

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B 4131 Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné hospodaření v krajině

Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof.Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
**UDRŽITELNÉ PĚSTOVÁNÍ LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ
– INDIKÁTORY BIODIVERZITY**

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.

Autor: Jana Hošková

České Budějovice, 2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana HOŠKOVÁ**
Osobní číslo: **Z10352**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu: **Udržitelné pěstování lesních ekosystémů - indikátory biodiverzity**
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracovat rešerši k trvalosti funkcí lesa z hlediska ekologické stability a odolnosti.
2. Na základě literárních údajů popsat současný stav lesů ČR.
3. Na základě literárních údajů zhodnotit význam přirozených lesů v chráněných územích přírody.
4. Posoudit současné přístupy k zabezpečování stability lesů.
5. Vypracovat literární rešerši problematiky výzkumu biodiverzity v přirozeném a hospodářském lese.
6. Seznámit se s základními metodami sledování biodiverzity v lesních ekosystémech.
7. Seznámit se s statistickými metodami hodnocení vzorků.
8. Vytypování indikátorů biodiverzity lesních ekosystémů s ohledem na věkovou strukturu a další vývoj lesa.
9. Popsat principy přírodě blízkého hospodaření z hlediska biodiverzity bezobratlých živočichů.

Rozsah grafických prací: tabulky a grafy, fotografická příloha
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran včetně příloh
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Boháč J., 2005: Vědecké základy pro implementaci integrovaného managementu na území Šumavy a Novohradských hor. INTERREG IIIIB CADSES, Klagenfurt. 37 pp.

Boháč J., 2003: Využití epigeických bezobratlých pro sledování změn ekosystémů a krajiny v chráněných oblastech (case study). URL: <http://www.infodatasys.cz/vav2003/drabcikoviti.pdf>.

Boháč J., Matějka K., 2010: Sledování epigeických brouků na výškovém transektu na Plechém (Šumava) v roce 2009. URL: http://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/rep2009_Bohac.pdf.

Boháč J., Matějka K., 2011: Communities of epigeic beetles in the montane spruce forest of different decline stages in the Modrava area (bohemian Forest). URL: http://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/rep2010_Bohac.pdf.

Klimaszewski J., Langor D.W., Work T.T. et al., 2008: Smaller and more numerous harvesting gaps emulate natural forest disturbances: a biodiversity test case using rove beetles (*Coleoptera*, *Staphylinidae*). *Diversity and Distributions*, 14:1-14.

Müller J., Bussler H., Bense U. et al., 2005: Urwald relict species - saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition. *Waldoekologie Online*, 2:106-113.

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání bakalářské práce: 29. února 2012
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2013



Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice



prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 29. února 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma „*Udržitelné pěstování lesních ekosystémů – indikátory biodiverzity*“ jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, dne 22. 3. 2013

Hošková Jana

Abstract

This bachelor thesis is devoted to the topic of biodiversity and indicators for sustainable production of forest ecosystems. The work is conceived as a literature review of the problems and tries to view the various topics, with the problems that are closely related. Attention is focused on the individual chapters in particular summary (search) basic knowledge related not only to the nature and persistence of forest ecosystem functions of forests in terms of their environmental stability and durability, especially the work was focused on the identification of the main methods for monitoring biodiversity in forest ecosystems. The main objective of this work is to compare conventional and natural regeneration of forest ecosystems, and on this issue was also seen in terms of soil organisms (invertebrates), which can be considered as indicators of changes in biodiversity in forest ecosystems.

Key words: Biodiversity, forest ecosystems, invertebrates, indicators, forest.

Souhrn

Tato bakalářská práce se věnuje tématu biodiverzity a jejím indikátorům v oblasti udržitelného pěstování lesních ekosystémů. Práce je pojata jako literární rešerše daného problému a snaží se nahlížet na jednotlivá témata, která s danou problematikou úzce souvisejí. Pozornost je v jednotlivých kapitolách zaměřena zejména na shrnutí (rešerši) základních poznatků vztahující se nejen k podstatě lesních ekosystému a trvalosti funkcí lesa z hlediska jejich ekologické stability a odolnosti, zejména pak byla práce zaměřena na zjištění hlavních metod sledování biodiverzity v lesních ekosystémech. Hlavním cílem této bakalářské práce je srovnat konvenční a přirozené obnovy lesních ekosystémů, přičemž na tuto problematiku bylo pohlíženo také z hlediska půdních organismů (bezobratlých živočichů), které lze považovat za ukazatele změn biodiverzity v oblasti lesních ekosystémů.

Klíčová slova: Biodiverzita, lesní ekosystémy, epigeičtí bezobratlí, indikátory, les

Obsah

1. ÚVOD	7
2. CÍLE PRÁCE	9
3. METODIKA PRÁCE	10
4. LITERÁRNÍ REŠERŠE PROBLÉMU	11
4.1 Trvalost funkcí lesa	11
4.2 Vývoj lesů	12
4.2.1 Velký vývojový cyklus	14
4.2.2 Malý vývojový cyklus.....	16
4.3 Současný stav lesů v České republice	18
4.2.1 Hodnocení zdravotního stavu lesních porostů v síti monitorovacích ploch ICP Forests	23
4.2.2 Monitoring zdravotního stavu lesů z družicových snímků	24
4.4 Význam přirozených lesů v chráněných územích přírody	28
4.5 Biodiverzita lesních ekosystémů.....	28
4.5.1 Definice pojmu biodiverzity	28
4.5.2 Význam a podstata biodiverzity v lesních ekosystémech	32
4.5.3 Biodiverzita v přirozeném lese a její výzkum.....	33
4.5.4 Biodiverzita v hospodářském lese a její výzkum.....	35
4.6 Základní metody sledování biodiverzity v lesních ekosystémech	36
4.6.1 Biologický monitoring	38
3.6.2 Charakteristika, vývoj a rozmnožování střívkovitých	40
4.7 Indikátory biodiverzity lesních ekosystémů.....	41
5. SHRUTÍ LITERÁRNÍ REŠERŠE A VLASTNÍ PŘÍNOS PRÁCE	45
6. ZÁVĚR	46
7. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	48

1. ÚVOD

Tato bakalářská práce se věnuje tématu biodiverzity a jejím indikátorům v oblasti udržitelného pěstování lesních ekosystémů. Práce je pojata jako literární rešerše daného problému a snaží se nahlížet na jednotlivá témata, která s danou problematikou úzce souvisejí.

Význam biodiverzity je pro život na celé Zemi neoddiskutovatelný, jako tom hovoří např. Boháč (2003). Biodiverzitu jako pojem, který prostupuje celou touto bakalářskou prací, lze definovat z mnoha různých hledisek. De facto lze říci, že co autor, to jiný názor. Obecně by se však biodiverzita dala přeložit či chápat jako pojem vyjadřující rozmanitost živočichů žijící v určitém ekosystému, např. v lesním ekosystému. Dorst (1978) uvádí, že k nejčastějším faktorům ubývání biodiverzity se dá zařadit zejména narušování přirozeného prostředí rukou člověka, dále pak také klimatické změny a různé formy šíření invazivních druhů. Tím, že člověk významně zasahuje do přirozeného prostředí mnoha různých druhů živočichů a do podoby krajiny jako takové, došlo tím k výraznému ovlivnění biologické rovnováhy.

Roubíčková (2010) v této souvislosti podotýká a zároveň upozorňuje na význam toho, proč byl právě rok 2010 nazván Organizací spojených národů (OSN) rokem biodiverzity. Právě v tomto roce se důrazně mělo upozornit na veškeré faktory a příčiny, které mají za následek vymírání jednotlivých druhů živočichů, což následně vede k ubývání biodiverzity.

Někteří autoři (jako např. Boháč, Moudrý a Desetová, 2006) upozorňují na to, že za základní příčinu snižování biodiverzity lze považovat zejména ztrátu funkce ekosystémů prostřednictvím jejich narušení. Jak tito autoři dále také uvádějí, *„právě zemědělství má zájem na jednoduchých a uniformních ekosystémech (monokulturách) řízených člověkem. Tím způsobuje vyhynutí mnoha původních druhů, snížení druhové diverzity společenstev a ekosystémů a změny v početnosti druhů. Většinou je to spojeno s preventivními opatřeními před škůdci (většinou hmyzem), kteří nacházejí v monokulturách ideální podmínky pro svůj vývoj. Hlavním paradoxem současného zemědělství tedy je, jak efektivně regulovat početnost škůdců, a zároveň nepoškodit, nebo dokonce podpořit biodiverzitu ostatních organismů v agroekosystémech a jejich okolí.“*

Jak již bylo řečeno v úvodu této práce, pozornost bude zaměřena zejména na shrnutí (rešerši) základních poznatků vztahující se nejen k podstatě lesních ekosystému a trvalosti funkcí lesa z hlediska jejich ekologické stability a odolnosti, zejména pak bude práce řešit hlavní metody sledování biodiverzity v lesních ekosystémech.

Hlavním cílem této bakalářské práce je srovnat hospodářské a přirozené obnovy lesních ekosystémů, přičemž na tuto problematiku bude pohlíženo z hlediska půdních organismů (bezobratlých živočichů), které lze považovat za ukazatele změn biodiverzity v oblasti lesních ekosystémů.

Mezi hlavní úkoly této bakalářské práce bude patřit seznámení se s jednotlivými výzkumy biodiverzity, které se zaměřují na oblast přirozeného a hospodářského lesa, na vymezení statistických metod hodnocení vzorků, stejně jako na indikátory biodiverzity lesních ekosystémů s ohledem na jejich věkovou strukturu a další vývoj lesa.

V neposlední řadě budou také uvedeny základní principy přírodě blízkého hospodaření, a to z pohledu biodiverzity bezobratlých živočichů. Kromě toho je zapotřebí, aby byl v rámci této literární rešerše zhodnocen také současný stav lesů v České republice a aby byly charakterizovány nejčastější přístupy, prostřednictvím kterých lze zabezpečit stabilitu lesů.

Na základě výše uvedených poznatků pak bude moci shrnout veškeré informace týkající se udržitelného pěstování lesních ekosystémů se zaměřením na indikátory biodiverzity, na které by bylo v budoucnu možné navázat praktickým výzkumem. Výstupem této bakalářské práce by mělo být stanovení takových indikátorů biodiverzity, prostřednictvím kterých bude moci být dosaženo udržitelné obnovy lesních ekosystémů.

S ohledem tedy na to, že v tomto případě bude předmětem bakalářské práce rešerše získaných poznatků nejen z českých, ale také ze zahraničních odborných zdrojů, využijí se zejména takové metodologické nástroje, ke kterým se řadí metoda analýzy, syntézy, indukce, evaluace a komparace.

2. CÍLE PRÁCE

V této kapitole budou definovány jednotlivé cíle této bakalářské práce a bude také charakterizována její metodika, prostřednictvím které bylo dosaženo zpracování celé této práce.

Jak již bylo uvedeno v úvodu práce, byl stanoven její hlavní cíl, v němž bylo definováno, budou srovnány konvenční a přirozené obnovy lesních ekosystémů, přičemž na tuto problematiku bude pohlíženo z hlediska půdních organismů (bezobratlých živočichů), které lze považovat za ukazatele změn biodiverzity v oblasti lesních ekosystémů.

Kromě takto výše stanoveného hlavního cíle bylo zapotřebí si také stanovit několik cílů dílčích, k nimž patří:

- charakterizovat trvalost funkcí lesa,
- definovat základní pojmy vztahující se k této práci, jako např. les, ekosystém, biodiverzita,
- zaměřit se na jednotlivé výzkumy, které se zabývaly výzkumem biodiverzity a jejich indikátorů, které jsou významné pro udržitelné pěstování lesních ekosystémů,
- analyzovat, v jakém stavu se nachází biodiverzita v lesních ekosystémech v České republice,
- nastínit možné cesty, jakými by bylo možné stabilizovat a ochránit biodiverzitu v lesních ekosystémech na území České republiky.

3. METODIKA PRÁCE

Bakalářská práce je založena především na studiu literárních pramenů, jedná se totiž o literární rešerši na téma udržitelného pěstování lesních ekosystémů a na identifikaci indikátorů biodiverzity, u nichž se předpokládá, že by mohly být využity v praxi.

Kromě toho, že při zpracování této bakalářské práce bylo využito odborných literárních zdrojů, bylo zapotřebí si také vyhledat primární výzkumné zprávy, a to jak české, tak i zahraniční provenience. Z českých autorů lze vyzdvihnout zejména Boháče, Matějku, nebo Míchala.

Celkem bylo při zpracovávání této práce využito 30 zdrojů nebo pramenů, z nichž některé jsou koncipovány jako monografie (těch bylo využito celkem 7). Poznanky z těchto monografií byly využity zejména při charakteristice pojmu biodiverzity a při hledání vhodných metod, jak měřit úroveň biodiverzity. Nejlépe zpracované poznanky týkající se lesního ekosystému, jeho trvalosti, funkcí a ekologické stability, byly nalezeny v literární publikaci Míchala. Ačkoliv se jedná o publikaci staršího data (rok vydání 1992), lze zde nalézt široké spektrum užitečných informací, které byly náležitě využity zejména v prvních podkapitolách literární rešerše.

K dalším důležitým zdrojům, z nichž bylo při zpracovávání práce vycházeno, patří původní výzkumné zprávy, z nichž některé byly získány v tištěné podobě, jiné byly vyhledány na internetu. Jedná se pak především o články autorů Boháče (2003a) a Matějky (2011), kteří se již dlouhodobě zabývají biodiverzitou a metodami jejich indikátorů (např. na území Šumavy). Pro zpracování formou literární rešerše byl ocitován také výzkum studentky, která jej zpracovala ve své bakalářské práci v roce 2012 na Jihočeské univerzitě.

Pro doplnění dalších důležitých poznatků, včetně statistických čísel lesů v České republice byly využity další internetové zdroje, zejména pak Zpráva Ministerstva zemědělství České republiky o stavu lesa a lesního hospodářství za rok 2011 (informace přispěly ke zpracování kapitoly 4.3).

4. LITERÁRNÍ REŠERŠE PROBLÉMU

Třetí kapitola této bakalářské práce je zaměřena na přehled veškerých poznatků vztahující se k tématu této práce. Aby bylo možné stanovit indikátory biodiverzity, které budou přispívat k udržitelnému pěstování lesních ekosystémů, je zapotřebí se nejdříve seznámit se základními poznatky a pojmy. Tedy těmi, které se vztahují nejen na definici lesních ekosystémů, na jejich stabilitu, trvalost funkcí lesa, ale také shrnout dosavadní poznatky o podstatě biodiverzity jako takové a zabývat se jednotlivými výzkumy, které se váží ke zjišťování stavu biodiverzity a jejich indikátorů nejen na území České republiky.

Problém biodiverzity je poměrně široký, je však nutné si uvědomit, že v posledních letech se o biodiverzitě mluví stále častěji a je nezbytné nastavit takové principy a rozvoj lesních ekosystémů, na základě kterých bude moci být biodiverzita, tj. rozmanitost veškerého živého tvorstva zachována.

Současně s biodiverzitou však také souvisí samotný fakt, jak je o současné lesy v České republice postaráno, jaký důraz je kladen na trvale udržitelný rozvoj lesních ekosystémů a na principy přírodě blízkého lesního hospodářství, které by se dalo chápat jako součást trvale udržitelného rozvoje lesních ekosystémů. Díky tomu tak bude moci být udržena biodiverzita na poměrně vysoké úrovni.

4.1 Trvalost funkcí lesa

Z hlediska tradičního pojetí hospodářské úpravy lesa vychází trvalost lesa z následujících předpokladů (Míchal a kol., 1992):

- jedná o trvalou produkční schopnost lesní půdy, kterou je možné zabezpečit prostřednictvím péče o její úrodnost,
- jedná se o trvalost lesního fondu, který je zabezpečován obnovou již vytěžených lesních částí,
- jedná se o trvalost a vyrovnanost těžeb dřeva, která je zabezpečena na základě regulace vztahující se na její přírůst.

Je však zapotřebí si uvědomit, že trvalost lesa nemůže být zajištěna ani tehdy, jestliže budou splněny výše uvedené předpoklady. Z toho důvodu se Míchal a kol.

(1992, s. 11) domnívají, že trvalost funkcí lesa lze charakterizovat jako projev „spontánní aktivity organismů v ekosystému, projevem vlastní schopnosti zachovávat své základní struktury a celkovou životaschopnost v podmínkách vnitřních i vnějších negativních vlivů.“

Podle Jakrlové a Pelikána (1999, s. 57) je les definován jako „společenstvo dřevin s charakteristickým druhovým složením, tvořící semknutý vícepatrový stromový porost s vlastním ekoklimatem.“

Lesy představují jako takové určité přírodní plochy, na nichž se nachází poměrně velký počet rostoucích stromů. Tyto stromy mohou být různého druhu, jichž je v odborné literatuře popsáno na tisíce. Přesto je lze dle Kalmana (2003) rozčlenit do dvou velkých skupin (kategorií), k nimž patří:

- lesy jehličnaté,
- lesy listnaté.

Je však zapotřebí zdůraznit, že les nemůže být degradován jen na pouhou skupinu jednotlivých stromů. Les v podstatě představuje prostředí, v němž žije velké množství různých živočichů, rostlin apod. Z tohoto pohledu je les, resp. lesní ekosystém prostředím bohatým na biodiverzitu a je tedy nutno zajistit jeho ochranu (Kalman, 2003).

4.2 Vývoj lesů

V souvislosti s poznáváním jednotlivých vlastností lesních ekosystémů a jejich přirozených trendů je zapotřebí analyzovat dynamiku vývoje lesů. Jak uvádí např. Ulbrichová (2013), lze rozeznat několik typů lesních ekosystémů, přičemž tyto znalosti se předpokládají pro využívání racionálního lesního hospodářství:

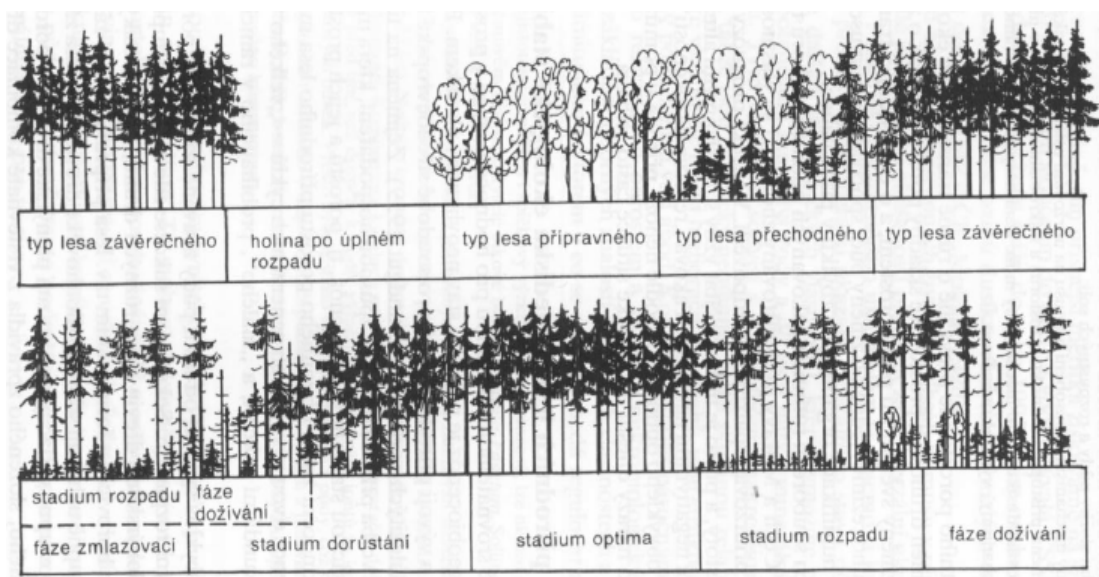
- les přírodní je charakterizován jako takový les, u něhož zatím nebyl rozpoznán vliv člověka, lze se tak setkat i se synonymem pojmu prales, prales v podstatě představuje poslední článek fylogenetického vývoje, kdy doposud nebyl původní les nikterak zasažen vlivem člověka,
- les přirozený je charakterizován jako les mající přírodní druhovou skladbu a změněnou strukturu,

- les přírodě blízký se bez jakýchkoliv zásahů člověka zcela spontánně vyvíjí k vývojově vyspělejší formám, v těchto lesích lze identifikovat polopřírodní druhovou skladbu a sekundární strukturu,
- trvale udržitelné lesní hospodářství je představováno správou a využíváním lesních ekosystémů v takovém rozsahu a tím způsobem, že je přitom zachována biodiverzita lesa, jeho produkční schopnost, regenerační kapacita, vitalita apod., jedná se o velmi významným systém obhospodařování lesa, prostřednictvím kterého je možné do budoucna zachovat ekologické, ekonomické a sociální funkce na místní, národní a globální úrovni a které tím nepoškozují ostatní ekosystémy,
- ekologicky orientované lesní hospodářství představuje v podstatě jistou strategii lesního obhospodařování, přičemž v této souvislosti je les myšlen jako určitý ekosystém, v němž jsou optimálně využívány přírodní síly a ekologické zákony v takovém rozsahu, aby mohl les plnit všechny své žádoucí funkce, jako např. produkce zdravého dřeva, ochrana životního prostředí, využívání zdravotních a rekreačních aktivit apod.

Aby bylo možné objektivně zhodnotit veškeré změny, ke kterým dochází v jednotlivých lesních ekosystémech, je zapotřebí analyzovat přírodní stav, který není doposud ovlivněn zásahem člověka. Míchal a kol. (1992, s. 33) se v této souvislosti zmiňuje o tom, že „*pro systémové hodnocení změn dřevinného porostu přírodního lesa má zásadní význam uznání existence dvou vývojových generačních cyklů*“:

- velký vývojový cyklus, který je charakterizován tzv. sekundární sukcesí,
- malý vývojový cyklus, který je charakteristický svým průběhem v rámci klimaxu (na následujícím obrázku č. 1 je znázorněn velký a malý vývojový cyklus na konkrétním příkladu přírodních smrčín).

Obr. 1: Znázornění velkého a malého vývojového cyklu na konkrétním příkladu přírodních smrčín



Zdroj: Míchal a kol. (1992, s. 34).

Na výše uvedeném obrázku je grafickým způsobem vyznačeno, jak je velký vývojový cyklus (nahore) a malý vývojový cyklus (dole) charakterizován na konkrétním příkladu přírodních smrčín. V případě velkého vývojového cyklu se jedná o přírodní smrčiny, které se nacházejí v boreální tajgové zóně ve Skandinávii, na Sibiři a v Severní Americe. Naproti tomu malý vývojový cyklus je charakterizován přírodními smrčinami, které se nacházejí v horských geobiocenózách smrkového vegetačního stupně, který je vklíněn do zóny listnatých opadavých lesů (na výše uvedeném obrázku se jedná o oblast středního Slovenska v nadmořské výšce 1200-1400 m).

4.2.1 Velký vývojový cyklus

Velký vývojový cyklus je spojován s katastrofickým rozpadem lesa, k němuž dochází na velkých lesních plochách. V praxi k takovému rozpadu dochází např. vlivem velkých smrštů, na základě vzniku požárů, když se přemnoží někteří herbivoři. Ulbrichová (2013) se dále také zmiňuje o tom, že u některých lesních ekosystémů lze nalézt vysokou míru predispozic k existenci takových událostí, přičemž některé z nich jsou k tomuto přizpůsobeny a tak je na ně odkázána jejich obnova.

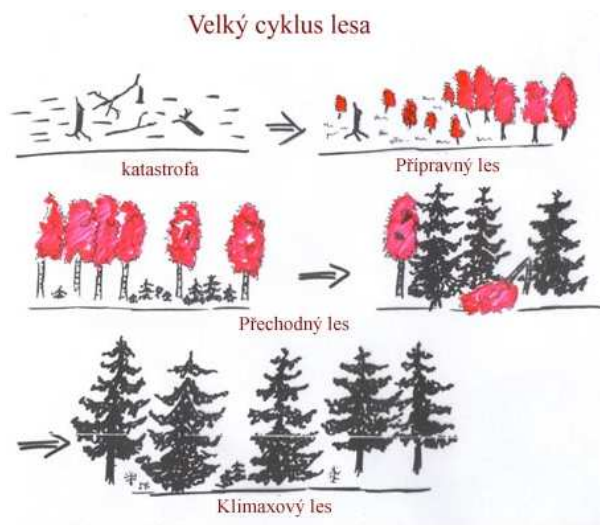
V mnoha případech se však lze setkat s tím, že katastrofální rozpad lesa je způsoben zásahem zvenčí (silou člověka):

- imise,
- přemnožení škůdců,
- požáry,
- eroze půdy aj.

Velký vývojový cyklus je charakteristický svými třemi stádii, k nimž se dle Míchala a kol. (1992) řadí:

- první stádium označované jako stádium přípravného lesa,
- druhé stádium označované jako stádium přechodného lesa,
- třetí stádium označované jako stádium vrcholného, závěrečného lesa (klimax), viz následující obrázek č. 2.

Obr. 2: Grafické zobrazení velkého vývojového cyklu lesa



Zdroj: Ulbrichová (2013).

Jak vyplývá z výše uvedeného grafického zobrazení velkého cyklu lesa, nejdříve se vychází z lesní půdy, lesní plochy, na níž proběhla určitá katastrofa (např. vlivem požáru došlo k naprosto katastrofickému rozpadu lesního ekosystému). Postupným šířením světlomilných pionýrských dřevin (např. topoly, břízy, osiky apod.) dochází k sekundární sukcesi, na jejímž základě je zformován tzv. přípravný les (1. stádium velkého vývojového cyklu lesa). Poté se však v průběhu času začínají

na podkladě toho lesa uchycovat také stinnější dlouhověké dřeviny klimaxu (tzv. lesa závěrečného). Právě tyto typy dřevin čím dál tím více vytěsňují pionýrské dřeviny přípravného lesa, a to v tzv. přechodovém lesu. Ten je složen především z vrstnatých kombinací dřevin klimaxových a pionýrských. Postupně však začínají převažovat dřeviny klimaxové, které vytvoří tzv. les klimaxový (závěrečný). Ten je složen převážně stinnými dřevinami, jež jsou zvláště citlivé na určité vlastnosti lesních ekosystémů. Les klimaxový je posledním stádiem velkého vývojového cyklu lesa a tímto stádiem se také celý cyklus uzavírá (Míchal a kol., 1992).

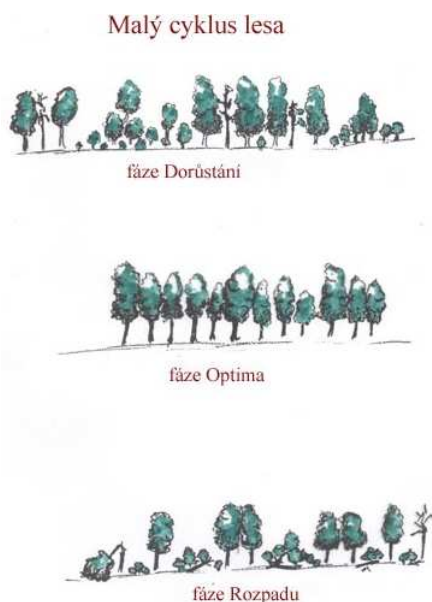
Ulbrichová (2013) se v souvislosti s posledním stádiem velkého vývojového cyklu lesa zmiňuje také o tom, že toto stádium bývá označováno jako nejstabilnější ze všech lesních ekosystémů, a to zejména díky tomu, že klimaxové dřeviny se vyznačují vysokými produkčními funkcemi a maximální akumulací biomasy.

4.2.2 Malý vývojový cyklus

Jestliže v předcházející kapitole byl velký vývojový cyklus charakterizován třemi stádii přípravného, přechodového a závěrečného lesa, malý vývojový cyklus lesa se vzhledem ke svým strukturálním vlastnostem od toho velkého znatelně odlišuje, a to následujícími třemi fázemi (Míchal a kol., 1992):

- první stádium označované jako stádium dorůstání,
- druhé stádium označované jako stádium optima,
- třetí stádium označované jako stádium rozpadu (grafické znázornění malého vývojového cyklu lesa je zobrazeno na obrázku č. 3).

Obr. 3: Grafické zobrazení malého vývojového cyklu lesa



Zdroj: Ulbrichová (2013).

Malý vývojový cyklus začíná první fází označovanou jako fáze dorůstání, která je charakteristická diferenciací jednotlivých stromů dle jejich tloušťky, výšky, věku apod. Těch stromů, které jsou schopny přežít, neustále přibývá a také jejich výška se neustále zvyšuje. Ačkoliv byly původně stromy od sebe vzájemně rozlišitelné, nyní se ve svých jednotlivých vlastnostech postupně srovnávají. Jak uvádí Míchal a kol. (1992, s. 35), „vytváří se semknutý jednovrstevný horizontální zápoj s vysokým podílem jedinců, kteří se předhánějí, aby svými asimilačními orgány vyplnily veškerý využitelný prostor.“ Tato charakteristika lesního ekosystému je zcela příznačná pro stádium optima. Ovšem na sklonku tohoto stádia je možné se setkat s dalšími jevy, kdy začíná velký počet dřevin hynout, jejich životnost se tak dostala na maximální hranici. Díky tomu tak také klesá produkce dřeva a v samotném lese dochází ke značnému hromadění odumřelých kmenů. To je zcela jasná známka toho, že les se dostal do posledního stádia, které je nazýváno jako stádium rozpadu.

Je však zapotřebí konstatovat, že oba výše uvedené cykly neexistují samy o sobě, zcela izolovaně, ale mezi jednotlivými generacemi se navzájem překrývají. Veškeré poznatky vztahující se k vývojovým cyklům lesa je možné využít při charakterizování problémů vztahující se k lesním rezervacím tzv. pralesovitěho typu. „Při ponechání území samovolnému vývoji, což je často proklamovaný cíl jejich managementu, pak v rámci i běžného vývoje může nastat situace, že lesní ekosystémy ztratí charakter, kvůli kterému byla jejich ochrana vyhlášena“ (Ulbrichová, 2013).

4.3 Současný stav lesů v České republice

Je velice důležité každoročně monitorovat stav lesů v České republice a zaměřit se tak na jeho důležité charakteristiky, zejména, co se týče jeho ochrany, zalesnění, množství jednotlivých druhů lesa, jeho biodiverzity apod. Veškeré informace o stavu lesů a lesního hospodářství na území České republiky za každý kalendářní rok podává Ministerstvo zemědělství ve své zprávě.

Jak uvádí Hruška a Cienciala (2001), přestože dochází od 90. let minulého století k velkým úbytkům množství emisí, na stavu lesů v České republice se to nikterak neprojevuje, myšleno v tom smyslu, že stav lesů se neustále zhoršuje. Tato skutečnost se mimo jiné také projevuje na stavu lesních půd, o čemž svědčí také odborná zpráva vypracovaná týmem odborníků v roce 2001 (Hruška, Cienciala, 2001).

Je tedy na místě se zabývat otázkou, z jakého důvodu jsou lesy významné pro rozvoj dané krajiny a jaký je jejich podíl na celkové rozloze České republiky. Jak uvádí Fanta a kol. (2006), lesy pokrývají přibližně 33 % celého území České republiky a jejich význam je možné klasifikovat do následujících několika kategorií:

- jsou představiteli přirozených biotopů velkých částí domácích druhů rostlin a živočichů (to mimo jiné svědčí o tom, jak významnou úlohu hrají lesy v zachování biodiverzity, jestliže by tedy nebyla zajištěna dostatečná ochrana lesů, mohlo by to později vést k naprostému vyhynutí některých poměrně vzácných druhů živočichů nebo rostlin),
- představují důležitý prvek, díky kterému je určována podoba krajiny,
- představují zdroj lesa, z čehož vyplývá skutečnost, že na množství a objemu lesa je závislá značná část místní ekonomiky (ať již se jedná o obce, nebo města, zejména pak těch, které nacházejí v regionech podhůří hor) a také průmyslová odvětví,
- jejich prostřednictvím je ovlivňováno místní podnebí,
- je jejich prostřednictvím zvyšována retenční kapacity krajiny, díky tomu tak má obyvatelstvo zajištěn v dostatečném množství a v dostatečné kvalitě přísun pitné vody,

- díky nim je zajištěna ochrana před povodněmi (brání erozi),
- jsou významným rekreačním prostředkem.

Jak již bylo uvedeno v počátku této podkapitoly, Ministerstvo zemědělství monitoruje stav lesů v České republice a díky tomu je tak možné analyzovat jejich současný stav.

Prvním významným kritériem, díky němuž je možné analyzovat současný stav lesů v České republice je znázorněn v tabulce č. 1, v níž je zaznamenán mírný nárůst plochy lesních pozemků od roku 2001.

Tab. 1: Vývoj celkové plochy lesa (uvedené v ha)

Rok Year	2001	2003	2005	2007	2009	2010	2011
Plocha lesních pozemků Forest land area	2 638 917	2 644 168	2 647 416	2 651 209	2 655 212	2 657 376	2 659 837

Zdroj: Ministerstvo zemědělství České republiky (2012, s. 51).

Z této tabulky je zřetelné, že došlo v roce 2011 k nárůstu o 2461 ha lesa, což může být dle Ministerstva zemědělství České republiky (2012, s. 51) zapříčiněno mimo jiné důsledkem převisu „*výměry nově zalesněných původně nelesních pozemků nad výměrou pozemků, které jsou z různých důvodů z lesa odnímány.*“

Důležité je také zjištění, v jakém poměru a v jakém množství se na území České republiky nacházejí jednotlivé kategorie lesů, tj. lesy hospodářské, lesy ochranné a lesy zvláštního určení (viz tabulka č. 2).

Tab. 2: Vývoj struktury lesa dle jeho jednotlivých kategorií v %

Rok Year	Kategorie lesa/Forest category		
	lesy hospodářské production forest	lesy ochranné protection forest	lesy zvláštního určení special purpose forest
	%		
1980	78,2	4,0	17,8
1985	68,2	3,1	28,7
1990	58,4	2,5	39,1
1995	57,2	2,7	40,1
2000	76,7	3,5	19,8
2010	75,0	2,7	22,3
2011	74,7	2,7	22,6

Zdroj: Ministerstvo zemědělství České republiky (2012, s. 52).

Z tabulky č. 2 jednoznačně vyplývá, že v roce 2010 si nadále největší procentní zastoupení z celkového množství lesa drží lesy hospodářské, ačkoliv v 90. letech minulého století docházelo k jejich značnému poklesu ve prospěch lesů zvláštního určení, od roku 2000 se opět zvyšoval procentní rozložení hospodářského lesa.

Česká republika se řadí mezi země s vysokou lesnatostí. Lesní pozemky pokrývají výměru 2 637 290 ha. Od poloviny 20. století se výměra lesů soustavně zvyšuje. K velkému nárůstu došlo po roce 1960 zalesňováním nevyužívané zemědělské půdy. Zalesňování zemědělských pozemků převyšovalo výměru odlesnění lesních půd pro těžbu nerostných surovin a pro investiční výstavbu.

Rozhodující podíl lesů v České republice je ve vlastnictví státu a to 63,4 %, obce a jejich lesní družstva vlastní 14,5 % a soukromí vlastníci 22,1 %.

Nevyrovnaná věková struktura bude v příštích desetiletích ovlivňovat úroveň produkčních schopností lesa. Důležitý faktor ovlivňující stárnutí lesů je prodlužování doby obměny. V současné době činí průměrné obměny 115,8 roku.

Stav lesů charakterizuje zásoba dříví v lesních porostech. Na objem porostních zásob dříví má vliv změna věkové porostní skupiny a vysoká úroveň pěstební péče o lesy.

V oblasti výchovných zásahů došlo ke zvýšení těchto zásahů, hlavně probírek a prořezávek. Došlo ke snížení nahodilých těžeb což vede k vytvoření příznivějších podmínek pro plánování hospodářství.

Ukazatelem produkčních schopností lesů je celkový běžný přírůst (CBP) udává množství přirůstajícího dříví a v poslední době vykazuje pozitivní nárůst. V roce 1950 činil 9,2 mil. m³ a v roce 2001 20 mil. m³.

Dalším ukazatelem produkční schopnosti lesa je celkový průměrný přírůst (CPP), i u tohoto ukazatele došlo ke zvýšení z 9,0 mil. na 16,8 mil. m³.

Vývoji produkčních schopností odpovídá i těžba dříví. Její úroveň se pohybuje okolo 14 mil. m³ což přesahuje celoevropský průměr.

Zpracování a využití zdrojů dřeva je v České republice nízké. Přibližně polovina vytěženého dřeva se exportuje v surovém stavu nebo polotovaru (řezivo, buničina).

Posledním kritériem, který bude v rámci této bakalářské práce a v rámci této podkapitoly zkoumán, je druhové složení lesa. Jak vyplývá mimo jiné také z tabulky č. 3, v současné době se v českých lesích nachází nejvíce smrků ztepilých z jehličnatých lesů a buků z kategorie listnatých. Co se týče zastoupení listnatých a jehličnatých na celém území České republiky, dominují zcela jednoznačně jehličnaté lesy, kterých je na českém území celkem 73,6 %.

Tab. 3: Zastoupení jednotlivých druhů lesa na celém území České republiky

Dřevina Species	Rok/Year					
	2000	2004	2008	2009	2010	2011
	plocha porostní půdy ha / % area of forest stands in ha / %					
smrk ztepilý Norway spruce	1 397 012	1 381 407	1 362 205	1 352 820	1 347 239	1 341 421
	54,1	53,3	52,4	52,2	51,9	51,7
jeřáb Alder	23 138	23 534	24 658	25 274	25 869	26 448
	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
borovice pine	453 159	447 013	440 188	437 466	436 308	434 202
	17,6	17,3	17,0	16,9	16,8	16,7
modřín larch	97 170	99 707	100 326	100 853	100 741	100 817
	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
ostatní jehličnatá other conifers	4 586	5 617	5 964	6 212	6 352	6 581
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
jehličnatá conifers	1 975 065	1 957 278	1 933 341	1 922 625	1 916 529	1 909 468
	76,5	75,5	74,4	74,1	73,9	73,6
dub oak	163 761	169 150	175 495	176 397	178 466	180 397
	6,3	6,5	6,8	6,8	6,9	7,0
buk beech	154 791	168 212	182 048	187 027	189 998	194 257
	6,0	6,5	7,0	7,2	7,3	7,5
brýza birch	74 560	74 447	73 764	72 895	72 264	71 169
	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7
ostatní listnaté other broadleaves	183 696	195 173	205 991	207 408	209 559	211 325
	7,1	7,5	7,9	8,0	8,1	8,1
listnaté broadleaves	576 808	606 983	637 299	643 728	650 287	657 348
	22,3	23,4	24,5	24,8	25,1	25,3
Culturní bez holiny Total without unstacked areas	2 551 873	2 564 261	2 570 640	2 566 353	2 566 816	2 566 816
	98,8	99,0	99,0	98,9	98,9	98,9

Zdroj: Ministerstvo zemědělství České republiky (2012, s. 53).

Výše uvedená tabulka také znázorňuje vývoj procentuálního rozložení jednotlivých druhů lesa na celém území České republiky, z níž vyplývá, že od roku 2000 došlo také k mírnému poklesu procentuálního zastoupení na úkor listnatých lesů.

Kromě těchto zásadních kritérií hodnocení současného stavu lesa je zapotřebí se zaměřit na jejich zdravotní stav, neboť to také v mnohém určuje jejich odolnost, stabilitu a biodiverzitu.

Druhová skladba v ČR byla v minulosti změněna ve snaze zvýšit produkci dřeva pro uspokojení poptávky. Tento jev má ač se to nezdá kladný dopad na ekonomiku hospodaření i dnes, kdy jsou výhodněji zpeněžovány dodávky jehličnanů oproti listnáčům. Díky tomuto ekonomickému jevu se na našem území nachází velký podíl jehličnatých dřevin (76,5%). Pro zvýšenou poptávku po dřevní hmotě byly pěstovány rychle rostoucí dřeviny (smrkové monokultury) a to je důsledek

stejnověké struktury porostů. Zastoupení věkových stupňů je nerovnoměrné. Je to výsledek zalesňování ploch vytěžených v průběhu mniškové kalamity v letech 1920 až 1925 a také v důsledku působení dalších vývojových faktorů se v současné době vyskytuje abnormálně velká rozloha porostů dorůstajících do mýtního stáří. Porosty do 60 let mají nižší zastoupení. Obnovené porosty- první věkové stupně jsou výměrově nižší.

V uplynulých letech došlo k výrazně ke snížení imisní zátěže, což má nepochybně příznivý vliv na zdravotní stav lesních porostů. Tyto změny se projevují s určitým časovým zpožděním. (Ministerstvo zemědělství České republiky 2012) Podle Štipla (1997) patří defoliace mezi závažné poškození lesních porostů imisemi. Zdravotní stav stromů je charakterizován stupněm defoliace, která je definována jako ztráta asimilačního aparátu v koruně stromů v porovnání se zdravým stromem rostoucím ve stejných podmínkách. Je to ztráta, která je způsobena vlivem nepříznivých změn prostředí lesních ekosystémů, jako důsledek dlouhodobého a nadměrného znečištění ovzduší SO₂, NO_x, F, Cl, O₃, těžkými kovy.

Rozsah defoliace je podle Šrámka a kol.2005 ovlivněn souborem lesních typů, imisní zátěží a půdními vlastnostmi. Nejvyšší míra defoliace byla prokázána u smrku ztepilého (*picea abies*) v oblastech vyšších vegetačních stupňů (5 až 7 vegetační stupeň).

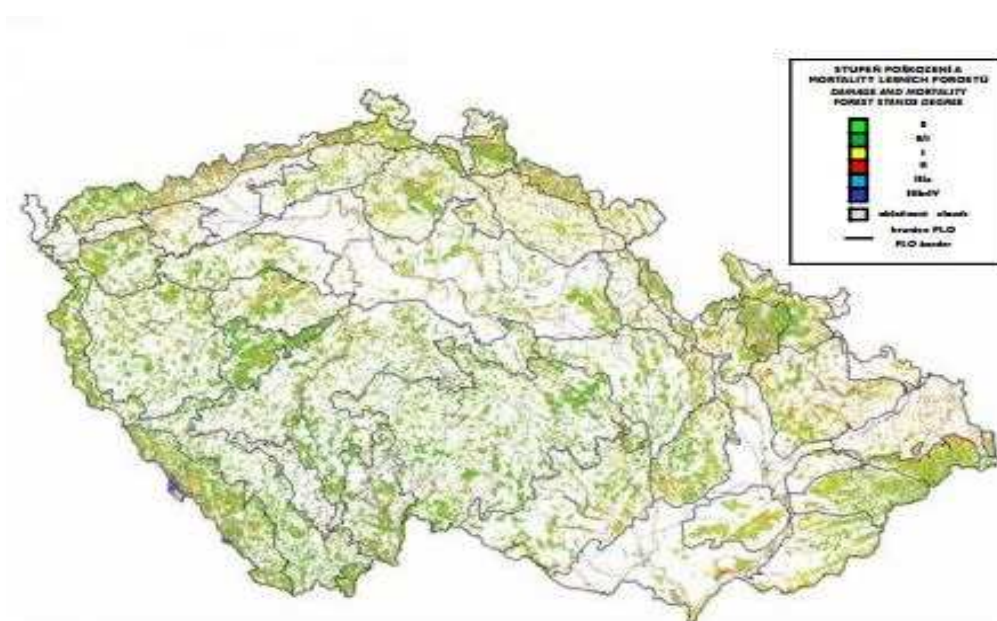
Lesní porosty vykazují poměrně vysokou míru defoliace, která patří mezi nejvyšší v porovnání s ostatními evropskými zeměmi a v dlouhodobém sledování vykazuje mírně stoupající trend. Vysoká míra defoliace je způsobena jednak tím, že imisní zátěž stále negativně působí, i když na nižší úrovni a jednak skutečností, že stabilita lesních ekosystémů je dlouhodobě narušena v důsledku neúnosného působení imisí z uplynulých desetiletí. Snížení emisí SO₂, NH₃, CO ovlivňuje riziko plošných rozpadů lesních porostů. Další příčina defoliace je dána klimatickými excesy a množstvím podkorního hmyzu. (Míchal a kol., 1992)

Šrámek a kol. 2005 uvádí, že u starší věkové kategorie jehličnanů a listnáčů (60 let a více) nedochází od poloviny devadesátých let k výraznějšímu zvyšování defoliace. U mladších porostů (do 59 let) došlo k velmi mírnému poklesu defoliace. Výjimku tvoří borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a buk (*Fagus sylvatica*). Pozitivní změny ve struktuře defoliace lze považovat za nejlepší indikátor vlivu imisní zátěže

na zdravotní stav lesních porostů, nelze prozatím považovat za jednoznačný obrat v dosavadním dlouhodobém vývoji defoliace.

Prostřednictvím map analyzujících dynamiku zdravotního stavu lesů je možné zjistit, v jakých oblastech a s jakým stupněm poškození se jednotlivé lesy potýkají (viz obrázek č. 1).

Obr. 1: Zdravotní stav lesních porostů v roce 2011



Zdroj: Ministerstvo zemědělství České republiky (2012, s. 34).

Jak vyplývá z výše uvedeného obrázku, na území České republiky se nenachází území, v nichž by byly zaznamenány ty nejtěžší stupně poškození, lze ale jasně vidět, že zejména v podhůřích hor se nacházejí více poškozené lesy a také na území Šumavy, jejichž biodiverzitou se zabývá např. Boháč (2011) nebo Matějka (2011).

4.2.1 Hodnocení zdravotního stavu lesních porostů v síti monitorovacích ploch ICP Forests

Od roku 1986 se v České republice hodnotí zdravotní stav lesa pozemním šetřením na monitorovacích plochách celoevropského programu ICP Forests (International Kooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution EWffects on Forests). Úkolem programu je koordinovat na evropské úrovni shromažďování údajů o změnách v lesních porostech souvisejících s aktuálním stavem prostředí (znečištění ovzduší, kyselá depozice aj.). Monitorovací soustavy

jsou různého složení a intenzity měření. V ČR je 306 monitorovacích ploch. Plochy jsou umístěny tak, aby vhodně charakterizovaly stanovištní a prostní podmínky. (Výroční zpráva o stavu lesa 2011)

4.2.2 Monitoring zdravotního stavu lesů z družicových snímků

Monitoring zdravotního stavu lesů z družicových snímků patří k dálkovému průzkumu Země. Česká republika k zjišťování zdravotního stavu lesů využívá také metodu družicového monitoringu a k tomuto účelu se používají data ze skenerů Landsat TM/ETM+. Snímek zachycuje území o rozloze 170 x 180 km v sedmi spektrálních pásmech v oblasti viditelného a infračerveného záření s rozlišením 30 metrů. Data snímků obsahují informace o stavu vegetace. Vyhodnocuje se množství asimilačního aparátu a obsah vody. Z těchto snímků vznikají mapy aktuálního zdravotního stavu, mapy trendu zhoršování zdravotního stavu porostů a mapy ohrožení porostů. (Výroční zpráva o stavu lesa 2011).

3.2.3 Abiotičtí činitelé ovlivňující zdravotní stav lesních porostů

V ochraně lesa došlo k výraznému snížení celkového objemu poškození a to o 40%, u biotických škodlivých činitelů činí pokles 20%. Objem nahodilých těžeb způsobených biotickými vlivy se výrazně snížil. Největší podíl způsobuje bořivá činnost větru, následuje poškození mokřým sněhem a suchem. Poškození suchem vzrůstá hlavně v oblastech Moravy a Slezska. K poškození dochází především u jehličnatých dřevin, dominantně smrku a borovice. Poškození hmoty přímým působením exhalací je v posledních letech stejná. (Výroční zpráva o stavu lesa 2011).

3.2.4 Biotičtí činitelé ovlivňující zdravotní stav lesních porostů

Listožravý hmyz je registrován jen v zanedbatelném množství. Pozemní obranné zásahy se uskutečňují v posledních letech na zanedbatelných plochách (do 20 ha). Z hlediska jednotlivých druhů či skupin listožravého hmyzu se jedná především o výskyt defoliátorů na jehličnanech. Je zaznamenán výskyt bekyně mnišky (*Lymantria monacha*) ploskohřbetky (*Cephalcia*) na smrku a pouzdrovníčka modřínového (*Coleophora laricella*). U jehličnatých výsadeb dochází k poškození klikorohem borovým (*Hylobius abietis*).

V roce 2011 bylo za účelem zamezení žíru klikoroha preventivně či kurativně ošetřeno kolem 9,4 tisíc ha výsadeb.(to je asi polovina plochy jehličnatých výsadeb v daném roce). Nejvíce zasažené území je v západní polovině republiky, což má přímou souvislost s větrnými polomy z let 2007 a 2008. (Enviweb)

Na listnatých dřevinách má výskyt defoliátorů klesající tendenci. Žír ponrav chroustů rodu *Melolontha* souvisí s vývojovým cyklem chroustů. Nejvíce zasažené jsou písčité oblasti Jihomoravského a Středočeského kraje.

Nadále přetrvávají chronické problémy v souvislosti s nadměrnými stavy spárkaté zvěře. Škody způsobené loupáním a ohryzem ohrožují vývoj porostů. V nejstarších dobách stavy vysoké zvěře tlumili predátoři, později člověk, aby vypěstoval kvalitní dřevo. Od 70. let minulého století došlo k enormnímu nárůstu vysoké zvěře. Prioritní faktory přemnožení vysoké zvěře spočívaly v neúměrné velikosti honiteb s absolutním právem odepisovat škody zvěří bez jejího zúčtování, vztah lesního personálu k myslivosti a nedostatečný pocit odpovědnosti za stav lesa. (Lesnická práce č. 11/99)

Od roku 1995 probíhají periodické inventarizace za účelem objektivního posouzení stavu poškození lesních porostů zvěří. Šetření inventarizací prokázalo, že škody zvěří nejsou celoplošným problémem, který by se projevoval v rámci celé České republiky. (Zpráva o stavu lesa 2011).

Nárůst škod lesních porostů se stabilizoval na výši škod do 10% na výměře přes 65 % výměry rozlohy ČR. Stav poškození se liší v závislosti na místních podmínkách. Řešení problému spočívá ve dvou rovinách a to v redukci stavu vysoké zvěře na únosné počty (škody způsobené loupáním a ohryzem se dnes stávají klíčovým faktorem pro další vývoj porostů.) a v pokusu výchovou docílit zvýšení stability poškozených porostů tak, aby měly šanci se dožít mytního stáří. Při dostatečné intenzitě výchovného zásahu (probírek) u poškozených porostů vlivem intenzivního světlostního přírůstu dojde ke snížení štíhlostního koeficientu a tím i ke zvýšení stability proti dalším škodlivým vlivům (vítr, sníh). Tímto vhodným výchovným zásahem dojde ke snížení rozsáhlých nahodilých těžeb. (Lesnická práce č. 11/99)

Pro snížení škod zvěří Ministerstvo zemědělství s krajskými úřady a obcemi rozšířenou působností zahájily s vlastníky lesů dle zákona č.449/2001 Sb., o

myslivosti ve znění pozdějších předpisů aktivní přístup k regulaci početních stavů zvěře - odlov zvěře v honitbách. (Zpráva o stavu lesa 2011)

Podle Míchala 1992 poškození lesních porostů zvěří má významný vliv na vývoj a přirozenou obnovu lesa a podílí se na snižování stability lesních ekosystémů a ohrožuje samotnou podstatu lesa.

Savci jsou nedílnou součástí lesního ekosystému, kde představují důležité konzumenty primární produkce a zdroj produkce sekundární.

Vysoká produktivita lesů a s tím spojená vysoká produkce rostlinné a živočišné biomasy vypovídá o úživnosti ekosystému, což umožňuje některým druhům savců dosahovat v tomto prostředí značných populačních hustot. Konzumací velkého množství biomasy pak mohou za určitých podmínek působit v lesních porostech značné škody.

Výskyt poškození výsadeb a kultur drobnými hlodavci se v posledních letech nezvyšuje, je únosné a nenarušuje stabilitu. Hlodavci škodí hlavně konzumací semen dřevin (myšovití a hrabošovité). Nejvýznamnějším konzumentem velkých semen dřevin je myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), konzumentem drobných semen je myšice křovinná (*Apodemus sylvaticum*) a norník rudý (*Myodes glareolus*) škodící především na zelené hmotě bylinného patra. Drobní zemní savci z čeledi hrabošovitých škodí na výsadbách stromů ohryzem kůry mladých stromků. Nejvíce škod způsobují hrabošík podzemní (*Myodes subterraneus*), hraboš polní (*Myodes arvalis*) a hraboš mokřadní (*Myodes agrestis*) a to v otevřených stanovištích s nízkým travním porostem ve vyšších polohách a imisních holinách ohryzem při zemi u báze. Velké škody v okolí vodních toků způsobují ohryzem kmenů a kácením dřevin bobří. (Suchomel 2008)

Houbové choroby v posledních letech nepatří mezi hlavní představitele snižování odolnosti a stability lesních porostů. Nicméně nelze podceňovat vliv těchto patogenů na umělou a přirozenou obnovu lesa. (ÚHUL Zelená zpráva 2011)

Houbové choroby při nadměrném výskytu ohrožují semenáčky a sazenice lesních dřevin. Jedná se hlavně o plíseň šedou (*Botrytis cinerea*). Plíseň šedá se velmi často přidružuje k mrazovému poškození a infikuje namrzlé letorosty. Choroba se může projevit i na sazenicích v klimatizovaných skladech. Vývoj podporuje

vysoká vzdušná vlhkost, husté síje a přehnojení dusíkem. Při výskytu choroby odstranit napadené jedince a provést postřik vhodným fungicidem.

Další nebezpečnou houbovou chorobou u jehličnatých dřevin je sypavka způsobená houbami *Lophodermium piceae* a karanténní červená sypavka borovic způsobená houbou *Mycosphaerella pini*. Hlavní nákaza nastává v době, kdy jehlice ukončily délkový přírůst – tj. asi v polovině července. V té době se také uvolňují zralé askospory. Napadené jehlice žloutnou, druhým rokem reznou a začínají opadávat. Na spadáných jehlicích se tvoří perfektní plodnice houby – tmavá hysterotecia, ve kterých dozrávají příštím rokem askospory a to asi v polovině července (doba uvolňování askospor závisí na počasí a na nadmořské výšce). Ochrana ve školkách se provádí pomocí preventivních postřiků. (Zpráva o stavu lesa 2011)

U listnatých dřevin dochází k napadení houbami podílejícími se na vzniku listových skvrnitostí. Padlí dubové (*Microsphaera alphitoides*) způsobuje houba z řádu Erysiphales, která napadá stadiálně mladé výhonky. Na povrchu listů bílé moučnaté povlaky, listy postupně při silném napadení hnědnou, krouží se a opadávají. Protože padlí prodlužuje vegetační dobu napadených listů a letorostů, letorosty nevyzrávají, nedřevnatí a v zimě často namrzají.

U nás se padlí dubové rozšiřuje především konidii. Rozmnožování askosporami, které vznikají v kulovitých plodnicích – kleistokarpech, je vzácnější. Houba přezimuje ve formě mycelia v pupenech a prasklinách kůry, odkud se další rok šíří konidii. Porosty se ošetřují přípravky na bázi síry. (Zpráva o stavu lesa 2011)

V roce 2003 byl Usnesením Vlády České republiky schválen Národní lesnický program, jehož základní princip vychází z obhospodařování lesů trvale udržitelným způsobem, „při omezování administrativních zásahů státu na nevyhnutelné minimum, při motivačním působení státní lesnické politiky na podporu veřejných zájmů a při zvyšování odpovědnosti vlastníků lesů za svůj majetek“ (Životní prostředí Vysočiny, 2003).

Již delší dobu si odborníci uvědomovali nutnost zajistit ochranu a hospodaření v lesích takovým způsobem, aby byla zvyšována jejich ochrana, ekologická stabilita a také biodiverzita. Na základě tohoto Národního lesního programu je možné zajistit

nejen potřeby rozvoje lesního hospodářství, ale je tím de facto zdůrazněno, jak významné místo zauímají lesy v oblasti životního prostředí a jaká je jejich významnost jakožto obnovitelného zdroje ekologicky příznivé dřevní suroviny (Životní prostředí Vysočiny, 2003).

4.4 Význam přirozených lesů v chráněných územích přírody

Přirozené lesy mají v chráněných územích přírody velký význam zejména z hlediska zlepšení ekologické stability lesů, jak o tom hovoří např. Míchal a kol. (1992). Význam přirozených lesů vyzdvihuje také Moucha (1998), a to v souvislosti se stále se zmenšujícím rozsahem lesů, které jsou na území České republiky součástí národních parků, chráněných krajinných oblastí (CHKO) a také určitých vybraných chráněných území, k nimž lze zařadit např. národní přírodní rezervace (NPR), přírodní rezervace, národní přírodní památky (NRP) a přírodní památky. Aby bylo možné zachovat plnou funkčnost posláním lesních ekosystémů (zejména tu mimoprodukční, ale v mnoha případech také produkční), je zapotřebí, aby byla zvyšována ekologická stabilita lesů a jejich biodiverzita. V současné době existuje hned několik možných variant, přičemž jednu z nich lze označit jako přírodě blízké hospodaření v lesích (Moucha, 1998).

4.5 Biodiverzita lesních ekosystémů

Jak již bylo zmíněno v předešlých podkapitolách, je nezbytné, aby byla v lesních ekosystémech zachována biodiverzita, tedy rozmanitost jednotlivých živočichů a rostlin, neboť ti se v menší či větší míře podílejí na její ochraně a na zachování její ekologické stability. To se však následně může projevit ve zvýšené míře přírodních krizí, jestliže by byla biodiverzita v lesích snížena.

4.5.1 Definice pojmu biodiverzity

Pojem biodiverzity byl již v této bakalářské práci několikrát zmíněn, přesto až na tomto místě dochází k její definici. V této souvislosti je zapotřebí zmínit, že není jednoduché tento pojem charakterizovat prostřednictvím nějaké jedné univerzální

definice. Ta totiž neexistuje. V odborné literatuře existuje více než 40 různých definic tohoto pojmu (Vačkář, 2005). Níže tedy budou uvedeny některé z nich.

Biodiverzita neboli biologická rozmanitost může být definována jako veškerá rozmanitost všech živých organismů a systémů, přičemž živé organismy tvoří nedílnou součást těchto systémů. Ať již se jedná o rostlinný nebo živočišný druh, každý z nich zde má své nezastupitelné místo a dohromady tak tvoří provázaný celek (Arnika, c2010).

Další definice biodiverzity vychází ze Světového fondu ochrany, jedná se vlastně o „bohatství života na Zemi, miliony rostlin, živočichů a mikroorganismů, včetně genů, které obsahují, a složité ekosystémy, které vytvářejí životní prostředí (Primack a kol., 2001, s. 18-19)“. Z tohoto pohledu lze chápat biologickou diverzitu ve třech úrovních. Na úrovni druhů zahrnuje veškeré organismy žijící na Zemi (druhovú diverzita), v jemnějším měřítku představuje genetickou variabilitu v rámci druhu (genetická diverzita) a v poslední řadě také různorodost ve společenstvech, v nichž druhy žijí, v ekosystémech, ve kterých tato společenstva existují (diverzita společenstev a ekosystémů), a rozmanitost interakcí mezi těmito úrovněmi (Stejskal, 2006).

Vačkář (2005) ve své publikaci vysvětluje i původ termínu. Jako nová koncepce integrující všechny úrovně živého světa se biologická rozmanitost podle něj objevila v polovině 80. let 20. století v souvislosti s americkým biologem E. O. Wilsonem. Od té doby patří výraz biodiverzita v souvislosti s životním prostředím mezi vůbec nejpoužívanější termíny. Nejjednodušší a přitom výstižný výklad pojmu biodiverzita nabízí Anděrová (2005), která ve svém překladu obrazové encyklopedie působivě popisuje rozložení biodiverzity. Pod pojmem biodiverzita spatřuje celkový počet druhů rostlin, živočichů i mikroorganismů žijících na Zemi a genetickou informaci, kterou nesou. Podle této publikace biodiverzita vyjadřuje i způsob, jakým jeden druh ovlivňuje druhý, i celkové vztahy v ekosystému.

Vačkář (2005), Pullin (2002) a Anděrová (2005) se shodují v tom, že výraz biologická rozmanitost zahrnuje ekosystémy, druhy, geny a jejich relativní četnost.

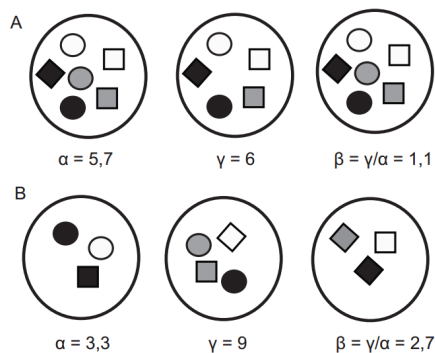
Kolář (2012) dále k definici pojmu biodiverzity doplňuje, že se jedná o biologickou rozmanitost na jednotlivých organizačních úrovních, ať se již jedná o metabolické dráhy v buňkách, o genetickou rozmanitost populací, či rozmanitost

druhů vyšších taxonomických jednotek, jako jsou čeledě, řády apod. Může se však také jednat o rozmanitost různých druhů ekosystémů, jako např. rozmanitost lesního ekosystému.

Zaměří-li se pozornost na pojetí biodiverzity ve vztahu k tomu, jak je chápána v praxi, jedná se zejména o vyčlenění biodiverzity ke konkrétnímu území, jak zdůrazňuje Kolář (2012). Hovoří se tak např. o biodiverzitě na území Šumavy, na území Křivoklátska apod. Z tohoto pohledu je možné dle Koláře (2012) biodiverzitu rozlišit na:

- alfa biodiverzitu – jedná se o určení přesného počtu druhů na nějakém jasně definovaném místě, přičemž se nejčastěji jedná o nějaký určitý biotop,
- gama biodiverzitu – jedná se o kompletní soubor druhů nějakého velkého území, např. určité množství jednoho druhu v konkrétním regionu nebo také na celém kontinentu,
- beta biodiverzitu – zatímco výše uvedené biodiverzity představovaly spíše dva extrémní stavy nacházející se každý na jedné straně kontinua, beta biodiverzita představuje tzv. zlatý střed, jedná se v podstatě o změnu druhového složení na určitém území podél gradientu prostředí, tento typ biodiverzity tak vlastně odráží rozdíly, které se nacházejí mezi jednotlivými biotypy, Kolář (2012, s. 13) k tomu ještě doplňuje, že beta biodiverzita „je tedy vlastně měřítkem pestrosti jednotlivých stanovišť v rámci většího území, i když jednotlivé biotopy v dané oblasti nemusí být druhově nikterak zvláště bohaté“ (viz obrázek č. 2).

Obr. 2: Příklady oblastí s různým rozmístěním druhové diverzity



Zdroj: Kolář (2012, s. 15).

Z výše uvedeného obrázku vyplývá, jak mohou být dvě oblasti odlišné dle toho, jakým způsobem je rozmístěna druhová diverzita do tří lokalit. „Přestože území B má chudší lokality (v průměru 3,3 druhu), vyznačuje se vyšší β -diverzitou i celkovým počtem druhů.“ (Kolář, 2012, s. 15).

Na Zemi bylo dosud popsáno asi 1,8 milionů druhů organismů, ale reálný počet druhů může být podle odhadů až 6-7 milionů (Townsend, Begon a Harper, 2010). Rozložení biodiverzity na Zemi není rovnoměrné. Pro většinu skupin organismů je typické snižování jejich druhové rozmanitosti směrem k pólům. Příkladem jsou tropické lesy, které porývají asi 7 % povrchu země a podle domněnek tyto biotopy ukrývají přes 50 % světového druhového bohatství (Plesník, Roth, 2004). Naproti tomu v polárních oblastech, kde působí drsné arktické klima, přežije jen málo odolných druhů. V suchozemských společenstvech se druhová diverzita snižuje se stoupající nadmořskou výškou, až do určité meze roste se stoupajícím slunečním zářením a se zvyšujícími se srážkami (Gaston, Spicer 2009).

Nyní je na místě se ještě v krátkosti zmínit o celkovém významu biodiverzity pro její další zkoumání. Jak např. uvádí Jablokov a Ostroumov (1991), člověk značným způsobem působí na přírodu a přestože již byly vyvinuty značné možnosti v tom smyslu, aby se zachovalo co nejvíce živočišných, rostlinných a jiných druhů, vliv lidského faktoru je zde obrovský.

Mezi všemi druhy v přírodě existují vzájemné vazby a vyhynutí jednoho druhu může mít zcela neočekávané důsledky (Dorst, 1978). Způsobí vyhynutí dalšího druhu a může vzniknout dlouhý řetězec takových událostí. Biodiverzita má tedy ekologický význam.

Jablokov a Ostroumov (1991) v této souvislosti uvádějí celou škálu příkladů takových vazeb. Například vztah mezi početností ryb a hrochů v některých afrických jezerech. Před několika desítkami let žilo v těchto jezerech mnoho hrochů i ryb. Pak člověk vyhubil hrochy a brzy poté se ztratily i ryby. Ukázalo se, že spojení mezi hrochy a rybami bylo jednoduché: hroši se živili rostlinami a svými exkrementy obohacovali vodu o organické a minerální látky. V takové vodě se rychle množil fytoplankton a zooplankton, kterými se živily bohaté populace ryb. Vyhubení hrochů znamenalo zastavení přísunu živin a tím i radikální omezení růstu planktonu

a snížení početnosti rybích populací. Z etického hlediska pak má každý druh také svou etickou hodnotu, kterou by měl člověk respektovat.

4.5.2 Význam a podstata biodiverzity v lesních ekosystémech

Jak již bylo v předcházející podkapitole uvedeno, biodiverzita představuje velmi významnou součást každého ekosystému, včetně toho lesního. To totiž souvisí s její podstatou, kdy je biodiverzitou chápána rozmanitost všech živých organismů a ekosystémů, které se na daném území vyskytují (Roudná, 2004).

Ačkoliv lze samotnou biodiverzitu rozčlenit do dalších několika druhů, jako je např. diverzita ekologická nebo diverzita kulturní (McNeely a kol., 1990), nejčastěji se naše pozornost uchyluje k biologické diverzitě. Ta je totiž významná pro všechny ekosystémy na celém světě. Švecová a kol. (2007) se totiž v souvislosti s biologickou diverzitou zmiňuje o skutečnosti, že na této úrovni vstupuje do vzájemných souvislostí také celé ekosystémy a jednotlivá společenstva organismů a rostlin, což v závěru činí zásadní význam pro celý život na této planetě.

Je na místě se zmínit o tom, jak skutečně důležitá je biodiverzita v lesních ekosystémech. Je totiž nutno si uvědomit, že v posledních 20-30 letech došlo k velmi zásadním změnám v těchto ekosystémech, které měly vliv nejen na její celkovou podobu, ale právě na rozmanitost jednotlivých živočichů a rostlin, které se v lesích nacházejí. Pokud by se totiž náležitá pozornost nevěnovala ochraně biodiverzity v lesích, bylo by docela možné, že za dalších několik let by se významně snížil počet vzácných druhů organismů, některé by potom mohly zaniknout zcela.

O tom hovoří např. Hron (2012), který uvádí, že *„přírodní podmínky někde umožňují soužití velmi bohatých a rozmanitých forem života, někde je stanoviště přirozeně chudší. Velmi je ovlivňuje lesnické hospodaření. Nejvýraznějším prvkem lesa je strom - počet druhů stromů a keřů, ale i jejich prostorové uspořádání má přímý vliv na bohatost společenstev organismů a toky energií v lese.“*

Při zjišťování, co všechno se může stát, jestliže bude snižována biologická rozmanitost v lesních ekosystémech, je zapotřebí mít na mysli veškeré následky, a to včetně na ekonomickou stránku věci. Tak např., rostliny, které se nacházejí v řadě lesních ekosystémů, jsou nejen významným zdrojem potravy pro řadu živočichů žijících v lese, ale jsou také využívány pro velmi významné účely ve farmaceutickém

průmyslu. Kupříkladu v Severní Americe se velká část léků na předpis vyrábí z rostlin, hub a bakterií pocházejících z lesů. V případě, že by došlo jen k jedinému vyhynutí takového druhu, mohlo by to mít až fatální vliv na ztrátu některých léků, které se využívají při léčení rakoviny, či jiných závažných onemocnění (forestportal.sk, c2008).

Proto také byl rok 2010 vyhlášen Organizací spojených národů jako Mezinárodní rok biodiverzity, jehož smyslem bylo „zvýšit informovanost a veřejné povědomí o konkrétním tématu, v tomto případě o významu biologické rozmanitosti pro kvalitu a udržitelnost života na Zemi. V řadě států proběhly informační a osvětové kampaně, k nimž se připojila i Česká republika“ (Kozubková, 2011).

Buriánek (2011) také v souvislosti se zvýšením biodiverzity lesních ekosystémů doplňuje, že je potřeba nadále rozpracovávat a monitorovat některé bioindikátory, prostřednictvím kterých je analyzována biodiverzita v lesních ekosystémech, neustále dochází k jejich sledování a měření, aby tomu mohla být uzpůsobena případná náprava.

4.5.3 Biodiverzita v přirozeném lese a její výzkum

Výzkum biodiverzity přispívá k ochraně a udržitelnému využívání jejich složek. Výzkum v této oblasti se neustále vyvíjí, je nezbytné zlepšovat vědecké zázemí a podporu tohoto oboru. Současné propojení mezi výzkumem biodiverzity, rozvojem metod ochrany, udržitelného využívání biologických zdrojů a praktickým hospodařením v krajině je nedostatečné.

Strategie ochrany biodiverzity vznikla po vstupu české republiky do EU. Strategie udává možnosti postupu v ochraně biodiverzity. Vychází z úmluvy o biologické rozmanitosti (CBD), která byla podepsána na konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji (UNCED, „Sumit o Zemi“) v Rio de Janderu v roce 1992. Pro naši republiku vstoupila v platnost v roce 1994.

Strategie ochrany biodiverzity má tyto prioritní cíle:

- ochrana biologické rozmanitosti
- udržitelné využívání složek biologické rozmanitosti

- spravedlivé a rovnoměrné rozdělování přínosů, plynoucích z využívání genetických zdrojů. Strategie ochrany biologické rozmanitosti ČR je zpracována v oblasti ekosystémový přístup, ochrana in-situ, ex-situ, udržitelné využívání, biodiverzita zemědělství, lesního ekosystémů, vodní a mokřadní ekosystémy.

Přirozené lesy se vyznačují relativně vysokou stabilitou vůči vnějším vlivům, které v nich mají katastrofální následky pouze zřídka. Narušování (škůdci, vichřice, požáry, extrémní počasí...) se nevyhýbá ovšem ani přirozeným lesům. V zásadě ovšem platí, že čím více se les blíží přirozené skladbě a struktuře přirozeného lesa daného ekotopu tím nižší je riziko ohrožení jejich stability. (Míchal, 1994)

Přirozené lesy zahrnují tři odlišné kategorie lesů - původní lesy (pralesy), přírodní lesy a lesy přírodě blízké. V "původních lesech" - pralesech nesměla nikdy v minulosti proběhnout mýtní těžba a ani v nich nesměly být prováděny různé obnovní, pěstební a podobné zásahy. Pokud se v nich kácelo toulavě (tzv. toulavá seč), tak to naposledy muselo být aspoň před 100. lety a pokud se z nich vyvážela odumřelá dřevní hmota (souše), muselo to být nejméně před 50. lety. Přírodní lesy pak mají trochu volnější kritéria, například v nich mohla toulavá těžba probíhat i v nedávné minulosti. Oproti lesům přírodě blízkým se v nich ovšem dnes nesmí nijak těžít. V přírodě blízkých lesích je povolena nahodilá těžba a zpracování odumřelého dřeva. V žádném přirozeném lese by se v současnosti neměla provádět mýtní těžba, umělá obnova ani záměrné pěstební zásahy. (Enviweb)

Podle Košuliče (2010) je přirozený les relativně nerušeně rostoucí les, který byl nebo stále je částečně ovlivňován člověkem. V poměrech je klimaxovým společenstvem (konečným stádiem přirozeného vývoje). Vykazuje největší ekologickou stabilitu, nejúčinněji využívá přírodní podmínky bez nutnosti dalšího vkládání energie člověkem.

Výzkum biodiverzity přirozeného lesa zahrnuje ochranu cílových druhů, podruhů planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů. Výzkum se zaměřuje na konkrétní biotopy. Zde dochází k identifikaci a monitorování biologické rozmanitosti - zachycení změn složek. Následně dochází k hodnocení, vydání opatření, zásahů a ty jsou zpracovány strategií a programů. Výzkum probíhá na určitém území

(pozorovací, zkušební plochy), v různých obdobích. Ze celý průběh odpovídá řešitel, který má zpracovány metodiky, náklady rizika a priority. (Košulič, 2010)

4.5.4 Biodiverzita v hospodářském lese a její výzkum

Les hospodářský je zákonem stanovená kategorie lesů původně s posláním výlučně produkčním, zvaná dříve také les výnosový či s úpravou výnosu. Od roku 1977 byla zákonem definice rozšířena o zabezpečení mimoprodukčních funkcí.

(Lesní zákon č. 289/1995 Sb., zákon o lesích)

Lesy hospodářské zabezpečují následující mimoprodukční funkce :

- půdoochranné
- vodoochranné
- klimatické
- krajínotvorné
- rekreační

(Mladenoff, Backer 1999)

Biodiverzita v hospodářských lesích je ovlivněna zachováním nebo zvýšením výměry, což je základ pro uplatnění její ochrany a zachování všech funkcí lesa.

Výsledky výzkumů biodiverzity v hospodářských lesích prokázaly nutnost návrhu nového systému kategorizace lesů. Většina hospodářských lesů je vlivem dřívějšího hospodaření stejnověké a jednotné struktury. Podle výzkumů je třeba les vnímat jako polyfunkční ekosystém. (Košulič, 2010)

Při obnově porostů zabezpečit podíl přirozené druhové skladby (podíl melioračních a zpevňujících dřevin). Zajistit v porostech podíl stárnoucího a mrtvého dřeva (útočiště společenstev organismů na něj vázaných).

Dbát na ochranu genofondu ohrožených druhů nižších a vyšších rostlin jednotlivých společenstev živočichů, lesní půdy a jejich přirozeného vodního režimu (uplatnění ekosystémového přístupu). Obnovovat ekosystémy, které byly vystavované imisnímu zatížení.

Výzkum biodiverzity v hospodářském lese je ovlivněn nižší biologickou rozmanitostí (menší četnost druhů fauny a flory) a četnými antropogenními zásahy. Tyto lidské zásahy jsou v hospodářském lese regulovány zákonnými předpisy, dohodami a úmluvami mezinárodního charakteru. Antropogenní činnost v hospodářských lesích je směřována tak aby co nejméně poškozovala biodiverzitu a vývoj lesa se co nejvíce přiblížil vývoji lesa přírodě blízkého. (Míchal, 1992)

4.6 Základní metody sledování biodiverzity v lesních ekosystémech

Biodiverzita je považována za jedno z hlavních kritérií trvalé udržitelnosti lesů a zabezpečení jejich produkčních a mimoprodukčních funkcí.

Od roku 1990 se konají mezinárodní konference na ochranu evropských lesů. Výsledkem těchto jednání bylo přijetí celé řady rezolucí. Nejvýznamnější z hlediska biodiverzity byla Helsinská rezoluce H2 přijatá v roce 1993. Obsah rezoluce zahrnuje zásady ochrany a trvale udržitelného zachování biodiverzity evropských lesů. Rezoluci podporuje i Česká republika. Jsou zde rozpracovány indikátory biodiverzity lesních ekosystémů a zdokonaleny, upřesněny metody jejího měření a hodnocení. (Buriánek, 2011)

Mezi základní metody sledování biodiverzity patří program monitoringu lesů. ICP Forests je program získávání informací o prostorovém a časovém vývoji stavu lesa v evropském měřítku a pro prohlubování znalostí o příčinách současného poškození lesa s důrazem na kritické zatížení a stupeň znečištění ovzduší. Realizace programu probíhá pomocí monitorovacích soustav různého složení a intenzity měření. Měření zjišťuje základní stanovištní a porostní charakteristiky. Hodnotí se v intervalu 1-5 let stav koruny (defoliace, změna barvy způsobena vlivem nepříznivých změn- znečištění ovzduší SO₂, NO_x, O₃, těžké kovy), dendrometrické parametry, fytoecologické snímkování. Nepravidelně se šetří listové, půdní a letokruhové analýzy. (Buriánek, 2011)

Monitoring přízemní vegetace v lesích se provádí na síti trvalých ploch. Vegetace je hlavním komponentem lesních ekosystémů. Přízemní vegetací jsou keřové dřeviny do 5 m výšky, bylinné patro (byliny, semenáčky do 0,5 m výšky) mechové patro (terestrické mechorosty a lišejníky). Jednotlivá vegetační patra

obsahují část biodiverzity. Vegetace má přímý vliv na koloběh vody, živin a silně interaguje s jinými biotickými složkami. Vegetace jako celek i jednotlivé druhy jako indikátory jsou považovány za specifický subjekt pro studium úrovně kritického zatížení ekosystémů – jsou bioindikátorem změn prostředí.

Studium dynamiky vegetace poskytuje informace o změně půdy, mikroklimatu. Metoda podchycuje typologickou a fytocenologickou charakteristiku vegetace a její odlišnost na stanovištích. Monitoring sleduje změny v čase pod vlivem přírodních a antropogenních faktorů. Cílem je předvídat sukcesní procesy analýzou způsobů, příčin a mechanismů vegetačních změn. Hodnocení se provádí v pětiletých intervalech. Základní šetření se provádí v letním aspektu (u ploch s významným střídáním aspektů se podchycuje i jarní aspekt). Stav vegetace je hodnocen semikvantitativní metodou fytocenologických snímků. (Zpráva o stavu lesa 2011)

Metoda hodnocení porostní struktury, mrtvého dřeva a epifických lišejníků. Základem metody je hodnocení horizontální a vertikální porostní struktury, druhové skladby, korunového zápoje, stupně rozkladu mrtvého dřeva, přízemní vegetace.

Biodiverzita je v současné době považována za jedno z neaktuálnějších témat v oblasti ekologie, přesto však stále neexistuje nějaká jednotná metodika, prostřednictvím které by bylo možné měřit nebo hodnotit úroveň biodiverzity v daném ekosystému, v dané oblasti.

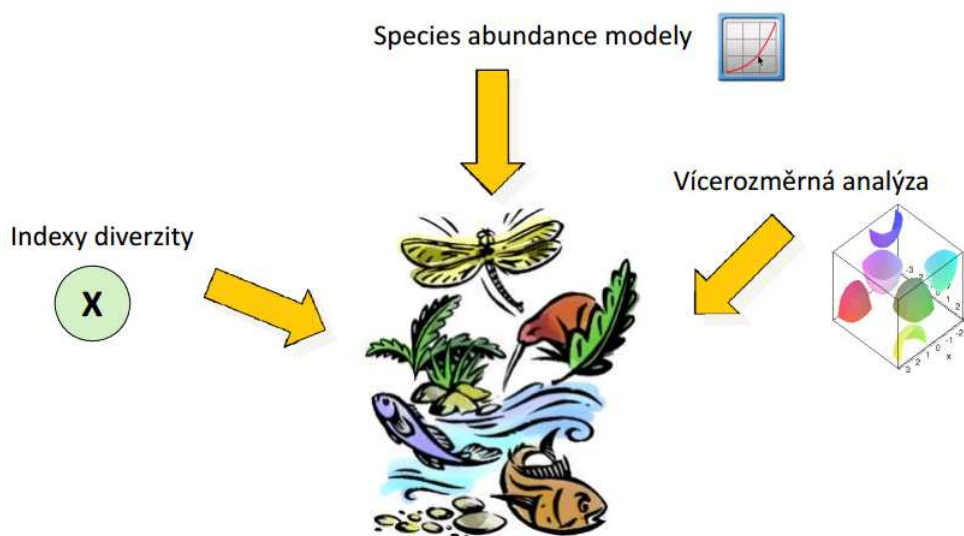
Jak uvádí např. Krebs (1989), velký počet nejrůznějších metod vychází z té skutečnosti, že jednotlivé metody v praxi hodnotí tyto dvě složky biodiverzity:

- heterogenitu (různorodost) všech živých organismů a rostlin, ta je navíc zastoupena bohatostí jednotlivých druhů (tedy konkrétním počtem jednotlivých živočichů a rostlin v daném společenství),
- rovnoměrnost (eveness) nebo také vyrovnanost zastoupení jednotlivých druhů v daném společenství (ekosystému).

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že při měření úrovně biodiverzity je zapotřebí se zaměřit nejen na počet druhů rostlin a živočichů v lesním ekosystému, ale také zda jsou tyto druhy v lese zastoupeny rovnoměrně.

Jarkovský (c2013) v této souvislosti uvádí hned tři různé druhy metod, prostřednictvím kterých lze hodnotit biodiverzitu daného území (viz obrázek č. 6).

Obr. 6: Základní kategorie metod hodnocení biodiverzity



Zdroj: Jarkovský (c2013).

Z výše uvedeného obrázku vyplývá, že k základních třem typům metod využívaným při hodnocení biologické rozmanitosti se využívají metody indexů diverzity, abundanční modely a stále častěji také vícerozměrná analýza dat.

4.6.1 Biologický monitoring

Mezi nejrozšířenější metody monitorování patří biologický monitoring, který využívá sledování organismů k určení kvality přírodního prostředí. Umožňuje zaznamenat změny, které probíhají v delším časovém období. Pomocí analýzy řady dat lze nejen odhadnout trendy vývoje, ale i fundovaně řídit péči o prvky přírody. Výsledky monitorování poskytují praktické informace nutné pro posuzování stavu a vývoje přírody. (Enviweb)

Podle Boháče (1995) je nejjednodušší způsob popisu biodiverzity kvantifikovat počet druhů, genů či jiných skupin v určené oblasti.

Podle Paolettiho (1999) je perspektivní sledování indikátorů biodiverzity. Jako indikátory jsou využívány různé skupiny organismů splňující předpoklady jako je citlivost a dostatečně rychlá reakce na změny vyvolané činností člověka, velký areál svého rozšíření, snadnost a ekonomickou dostupnost jejich sledování standardními metodami a relativní nezávislost zjištěných výsledků na velikost vzorků.

K sledování indikátorů biodiverzity je využíváno skupiny bezobratlých živočichů. Pozorování se provádí na různých prostorových úrovních.

Při biomonitoringu je využívána efektivní metoda sběru- zemní pasti. Metoda zemních pastí je využívána při zjišťování druhového složení skupin epigeicky žijících živočichů na vybraných lokalitách. Zemní past je nádoba vložená do země tak, aby okraj nádoby byl v úrovni okolní půdy a použitým médiem (konzervační látka, návnada popř. kombinace). Nad past lze umístit stříšku proti dešti. (Absolon a kol. 1994, Bejček a Šťastný 2001)

Po ukončení monitorování dochází k rozřídění vzorků a tyto vzorky se vyhodnocují pomocí metod výpočtu průměru (mediánu) rozptylu, t – testu a F- testu, korelací, regrese a analýzou variací. Dalšími využitelnými statistickými metodami porovnávající střední hodnoty jsou ANOVA a R_dA analýza.

V praktickém monitoringu indikátorů diverzity se podle kanadských vědců nejlépe využívají brouci- nejlépe střevlíci. Střevlíci jsou využíváni z důvodu vysoké reakce , citlivosti na změny prostředí. Monitoring střevlíků eviduje počet druhů a množství jedinců, toto množství se mění v návaznosti na změny prostředí a intenzitu změn. (Rainio, Nemela 2003).

Střevlíkovití brouci mají stabilní taxonomii, jsou dobře rozpoznatelní, a proto jsou vhodnými bioindikátory změn, poruch nejen lesních ekosystémů. Střevlíkovití byli zahrnuti do kontrolního systému o rušivých vlivech na lesní prostředí Pearce. (Verner 2006)

Změna parametrů prostředí (vlhkost, chemismus půdy, teplota) vede ke změně druhového složení společenstva. Změny prostředí jsou v dnešní době způsobeny hlavně antropogenní činností. (Spellerberg 1995).

Střevlíkovití byli využiti jako bioindikátor již v roce 1955 v Německu Heydemannem pro agrocenózy (Veselý a Farkač 1996)

Na území ČR byli pro bioindikaci využiti drábčící Boháčem v roce 1990. Bylo také využito arachnofauny Bucharem v roce 1983 (Veselý a Farkač 1996)

Střevlíci umožňují klasifikaci biotopů a bioindikaci na lokálních až kontinentálních úrovních. V našich podmínkách dochází ke sledování v chráněných územích pod záštitou AOPK ČR. (Farkač 1994)

Pro použití střevlíkovitých jako indikátorů biodiverzity provedli Hůrka, Veselý a Farkač (1996) rozdělení do tří skupin podle ekologické valence a míry vazby na biotop. Procentické zastoupení druhů střevlíkovitých z určitého území vypovídá o jeho hodnotě. (Veselý a Farkač 1996)

Skupina A (49% všech druhů) jedná se o druhy přirozených nebo přirozenému stavu blízkých ekosystémů. Mohou se nacházet i na druhotných biotopech, zvláště v blízkosti původních území.

Skupina R (33% všech druhů) jedná se o druhy stenoekní a druhy vázané na reliktní biotopy a také druhy narušených stanovišť v dosahu zachovalých, především xerothermních biotopů.

Skupina E (18% všech druhů) zahrnuje nenáročné a přizpůsobivé eurytopní druhy, druhy antropogenně ovlivněných nebo antropogenních ekosystémů. Do této skupiny patří i taxony vázané na určitá sukcesní stádia. (Hůrka, Veselý a Farkač 1996)

3.6.2 Charakteristika, vývoj a rozmnožování střevlíkovitých

V hierarchické klasifikaci se řadí čeleď Carabidae do řádu Coleoptera, podřád Adephaga. Čeledě Rhysodidae a Cicindelidae se někdy řadí do podčeledí Carabidae, jindy jsou Rhysodidae a Cicindelidae brány jako samostatné čeledě. (Hůrka 2005)

Střevlíkovití brouci (Carabidae) se vyvinuli v časném terciéru v tropech jako generalisté vlhkých biotopů, kde zůstávají dominantní skupinou bezobratlých predátorů (Lövei & Sunderland 1996). Velikost brouků se v našich zeměpisných šířkách pohybuje mezi 2 až 40 mm. Jsou to většinou epigeičtí noční rychle se pohybující brouci s dlouhými štíhlými nohama. Samci střevlíkovitých mají rozšířené články předních chodidel. Tělo střevlíků je barvy hnědé nebo černé (některých druhů kovově zbarvené). Většina druhů jsou noční draví brouci, v oblastech mírného podnebí mají brouci srostlé krovky – nelétají.

Poměrná část druhů (v ČR popsáno 500 druhů) má obranné žlázy, které využívá k zastrašení nepřítele. Tykadla jsou jedenáctičlanková, nitkovitá. Zástupci střevlíkovitých vyskytující se v ČR jsou nespécializovaní masožravci lovící kořist nebo vyhledávající uhynulé obratlovce nebo bezobratlé. Pouze některé druhy se potravně váží na housenky motýlů (*Calosoma*), plicnaté plže (*Cychrus Licinus*),

chvostoskoky(Listus), larvy a imaga drábčků rodu Bledius nebo žížaly (Carabus). Druhy rodu Bembidion a Amhomenus dorsalis jsou predátory mšic. Druhy Amara a Harpalus jsou býložravci (Hůrka 1996, Thiele 1977)

Trávení potravy u střevlíkovitých probíhá mimotělně. Kusadly vstříknou do potravy trávicí tekutinu a konzumují natrávenou tkáň. (Hůrka 2005)

Vývoj většiny našich druhů je monovoltinní (1 generace za rok) jednoletý, probíhající ve dvou základních typech - skupiny se rozmnožují na jaře nebo na podzim (Thiele 1977).

Rozmnožování začíná diapauzou v larválním stádiu či diapauzou pohlavních orgánů mág. U převážné části převládá typ s vývojem bez larvální diapauzy (probíhá na jaře). Imaga nové generace se líhnou v létě nebo na podzim téhož roku a přezimují. Lze rozlišit imaga s podzimní aktivitou. Tyto typy hibernují jako imaga a rozmnožují se od jara, v létě většina jedinců umírá. Nová generace je na podzim plně aktivní. Imaga bez podzimní aktivity – jedinci jsou na podzim málo aktivní. Střevlíkovití v horských lesích mívají dvouletý vývojový cyklus. (Hůrka 1996, Thiele 1977).

Ve vyjímecných případech byl u střevlíkovitých v mírném pásmu zjištěn vývojový typ bez obligatorní diapauzy tzn. bez stabilní doby rozmnožování (jedná se o druh *Abys parallelepipedus*) (Hůrka 1996).

4.7 Indikátory biodiverzity lesních ekosystémů

Prostřednictvím indikátorů biodiverzity, tzv. bioindikátorů je možné posoudit, jak početný je určitý druh organismů nebo rostlin v daném ekosystému, zda hrozí jejich vyhynutí, příp. jakým způsobem lze docílit lepšího stavu.

Samotný pojem bioindikátorů je dle Jakrlové a Pelikána (1999, s. 17) charakterizován jako „*živé organismy, jejichž výskyt svědčí o přítomnosti některého faktoru na stanovišti (např. bez černý nebo kopřiva dvoudomá na půdách bohatých dusíkem, vřes obecný na půdách kyselých apod.)*.“ Boháč (1999) se v této souvislosti zmiňuje o tom, že bioindikátory jsou myšleni všichni živočichové nebo daná společenstva, u nichž jsou jejich životní funkce navzájem propojeny s faktory

životního prostředí, a to v tak těsném vztahu, že právě tyto jejich funkce mohou sloužit jako ukazatele jejich výskytu v daném ekosystému.

Boháč (2003b) se ve svém příspěvku o indikátorech biodiverzity zmiňuje o jednotlivých typech ukazatelů, na základě kterých by bylo kvantifikovat biodiverzitu, přičemž k těmto lze zařadit např.:

- hojnost (dominance) druhů ve společenstvu – běžně bývá charakteristické pro určité druhy v některých ekosystémech, že některé druhy organismů převládají nad jinými,
- vzácnost druhů ve společenstvu – podle Boháče (2003b) je vzácnost relativním konceptem, protože samotná intenzita existence určitého druhu je velmi závislá právě na druhu a typu výzkumu, jestliže jsou určovány některé vzácné druhy, které se vyskytují v řadě ekosystémů, využívá se kombinace rozlišení regionu, specifík daného biotypu, velikosti lokální populace aj.,
- vegetace – dle Prachu (1994) je možné bioindikátor vegetace považovat za indikátor komplexní, neboť v jeho rámci lze postihnout veškeré aspekty změn v počtu daných organismů, včetně charakteristiky těchto změn.

Boháč (2003b) navrhuje v této souvislosti spektrum několika různých bioindikátorů, na jejichž základě lze dále hodnotit a monitorovat stav biodiverzity v lesních ekosystémech, přičemž k těmto lze zařadit např.:

- rostlinná společenstva,
- epigeičtí bezobratlí,
- denní motýli,
- ptáci (viz následující tab. 4).

Tab. 4: Návrh bioindikátorů pro sledování biodiverzity v jednotlivých ekosystémech

Rostlinná společenstva	Ohrožené druhy, indikátorové druhy; na základě struktury fytocenóz vyšších rostlin, případně mechorostů počítané indexy druhové diversity a jejich složek, indexy β -diversity
Epigeičtí bezobratlí	Ohrožené druhy, indikátorové druhy; indexy druhové diversity a jejich složek, indexy β -diversity těchto taxocenóz, biotický index
Denní motýli	Ohrožené druhy, indikátorové druhy; indexy druhové diversity a jejich složek, indexy β -diversity těchto taxocenóz
Ptáci	Ohrožené druhy, indikátorové druhy; indexy druhové diversity a jejich složek, indexy β -diversity těchto taxocenóz

Zdroj: Boháč (2003b).

Také Laštůvka (c2013) se zabývá možnostmi jednotlivých bioindikátorů, na jejichž základě by bylo možné hodnotit stav biologické rozmanitosti v určitém ekosystému. V jeho pojetí je spektrum jednotlivých indikátorů tvořen těmito:

- druhová rozmanitost rostlin,
- druhová rozmanitost vybraných skupin živočichů,
- výskyt vybraných skupin planktonních a bentických organismů ve vodních ekosystémech,
- zavlečené invazní druhy rostlin a živočichů
- výskyt škůdců a změny v jejich druhovém složení a významu.

Barborková, J. (2012) se ve své bakalářské práci zabývala významem epigeických bezobratlých živočichů, jejichž výskyt a rozmanitost v lesních ekosystémech by se dal považovat za velmi významného ukazatele, jehož prostřednictvím by bylo možné zhodnotit a dále monitorovat biodiverzitu lesů. Uvádí, že následující druhy epigeických bezobratlých lze využít pro monitoring biodiverzity lesního ekosystému, a to zejména na lokální úrovni:

- roháček *Ceruchus chrysomeloides*,
- tesařík *Tragosoma deparium*,
- drábčík *Atrecus longiceps*, *Olisthaerus substriatus*, *Lordithon bicolor*, aj.

Boháč, Matějček a Rous (2003) uvádějí, že drábčíkovité brouky by bylo možno využít jako významného indikátoru, jehož prostřednictvím bude možno zhodnotit alfa diverzitu. Je však na místě si jistě položit otázku, proč právě jsou tyto brouci považováni za významný ukazatel změn v biodiverzitě. To souvisí mimo jiné např. s tím, že se *„vyskytují prakticky ve všech druzích terestrických ekosystémů a tvoří důležitou součást půdní fauny. Znalost ekologických nároků většiny středoevropských druhů a přítomnost zástupců čeledi ve všech polopřirozených i člověkem ovlivněných ekosystémech jsou důvodem, že tyto brouci jsou citlivými bioindikátory antropogenních změn prostředí a změn biodiversity. Drábčiči jsou také stále častějším modelovým objektem různých ekologických studií, zabývajících se vlivem nejrůznějších faktorů prostředí na jejich společenstva.“*

Jak tedy z rešerše nejrůznějších zdrojů vyplynulo, není jednoznačný názor na to, jaké indikátory biodiverzity v lesních ekosystémech lze považovat za ty nejdůležitější. Nicméně dle několika výzkumů a uskutečněných studií vyplývá, že epigeičtí bezobratlí by mohli být jedním z velmi důležitých ukazatelů, na jejichž základě by mohla být spolehlivě hodnocena a dlouhodobě monitorována úroveň biodiverzity v řadě lesních ekosystémů.

5. SHRnutí LITERÁRNÍ REŠERŠE A VLASTNÍ PŘÍNOS PRÁCE

V předcházející třetí kapitole jsem se snažila na základě uskutečnění literární rešerše pojmut zkoumaný problém biodiverzity a jejího hodnocení a monitorování se zaměřením na identifikování možných bioindikátorů. Díky nim by totiž bylo možné charakterizovat stav biodiverzity v řadě lesních ekosystémů.

V této souvislosti se chci zastavit vůbec nad otázkou, proč je tedy tak důležité se zabývat biodiverzitou, proč právě toto téma jsem si vybrala do své bakalářské práce. Biodiverzita představuje nejen v lesních ekosystémech velmi výrazný problém, který se jeví v posledních několika letech velmi aktuálním. Vlivem nejrůznějších zásahů, které zapříčinil ve velkém rozsahu zvláště člověk, docházelo a stále dochází v lesích k jejich značnému poškozování.

Velká produkce dřeva a neustále odlesňování však ve značném rozsahu způsobily, že začaly hynout důležité organismy a rostliny, které zabezpečovaly přirozený koloběh života. Navíc, jak také vyplynulo z literární rešerše, ve světě bylo zcela běžné, že se využívalo řady bakterií a organismů k výrobě důležitých a nezbytných léků při léčení rakoviny a jiných závažných chorob. Jestliže by tedy začalo docházet ke zvýšenému úbytku těchto organismů a rostlin, mělo by to nejen výrazný dopad na obživu jiných živočichů, a tím pádem na celý potravinový koloběh v přírodě, ale také na nemožnost léčit závažná lidská onemocnění.

Z výše uvedeného tedy jednoznačně vyplývá, jak velice je důležité pravidelně monitorovat a vyhodnocovat stav biodiverzity v lesních ekosystémech. Z celosvětového hlediska se jedná o značný problém, proto rok 2010 byl Organizací spojených národů vyhlášen jako rok biodiverzity a na řadě míst se konaly nejrůznější akce, které měly u široké laické veřejnosti zvýšit jejich informovanost a zájem o tuto problematiku.

Vlastní přínos této bakalářské práce spočívá v tom, že byly odhaleny možné metody a indikátory na jejichž základě je možné začít s důkladným a efektivním obhospodařováním lesních ekosystémů.

6. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se věnovala tématu biodiverzity a jejím indikátorům v oblasti udržitelného pěstování lesních ekosystémů. Práce byla pojata jako literární rešerše daného problému a snažila se nahlížet na jednotlivá témata, která s danou problematikou úzce souvisejí.

Pozornost byla v jednotlivých kapitolách zaměřena zejména na shrnutí (rešerši) základních poznatků vztahující se nejen k podstatě lesních ekosystému a trvalosti funkcí lesa z hlediska jejich ekologické stability a odolnosti, zejména pak byla práce zaměřena na zjištění hlavních metod sledování biodiverzity v lesních ekosystémech.

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo srovnat hospodářské a přirozené obnovy lesních ekosystémů, přičemž na tuto problematiku bylo pohlíženo také z hlediska půdních organismů (bezobratlých živočichů), které lze považovat za ukazatele změn biodiverzity v oblasti lesních ekosystémů.

Mezi hlavní úkoly této bakalářské práce patřilo seznámit se s jednotlivými výzkumy biodiverzity, které se zaměřují na oblast přirozeného a hospodářského lesa, na vymezení statistických metod hodnocení vzorků, stejně jako na indikátory biodiverzity lesních ekosystémů s ohledem na jejich věkovou strukturu a další vývoj lesa.

V neposlední řadě byly také uvedeny základní principy přírodě blízkého hospodaření, a to z pohledu biodiverzity bezobratlých živočichů.

Z řady uskutečněných výzkumů a výzkumných studií vyplynulo, že mezi metody sledování a hodnocení biodiverzity lze zařadit zejména metody sledující indexy diverzity, pak jsou to také abundanční modely a stále častěji se do popředí dostává vícerozměrná analýza.

Bylo však také dále zjištěno, že pro udržitelné pěstování lesních ekosystémů lze jako indikátorů pro monitorování řady změn v biodiverzitě využít několik možných indikátorů, které byly potvrzeny řadou výzkumů. K nim se řadí např. rostlinná společenstva, epigeičtí bezobratlí, denní motýli nebo ptáci.

Mnoho autorů, jako např. Barborková nebo Boháč se ve svých pracích zmiňují právě o významu epigeických bezobratlých živočichů, jejichž výskyt a rozmanitost v lesních ekosystémech by se dal považovat za velmi významného ukazatele, jehož

prostřednictvím by bylo možné zhodnotit a dále monitorovat biodiverzitu lesů. Uvádí, že následující druhy epigeických bezobratlých lze využít pro monitoring biodiverzity lesního ekosystému, a to zejména na lokální úrovni: roháček *Ceruchus chrysoloides*, tesařík *Tragosoma depsarium*, drabčík *Atrecus longiceps*, *Olisthaerus substriatus*, *Lordithon bicolor*, aj.

Právě drabčíkovití jsou vzhledem ke své charakteristice důležitými bioindikátory, které využili ve svém výzkumu např. Boháč, Matějček a Rous, neboť velmi citlivě reagují na nejrůznější změny antropogenního charakteru v daném prostředí.

Závěrem této bakalářské práce lze konstatovat, že biodiverzita představuje nejen v lesních ekosystémech velmi výrazný problém, který se jeví v posledních několika letech velmi aktuálním. Vlivem nejrůznějších zásahů, které zapříčinil ve velkém rozsahu zvláště člověk, docházelo a stále dochází v lesích k jejich značnému poškozování. Velká produkce dřeva a neustále odlesňování však ve značném rozsahu způsobily, že začaly hynout důležité organismy a rostliny, které zabezpečovaly přirozený koloběh života. Navíc, jak také vyplynulo z literární rešerše, ve světě bylo zcela běžné, že se využívalo řady bakterií a organismů k výrobě důležitých a nezbytných léků při léčení rakoviny a jiných závažných chorob. Jestliže by tedy začalo docházet ke zvýšenému úbytku těchto organismů a rostlin, mělo by to nejen výrazný dopad na obživu jiných živočichů, a tím pádem na celý potravinový koloběh v přírodě, ale také na nemožnost léčit závažná lidská onemocnění.

Z výše uvedeného tedy jednoznačně vyplývá, jak velice je důležité pravidelně monitorovat a vyhodnocovat stav biodiverzity v lesních ekosystémech. Z celosvětového hlediska se jedná o značný problém, proto rok 2010 byl Organizací spojených národů vyhlášen jako rok biodiverzity a na řadě míst se konaly nejrůznější akce, které měly u široké laické veřejnosti zvýšit jejich informovanost a zájem o tuto problematiku.

7. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

ABSOLON, K., (1994) Metodika sběru dat pro biomonitoring v chráněných územích. Český ústav ochrany přírody, Praha 70s.

ARNIKA (c2010). Ochrana biodiverzity. Arnika [online]. Cit. 2013-03-07. Dostupné z: <http://arnika.org/biodiverzita>.

BARBORKOVÁ, J. (2012). Srovnání biodiverzity v hospodářském lese a v přirozeném horském lese – indikátory biodiverzity. Theses.cz [online]. Cit. 2013-03-19. České Budějovice, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z: http://theses.cz/id/cfclnu/BP_Barborkov.pdf.

BEJČEK, V., ŠŤASTNÝ, K., (2001). Metody studia ekosystémů. Skripta LF ČZU Praha, Lesnická práce 110s.

BOHÁČ, J., MOUDRÝ, J., DESETOVÁ, L. (2006). Biodiverzita a zemědělství. Život, 41, č. 1: 24-29.

BOHÁČ, J., MATĚJÍČEK, J. (2004). Biodiverzita drabčíkovitých brouků (Coleoptera, Staphylinidae) Šumavy – současný stav, ohrožené druhy a jejich biotopy. Aktuality šumavského výzkumu II. Srní 4. – 7. října 2004, s. 218-220. Dostupné z: <http://www.npsumava.cz/storage/str218-220.pdf>.

BOHÁČ, J., MATĚJÍČEK, J., ROUS, R. (2003). Srovnání biodiversity drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) biosférických rezervací Šumava, Třeboňsko a Křivoklátsko s vyhodnocením podle jejich ekologických nároků a citlivosti k antropogenním vlivům a podle stupně ohrožení. Infodatasys.cz [online]. Cit. 2013-03-19. Dostupné z: http://www.infodatasys.cz/vav2003/divers_drabcik.pdf.

BOHÁČ, J. (2003a). Biodiverzita a udržitelný rozvoj Modravy. Infodatasys.cz [online] Cit. 2013-02-21. Dostupné z: <http://www.infodatasys.cz/vav2003/sumava/biodiverzita-Sumava.pdf>.

BOHÁČ, J. (2003b). Indikátory biodiversity. Infodatasys.cz [online]. Cit. 2013-03-19. Dostupné z: <http://www.infodatasys.cz/vav2003/monitoring2.pdf>.

BOHÁČ, J. (1999). Staphylinid beetles as bioindicators Agriculture, Agriculture. Ecosystems and Environment, č. 74: 357-372.

- BURIÁNEK, J. (2011). Biodiverzita lesních ekosystémů a její hodnocení. EnviWeb [online]. Cit. 2013-03-19. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/les/86835/biodiverzita-lesnich-ekosystemu-a-jeji-hodnoceni>.
- DORST, J. (1978). Ohrožená příroda. 2. vyd. Praha, Panorama, 420 s.
- FANTA, J. (2006). Stanovisko vědců a odborných pracovníků k ochraně českých lesů. Společnost Drosera [online]. Cit. 2013-03-07. Dostupné z: <http://lesy.drosera.cz>.
- HRON, M. (2012). Jak levně podpořit biodiverzitu v lesích. Veronica: časopis pro ochranu přírody a krajiny [online]. Cit. 2013-03-19. Dostupné z: <http://www.casopisveronica.cz/clanek.php?id=831>.
- HRUŠKA, J., Cienciala, E. (2001). Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd - limitující faktor současného lesnictví. Praha, Ministerstvo životního prostředí.
- HŮRKA, K. (1996): Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Carabidae České a Slovenské republiky. Kabourek, Zlín, 565 pp.
- HŮRKA, K., VESELÝ, P., FARKAČ, J. (1996): Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí. Klapalekiana, 32: 15-26.
- HŮRKA, K. (2005): Brouci České a Slovenské republiky. Kabourek, Zlín, 390 s.
- JAKRLOVÁ, J., PELIKÁN, J. (1999). Ekologický slovník terminologický a výkladový. Praha, Fortuna, 144 s. ISBN 80-7168-644-1.
- JARKOVSKÝ, J. (2013). Statistické hodnocení biodiverzity. Masarykova univerzita v Brně [online]. Cit. 2013-03-19. Dostupné z: <http://www.iba.muni.cz/esf/res/file/bimat-prednasky/statisticke-hodnoceni-biodiverzity/Biodiv-04.pdf>.
- KALMAN, B. (2003). What is a forest?. New York, NY, Crabtree Pub. Co., 32 p. ISBN 0-86505-969-1.
- KOLÁŘ, F. (2012). Ochrana přírody z pohledu biologa: proč a jak chránit českou přírodu. 1. vyd. Praha, Dokořán, 2012, 213 s. ISBN 978-80-7363-414-8.

KOŠULIČ, M. (2010) Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu. Brno FSC ČR, o.s. 449s. ISBN 978-80-254-6434-2

KOZUBKOVÁ, J. (2011). Ohlédnutí za rokem biodiverzity. Ochrana přírody [online].Cit.2013-03-19.Dostupné z: <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/Zamereno-na-verejnost/ohlodnuti-za-rokem-biodiverzity.html>.

KREBS, Ch. J. (1989). Ecological methodology. New York, HarperCollinsPublisher.

LAŠTŮVKA, Z. (c2013). Indikátory biodiverzity, jejich hodnocení a vazba na ekosystémové služby. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně [online]. Cit. 2013-03-19. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_217_multitext/vz/html/prezentace/ProfLastuvka.pdf.

MATĚJKA, K. (2011). Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě - zpráva spoluřešitele za rok 2010. Infodatasys.cz [online]. Cit. 2013-03-06. Dostupné z: <http://www.infodatasys.cz/biodivkursu/IDSreport2010.pdf>

McNeely, J. A. a kol. (1990). Conserving the world's biological diversity. IUCN Gland, Switzerland, World resource Institute, Conservation International, Washington, D.S., WWF – US and The Wold Bank. 153 s.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY (2012). Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2011. eAGRI [online]. 2012 Cit. 2013-03-07. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/175948/Zprava_o_stavu_lesa_2011.pdf.

MÍČHAL, I. a kol. (1992). Obnova ekologické stability lesů. Praha, Academia, 172 s. ISBN 80-85368-23-4.

MÍČHAL, I. (1994).Ekologická stabilita. Brno, Veronica, 276 s.ISBN 80-85368-22-6

MOUCHA, P. (1999). Přírodě blízké hospodaření v lesích chráněných krajinných oblastí. Zpravodaj MŽP [online]. Cit. 2013-03-06. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/ACED86D1C4626558C1256FC800408040/\\$file/12.html](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/ACED86D1C4626558C1256FC800408040/$file/12.html)

NÁRODNÉ LESNICKE CENTRUM ZVOLEN (c2008). Biodiverzita. Forestportal.sk: o lesoch Slovenska [online].Cit. 2013-03-19. Dostupné z:

http://www.forestportal.sk/ForestPortal/zdroj_poznania/pre_verejnost/biodiverzita/biodiverzita.html.

PRACH, K. (1994). Monitorování změn vegetace: metody a principy. Praha, Český ústav ochrany přírody, 69 s.

RAINIO, J., NIEMELÄ, J., 2003: Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicator, *Biodiversity and Conservation*, Volume 12, Number 3, pp.487-506, DOI: 10.1023/A:1022412617568.

ROUBÍČKOVÁ, P. (2010). Pro pestrou přírodu, pro budoucnost“ - rok 2010 je mezinárodním rokem biodiverzity. Ministerstvo životního prostředí [online]. Cit. 2013-02-22. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/news_100119_biodiverzita.

ROUDNÁ, M. (2004). Genetické zdroje rostlin a živočichů. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 60 s. ISBN 80-7212-312-2.

SPELLERBERG I. F. (1995): Monitorování ekologických zmen. EkoCentrum, Brno, 187 pp.

ŠTIPL, P., (1997) Hospodářská úprava lesa. SLŠ Hranice na Moravě 128 s.

ŠVECOVÁ, M., SMRŽ, J., PETR, J. (2007). Biodiverzita a udržitelný rozvoj: průřezové téma. Praha, Klub ekologické výchovy, 68 s. ISBN 978-80-254-4390-3.

THIELLE, H.U., Carabid Beetles in their environments. Springer- Verlag Berlin, Heidelberg, 354 s.

ÚHUL Brandýs nad Labem (2011) Zelená zpráva 116 s.

ULBRICHOVÁ, I. (2013). Vývoj lesů na našem území. Česká zemědělská univerzita v Praze [online]. Cit. 2013-03-19. Dostupné z: http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta_EKOL/Vyvojlesa/Vyvojlesa.htm.

VAČKÁŘ, D. (2005). Ukazatele změn biodiverzity. 1. vyd. Praha, Academia, 298 s. ISBN 80-200-1386-5.

VLÁDA ČESKÉ REPUBLIKY (2003). Lesy ve zvláště chráněných územích. Životní prostředí Vysočiny [online]. Cit. 2013-03-08. Dostupné z: <http://vysocina.lesnictvi.cz/bonus/nlp/10.htm>.

VLÁDA ČESKÉ REPUBLIKY (2003). Současný stav lesů a lesního hospodářství v ČR. Životní prostředí Vysočiny [online]. Cit. 2013-03-08. Dostupné z: <http://vysocina.lesnictvi.cz/bonus/nlp/5.htm>.