

## DRUHOVÁ DIVERZITA A BOHATOST V LESÍCH S RŮZNÝM TYPEM HOSPODAŘENÍ

### SPECIES DIVERSITY AND RICHNESS IN FORESTS UNDER DIFFERENT MANAGEMENT PRACTICES

KAREL MATĚJKA<sup>1</sup> - JIŘÍ VIEWEGH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IDS, Praha; <sup>2</sup>Fakulta lesnická a dřevařská ČZU v Praze

#### ABSTRACT

Phytocoenological relevés were made in forests on 64 plots around Kostelec nad Černými lesy (Central Bohemia), and on 13 plots in the surrounding area of the Neratov (Orlické hory Mts.). Different management techniques (close-to-nature management, fertilization, afforested farm land) were applied. The Neratov's plots represent forests in the historical forested land and in the afforested farmland. Different management practices influence especially light conditions of the understory at first due to the different species composition of the plant community and stand density.

**Klíčová slova:** hnojení, indexy diverzity, přírodě blízké hospodaření, vegetace, zalesněné zemědělské půdy  
**Key words:** afforested farmland, close-to-nature management, diversity indices, fertilization, vegetation

#### ÚVOD

Biodiverzita je významnou vlastností živých systémů od úrovně populace až po krajinu libovolného měřítka a z tohoto důvodu můžeme zvláště v posledních letech pozorovat značnou inflaci či „módnost“ v použití tohoto termínu, často bez řádného pochopení jeho obsahu. Spojení „zachování biodiverzity“ je v oblasti ochrany přírody používáno především pro uchování cílových (většinou ohrožených) živých složek přírody. Z tohoto důvodu je prováděn odklon od nepřesně definovaného termínu „biodiverzita“ a spíše se mluví o „diverzitě“ konkrétního hodnoceného systému. Mluvíme tedy o diverzitě určitého společenstva. Druhá diverzita je tak významnou strukturální charakteristikou společenstva. Základní přehled problematiky podle aktuálních poznatků shrnuje například MAGURRAN (2004). Druhá diverzita je vyjadřována pomocí různých indexů, které je potřebné rozdělovat do tří základních skupin: na míry druhové bohatosti (species richness; ty vyjadřují pouze počet zastoupených druhů), míry vyrovnanosti (equitability; extrahují pouze vzájemný kvantitativní poměr v zastoupení jednotlivých druhů) a na míry celkové diverzity (někdy nazývané pouze míry „diverzity“; kombinují obě uvedené vlastnosti).

Lesnická pěstitelská praxe je v současnosti postavena před různými způsoby hospodaření. Zvýšení produkce na živinově chudých stanovištích je řešeno hnojením, často usazeninami z čistíček odpadních vod. Zalesňování zemědělských půd se vyskytuje často. V dřívějších, historických dobách byl tento proces většinou ponechán na přirozené sukcesi, kterou lze i v současnosti vidět na mnoha místech. V souvislosti se současným útlumem zemědělské výroby člověk tuto sukcesi urychluje řízeným zalesněním. Poslední dobou se stává velmi populární takzvané přírodě blízké hospodaření (dále též zkracováno jako PBH) jako odpověď na dlouhodobé pěstování stejnověkových monokultur - hospodaření, které je sice ekonomicky výhodné

pro mechanizaci, ale vytvářené porosty jsou náchylné k rozsáhlým větrným a hmyzím kalamitám. Takové ekosystémy jsou rovněž nepříznivé z hlediska ochrany přírody a zachování biodiverzity. Správně řízené přírodě blízké hospodaření vytváří různověké, smíšené porosty, které jsou podobné přírodním a přírodě blízkým lesům. Bohužel hospodářská praxe termín PBH užívá i pro označení pěstebních postupů vytvářejících strukturovaný les pseudovýběrem v porostu jedné, často stanovištně nevhodné dřeviny. Plochy vybrané v rámci této práce představují i tento typ hospodaření.

#### METODIKA

V oblasti Kostece nad Černými lesy (dále Kostecko, severovýchodní okrajová část přírodní lesní oblasti 10 - Středočeská pahorkatina až okraj PLO 16 - Českomoravská vrchovina), částečně na území Školního lesního podniku ČZU v Praze, bylo vybráno celkem 64 ploch založených pro výzkum různých pěstebních postupů. Jednalo se o 54 ploch v lesích s přírodě blízkým hospodařením, 8 ploch hnojených a 2 plochy na bývalých zemědělských půdách. Geologický podklad tvoří živinově chudá říčanská žula. Plochy se většinou nacházejí v oblasti plochého hřebenu Středočeské pahorkatiny a jejich sklon nepřevyšuje 1°. Podle typologické mapy jsou plochy přiřazeny do rozmezí 3. a převažujícího 4. lesního vegetačního stupně, převažuje edafická kategorie P, dále jsou zastoupeny kategorie I (1 plocha), K (4), S (6), O (6) a Q (2). Nadmořská výška se pohybuje mezi 390 a 501 m. Podrobné charakteristiky ploch uvádějí REMEŠ (2004, 2006), REMEŠ et al. (2008), PODRÁZSKÝ, REMEŠ (2008) a AVALOS (2008).

Plochy v okolí Neratova (PLO 25 - Orlické hory) byly použity pro porovnání diverzity rostlinných společenstev v lesích na historických lesních půdách (5 ploch) a na bývalých zemědělských půdách

(8 ploch). Jedná se o plochy v nadmořské výšce 621 až 830 m, odpovídající 6. lesnímu vegetačnímu stupni, většinou edafické kategorie S, méně zastoupeny jsou kategorie K, D a V.

Fytcenologické snímkování proběhlo běžnými postupy, užita byla Zlatníková stupnice pokryvnosti. Snímky byly uloženy v databázi DBreleve (MATĚJKA 2009b). Pro numerické zpracování byla pokryvnost každého druhu (stupeň převedený na průměrnou pokryvnost v procentech) transformována tak, aby suma reprezentací všech přítomných druhů v etáži byla rovna celkové pokryvnosti daného patra. Výpočet indexů diverzity (MAGURRAN 2004) pro druhy bylinného patra (E1) byl proveden v prostředí DBreleve: celkový počet druhů (S), Shannon-Wienerův index druhové diverzity ( $H'$ ), vyrovnanost ( $e$ ). Vliv různých typů hospodaření na jednotlivé parametry diverzity byl hodnocen pomocí analýzy rozptylu (jednofaktorová ANOVA; program Statistica, verze 8).

Klasifikace byla provedena pomocí procedury TWINSPAN (HILL 1979). Ordinační analýza DCA byla počítána v programu CANOCO, verze 4.5 (TER BRAAK, ŠMILAUER 2002). Taxonomická nomenklatura je podle KUBÁTA et al. (2002). Označení souborů lesních typů (SLT) je podle PLÍVY a PRŮŠI (1969), resp. VIEWEGHA et al. (2003).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Přestože jsou plochy na Kostelecku typologicky zařazeny ke 3. a 4. LVS (tab. 1), dominuje zastoupení smrku ztepilého a na některých plochách i dřeviny introdukované – douglaska tisolistá, smrk černý aj. Častá je dominance borovice lesní. Všechny

tyto indicie zcela jasně ukazují na hospodářské lesy. Mimo značný výskyt acidofilních druhů je na mnoha plochách překvapivý výskyt nitrofilních druhů *Rubus fruticosus* agg. v pokryvnosti závislé na prosvětlení porostů. Tyto druhy by se ve zvýšené pokryvnosti daly očekávat na plochách, které byly hnojeny a které byly zalesněny po zemědělském využívání. Jak se jeví, některé znaky takto upravených ploch se ukazují i na lokalitách, které uvádějí přírodě blízké hospodaření.

Na základě klasifikace bylo možno všechny snímky rozčlenit do skupin, které jsou charakteristické významnými druhy - indikátory (obr. 1). Průměrné složení vegetace podle fytcenologických snímků náležejících do jednotlivých klasifikačních skupin uvádí tabulka 2.

Pro rozvoj bylinného patra je zásadní velikost zápoje dřevin. Ten se v obou regionech pohyboval v širokém rozmezí, čemuž odpovídala rovněž vysoká proměnlivost pokryvnosti bylinného patra. Rovněž celková druhová diverzita, druhová bohatost a vyrovnanost byly silně variabilní (tab. 3). Hodnoty indexů diverzity je možno srovnat s průměry, které byly zjištěny v lesích v nějakém širším regionu. Tak například v Krkonoších a v celém Podkrkonoší (PLO 22 a 23) byly v rámci materiálu sebraného při typologickém průzkumu zjištěny průměrné hodnoty  $S = 13,7$ ,  $H' = 2,16$  a  $e = 0,61$  (MATĚJKA 2007). Druhá bohatost byla v tomto porovnání prakticky stejná na Kostelecku a mírně vyšší na území Neratova. Celková druhová diverzita ( $H'$ ) byla mírně nižší na Kostelecku a mírně vyšší v oblasti Neratova. Ukazuje se tedy, že zjištěné hodnoty nevybočují z běžně zjišťovaného rozmezí.

Jak se ukazuje na příkladu okolí Neratova, historie lokality (původ porostu na lesní - 5 ploch - nebo zemědělské - 8 ploch - půdě) má velký vliv na strukturální parametry rostlinného společenstva. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn pro druhovou bohatost ( $8,8 \pm 5,4$  na lesní půdě a  $20,8 \pm 4,8$  na zemědělské půdě;  $F_{1;11} = 17,4$ ,  $p = 0,002$ ) a celkovou druhovou diverzitu ( $1,97 \pm 0,64$  na lesní půdě a  $3,00 \pm 0,44$  na zemědělské půdě;  $F_{1;11} = 11,9$ ,  $p = 0,005$ ). Jak je vidět, lesní společenstvo na bývalé zemědělské půdě je tedy bohatší ve srovnání s rostlinným společenstvem v lesích rostoucích na staré lesní půdě. Zřejmě se zde uplatňují dva mechanismy, které nelze na základě dat oddělit. Prvním je proces, kdy k druhům rostoucím v bývalém bezlesí postupně se přidávají druhy lesní a přírůstek nových druhů je relativně rychlejší než úbytek druhů původních. Druhý mechanismus se uplatňuje naopak na původní lesní půdě, kde byl lesní porost, často nepůvodního složení opakovaně těžen a půda byla postupně ochuzována, což mohlo vést k ochuzení i spektra přítomných druhů.

Pro analýzu vlivu hospodaření byly vybrány pouze snímky z oblasti Kostelecka. Provedená ordinační analýza ukazuje rozdílné umístění snímků různých klasifikačních skupin (obr. 2). První ordinační osa vystihuje živnost stanoviště. Nízké skóre podél první ordinační osy je typické pro druhy *Molinia arundinacea*, *Deschampsia cespitosa*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* či *Nardus stricta*, naopak vysoké skóre mají druhy *Geranium robertianum*, *Galeopsis tetrahit*, *Hypericum perforatum*, *Impatiens parviflora*, *I. noli-tangere*, *Rubus idaeus* aj. Druhá ordinační osa odlišuje druhy s typickým výskytem v bučinách, které mají vysoké skóre - *Milium effusum*, *Maianthemum bifolium*, *Prenanthes purpurea*, *Luzula luzuloides*, *L. pilosa*, *Sambucus racemosa* a zmlazující se dřeviny *Fagus sylvatica* a *Abies alba*. Tomuto rozložení odpovídá rovněž rozmištění ploch podle uplatněného způsobu hospodaření (obr. 3) - hnojené plochy jsou umístěny více vpravo, přičemž se většinou jedná o jedinou

*0
*00 Pinus sylvestris L. 2 Molinia arundinacea Schrank 2 Larix decidua Mill.
1 Carex pilulifera L. 1
*000 Quercus robur L. 1 Pinus sylvestris L. 3
*0000 Fagus sylvatica L. 1
*0001
*001 Rubus fruticosus agg. 1 Vaccinium myrtillus L. 3
*0010
*0011 Calluna vulgaris (L.) Hull 1
*01 Sorbus aucuparia L. 1 Calamagrostis arundinacea (L.) Roth 1 Dryopteris dilatata (Hoffm.) A. Gray 1
*010
*0100 Picea abies (L.) Karsten 1
*0101
*011 Mycelis muralis (L.) Dum. 1
*0110 Carex nigra (L.) Reichardt 1
*0111
*1 Oxalis acetosella L. 1 Rubus idaeus L. 1
*10
*100
*1000
*1001 Calamagrostis villosa (Chaix) J. F. Gmel 1
*101 Equisetum sylvaticum L. 1
*11 Achillea millefolium L. 1

Obr. 1.

Klasifikační skupiny TWINSPAN a jejich indikátory. Čísla za jménem druhu jsou tzv. cut-levels vyjadřující pokryvnost druhu vyšší než 0 % (1), 1 % (2), 10 % (3), 32 % (4), resp. 56 % (5).

The TWINSPAN classification groups and their indicators. The numbers accompanying species names are cut-levels corresponding to species coverage higher than 0% (1), 1% (2), 10% (3), 32% (4) and 56% (5), respectively.

**Tab. 1.**

Základní charakteristiky šetřených výzkumných ploch  
Basic parameters of the plots under investigation

Plocha/Plot	PLO	LT	Nadmořská výška (m)/Altitude (m)	Expozice/Exposition	Zem. délka (°)/Longitude (°)	Zem. šířka (°)/Latitude (°)
A1	10	3S1	400	J/S	14 49 53.9	49 57 36.4
A2	10	3S1	396	JV/SE	14 49 56.4	49 57 35.0
A3	10	3S1	395	JZ/SW	14 49 50.1	49 57 33.1
A4	10	3S1	398	JZ/SW	14 49 46.4	49 57 37.2
A5	10	3S1	392	JZ/SW	14 49 42.1	49 57 36.4
A6	10	3S1	390	JZ/SW	14 49 39.4	49 57 36.3
CP1	10	3K7	462	-	14 43 0.9	49 58 27.4
CP10	10	4P3	462	-	14 43 21.8	49 58 30.2
CP11	10	4P3	466	-	14 43 26.3	49 58 26.5
CP12	10	4P3	464	-	14 43 27.1	49 58 29.4
CP13	10	4P3	467	-	14 43 31.2	49 58 26.2
CP14	10	4P3	464	-	14 43 31.5	49 58 29.6
CP15	10	4P6	467	-	14 43 36.3	49 58 25.8
CP16	10	4P6	463	-	14 43 2.7	49 58 22.3
CP17	10	4P6	463	-	14 43 1.9	49 58 18.9
CP18	10	4P8	466	-	14 43 7.8	49 58 21.8
CP19	10	4P8	464	-	14 43 6.9	49 58 18.5
CP2	10	4P6	460	-	14 43 2.1	49 58 30.8
CP20	10	4P8	467	-	14 43 12.6	49 58 21.2
CP21	10	4P8	464	-	14 43 11.8	49 58 17.7
CP22	10	4P8	467	-	14 43 18.0	49 58 20.7
CP23	10	4P8	464	-	14 43 17.5	49 58 17.6
CP24	10	4P8	468	-	14 43 22.7	49 58 20.2
CP25	10	4P8	466	-	14 43 21.9	49 58 16.9
CP26	10	4P8	470	-	14 43 27.3	49 58 19.6
CP27	10	4P8	470	-	14 43 26.4	49 58 16.3
CP28	10	4P8	471	-	14 43 32.2	49 58 19.3
CP29	10	4P7	472	-	14 43 31.9	49 58 15.6
CP3	10	4P3	455	-	14 43 2.4	49 58 34.5
CP30	10	4P7	472	-	14 43 37.3	49 58 18.4
CP31	10	4P7	474	-	14 43 36.8	49 58 15.1
CP4	10	4P6	463	-	14 43 6.8	49 58 29.1
CP5	10	4P6	460	-	14 43 7.3	49 58 31.8
CP6	10	4P6	464	-	14 43 11.8	49 58 28.2
CP7	10	4P6	460	-	14 43 12.0	49 58 31.6
CP8	10	4P6	465	-	14 43 16.5	49 58 27.4
CP9	10	4P3	465	-	14 43 21.2	49 58 27.0
H10	16	4P1	471	-	15 11 56.6	49 49 35.5
H15	16	4O4	481	-	15 11 28.1	49 49 47.6
H17	16	4O4	483	-	15 11 21.4	49 49 48.1
H19	16	4O4	482	-	15 11 24.5	49 49 42.1
H3	16	4O4	483	-	15 11 16.9	49 49 49.1
HTVP1a	16	4P1	485	V/E	15 10 49.0	49 49 58.8
HTVP1b	16	4P1	483	V/E	15 10 51.7	49 49 58.8
K1	10	4Q1	435	V/E	14 55 37.9	49 56 43.8
K2	10	4Q1	436	V/E	14 55 36.5	49 56 44.2

Pokračování tab. 1.

Plocha/Plot	PLO	LT	Nadmořská výška (m)/Altitude (m)	Expozice/Exposition	Zem. délka (°)/Longitude (°)	Zem. šířka (°)/Latitude (°)
KP1	10	4P7	498	-	14 44 23.6	49 57 45.0
KP13	10	4P3	497	-	14 44 25.8	49 57 47.3
KP2	10	4P3	493	-	14 44 23.7	49 57 50.3
KP3	10	4P7	493	-	14 44 20.2	49 57 47.9
KP4	10	4P7	500	-	14 44 23.8	49 57 43.1
KP5	10	4P7	501	-	14 44 25.0	49 57 40.7
KP6	10	3K5	498	-	14 44 18.6	49 57 40.6
KP7	10	3K5	500	-	14 44 21.8	49 57 37.9
MTVP1	10	4P1	428	JV/SE	14 48 27.1	49 58 34.0
MTVP2	10	4P1	426	JV/SE	14 48 23.0	49 58 31.9
R12	10	4O2	446	SV/NE	14 55 17.5	49 55 52.0
R345	10	4O2	443	SV/NE	14 55 20.6	49 55 53.7
STVP1	10	3K3	408	SV/SE	14 47 40.6	49 58 23.7
STVP2	10	3P1	408	SVV/NEE	14 47 39.5	49 58 25.9
STVP3	10	3I1	405	/SV/NE	14 47 37.6	49 58 29.0
STVP4	10	3P1	415	V/E	14 47 32.2	49 58 27.5
TVP1	10	4P7	470	-	14 43 37.9	49 58 19.5
TVP2	10	4P8	465	-	14 43 16.2	49 58 19.2
NG12	25	6S1	716	SVV/NEE	16 32 45.7	50 13 7.1
NL11	25	6S4	775	V/E	16 31 53.7	50 12 53.1
NL15	25	6K7	830	SV/NE	16 31 40.0	50 13 4.0
NL2	25	6S4	801	SV/NE	16 32 19.0	50 12 27.4
NL3	25	6K1	735	V/E	16 32 40.0	50 12 4.0
NL4	25	6K1	739	V/E	16 32 40.0	50 12 1.6
NZ1	25	6S4	807	SV/NE	16 32 14.9	50 12 29.1
NZ13	25	6S1	621	JV/SE	16 33 13.7	50 13 1.8
NZ14	25	6S4	805	SV/NE	16 32 21.7	50 12 24.7
NZ5	25	6D2	657	SSV/NNE	16 32 45.0	50 12 46.3
NZ6	25	6V1	686	SVV/NEE	16 32 55.3	50 13 6.7
NZ7	25	6S4	758	SV/NE	16 32 12.4	50 13 14.8
NZ8	25	6S1	693	V/E	16 32 52.8	50 13 7.6
NZ9	25	6D2	665	JJV/SSE	16 32 55.5	50 12 55.5

PLO - Natural forest region according to the actual division prepared by Forest Management Institute, Brandýs nad Labem: 10 - Středočeská pahorkatina, 16 - Českomoravská vrchovina, 25 - Orlické hory; LT - Forest type according to PLIVA et PRŮŠA (1969), resp. VIEWEGH et al. (2003). Exposition: sign - marks a flat terrain.

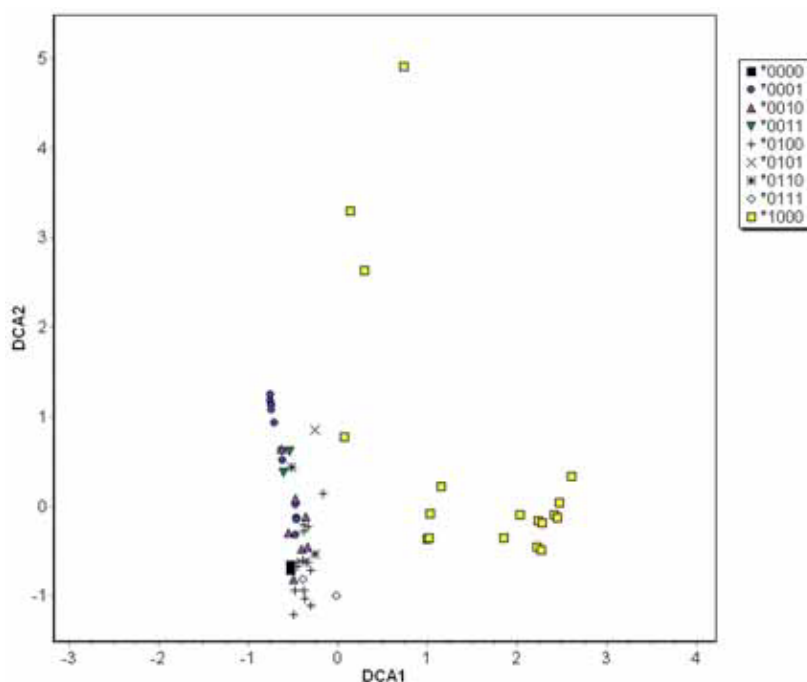
klasifikační skupinu podle TWINSpan (tab. 4). Plochy označované jako porosty s přírodě blízkým hospodařením zaujímají velmi široký prostor. Složení jejich bylinného patra je velmi variabilní, což je podtrženo jejich rozložením do většiny klasifikačních skupin TWINSpan. K této variabilitě přispívá jak různost environmentálních podmínek, tak zvláště složení dřevinného patra a jeho zápoj.

Vliv hospodaření na počítané indexy diverzity v rámci ploch na Kostelecku byl hodnocen analýzou rozptylu (tab. 5):

- vliv na druhovou bohatost (S) bylinného patra je významný ( $F = 10,01$ ,  $p < 0,1$  %), přičemž u PBH je výrazně méně druhů  $E_1$ ;
- vliv na celkovou druhovou diverzitu (H) je méně výrazný ( $F = 3,04$ ,  $p = 5,5$  %);

- vliv na druhovou vyrovnanost (e) je nevýznamný ( $F = 0,63$ ,  $p = 54$  %).

Přesnější hodnocení vlivu hospodaření na charakter společenstva lze provést na základě porovnání obdobných společenstev, která jsou zastoupena ve všech skupinách ploch podle hospodaření. Jedná se jmenovitě o klasifikační skupinu \*1000 (tab. 4). Tam se ukazuje obdobný výsledek - hospodaření má zřejmě statisticky průkazný vliv pouze na druhovou bohatost. V lesích s takzvaně přírodě blízkým hospodařením bylo nalézáno méně druhů ( $12,1 \pm 7,0$ ) oproti uplatněnému hnojení ( $21,9 \pm 7,2$ ). Obdobný, ale statisticky neprůkazný byl rozdíl u celkové druhové diverzity ( $1,64 \pm 1,00$  oproti  $2,27 \pm 0,72$ ). Společenstva lesů na bývalé


**Obr. 2.**

Ordinační prostor prvních dvou os DCA - snímky z oblasti Kostelecka s vyznačenou klasifikační skupinou TWINSPAN  
The DCA ordination space of relevés from the Kostelec region. The TWINSPAN classification group is marked.

**Tab. 2.**

Průměrná pokryvnost druhů (v procentech) ve fytoocenologických snímcích podle příslušnosti ke klasifikační skupině TWINSPAN  
Average species cover (in percent) according to phytocoenological relevés in the TWINSPAN classification groups

Klasifikační skupina TWINSPAN/ Classification group	*0000	*0001	*0010	*0011	*0100	*0101	*0110	*0111	*1000	*1001	*101	*11
Počet snímků/Number of relevés	2	14	7	2	17	1	2	2	20	8	2	1
- z toho Kostecko /the Kostelec region	2	14	7	2	15	1	2	2	19			
- z toho Neratov /the Neratov region					2				1	8	2	1
$E_3$												
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (MIRBEL) FRANCO	57	5,5	4,7				10	31				
<i>Larix decidua</i> MILL.	20	0,9		1,5	2,1	20	10	3	2,9	9,9		
<i>Picea abies</i> (L.) KARSTEN	0,5	32	46	38	34	94	69	10	57	39		
<i>Pinus sylvestris</i> L.	10	29	11	20	19		0,5	3	15			
<i>Pinus banksiana</i> LAMB.		3,6	0,1		0,2			3				
<i>Abies alba</i> MILL.			0,4		0,5			3	2,4	3,9		
<i>Quercus robur</i> L.			2,9		0,8				0,4			
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.			0,1					10	0,2	6,8		
<i>Betula pendula</i> ROTH			0,4		0,2			0,3	3,5	0	41	
<i>Pinus strobus</i> L.					0,2							
<i>Sorbus aucuparia</i> L.					0,0					5,5		
<i>Fagus sylvatica</i> L.									1,1	24		
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) GAERTN.									0,2		63	
<i>Fraxinus excelsior</i> L.											5	
$E_2$												
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (MIRBEL) FRANCO	3	0,3	0,9				10					
<i>Picea abies</i> (L.) KARSTEN		19	19	51	42	3	3	21	13	2,5		
<i>Pinus sylvestris</i> L.		4,2			0							
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.			0,1					5	0		15	

<i>Betula pendula</i> ROTH	0,9			3,5					1,1		
<i>Larix decidua</i> MILL.	0,1			0,6					2,2		
<i>Abies alba</i> MILL.	8,1	1,5		0,4					1,5		
<i>Sorbus aucuparia</i> L.		1,5		0,6					0,1		
<i>Quercus robur</i> L.				8,3					0,5		
<i>Frangula alnus</i> MILL.				0,2		10					
<i>Fagus sylvatica</i> L.				0,2					5,2	3,3	
<i>Populus tremula</i> L.				0,6					0,0		
<i>Fraxinus excelsior</i> L.									0,0		10
<i>Tilia cordata</i> MILL.									0,1		
<i>Salix caprea</i> L.									0,0		
<i>Sambucus racemosa</i> L.									0,2		
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) GAERTN.											0,3
	E <sub>1</sub>										
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) DREJER	0,5	2,9	6,6	1,7	6,2		3	31	0,2	7,9	10
<i>Betula pendula</i> ROTH	0,5	0,2	1,9	0,1	0,7		3	0,5	1,2	0,0	
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) HULL	0,1	0,0		0,5	0,1						
<i>Carex pilulifera</i> L.	0,5	0,3	1,1	3	1,6		0,5	0,1	0,5	0,5	0,1
<i>Fagus sylvatica</i> L.	0,5			0,3	0,1	0,1		0,1	2,9	3	
<i>Larix decidua</i> MILL.	3	1,2	1,6	1,7	0,9			0,5	0,1	0,1	
<i>Picea abies</i> (L.) KARSTEN	0,5	25	26	15	27		20	0,5	8,2	3	
<i>Pinus sylvestris</i> L.	10	11	3	0,5	1,3		0,1		1,1		
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (MIRBEL) FRANCO	0,1	0,0	0,2				31	20			
<i>Quercus robur</i> L.	0,5	0,2		0,5	0,4			3	0,5		
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	63	5	26	21	35	0,5		44	0,4	4,6	
<i>Nardus stricta</i> L.	0,1										
<i>Quercus rubra</i> L.	0,1										
<i>Molinia arundinacea</i> SCHRANK		39	14	44	0,4		30	5,1			
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. B.		0,9	0,4	10	0,4		1,5		0,0	0,1	28 69
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.		0,1					0,5		0,0		
<i>Prunus avium</i> (L.) L.			0,0					0,1	0,0		
<i>Sorbus aucuparia</i> L.			0,6	0,1	0,6		5	20	0,3	2,8	5
<i>Melampyrum pratense</i> L.			0,1		0,0		0,1		0,0		
<i>Frangula alnus</i> MILL.			0,2	0,1	0,9		3		0,0		
<i>Mycelis muralis</i> (L.) DUM.			0,1				0,1	0,1	0,8	0,0	
<i>Rubus fruticosus</i> agg.			1,7	1,5	1,5		3	10	27	0,4	
<i>Equisetum sylvaticum</i> L.			0,1								23
<i>Carex nigra</i> (L.) REICHARDT			0,1				0,5				
<i>Dryopteris dilatata</i> (HOFFM.) A. GRAY			0,0	0,5	0,3		0,5	1,5	1,8	3,4	0,1
<i>Senecio sylvaticus</i> L.			0,4		0,0				0,0		
<i>Abies alba</i> MILL.				0,3	0,1	0,1			2,1	0,0	
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) ROTH				0,3	0,0		0,1	0,1	0,7		
<i>Juncus effusus</i> L.				1,5	0,0				0,0	0,0	0,3
<i>Agrostis capillaris</i> L.					0,2				0,3	2,5	0,3 20
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) ROTH					0,2					0,0	
<i>Carex sylvatica</i> HUDS.					0,0						
<i>Epilobium angustifolium</i> L.					0,0				0,0	1,6	
<i>Juncus conglomeratus</i> L.					0,6						
<i>Luzula pallescens</i> Sw.					0,0						
<i>Potentilla erecta</i> (L.) RÄUSCHEL					0,0						

<i>Taraxacum officinale</i> agg.	0,0					
<i>Tilia cordata</i> MILL.	0,2		0,0			
<i>Luzula luzuloides</i> (LAMK.) DANDY et WILMOTT	0,1	0,5	0,6			
<i>Luzula pilosa</i> (L.) WILLD.	0,0		0,0			
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) ROTH	0,0		0,1	3,3	10	
<i>Pinus strobus</i> L.	0,0					
<i>Oxalis acetosella</i> L.	0,0		20	8,3	30	
<i>Rumex conglomeratus</i> MURRAY		0,1	0,0		5	
<i>Carex canescens</i> L.		0,3				
<i>Carex echinata</i> MURRAY		0,3	0,0	0,1		
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.			0,1			
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.			0,5	0,2	3	
<i>Galeopsis pubescens</i> BESSER			0,0	0,0	0,3	0,5
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. SCHMIDT			1,9	3,1	1,5	
<i>Sambucus nigra</i> L.			0,0			
<i>Ulmus minor</i> MILL.			0,0			
<i>Digitalis grandiflora</i> MILL.			0,2			
<i>Milium effusum</i> L.			0,0			
<i>Prenanthes purpurea</i> L.			0,0	0,1		
<i>Rubus idaeus</i> L.			1,3	3,4	30	
<i>Sambucus racemosa</i> L.			0,1	1,3		
<i>Hieracium sabaudum</i> L.			0,0			
<i>Impatiens parviflora</i> DC.			1,2			
<i>Carpinus betulus</i> L.			0,0			
<i>Hieracium murorum</i> L.			0,1	0,0		
<i>Senecio ovatus</i> (G., M. et SCH.) WILLD.			1,3	1,3	36	0,1
<i>Corylus avellana</i> L.			0,0			
<i>Carex brizoides</i> L.			2,8			
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.			0,0			0,1
<i>Hypericum perforatum</i> L.			0,0			
<i>Holcus mollis</i> L.			0,0	0,0		
<i>Stellaria graminea</i> L.			0,0			44
<i>Urtica dioica</i> L.			0,2	0,0		
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) SCHOTT			0,0	0,0	0,1	
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.			0,2		26	
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (HUDS.) P. B.			0,0			
<i>Carex pallescens</i> L.			0,0	0,0		
<i>Carex remota</i> L.			0,0			
<i>Circaea lutetiana</i> L.			0,0			
<i>Stellaria media</i> (L.) VILL.			0,0			
<i>Geranium robertianum</i> L.			0,0			
<i>Campanula trachelium</i> L.			0,0			
<i>Festuca gigantea</i> (L.) VILL.			0,0		1,5	
<i>Lycopus europaeus</i> L.			0,0			
<i>Melica nutans</i> L.			0,0			
<i>Phegopteris connectilis</i> (MICHX. FIL.) WATT			0,2	0,1		
<i>Veronica officinalis</i> L.			0,0	0,0		
<i>Viola reichenbachiana</i> ROR.			0,0			
<i>Ajuga reptans</i> L.			0,0			
<i>Dianthus superbus</i> L.			0,0			

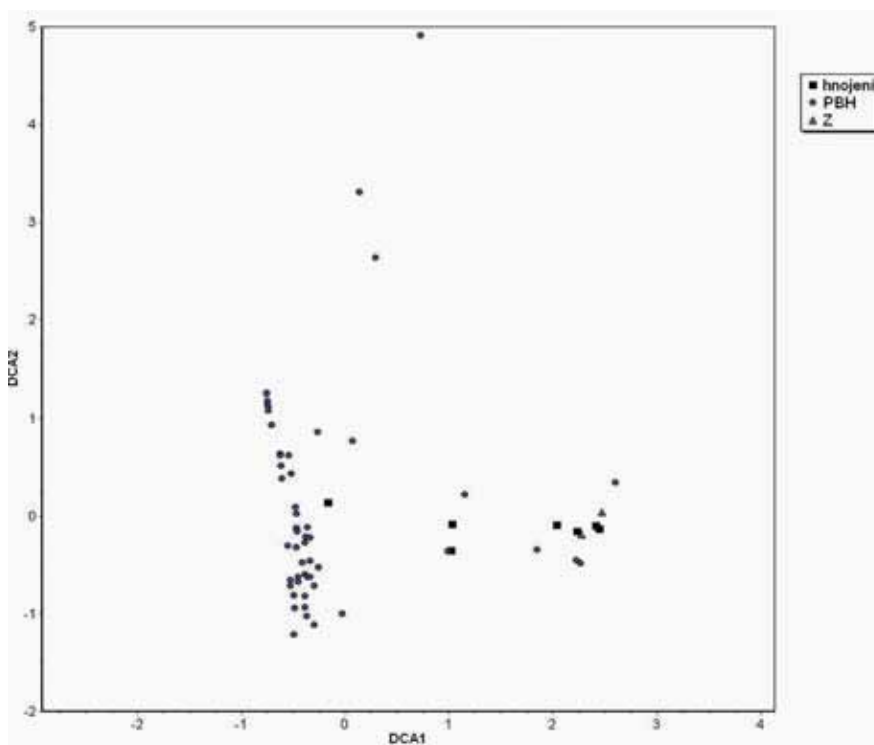
<i>Fragaria vesca</i> L.	0,0								
<i>Rumex acetosa</i> L.	0,0								
<i>Acer platanoides</i> L.	0,0	0,0							
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) SCOP.	0,0								
<i>Epilobium montanum</i> L.	0,0		0,1						
<i>Hypericum maculatum</i> CRANTZ	0,0	0,1						31	
<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) ALL.	0,0	0,1							
<i>Silene dioica</i> (L.) CLAIRV.	0,5	0,1	1,5						
<i>Calamagrostis villosa</i> (CHAIX) J. F. GMELIN		19	0,1						
<i>Galeobdolon luteum</i> HUDS.		0,1							
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) NEWMAN		0,4							
<i>Stellaria nemorum</i> L.		0,1	1,5						
<i>Lysimachia nemorum</i> L.		0,1							
<i>Veratrum album</i> L.		0,0	1,5						
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) KUHN		2,5							
<i>Carex ovalis</i> GOOD.		0,0							
<i>Quercus petraea</i> (MATTUSCHKA) LIEBL.		0,0							
<i>Caltha palustris</i> L.								10	
<i>Cardamine amara</i> L.								10	
<i>Equisetum palustre</i> L.								0,3	
<i>Galium palustre</i> L.								0,1	
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. BR.								1,5	
<i>Myosotis palustris</i> (L.) L.								15	
<i>Phalaris arundinacea</i> L.								0,3	
<i>Ranunculus repens</i> L.								10	3
<i>Veronica beccabunga</i> L.								5	
<i>Angelica sylvestris</i> L.								5	
<i>Fraxinus excelsior</i> L.								5	
<i>Paris quadrifolia</i> L.								5	
<i>Phyteuma spicatum</i> L.								0,3	
<i>Ranunculus platanifolius</i> L.								22	
<i>Scrophularia nodosa</i> L.								0,1	
<i>Streptopus amplexifolius</i> (L.) DC.								1,5	
<i>Achillea millefolium</i> L.									10
<i>Campanula patula</i> L.									3
<i>Festuca pratensis</i> HUDS.									44
<i>Galium album</i> MILL.									3
<i>Phleum pratense</i> L.									31
<i>Pimpinella major</i> (L.) HUDS.									0,5
<i>Veronica chamaedrys</i> L.									10
<i>Vicia</i> sp.									0,5

E<sub>0</sub>

<i>Dicranum scoparium</i> HEDW.	0,5	0,1	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,1	
<i>Leucobryum glaucum</i> (HEDW.) ÅNGSTR.	0,1		0,0	0,0	20	0,1	0,1		
<i>Pleurozium schreberi</i> (WILLD. ex BRID.) MITT.	1,7	0,5		8	31		2,8		
<i>Pohlia nutans</i> (HEDW.) LINDB.	0,5		0,2	29	4				
<i>Polytrichum formosum</i> HEDW.	0,5	1,4	3,6	12	5,7	0,5	0,3	1,8	0,8
<i>Sphagnum</i> spp.		0,6	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3		
<i>Plagiomnium affine</i> (BLANDOW ex FUNCK) T. J. KOP.			0,4				0,0		



<i>Polytrichum commune</i> HEDW.	1,5		
<i>Dicranella heteromalla</i> (HEDW.) SCHIMP.		0,0	
<i>Atrichum undulatum</i> (HEDW.) P. BEAUV.		0,2	3,9
<i>Abietinella abietina</i> (HEDW.) M. FLEISCH.		0,5	
<i>Hypnum cupressiforme</i> HEDW.			3,9



Obr. 3.

Ordinační prostor prvních dvou os DCA - snímky z oblasti Kostelecka s vyznačenou skupinou managementu (PBH - přírodě blízké hospodaření, Z - zalesněné zemědělské půdy)

The DCA ordination space of relevés from the Kostelec region. The management group is marked: hnojení - fertilization, PBH - close-to-nature management, Z - former farmland

zemědělské půdě se zdají být z tohoto hlediska podobná plochám hnojeným.

Druhová diverzita a bohatost jsou významně ovlivněny především světelnými poměry pod porostem dřevin. Zvláště v případě víceetážových porostů je potřeba dbát na uchování dostatečného osvětlení bylinné etáže (pronikání světla až do nejnižších vrstev porostu) pomocí opakovaných pěstebních zásahů.

Jak bylo ukázáno v oblasti Krkonoš a Podkrkonoší, v rámci dlouhodobého vývoje, kdy postupně docházelo k ruderalizaci některých porostů a k úbytku přirozených lesů, současně byla pozorována stabilní druhová bohatost a vzrůstající druhová diverzita (MATĚJKA 2007), což bylo možno vysvětlit záměnou některých druhů z přirozené skladby druhy novými, často synantropními, přičemž mizely především druhy vzácné, s malou pokrývností. Stejným mechanismem může působit i hnojení v lesích - při nízkých či střed-

ních dávkách lze v prvních etapách předpokládat zachování nebo i zvýšení druhové bohatosti a diverzity při současné změně druhové skladby. Posléze (při překročení určitých dosud nespecifikovaných limitů) lze očekávat výrazné snížení obou hodnot a vznik „faciálních degradačních fází“ (NEUHÄUSLOVÁ 1999), které však dosud ve sledovaném materiálu nebylo pozorováno.

Hospodaření ve středoevropské krajině prošlo v průběhu posledního jednoho až dvou století mnohými změnami, přičemž byla měněna struktura celé krajiny. Mnoho dnes lesních pozemků bylo dříve obhospodařováno jako zemědělská půda. Vliv tohoto dřívějšího hospodaření se projevuje dodnes. Proto by bylo vhodné při sledování jednotlivých ploch vycházet z co možná nejstarších avšak přesných záznamů. Těmi mohou být například zaznamenané „kultury“ na mapách stabilního katastru, které vznikaly na území ČR v průběhu 20. až 40. let 19. století (MATĚJKA 2009a).

**Tab. 3.**

Průměrné statistiky základních strukturálních parametrů rostlinných společenstev na sledovaných plochách v obou šetřených regionech. AVG - aritmetický průměr, STD - směrodatná odchylka

Basic statistics of the plant community structural features in the plots of both regions. AVG - arithmetic mean, STD - standard deviation

Oblast/Region	Kostecko				Neratov			
	Minimum	Maximum	AVG	STD	Minimum	Maximum	AVG	STD
Zápoj E3 (%)/Tree layer cover	10	100	68	21	30	100	85	21
Pokryvnost E1 (%)/Herb layer cover	1	100	73	31	5	100	60	42
S	3	37	12,8	6,0	5	27	16,2	7,7
H'	0,15	3,42	1,78	0,67	1,09	3,59	2,60	0,72
e	0,06	0,83	0,50	0,16	0,47	0,79	0,68	0,09

**Tab. 4.**

Zastoupení jednotlivých skupin ploch podle hospodaření v klasifikačních skupinách TWINSpan podle složení bylinného patra - plochy na Kostecku

Representation of particular groups of plots according to management in classification groups TWINSpan regarding composition of herbal layer – plots on Kostecko region

Klasifikační skupina TWINSpan/TWINSpan classification group	Skupina podle hospodaření/Management type			
	Hnojení/Fertilization	PBH <sup>1</sup>	Z <sup>2</sup>	Celkem/Total
*0000		2		2
*0001		14		14
*0010		7		7
*0011		2		2
*0100	1	14		15
*0101		1		1
*0110		2		2
*0111		2		2
*1000	7	10	2	19
Celkem/Total	8	54	2	64

<sup>1</sup>přírodě blízké hospodaření/close to nature management

<sup>2</sup>bývalé zemědělské půdy/forests on the former farmland

**Tab. 5.**

Jednofaktorová analýza rozptylu pro vliv způsobu hospodaření na zápoj stromového patra, pokryvnost bylinného patra a indexy diverzity. Použito bylo dat 19 ploch klasifikační skupiny \*1000.

One-way ANOVA testing (F-test and respective probability) for influence of management type in tree layer cover, herb layer cover, species richness (S), species diversity (H') and equitability (e). Data of the TWINSpan classification group \*1000 were used.

	F <sub>2,16</sub>	p
Zápoj E <sub>3</sub> /Tree layer cover	3,50	0,055
Pokryvnost E <sub>1</sub> /Herb layer cover	2,36	0,127
S	4,07	0,037
H'	1,67	0,219
e	0,40	0,676

## ZÁVĚR

Historie lokality se může projevit v hodnotách druhové bohatosti, druhová diverzita je méně ovlivněna. Hospodaření se uplatňuje především prostřednictvím volby druhové struktury porostu a jeho hustotou, čímž jsou ovlivněny zvláště světelné poměry v podrostu.

Jak druhová diverzita, tak bohatost mohou být výrazně sníženy v případě takzvaného přírodě blízkého hospodářství tím, když vzniknou přehoustlé víceetážové porosty, což může být ještě zvýrazněno v případě porostů nepůvodních dřevin tím více, jedná-li se o živinově chudé stanoviště.

Pro další výzkum je důležité znát historii každého konkrétního porostu, především to, jednalo-li se v minulosti o dlouhodobě lesní půdu nebo o historické bezlesí. Též kategorie užití země v minulosti (například pole, louky, pastviny) má vliv na současnou vegetaci, jak bylo ukázáno na jiném místě (MATĚJKA 2009a).

### Poznámka:

Výzkum byl součástí grantů NAZV ČR V QG50105 „Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť“ a IG58031 „Význam přírodě blízkých způsobů pěstování lesů pro jejich stabilitu, produkční a mimoprodukční funkce“.

## LITERATURA

- AVALOS I. G. 2008. Structure, growth and increment of the forest stand under transformation to uneven-aged forest stand. Diploma Thesis. Prague: 111 s.
- HILL M. O. 1979. TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of individuals and attributes. Ithaca, Cornell Univ.: 48 s.
- MAGURRAN A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Malden etc., 256 s.
- MATĚJKA K. 2007. Nové postupy pro hodnocení diversity společenstev (s příklady lesních ekosystémů). In: Križová E., Ujházy K. (eds.): Dynamika, stabilita a diverzita lesních ekosystémů. Zvolen, TU: 161-170.
- MATĚJKA K. 2009a. Vývoj užití země jako zdroj diversity v krajině Šumavy. Příroda, 28: 140-161.
- MATĚJKA K. 2009b. Nápopověda k programu DBreleve/DBreleve program help. - URL: [http://www.infodatasy.cz/software/hlp\\_dbreleve/dbreleve.htm](http://www.infodatasy.cz/software/hlp_dbreleve/dbreleve.htm)
- NEUHÄUSLOVÁ Z. 1999. Změny bylinného patra v lesních společenstvech. Zprávy České Bot. Společ., 34, Mater. 17: 37-46.
- PLÍVA K., PRŮŠA E. 1969. Typologické podklady pěstování lesů. Praha, SZN: 401 s.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Role of Grand fir as a soil improvement species. In: Proceedings of the Conference Forestry in Achieving Millenium Goals. 13. 11. 2008 Novi Sad, s. 34.
- REMEŠ J. 2004. Vyhodnocení vlivu hnojení v dospělých smrkových porostech na jejich produkci a stav půd. Závěrečná zpráva projektu vnitřní grantové agentury FLE ČZU v Praze, 29 s.
- REMEŠ J. 2006. Transformation of even-aged spruce stands at the School Forest Enterprise Kostelec nad Černými lesy: Structure and final cutting of mature stand. Journal of Forest Science, 52/4: 158-171.
- REMEŠ J., KUŠTA T., ZEHNALEK P. 2008. Struktura a vývoj dlouhodobě cloněných nárostů v systému přírodě blízkého hospodaření v lesích. Zprávy lesnického výzkumu, 54: 41-48.
- TER BRAAK C. J. F., ŠMILAUER P. 2002. CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for canonical community ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca (NY), 500 s.
- VIEWEGH J., KUSBACH A., MIKESKA M. 2003. Czech forest ecosystem classification. J. Forest Sci., 49: 85-93.

---

## SPECIES DIVERSITY AND RICHNESS IN FORESTS UNDER DIFFERENT MANAGEMENT PRACTICES

### SUMMARY

Fifty four plots in forests with close-to-nature management, 8 fertilized plots and 2 plots on afforested farm land were chosen at Kostelec nad Černými lesy district. Plots at Neratov district were used for comparison of plant community diversity in forests on historical forest soils (5 plots) and (afforested) former farm ones (8 plots). Phytocoenological relevés were made by general methods using Zlatník's abundance scale. Relevés were collected using the DBreleve database (MATĚJKA 2009b). Abundance of every species was transformed for numerical processing, in order that sum representations of all presented species (degree of the cover-abundance scale was transformed to average abundance in percents) at storey was equal to sum of given storey abundance. Indices diversity computation (MAGURRAN 2004) was made under the DBreleve background for herb layer (E1): sum of species (S), Shannon-Wiener's species diversity index ( $H'$ ) and equitability ( $e$ ). Influence of different management types on individual diversity parameters was assessed by analysis of variance (one-factor ANOVA; Statistica programme, version 8). Classification of the relevés was made by TWINSpan (HILL 1979). DCA ordination analysis was made by CANOCO, version 4.5 (TER BRAAK, ŠMILAUER 2002). Taxonomic nomenclature is according to KUBÁT et al. (2002). Forest type complexes (FTCs) are according to PLIVA et PRŮŠA (1969), resp. VIEWEGH et al. (2003).

All relevés were possible to group on the base of the classification, which is characterized by significant species – indicators (Fig. 1). Average vegetation composition according to phytocoenological relevés belonging to individual classification groups is shown in Table 2. Tree species canopy coverage increase is the cardinal for the herb layer reduction. This has widely ranged in both districts, to which the high variability of the herb layer has corresponded. Also species diversity and richness were high variable (Table 3). Diversity index values in the investigated data set are comparable with these, which have been found in forests in a somewhat wider region. It seems that the forest community on former farm land is richer in comparison with that of the plant community in forests growing on "old" forest soil as it is shown by results of Neratov's plots.

A more exact assessment of the management influence on community character could be made on the basis of a community type, which is represented by a set of plots distributed within all management groups. It is namely \*1000 classification group (Table 4). A similar result shows that management has evidently a statistically significant influence on species richness only. Less number of species was found ( $12.1 \pm 7.0$ ) in forests with close-to-nature management in contrast to those found in fertilized stands ( $21.9 \pm 7.2$ ). Similar, but statistically insignificant difference has been found for species diversity ( $1.64 \pm 1.00$  in contrast to  $2.27 \pm 0.72$ ). The forest community on former farmland seems to be similar fertilized plots.

Recenzováno

---

#### ADRESA AUTORŮ/CORRESPONDING AUTHORS:

Ing. Karel Matějka, CSc., IDS  
Na Komořsku 2175/2a, 143 00 Praha 4, Česká republika  
tel.: 244 400 781; e-mail.: matejka@infodatasys.cz

Doc. Ing. Jiří Viewegh, CSc., Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita  
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Česká republika  
tel.: 224 383 401; e-mail: viewegh@fld.czu.cz