území CHKO Jeseníky i v jeho okolí mnohem častější mech, než bylo dosud známo - byl zjištěn celkem na 45 lokalitách, z nichž 37 je nových (Zmrhalová a kol. 2010). V Krkonoších byl šikoušek nalezen poprvé v roce 2011, navazující systematické mapování potvrdilo 5 nových lokalit a řada dalších potenciálních lokalit vyžaduje cílený průzkum (Holá et. al. 2012). Na základě nových lokalit šikouška dle mého názoru nelze tvrdit, že lesní hospodaření se ubírá správným směrem. Spíše se mi jeví, že cíleně směřované úsilí mapovatelů v souvislosti s plněním evropských směrnic zaceluje mezery v našich znalostech rozšíření mechů, zvláště pokud se jedná o organismy tak drobné a nenápadné jako je právě šikoušek. A zde se objevuje velký nedostatek využití mechorostů jako bioindikátorů lesního prostředí. Nemáme-li dostatečné vstupní údaje o rozšíření význačných bioindikátorů z řad mechorostů a změnách tohoto rozšíření v průběhu let, jen těžko můžeme podle nich posuzovat dlouhodobé trendy v lesních ekosystémech. Lze jen doufat, že časem se bílá místa v našich znalostech o rozšíření mechorostů zaplní. Řada již výše zmíněných vlastností činí z mechorostů ideální modelové organismy, které najdou uplatnění v mnoha ekologických studiích a určitě si zaslouží pozornost nejen vědců a ochránců, ale i laické veřejnosti.

6. Závěr

Mechorosty jsou výtrusné, bezcévné, suchozemské rostliny (označují se též jako vlhkobytné – obývají lesy, stinná místa, kůra stromů, skály, zídky, střechy)(Kalina, a kol., 2005). Jsou velmi závislé na okolním prostředí a substrátu a dobře tak odrážejí změny v mikrostanovištích. Přestože zastávají mnohé významné funkce v ekosystémech (zadržování vody, koloběh látek, stabilizace půdy, významný článek potravních řetězců), ztrátě jejich diverzity není věnována dostatečná pozornost, zvláště ve srovnání s vyššími rostlinami (Newmaster, Bell, 2002).

Mechorosty jsou vzhledem ke své citlivosti významnými indikátory stavu lesních ekosystémů. Jsou ve značné míře ovlivňovány lesním hospodařením. Mezi hlavní negativní vlivy na výskyt mechorostů patří: mýtní těžba se vznikem holosečí (Lipský, 1999), fragmentace stanovišť a narušení kontinuity porostů (Juell, 2003), snížení heterogenity stanovišť (Novotná, 2001), nedostatek mrtvého tlejícího dřeva (Plášek, 2001) a emise (Hruška, Kopáček, 2009).

Význam mechorostů jako bioindikátorů je určen hlavně velmi úzkou vazbou na abiotické podmínky prostředí. Tuto vazbu způsobují ekofyziologické vlastnosti těchto organismů. Povrch stélky je oproti celkové velikosti mechorostů obrovský a neexistují téměř žádné bariéry, které by bránily průniku roztoků do fyziologicky aktivních center. Některé druhy mechorostů mají značně omezené možnosti šíření, naproti tomu existuje nemalý podíl mechorostů, které jsou schopné šířit se účinně díky lehkým diasporám na místa, kde např. antropická zátěž v posledních letech polevila (nově se šířící epifytické druhy rodu).(Kučera a Váňa, 2005)

Mechorosty jsou dobrými indikátory míry zachovalosti a druhové diverzity lesních ekosystémů. Pro tento druh bioindikace jsou využívány zejména druhy epixylické a epifytické druhy. Terestrické mechorosty, které mají vazbu především na půdu a ne na lesní porosty nám o zachovalosti a rozmanitosti lesních porostů mohou poskytnout mnohem méně informací (Plášek 2001).

Seznam mechorostů využívaných pro bioindikaci míry zachovalosti lesních ekosystémů čítá desítky druhů a zabývá se jimi celá řada studií (např. Laaka, 1992,

Mežaka a kol. 2008, Mills, 2004, Newmaster a kol., 2001, Sætersdal a kol., 2003, Vanderpoorten a kol., 2001).

Z hlediska konkrétních druhů lze mezi nejvýznamnější indikátory zachovalosti lesního prostředí zařadit šikouška zeleného (Laaka, 1992, Plášek, 2001, Ódor, van Dort, 2002, Nordén a kol., 2007), dvouhrotec zelený (Ódor, 2002, Kučera, 2005, Frego, 2007, Mežaka a kol, 2008) či rašeliníky (Mills, 2004, Kushnevsckaya, 2007, Kučera, 2008).

Na příkladu šikouška zeleného, jehož detailní mapování bylo zahájeno celkem nedávno v souvislosti s plněním evropských směrnic a byly nalezeny desítky nových lokalit, lze dokumentovat, jak nedostačující jsou naše znalosti o rozšíření mechorostů. Znalost rozšíření druhů je pak základním předpokladem jejich využití pro bioindikaci lesních ekosystémů.

Celkově však lze zhodnotit, že mechorosty jsou vzhledem ke svým specifickým vlastnostem ideální skupinou modelových organismů a nesou velký potenciál pro uplatnění v bioindikačních i mnoha dalších ekologických studiích.

Seznam použité literatury:

Knihy a články v časopisech:

Anonymus, (2006), Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2006, MZ Praha 2006, 128 s.

Babula P., (2008), Mechorosty, výtrusné cévnaté rostliny, nahosemenné rostliny, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 122 s.

Erzberger, P. & Papp, B. (2007): New and noteworthy bryophyte records from Montenegro and Serbia

Frego K. A., (2007) Bryophytes as potential indicators of forest integrity, *Forest Ecology and Management* 242, s. 65–75.

Hallingbäck T. & Hodgetts N. (eds.) (2000): Mosses, Liverworts and Hornworts. Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes. – IUCN/SSC

Bryophyte Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: 166pp.

Hallingbäck T. (2002): Glogally widespread bryophytes, but rare in Europe. – *Portugaliae Acta Biologica* 20: 11-24.

Herben T., Soderstrom L., (1992), Which habitat parameters are most important for the persistence of a bryophyte species on patchy, temporary substrates?, *Biological Conservation* 59, s. 121-126.

Holá E., Horáková V., Novozámská E., (2012), Nové lokality šikouška zeleného, tentokrát v Krkonoších, *Ochrana přírody* 1, s. 20-21.

Hruška J., Kopáček J., (2009), Účinky kyselého deště na lesní a vodní ekosystémy, I. Emise a depozice okyselujících sloučenin, *Živa* 2, s. 93-96.

Fanta J., (2007), Lesy a lesnictví ve střední Evropě VI. *Živa* 06, s. 257-260.

Jandová J., Holá E., (2012): Vzácny mech dvouhrotec zelený. *Ochrana přírody* 2, s. 21 – 23.

Jansová I., Soldán Z., (2006), The habitat factors that affect the composition of bryophyte and lichen communities on fallen logs, *Preslia*, 78, s. 67–86

Kalina T., Váňa J., (2005) Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Praha, Karolinum, 606 s.

Krečmer V., (2003), Rizika ponechávání lesních ekosystémů samovolnému vývoji. *Lesnická práce* 82/9, s. 498-479.

Kubešová S., Musil Z., Novotný I., Plášek I., Zmrhalová M., (2009): Mechorosty, součást naší přírody. – *ZO ČSOP Hořepník*, 82 s.

- Kučera J., Váňa J., (2005), Seznam a červený seznam mechorostů České republiky, *Příroda*, 23, s. 1–104.
- Kučera J., (2012), Mechorosty České republiky, *Živa* 4, s. 165-167.
- Kushnevskaia H., Mirin D., Shorohova E., (2007), Patterns of epixylic vegetation on spruce logs in late-successional boreal forests, *Forest Ecology and Management*, 250,
- Laaka S., (1992), The threatened epixylic bryophytes in old primeval forests in Finland, *Biological Conservation*, 59, s. 151-154.
- Laaka-Lindberg S., Korpelainen H. & Pohjamo M. (2003): Dispersal of asexual propagule in bryophytes. - *Journal of Hattori Botanical Laboratory* 93: 319-330.
- Lipský Z.,(1999) *Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů*. Praha: Karolinum, 129 s.
- Míchal I., Petříček V. a kol. (1999), *Péče o chráněná území II. Lesní společenstva*, AOPK ČR Praha
- Mežaka A., Brūmelis G., Piterāns A., (2008), The distribution of epiphytic bryophyte and lichen species in relation to phorophyte characters in Latvian natural old-growth broad leaved forests, *Folia Cryptog. Estonica*, 44, s. 89–99.
- Mills S., Macdonald S. E., (2004), Predictors of moss and liverwort species diversity of microsites in conifer-dominated boreal forest, *Journal of Vegetation Science* 15, s. 189-198
- Moucha P., (1999), *Přírodě blízké hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí*. Sborník přednášek, ČLS, SCHKO, s. 41-45.
- Moucha P., (2006), *Ochrana přírody v lesích ve zvláště chráněných územích*, Sborník přednášek ČLS, s. 4-7.
s. 25–33.
- Newmaster S. G., Bell F. W., (2001), The effects of silvicultural disturbances on cryptogam diversity in the boreal-mixedwood forest, *Can. J. For. Res.* 32, s. 38–51.
- Ódor P., van Dort K., (2002) Beech dead wood inhabiting bryophyte vegetation in two slovenian forest reserves, *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 69, s. 155 – 169.
- Novotná D., (2001), *Úvod do pojmosloví v ekologii krajiny*. Praha: MŽP+Enigma, 399 s.
- Paillet Y., Bergés L., Hjaltén J., Ódor P., Avon C., Bernhart-Romermann M., Rienk-Jan B., de Bruyn L., Fuhr M., Grandin U., Kanka R., Lundin L., Luque S., Magura T., Matesanz, S., Mészáros I., Sebastiá M.-T., Schmidt W., Standovár T., Tóthmérész B., Uotila A., Valladares F., Vellak K., Virtanen R., (2010), *Biodiversity Differences*

between Managed and Unmanaged Forests: Meta-Analysis of Species Richness in Europe, *Conservation Biology* 24, s. 101–112

Pelc F., (1999), Lesy v chráněných krajinných oblastech – lesy pro třetí tisíciletí, Sborník přednášek, ČLS, SCHKO, s. 7-16

Perhans K., Gustafsson L., Jonsson F., Nordin U., Weibull H., (2007), Bryophytes and lichens in different types of forest set-asides in boreal Sweden, *Forest Ecology and Management*, 242, s. 374–390.

Plášek V., (2001), Epixylický mech *Buxbaumia viridis* jako bioindikátor?, *Biologia-Ekologia*, 8, s. 62-63.

Pilous Z., Duda J., (1960), Klíč k určování mechorostů ČSR, Nakladatelství československé akademie věd, Praha, 569 s.

Sabovljević M. (2006): Checklist of Mosses of Croatia, *Arch. Biol. Sci.*, Belgrade, 58 (1), 45-53

Sætersdal M., Gjerde I., Blom H. H., (2005), Indicator species and the problem of spatial inconsistency in nestedness patterns, *Biological Conservation* 122, s. 305–316.

Shields J. M., Webster C. R., Glime J. M., (2007), Bryophyte community response to silvicultural opening size in a managed northern hardwood forest, *Forest Ecology and Management* 252, 2007, s. 222–229.

Soldán Z., (2010), Tajemství mechorostů: underground, *Živa* 1, s. 10-11.

Vanderporten A., Sotiaux A., Sotiaux O., (2001), Integrating bryophytes into a forest management plan: lessons from grid-mapping in the forest of Soignes (Belgium), *Cryptogamie, Bryol.*, 22 (3), s. 217-230.

van Zanten B. O., (1992), Distribution of some vulnerable epiphytic bryophytes in the north of the province of Groningen, The Netherlands, *Biological Conservation* , 59, s. 205-209

Váňa J., (2006), *Obecná bryologie*, Nakladatelství Karolinum, Praha, 187 s.

Váňa J., (2006), *Speciální bryologie*, Nakladatelství Karolinum, Praha 149 s.

Zmrhalová M., Koval Š., Holá E., (2010), Nové poznatky o výskytu mechu šikouška zeleného, *Ochrana přírody* 3, s. 24-26

Internetové zdroje:

Havel P., (2012), Eroze trochu jinak, online: <http://www.asz.cz/cs/aktualne-z-asz/eroze-trochu-jinak.html>, cit. 4. 4. 2013

AOPK ČR, (2010), Mechorosty, online,

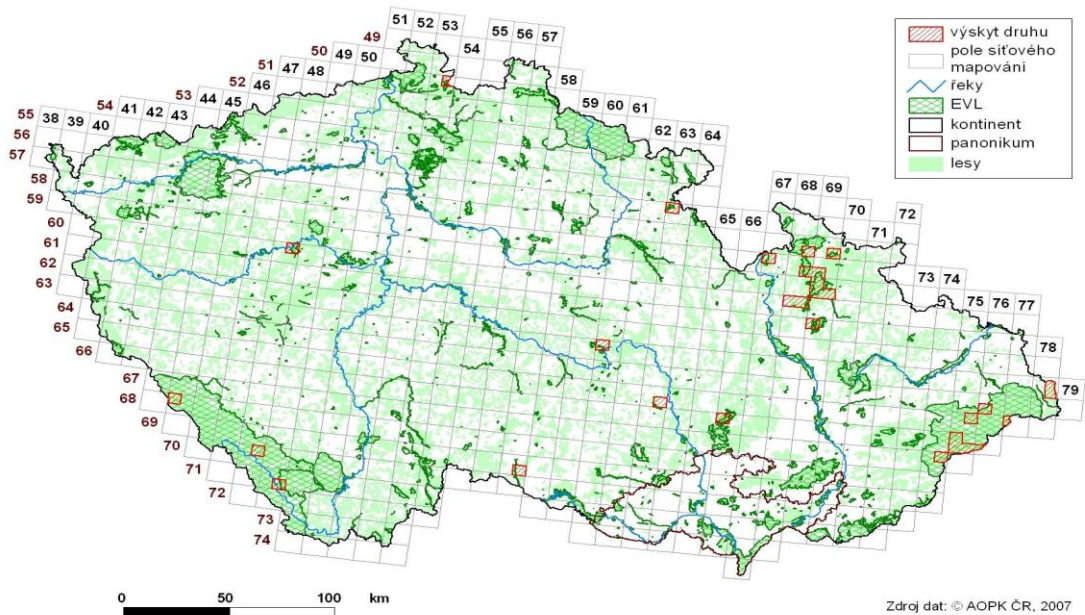
<http://www.biomonitoring.cz/druhy.php?skupinaID=18>), cit. 6. 4. 2013

Váňa J., Kučera J., Hradílek Z., Soldán Z., (2009): Mechorosty České republiky:

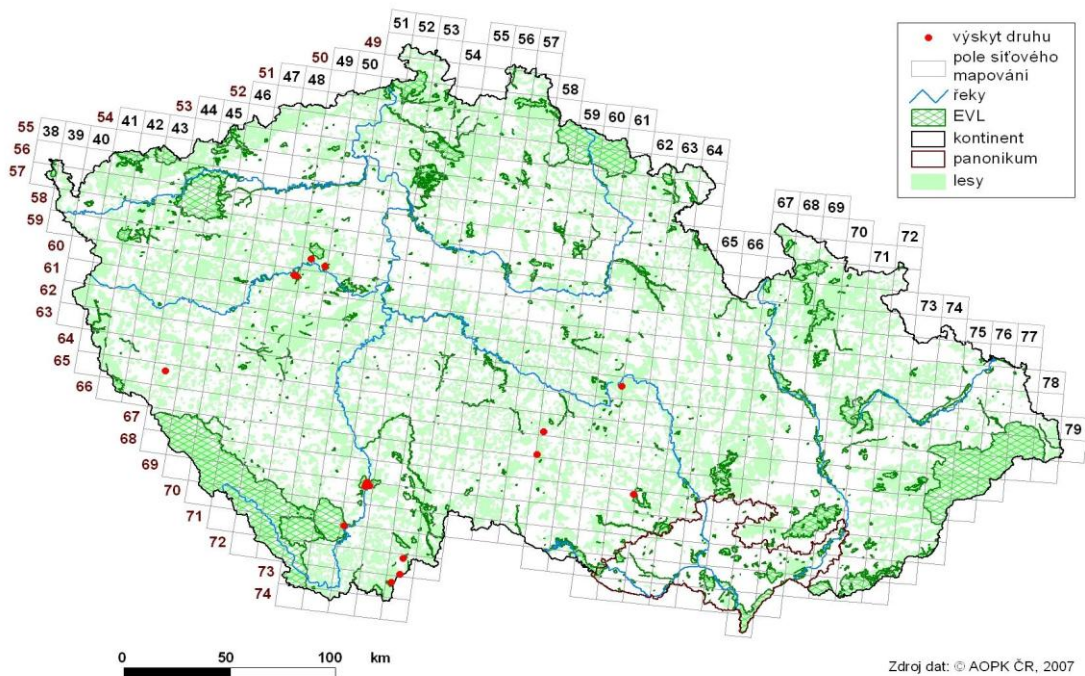
online klíče, popisy a ilustrace – přístupné na <http://botanika.bf.jcu.cz/bryoweb/klic/>

Obrazová příloha:

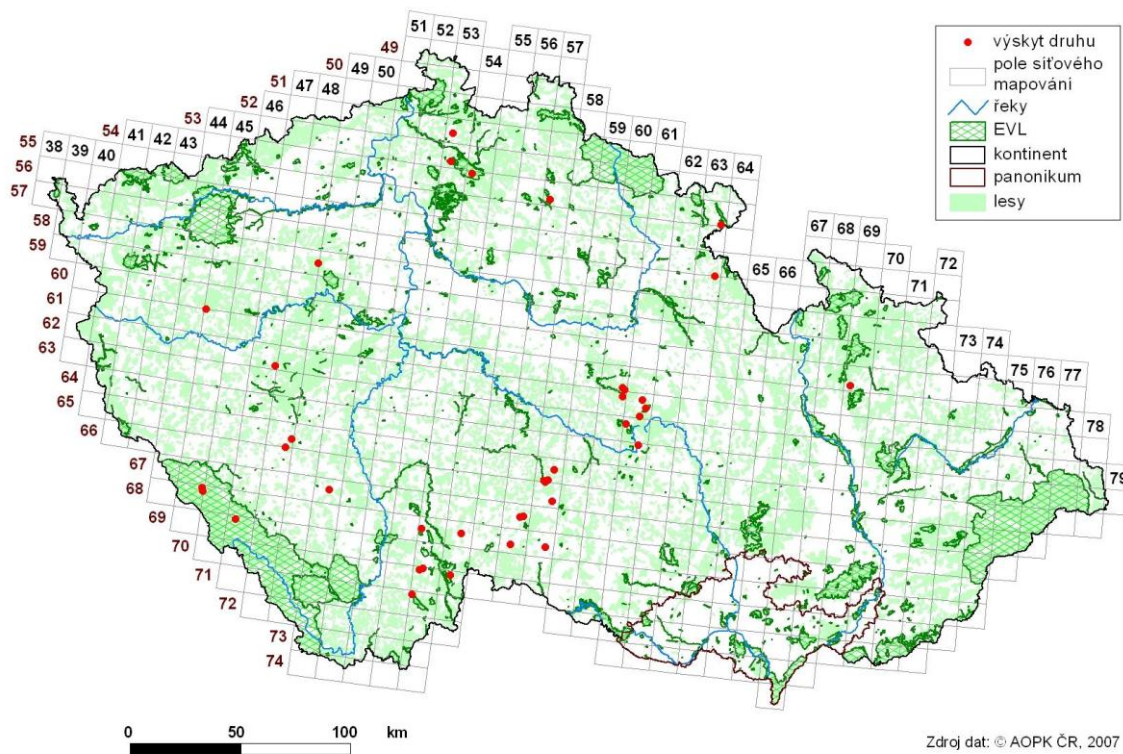
Mapy výskytu mechorostů monitorovaných na území ČR: (zdroj: www.biomonitoring.cz)



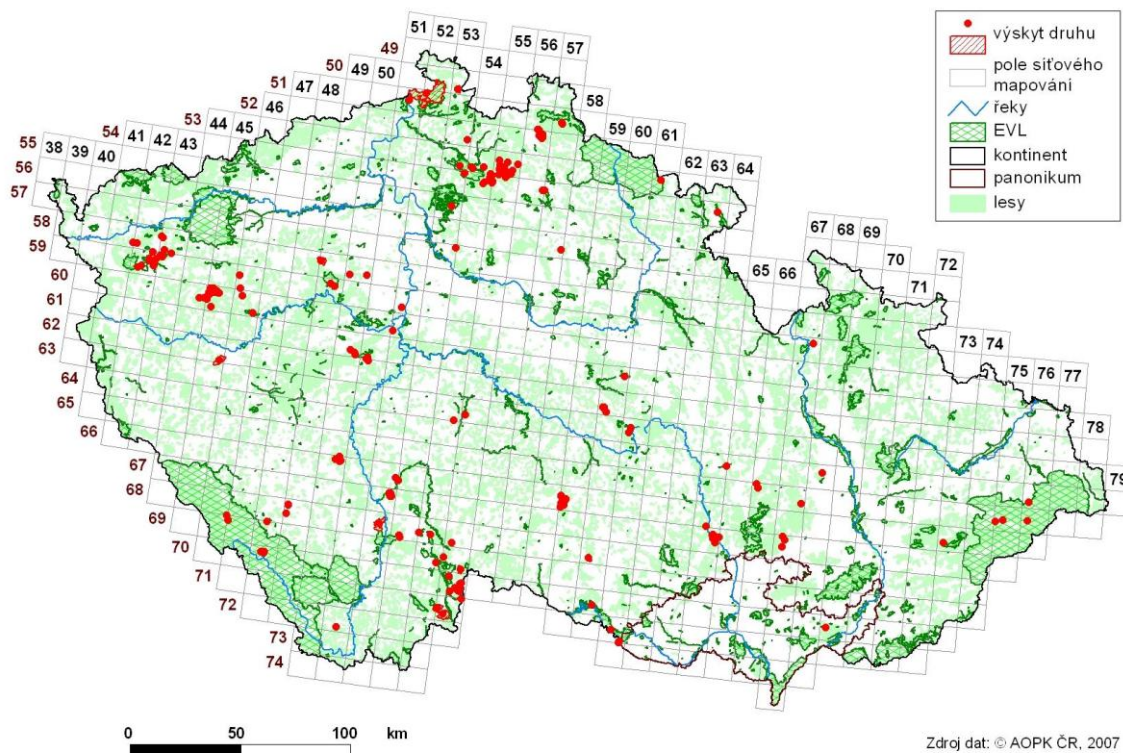
1. Mapa výskytu *Buxbaumia viridis* (šikoušek zelený)



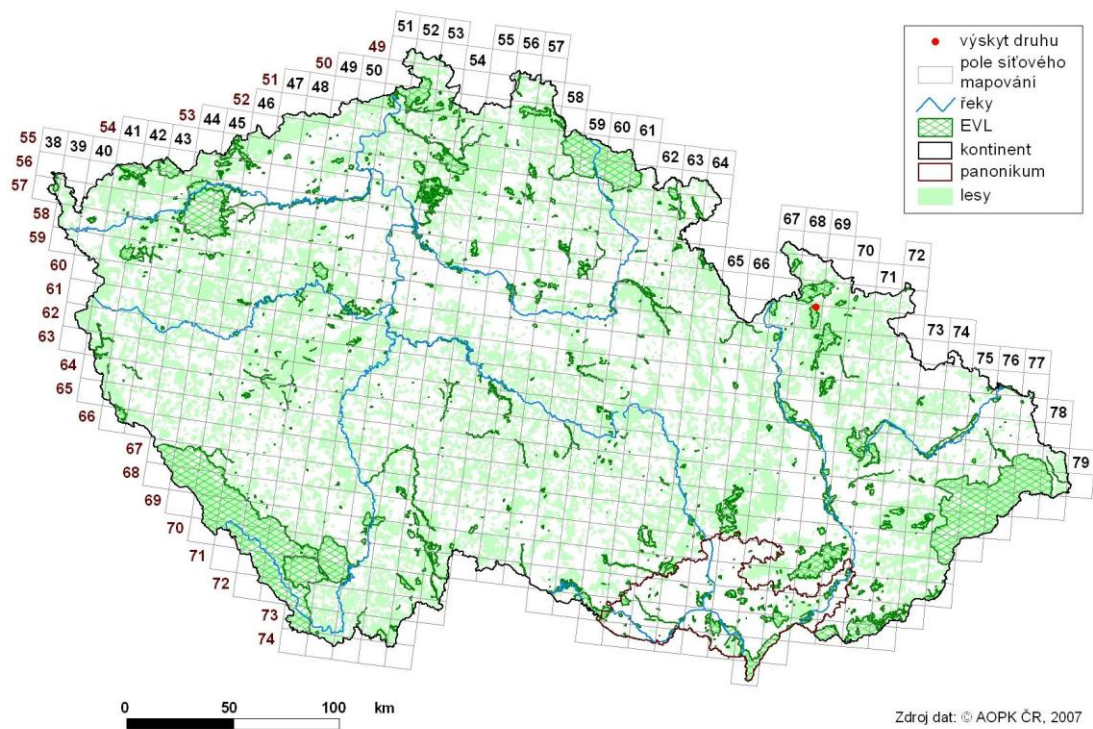
2. Mapa výskytu *Dicranum viride* (dvouhrotec zelený)



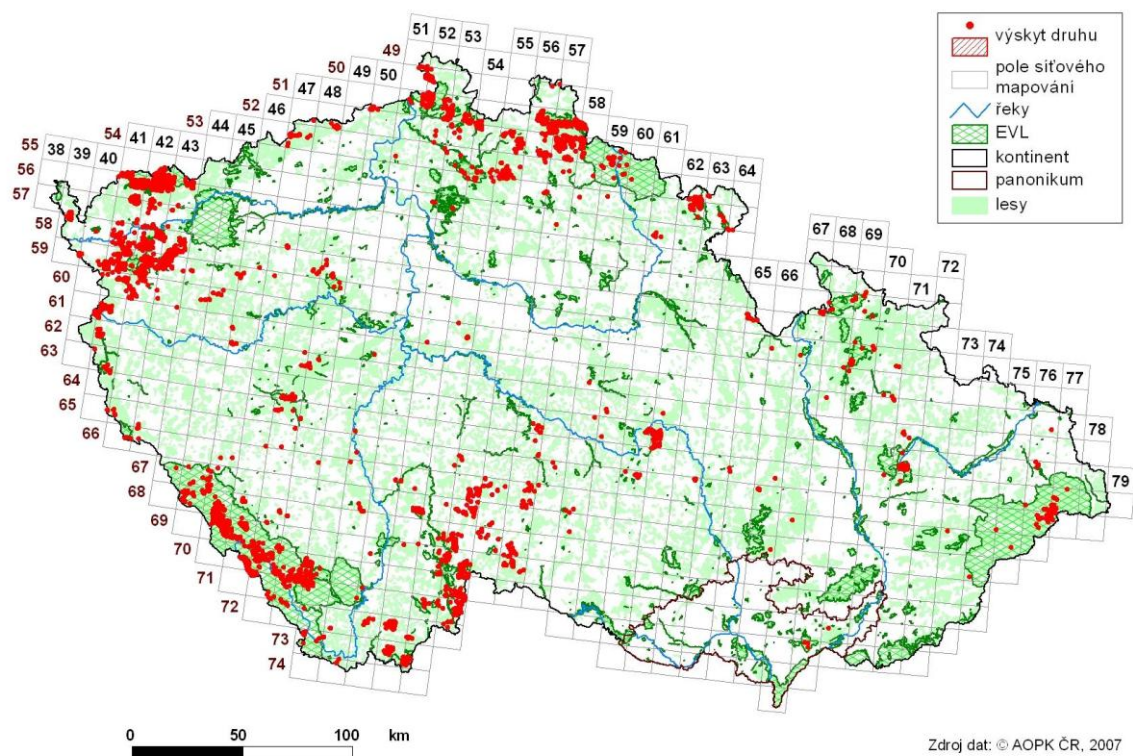
3. Mapa výskytu *hamatocaulis vernicosus* (srdnatka fermežová)



4. Mapa výskytu *Leucobryum glaucum* (bělomech sivý)



5. Mapa výskytu *Mannia triandra* (mozolka skalní)



6. Mapa výskytu *Sphagnum* (rašeliník)

Nejzajímavější druhy mechorostů:



7. *Buxbaumia viridis* (šikoušek zelený)(zdroj: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/v-krkonosich-byl-poprve-nalezen-miniaturni-mech-sikousek-zeleny>)



8. *Dicranum viride* (dvouhrotec zelený)
(zdroj:<http://www.biomonitoring.cz/druhy.php?druhID=51>)



9. *Bazzania trilobata* (rohozec trojlaločný) (zdroj:<http://botany.cz/cs/bazzania-trilobata/>)



10. *Leucobryum glaucum* (bělomech sivý) (zdroj:<http://botany.cz/cs/leucobryum-glaucum/>)



11. *Mannia triandra* (mozolka skalní)

(http://www.bryo.cz/index.php?p=mechorosty_foto&gallery=mannia_triandra&id=236)



12. *Sphagnum* (rašeliník) (zdroj: <http://botany.cz/cs/sphagnum-girgensohnii/>)



13. *Marchantia polymorpha* (porostnice mnohotvárná)
(<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id26893/?taxonid=61300>)



14. Rašeliniště (zdroj: <http://fotopc.blog.cz/1006/raselinik-na-zvuli>)



15. Porosty mechu na skalách (<http://botany.cz/cs/ochrana-mechorostu/>)



16. *Hamatocaulis vernicosus* (srpnatka fermežová)
(zdroj: <http://botany.cz/cs/hamatocaulis-vernicosus/>)



17. *Pleurozium schreberi* (travník Schreberův) (zdroj: <http://botany.cz/cs/pleurozium-schreberi/>)



18. *Hylocomium splendens* (rokytník skvělý) (zdroj: <http://botany.cz/cs/hylocomium-splendens/>)



19. *Hypnum cupressiforme* (rokyt cypřišovitý)

(zdroj: <http://www.biolib.cz/cz/image/id115969/>)