

Druhové bohatství luk v Bílých Karpatech *Species richness of grasslands in the Bílé Karpaty Mts.*

Leoš KLIMEŠ

Botanický Ústav AVČR, Úsek ekologie rostlin, Dukelská 145, 379 82 Třeboň

above-ground biomass, grassland, species-area relationship, species richness

Abstract: The grasslands of the Bílé Karpaty Mts. (White Carpathians) are famous for their species richness. In comparison with similar grasslands over Europe the species richness is lower at scales up to about 100 cm² but in larger plots, i.e. above 5 m², higher values are attained. Multivariate analysis (CCA) and correlation analysis based on 28 plots suggest that the species richness is nearly independent of the chemical composition of the soils as well as of aboveground living biomass. However, a strong negative effect of litter and standing dead biomass on species richness was found. A great number of species is represented by a few big individuals whereas most species with abundant individuals or ramets are small-sized. The importance of these findings for species coexistence and grassland management is discussed.

ÚVOD

Bílé Karpaty jsou svým druhovým bohatstvím rostlin proslulé. Roste zde řada druhů, které se jinde v ČR nevyskytují, jiné jsou zde zastoupeny v rozsáhlých populacích, zatímco v okolních územích patří mezi velmi vzácné (TLUSTÁK et JONGEPIEROVÁ-HLOBILOVÁ 1990, JONGEPIER et JONGEPIEROVÁ 1990). To platí ve zvýšené míře pro bělokarpatské louky. Přestože se druhově nejbohatší vegetační typ s kavylem (SILLINGER 1929, PODPĚRA 1930) dnes v Bílých Karpatech již nevyskytuje vzhledem k tomu, že většina lokalit, kde byl zaznamenán, byla převedena na ornou půdu, je druhová bohatost lučních porostů i v současnosti pozoruhodná. Na rozdíl od druhově pestrosti není vegetační diverzita luk v Bílých Karpatech nijak výjimečná (TLUSTÁK 1975, SILLINGER 1929, JONGEPIEROVÁ et GRULICH 1992). Proto je druhová podobnost lučních porostů je v rámci jednotlivých lokalit i mezi lokalitami vysoká (KUBÍKOVÁ et al. 1996). Na základě publikovaných údajů se tedy zdá, že velká koncentrace druhů tedy je v jednotlivých porostech a tudíž celková druhová bohatost není dána růzností typů prostředí, na nichž se louky vyskytují.

Zatímco vegetační diverzita travnatých porostů v Bílých Karpatech byla opakovaně studována a detailně popsána (SILLINGER 1929, PODPĚRA 1930, KLIKA 1939, NEVOLE 1947, TLUSTÁK 1975), druhová diverzita byla dosud předmětem zájmu zejména na úrovni celého regionu (regionální floristické práce, PODPĚRA 1948, TLUSTÁK et JONGEPIEROVÁ-HLOBILOVÁ 1990, STANĚK et al. 1996), jednotlivých lokalit v něm (převážně inventarizační soupisy v jednotlivých chráněných územích) a ve vztahu k okolním územím (fytogeografické práce, např. PODPĚRA 1951, GRULICH 1992). Menší pozornost byla věnována prostorové škále hierarchicky nižší, tj. porostu (JONGEPIEROVÁ et al. 1994, KLIMEŠ 1995, KLIMEŠ et al. 1995). Přitom druhová diverzita právě na této úrovni je všeobecně známa jako výjimečná a pozornost si zasloužící (NEVOLE 1947, TLUSTÁK 1975, KLIMEŠ 1995, KUBÍKOVÁ et al. 1996).

Druhová pestrost porostu je určena množstvím faktorů, např. Palmer (1994) uvádí na 120 hypotéz, vysvětlujících, proč spolu mohou jednotlivé druhy rostlin koexistovat. Řada z těchto hypotéz se týká jevů historických nebo se uplatňujících jen na velkých geografických rozlohách. Z těch, které by mohly být relevantní pro vysvětlení výjimečné druhové diverzity lučních porostů v Bílých Karpatech přicházejí v úvahu hypotézy uvažující význam zdrojů živin v půdě, režim disturbance a intenzitu kompetice danou velikostí biomasy. Do analýzy prezentované v této práci byly zahrnuty porosty lišící se v těchto parametrech. Naopak byly vyloučeny všechny porosty, které nejsou nebo

nebyly v nedávné minulosti pravidelně jednou ročně koseny, a porosty, které nepatří do komplexu suššího křídla mezofytních a xerofytních typů luk.

Úkolem této práce je

a) popsat druhovou diverzitu v zájmovém území Bílých Karpat a porovnat ji s jinými, svou druhovou pestrostí proslulými oblastmi v temperátní Evropě

b) zjistit, do jaké míry je druhová pestrost jednotlivých porostů určena půdními vlastnostmi a biomasou porostu

c) v porostech s nejvyšší druhovou diverzitou určit podíl jednotlivých druhů na celkové biomase a na celkovém počtu jedinců; tím bude možno zhodnotit vztah velikosti a početnosti populací jednotlivých druhů.

Jako reprezentativní území byla vybrána oblast národní rezervace Čertoryje a přilehlé Vojšické louky, kde probíhá od roku 1989 intenzivní botanický výzkum (JONGEPIEROVÁ et al. 1994, KLIMEŠ 1995, KLIMEŠ et al. 1995) během kterého bylo zjištěno, že druhová diverzita cévnatých rostlin v této oblasti dosahuje vysokých hodnot a luční komplexy zde zahrnují celou škálu typů svou druhovou pestrostí se navzájem podstatně lišících.

LOKALITA A METODY

Národní přírodní rezervace Čertoryje a přilehlé Vojšické louky leží v jižní části Bílých Karpat (48° 54' s. š., a 17° 25' z. d.). Geologickým podložím je flyš obsahující vložky uhličitano vápenaté. Velikost území, zahrnujícího luční porosty v údolí potoka Járkovce od 320 m n. m. po okolí kóty Čertoryje (443 m n. m.), je asi 6 km². Luční porosty jsou zde především na slinovatkách, místy na hnědozemích (JONGEPIER et JONGEPIEROVÁ 1990).

V letech 1994-1995 bylo v zájmovém území vybráno 28 lokalit, které dobře reprezentují vegetační diverzitu suššího křídla mezofilní a subxerofytní vegetace luk v oblasti zájmového území. Na každé z lokalit byl zjišťován počet druhů cévnatých rostlin (tedy bez mechorostů) na plochách o velikosti 0,0042; 0,01; 0,09; 2,25 a 24,0 m². Plošky do velikosti 0,09 m² byly kruhové, se třemi opakováními, ostatní plochy měly tvar čtverce a bylo pro ně použito jedno opakování. Všechny plochy byly umísťovány v porostu náhodně, tak aby se nepřekrývaly, u kruhovitých ploch házením kroužků za hlavu dle klasické metodiky (KUBÍKOVÁ 1970). Závislost počtu druhů na velikosti plochy byla porovnávána s dostupnými údaji z druhově nejbohatších lučních porostů a trávníků v temperátní zóně Evropy.

Na každé ploše byla dále odebrána nadzemní biomasa, a to ve třech kroužcích o velikosti 0,09 m². Aritmetický průměr z těchto tří hodnot sloužil jako odhad biomasy daného porostu. Tato biomasa byla dělena na živou a mrtvou (opad + stojící mrtvá biomasa) frakci. Sušina biomasy byla zjišťována vážením po vysušení do konstatní hmotnosti při 90 °C. Rovněž byl odebrán směsný půdní vzorek, který vznikl spojením 5 vzorků odebraných náhodně na každé ploše, z nejvíce prokořeněné vrstvy půdy z hloubky 3 - 10 cm. V tomto půdním vzorku bylo standardními metodami změřeno pH (ve vodě a v KCl), celkový obsah uhlíku a dusíku a výměnné kationty vápníku, draslíku, sodíku, a fosfor ve výluhu 1M BaCl metodou ICP OES. Závislost druhového bohatství na vlastnostech půdy a velikosti nadzemní biomasy byla hodnocena pomocí Pearsonsova korelačního koeficientu (SOKAL et ROHLF 1995). Vztah mezi druhovým složením porostů a vlastnostmi prostředí byl hodnocen pomocí metody CCA (canonical correspondence analysis - TER BRAAK 1987).

Pro analýzu dominance/diverzity byla vybrána plocha o velikosti 0,75×0,75 m v druhově velmi bohatém porostu. Na této ploše byla sklizena v polovině června nadzemní biomasa a dále byl spočítán počet jedinců každého druhu. U klonálních rostlin byly za jedince považovány jednotlivé ramety, tj. potenciálně samostatné části rostliny s modulárním růstem.

Pro cévnaté rostliny byla použita nomenklatura podle Holuba, Neuhauslové a Kolbeka (1982) s výjimkou *Taraxacum* sect. *Ruderalia* a druhových agregátů.

VÝSLEDKY

Počet druhů cévnatých rostlin roste s velikostí plochy zpočátku rychle, pro větší plochy pomaleji. Po transformaci obou proměnných logaritmováním získáme přibližně lineární závislost s tendencí k poklesu hodnoty směrnice regresní přímky pro větší velikosti plochy (tab. 1). Závislost zjištěná na druhově nejbohatší sérii ploch v oblasti Čertoryje má oproti údajům z dalších částí Evropy uvedených na obr. 1 odlišný průběh; pro malé velikosti plochy (do 100 cm²) je počet druhů na Čertoryjích relativně nízký, pro větší plochy rychle narůstá, takže u ploch s velikostí nad cca. 5 m² je již ze srovnávaných souborů nejvyšší.

Počet druhů na dané velikosti plochy dosahuje v souboru 28 lokalit velmi různých hodnot. Pro nejmenší plochy o velikosti 0,0042 m² je to 1 až 11 druhů, na plochách o velikosti 0,09 m² je to 4 až 32 druhů, pro největší plochy (24 m²) bylo zjištěno 21 až 103 druhů. Variabilita v počtu druhů na ploše, vyjádřená pomocí variačního koeficientu, klesá s rostoucí velikostí plochy: pro nejmenší plochy dosahuje hodnoty 53%, pro největší již jen 32%.

Výsledky korespondenční analýzy CCA (obr. 2) naznačují, že s výjimkou obsahu fosforu v půdě, který je vyšší v lemových a mezofilnějších typech porostů, ostatní charakteristiky půdy určují druhové složení porostů obdobným způsobem: pH, obsah dusíku, uhlíku a poměr uhlík/dusík v půdě dosahují maximálních hodnot v druhově chudších porostech s dominancí bezkolencem (*Molinia arundinacea*) nebo jsou jen málo významné (obsah hořčičku, sodíku a draslíku). Také korelace mezi počtem druhů a půdními charakteristikami jsou vesměs neprůkazné, s výjimkou negativního vlivu C/N a jen pro nejmenší plochy průkazného pozitivního vlivu obsahu hořčičku a vápníku v půdě (tab. 2). Z obr. 2 také plyne, že existuje několik faktorů, které negativně ovlivňují druhovou pestrost. V první řadě je to mírně, ale po delší období zvýšená vlhkost půdy, která vede k ústupu druhů nesnášejících nižší koncentraci kyslíku v půdě. Nízká druhová diverzita je rovněž spojena s rozvolněnými porosty, které mají velmi nízkou nadzemní biomasu (v maximu < 200 g sušiny/m²). Konečně, v řadě porostů jsou výrazně zastoupeny druhy, jako jsou *Calamagrostis epigejos* a *Leucanthemum vulgare* agg. nebo lesní druhy, které nejsou pro bělokarpatské louky typické. I v tomto případě dochází k poklesu druhové pestrosti.

Vliv živé nadzemní biomasy na druhovou pestrost je nevýznamný. Naopak, mrtvá biomasa má velmi negativní vliv na počet druhů na ploše, zvláště pro malou velikost plochy. Oproti tomu biomasa mechorostů patra koreluje s druhovým bohatstvím cévnatých rostlin. Vztah mezi diverzitou na nejmenší a největší ploše je sice průkazný, ale nikoli příliš výrazný ($r = 0,4$, $P = 0,034$, viz tab. 2).

Křivka dominance/diverzity je pro počty jedinců ve srovnání s křivkou pro nadzemní biomasu vyrovnanější, s méně strmými konci křivky. Levá strmě klesající část křivky je navíc pro počty jedinců delší než stejná část křivky pro biomasu (obr. 3).

DISKUSE

Ve vztahu k dalším oblastem známým velkým počtem druhů má druhové bohatství cévnatých rostlin v oblasti Čertoryje nečekaný charakter závislosti na velikosti plochy. Relativně nízký počet druhů na plochách do c. 0,05 m² by mohl být způsoben větší velikostí jednotlivých jedinců. V tom případě by se jich na malé ploše vešel malý počet a v důsledku toho by i počet druhů byl nízký. Tento mechanismus však můžeme vyloučit, protože druhové složení srovnávaných trávníků je dosti podobné a případné rozdíly ve velikosti jedinců se pravděpodobně pohybují v rozmezí desítek procent, což nemůže vysvětlit několikanásobné rozdíly v počtu druhů.

Dostupnost základních živin je základním předpokladem pro koexistenci druhů. Je-li nedostatek zdrojů, přežívají jen specializované druhy, kterých je nízký počet, pokud je zdrojů nadbytek, uplatní se druhy s velkou rychlostí růstu, které využijí většinu dostupných zdrojů, vytvoří velkou biomasu (AL-MUFTI et al. 1977, MOORE et KEDDY 1989, PUERTO et al. 1990, ROSENZWEIG et al.

1993, WISHEU et KEDDY 1989, NAEEM et al. 1996). V takových porostech dochází k intenzivní konkurenci o světlo a k ústupu druhů, jejichž požadavky nemohou být uspokojeny. Naopak, velmi nízká biomasa nutně koreluje s nízkým počtem druhů, protože nízká biomasa indikuje nedostatek zdrojů nebo nepříznivé prostředí, v kterém může přežívat jen omezený počet druhů.

Na studovaných plochách byl počet druhů na jakékoli velikosti plochy nezávislý na živé nadzemní biomase odhadnuté pro daný porost. Vzhledem k tomu, že biomasa byla odebrána těsně před kosením, je její hodnota těsně korelována s produktivitou a tedy ani na této charakteristice druhová diverzita nezávisí. Toto zjištění je ve shodě s výsledky publikovanými v práci Moore et Keddy (MOORE et KEDDY 1989), kteří rovněž uvádějí, že typickou jednovrcholovou křivku s pomalým poklesem doprava, popisující závislost počtu druhů na biomase, je možno získat jen pokud zahrneme do analýzy velmi široké rozmezí biomasy (tj. řadu vegetačních typů), zatímco v rámci jediného vegetačního typu je tato závislost neprůkazná.

Zjištění, že mrtvá nadzemní biomasa má na druhovou diverzitu statisticky významný negativní vliv pro všechny velikosti pokusných ploch znamená, že druhová pestrost na plochách, které jsou koseny jen nepravidelně, klesá. To je způsobeno sníženou klíčivostí a malou pravděpodobností uchycení semenáčků, které trpí nedostatkem světla vzhledem k opadu přetrvávajícímu na povrchu půdy. Při větší akumulaci mrtvé biomasy dochází k zastínění rostlin s nižším vzrůstem a některé rostliny mohou jen obtížně prorůst skrze nahromaděný opad. Na množství světla dopadajícího na povrch půdy jsou rovněž závislé mechorosty, jejichž biomasa je korelována s druhovou pestrostí cévnatých rostlin. Rovněž negativní vztah mezi poměrem uhlíku/dusík a počtem druhů rostlin na ploše ukazuje na negativní vliv akumulovaného opadu na druhovou diverzitu. Množství mrtvé biomasy roste s živou biomasou, která rovněž způsobuje zastínění půdního povrchu, takže negativní vliv mrtvé a živé biomasy se sečítá.

Pozitivní vztah mezi koncentrací hořčíku a vápníku v půdě a počtem druhů rostlin na ploše o velikosti 0,0042 m² naznačuje, že na malé prostorové škále se mohou z hlediska druhové diverzity významně uplatnit i vlastnosti půdy, jejichž význam však pro větší velikosti ploch mizí.

Struktura porostu na druhově nejbohatší ploše ukazuje, že několik druhů, zastoupených velkým počtem jedinců, má relativně nižší biomasu a řada druhů zastoupených jen jedním nebo velmi málo jedinci má biomasu relativně velkou (obr. 3). Koexistence je tedy usnadněna tím, že nejvýznamnější druhy mají velké jedince, kteří snadněji konkurují svým sousedům. Díky své mohutnosti mohou mít rozsáhlejší a do větších hloubek sahající kořenový systém, takže lépe přežívají nepříznivé období sucha v letním období. Naopak, několik druhů s velkým počtem individuí má rozměrem malé jedince, takže jejich vliv je relativně zmenšen. To odpovídá hypotéze o zvýhodnění vzácných a znevýhodnění (některých) hojných druhů (PALMER 1994).

Z prezentovaných výsledků plyne, že plochy s velmi vysokou druhovou diverzitou zaujímají jen menší část NPR Čertoryje a jejího okolí. Je pro ně charakteristické pravidelné kosení jednou ročně, nikdy nejsou hnojeny. Půda na těchto lokalitách obsahuje nadprůměrné množství vápníku a s ním korelovaného hořčíku, což vede k nárůstu diverzity na malých ploškách. Díky způsobu využívání v posledních desítkách let, díky svažitosti, půdním vlastnostem a pravděpodobně i dalším faktorům se nadzemní biomasa těchto porostů pohybuje mezi 250-500 g sušiny/m², ale spíše při dolním okraji tohoto rozmezí. Pro udržení těchto ploch s vysokou diverzitou je podstatné, že množství mrtvé biomasy před sečí díky pravidelnému kosení nikdy nepřesahuje 250 g sušiny/m².

PODĚKOVÁNÍ

Výsledky byly zpracovány v rámci grantu 206/97/0937 GAČR a projektu M44 Agentury pro ochranu přírody a krajiny ČR. Na sběru terénních dat se podíleli především M. Larsson, M. Hájek, M. Ott, R. Nekardová, Z. Kaplan, M. Dančák, Šárka, Miša, Azbest. Jim všem patří můj dík. Za pečlivé pročetí rukopisu a připomínky děkuji J. W. Jongepierovi.

LITERATURA

- Al-Mufti M. M., Sydes C. L., Furness S. B., Grime J. P., Band S. R. 1977: A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. - *Journ. of Ecol.*, Oxford, 65: 759-791.
- Grulich V. 1992: Fytogeografická charakteristika. In: Kuča P., al. (eds.): Biele/Bílé Karpaty. pp. 79-83. - Bratislava.
- Holub J., Neuhauslová Z., Kolbek J. 1982: Vyšší rostliny. In: Neuhauslová Z., Kolbek J. (eds.): Seznam vyšších rostlin, mechorostů a lišejníků střední Evropy užitých v bance geobotanických dat BÚ ČSAV. 224 pp. - Botanický ústav ČSAV, Průhonice.
- Jongepier J. W., Jongepierová I. 1990: Inventarizační průzkum SPR Čertoryje CHKO Bílé Karpaty. Ms., pp. 1-14. [Depon. in: Správa CHKO Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou].
- Jongepierová I., Grulich V. 1992: Přehled typů vegetace. In: Kuča P., al. (eds.): Biele/Bílé Karpaty. pp. 83-89. - Bratislava.
- Jongepierová I., Jongepier J. W., Klimeš L. 1994: Obnova druhově bohatých luk v Bílých Karpatech. - Příroda, Praha, 1: 185-189.
- Klika J. 1939: Die Gesellschaften des Festucion valesiacae-Verbandes in Mitteleuropa. - *Stud. Bot. Čech.*, Praha, 2: 117-157.
- Klimeš L. 1995: Small-scale distribution of species richness in a grassland (Bílé Karpaty Mts., Czech Republic). - *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 30: 499-510.
- Klimeš L., Jongepier J. W., Jongepierová I. 1995: Variability in species richness and guild structure in two species-rich grasslands. - *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 30: 243-253.
- Kubíková J., Hrouda L., Kučera T., Hadinec J. 1996: Studie vegetace a květeny vybraného krajinného segmentu v CHKO Bílé Karpaty. In: Uhlířová J., Valachovič M. (eds.): Doc. Dr. Pavel Sillinger (1905-1938) - Zborník referátov zo seminára konaného pri príležitosti výročia narodenia Pavla Sillinger. - Bulletin Slovenskej botanickej spoločnosti pri Slovenskej Akadémii vied., pp. 26-32. - SBS pri SAV, Bratislava.
- Kull K., Zobel M. 1991: High species richness in an Estonian wooded meadow. - *Journ. Veget. Sci.*, Uppsala, 2: 711-714.
- Kubíková J. 1970: Geobotanické praktikum. Universita Karlova, Praha, 186 pp.
- Moore D. R. J., Keddy P. A. 1989: The relationship between species richness and standing crop in wetlands: the importance of scale. - *Vegetatio*, 79: 99-106.
- Naeem S., Hakansson K., Lawton J. H., Crawley M. J., Thompson L. J. 1996: Biodiversity and plant productivity in a model assemblage of plant species. - *Oikos*, Copenhagen, 76: 259-264.
- Nevole J. 1947: Studie o lučních porostech Bílých Karpat. - Sborník Klubu přírodovědeckého v Brně, Brno, 28: 45-53.
- Onipchenko V. G., Semenova G. V. 1995: Comparative analysis of the floristic richness of alpine communities in the Caucasus and the Central Alps. - *Journ. Veget. Sci.*, Uppsala, 6: 299-304.
- Palmer M. W. 1994: Variation in species richness: towards a unification of hypotheses. *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 29: 511-530.
- Pärtel M., Zobel M. 1995: Small-scale dynamics and species richness in successional alvar plant communities. - *Ecography*, Copenhagen, 18: 83-90.
- Podpěra J. 1930: Vergleichende Studien über das Stipetum stenophyllae. In: Rübel E. (ed.): Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Tschechoslowakei und Polen 1928. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 6: 191-210.
- Podpěra J. 1948: Jak se vyvíjel floristický výzkum Bílých Karpat. - Pr. Morav.-slez. Akad. Věd Přír., Brno, 19/7: 1-26.
- Podpěra J. 1951: Rozbor květenného komponentu Bílých Karpat. - Spisy Přírod. Fak. Masaryk. Univ. Brno, Ser. L 5, Brno, 325: 1-62.
- Puerto A., Rico M., Matias M. D., Garcia J. A. 1990: Variation in structure and diversity in Mediterranean grasslands related to trophic status and grazing intensity. - *Journ. Veget. Sci.*, Uppsala, 1: 445-452.

- Rosenzweig M.L., Abramsky Z. 1993: How are diversity and productivity related? In: Ricklefs R. E., Schluter D. (eds.): Species diversity in ecological communities. Historical and geographical perspectives, pp. 52-65. - The University of Chicago Press, Chicago.
- Sillinger P. 1929: Bílé Karpaty. Nástin geobotanických poměrů se zvláštním zřetelem ke společenstvům rostlinným. - Rozpr. Král. Čes. Společ. Nauk, Praha, Cl. Math.-Natur., Ser. V., 8, 3: 1-73.
- Sokal R. R., Rohlf F. J. 1995: Biometry. 3. vydání. - W.H. Freeman, New York.
- Staněk S., Jongepierová I., Jongepier J. W. 1996: Historická květena Bílých Karpat. - Sb. Přírodověd. Kl. Uherské Hradiště, Suppl. 1, 198 pp.
- Ter Braak C. J. F. 1987: CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis (version 2.1). - Technical Report LWA-88-02, Agricultural Mathematics Group, Wageningen.
- Thusták V. 1975: Syntaxonomický přehled travinných společenstev Bílých Karpat. - Preslia, Praha, 47: 129-154.
- Thusták V., Jongepierová-Hlobilová I. 1990: Orchideje Bílých Karpat. 127 pp., Olomouc.
- van der Maarel E., Sykes M. T. 1993: Small-scale plant species turnover in a limestone grassland: the carousel model and some comments on the niche concept. - Journ. Veget. Sci., Uppsala, 4: 179-188.
- Willems J.H., Peet R.K., Bik L. 1993: Changes in chalk-grassland structure and species richness resulting from selective nutrient additions. - Journ. Veget. Sci., Uppsala, 4: 203-212.
- Wisheu I.C., Keddy P.A. 1989: Species richness - standing crop relationship along four lake shore gradients: constraints on the general model. - Can. Journ. Bot., Ottawa, 67: 1609-1617.

Tabulka 1. Seznam cévnatých rostlin na druhově nejbohatší ploše (č. 26) z 28 ploch v oblasti NPR Čertoryje a Vojšických luk. (lokalita Čertoryje, 1995). k1-k3: 0,0042 m², m1-m3: 0,01 m², v1-v3: 0,09 m², r1: 2,25 m² a r5: 24,0 m²; sum: celkový počet ploch s výskytem daného druhu.

	k1	k2	k3	m1	m2	m3	v1	v2	v3	r1	r5	sum
<i>Achillea millefolium</i> agg.				1		1	1			1	1	5
<i>Ajuga reptans</i> L.										1	1	2
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) L. C. RICHARD											1	1
<i>Anemone sylvestris</i> L.								1		1	1	3
<i>Anthericum ramosum</i> L.						1			1	1	1	4
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.											1	1
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.										1	1	2
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) SCOP									1		1	2
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) BEAUV. ex J. et C. PRESL								1	1			2
<i>Asperula tinctoria</i> L.					1	1	1			1	1	6
<i>Betonica officinalis</i> L.										1	1	2
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) BEAUV.			1	1			1	1			1	5
<i>Briza media</i> L.					1		1			1	1	4
<i>Bromus erectus</i> HUDSON	1			1		1	1		1	1	1	7
<i>Bupleurum falcatum</i> L.								1		1	1	3
<i>Campanula glomerata</i> L.										1	1	2
<i>Carex caryophyllaea</i> LATOURR.	1			1	1				1	1		5

	k1	k2	k3	m1	m2	m3	v1	v2	v3	r1	r5	sum
<i>Carex flacca</i> SCHREBER		1			1	1				1	1	5
<i>Carex michelii</i> HOST							1			1	1	3
<i>Carex montana</i> L.			1				1	1		1	1	5
<i>Carex panicea</i> L.						1					1	2
<i>Carex tomentosa</i> L.	1			1	1		1	1	5			
<i>Carlina acaulis</i> L.											1	1
<i>Centaurea jacea</i> L.										1	1	2
<i>Centaurea scabiosa</i> L.								1		1	2	
<i>Chamaecytisus supinus</i> agg.							1	1	1	3		
<i>Cirsium canum</i> (L.) ALL.										1	1	
<i>Cirsium pannonicum</i> (L. fil.) LINK						1	1	1		3		
<i>Colchicum autumnale</i> L.									1	1	2	
<i>Coronilla varia</i> L.						1		1	1	3		
<i>Crataegus monogyna</i> JACQ.										1	1	
<i>Crepis praemorsa</i> (L.) TAUSCH						1	1	1		1	1	5
<i>Cruciata glabra</i> (L.) EHREND.									1		1	
<i>Dactylis glomerata</i> L.						1	1		1	1	4	
<i>Dianthus carthusianorum</i> L.										1	1	
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> agg.								1		1	2	
<i>Elytrigia intermedia</i> (HOST) NÉVSKIJ	1								1	1	3	
<i>Erysimum odoratum</i> EHRH.										1	1	2
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.										1	1	2
<i>Euphorbia villosa</i> WALDST. et KIT. ex WILLD.										1	1	2
<i>Euphorbia virgata</i> WALDST. et KIT.											1	1
<i>Festuca rubra</i> L.										1	1	2
<i>Festuca rupicola</i> HEUFFEL	1	1	1	1			1	1	1	1	1	9
<i>Filipendula vulgaris</i> MOENCH			1		1	1		1	1	1	1	8
<i>Fragaria viridis</i> DUCHESNE						1	1		1	1	1	5
<i>Galium boreale</i> L.										1		1
<i>Galium pumilum</i> MURRAY											1	1
<i>Galium verum</i> L.								1		1	1	3
<i>Genista tinctoria</i> L.										1	1	
<i>Geranium sanguineum</i> L.											1	1
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. BR.											1	1
<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) MILLER						1	1	1	1	1	1	7
<i>Hieracium pilosella</i> L.							1					1
<i>Hypochoeris maculata</i> L.								1		1	1	3
<i>Inula ensifolia</i> L.										1	1	2
<i>Inula hirta</i> L.										1		1
<i>Inula salicina</i> L.						1		1	1	1	1	5
<i>Iris variegata</i> L.											1	1
<i>Knautia arvensis</i> (L.) COULTER											1	1
<i>Knautia kitaibelii</i> (SCHULTES) BORBÁS.										1	1	2
<i>Koeleria pyramidata</i> (LAM.) BEAUV.											1	1
<i>Lathyrus latifolius</i> L.										1	1	2
<i>Lembotropis nigricans</i> (L.) GRISEB.										1	1	2

	k1	k2	k3	m1	m2	m3	v1	v2	v3	r1	r5	sum
Leontodon hispidus L.		1				1	1					4
Leucanthemum vulgare agg.								1	1	1		3
Ligustrum vulgare L.										1	1	1
Linum catharticum L.				1	1			1		1	1	5
Lotus corniculatus L.										1	1	2
Melampyrum cristatum L.										1	1	2
Molinia arundinacea SCHRANK				1				1		1	1	4
Myosotis arvensis (L.) HILL											1	1
Ononis spinosa L.										1	1	2
Peucedanum cervaria (L.) LAPEYR.										1	1	2
Picris hieracioides L.						1					1	2
Plantago lanceolata L.								1	1	1	1	4
Plantago media L.						1		1		1	1	4
Poa pratensis agg.					1			1			1	3
Polygala major JACQ.										1	1	2
Polygonatum odoratum (MILLER) DRUCE								1			1	2
Potentilla alba L.						1				1	1	3
Potentilla heptaphylla L.						1	1	1	1	1	1	6
Primula veris L.										1	1	2
Prunella grandiflora (L.) SCHOLLER								1			1	2
Prunella vulgaris L.								1				1
Pulmonaria angustifolia L.										1	1	1
Pulmonaria mollis WULFEN ex HORNEM.										1	1	1
Pyrethrum corymbosum (L.) SCOP.								1	1	1	1	4
Quercus robur L.											1	1
Ranunculus polyanthemos L.								1		1	1	3
Rhinanthus minor L.								1	1	1	1	3
Rosa gallica L.										1	1	1
Salvia pratensis L.								1	1	1	1	4
Sanguisorba minor SCOP.						1		1	1			3
Sanguisorba officinalis L.										1	1	1
Scabiosa ochroleuca L.						1				1	1	3
Scorzonera hispanica L.										1	1	2
Senecio umbrosus WALDST. et KIT.										1	1	1
Serratula tinctoria L.								1		1	1	3
Silene nutans L.										1	1	2
Silene vulgaris (MOENCH) GARCKE										1	1	1
Symphytum tuberosum L.										1	1	1
Taraxacum sect. Ruderalia KIRSCHNER, ØLLGARD et ŠTĚPÁNEK								1		1	1	3
Tetragonolobus maritimus (L.) ROTH										1	1	1
Teucrium chamaedrys L.	1							1		1	1	4
Teucrium montanum L.									1			1
Thesium linophyllum L.				1		1		1	1	1	1	6
Thymus pulegioides L.					1					1	1	3
Tragopogon orientalis L.										1	1	1

	k1	k2	k3	m1	m2	m3	v1	v2	v3	r1	r5	sum
Trifolium montanum L.				1						1	1	3
Trifolium ochroleucon HUDSON											1	1
Trifolium rubens L.									1	1	1	3
Trisetum flavescens (L.) BEAUV.						1						1
Veronica teucrium L.								1		1	1	3
Viola hirta L.					1	1		1		1	1	5
celkový počet druhů	6	4	3	10	13	18	20	32	25	70	103	114

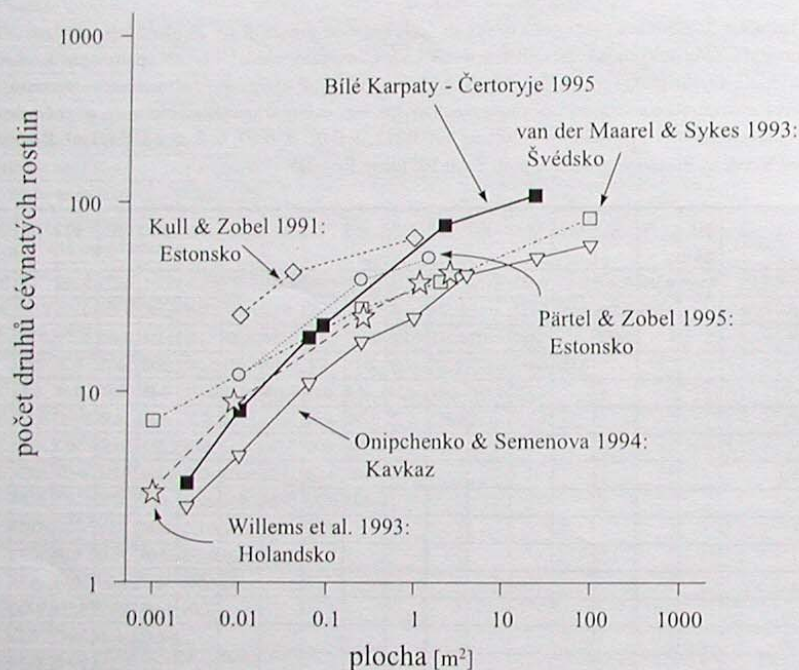
Tabulka 2. Korelace mezi počtem druhů a vlastnostmi prostředí na 28 plochách v oblasti NPR Čertoryje a Vojšických luk. N: celkový dusík [%], C: celkový uhlík [%], C/N: poměr uhlík / dusík, Ca [mg/g sušiny půdy], K [mg/g], Mg [mg/g], Na [mg/g], P [mg/g], z: živá nadzemní biomasa, m: mrtvá nadzemní biomasa, em: biomasa mechorostů, vse: celková nadzemní biomasa, p: počet druhů cévnatých rostlin na plochách o velikosti: 1: 0,0042, 2: 0,01, 3: 0,09, 4: 2,25 a 5: 24,0 m². Kurzívou jsou uvedeny hodnoty, pro které platí $P < 0,10$, tučně $P < 0,05$.

	pH	N	C	CN	Ca	K	Mg	Na	P	z	m	em	vse	p1	p2	p3	p4	p5
	[KCl]																	
pH [H ₂ O]	0.959	0.552	0.664	0.371	0.783	-0.14	0.369	-0.14	-0.12	0.001	0.093	0.213	0.078	0.251	0.273	0.209	0.11	0.192
pH [KCl]		0.586	0.746	0.457	0.824	-0.15	0.328	-0.18	-0.13	-0.02	0.14	0.161	0.099	0.168	0.197	0.154	0.045	0.156
N			0.659	-0.04	0.684	-0.06	0.515	0.125	0.265	0.249	0.004	0.266	0.121	0.313	0.186	0.229	0.063	0.07
C				0.721	0.697	0.153	0.274	-0.08	-0.13	-0.05	0.304	0.005	0.201	-0.18	-0.21	-0.26	-0.36	-0.2
CN					0.322	0.234	-0.07	-0.23	-0.4	-0.29	0.418	-0.21	0.171	-0.48	-0.43	-0.53	-0.52	-0.35
Ca						-0.11	0.613	-0.31	0.096	-0.01	-0.05	0.256	-0.03	0.38	0.36	0.344	0.133	0.161
K						-0.21	-0.08	0.311	-0.07	0.366	-0.12	0.23	-0.3	-0.17	-0.3	-0.14	-0.17	
Mg								0.009	0.05	0.131	-0.16	0.175	-0.05	0.438	0.307	0.359	0.271	0.274
Na									-0.23	0.363	0.084	-0.12	0.211	-0.18	-0.36	-0.1	0.006	0.097
P									0.217	0.04	0.242	0.133	0.184	0.334	0.147	0.038	-0.21	
z										0.475	0.031	0.775	-0.06	-0.16	-0.08	-0.14	-0.05	
m											-0.2	0.923	-0.57	-0.55	-0.61	-0.51	-0.39	
em												-0.09	0.486	0.545	0.556	0.432	0.226	
vse													-0.42	-0.44	-0.45	-0.41	-0.3	
p1															0.824	0.841	0.626	0.403
p2																0.881	0.73	0.501
p3																	0.832	0.607
p4																		0.859

Obr. 1.

Závislost počtu druhů cévnatých rostlin na velikosti plochy na několika druhově bohatých loukách v temperátní zóně Evropy.

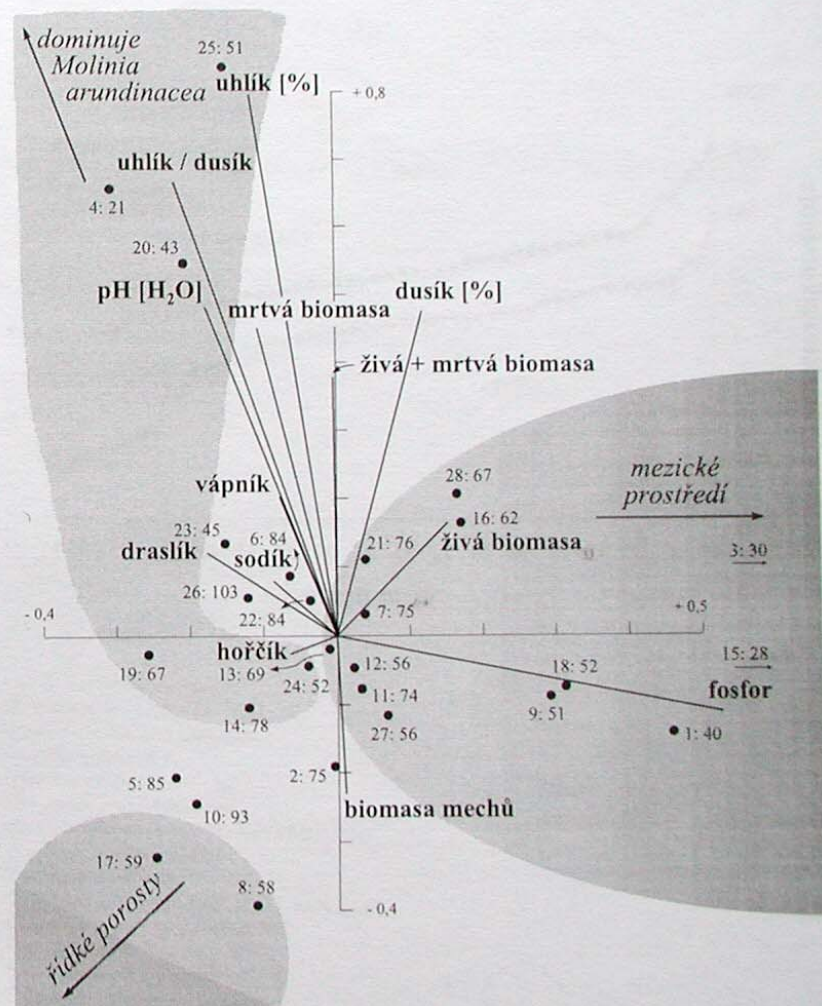
Species-area relationship in several species-rich grasslands in temperate Europe.



Obr. 2.

Ordinace (CCA) 28 ploch o velikosti 24 m² a vysvětlující faktory prostředí. Jejich významnost je dána délkou příslušné úsečky, jejíž směr naznačuje, na kterých plochách se daný faktor významně uplatňuje. Skupiny lokalit sdílející některou z významných charakteristik, které nebyly měřeny, jsou na stejném pozadí.

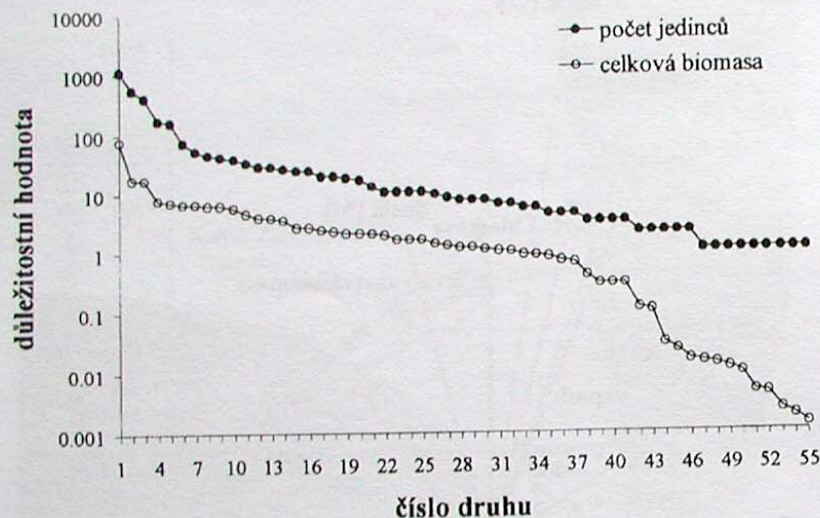
CCA ordination of 28 plots, 24 m² each, and relevant environmental factors. Their importance is given by the length of the lines. The direction of the lines indicates in which plots the particular factor plays a significant role. The groups of localities sharing a common characteristic which has not been measured are in the same background.



Obr. 3.

Křivky dominance/diverzity pro druhově bohatý luční porost v NPR Čertoryje na ploše 0,75×0,75 m. Na ose x jsou druhy seřazeny podle jejich hodnoty významnosti, která je vynesena na ose y na logaritmické škále.

Dominance/diversity curves for a species-rich stand (0,75×0,75 m) in the Čertoryje National Nature Reserve. Species on the x-axis are arranged according to their importance value which is given on the y-axis (note logarithmic scale on the y-axis).



Errata

Opravená tabulka L. Klimeše z jeho práce „Druhové bohatství luk v Bílých Karpatech“ uveřejněné v minulém sborníku (1997, č. 2) na str 31–42.

Tabulka 1. Seznam cévnatých rostlin na druhově nejbohatší ploše (č. 26) z 28 ploch v oblasti NPR Čertoryje a Vojšických luk. (lokalita Čertoryje, 1995). k1-k3: 0,0042 m², m1-m3: 0,01 m², v1-v3: 0,09 m², r1: 2,25 m² a r5: 24,0 m²; sum: celkový počet ploch s výskytem daného druhu.

	k1	k2	k3	m1	m2	m3	v1	v2	v3	r1	r5	sum
<i>Achillea millefolium</i> agg.				1		1	1			1	1	5
<i>Ajuga reptans</i> L.										1	1	2
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) L. C. RICHARD											1	1
<i>Anemone sylvestris</i> L.							1		1	1	1	3
<i>Anthericum ramosum</i> L.						1			1	1	1	4
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.											1	1
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.									1	1	2	2
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) SCOP.									1	1	2	2
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) BEAUV. ex J. et C. PRESL								1	1			2
<i>Asperula tinctoria</i> L.					1	1	1		1	1	1	6
<i>Betonica officinalis</i> L.										1	1	2
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) BEAUV.				1	1		1	1			1	5
<i>Briza media</i> L.						1		1		1	1	4
<i>Bromus erectus</i> HUDSON	1			1		1	1	1	1	1	1	7
<i>Bupleurum falcatum</i> L.								1		1	1	3
<i>Campanula glomerata</i> L.										1	1	2
<i>Carex caryophylla</i> LATOURR.	1			1	1				1	1	1	5
<i>Carex flacca</i> SCHREBER		1					1	1	1	1	1	5
<i>Carex michelii</i> HOST							1			1	1	3
<i>Carex montana</i> L.			1					1	1	1	1	5
<i>Carex panicea</i> L.						1					1	2
<i>Carex tomentosa</i> L.	1			1			1			1	1	5
<i>Carlina acaulis</i> L.											1	1
<i>Centaurea jacea</i> L.										1	1	2
<i>Centaurea scabiosa</i> L.								1			1	2
<i>Chamaecytisus supinus</i> agg.										1	1	3
<i>Cirsium canum</i> (L.) ALL.											1	1
<i>Cirsium pannonicum</i> (L. fil.) LINK								1	1	1		3
<i>Colchicum autumnale</i> L.											1	2
<i>Coronilla varia</i> L.							1			1	1	3
<i>Crataegus monogyna</i> JACQ.											1	1
<i>Crepis praemorsa</i> (L.) TAUSCH						1	1	1		1	1	5
<i>Cruciata glabra</i> (L.) EHREND.										1		1
<i>Dactylis glomerata</i> L.							1	1		1	1	4
<i>Dianthus carthusianorum</i> L.											1	1
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> agg.									1		1	2
<i>Elytrigia intermedia</i> (HOST) NĚVSKIJ	1									1	1	3
<i>Erysimum odoratum</i> EHRH.									1		1	2
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.									1		1	2
<i>Euphorbia villosa</i> WALDST. et KIT. ex WILLD.										1	1	2
<i>Euphorbia virgata</i> WALDST. et KIT.											1	1
<i>Festuca rubra</i> L.										1	1	2
<i>Festuca rupicola</i> HEUFFEL	1	1	1	1			1	1	1	1	1	9
<i>Filipendula vulgaris</i> MOENCH		1		1	1		1	1	1	1	1	8
<i>Fragaria viridis</i> DUCHESNE				1	1		1			1	1	5

	k1	k2	k3	m1	m2	m3	v1	v2	v3	r1	r5	sum
<i>Galium boreale</i> L.										1	1	1
<i>Galium pumilum</i> MURRAY										1	1	1
<i>Galium verum</i> L.									1	1	1	3
<i>Genista tinctoria</i> L.										1	1	1
<i>Geranium sanguineum</i> L.										1	1	1
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. BR.										1	1	1
<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) MILLER				1	1	1	1	1	1	1	1	7
<i>Hieracium pilosella</i> L.					1					1	1	1
<i>Hypochoeris maculata</i> L.						1				1	1	3
<i>Inula ensifolia</i> L.										1	1	2
<i>Inula hirta</i> L.										1	1	1
<i>Inula salicina</i> L.				1			1	1		1	1	5
<i>Iris variegata</i> L.										1	1	1
<i>Knautia arvensis</i> (L.) COULTER										1	1	2
<i>Knautia kitaibelii</i> (SCHULTES) BORBÁS.										1	1	1
<i>Koeleria pyramidata</i> (LAM.) BEAUV.										1	1	2
<i>Lathyrus latifolius</i> L.										1	1	2
<i>Lembotropis nigricans</i> (L.) GRISEB.										1	1	2
<i>Leontodon hispidus</i> L.			1			1	1				1	4
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.									1	1	1	3
<i>Ligustrum vulgare</i> L.										1	1	1
<i>Linum catharticum</i> L.					1	1		1		1	1	5
<i>Lotus corniculatus</i> L.										1	1	2
<i>Melampyrum cristatum</i> L.										1	1	2
<i>Molinia arundinacea</i> SCHRANK				1				1		1	1	4
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) HILL										1	1	1
<i>Ononis spinosa</i> L.										1	1	2
<i>Peucedanum cervaria</i> (L.) LAPEYR.										1	1	2
<i>Picris hieracioides</i> L.						1				1	1	2
<i>Plantago lanceolata</i> L.								1	1	1	1	4
<i>Plantago media</i> L.				1					1	1	1	4
<i>Poa pratensis</i> agg.				1				1		1	1	3
<i>Polygala major</i> JACQ.										1	1	2
<i>Polygonatum odoratum</i> (MILLER) DRUCE							1			1	1	2
<i>Potentilla alba</i> L.						1				1	1	3
<i>Potentilla heptaphylla</i> L.					1	1	1	1	1	1	1	6
<i>Primula veris</i> L.										1	1	2
<i>Prunella grandiflora</i> (L.) SCHOLLER								1		1	1	2
<i>Prunella vulgaris</i> L.								1		1	1	1
<i>Pulmonaria angustifolia</i> L.										1	1	1
<i>Pulmonaria mollis</i> WULFEN ex HORNEM.										1	1	1
<i>Pyrethrum corymbosum</i> (L.) SCOP.							1	1	1	1	1	4
<i>Quercus robur</i> L.										1	1	1
<i>Ranunculus polyanthemus</i> L.								1		1	1	3
<i>Rhinanthus minor</i> L.									1	1	1	3
<i>Rosa gallica</i> L.										1	1	1
<i>Salvia pratensis</i> L.								1	1	1	1	4
<i>Sanguisorba minor</i> SCOP.							1		1	1	1	3
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.										1	1	1
<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.					1					1	1	3
<i>Scorzonera hispanica</i> L.										1	1	2
<i>Senecio umbrosus</i> WALDST. et KIT.										1	1	1
<i>Serratula tinctoria</i> L.								1		1	1	3

	k1	k2	k3	m1	m2	m3	v1	v2	v3	r1	r5	sum
<i>Silene nutans</i> L.										1	1	2
<i>Silene vulgaris</i> (MOENCH) GARCKE										1	1	1
<i>Symphytum tuberosum</i> L.										1	1	1
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>								1		1	1	3
KIRSCHNER, ØLLGARD et ŠTĚPÁNEK												
<i>Tetragonolobus maritimus</i> (L.) ROTH										1	1	1
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	1							1		1	1	4
<i>Teucrium montanum</i> L.									1			1
<i>Thesium linophyllum</i> L.					1		1	1	1	1	1	6
<i>Thymus pulegioides</i> L.						1				1	1	3
<i>Tragopogon orientalis</i> L.										1	1	1
<i>Trifolium montanum</i> L.					1					1	1	3
<i>Trifolium ochroleucon</i> HUDSON										1	1	1
<i>Trifolium rubens</i> L.									1	1	1	3
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) BEAUV.							1					1
<i>Veronica teucrium</i> L.								1		1	1	3
<i>Viola hirta</i> L.								1	1	1	1	5
celkový počet druhů	6	4	3	10	13	18	20	32	25	70	103	114