

PŘÍKLADY DYNAMIKY LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ A JEJICH HODNOCENÍ

EXAMPLES OF FOREST ECOSYSTEM DYNAMICS AND THEIR EVALUATION

Karel Matějka – Stanislav Vacek

Abstract

This paper shows three examples of long-term ecological research in the permanent plot systems which are localized in the Krkonoše (Giant) Mts., Orlické hory Mts. and Šumava Mts. (Bohemian Forest). Plant coenological relevés were made together with description of the tree layer structure, tree damage monitoring (defoliation assessment) and some other parameters. Several problems with interpreting of results consist in prevailing existence of plots in the age-classes forests growing during period of unstable environmental conditions and changing silviculture practices.

Distinct pictures appear connecting with development of different etages – e.g. the moss layer can go along to another trajectory comparing the herb layer, as shown by decline of the moss diversity in the Krkonoše plots. Structure of herb/moss layer need not be significantly affected by decline of tree layer in Norway spruce forests. Changes in tree defoliation and tree layer decline are brought by the Šumava example.

Keywords: classification, diversity indices, ordination, permanent plots, tree – shrub – herb – moss layer interaction

ÚVOD

Dynamika lesních ekosystémů bývá velmi často předmětem zájmu ekologů a lesníků i ve střední Evropě. Pozornost bývá věnována lesům přírodě blízkým, často nesprávně označovaným za přirozené (skutečně přirozené lesy se totiž v ČR prakticky nevyskytují), často však lesům v nichž probíhaly hospodářské zásahy, kde však hospodaření bylo vyloučeno v kratším nebo delším období posledních let. Tím však vyvstává první problém s interpretací výsledků, protože sledovaný ekosystém se jednoznačně nenachází ve stabilních podmínkách. Sleduje se většinou určité společenstvo, které je plošně omezeno – většinou to je výzkumná plocha, která dostatečně reprezentuje toto společenstvo (většinou rostlinné), nerepresentuje však celý ekosystém, který v lese je složen z větších či menších ploch odpovídajícím různým stadiím vývoje lesa v rámci tzv. malého vývojového cyklu. Vzhledem k dlouhověkosti dřevin je tak často sledováno pouze "stárnutí porostu" a zjištěné výsledky i z rozsáhlé série ploch nelze jednoduše interpretovat jako vývoj lesů v dané oblasti. Ani to však není poslední úskalí. Celé období života současné generace lesů probíhaly významné změny podmínek, za nichž se tyto lesy vyvíjely – pro jednoduchost zmiňme pouze některé nejvýznamnější: (1) změna imisní zátěže s jejím nárůstem do začátku 90. let 20. století, poté nerovnoměrný pokles této zátěže a změna proporcionálního zastoupení jednotlivých škodlivin (2) změna hospodářských technologií a preference jiných druhů dřevin (3) zakládání lesů na plochách, které nebyly lesem po kratší či delší dobu.

Současné požadavky na ochranu přírody vyúsťují v nutnost provádět systematický monitoring biodiversity v různých ekosystémech, tedy i v lesích. Takový monitoring nemůže zůstat u pouhého sledování vývoje stromového patra, ale musí obsáhnout sledování struktury celé fytoocenózy i dalších společenstev (např. taxocenóz) v lesních ekosystémech. Projekt "Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě", který je řešen v rámci Národního projektu výzkumu II od poloviny roku 2006 (projekt BiodivKrŠu, viz www.infodatasys.cz/biodivkršu/projekt.htm) rozlišuje tři různé úrovně monitoringu v návaznosti na existující základní hladiny biodiversity: úroveň krajiny, ekosystémů a populací. Zde se tedy budeme zabývat úrovní prostřední – jak získávat a interpretovat informace o vývoji lesů na základě trvalých výzkumných (monitoračních) ploch.

Tento příspěvek vznikl za podpory zmíněného projektu BiodivKrŠu (NPV II, identifikace 2B06012) a mezinárodního projektu ALTER-Net "Ecosystem functions and biodiversity in managed forest landscapes" (EU Network of Excellence, GOCE-CT-2003 505298).

METODIKA

Krkonoše

Na území Krkonoš bylo založeno celkem 32 trvalých výzkumných ploch označovaných jako TVP 1 až TVP 32. Většina byla založena v roce 1980, TVP 11 až 15 byly založeny již v roce 1976. Šetření byla organizována na pracovišti VÚLHM VS Opočno jako součást různých projektů, v letech 2003–2005 v rámci výzkumného záměru MZe 002070201 "Stabilizace funkcí lesa v ekotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí". TVP reprezentují bukové, smíšené (buk-smrkové až smrko-bukové) a smrkové porosty v různých stanovištních podmínkách, s různým stupněm vlivu imisí a s odlišnou úrovní následné acidifikace. V průběhu vývoje tedy vykazují rozdílnou dynamiku. Předchozí částečné výsledky ze sledování těchto ploch byly vyhodnoceny již dříve (VACEK, MATĚJKA 1999), podrobné zhodnocení ve vztahu zvláště ke zdravotnímu stavu porostů přináší VACEK *et al.* (2007).

V ekosystémech na plochách se soustavně nebo periodicky, zkoumala dřevinná složka ekosystému (prostorová a věková struktura, růstové poměry, zdravotní stav), celá fytoocenóza, půda a některé další parametry. Dle klasifikace jejich vegetace v roce 1980 a s přihlédnutím na jejich další dynamiku byly TVP rozděleny do různých skupin s maximálně možnou podobností.

Orlické hory

Studované území se zbytky posuzovaných bukových a smrkových porostů se rozkládá v olešenské, vrchmezské a dešenské části Orlického hřbetu, který je součástí Dešenské hornatiny. Jedná se o bývalé polesí Olešnice a Deštné, tj. nyní lesní správa Rychnov nad Kněžnou.

Při studiu dynamiky vegetačních změn v bukových a smrkových porostech na lesní správě Rychnov bylo na 34 výzkumných plochách (TVP BK01 až BK17, TVP SM01 až SM17) navázáno na fytoocenologické a pedologické záznamy prof. A. Zlatníka a prof. J. Pelíška z r. 1951 a RNDr. J. Gregora z r. 1971. V r. 1991 a 2001 byly tyto plochy o velikosti 490 m² opět snímkovány pomocí Braun-Blaunquetovy sedmičlenné stupnice, obnoveny půdní sondy a podle genetických horizontů odebrány půdní vzorky. Samostatně vyhodnotil tato data článek VACEK, MATĚJKA (2003).

Šumava

V oblasti Šumavy bylo založeno celkem 20 ploch, podrobněji jsou popsány v práci ULBRICHOVÁ, PODRÁZSKÝ (2000).

Celkem 11 trvalých výzkumných ploch (TVP 1 až 11) bylo založeno ve smrkových monokulturách na LS Modrava a 9 ploch (TVP 12 až 20) v přirozeném blízkých smíšených až smrkových porostech na LS Plešný. Zde byly opět sledovány strukturální parametry porostu dřevin jako výška, výčetní tloušťka a cenotické postavení jednotlivých stromů, jejich poloha v prostoru, byla periodicky klasifikována defoliace jednotlivých stromů. Defoliace byla sledována každoročně od roku 1997, v tomto roce proběhlo rovněž první fytoocenologické snímkování.

Dosavadní výsledky byly publikovány ve VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., MATĚJKA, K. (2006) a VIEWEGH (2000).

VÝSLEDKY

Krkonoše

Druhové složení vegetace se na všech 32 TVP v období 1980 až 2005 výrazně měnilo, přičemž řada druhů úplně mizela (např. *Cicerbita alpina*, *Lamium maculatum*, *Phyteuma spicatum*, *Viola biflora*) nebo se snižovalo jejich zastoupení (např. *Blechnum spicant*, *Dentaria enneaphyllos*, *Homogyne alpina*). Velký druhový úbytek byl pozorován zvláště v mechovém patře.

Pro hodnocení trendů ve vývoji společenstev na sledovaných plochách byly plochy rozděleny na porosty smrkové a porosty bukové a smrko-bukové. První skupina pak byla rozčleněna na plochy, kde došlo k rozpadu stromového patra a plochy ostatní. Přitom k rozpadu stromového patra došlo tehdy, když celková pokryvnost dřevin poklesla v době sledování na 25 % nebo méně.

Pokryvnost dřevin byla hodnocena na základě kombinace celkové pokryvnosti stromového a keřového patra, protože obě patra obdobně vytvářejí kryt pro bylinnou vegetaci a při regeneraci rozpadlého porostu dřeviny postupně přecházejí z keřového do stromového patra. Pokryvnost dřevin (D) byla vyjádřena za pomoci vztahu:

$$D = 1 - (1 - E_2)(1 - E_3)$$

Kde E_3 a E_2 je pokryvnost stromové, respektive keřové etáže.

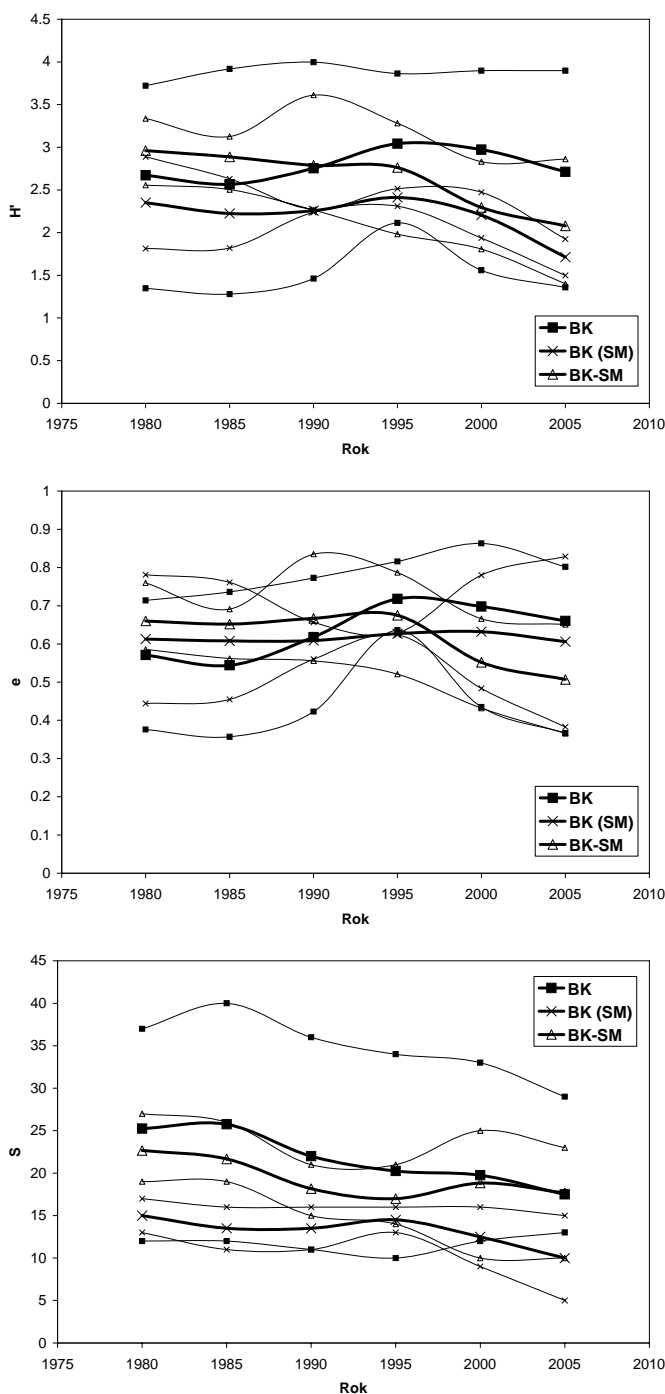
Průměrná pokryvnost dřevin v bukových a smíšených porostech se snížila pouze nevýznamně – o 8 % v průběhu 25 let. Obdobně tomu bylo u smrkových porostů, kde neproběhl jejich rozpad. Rozpad stromového patra byl fytoecologickými snímky zaznamenán od roku 1985 a tedy i průměrná pokryvnost dřevin klesala až do roku 2000. Při posledním snímkování je pozorovatelná regenerace porostů.

Pokryvnost bylinného patra se v bukových a smíšených porostech změnila nevýznamně, ve smrkových porostech však je pozorovatelné zvýšení pokryvnosti bylinného patra, přičemž i na počátku sledování byla tato pokryvnost vyšší u společenstev, kde později došlo k rozpadu dřevinného patra.

Významná je změna počtu druhů, které vytvářejí lesní společenstva v Krkonoších. V bukových a smíšených porostech byl pozorován průměrný úbytek 27 % druhů z těch, které byly přítomné v roce 1980. Ve smrkových porostech bez rozpadu lze pozorovanou změnu hodnotit spíše jako výkyv s minimem okolo roku 1995. Ve společenstvech smrkových lesů, kde došlo k rozpadu dřevinného patra nebyly pozorovány změny v celkovém počtu druhů bylinného patra (což však nemusí znamenat, že se neměnilo druhové složení).

Z hlediska biodiversity je nejzávažnější změna – úbytek počtu druhů v mechovém patře a to ve všech typech porostů: v bukových a smíšených porostech došlo ke snížení průměrného počtu druhů z 4,8 na 2,7 (o 44 %), u smrkových porostů bez rozpadu z 11,6 na 5,5 (o 53 %) a u smrkových porostů s rozpadem z 10,4 na 3,3 (o 68 %). Obdobně došlo ke snížení celkové druhové diversity v rámci těchto tří skupin ploch o 36 %, 31 % a 43 %. Nižší procentické hodnoty oproti vyhodnocení změny počtu druhů naznačují, že došlo především k úbytku druhů s nižším zastoupením. V rámci poslední skupiny byly dokonce sledovány plochy, kde vůbec nebyla zaznamenána přítomnost mechového patra (TVP 3 a 26).

Zdá se, že rozpad stromového patra neovlivňuje podstatně vývoj sledovaných složek diversity (viz například obr. 2B) – rozdíl mezi diversitou v ekosystému bez rozpadu a s rozpadem stromového patra je v celém sledovaném období více-méně konstantní.

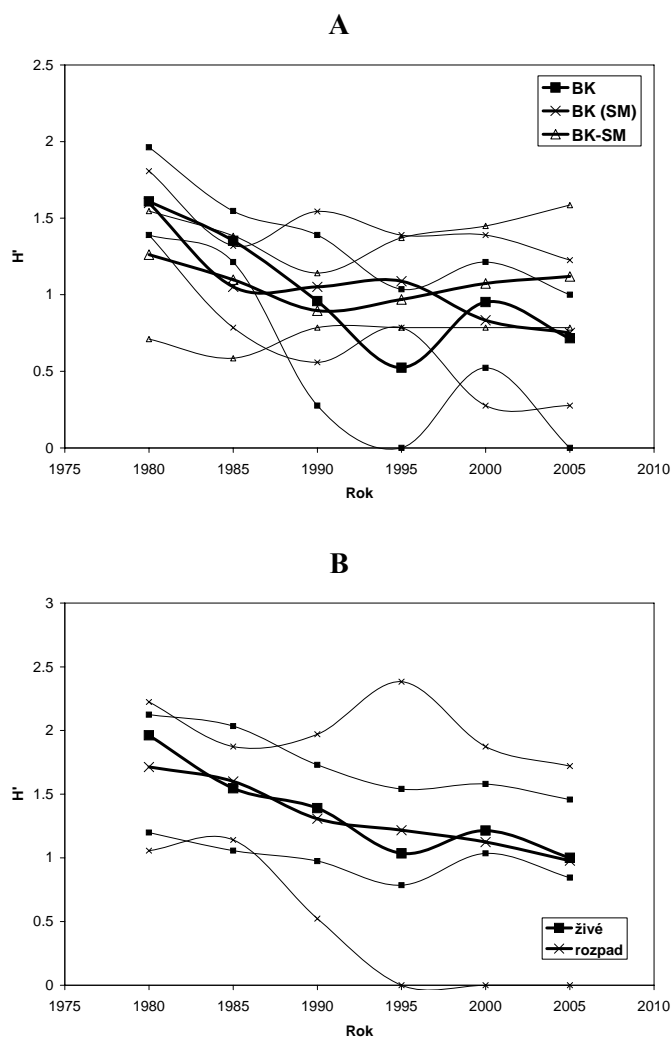


Obr. 1 Vývoj průměrné (silné linie) celkové diversity (H'), vyrovnanosti (e) a druhové bohatosti (S) bylinného patra v lesních ekosystémech Krkonoš s různou účastí buku. Tenké linie vymezují rozsah minimálních a maximálních hodnot.

Orlické hory

Zpracování fytoecologických dat proběhlo především metodami klasifikace a ordinace. Ordinační analýza při užití metody DCA (obr. 3 a 4) přinesla některé zásadní výsledky:

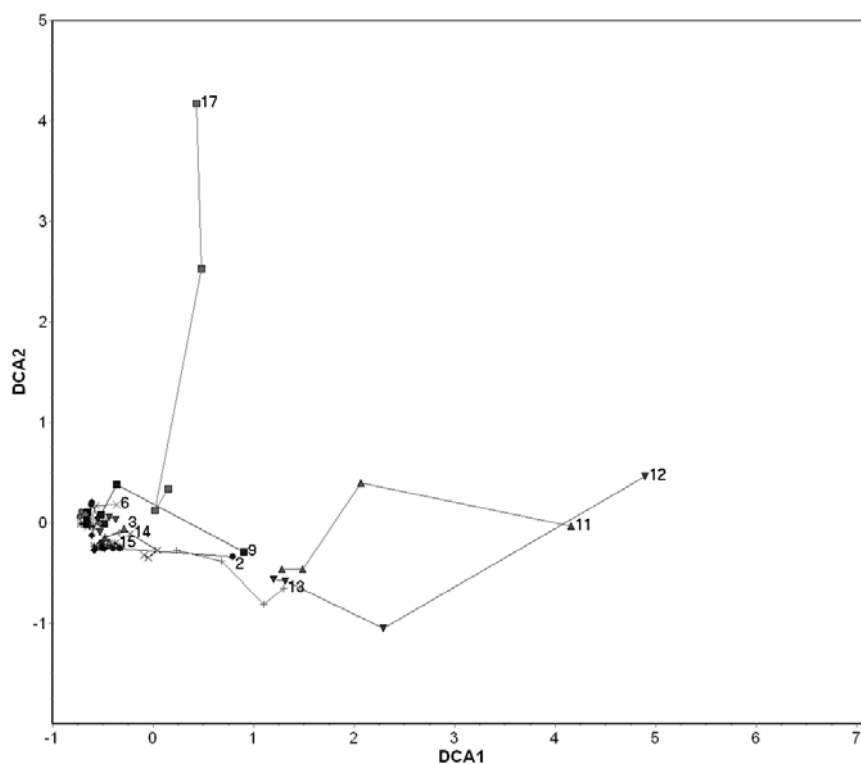
1. Není příliš velký rozdíl mezi výstupem, kdy k analýze bylo použito dat pouze o bylinném patře nebo dat o bylinném a mechovém patře společně.
2. Variabilita dat popsána prvými čtyřmi ordinačními osami je obdobná u bukových i smrkových porostů. Vlastní hodnoty analyzovaných matic byly pro bukové porosty 0,538 – 0,340 – 0,249 – 0,214 a pro smrkové porosty 0,520 – 0,309 – 0,256 – 0,213.
3. Pouze na některých plochách byla významnější dynamika vegetace: z bukových to byly plochy 17, 11, 12 (případně i 13, 2 a 9), ze smrkových pak plochy 7 a 8 (případně i 12 a 1).
4. Indikace dynamických změn pomocí ordinační analýzy nemusí být vždy odražena ve výsledcích klasifikace. Jak bylo řečeno při hodnocení pomocí procedury TWINSpan, z výše uvedených bukových ploch byla významně rozdílná klasifikace snímků z různých let na plochách 17, 2 a 9, ze smrkových porostů to bylo pouze na plochách 1 a 12.
5. Většina rostlinných společenstev vykazovala stabilní druhové složení.
6. Zdá se, že dynamika v bukových porostech může být výraznější.
7. Rozdílnost mezi plochami se časem podstatně zmenšovala.
8. Je možné identifikovat skupiny druhů, které na plochách ustupovaly, jako druhy s vysokými hodnotami skóre podél prvé a druhé ordinační osy. V bukových porostech to jsou například *Aconitum variegatum*, *Corydalis cava*, *Geum rivale*, *Heracleum sphondylium*, *Phyteuma spicatum*, *Ranunculus lanuginosus*, *Veratrum nigrum*, *Crepis paludosa*, *Dentaria enneaphyllos*, *Primula elatior*, *Adoxa moschatellina*, *Valeriana officinalis* a *Lunaria rediviva*, *Athyrium distentifolium*, mezi druhy mechového patra *Brachythecium rutabulum*, *Mnium hornum*. Ve smrkových porostech bylo obdobných druhů nalezeno méně: *Galium uliginosum*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Heracleum sphondylium*, *Carex muricata*, *Viola biflora*, *Acetosella vulgaris*, *Agrostis gigantea*, *Poa chaixii* a *Mnium punctatum*.



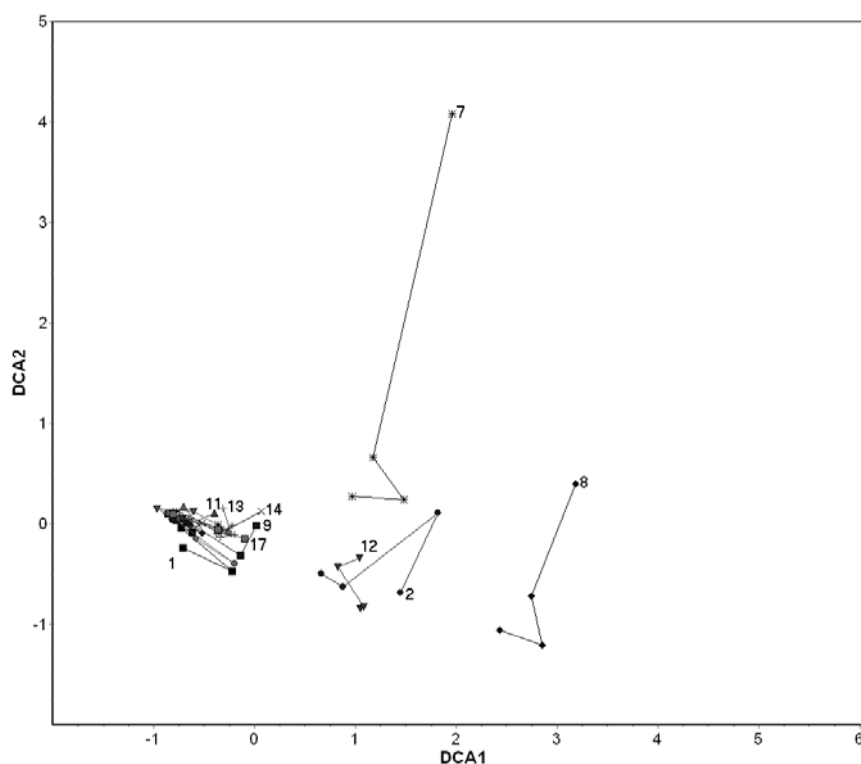
Obr. 2 Vývoj průměrné celkové diversity (silné linie) mechového patra v lesních ekosystémech Krkonoš s různou účastí buku (A) a ve smrkových porostech rozlišených podle toho, jestli došlo k rozpadu stromového patra (B). Tenké linie vymezují rozsah minimálních a maximálních hodnot.

Šumava

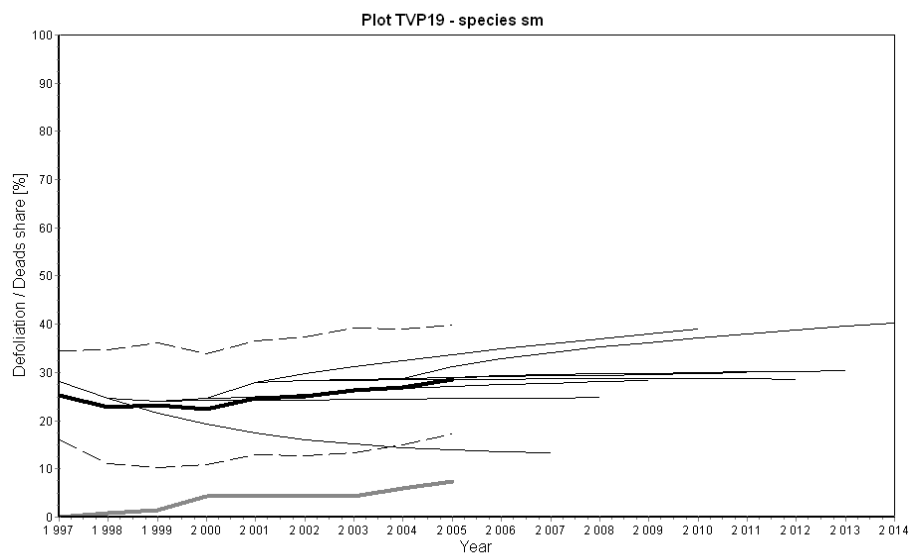
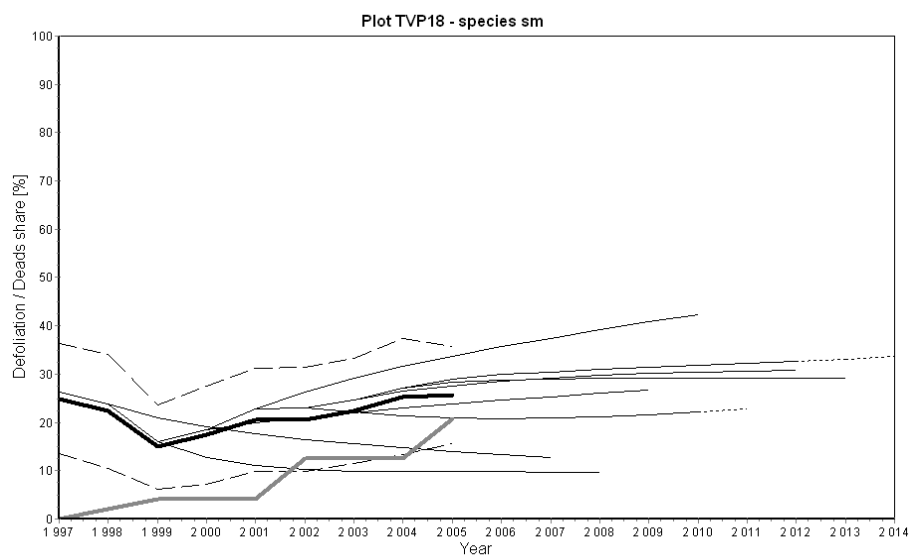
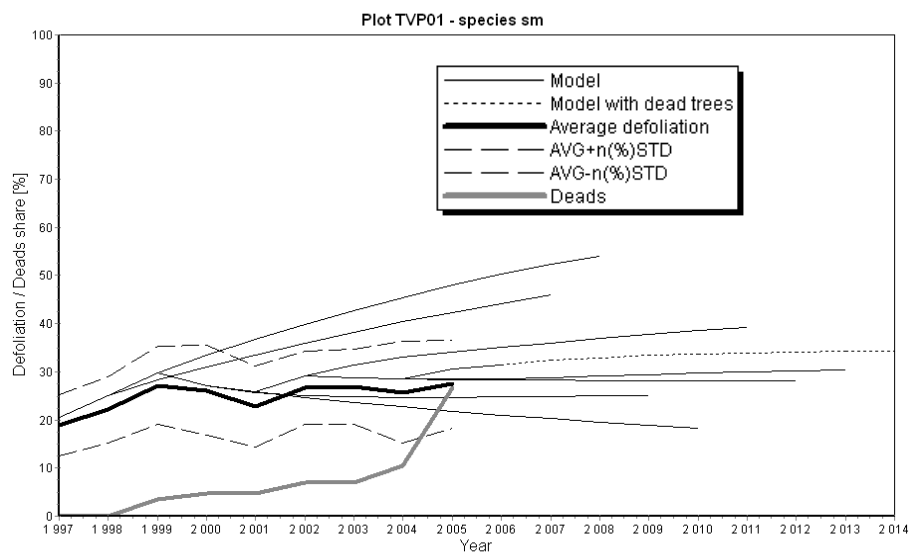
Plochy v oblasti Šumavy byly sledovány pouze kratší dobu, přesto zvláště na některých z nich docházelo k výrazným dynamickým změnám, jejichž příčinou byla zvláště gradace kůrovce. Proto je zde využit příklad sledování dynamiky poškození smrku, který byl hodnocen pomocí odhadu defoliace (obr. 5). První příklad – plocha 1 – leží v oblasti LZ Modrava, kde do současnosti proběhl velkoplošný rozpad smrkových lesů. Uvedený model popisuje velmi rychlý nástup odumírání stromového patra po roce 2003. Druhý příklad (plocha 18) reprezentuje autochtonní porost smrku, jehož zdravotní stav se zhoršoval v několika vlnách, které opět byly zaviněny především kůrovcem. Oba předchozí příklady dokládají vliv klimatických ex-



Obr. 3 Ordinance fytoecnologických snímků z ploch bukových porostů (F1 až F17) v Orlických horách v průběhu let 1951 až 2001. Vývoj fytoecenózy je naznačen jako trajektorie spojující body odpovídající jednotlivým snímkům na téže ploše. Číslo plochy je uvedeno vždy na začátku trajektorie. Použita data o struktuře E_1 i E_0 .



Obr. 4 Ordinance fytoecnologických snímků z ploch smrkových porostů (P1 až P17) v Orlických horách v průběhu let 1951 až 2001. Vývoj fytoecenózy je naznačen jako trajektorie spojující body odpovídající jednotlivým snímkům na téže ploše. Číslo plochy je uvedeno vždy na začátku trajektorie. Použita data o struktuře E_1 i E_0 .



Obr. 5 Tři příklady vývoje defoliace smrku v oblasti Šumavy na výzkumných plochách 1 (LZ Modrava), 18 a 19 (LZ Plechý). Výpočty proběhly v programu TDM (viz www.infodatasys.cz) využívajícím simulace pomocí přechodových matic.

trémů na vývoj stavu ekosystémů – takovým extrémem bylo sucho v roce 2003 spojené s vysokými letními teplotami (například pro stanici Churáňov byl průměr teplot za měsíce květen až srpen 14,9 °C, přičemž v letech 1999 až 2006 bez roku 2003 byl tento průměr pouhých 12,3 °C, obdobně srážky za toto čtyřměsíční období v roce 2003 byly pouhých 83 mm, ale v letech 1999 až 2006 118 mm). Takový extrém nastartoval gradaci kůrovce a tím další rozpad stromového patra smrkových lesů.

Třetí příklad (plocha 19) zachycuje ekosystém v pásmu přirozených smrčín (lesní typ 8Y2), kde při souhře několika dalších faktorů (struktura stromového patra, nižší narušenost okolních porostů), může i stromová etáž vykazovat vyšší stabilitu.

ZÁVĚR

Sledování dlouhodobé dynamiky lesních ekosystémů je zajímavé i z metodického hlediska, protože je potřebné kombinovat nejrůznější přístupy – analýzu druhové struktury společenstev (ordinace, klasifikace, vývoj různých komplexních charakteristik, jakými mohou být různé indexy diversity aj.), popis a modelování růstu a poškození stromového patra (například modelování vývoje defoliace za pomoci přechodových matic; VACEK, PODRÁZSKÝ, MATĚJKA 2006) a jeho prostorové struktury.

Velmi složité až nemožné je rozlišení dynamiky lesních ekosystémů, které souvisí se stárnutím stromového patra. Většinou bývají výzkumné plochy zakládány v porostech s "optimálním" stářím dřevin a proto bývá spíše sledováno právě toto stárnutí porostu. Jedinou možností, jak se vyhnout tomuto problému je zařazení lesních ekosystémů reprezentujících nejrůznější vývojová stadia a věkové stupně porostu, v delším časovém horizontu je potřebné sérii ploch doplňovat o případně chybějící věkové články. Jako podstatné se jeví zachování studia na ploše i přes smýcení stromového patra nebo jeho rozpad.

Jednotlivé etáže (patra) fytoocenózy se v průběhu vývoje ekosystému mohou chovat do určité míry nezávisle a jejich změny mohou indikovat rozdílné probíhající procesy a vlivy, přesto je nutné uvažovat o jejich nejrůznějších interakcích.

Často opomíjenou složkou lesní fytoocenózy je mechové patro. To může být výraznějším indikátorem změn nežli patro bylinné (viz příklad Krkonoš). To, že v jiných podmínkách informace o dynamice mechového patra nepřináší podstatně odlišné informace (příklad Orlických hor), však nemůže být důvodem pro opomenutí tohoto patra, protože jeho konkrétní význam je znám až *ad post.*

LITERATURA

- ULBRICHOVÁ, I., PODRÁZSKÝ, V. 2000: Přirozené zmlazení lesních porostů v NP Šumava. In: V. Podrázský, S. Vacek, I. Ulbrichová [eds.], Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník referátů z celostátní konference Kostelec nad Černými lesy 1. a 2. 12. 1999. LF ČZU, Praha, p. 6–9.
- VACEK, S., MATĚJKA, K. 1999: State of forest stands on permanent research plots in the Krkonoše Mts. in years 1976–1997. *J. Forest Sci.*, **45**(7): 291–315.
- VACEK, S., MATĚJKA, K. 2003: Vegetation changes in beech and spruce stands in the Orlické hory Mts. in 1951–2001. *J. Forest Sci.*, **49**(10): 445–473.
- VACEK, S., MATĚJKA, K., SIMON, J., MALÍK, V., SCHWARZ, O., PODRÁZSKÝ, V., MINX, T., TESAŘ, V., ANDĚL, P., JANKOVSKÝ, L., MIKESKA, M. 2007: Zdravotní stav a dynamika lesních ekosystémů Krkonoš pod stresem vyvolaným znečištěním ovzduší. *Folia Forestalia Bohemica*, Vol. 4, Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, 216 pp.
- VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V., MATĚJKA, K. 2006: Dynamics of the health status of forest stands and its prediction on research plots in the Šumava Mts. *J. Forest Sci.*, **52**(10): 457–473.
- VIEWEGH, J. 2000: Bylinná vegetace na trvalých výzkumných plochách. In: V. Podrázský, S. Vacek, I. Ulbrichová, eds., Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník z celostátní konference, LF ČZU v Praze, Kostelec nad Černými lesy, p. 10–13.

Adresy autorů:

Ing. Karel Matějka, CSc
IDS
Na Komořsku 2175/2a
143 00 Praha 4
Česká republika
matejka@infodatasys.cz

Prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.
Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita
Kamýcká 129
165 21 Praha 6
Česká republika
vacekstanislav@fle.czu.cz