METODICKÉ POSTUPY HODNOCENÍ PŘÍZEMNÍ VEGETACE V LESNÍCH EKOSYSTÉMECH

LESNICKÝ PRŮVODCE

RNDr. VÁCLAV BURIÁNEK
Ing. et Ing. PETR NOVOTNÝ, Ph.D.
Ing. JOSEF FRÝDL, CSc.
Ing. JIŘÍ ČÁP
Ing. JAROSLAV DOSTÁL

Certifikované METODIKY PRO PRAXI

Certifikovaná metodika

4/2013

Metodické postupy hodnocení přízemní vegetace v lesních ekosystémech

Certifikovaná metodika

RNDr. Václav Buriánek
Ing. et Ing. Petr Novotný, Ph.D.
Ing. Josef Frýdl, CSc.
Ing. Jiří Čáp
Ing. Jaroslav Dostál

Strnady 2013

Lesnický průvodce 4/2013

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště
http://www.vulhm.cz

Vedoucí redaktorka: Šárka Holzbachová, DiS.; e-mail: holzbachova@vulhm.cz
Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz
Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-067-6
ISSN 0862-7657

METHODOLOGICAL PROCEDURES OF GROUND VEGETATION ASSESSMENT IN FOREST ECOSYSTEMS

Abstract

This work presents guidelines for the ground vegetation assessment in forest sites by phytosociological reléves. The description contains detailed practical guidelines to achieve the highest quality and comparability of results from different evaluators. Attention is also paid to quality control and identification of potential sources of errors. Furthermore, we present and discuss the possibilities of using this methodology in forest typology, phytosociology, nature conservation and phytoindication of changes in the environment, such as acidification and eutrophication. To aid the reader in understanding the methodology, photographic documentation and the example of a phytosociological reléve are included.

Key words: biodiversity, forest monitoring, ground vegetation, phytosociological reléve, site survey

Oponenti: Ing. Miloš Pařízek, ÚHÚL Brandýs nad Labem, pobočka Hradec Králové

Ing. Karel Znojemský, Lesy ČR, s. p., Krajské ředitelství Jihlava

Foto na obálce:

Městské lesy Poděbrady, jarní aspekt lužního lesa s dominantní olší lepkavou. V bylinném patře dominuje dymnivka dutá (*Corydalis cava*) a orsej jarní (*Ficaria verna*) (V. Buriánek, 24. 4. 2013)

Adresa autorů:

RNDr. Václav Buriánek; Ing. et Ing. Petr Novotný, Ph.D.; Ing. Josef Frýdl, CSc.; Ing. Jiří Čáp; Ing. Jaroslav Dostál
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, Jíloviště 252 02

e-mail: burianek@vulhm.cz
pnovotny@vulhm.cz
frydl@vulhm.cz
cap@vulhm.cz
dostal@vulhm.cz

Obsah:

1. Úvod a cíl metodiky 7

2. Vlastní popis metodiky 10

2.1 Praktické provedení 11

2.2 Zpracování snímků a možnosti jejich využití 14

2.3 Zdroje chyb a kontrola kvality 15

3. Srovnání novosti postupů 17

4. Popis uplatnění metodiky 19

5. Ekonomické aspekty 19

6. Dedikace 20

7. Literatura 20

7.1 Seznam použité související literatury 20

7.2 Seznam publikací, které předcházely metodice 24

8. Přílohy 27

8.1 Ukázka fytocenologického zápisu 27

8.2 Fotografické přílohy 29

Summary 35

1. ÚVOD A CÍL METODIKY

Metodika byla zpracována na základě studia řady literárních pramenů, četných konzultací, seminářů a interkalibračních kurzů a především na základě dlouholetých praktických zkušeností s hodnocením přízemní vegetace na trvalých plochách v lesních porostech České republiky v rámci národních i mezinárodních monitoračních programů a výzkumných projektů. Cílem předkládané metodiky je informovat o významu přízemní vegetace jako důležité složky biologické rozmanitosti ve specifických podmínkách lesních biotopů, shrnout informace o metodách jejího sledování a především poskytnout uživatelům jednoduchý návod na její hodnocení.

Přízemní vegetace je vedle stromových edifikátorů všeobecně považována za hlavní komponentu lesních ekosystémů. Jednotlivá vegetační patra obsahují důležitou část celkové biodiverzity lesních porostů. Jejich složení, rozmanitost a struktura jsou důležitými faktory pro posuzování biodiverzity a jsou významným bioindikátorem změn prostředí. Biodiverzita je dnes považována za jedno z hlavních kritérií trvalé udržitelnosti produkce lesů a zabezpečení jejich mimoprodukčních funkcí. Impulzem k tomu se staly mezinárodní ministerské konference na ochranu evropských lesů, které se konají od roku 1990. Výsledkem těchto jednání bylo přijetí celé řady rezolucí, z nichž pro biologickou rozmanitost je nejvýznamnější rezoluce H2 „Obecné zásady ochrany a trvale udržitelného zachování biodiverzity evropských lesů“ přijatá v roce 1993 v Helsinkách. V rámci mezinárodní spolupráce, do níž je zapojena i Česká republika, byly rozpracovány indikátory biodiverzity lesních ekosystémů a zdokonaleny a upřesněny metody jejího měření a hodnocení. K dispozici je tedy poměrně rozsáhlý soubor objektivních i subjektivních ukazatelů, které jsou v lesnicky vyspělých zemích trvale sledovány a pravidelně vyhodnocovány. Biologická rozmanitost a její hodnocení zaujímají v posledních letech významné místo i v mezinárodním kooperativním programu monitoringu lesů ICP Forests, v němž je za ČR zapojen Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Vegetace je zdrojem primární produkce ekosystémů, uskutečňuje výměnu plynů s atmosférou, hraje důležitou roli v ekosystémových biocyklech vody a živin a silně interaguje s ostatními biotickými složkami. Pro relativní snadnost a nízké náklady hodnocení je monitoring přízemní vegetace využíván jako indikátor biologického stavu lesních ekosystémů a uznávaný základ hodnocení biodiverzity (Buriánek 1993; Neumann, Starlinger 2001; Petriccione 2002; Seidling 2005; Salemaa, Hamberg 2007). Znalosti autekologie mnoha druhů umožňují interpretovat změny vegetace jako reakce na změny faktorů prostředí. Vegetace jako celek i jednotlivé druhy jako indikátory jsou považovány za specifický subjekt pro studium úrovně kritického zatížení ekosystémů.

Cílem hodnocení vegetace je zachytit a zdokumentovat jednak aktuální typologickou a fytocenologickou charakteristiku vegetace a její odlišnosti na jednotlivých stanovištích, jednak změny probíhající v čase pod vlivem přírodních a antropogenních faktorů. Tento druhý aspekt je v prostředí lesních biotopů zvláště důležitý, neboť lesní stanoviště v našich podmínkách mají většinou – na rozdíl od nelesních stanovišť – trvalý a dlouhodobý charakter, umožňující jejich sledování po téměř neomezenou dobu. Dlouhodobé studium vegetace na plochách intenzivního monitoringu může poskytovat podklady pro celkové studium změn lesních ekosystémů např. ve vztahu k půdním podmínkám, mikro- i mezoklimatu. Vždy by mělo být upřednostňováno dlouhodobé sledování před jednorázovým, jinak dochází ke ztrátám cenných informací, které by mohly být získány zejména monitoringem trendů vývoje (dynamiky). Podmínkou je ovšem dobré zafixování plochy, které umožňuje vracet se k ní i po řadě let, kdy nebyly analýzy prováděny.

V posledních letech se v různých projektech přistupuje také k hodnocení dalších parametrů biodiverzity. Např. v projektu ForestBiota (http://www.forestbiota.org/docs/ProjectProposal04.pdf) bylo hodnocení vegetace doplněno analýzou porostní struktury, mrtvého dřeva a epifytických lišejníků. Cílem navazujícího projektu BioSoil (http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_20101018_forest_biosoil.pdf) pak byla inventarizace složek biologické rozmanitosti v lesích. Tato inventarizace byla využívána jako základ pro budoucí detekci změn v zastoupení cévnatých rostlin a struktury lesa vlivem přírodních podmínek, sukcesních procesů a činnosti člověka. Základem bylo hodnocení horizontální a vertikální porostní struktury, druhové skladby, zápoje, mrtvého dřeva, přízemní vegetace a mnoha kvalitativních ukazatelů a stanovištních charakteristik včetně historie porostu a jeho managementu a přítomnosti velkých a starých stromů. Byla provedena klasifikace lesních typů. Na každé ploše bylo hodnoceno a měřeno stojící i ležící mrtvé dřevo včetně pahýlů a pařezů, měřeny byly rovněž hrubé kusy dřeva o průměru nad 10 cm. Korunový zápoj a stupeň rozkladu dřeva byly hodnoceny pětičlennou stupnicí.

Fytocenologický systém hodnocení vegetace je využíván také při vymezování typů přírodních stanovišť, klasifikaci a mapování biotopů (Chytrý 2010) v rámci programu Natura 2000, jehož cílem je vytvoření soustavy chráněných území evropského významu (Pokorný, Roth 2001). Některé zahraniční projekty (např. Ferris-Kaan et al. 1998) se v omezeném měřítku zabývají i hodnocením dalších indikátorů biodiverzity, jakými jsou přirozená obnova, výskyt chorob a škůdců, výskyt nepůvodních druhů, avifauna, vybrané skupiny hmyzu, hub, půdních mikroorganismů apod. Ze všech těchto složek biodiverzity však patří hodnocení přízemní vegetace k těm nejjednodušším a nejlevnějším, přičemž jeho vypovídací hodnota je relativně vysoká.

Metodika byla zpracována v souladu s posledním aktualizovaným vydáním kapitoly VII-1 „Hodnocení přízemní vegetace“ příručky vydané poprvé v roce 1997

a upravované a doplňované v dalších letech (Canullo et al. 2011), podle které je v evropských zemích prováděn monitoring lesní vegetace v rámci mezinárodního kooperativního programu pro vyhodnocování a monitorování vlivu imisí na lesy (ICP Forests), a která dosud nebyla v české verzi publikována. Tato metodika umožňuje jednotlivým zemím do určité míry uplatňovat jejich vlastní národní postupy a specifika. V minulých letech v různých zemích sice postupně došlo k určité harmonizaci a sladění metodických postupů, avšak tvar či velikost ploch ani používané stupnice sjednoceny nebyly. V programu ICP Forests byla jako povinná zvolena základní velikost plochy 400 m^2. Některé zahraniční země provádějí navíc i hodnocení na menších plochách. Většinou se sledování uskutečňuje na čtvercových plochách, v ČR a v některých dalších zemích jsou využívány plochy kruhové, které mají řadu výhod, především jednodušší stabilizaci a odstranění tzv. rohového efektu (edge effect). Hodnocení na českých plochách programu ICP Forests je od roku 1993 prováděno podle možností v pětiletých intervalech.

Vlastní odlišné šetření provádí Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem v rámci typologického průzkumu a celoplošné národní inventarizace lesů (NIL). Další, mnohem pracnější, metoda vegetačního monitoringu využívá tzv. mikromap (Prach 1987). Při jejich zhotovování se osvědčuje přenosný rám, např. o velikosti 1×1 m. Velmi užitečnou metodou využívající indikačních vlastností jednotlivých rostlinných druhů ve vztahu k hlavním faktorům prostředí pomocí semikvantitativních stupnic jsou indikační čísla podle Ellenberga (Ellenberg et al. 2001).

Metoda fytocenologického snímkování je vhodná především pro středoevropskou vegetaci. Právě v lesních společenstvech se s touto metodou pracuje většinou velmi dobře, zejména v hospodářských vysokokmenných lesích a na acidofilních druhově chudších typech stanovišť, která v hercynské části České republiky převládají. Obtížnější bývá pouze hodnocení pasekových stadií s bujným bylinným a keřovým patrem, především na živných stanovištích. Tato metoda je velmi dobře použitelná rovněž v boreálních lesích severských zemí, kde jsou vzhledem k převládající jednotvárné a druhově chudé, často keříčkové vegetaci a k jednodušší struktuře společenstev, v nichž převažují rostliny stejné výšky, často prováděna detailnější hodnocení na malých ploškách, např. 1 m^2 (Salemaa, Hamberg 2007). Vhodné a relativně snazší je zde také zakreslování dominant do mikromap, protože mnohé druhy vytvářejí souvislé polštáře či kolonie a jen zřídka dochází k vzájemnému prorůstání více druhů. Dalším specifikem je zde často výrazné uplatnění mechorostů a zejména lišejníků, které někdy zcela dominují nad bylinnou vegetací. Hodnotitelé zde proto musí být vybaveni jejich solidní znalostí. Naproti tomu v mediteránní oblasti jižní Evropy ve strukturně složitých a druhově bohatých společenstvech stálezelených macchiových lesů s bohatě vyvinutým (a tudíž nepřehledným), většinou trnitým a obtížně průchozím keřovým patrem, je uplatňování fytocenologického snímkování poněkud složitější a rozhodně podstatně pracnější.

2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

Předložená metodika představuje návod na hodnocení přízemní vegetace metodou fytocenologického snímkování. Přízemní vegetací se rozumí veškerá rostlinná složka ekosystému bez stromového patra a epifytických a epilitických mechů a lišejníků, tedy keřové – E_2 (dřeviny, tj. keře, malé stromky a liány od 0,5 do 5 m výšky), bylinné – E_1 (byliny a semenáčky dřevin do 0,5 m výšky, dřeviny trpasličího vzrůstu jako např. rod *Vaccinium* – borůvka, brusinka) a mechové – E_0 patro (terestrické mechorosty a lišejníky).

Základní šetření v našich podmínkách má být prováděno ve vrcholné vegetační sezóně, přednostně v letním aspektu, přičemž na některých plochách s významným střídáním aspektů je třeba zachytit i jarní aspekt (např. v lužních lesích), popř. pozdně letní až podzimní aspekt. Stav vegetace je hodnocen semikvantitativní metodou klasických fytocenologických snímků (Moravec et al. 1994). Doporučená velikost plochy na lesních stanovištích se pohybuje od 100 do 400 m^2. Pokud jde o tvar, přestože je zvykem používat čtvercové plochy, v lesních porostech se velmi osvědčily dlouhodobé kruhové plochy. Velkou výhodou tohoto tvaru je snadná a jednoduchá dlouhodobá fixace plochy, k níž stačí pouze jeden bod, tj. středový strom. Za předpokladu dlouhé životnosti středového stromu pak nejsou nutné ani stabilizační kůly, které se již po několika letech obtížně hledají a může dojít i k jejich zničení či odcizení. K vymezování hranic plochy je používán laserový dálkoměr. Při velikosti 400 m^2 má kruhová plocha poloměr 11,28 m. U čtvercových ploch je nutno fixovat všechny čtyři rohy, nejlépe zatlučením kovových, popř. plastových kůlů do země. Dřevěné kůly nejsou příliš vhodné vzhledem k jejich krátké životnosti. Optimální je změření GPS souřadnic středu nebo rohů plochy, což umožňuje zpětné nalezení dříve založených ploch s přesností až 5 m. U dlouhodobých ploch je doporučována frekvence jejich hodnocení v pětiletých intervalech.

K vlastnímu hodnocení vegetace se jako nejvhodnější jeví upravená semikvantitativní původně sedmičlenná kombinovaná stupnice abundance a dominance podle Braun-Blanqueta (Braun-Blanquet 1965). Při jejím užití je třeba zhotovit soupis všech přítomných druhů rostlin podle jednotlivých pater včetně semenáčků dřevin. Početnost a pokryvnost jednotlivých druhů je pak kvalifikovaným odhadem klasifikována následovně:

r druh velmi vzácný, většinou jen jeden nebo dva jedinci se zanedbatelnou pokryvností,

\+ druh vzácný (ale alespoň 2 jedinci na ploše), občasně se vyskytující, ale s nízkou pokryvností pod 1 %,

1 druh početný, ale s malou pokryvností nebo méně početný s vyšší pokryvností, nejvýše ale 5 % (často ojedinělé keře nebo vzácnější trávy),

2a druh velmi početný (hojný), při velkém počtu malých jedinců s pokryvností kolem 5 %, nebo při menším počtu jedinců větších rostlin pokryvnost 5–12,5 %,

2b totéž jako 2a, ale pokryvnost je vždy 12,5–25 % celkové plochy,

3 druh s pokryvností 25–50 %,

4 druh s pokryvností 50–75 %,

5 druh s pokryvností 75–100 %.

U stupňů r, +, 1 a 2a se přihlíží spíše k početnosti populace, u vyšších stupňů pouze k pokryvnosti jednotlivých druhů. Takto získaná data jsou při počítačovém ukládání transformována na procentuální pokryvnost. Současně se stanovuje celková pokryvnost přízemní vegetace (ground vegetation) a pokryvnost jednotlivých pater s přesností na 5 % a je odhadnut procentuální zápoj stromového patra. Do poznámky se uvádí, kolik procent plochy zaujímají vystupující kameny, opad a holá půda. Dále je užitečné stanovit procentuální podíl bylin a travin, přičemž mezi traviny jsou počítány jak zástupci čeledi lipnicovitých (Poaceae), tak i čeledi šáchorovitých (Cyperaceae), kam patří mj. i ostřice (*Carex*) a sítiny (*Juncus*). K určování druhů cévnatých rostlin je k dispozici Klíč ke květeně České republiky (Kubát et al. 2002). Dále lze doporučit dosud vyšlé svazky kompendia Květena ČR 1–8 (Hejný et al. 1988, 1990, 1992; Slavík et al. 1995, 1997, 2000, 2004; Štěpánková et al. 2010), kde jsou podrobnější popisy druhů a především mnohem více obrázků, které umožňují lepší orientaci méně zkušeným floristům. Ze starších určovacích pomůcek lze nahlédnout i do dřívějšího vydání Květeny ČSR a určovacích klíčů (Dostál et al. 1950; Dostál 1958), která jsou vybavena rovněž vynikajícmi pérovými kresbami, popř. Nové květeny ČSSR (Dostál 1989). V těchto příručkách však již není aktuální pojmenování rostlin a jejich taxonomické pojetí. Současně platná vědecká i česká jména druhů jsou uvedena ve zvlášním čísle časopisu Preslia (Danihelka et al. 2012). Pro mechorosty a lišejníky jsou k dispozici např. práce Kučery a Váni (2005), Kučery et al. (2012) a Lišky (2010, 2012), v Evropě je používáno názvosloví podle publikace Frey et al. (1995) pro mechorosty, resp. Wirth (1995) pro lišejníky.

2.1 Praktické provedení

Pracovní postup při zhotovení fytocenologického zápisu může být různý a může se u jednotlivých hodnotitelů lišit. Záleží pochopitelně také na charakteru vegetační-

ho krytu plochy a jeho pater. Je však vhodné se alespoň rámcově řídit určitými doporučeními a respektovat určité zásady. Jednou z nich je zásada minimalizace mechanického poškození vegetace sešlapem, zvláště jedná-li se o trvalé či dlouhodobé plochy. Toho lze dosáhnout vhodným načasováním hodnocení tak, aby se práce neprováděla při vyloženě deštivém počasí a rozbláceném povrchu, např. bezprostředně po trvalých deštích nebo silných lijácích, kdy lze sešlapem vegetaci velmi snadno silně poničit a ovlivnit ji tak pro příští hodnocení. Mezi různými společenstvy jsou ovšem velké rozdíly. Velmi odolné jsou většinou acidofilní a borové doubravy. Mnohem horší situace je na živných stanovištích lužních lesů, habrových a lipových doubrav a květnatých bučin. Je vhodné přihlédnout také k odolnosti jednotlivých druhů, kde záleží mj. i na jejich životní formě. Např. jednoletky (terofyty), jako např. netýkavky (*Impatiens* spp.), bývají k sešlapu velmi citlivé, podobně jako mnoho měkkých dužnatých hájových bylin. Naopak mechové patro bývá obecně vůči sešlapu odolnější. Bez problémů lze procházet i po některých nízkých trávách, jako je metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*). Pochopitelně také velmi záleží na tom, jaká je celková pokryvnost bylinného patra. Pokud není bylinné patro zapojeno a jeho pokryvnost nedosahuje ani cca 80 %, pak je většinou možné se po ploše pohybovat, aniž by bylo nutné vstupovat na rostliny. Při ještě nižší pokryvnosti, která je v lesích častá, je pohyb zcela bezproblémový. Přesto je však třeba snažit se pohybovat maximálně úsporně, aby nebyl půdní povrch příliš utužován. Ideální je pozorovat vegetaci kolem plochy a na plochu samotnou vstupovat minimálně. To je dobře možné na malých plochách o výměře několika m^2, které se hodnotí v nelesních, např. lučních porostech. Na podstatně větších plochách v lesních porostech se bez vstupu na plochu nelze obejít. Je třeba snažit se vyhýbat rostlinstvu, nechodit nahodile, ale vstupovat stále na stejná místa, přičemž lze maximálně využívat např. pařezy nebo kameny. Pohyb po ploše musí být co nejúspornější, bez zbytečných návratů na již prošlé části.

Nejprve je nutné plochu vymezit, u čtvercových ploch vytyčením rohů a vyznačením hranic plochy například provázkem nebo bílou páskou. Výhodné jsou kruhové plochy, kde se středovým stromem, který lze snadno označit. Ke zjišťování, zda se některá rostlina nachází ještě uvnitř plochy nebo již mimo ni, lze používat dálkoměr, který se zaměří na středový strom. Hranice plochy se pak nemusí již nijak vyznačovat. V další fázi se zapíší technické formality jako datum, sklon, expozice, někdy i výška jednotlivých pater. Dále se odhadne procento zápoje stromového patra a zapíše se jeho druhové složení v %, pokud již není k dispozici např. z dendrometrických měření. Pro začátek je vhodné celou plochu vizuálně posoudit její obchůzkou a následně pohledem přibližně ze středu plochy, nejlépe z vyvýšeného místa, k čemuž se znamenitě hodí pařezy (zde je nutno připomenout pravidla bezpečnosti práce, tj. nevstupovat na mokré kameny a obnažené dřevo – např. po dešti na prameništích apod.). V daný okamžik je užitečné pokusit se odhadnout celkové

pokryvnosti jednotlivých pater, opadu a holé půdy, které lze ke konci hodnocení případně upravit. Jako doplnění lze doporučit provedení odhadu procentuálního podílu travin a bylin (stanovení celkové pokryvnosti přízemní vegetace se provádí až na samý závěr). Pozornost se zaměřuje i na dominanty a hojné druhy, u kterých se rovněž odhaduje pokryvnost. Pokud je přítomno, hodnotí se současně i keřové patro. Teprve poté se plocha začíná šetrně systematicky procházet, nejlépe v rovnoběžných liniích vzdálených od sebe cca 2–3 metry, přičemž se vyhledávají a zapisují další, již vzácnější druhy. Jedná se o druhy, kterým se přiřazuje nejčastěji stupeň +, některým 1 a těm, které jsou zaznamenány jen jednou nebo maximálně dvakrát až třikrát, pokud jde o velmi malé rostliny, stupeň r. Toto si zkušený hodnotitel může dobře pamatovat, takže druhy lze nejprve postupně sepisovat a potom k nim přiřadit uvedené hodnoty naráz. Velkou výhodou, která urychluje práci, je případný soupis druhů z předešlého hodnocení. Při snímkování trvalých ploch se vyplatí u vzácnějších snadno přehlédnutelných druhů stupně r, popř. +, poznačit si, na jakém místě se druh vyskytuje, což je cenné při jeho hledání při dalších návštěvách plochy. Speciálně lesní porosty toto značení umožňují za předpokladu, že se, se souhlasem vlastníka lesa, na ploše očíslují stromy. U vzácných druhů se pak zapíše, u kterého čísla stromu (popř. i vzdálenost a další orientační údaje) byl druh nalezen.

Někdy se stává, že se hodnoty při procházení plochou musí korigovat. Např. druh, který byl dosud považován za vzácný (stupeň r) se najednou nachází na více místech a jeho stupeň tak může být zvýšen na +. Analogicky se může stupeň + změnit na 1. U těchto vzácnějších druhů se hodnoty téměř nikdy neupravují směrem dolů. V tuto chvíli lze přistoupit k hodnocení druhů mechového patra, pokud již nebylo provedeno dříve. Po skončení dané fáze se celá plocha ještě jednou projde, přičemž se pozornost zaměří na nejvzácnější, nejmenší a nejméně nápadné či skryté druhy, které mají zatím jen hodnotu r. Při této pochůzce se stává, že se ještě podaří najít nějaké nové druhy. Jejich zachycení je sice poněkud pracné, avšak velmi významné z hlediska biologické rozmanitosti a někdy také z hlediska ochrany přírody, neboť se může jednat o druhy chráněné. Významné a cenné z hlediska dokumentace výskytu a šíření je dále zaznamenávání informací o výskytu nepůvodních a invazních druhů.

Na závěr se celý zápis ještě jednou zkontroluje, a to i hodnoty hojných druhů, a případně se o jeden stupeň upraví. Hodnoty je třeba uvést do souladu s celkovou pokryvností jednotlivých pater a s procentem opadu a holé půdy. Je třeba si ovšem uvědomit, že součet pokryvností jednotlivých druhů bylinného patra může být, a také často bývá, o něco vyšší než jeho celková pokryvnost, protože některé nízké byliny mohou růst pod vyššími. Podobné to může být i u keřového patra. Analogicky bývá i celková pokryvnost přízemní vegetace nižší než součet pokryvností jednotlivých pater. Pokud se pracuje ve dvojici, přidělované hodnoty se buď ihned konzultují u každého druhu, nebo hodnotí každý sám a výsledky se na závěr zkonfrontují. Ke sporným případům je nutné se vrátit. Na závěr se odeberou vzorky pří-

padných neurčených druhů, zejména mechů a lišejníků (samozřejmě při respektování zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny). V případě trvalých ploch je žádoucí sběry provádět v jejich sousedství, mimo vlastní snímkovanou plochu.

2.2 Zpracování snímků a možnosti jejich využití

V terénu získané fytocenologické snímky je třeba následně zpracovat, k čemuž byly v posledních letech vyvinuty moderní počítačové metody, jejichž popis není předmětem této metodiky. Vhodné jsou metody numerické klasifikace a různé ordinační metody. Pro zájemce jsou informace k dispozici v literatuře (Hennekens, Schaminée 2001; Tichý 2002; Chytrý, Rafajová 2003). V některých případech, kdy jsou plochy dobře zvoleny a změny na nich jsou výrazné, není rozsáhlejší statistické zpracování nezbytné. Při interpretaci výsledků je však v takových případech nutná zvýšená opatrnost. Na základě snímků lze pak vyhotovit typologickou charakteristiku lokality, tj. stanovit soubor lesních typů, příp. lesní typ, viz např. Průša (2001). Kódování lesních typů je regionálně specifické a je obsaženo v oblastních plánech rozvoje lesů zpracovaných pro jednotlivé přírodní lesní oblasti. Dále se provádí fytocenologická klasifikace vegetace (Moravec et al. 1994; Chytrý et al. 2010). Jednotlivé snímky nebo jejich soubory lze také zařadit do vegetačních jednotek definovaných ve zprávě o stavu evropských lesů (State of Europe´s Forests 2011). Základem této klasifikace je pouze druhové složení stromového patra, bez ohledu na to zda se jedná o dřeviny odpovídající přirozené skladbě či o umělé monokultury jehličnanů. Tato klasifikace je na naše místní poměry poměrně hrubá, výhodnější je zařazení do vegetačních jednotek na základě potenciální přirozené vegetace podle Katalogu biotopů ČR (Chytrý et al. 2010) s využitím práce Neuhäuslové et al. (1998). Stejný systém byl použit i v publikaci o monitoringu stavu lesa (Fabiánek et al. 2004). Tato klasifikace lépe vypovídá o charakteru a rozmanitosti stanovišť, protože vychází z charakteristik přízemní vegetace, která většinou alespoň částečně přetrvává i v porostech se zcela změněnou přirozenou dřevinnou skladbou.

Je všeobecně známo, že vegetační kryt velmi citlivě a s dostatečnou rychlostí reaguje na změny prostředí. Reakce jednotlivých druhů se využívá ve fytoindikaci změn prostředí (Sýkora 1959; Ellenberg et al. 2001; Krpeš 2005). Četné domácí i zahraniční studie zabývající se vztahem lesní vegetace a prostředí dokazují, že každá změna abiotických faktorů může vést ke značným změnám ve vegetaci (např. Ambros 1990). Významné jsou např. procesy acidifikace a eutrofizace, které jsou dlouhodobě předmětem zájmu řady autorů (Rambousková 1984; Diekmann, Dupré 1997). Jedním z globálních problémů, se kterým se v posledních desetiletích potýká

většina ekosystémů, je přebytek přijatého dusíku. Dusík se s rozvojem průmyslu, výrobou zemědělských hnojiv, růstem počtu městského obyvatelstva a hlavně rozvojem automobilové dopravy stal často nadbytečnou živinou, pro některé přírodní systémy dokonce až škodlivou. Nadbytek dusíku vyhovuje rostlinám, které ho umějí efektivně využít (kopřiva dvoudomá, vlaštovičník větší, netýkavka malokvětá, bez černý, jasan ztepilý) a naopak vytlačuje rostliny a organismy, které se umějí vyrovnat s jeho nedostatkem (orchideje, brusinky, lišejníky). V lesích střední Evropy bylo ještě do poloviny 20. století praktikováno hrabání steliva, travaření, v omezené míře i lesní pastva (kozy) a lesní pařezinové hospodaření, které bránilo hromadění organické hmoty a tím akumulaci dusíku, čímž utvářelo životní podmínky pro vzácné a ohrožené druhy rostlin a živočichů (Hofmeister et al. 2009). Vliv atmosférických depozic, zvláště síry a dusíku na vegetaci a její diverzitu byl po dobu dvanácti vegetačních sezón studován v přirozených lesích Švédska (Qinghong, Bråkenhielm 1996), avšak nebyl statisticky významný. Naproti tomu četné výzkumy v Německu, Nizozemí i v dalších zemích zabývající se vlivem eutrofizace a acidifikace prokázaly významný vliv dusíkatých depozic na druhovou bohatost a diverzitu lesních ekosystémů (Tyler 1987; Thimonier et al. 1992; Schulze, Gerstberger 1993; de Vries 1995; van Dobben et al. 1999; Falkengren-Grerup, Schöttelndreier 2004). Např. van Dobben a de Vries (2010) došli v jedné z nejnovějších studií na základě analýzy nizozemských a evropských dat monitoringu přízemní vegetace k závěru, že atmosférické depozice mají relativně malý, avšak statisticky významný vliv na vegetaci. Vysoké dusíkaté depozice mají vliv na změny v druhovém složení vegetace a vedou k vyššímu zastoupení nitrofilních druhů, jak ukázalo zpracování dat z hodnocení přízemní vegetace na 477 evropských monitoračních plochách a dat o úrovni depozic dusíku (Fischer et al. 2010). Hodnocením vegetace lze také velmi dobře zdokumentovat směny dominant, šíření nebo naopak ústup některých druhů. Lze tak mj. snadno získat cenné informace o změnách biologické rozmanitosti vegetace, šíření invazních druhů nebo monitorovat výskyt vzácných a ohrožených druhů významných z hlediska ochrany přírody. Dobrou vypovídací schopnost má také stanovování indexů druhové diverzity, nejpoužívanější je Shannon-Wienerův index (Pielou 1966). Některé změny vegetace jsou důsledkem změn podmínek prostředí, jiné jsou výsledkem přirozených zákonitých sukcesních procesů v průběhu vývoje lesních porostů od pasekových stadií a mlazin až po mýtní porosty.

2.3 Zdroje chyb a kontrola kvality

Problémem fytocenologického snímkování při determinaci jednotlivých druhů je skutečnost, že mnoho rostlin není k dispozici v optimálním stavu. I v době vrcholné

vegetační sezóny kvetou nebo jsou plodné jen některé druhy či jedinci. Proto determinace jednotlivých druhů při zhotovování kompletního snímku vyžaduje nemalé znalosti, zkušenosti a systematickou přípravu, neboť rostliny je nutné poznat v nejrůznějších vývojových stadiích a fenologických fázích. Největší potíže bývají s určováním sterilních trav a hlavně ostřic. Navíc se mohou na plochách vyskytnout různé klíční rostliny, které jsou rovněž obtížně určitelné. K těmto problematickým případům určování rostlin je možno doporučit některé příručky v českém jazyce (např. Lhotská, Kropáč 1985; Grau et al. 1998; Koblížek, Řepka 2003).

Dalším problémem jsou některé kritické skupiny a nově popsané drobné taxony, které spolehlivě určí pouze několik málo specialistů. Příkladem takových lesních druhů jsou např. ostružiníky (*Rubus* spp.), u kterých česká květena eviduje již 114 původních druhů (Danihelka et al. 2012), dále jeřáby z okruhu jeřábu muku (*Sorbus aria* agg.), hlohy (r. *Crataegus*) nebo růže (r. *Rosa*). V těchto případech se druhy v širším pojetí označují jako agregát (agg.), popř. zkratkou s.l. (sensu lato). Pokud se i u jiných rostlin nepodaří určit druh, určí se pouze do rodu a připojí se zkratka sp. (species). Vzorky neurčených druhů by měly být odebrány pokud možno vně plochy a zhotovené herbářové položky by měly být předány specialistům k determinaci. Pro většinu botaniků zabývajících se vyššími rostlinami je dále problematické určování mechorostů a lišejníků. V případě požadavku na kompletní snímek je nutný odběr vzorků mechorostů a lišejníků do papírových sáčků a jejich předání specialistovi. Naštěstí nehrají druhy mechového patra v našich společenstvech tak významnou roli jako v severských zemích, proto se lze spokojit s determinací pouze dominantních druhů s vysokou pokryvností (alespoň do rodu) a ostatní druhy ignorovat. Podobně lze naložit i s některými zcela neurčitelnými drobnými jedinci ve sterilním stavu, klíčními rostlinami bylin apod.

Cílem a otázkou prestiže každého hodnotitele je, aby byly snímky provedeny kvalitně a aby byly v maximální možné míře omezeny subjektivní chyby, kterým se většinou nelze zcela vyhnout. Lidské oko je orgánem nedokonalým, podléhajícím různým optickým klamům. Pokryvnost mohutnějších druhů bývá přeceňována, u drobnějších naopak podceňována, avšak není to vždy pravidlem. Někdy se objevuje tendence přeceňovat druhy v květu a tudíž více nápadné. Naopak druhy, jejichž vegetační sezóna již končí (bývají proschlé s převahou nevýrazných hnědavých barev) svádějí k podcenění pokryvnosti. Všeobecně platí, že snáze se hodnotí pokryvnost druhů tvořících souvislé kompaktní porosty či skupiny, zatímco odhad druhů rostoucích jednotlivě je složitější. Největší potíže činí druhově bohatá společenstva, v nichž jsou nejrůznější byliny navzájem prorostlé několika druhy trav či ostřic.

Ke zdokonalování a sladění hodnocení různých pracovníků jsou proto v národním i mezinárodním měřítku pořádány interkalibrační kurzy. Nejprve hodnotí stejnou plochu každý z nich samostatně, potom se výsledky navzájem porovnají a případné větší odchylky se společně konfrontují na místě. Stává se, že někteří hodnotitelé

přidělují o něco nižší stupně, jiní naopak. Pokud je jejich odchylka stále stejná, lze nápravu zjednat poměrně snadno. Horší případ je, pokud je hodnotitel „rozkolísaný“, tj. někdy přeceňuje, jindy podceňuje. Zvýšení kvality práce lze dosáhnout jedině dlouholetou praxí a průběžným studiem nových poznatků. Další chyby vznikají špatným určením některých druhů. Nepříjemným zdrojem chyb může být situace, kdy dva různé druhy nejsou rozlišeny a jsou určeny jako jeden druh, který pak získá sumární pokryvnost. Pro zdokonalení znalostí a praktických zkušeností při určování rostlin lze doporučit účast na některém z tzv. terénních floristických kurzů, které každoročně pořádá Česká botanická společnost a její krajské pobočky. Je třeba zdůraznit, že několik dnů strávených v terénu pod vedením zkušených lektorů vydá většinou za mnohem víc než dlouhé týdny studia literatury.

I při velmi pečlivé práci se stává, že některé drobné a sporadicky se vyskytující druhy mohou být přehlédnuty. Tato opomenutí sice nemají podstatný vliv na typologickou ani fytocenologickou klasifikaci snímku, úplné podchycení všech druhů je však významné při hodnocení a porovnávání druhové bohatosti, resp. biodiverzity. Údaje o výskytu vzácných druhů mohou být důležité pro ochranu přírody. Někdy se doporučuje pracovat ve dvojici podle teze „dva páry očí více vidí“, což v řadě případů skutečně funguje, zejména se sníží přehlédnutí vzácných druhů. Výhodná je kombinace zkušeného a začínajícího pracovníka. Zkušení hodnotitelé však mohou dosahovat srovnatelně dobrých výsledků i při samostatné práci. Nevýhodou týmové práce je zvýšené riziko mechanické destrukce stanoviště sešlapem.

Závěrem je nutno zdůraznit, že obor fytocenologie musí stejně jako další obory lidské činnosti reagovat na časové změny. Jde zejména o změny v taxonomii a systematice rostlin a úpravy používaných metodických postupů. Proto je nezbytné např. po ukončení školního vzdělávání pokračovat v získávání aktuálních informací prostřednictvím odborných kurzů a samostudiem (četba specificky zaměřených periodik, knih, sledování internetových stránek aj.) a udržovat tak své znalosti stále na moderní úrovni.

3. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Tato metodika hodnocení přízemní vegetace byla vypracována na základě osvědčených postupů vycházejících z tzv. curyšsko-montpeliérské fytocenologické školy, jejíž základy byly vytvořeny již ve dvacátých letech minulého století Braun-Blanquetem a jeho spolupracovníky. Tato klasická fytocenologie je od té doby neustále zpřesňována, zdokonalována a inovována řadou specialistů. V poslední době nastává její další rozvoj i širší využívání v souvislosti s rychlým vývojem

výpočetní techniky a s rozvíjením a uplatňováním nových metod počítačového zpracování.

Metodika je zaměřena speciálně na lesní ekosystémy a popisuje a zohledňuje praktická specifika při jejich hodnocení. Je určena přednostně jako metodická pomůcka pro střední lesnické školy. Její novost spočívá v úpravě stupnice hodnocení, kde je podobně jako u Barkmanovy stupnice stupeň 2 rozdělen na podstupně 2a a 2b (Barkman et al. 1964), což se na základě zkušeností ukázalo jako velmi praktické a přitom jednoduché a relativně snadno aplikovatelné s poměrně nízkou chybovostí. Stupeň 2 v pojetí Braun-Blanqueta zahrnuje pokryvnost od 5 do 25 % a je tak zbytečně příliš široký. Mezi druhy s pokryvností mírně nad 5 % a mírně pod 25 % je totiž na první pohled patrný obrovský a snadno viditelný rozdíl. V první skupině jich přitom často bývá i několik, zatímco z druhé skupiny druhů jich je v jednom snímku málokdy více než 1–2. Na rozdíl od Barkmana však již není aplikováno další rozdělení stupně 2 na stupeň 2m, který může být uplatňován při hodnocení relativně velmi hojných, ale drobných druhů, jejichž celková pokryvnost se pohybuje kolem 5 %. Toto rozšíření stupnice hodnocení, podobně jako používání dalších složitějších a jemnějších stupnic (např. Domin-Hadačova desetičlenná stupnice, Zlatníkova stupnice apod.), se dle zkušeností jeví pro širší využívání jako samoúčelné a tudíž nadbytečné. Uvedené stupnice mohou mít své opodstatnění především u některých detailnějších speciálních studií. Jejich používání značně zvyšuje pracnost hodnocení, která však vždy nebývá odpovídajím způsobem vyvážena přesnějšími výsledky, které bývají navíc zatíženy podstatně větší chybovostí.

Nad obvyklý rámec je připojen i stručný, ale konkrétní a srozumitelný metodický návod obohacený o praktické postřehy a doporučení jak při hodnocení přízemní vegetace přesně postupovat, aby bylo minimalizováno mechanické poškození vegetace a především, aby byly pokud možno co nejvíce redukovány chyby a nepřesnosti, které nutně vyplývají ze samotného subjektivního charakteru hodnocení. V případě, že hodnotitel není zrovna erudovaným botanikem, umožňuje mu tato metodika aplikovat zjednodušený postup spočívající pouze v hodnocení pokryvnosti jednotlivých pater, opadu a holé půdy, přičemž u bylinného patra se zvlášť hodnotí pouze celkový procentický podíl travin a bylin, který může být doplněn o pokryvnost některé dominanty, kterou je hodnotitel schopen určit, ať už na lokalitě, nebo dodatečně s pomocí experta na základě odebraného herbářového materiálu. Takovéto hodnocení, které přináší alespoň základní minimální informaci o vegetaci na zkoumané ploše, pak může provádět např. i botanicky málo vzdělaná školní mládež nebo neškolený technický personál.

4. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena jako návodná pomůcka a doplňující studijní materiál především pedagogickým pracovníkům a studentům lesnicky a biologicky orientovaných vzdělávacích subjektů, specificky pro středoškolskou výuku vhodnou k využití při praktických cvičeních odborných lesnických a biologických předmětů. Je použitelná také pro pracovníky lesnického výzkumu, ochrany přírody a další profesionální pracovníky i amatérské badatele přicházející do styku se sledováním vegetace a jejích změn, kteří se zabývají lesnickou typologií, fytocenologií, monitoringem a mapováním lesní vegetace, fytoindikací, ochranou přírody, územními prvky ekologické stability, významnými krajinnými prvky, posuzováním vlivů na životní prostředí apod.

5. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Hodnocení přízemní vegetace může pro svoji jednoduchost, nenáročnost na materiál, přístrojové vybavení a čas přinášet velké ekonomické úspory. Odmyslí-li se měření a hodnocení parametrů stromového patra (např. výška stromů, výčetní tloušťka, popř. defoliace), málokterou biotickou či abiotickou složku lesního ekosystému lze tak snadno, levně, rychle a přitom dostatečně popsat a zachytit jako právě přízemní vegetaci. Stačí jen porovnat jednoduchost sledování vegetace se sledováním různých skupin živočichů, které jsou díky jejich pohyblivosti těžko zachytitelné, jako např. taxonomicky složitý hmyz. U některých skupin, jako např. hub, je zase velkým problémem krátkodobost jejich výskytu závislého na počasí, což vyžaduje opakované návštěvy lokalit. K zachycení vegetace v našich podmínkách obvykle stačí jen dvě šetření ročně, na většině lokalit se však lze spokojit i s jedinou vhodně načasovanou návštěvou. Zhotovení podrobného, kvalitního a kompletního fytocenologického snímku se soupisem druhů přízemní vegetace v lesním porostu a stupněm jejich abundance a dominance trvá zkušenému expertovi málokdy více než 2, ve zvláště složitých a nepřehledných případech maximálně 3 hodiny. Na druhově chudších stanovištích, ve strukturně jednodušších porostech na to někdy stačí i jen jedna hodina, na lokalitách s velmi nízkou pokryvností (např. kulturní mladé smrčiny nebo tzv. nahé bučiny – *Fagetum nudum*) ještě méně.

V porovnání se složitostí sledování půdních mikroorganismů (náročnost kopání a popis půdních sond či provádění půdních analýz) vychází tato metoda v ekonomických ukazatelích jednoznačně příznivě s tím, že vypovídací schopnost vegetace jako významné složky a indikátoru biologické rozmanitosti je vzhledem k výše uve-

deným skutečnostem relativně vysoká. Pomocí hodnocení vegetace lze detekovat a indikovat různé změny ekosystému, které by bylo jinak nutno zjišťovat mnohem náročnějšími a nákladnějšími metodami. Finanční náklady hodnocení přízemní vegetace na jedné ploše dosahují bez cestovních nákladů maximálně několika set korun, zatímco jiné, byť exaktnější a přesnější metody jsou řádově mnohem dražší. Kopání půdních sond a popis půdního profilu na jedné ploše lze pořídit v řádu tisíců korun, cena standardních chemických půdních analýz se pohybuje již v řádu desetitisíců. Proto by hodnocení vegetace nemělo chybět při žádném základním monitoringu stanovištních poměrů v lesních porostech, který pak může být v případě potřeby doplněn o sledování dalších parametrů.

6. DEDIKACE

Metodika byla zpracována ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., v rámci řešení výzkumných projektů NAZV QI92A248 „Využití genových základen jedle bělokoré v komplexu výzkumných opatření k záchraně a reprodukci genových zdrojů této dřeviny v lesním hospodářství České republiky“, NAZV QI112A168 „Stav lesních půd jako určující faktor vývoje zdravotního stavu, biodiverzity a naplňování produkčních i mimoprodukčních funkcí lesů“ a výzkumného záměru MZE0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

Autoři děkují W. Keithu Moserovi, Dr. For., CF (USDA, Forest Service, NRS FIAP, St. Paul, MN 55108, USA) za jazykovou revizi anglického abstraktu a souhrnu.

7. LITERATURA

7.1 Seznam použité související literatury

Ambros Z. 1990. Bylinná synuzie jako indikátor změn abiotického prostředí smrkové monokultury. Preslia, 62: 205–214.

Barkman J.J., Doing H., Segal S. 1964. Kritische Bemerkungen und Vorschläge zur quantitativen Vegetationsanalyse. Acta Bot. Neerl., 13: 394–419.

Braun-Blanquet J. 1965. Plant sociology, the study of plants communities. Hafner, London: 439 s.

Canullo R., Starlinger F., Granke O., Fischer R., Aamlid D., Neville P. 2011. Assessment of ground vegetation. Manual part VII: 18. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE, ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburk, Germany: 1–15.

Danihelka J., Chrtek J. jr., Kaplan Z. 2012. Checklist of vascular plants of the Czech Republic. Preslia, 84: 647–811.

de Vries W., Leeters E.E.J.M., Hendriks C.M.A., van Dobben H., van den Burg J., Boumans L.J.M. 1995. Large scale impact of acid deposition on forests and forest soils in the Netherlands. In: Heij, G.J., Erisman, J.W. (eds): Acid rain research: Do we have enough answers? Elsevier, Amsterdam: 261–277.

Diekmann M., Dupré C. 1997. Acidification and eutrophication of deciduous forests in northwestern Germany demonstrated by indicator species analysis. Journal of Vegetation Science, 8: 855–864.

Dostál J. 1958. Klíč k úplné květeně ČSR. Nakladatelství ČSAV, Praha: 982 s.

Dostál J. et al. 1950. Květena ČSR a ilustrovaný klíč k určení všech cévnatých rostlin, na území Československa planě rostoucích nebo běžně pěstovaných. Československá botanická společnost, Praha: 2269 s.

Dostál J. et al. 1989. Nová květena ČSSR 1, 2. Academia, Praha: 758 s., 1548 s.

Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W. 2001. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Ed. 4. Scripta Geobotanica, 18: 1–262.

Falkengren-Grerup U., Schöttelndreier M. 2004. Vascular plants as indicators of nitrogen enrichment in soils. Plant Ecology, 172: 51–62.

Ferris-Kaan R., Humphrey J.W., Peace A.J. 1998. Assessing biodiversity in managed forests. In: Forest Research annual report and accounts 1997–1998. The Stationery Office, Edinburgh: 44–49.

Fischer R., Lorenz M., Köhl M., Mues V., Granke O., Iost S., van Dobben H., Reinds G.J., de Vries W. 2010. The condition of forests in Europe. 2010 Executive report. ICP Forests and European Commission, Hamburg and Brussels: 21 s.

Frey W., Frahm J.-P., Fischer E., Lobin W. 1995. Die Moos- und Farnpflanzen Europas. In: Kleine Kryptogamenflora. Vol. IV. 6th ed. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-Jena-New York: 426 s.

Grau J., Kremer B.P., Möseler B.M., Rambold G., Triebel D. 1998. Trávy. Knižní klub, Ikar Praha, Praha: 288 s.

Hejný S., Slavík B., Chrtek J., Tomšovic P., Kovanda M. (eds.). 1988. Květena České socialistické republiky. 1. Praha, Academia: 557 s.

Hejný S., Slavík B., Hrouda L., Skalický V. (eds.). 1990. Květena České republiky. 2. Praha, Academia: 540 s.

Hejný S., Slavík B., Kirschner J., Křísa B. (eds.). 1992. Květena České republiky. 3. Praha, Academia: 542 s.

Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. Journal of Vegetation Science, 12: 589–591.

Hofmeister J., Mihaljevič M., Hošek J., Sádlo J. 2002. Eutrophication of deciduous forests in the Bohemian Karst (Czech Republic): the role of nitrogen and phosphorus. Forest Ecology and Management, 169: 213–230.

Hofmeister J., Hošek J., Modrý M., Roleček J. 2009. The influence of light and nutrient availability on herb layer species richness in oak-dominated forests in central Bohemia. Plant Ecology, 205: 57–75.

http://www.forestbiota.org/docs/ProjectProposal04.pdf

http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_20101018_forest_biosoil.pdf

Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V., Lustyk P. (eds.). 2010. Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha: 445 s.

Chytrý M., Rafajová M. 2003. Czech National Phytosociological Database: basic statistics of the available vegetation plot-data. Preslia, 75: 1–15.

Koblížek J., Řepka R. 2003. Klíč k určování stanovištně významných lesních rostlin ve vegetativním stavu. SURSUM, Tišnov: 144 s.

Krpeš V. 2005. Ekologie rostlin. Ostrava, Ostravská univerzita: 75 s.

Kubát K., Hrouda L. jr., Chrtek J., Kaplan Z., Kirchner J., Štěpánek J. (eds.). 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha: 927 s.

Kučera J., Váňa J. 2005. Seznam a červený seznam mechorostů České republiky (2005). Příroda, 23: 1–104.

Kučera J., Váňa J., Hradílek Z. 2012. Bryophyte flora of the Czech Republic: update of the checklist and Red List and a brief analyses. Preslia, 84: 813–850.

Lhotská M., Kropáč Z. 1985. Kapesní atlas semen, plodů a klíčních rostlin. SPN, Praha: 548 s.

Liška J. 2010. Česká jména lišejníků. Příroda, 29: 67–135.

Liška J. 2012. Lichen flora of the Czech Republic. Preslia, 84: 851–862.

Moravec J. et al. 1994. Fytocenologie. Academia, Praha: 403 s.

Moravec J., Balátová-Tuláčková E., Blažková D., Hadač E., Hejný S., Husák Š., Jeník J., Kolbek J., Krahulec F., Kropáč Z., Neuhäusl R., Rybníček K., Řehořek V., Vicherek J. 1995. Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Ed. 2. Severočeskou přírodou, příloha. Litoměřice: 206 s.

Neumann M., Starlinger F. 2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. Forest Ecology and Management, 145: 91–106.

Neuhäuslová Z. et al. 1998. Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Academia, Praha: 341 s.

Petriccione B. 2002. Survey and assessment of vegetation in the CONECOFOR permanent plots. In: Mosello, V., Petriccione, B., Marchetto, A. (eds.): Long-term ecological research in Italian forests ecosystems. Journal of Limnology, 61, Suppl. 1: 19–24.

Pielou E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theor. Biol. London, 13: 131–144.

Pokorný J., Roth P. 2001. NATURA 2000. Otázky a odpovědi. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha: 22 s.

Prach K. 1987. Vegetation mapping in man-influenced landscape (Třeboň Biosphere Reserve, Czechoslovakia). In: Schubert, R., Hilbig, W. (eds.): Erfassung und Bewertung anhtropogener Vegetationsveranderungen I, Halle: 20–31.

Průša E. 2001. Pěstování lesů na typologických základech. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy: 593 s.

Qinghong L., Bråkenhielm S. 1996. Variability of plant species diversity in Swedish natural forest and its relation to atmospheric deposition. Vegetatio, 125: 63–72.

Rambousková H. 1984. Some notes on forest ruderalisation. Preslia, 56: 117–123.

Salemaa M., Hamberg L. 2007. Understorey vegetation on level II plots during 1998–2004. In: Merilä, P., Kilponen, T., Derome, J. (eds.): Forest Condition Monitoring in Finland. Finnish Forest Research Institute, Helsinki: 69–80.

Seidling W. 2005. Ground floor vegetation assessment within the intensive (level II) monitoring of forest ecosystems in Germany: chances and challenges. European Journal of Forest Research, 124: 301–312.

Schulze E.D., Gerstberger P. 1993. Functional aspects of landscape diversity: A Bavarian example. In: Schulze, E.D., Money, H.D. (eds): Biodiversity and ecosystem function. Springer, Berlin: 453–466.

Slavík B., Chrtek J. jr., Štěpánková J. (eds.). 2000. Květena České republiky. 6. Praha, Academia: 770 s.

Slavík B., Chrtek J. jr., Tomšovic P. (eds.). 1997. Květena České republiky. 5. Praha, Academia: 568 s.

Slavík B., Smejkal M., Dvořáková M., Grulich V. (eds.). 1995. Květena České republiky. 4. Praha, Academia: 529 s.

Slavík B., Štěpánková J., Štěpánek J. (eds.). 2004. Květena České republiky. 7. Praha, Academia: 768 s.

State of Europe´s Forests 2011. 2011. Status and trends in sustainable forest management in Europe. Forests Europe, UNECE and FAO: 337 s.

Sýkora L. 1959. Rostliny v geologickém výzkumu. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha: 322 s.

Štěpánková J., Chrtek J. jr., Kaplan Z. (eds.). 2010. Květena České republiky. 8. Praha, Academia: 712 s.

Thimonier A., Dupouey J.L., Timbal J. 1992. Floristic changes in the herb-layer vegetation of a deciduous forest in the Lorraine Plain under influence of atmospheric deposition. Forest Ecology and Management, 55: 149–167.

Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. Journal of Vegetation Science, 13: 451–453.

Tyler G. 1987. Probable effects of soil acidification and nitrogen deposition on the floristic composition of oak (*Quercus robur* L.) forest. Flora (Jena), 179: 165–170.

van Dobben H.F., Ter Braak C.J.F., Dirkse G.M. 1999. Undergrowth as a biomonitor for deposition of nitrogen and acidity in pine forest. Forest Ecology and Management, 114: 83–95.

van Dobben H., de Vries W. 2010. Relation between forest vegetation, atmospheric deposition and site conditions at regional and European scales. Environmental Pollution, 158: 921–933.

Wirth V. 1995. Die Flechtenflora. Bestimmung und ökologische Kennzeichnung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete. 2. Auflage. Stuttgart, Ulmer: 661 s.

Zákon ČNR č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

7.2 Seznam publikací, které předcházely metodice

Buriánek V. 1993. Využití sledování vegetačního krytu a jeho změn v rámci programu ekologického monitoringu lesních porostů. Zprávy lesnického výzkumu, 38: 26–27.

Buriánek V. 1994. Ekologická plasticita dřevin vzhledem ke klimatu a její význam pro druhovou skladbu lesů při možných klimatických změnách. Zprávy lesnického výzkumu, 39: 42–50.

Buriánek V. 1998a. The biodiversity and forest management in the Czech Republic. In: Bachmann, P., Kohl, M., Paivinen, R. (eds.): Assessment of biodiversity

for improved forest planning. Europaean Forest institute Proceedings no 18. 1996. – The Netherlands, Kluver Academic Publishers, Dordrecht: 405–409.

Buriánek V. 1998b. The biodiversity and in situ conservation of forest gene resources in the Czech Republic. In: Zencirci, et al. (eds.): Proceedings of International Symposium on in situ Conservation of Plant Genetic Diversity. Ankara, Turkey, Central Research Institute for Field Crops: 289–293.

Buriánek V. 2002. Posouzení přirozeného zmlazení na vybraných lokalitách na území CHKO Český kras v letech 2000–2001. In: Pondělíček, M. (ed.): Péče o lesy v NPR Karlštejn. Sborník ze semináře na půdě Vyšší odborné školy pedagogické ve Svatém Janu pod Skalou dne 19. února 2002. Karlštejn, SCHKO Č. kras: 9–13.

Buriánek V., Hejdová J. 2000. Hodnocení přízemní vegetace. In: Uhlířová, H. (ed.): Monitoring zdravotního stavu lesa. Ročenka programu ICP Forests 2000. VÚLHM, Jíloviště-Strnady: 19–32.

Buriánek V., Liška J., Soukup F. 2007. Posouzení stavu dubohabřin v NPR Karlštejn a Koda a prognóza jejich vývoje. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 33 s.

Dias B., Diaz S., McGlone M., Hector A., Wardle D.A., Ruark G., Gitay H., Toivonen H., Thompson I. Mulongoy K.J., Guariguata M.R., Straka P., Buriánek V. 2003. Biodiversity and linkages to climate change. In: Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2003): Interlinkages between biological diversity and climate change. Advice on the integration of biodiversity consideration into implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto protocol, Montreal, SCBD, 154 s. (CBD Technical Series no. 10): 19–29.

Fabiánek P. (ed.). 2004. Monitoring stavu lesa v České republice 1984–2003. Praha, MZe ČR a VÚLHM: 431 s.

Frýdl J., Buriánek V., Malá J. 2006. Genetické zdroje lesních dřevin, jejich ochrana a dostupnost. In: Ochrana rostlinných a živočišných zdrojů v ČR, přístup uživatelů k nim a otázky biologické bezpečnosti; Genetické zdroje – jejich ochrana a dostupnost. Sborník ze semináře 2006, Novotného lávka 5, Praha. Ministerstvo životního prostředí, Praha: 18–23.

Hynek V., Buriánek V., Frýdl J. 1998. NPR Karlštejn jako genová základna. In: Pondělíček M. (ed.): Problematika přírodě blízkých lesů v NPR Karlštejn. Sborník k semináři. Karlštejn, SCHKO Č. kras: 19–14.

Korn H., Ntayombya P., Berghäll O., Cotter J, Lamb R., Ruark, G., Thompson I., Ammerman K., Aradottir A., Biro Y., Bridgewater P., Buriánek V., Dieme S., Coates D., Cooper D., Forner C., Gillison A., Guariguata M.R,

Josten H., McCully P., McIntyre B., Ndiang´ui N., Neukirchen B., Noble I., Thuille A., Toivonen H., Vierros M. 2003. Climate change mitigation and adaptation options: Links to, and impacts on, biodiversity. In: Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2003): Interlinkages between biological diversity and climate change. Advice on the integration of biodiversity consideration into implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto protocol, Montreal, SCBD. (CBD Technical Series no. 10): 48–87.

Lepš J., Buriánek V. 1990. Interspecific associations in old field succession. In: Krahulec, F., Agnew, A.D.Q., Agnew, S., Willems, J.H. (eds.): Spatial processes in plant communities. SPB Publ.: 13–22.

Michálek J., Buriánek V., Hadincová V. 1990. Effect of herbicides. In: Osbornová, J., Kovářová, M., Lepš, J., Prach, K. (eds.): Succession in abandoned fields. Studies in Central Bohemia, Czechoslovakia. Kluwer Publ., Dordrecht: 116–125.

Novotný R., Buriánek V., Šrámek V. 2009. Metodika hodnocení viditelného poškození vegetace vyvolaného účinky přízemního ozonu. Lesnický průvodce, 6: 48 s.

Novotný R., Šrámek V., Buriánek V. 2010. Evaluation of the ozone injury to ground vegetation within the plots of intensive monitoring in the Czech Republic. Lesnícky časopis-Forestry Journal, 56 (1): 57–67.

8. PŘÍLOHY

8.1 Ukázka fytocenologického zápisu

Fytocenologický snímek přízemní vegetace/*Ground vegetation assessment reléve* 20×20 m

Datum/*Date*		**15. 9. 2004**	**31. 7. 2009**
Celková pokryvnost/*Total coverage*		70	45
Pokryvnost keřového patra E_2/*Shrub layer coverage*		60	40
Pokryvnost bylinného patra E_1/*Herb layer coverage*		10	5
Pokryvnost mechového patra E_0/*Moss layer coverage*		5	1
Patro/*Layer*	**Druh/Species**	**Pokryvnost/*Coverage***	
E_2	*Picea abies* – smrk ztepilý	2a	1
	Fagus sylvatica – buk lesní	4	3
	Sorbus aucuparia – jeřáb ptačí	+	+
	Acer pseudoplatanus – javor klen	+	
E_1	*Oxalis acetosella* – šťavel kyselý	2a	+
	Athyrium filix-femina – papratka samičí	+	+
	Calamagrostis villosa – třtina chloupkatá	+	+
	Dryopteris dilatata – kapraď rozložená	1	+
	Gentiana asclepiadea – hořec tolitový		+
	Gymnocarpium dryopteris – bukovník kapraďovitý	+	+
	Homogyne alpina – podbělice alpská	+	+
	Maianthemum bifolium – pstroček dvoulistý	+	+
	Phegopteris connectilis – bukovinec osladičovitý	+	+
	Polygonatum verticillatum – kokořík přeslenitý	+	+
	Prenanthes purpurea – věsenka nachová	+	+
	Vaccinium myrtillus – borůvka černá	1	1
	Blechnum spicant – žebrovice různolistá	r	
	Fagus sylvatica juv. – buk lesní	1	1
	Picea abies juv. – smrk ztepilý	+	+
Počet druhů bylinného patra bez dřevin/*Herb species total account*		**12**	**12**
E_0	*Polytrichum formosum* – ploník ztenčený	2a	1
	Atrichum undulatum – bezvláska vlnkatá	+	
	Dicranella heteromala – dvouhroteček různotvárný	r	+
	Dicranum scoparium – dvouhrotec chvostnatý	+	+
	Hypnum cupressiforme – rokyt cypřišovitý		+
	Plagiothecium sp. – lesklec sp.		+

Další zjištěné druhy, vyskytující se na ploše 50×50 m:

E_2 *Abies alba;* E_1 *Acer pseudoplatanus*, *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris filix-mas*, *Lamiastrum luteum*, *Senecio hercynicus*, *Stellaria nemorum*

Pozn.: jména rostlin u fytocenologického zápisu odpovídají době jeho vzniku.

Typologická a fytocenologická charakteristika

Lesní typ: 6F1 – svahová smrková bučina kapradinová s přechody k typům 6S2 – svěží řada, 6K3 – kyselá řada – kyselá smrková bučina borůvková a 6A2 – klenová smrková bučina šťavelová

Fytocenologická klasifikace: Horská acidofilní smrková bučina asociace *Calamagrostio villosae-Fagetum* s přimíšenou jedlí a klenem.

Zachovaný zbytek přirozeného nestejnověkého lesa. Dobré zásobení vodou a živinami. Bohatá přirozená obnova všech dřevin, zvláště buku, který převládá v bujně rostoucím keřovém patře s vysokou pokryvností. Poměrně druhově bohaté bylinné patro má z důvodu intenzivního zastínění poměrně nízkou pokryvnost. Není přítomna výrazná dominanta, nejhojnější je borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a bukové zmlazení. Jsou přítomny charakteristické druhy horských bučin a smrčin s výskytem chráněných druhů *Blechnum spicant* a *Gentiana asclepiadea*.

Změny přízemní vegetace za posledních 5 let (2004–2009)

Na ploše došlo ke snížení pokryvnosti všech vegetačních pater. Pokryvnost bylinného patra klesá postupně již od prvního hodnocení v roce 1997. V bylinném patře poklesla pokryvnost šťavelu kyselého (*Oxalis acetosella*), v mechovém patře pokryvnost ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*).

8.2 Fotografické přílohy

Foto 1: Detail bylinného patra s dominantním pstročkem dvoulistým (*Maianthemum bifolium*), jahodníkem obecným (*Fragaria vesca*) a pšeníčkem rozkladitým (*Milium effusum*). Genová základna (GZ) 43 – Písek (V. Buriánek, 2012).

Foto 2: Příklad plochy s výraznou dominantou. Vlhká bučina netýkavková (4V1) s dominantní netýkavkou nedůtklivou (*Impatiens noli-tangere*) a s pšeníčkem rozkladitým (*Milium effusum*). GZ 43 – Písek (V. Buriánek, 2012).

Foto 3: Příklad jarního aspektu bylinného patra s dominancí sasanky hajní (*Anemone nemorosa*) a s orsejem jarním (*Ficaria verna*). GZ 21 – Hluboká (V. Buriánek, 2012).

Foto 4: Příklad plochy s výraznou dominantou. Obohacená bučina mařinková (4D1) s dominantním svízelem vonným (*Galium odoratum*) a ostřicí třeslicovitou (*Carex brizoides*). GZ 21 – Hluboká (V. Buriánek, 2012).

Foto 5: Bohatá jedlová bučina mařinková (5B1) s dominantním svízelem vonným (*Galium odoratum*), dále s kyčelnicí cibulkonosnou (*Dentaria bulbifera*), šťavelem kyselým (*Oxalis acetosella*) a semenáčky buku. GZ 156 – Vlára (V. Buriánek, 2012).

Foto 6: Příklad plochy s výraznou dominantou. Obohacená buková doubrava strdivková (2D5) s dominantní strdivkou jednokvětou (*Melica uniflora*). GZ 141 – Klepačov (V. Buriánek, 2012).

Foto 7: Detail druhově chudého bylinného patra s dominantní borůvkou (*Vaccinum myrtillus*), brusinkou (*Vaccinium vitis-idaea*) a šichou černou (*Empetrum nigrum*). LS LČR Klášterec, lokalita Ptačí alej (V. Buriánek, 2011).

Foto 8: Detail druhově chudého bylinného patra s dominantní třtinou chloupkatou (*Calamagrostis villosa*) a kodominantou starčkem hercynským (*Senecio hercynicus*). LS LČR Litvínov, lokalita „Podsadba“ (V. Buriánek, 2011).

Foto 9: Příklad plochy s výraznou dominantou – měsíčnicí vytrvalou (*Lunaria rediviva*). Bílé Karpaty, Velká Javořina (V. Buriánek, 2007).

Foto 10: Příklad druhově bohaté plochy bez výrazné dominanty. Svěží dubová bučina biková s mařinkou (3S6) s druhy svízel vonný (*Galium odoratum*), netýkavka nedůtklivá (*Impatiens noli-tangere*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), kyčelnice cibulkonosná (*Dentaria bulbifera*) a šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*). GZ 141 – Klepačov (V. Buriánek, 2012).

Foto 11: Příklad druhově bohaté plochy bez výrazné dominanty. Bohatá bučina mařinková (4B1) se svízelem vonným (*Galium odoratum*), netýkavkou nedůtklivou (*Impatiens noli-tangere*), šťavelem kyselým (*Oxalis acetosella*), pitulníkem žlutým (*Galeobdolon luteum*), pšeníčkem rozkladitým (*Milium effusum*), starčkem Fuchsovým (*Senecio ovatus*) a kyčelnicí cibulkonosnou (*Dentaria bulbifera*). GZ 43 – Písek (V. Buriánek, 2012).

Foto 12: Detail bylinného patra s bukovníkem kapraďovitým (*Gymnocarpium dryopteris*). GZ 141 – Klepačov (V. Buriánek, 2012).

METHODOLOGICAL PROCEDURES OF GROUND VEGETATION ASSESSMENT IN FOREST ECOSYSTEMS

Summary

Numerous studies of the interactions between forest vegetation and the environment, both domestic and international, have found that changes in abiotic factors can cause considerable changes in vegetation composition and structure. Where acidification and eutrophication have occured throughout the world, as it has in the Czech Republic, excess nitrogen in the forest ecosystem is considered serious problem. This work informs the reader about the importance of ground vegetation as crucial components of forest biodiversity and indicators of forest health, and summarizes information about monitoring methods, and provides simple guidelines for its assessment of the data collected. Information about changes in vegetation diversity, changes in dominant species across space and time, the spread and impact of invasive native and non-native species and the occurrence of rare and endangered species important for nature conservation can be easily recorded. Some vegetation changes can be explained as consequence of changes in environmental conditions, while others are the result of natural successional processes during the development of forest stands from regeneration and younger age classes to mature stands.

Phytosociological relèves are used to assess ground vegetation on forest sites. The goal of vegetation assessments is to record and document both actual typological and phytosociological characteristics of vegetation and the differences on various site conditions and, secondly, the ongoing long-term changes under the influence of natural and anthropogenic factors. The assessment is carried out with using a modified combined semiquantitative abundance and dominance scale. The description of methodology contains detailed practical guidelines to achieve the highest quality and comparability of results from different evaluators. The paper presents examples of phytosociological reléves processing and their application in forest typology, phytosociology, monitoring and mapping of forest communities, nature conservation and phytoindication of environmental change. The applicability of methods of forest vegetation assessment used in the Czech Republic and abroad was compared. Quality control and identification of possible sources of errors are discussed. In addition, the economic aspects are described and the novelty of procedures is discussed. Photographs and a representative phytosociological relève are included. The methodology is intended primarily for teachers and students

of forestry, or general natural sciences, such as agriculture, as well as for experts in forestry research, nature conservation and for other professional work. These methodologies can also be used by amateur enthusiasts involved in forest vegetation analysis, environmental impact assessment, and analysis of ecological stability and significant landscape features.