

## Zdroje floristických údajů v České republice: jak je získat, zpracovat a využít

### Sources of floristic data in the Czech Republic: how to acquire, process and use them

Petr Petřík

*Botanický ústav AV ČR, CZ-252 43 Průhonice; e-mail: petrik@ibot.cas.cz*

#### Abstract

Despite a long tradition of phytogeographical research in the Czech Republic, no complete national distribution database (atlas) based on an up-to-date and systematic field survey is available. This paper deals with (i) available data sources on plant distribution in the Czech Republic, (ii) possibilities to link phytosociological and grid mapping data, (iii) pros and cons of the grid-mapping method, and (iv) suitability of this method for mapping vascular plants in the Czech Republic. Two mapping schemes for the Czech vascular flora are suggested, one based on a long-term, systematic field survey mapping of the whole country within the CEBA quadrants, the other one covering only a part of the Czech Republic during a short time.

**Key words:** flora grid mapping, phytogeography, relevés

**Nomenklatura:** Kubát et al. (2002), Moravec et al. (1995)

#### Úvod

Základním stavebním kamenem botaniky kdekoliv na světě je povědomí o rozšíření rostlin stejně jako je potřebná silná základna kvalitních floristů pro fungování botanické obce. Bohužel právě floristice nebyla u nás v posledních desetiletích věnována patřičná pozornost, což se nutně promítlo do nesystematického sběru, zpracování a syntézy chorologických údajů na úrovni celého státu, jak ukáží později. Z toho důvodu si téma floristických dat v České republice zaslouží širší diskuzi, jež by snad mohl podnítit tento příspěvek.

Česká republika v porovnání se sousedními státy dosud postrádá funkční databázi floristických údajů, jež by zajišťovala jejich výměnu a neustálou aktualizaci. Tato databáze by měla být postavena především na systematickém terénním sběru dat koordinovaném na národní úrovni, a to ve stejné kvalitě jako je tomu v některých pobočkách ČBS (např. v jižních Čechách) nebo v regionech, kde se aktivně mapuje flóra (tab. 1). Důsledkem slabého centrálního organizování digitalizace floristických údajů je mimo jiné fakt, že po našich institucích je rozeseta řada databází, které většinou nemají pevný taxonomický rámec (jmenný seznam) a záznamy se zadávají pouze v původním znění. Přestože je uvádění původních

Tab. 1. – Přehled projektů síťového mapování v České republice. Kurzívou vyznačeny neukončené projekty. \* – druhá úroveň mapování v 1/1024 CEBA; ? – údaje chybí nebo byly zřejmě zahrnuty i historické či duplicitní; čísla v závorce u počtu záznamů včetně duplicitních údajů celkem.

Tab. 1. – Overview of grid mapping projects in the Czech Republic. Ongoing projects are in italics. \* – second mapping level in 1/1024 CEBA; ? – missing data or duplicities with historical records probably included; numbers in parentheses include duplicities of records.

Publikace (oblast) / Úroveň rozlišení Publication (region) / Resolution degree	Doba (roky) Duration (yrs)	Počet polí Grids nr.	Počet záznamů Records nr.	Počet taxonů Taxa nr.	Počet mapovatelů Contributors nr.
<b>1 kvadrant (1/4 CEBA)</b>					
<i>Faltys 1990a</i>	26 (11)	44	28 500 (200 000)	1 421	20
<i>Faltys 1990b</i>	9	58	30 000 (100 000)	1 200	6
<i>Procházka F., Štech M. et al. (Šumava)</i>	13	105	±350 000?	1 500	desítky
<i>Faltys 1986</i>	?	100	?	978	?
<b>1/16 CEBA</b>					
<i>Jongepier J. W. &amp; Jongepierová I. et al. (Bílé Karpaty; Jongepier 2005)</i>	5	127	430 000?	1 500	21
<b>1/64 CEBA</b>					
<i>Härtel H., Bauer P. et al. 1997 (Labské pískovce)*</i>	13	213	±70 000	±800	±20
<i>Lepší M. &amp; P., Boublík K. (Novohradské hory)</i>	3	150	17 000	±1 000	3
<b>1/100 CEBA</b>					
<i>Kolbek et al. 1999 (Křivoklátsko)</i>	18	546	151 100 (400 000)	1 533	46
<i>Danihelka J., Šumberová K. &amp; Grulich V. ("Pálava"; Danihelka 2002)</i>	13	267	136 000	1 300	3
<i>Vicherek et al. 2000 (soutok Moravy a Dyje)</i>	3	57	23 000	873	3
<i>Grulich 1997 (Podýjí)</i>	5	172	50 000	1 273	1
<b>1/256 CEBA</b>					
<i>Petřík P. (Ještědský hřbet)*</i>	6	213	48 840	1 079	1

zápisů v souvislosti se soudobou určovací literaturou nezbytné, je třeba tyto údaje také inter-pretovat, a umožnit tak jejich jednoduchou vzájemnou konverzi v budoucnu.

Flórou našeho území se dlouhodobě zabývají dvě větší díla – Květena České republiky (Hejný & Slavík 1988–1992, Slavík 1995–2000, Slavík & Štěpánková 2004) a Fytokartografické syntézy (viz Slavík 1986, 1990, 1998) reprezentující v podstatě atlas rozšíření

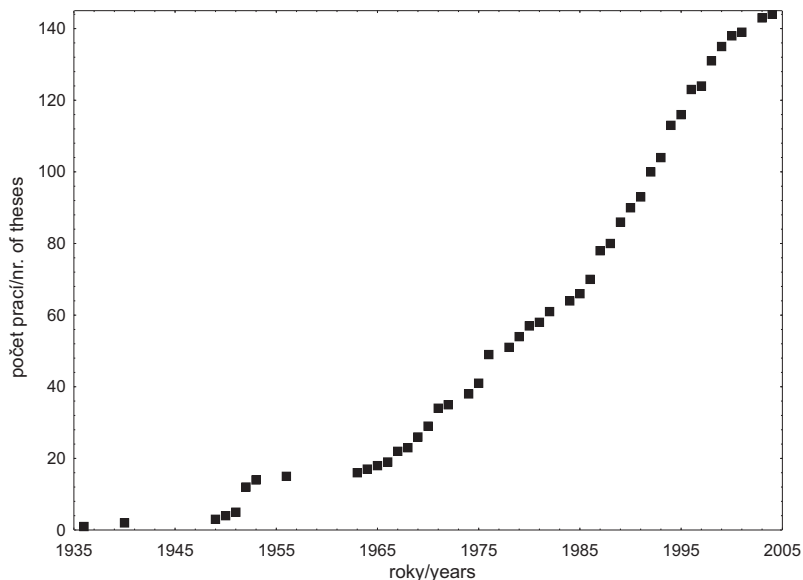
cévnatých rostlin ČR vycházející ze základních polí středoevropského síťového mapování<sup>1)</sup> a sahající svým počátkem ke konci 60. let minulého století (viz Slavík 1971a). Fytkartografické syntézy vlastně zachycují mapy rozšíření<sup>2)</sup> k taxonům, které jsou zpracovávány postupně ve svazcích Květeny České republiky. Bohužel nešťastnou se stala hned na začátku okolnost, že tyto významné projekty neprobíhaly vždy v součinnosti. Někdy tak byly údaje shromažďovány bez návaznosti na právě probíhající taxonomickou revizi určité příbuzenské skupiny. Podobné je to i s publikovanými mapami (celkem 236) ve vyšších svazcích Květen, kdy autor textu není často plně zodpovědný za mapu rozšíření k danému taxonu (v horším případě se na ní ani nepodílel). Rozpor v údajích v textech a na mapách je pak možno konfrontovat na příkladech rozšíření druhů *Adenostyles alliariae*, *Cicerbita alpina* nebo *Carlina vulgaris* (viz Hadinec 2005). Chorologické údaje v Květeně bývají tak odrazem pečlivosti jednotlivých autorů a jsou povětšinou roztroušené v nesnadno dostupných autorských rukopisech. Síťové mapy vyšlé ve Fytkartografických syntézách jsou sice založeny na ověřitelných údajích, ale absence databáze a velké množství údajů v písemné a málo pohotové podobě velmi ztěžují jejich dohledání. Na možnosti využití počítačového zpracování dat upozornili ve své době Havlíčková et al. (1981), kteří odhadli tehdejší objem dostupných údajů na 4,6 miliónů (z toho 300 tisíc údajů ze skrtacích seznamů). Spolupráce na atlasu se zakládala na omezeném počtu spolupracovníků<sup>3)</sup> a v botanické obci tato iniciativa bohužel nenalezla širší odezvy. Dalším nemalým problémem je nerozlišování mezi recentními a historickými nálezy na mapách, což může u efemérních výskytů druhu (např. *Lycopodiella inundata*) značně zkreslit obrázek aktuálního rozšíření.

Výsledky síťového mapování patří v Evropě k cenným a poměrně novodobým floristickým zdrojům. Evropská biogeografická mapují buď v souřadnicovém systému CEBA (*Central European Basic Area*, základní pole o rozloze 10' zeměpisné délky a 6' z. šířky), anebo v kilometrické síti (např. v systému UTM – *Universal Transversal Mercator* nebo v dalších devíti národních variantách). Tak byla v hrubém zrna (50 × 50 km) dosud zmapována asi pětina evropské flóry zásluhou projektu *Atlas Florae Europaeae* (viz např. Kurto et al. 2004; libovolně dosud zmapované taxony si lze zobrazit pomocí jednoduchého programu na <http://www.fimh.helsinki.fi/english/botany/afe/>). V několika středoevropských zemích probíhají v rámci projektu *Kartierung der Flora Mitteleuropas* (Ehrendorfer & Hamann 1965; viz také Slavík 1985 a 1987) národní mapování založená na různě jemném zrna mapovací síti. Do obou projektů je zapojena i Česká republika. V rámci této sítě se nejčastěji využívá síť kvadrantů (tj. čtvrtina základního pole; pro přehled prací viz např. Slavík 1994). Kilometrické síti dávají přednost v západní Evropě, ale také v její jižní a severní části (tam kvůli odstranění nežádoucího efektu zakřivení zemského povrchu). (Pro přehled lokálních flór nejlépe floristicky pokrytých Britských ostrovů viz Preston et al.

<sup>1)</sup> Celkem je jich pro ČR vymezeno 679, každé o rozloze asi 133 km<sup>2</sup> v závislosti na geografické poloze.

<sup>2)</sup> V současnosti je jich 973 (315 + 301 + 357), připravuje se čtvrtý díl s asi 500 dalšími.

<sup>3)</sup> Slavík (1986, 1990, 1998) uvádí 44 spolupracovníků při přípravě prvního dílu syntéz, 56 u druhého a u třetího svazku pouze 25, což je, pokud se jedná opravdu o výčet všech přispěvatelů, pro podobný projekt naprosto nedostačující počet (viz také Slavík 1972).



Obr. 1. – Kumulativní nárůst floristických diplomových prací obhájených na katedře botaniky PŘF UK v letech 1936 (E. Hejný: Vegetace Zábřežska a pronikání teplomilných elementů z hornomoravského úvalu do Čech) až 2004. Zpracováno na základě 144 údajů převzatých z knihovní databáze na serveru <http://www.natur.cuni.cz>.

Fig. 1. – Cumulative increase in floristic master's theses defended at the Department of Botany (Faculty of Science, Charles University in Prague) from 1936 to 2004. Based on 144 data from the library database at <http://www.natur.cuni.cz>.

2002.) Příklady zpracování rozšíření rostlin, které jsou hodny následování, je tedy mnoho. Některé projekty jsou navíc snadno dostupné přes své internetové portály jako *Webflora* (<http://www.wsl.ch/land/products/webflora>) nebo *Floraweb* (<http://www.floraweb.de>). Jen v Německu existuje rozsáhlá floristická databáze *FlorKart* čítající několik milionů floristických údajů (<http://www.biologie.uni-regensburg.de/Botanik/Florkart>).

Nakonec o tom, že česká botanická veřejnost je pozadu i za svými českými kolegy z přírodovědných oborů, svědčí např. atlas rozšíření pavouků (Buchar & Růžička 2002), atlas rozšíření obojživelníků (Moravec 1994), atlas hnízdního rozšíření ptáků (Šťastný et al. 1997) či vynikající atlas rozšíření motýlů (Beneš et al. 2002), ten navíc s zpracovanou ochrannou strategií a podrobnou literární rešerší pro každý motýlí taxon a s frekvenčním kartogramem prozkoumanosti každého kvadrantu (včetně těch neprobádaných!). Poslední dva atlasy se dočkaly i podrobnější analýzy (viz např. Storch et al. 2003).

V tomto článku se budu věnovat dostupným zdrojům floristických údajů v České republice a vzhledem k popularitě metody síťového mapování rostlin se zaměřím na její

hlavní výhody i nedostatky, a nastíním přitom návrh projektu síťového atlasu rozšíření cévnatých rostlin České republiky.

## Zdroje floristických dat v České republice

Tradiční studnici botanických znalostí zůstávají herbářové doklady. Ve více než 70 našich institucích jich má být uloženo asi osm milionů (viz [http://www.mzm.cz/mzm/ostatni/seznam\\_herbarovych\\_sbirek.html](http://www.mzm.cz/mzm/ostatni/seznam_herbarovych_sbirek.html)). U některých zvláště cenných dokladů (např. sbírky Tadeáše Haenkeho z Ameriky a Tichomoří a Australský herbář Karla Domina) se překročilo dokonce k jejich částečné digitalizaci hypermoderním systémem s tvorbou virtuálních sbírek a navazující databáze. Moravské zemské muzeum v Brně spustilo server (<http://www.mzm.cz/Botanika/>), na kterém je možné interaktivně zobrazovat výskyty taxonů v rámci polí síťového mapování.<sup>4)</sup> Webová aplikace HERBMAN s přístupem a vyhledáváním v databázi herbáře v Průhonicích PRA bude již brzo dostupná pro odbornou veřejnost (Jan Kirschner, osobní sdělení). Rozsáhlé jsou rovněž soukromé herbářové sbírky předních botaniků, které – bez možnosti napojení na ostatní zdroje – zůstávají bohužel bez širšího využití pro vědu. Mimochodem, právě pro svoji roztroušenost a špatnou katalogizaci herbářové doklady nebývají dostupné pro větší projekty.<sup>5)</sup>

Dalším zdrojem jsou nejrůznější floristické kartotéky a terénní zápisy. V Botanickém ústavu AV ČR je uložena rukopisná kartotéka Karla Domina s asi půl milionem floristických záznamů nejen vlastních, ale zachycujících botanický výzkum u nás od počátku až do roku 1950 a tzv. rozpisy s dalšími asi 400 tisíci údaji sahajícími od 50. let až do roku 1989 řazené svého času do Materiálu ČSBS (pro bližší informace je možno se obrátit na Zdeňka Kaplana, viz také dále). Bohužel tento cenný zdroj nebývá často citován ani v celostátních přehledových dílech jako je např. Květena. Vedle toho existují různé terénní formuláře a exkurzní deníky botaniků používané při práci na Fytokartografických syntézách a při přípravě Květeny České republiky. Rozsáhlou a široce využívanou kartotéku o nálezech v jižních Čechách založil a spravuje Václav Chán (viz např. Chán 1999).

Na našich univerzitách a nejrůznějších pracovištích je soustředěno mnoho diplomových a disertačních prací s floristickými údaji a jejich počet narůstá i když v posledních letech už ne tolik (alespoň tak tomu je na katedře botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, viz obr. 1). Záslužná je evidence botanických diplomových prací, která slouží k rychlejší výměně informací (viz např. server Biologické fakulty Jihočeské univerzity, který nabízí i originální práce, <http://botanika.bf.jcu.cz/diplomky.php>; popř. na katedře botaniky Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity jsou k dispozici

<sup>4)</sup> K lednu 2006 použito 133 853 údajů z celkem devíti muzejních institucí převážně z jižní části státu.

<sup>5)</sup> Dokladem toho je i fakt, že u polského atlasu tvořily herbářové údaje pouhá čtyři procenta ze všech záznamů (Zajac & Zajac 2001). Počet údajů navíc pozitivně koreluje s blízkostí centra výzkumu a dostupností území (viz Wohlgemuth 1993). K tomu jsou ještě mnohdy bohatěji doloženy spíše druhy vzácné než běžné (Niklfeld 1981).

všechny botanické diplomové práce od jejího založení; <http://www.sci.muni.cz/botany/theses/thes2000.htm>).

Od konce 80. let minulého století jsou excerpovány údaje v počítačovém programu FLDOK (relační databázi spravuje Jan Štěpánek z Botanického ústavu; historie vzniku programu viz Brabec 1999). Databáze vznikla jako materiál pro různé projekty běžící v Botanickém ústavu (např. Květena České republiky) a v současnosti obsahuje 1,25 milionu údajů (Otakar Šída, písemné sdělení) převzatých v původní podobě z publikovaných prací nebo rukopisných údajů (původně ukládaných pod vedením Pavla Tomšovice a Bohumila Slavíka do tzv. Materiálu ČSBS). Na stejném pracovišti obhospodařuje Petr Pyšek databázi cévnatých rostlin ČR s důrazem na zavlečené rostliny (viz Pyšek et al. 2002). Kromě toho Agentura ochrany přírody a krajiny ČR vede na brněnském pracovišti nálezovou databanku s asi 230 tisíci záznamy. Na internetu byly zpřístupněny literární údaje z Biosférické rezervace Pálava a blízkého okolí (<http://www.palava.cz/czw/plants/>), excerpce přes 500 pramenů k roku 2002, autor J. Danihelka) či je možné doplňovat on-line nálezovou databázi Jihočeské pobočky ČBS (<http://botanika.bf.jcu.cz/jpcbs/>), zpřístupněno zatím asi 29 000 údajů a v přípravě až 160 000, autoři Milan Štech, Vladimír Hans a Martin Lepší).

Floristické mapování má u nás dlouholetou tradici, jak ostatně ukazují četné floristické práce obsahující fyto kartogramy (přehled odkazů na publikovaná díla s chorologickými mapami viz Houfek et al. 1981, Chrtěk 1991). Dalším dokladem toho je kromě obsáhlé bibliografie botanických prací zpracovávané již od roku 1967 (zatím poslední svazek viz Neuhäuslová et al. 2005), 46 proběhlých floristických kurzů pořádaných Českou botanickou společností (Hrouda & Pyšek 1999, Štěpánek et al. 2003), i několik regionálních projektů síťového mapování na našem území (tab. 1). Z nich pouze pět je možno považovat za víceméně uzavřené (i když někdy neaktualizované) a ty zachycují na poměrně jemném zruhu zhruba devět procent plochy našeho státu. Navíc už delší dobu leží rozpracovány mapovací projekty ve středních Čechách (autor † František Mladý), povodí Jizery († Bohumil Slavík) a mapování se rozbíhá také v Litovelském Pomoraví (Martin Dančák, osobní sdělení). Jen zmapování rozsáhlého území Labských pískovců a přilehlého německého území lze považovat za evropský unikát, poněvadž část flóry je tímto projektem zachycena na velmi jemném zruhu (cf. Härtel et al. 2001). Dílčí projekty mapování používající stejnou úroveň mapování jako v Labských pískovcích se provádí i v jiných územích (CHKO Kokořínsko, CHKO Lužické hory a Brdy; osobní sdělení Hany Urbanové, Martina Bílého a Rudy Hlaváčka). K těmto územím nejsou zatím podrobněji známé bližší údaje, a proto nebyly zařazeny do tabulky 1.

Z mapování biotopů Natura 2000 je k dispozici téměř 1,5 milionů segmentů (viz také <http://mapmaker.nature.cz/>), které místy obsahují i údaje o výskytech rostlin, převážně ovšem výběrové povahy a nezřídka pochybné kvality. Nesmíme opomenout ani zápisy z lesnických typologických ploch, které jsou v poslední době digitalizovány v rámci tzv. Oblastních typologických elaborátů (v konečné podobě jich je uloženo v celoevropsky kompatibilní databázi Turboveg 52 tisíc, Václav Zouhar – ústní sdělení), i když tato data lze pro floristické potřeby použít bohužel omezeně. Jejich možné využití by mohlo

spočítat např. ve zhodnocení dřevinné skladby v jednotlivých regionech podobně, jak k tomuto účelu mj. posloužily starší údaje v Lesnickém a mysliveckém atlasu (Čermák et al. 1955). A protože chorologické údaje dřevin v našich Květenách patří k těm nejméně informativním, je tento zdroj o to cennější.

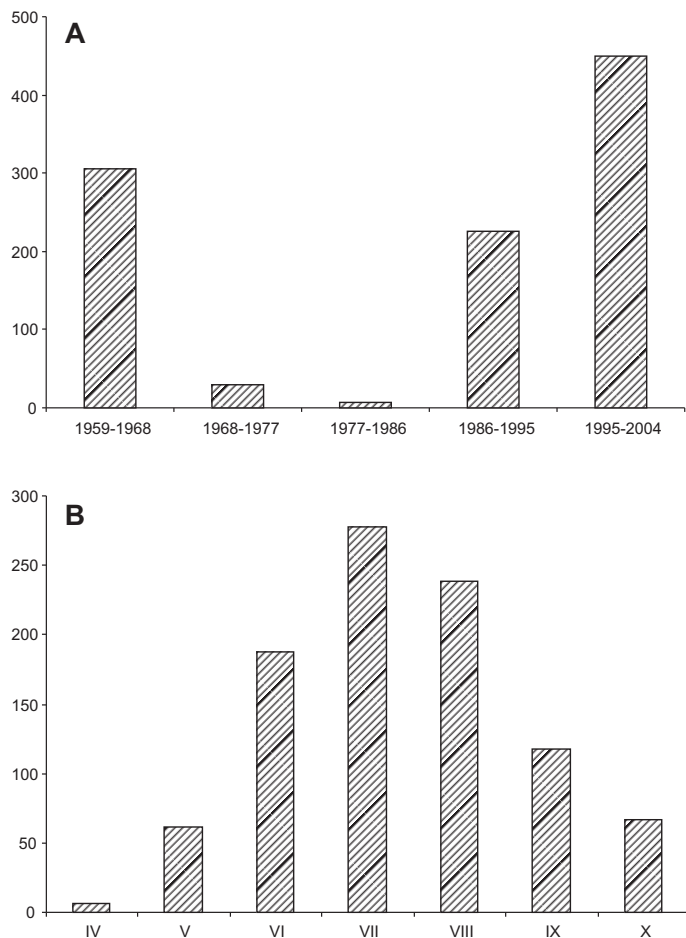
Pravděpodobně ale nejvýznamnějším zdrojem nepřímo poskytujícím digitalizovaná floristická data pro celé území ČR je Česká národní fytoocenologická databáze. V ní bylo k začátku roku 2004 uloženo kolem 62 tisíc snímků (ke konci roku 2005 jich bylo přes 70 tisíc, Milan Chytrý – písemné sdělení), což představovalo asi 1,2 milionů záznamů o výskytech rostlin (Chytrý & Rafajová 2003, viz také [http://www.sci.muni.cz/botany/dbase\\_cz.htm](http://www.sci.muni.cz/botany/dbase_cz.htm)). Vzhledem k významu těchto dat rozeberu v následující kapitole podrobněji možnosti jejich využití pro floristické potřeby.

### **Možnosti využití fytoocenologických dat pro floristický výzkum**

Výhoda fytoocenologických dat oproti floristickým spočívá v podchycení informace o mezidruhových vazbách a relativní kvantitě sledovaných druhů (především hojnějších) na úrovni společenstev, což je důležité pro oceňování stupně ohrožení (*risk assessment*) a plánování krajinného managementu orgány ochrany přírody. Při zápisu snímku je také pravděpodobnější, že se naleznou druhy při běžném floristickém výzkumu snadno přehlédnutelné. Dlouhá tradice fytoocenologického snímkování se navíc zúročuje při studiu dlouhodobých floristických změn na jemné škále, což ukázal např. Hédl (2004).

Fytoocenologické snímky představují v podstatě nepravidelnou mapovací síť o extrémně jemném zrně. Jejich prostorové uspořádání je ale výsledkem preferenčního sběru. Tento nedostatek nepomůže odstranit ani zápis snímků v pravidelné síti, neboť dochází k potlačení vzácných vegetačních typů ve prospěch těch dominantních a také v nich rostoucích druhů. V územích s mnoha periodicky se opakujícími krajinnými složkami zase hrozí, že umístěním sítě zatížíme snímkový soubor chybou (Pielou 1977). (Naopak problémy s lokalizací licovacích bodů sítě by neměly být u síťového mapování důležité, a to díky celoplošnému průzkumu polí.) Fytoocenologická data dále trpí známými nedostatky, jako je různá floristická erudice autorů vegetačních zápisů a někdy i nepřesná nebo dokonce chybná lokalizace (viz např. Chytrý & Rafajová 2003). Poměrně opomíjena je i jejich neaktuálnost poskytující často jen obraz flóry a vegetace vztahující se k určitému období (Hédl 2005). Metodologicky je stále nedořešený vztah mezi nezbytným počtem snímků a heterogenitou flóry a vegetace v mapovacím poli a velmi omezené jsou možnosti využití snímkového materiálu pro studium druhové bohatosti (Chytrý 2001). Jistým specifickým fytoocenologických dat je i mnoho taxonů určených pouze na rodové úrovni a podobně jako u floristických zdrojů jsou i zde dosud značné rozdíly v prozkoumanosti území i jednotlivých biotopů (cf. Chytrý & Rafajová 2003).

Myšlenka použít fytoocenologické snímky jako dodatečný zdroj floristických informací není vůbec nová (viz např. Krach 1977). Blažková (2002) například zjistila, že k zachycení 75–85 % druhů rostoucích ve třech relativně malých a homogenních územích, jí stačilo pořídit po třech až pěti snímcích od každého biotopu. Nepodchyceny snímkováním

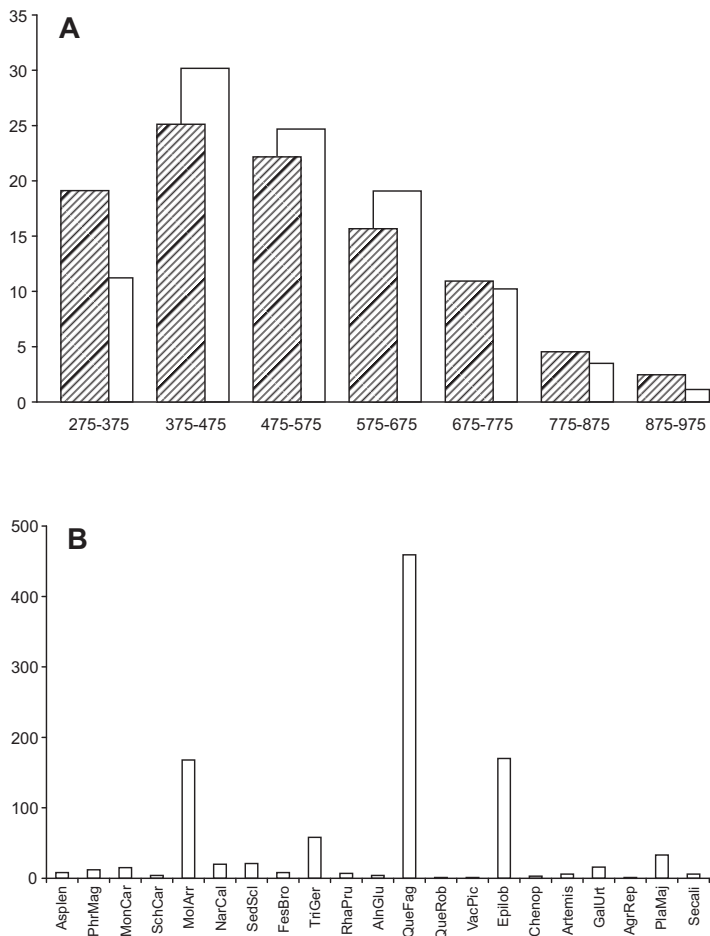


Obr. 2. – Vlastnosti fytoocenologických snímků z vegetační databáze Ještědského hřbetu komentované v textu. Na ose x: (a) roční rozpětí zápisů, (b) měsíc zápisů a na ose y: frekvence snímků.

Fig. 2. – Phytosociological sample (relevé) characteristics from the vegetation dataset commented in the text. Axis x: (a) year-range of records, (b) month of records and axis y: relevés frequency.

v jejím případě zůstaly většinou jen lemové a nitrofilní druhy. V průměru 22 nových floristických nálezů na každý ze 177 síťových polí zjistil Ewald (2001) na materiálu asi 4000 snímků z lesních porostů v Bavorsku.





Obr. 3. – Vlastnosti 1015 fytoocenologických snímků z vegetační databáze Ještědského hřbetu komentované v textu. Na ose x: (a) rozpětí nadmořských výšek (pro srovnání bílé sloupce byly odvozené z nadm. výšek pro 852 polí o rozloze 0,13 km<sup>2</sup> pokrývajících celé území), (b) jimi zachycená vegetační třída (zkratky odvozeny z názvu syntaxonů uvedených v práci Moravec et al. 1995). Na ose y v prvním případě procentické zastoupení obou parametrů a ve druhém frekvence snímků.

Fig. 3. – Phytosociological sample (relevé) characteristics from the vegetation dataset commented in the text. Axis x: (a) altitudinal range (for comparison, empty columns based on altitudes from 852 grids each with a size of 0.13 km<sup>2</sup> covering the whole area), (b) vegetation classes covered by samples (abbreviations deduced from the syntaxon names published in Moravec et al. 1995). Axis y: the relative occurrence of both variables used (chart A) and relevés frequency (chart B).

Tab. 2. – 20 vybraných druhů s procentuálním výskytem ve floristické databázi (sloupec Flora) a vegetační databázi (sloupec Vegetace). Ještětédského říbitu. Poměr FI/Veg udává zhruba úspěšnost pokrytí druhů vegetační databázi v porovnání s floristickou za předpokladu její lepší reprezentativnosti (1 značí dokonalou shodu). Taxony zachycené snímkovým materiálem (A) nejlépe, (B) nejhůře a (C) nezachycené vůbec. Tab. 2. – 20 selected species with relative occurrence in the floristic dataset (column Flora) and the vegetation dataset (column nVegetace). The ratio FI/Veg roughly indicates cover success of the mapped species by the relevé dataset in comparison to the floristic one considering its better representativeness (1 means total correspondence). Taxa recorded by relevés (A) best, (B) worst and (C) not at all.

(A)	(B)	(C)					
Taxon	Flora	Vegetace FI/Veg	Taxon	Flora	Vegetace FI/Veg	Taxon	Flora
<i>Anthriscus nitida</i>	0,9	0,6	<i>Gagea lutea</i>	66,7	0,1	<i>Armoracia rusticana</i>	40,4
<i>Sireptopus amplexifolius</i>	0,5	0,3	<i>Potentilla anserina</i>	40,4	0,1	<i>Thlaspi arvense</i>	36,6
<i>Fagus sylvatica</i>	93,4	50,7	<i>Arctium lappa</i>	34,3	0,1	<i>Erysimum cheiranthoides</i>	33,8
<i>Dentaria enneaphyllos</i>	17,4	9,1	<i>Sisymbrium officinale</i>	32,4	0,1	<i>Symphoricarpos albus</i>	25,8
<i>Acer pseudoplatanus</i>	92,0	40,8	<i>Solidago canadensis</i>	30,5	0,1	<i>Lastrea limbosperma</i>	24,4
<i>Senecio ovatus</i>	95,8	40,5	<i>Chelidonium majus</i>	53,5	0,2	<i>Echinochloa crus-galli</i>	22,1
<i>Anemone sylvestris</i>	0,5	0,2	<i>Reynoutria japonica</i>	23,9	0,1	<i>Matricaria recutita</i>	21,1
<i>Epipactis palustris</i>	0,5	0,2	<i>Lamium album</i>	22,5	0,1	<i>Arctium tomentosum</i>	19,7
<i>Ranunculus platanifolius</i>	0,9	0,4	<i>Salix cinerea</i>	22,5	0,1	<i>Rorippa palustris</i>	19,2
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	0,5	0,2	<i>Malus domestica</i>	22,1	0,1	<i>Prunus avium</i>	17,4
<i>Luzula luzuloides</i>	41,3	16,9	<i>Atriplex patula</i>	58,7	0,3	<i>Ranunculus flammula</i>	16,9
<i>Senecio nemorensis</i> agg.	11,3	4,5	<i>Lactuca scariola</i>	19,2	0,1	<i>Vicia tetrasperma</i>	16,4
<i>Avenella flexuosa</i>	94,8	36,5	<i>Solidago gigantea</i>	17,8	0,1	<i>Reynoutria × bohemica</i>	15,0
<i>Actaea spicata</i>	38,0	14,4	<i>Pericaria lapathifolia</i>	34,7	0,2	<i>Lysimachia punctata</i>	14,6
<i>Galium sylvaticum</i>	9,9	3,7	<i>Senecio vulgaris</i>	31,9	0,2	<i>Impatiens glandulifera</i>	14,6
<i>Polygala comosa</i>	2,3	0,9	<i>Chenopodium polyospermum</i>	31,0	0,2	<i>Aethusa cynapium</i>	14,1
<i>Athyrium filix-femina</i>	96,7	36,1	<i>Vinca minor</i>	14,1	0,1	<i>Silene latifolia</i> subsp. <i>alba</i>	13,6
<i>Galamagrostis arundinacea</i>	15,5	5,8	<i>Ligustrum vulgare</i>	13,1	0,1	<i>Robinia pseudacacia</i>	13,1
<i>Galium odoratum</i>	69,0	25,6	<i>Lamium purpureum</i>	25,4	0,2	<i>Syringa vulgaris</i>	12,2
<i>Mercurialis perennis</i>	66,7	24,5	<i>Chenopodium album</i> agg.	61,0	0,5	<i>Epilobium tetragonum</i>	11,3

Limity využití fytoocenologických snímků lze sledovat na příkladu regionálního síťového mapování v Ještědském hřbetu (Petřík 2001). Výsledky z floristického síťového mapování (213 polí o 0,5 km<sup>2</sup>) byly porovnány s 1022 fytoocenologickými snímků z tohoto území. Celkem bylo 72 % z mapovaných druhů zachyceno snímků. Ukázalo se, že po přiřazení snímků k polím mapovací sítě se pole obohatila v průměru o šest taxonů, ale neprůkazný zůstal vztah mezi druhovou bohatostí mapovacího pole a počtem v nich zapsaných snímků. S druhovou bohatostí mapovacích polí však prokazatelně klesal počet příbylých taxonů ze snímků.<sup>6)</sup> Z toho vyplývá, že se pravděpodobně nesnímkovala pouze druhově bohatá pole, ale také oblasti s nižší druhovou diverzitou.

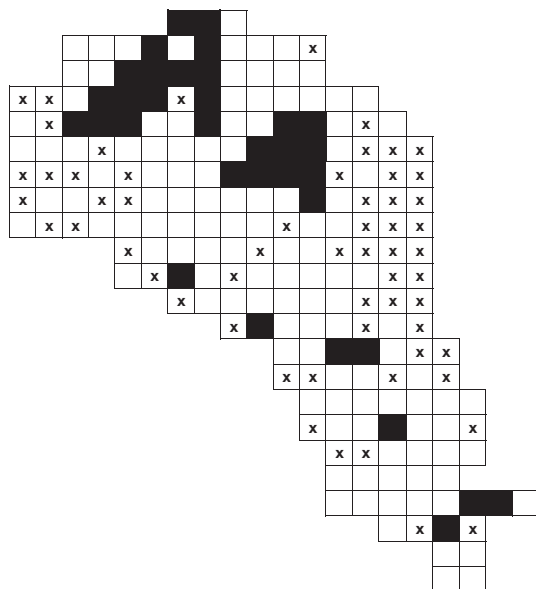
Neduh preferenčního způsobu sběru se dotkly i zpracovávaného snímkového materiálu (viz obr. 2 a 3). Ukázalo se, že snímků se většinou soustředily do určitých oblastí (40 % z nich pokrývalo pouze 14 % mapovacích polí; cf. obr. 4). Na obrázku 4 je zajímavý také přímý kontakt nikdy nesnímkovaných polí s těmi nadměrně snímkovanými, který souvisí často s náhlým přechodem do kulturní krajiny s nedostatkem pro fytoceologa zajímavých biotopů. Snímků se lišily i datem pořízení, a to i rozložením během vegetační sezóny (podhodnoceno bylo např. jarní období). Snímkovány byly ponejvíce nejnižší části území (ovšem s pravděpodobně větší bohatostí biotopů) a zastoupení vegetačních tříd nebylo zcela vyvážené. Přehlížely se např. lesní, luční a polní kultury s monotónním druhovým složením. Na zápisu snímků v území se navíc podílelo dohromady šest lidí (93 % snímků ale zaznamenali pouze tři z nich), každý s preferencí ke snímkování určitých syntaxonů. Snímků na druhou stranu zachytily variabilitu především lesní a luční vegetace – formačních a plošně značně zastoupených typů v území.

Důsledkem výběrového snímkování fytoocenóz pak bylo zákonitě nevyvážené zastoupení taxonů v obou srovnávaných databázích (cf. tab. 2). Vegetační snímků nejlépe zachytily vzácné a zároveň fytoocenologicky zajímavé druhy nebo druhy hodně snímkovaných (a někdy i velkoplošných) společenstev. Naopak nedostatečně byly zachyceny nebo chyběly ve snímcích zcela ruderalní druhy a druhy časně kvetoucí (jarní geofyty). Jen na příkladu křenu, který roste v území snad na každé vsi, se dá ukázat, jaké vegetační typy a s nimi i druhy fytoceolog při snímkování nejčastěji opomíjí.

## Síťové mapování rostlin – výhody a nevýhody

V současnosti snad nejběžnějším typem grafického zpracování rozšíření rostlin je síťové mapování. Oproti tradičním floristickým údajům je jeho přínosem především systematický způsob sběru. Při dostatečně jemném zrně mapování a s vyloučením pravidelného uspořádání, odpovídá lokalizace v rámci pole (navíc zanesená v souřadnicích) povaze lokality v tradiční floristice. Jedná se totiž vždy o druhový soupis na určité ploše. K síťové metodě se autoři uchylují také v případě mezerovitých dat, protože jim umožní generalizovat výskyty rostlin v rámci zvoleného rastru nebo eliminovat případnou chybnou

<sup>6)</sup> Pro první závislost platí:  $r = 0,12$ ;  $t = 1,45$ ;  $p = 0,14$ . Pro druhý vztah platí:  $r = -0,23$ ;  $t = -2,85$ ;  $p = 0,004$ .



Obr. 4. – Zastoupení fytoocenologických snímků v mapovacích polích na modelovém území Ještědského hřbetu. Plný čtverec značí přítomnost více než deseti snímků. Křížek znamená, že v daném poli nebyl zaznamenán žádný snímek.

Fig. 4. – Relevé occurrence in mapping grid cells in the study area. Full squares indicate occurrence of more than ten relevés. Crosses mean that no relevés were recorded.

lokalizaci při přebírání hůře umístěných údajů (viz např. von Numers & van der Maarel 1998). Konečně velkou předností je možnost pohodlného numerického zpracování výsledků ze síťového mapování, jak dokládají četné práce v současné ekologické literatuře.

Nevýhodou síťové metody zůstává snadná náchylnost k zanášení omylů. Při revizích se výzkum zpravidla zaměřuje na revizi „neúplně“ probádaných polí (nebo chybějících údajů), přičemž to svádí k neověření těch již prozkoumaných polí nebo registrovaných lokalit. Při značně hrubém rastru a špatné koordinaci hrozí horší ověřitelnost lokalit v budoucnosti (tomu se však lze vyhnout doplněním bodového záznamu u význačných taxonů; viz Härtel et al. 1997). U příliš jemného rastru a v členitém terénu lze použít GPS vytyčující hranici polí, která by jinak byla jen těžko odhadnutelná. Právě členitá a větší území bývají prozkoumána pouze částečně, což je znevýhodňuje před komplexně zpracovaným maloplošným mapováním. Na druhé straně však vzhledem k větší zkoumané ploše lze zase předpokládat větší pravděpodobnost výskytu daného biotopu a zachycení na něj vázaného taxonu. Před začátkem každého mapovacího projektu se musíme proto především rozhodnout, jakou jemnost sítě zvolíme a kolik jsme schopni tomu věnovat času. Také často ve prospěch síťové metody

uváděná úspora času je relativní, neboť značně závisí na dalších okolnostech (např. počet mapovatelů; viz níže), a celé dílo tak může ztroskotat na jejich podcenění.

Jen ve střední Evropě bylo již započato zhruba osmdesát komplexních mapovacích projektů (Petřík in prep.), které se liší rozsahem zpracovávaného území, velikostí pole použité mapovací sítě (od základního pole CEBA až po jeho malý zlomek – 1/1440), délkou terénního mapování a počtem zúčastněných mapovatelů. Při analýze těchto projektů se ukázalo, že vliv na druhovou bohatost má nejen vlastní heterogenita daného území, ale i často opomíjené a v podstatě nekontrolovatelné faktory, jako je doba mapování. Tyto faktory mají nežádoucí vliv na kvalitu výsledků, a proto by měly být co nejpodrobněji rozebrány v každé metodice mapovacího projektu. Nedostatečným popisem metodiky floristického mapování trpí většinou regionální projekty, ale někdy i u publikovaných děl většího rozsahu není možné hned zjistit základní údaje např. o počtu údajů nebo použitý systém kartografické projekce (případ Fytokartografických syntéz).

Problémy síťového mapování většinou vyplývají z nevýhod podobných těm u každého terénního průzkumu (např. Zimmermann 1976, Rich & Woodruff 1992, Petřík & Boublík 2003). Zjistilo se, že při terénním mapování může být 2–7 % taxonů určeno mylně (Jäger 1984), což je relativně přijatelné. Většina nesrovnalostí ale pramení z nejednotného přístupu ke každému taxonu (opomíjení taxonů z důvodu jejich časného kvetení, extrémní populační dynamiky, nedostatečné taxonomické znalosti nebo naopak upřednostňování taxonů vzácných). Interpretační omyly vznikají při různé a navzájem nesrovnatelné prozkoumanosti území (tj. čase stráveném v terénu) či (a to především) rozdílné zkušenosti mapovatelů. Jednotně se nemapují přechodně zavlečené druhy, rostliny zplanělé ze zahrádek, plodiny a vysazené stromy. Často se stává, že hranice států jsou zároveň hranicemi v hodnocení taxonomické úrovně nebo původnosti výskytu některých druhů. Názorně to ukázali Hadinec & Härtel (2003) na příkladu saského atlasu (Hardtke & Ihl 2000) a nepublikovaných výsledků mapování z Labských pískovců. Obrovské hiáty v rozšíření některých taxonů ve východní a jihovýchodní části Evropy v případě Atlasu evropské flóry mají jediný důvod: nedostatečná probádanost.

Všechna tato kritika našťastí přispívá ke zkvalitnění prací na systematickém floristickém výzkumu, i když omyly nelze zcela vyloučit. Kritiku shrnuli Rich & Smith (1996), kteří navrhli, aby každý floristický výzkum byl pro minimalizaci chyb postaven na následujících principech: (1) trénink botaniků vedoucí ke zlepšování jejich taxonomických znalostí; (2) mapování během více kratších návštěv nežli během menšího počtu dlouhých pobytů; (3) navštívení všech biotopů; (4) dodržení podobné délky pobytu na všech lokalitách a (5) pokrytí důležitých sezónních aspektů. Ukázkovým příkladem vycházejícím z těchto principů je flóra Ashdownského lesa (Rich et al. 1996). V této práci byl každý mapovací čtverec (1 km<sup>2</sup>) zkoumán celkově více než šesti lidmi nezávisle a po dobu průměrně 11 hodin při osmi (!) návštěvách rozložených do celé vegetační sezóny. Tak např. v projektech na mapování květeny Křivoklátska (Kolbek et al. 1999) či Bílých Karpat (Jan Jongepier, písemné sdělení) bylo vyžadováno, aby mapovatelé navštívili dané pole alespoň třikrát ročně (jaro, léto, pozdní léto). Na druhé straně zde stojí síťové atlasy, které

přehlížením základních mapovacích principů zamlžují výskyt taxonu (viz např. *Rumex conglomeratus* a *R. sanguineus* v díle Slavík 1986; Karel Kubát, písemné sdělení). Vedle toho existují ještě atlasy, které je možné označit za předběžné, a jejich autorům nelze mít za zlé deklarovanou neúplnost danou nedostatečným probádáním (např. Jogan et al. 2001). Stejný způsob motivace k mapování vybraných druhů použil i Slavík (1971b), když zpočátku publikoval „neúplné“ chorologické mapy, a kritizované Fytokratografické syntézy lze tak chápat také jako jakýsi prodromus k budoucímu atlasu rozšíření. Je také ale zřejmé, že se stoupajícím počtem mapovatelů narůstá pravděpodobnost omylů. Tím pádem by podle mého názoru měly výskyt nejlépe odrážet mapy rozšíření zpracovávané omezeným počtem odborníků zaměřených navíc na specializovanou skupinu taxonů. Takovým příkladem by mohl být připravovaný „Atlas rozšíření ostružiníků (rod *Rubus*) v ČR“ (Travníček et al. in prep.)<sup>7)</sup> anebo atlas rozšíření orchidejí (Jatiová & Šmiták 1996).

## Projekt síťového mapování flóry České republiky

Mnoho pracně získaných terénních floristických dat v České republice stále zůstává nevyužitých (některá právě pro jejich nevhodný sběr apod.). Při jejich zpracovávání a interpretaci je ale nutné postupovat kriticky. Podle vlastních zkušeností mohu říct, že jedinou možností, jak kriticky zhodnotit existující data a získat přitom ta aktuální, je zorganizování síťového mapování cévnatých rostlin. V rámci našeho státu navrhuji na výběr dvě podoby síťového mapování – tzv. maximalistickou a minimalistickou.

V maximalistické verzi by se v relativně krátkém čase a na jemném zrna (např. na úrovni kvadrantů středoevropského mapování, jak ostatně navrhoval již Slavík 1971a), zmapovalo celé území České republiky. Domnívám se ale, že není možné dnešní profesionální botaniky vytížit organizováním podobné akce bez možnosti okamžitého publikování výsledků v impaktovaných časopisech, což je pro dnešní terénní botaniku bohužel smutná pravda. Hlavní podíl zodpovědnosti by proto měli převzít amatérští botanikové za koordinace vědeckých institucí, které by zajišťovaly různé kurzy a spravovaly nálezovou databázi. Maximalistickou verzi však považuji vzhledem k finanční situaci české vědy a kvůli malému počtu amatérských botaniků za méně reálnou. Situace, kdy bychom měli v záloze 1600 přispěvatelů (případ Britských ostrovů; viz Preston et al. 2002) nebo 1300 (případ Německa; viz Haeupler & Schönfelder 1988) a stejný počet pro Nizozemsko (W. van der Slikke, in litt.) pracujících navíc bez nároků na honorář, je bohužel pouhá fikce. Na principu dobrovolnosti však již dlouho dobře funguje již zmíněná Česká ornitologická společnost, která si své přispěvatele doslova hýčká, a to je možná podnět k zamýšlení pro Českou botanickou společnost.

Pokud bychom se tedy přiklonili k minimalistické variantě a chtěli mít v krátké době přehled o rozšíření především hojnějších taxonů v našem státě, je možné využít různých interpolací založených na statistickém prostorovém vyhlazování (*spatial smoothing*) na základě známých síťových údajů (přinejmenším k některým spolehlivé informace už

<sup>7)</sup> V tomto projektu byly navštíveny nejméně tři lokality libovolně vybrané v rámci polí 1/16 CEBA.

máme). Dalším přístupem může být doplnění chybějících druhových výskytů z predikčních modelů na základě znalosti vazeb jednotlivých taxonů na přírodní podmínky nebo na biotopy (např. z dálkových průzkumů Země nebo z výstupů k mapování biotopů; viz další odkazy Guisan & Zimmermann 2000). Lze také využít znalosti mezidruhových vazeb vybraných prostorově stabilních druhových skupin (Petřík & Bruelheide 2006) nebo sociologické afinity druhů získané ze snímkového materiálu uloženého v České národní fytoecologické databázi. U predikčních modelů můžeme vycházet také ze znalosti vybraných druhů v historii, např. v závislosti na krajinných změnách. Další možností, jak zjistit potenciální výskyt některých rostlin, může být posouzení známého rozšíření některých monofágních motýlů (Beneš et al. 2002). Vždy je ale třeba v takových případech počítat s různou lokální intenzitou a kvalitou sběru dat.

Při terénním mapování v minimalistické variantě bychom vycházeli z menších ploch, např. čtverce o velikosti 1 km<sup>2</sup> použité ve Finsku (Kurttu & Lampinen 1999) nebo čtverce 4 km<sup>2</sup> – tzv. tetrády – uplatněné na Britských ostrovech (Le Duc et al. 1992) vnořených do vybraných mapovacích polí po celém území našeho státu. Tato standardizovaná metoda je také vhodná pro definování frekvence výskytu řídky se vyskytujícími taxony, jak ukázal Rich (1997). Mohla by proto napomoci doplnit stále chybějící informaci o výskytu regionálně vzácných taxonů (vytvořením regionálních červených seznamů) a jejich cílené ochraně. Ideální by bylo systematický přístup vhodný spíše pro oblasti s homogenním krajinným pokryvem skloubit s preferenčním sběrem pro vybrané botanicky významné lokality s heterogenním reliéfem. Pro zjednodušení by mohli mapovatelé na těchto lokalitách udělat několik delších pochůzek (transektů). Takto přesně zvolené plochy či transekty by pak v budoucnosti posloužily i k přesnému odhadu floristických změn v rozsahu celého státu.

Detailní metodiku a zkušenosti při přípravě mapovací akce v celostátním měřítku Rakouska a Německa shrnuli Niklfeld (1978) a Bergmeier (1992). Z lokálních pomůcek uvedu výbornou příručku pro mapování v Labských pískovcích (Härtel et al. 1997). Mapovatelé by měli být řádně proškoleni i z důvodu důvěryhodnosti jimi poskytnutých údajů a v práci by jim měly pomoci jakési předběžné mapy připravené právě na základě již známých a spolehlivých údajů (viz výše). K dispozici je nakonec i dlouho očekávaný aktualizovaný seznam flóry v podobě Klíče ke květeně České republiky (Kubát et al. 2002), který usnadnil práci floristů v terénu (viz také recenzi Hadince [Hadinec 2003] a svého času živou internetovou diskusi na <http://prfdec.natur.cuni.cz/%7Eherben/index.html>). Používání do té doby územně nevhodných nebo nekvalitních určovacích pomůcek se totiž bezpochyby promítlo do kvality floristické práce. Na základě Klíče vznikl i synonymizovaný soupis druhů a poddruhů květeny ČR, který je k dispozici ke stažení na stránkách Botanického ústavu (<http://www.ibot.cas.cz/nastenka/>).

Na téma různých botanických databází v ČR byla Českou botanickou společností uspořádána v roce 2003 malá konference (více viz na <http://www.natur.cuni.cz/CBS/>), která navazovala na mezinárodní setkání v roce 2002 o středoevropských flórách, určovacích klíčích a atlasech. Ukázalo se, že nejlépe splňuje požadavky kladené na obecnou floristickou databázi programový soubor *SurveyPro* (volně stažitelný na

<http://janitor.ten.cz>).<sup>8)</sup> V tomto ohledu je nutné zmínit opět Jihočeskou nálezovou databanku, která, přestože není vybavena mnoha funkcemi jako *SurveyPro*, může především pro svou otevřenost představovat rovnocennou konkurenci tomuto programu.<sup>9)</sup> Lepší spolupráci mezi jednotlivými institucemi a jednotlivci by mohl napomoci také jednotný internetový portál k celému projektu, kde by bylo umožněno individuální vkládání herbářových údajů.

Přirozeným vývojem vznikl na Botanickém ústavu Akademie věd projekt, jehož výsledkem by v krátké době měla být Databanka ke květeně ČR. Ta bude spravovat data převzatá z většiny zdrojů uvedených v předchozím textu (přípravou databanky byl pověřen Jiří Danihelka). Ostatně údaje z Fytokartografických syntéz a mapy rozšíření z Červené knihy vyšších rostlin (Čeřovský et al. 1999) byly na katedře botaniky Přírodovědecké fakulty Masarykovy Univerzity již převedeny do databázového formátu a byly zatím například propojeny s databází Ellenbergových indikačních hodnot (Lubomír Tichý, osobní sdělení).

## Závěr

Předchozí řádky lze shrnout do několika bodů, které by mohly nasměrovat kroky naší botanické obce: (a) vybudování národní floristické databanky přístupné pro každého uživatele např. pomocí webového rozhraní, (b) excerpcce primárních údajů z dosud nevyužitých floristických zdrojů, jejich propojení a vědecké zhodnocení, (c) organizace celostátního síťové mapování rozšíření cévnatých rostlin v návaznosti na další evropské projekty ruku v ruce s podporou lokálních mapovacích floristických projektů, (d) větší zapojení nejen profesionálních botaniků do organizace získávání a analýzy floristických údajů, ale hlavně zkušených a proškolených (přes floristické a určovací kurzy) amatérských botaniků a konečně (e) kladení většího důrazu na systematické a ověřitelný způsob sběru dat při jakékoli terénní práci. Nakonec již roku 2002 se k využívání a zpřístupnění datových zdrojů s údaji o biodiverzitě zavázala i Česká republika. Tento závazek vyplývá z *Memorandum of Understanding for the Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), k jejímuž naplňování vyzývá mimo jiné i projekt Botanického ústavu BioPlatforma (více viz odkaz na <http://www.ibot.cas.cz/biop/>).

Domnívám se, že nároky kladené na systematický průzkum by měly být prosazovány hlavně při hromadných botanických akcích (floristické a určovací kurzy) a dále na různých univerzitních exkurzích a při zadávání univerzitních prací. Pohled na poloprázdné posluchárny při pražských přednáškách ČBS zřejmě nenaznačuje klesající zájem

<sup>8)</sup> Program má zabudovaný vlastní GIS, umožňuje vytvářet kartogramy a je obdařen vyhledávacími funkcemi formou dotazů SQL. V současné době je dokončována druhá verze, která bude pracovat s databází MySQL a bude pravděpodobně také uživatelsky příjemnější (Jiří Danihelka, písemné sdělení).

<sup>9)</sup> Celý projekt se dále vyvíjí ve spolupráci s Matematicko-fyzikální fakultou UK v rámci softwarového projektu PlantLore (<http://urtax.ms.mff.cuni.cz/plantlore/cz/uvod.php>) a používá mezinárodní standardy pro ukládání dat – zejména DarwinCore (Vladimír Hans, písemné sdělení).



veřejnosti o botaniku, poněvadž rostoucí počty účastníků na floristických kurzech přesevěďují o opaku. Proto věřím, že potenciál zkušených a zapálených lidí pro botaniku se dá právě minimalistickou verzí mapování ČR plodně využít; samozřejmě za předpokladu většího zapojení České botanické společnosti. Nezačneme-li jednat rychle, můžeme tuto šanci propásnout.

## Summary

Despite a long tradition of floristic and phytogeographical research in the Czech Republic, no complete national distribution dataset (atlas) based on an up-to-date systematic field survey is available. This paper deals with (i) available data sources on plant distribution in the Czech Republic, (ii) possibilities to link phytosociological and grid mapping data, (iii) pros and cons of the grid mapping method, and (iv) suitability of the grid-mapping method for a new project of mapping vascular plants in the Czech Republic.

(i) Many data sources exist in the Czech Republic: approximately 8 million herbarium specimens, nearly a million records in Karel Domin's card index (deposited in the Institute of Botany), data from Phytocartographic syntheses, appr. one million records stored in the FLDOK database, as well as over one million floristic samples stored in the Czech National Phytosociological Database, Natura 2000 data etc. Data from 12 Czech regional projects of grid mapping of flora are available (see Table 1).

(ii) There is similarity between relevés and grid mapping as the presence of taxa is recorded within a delimited area. However, relevés are usually not recorded systematically. If phytosociological relevés are considered to be small cells of the mapping grid then we can use them to compare results from grid mapping operating on larger scales. Several authors recommend relevés to be an additional source for the estimation of species distribution. In order to test the feasibility of linking phytosociological and grid mapping data, 1000 relevés locate in 150 grid-mapping cells in the model area (Ještědský hřbet Range, N Bohemia) were used. The relationship between the species-richness of a grid cell and the number of recorded relevés was not significant. Hence, the relevés were probably recorded only in grid cells other than the species-rich ones. The presence of species in relevés is strongly dependent on vegetation heterogeneity and the intensity of sampling rather than the number of relevés used. However, vegetation data suffer from various bias brought in mainly during field recording (discussed in the text, see also Figs. 2–4). According to these facts, ruderal species and vernal geophytes are the main groups overlooked in the relevés (see Table 2). Scattered and rare species may be ignored if we do not sample all the vegetation types (roadsides, edge communities, water bodies etc.). Therefore, stratified sampling (grid mapping) is recommended. The relevés are biased by the recorders' subjectivity of choice, numerous unreliable identification, and uneven distribution throughout the study area (avoiding less typical and transient habitat types, dynamic communities, successional stages etc.) and, finally, they are not suitable for an assessment of species richness. On the other hand, relevés have several advantages: their localisations is mostly georeferenced, they describe interspecific relations and species abundance, which is important for risk assessment used in nature conservancy. Furthermore, phytosociological relevés contain many data on species distribution and many inconspicuous plants can be discovered by recording relevés because of the amount of time spent at the site.

(iii) Results from the comparison of grid atlases from Central Europe showed that most variation in both species and record number could be explained by the area, duration and resolution of the mapping projects, and the number of the species, records and collaborators. Hence, non-critical use of grid-mapping data could be problematic as it is biased by unsystematic factors such as the duration of field mapping and the number of participants. Criticism of the grid mapping method has contributed to proposals for more effective floristic sampling and an improvement of the grid mapping method according to the following principles: (1) training botanists and improving their skills, (2) making recorders visit many areas for a short time rather than one area for a long time, (3) visiting all habitats, (4) trying to obtain even recording time by fixing hours or number of visits, (5) adequate seasonal coverage.

(iv) For an assessment of gaps from uneven recording, estimation methods could be used based on re-sampling of both common and scarce species. Other methods without field testing use both spatial distribution (spatial smoothing), habitat affinity (possibly completed by remote-sensing), environmental conditions, and recording efforts. Knowledge on interspecific correlations of several species groups or phytosociological affinity of taxa for habitats derived from the Czech National Phytosociological Database may be utilised. Two different mapping schemes for the Czech vascular flora (a maximum and a minimum version) were suggested. The maximum version should be based on long-term, systematic field survey mapping of the quadrants of the Central European Basic Area (1/4 CEBA) but this is rather unrealistic. The minimum version should be based on short term mapping (up to five years), covering only a part of the Czech Republic (e.g. small areas nested systematically within the larger grid template), and using existing data which were reviewed in the paper as well.

To summarise, the following steps are recommended: (a) establishing a national floristic database accessible to botanists via the Internet, (b) data mining of so far unexploited floristic sources – their linking and scientific evaluation, (c) starting national grid mapping of the flora and supporting regional mapping projects, (d) broader involvement of both professional and mainly amateur botanists (skill in identification of plants) in data acquisition and analysis, and finally, (e) emphasising systematic and repeatable sampling design in botanical fieldwork.

## Poděkování

Za konstruktivní připomínky k článku děkuji Denise Blažkové, Karlu Boublíkovi, Jiřímu Danihelkovi, Radimu Hédlovi, Janu W. Jongepierovi, Vítku Jozovi, Milanu Chytrému, Františku Krahulcovi, Jiřímu Sádlovi, Luboši Tichému a Jardiovi Vojtovi. Za poskytnuté informace k Jihočeské databázi a komentáře děkuji bratrům Martinovi a Petrovi Lepším a Vladimíru Hansovi. Marek Stanka a Jakub Lepš mi laskavě pomohli s revizí anglického textu. Za poznámky k dílčím problémům děkuji také Martinu Bílému, Martinu Dančákovi, Janu Doudovi, Vítu Grulichovi, Handriji Härtelovi, Rudovi Hlaváčkovi, Janu Kirschnerovi, Jiřímu Kolbekovi, Karlu Kubátovi, W. van der Slikke, Otovi Šídovi, Milanu Štechovi, Janu Štěpánkovi, Jitce Štěpánkové, Bobu Trávníčkovi, Haně Urbanové a Václavu Zouharovi. Za uvedení do problematiky síťového mapování rostlin ve střední Evropě vděčím Haraldu Niklfeldovi a †Bohumilu Slavíkovi. Tato práce vznikla za částečné podpory grantů č. AV0Z60050516 a č. A6005202 Akademie věd České republiky.

## Literatura

- Beneš J., Konvička M., Dvořák J., Fric Z., Havelda Z., Pavlíčko A., Vrabec V. & Weidenhoffer Z. (2002): Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I, II. – Společnost pro ochranu motýlů, Praha.
- Bergeleier E. [ed.] (1992): Grundlagen und Methoden floristischer Kartierungen in Deutschland. – Florist. Rundbr., Beih. 2: 1–146.
- Blažková D. (2002): Jak reprezentují rostlinná společenstva flóru území? – Muz. Součas., ser. natur., 16: 53–57.
- Brabec E. (1999): Metodika počítačového zpracování. – In: Kolbek J., Mladý F. & Petříček V. [eds], Květena CHKO a BR Křivoklátsko. 1. Mapy rozšíření cévnatých rostlin, p. 7–10, Botanický ústav AV ČR, Průhonice & Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha,
- Buchar J. & Růžička V. (2002): Catalogue of spiders of the Czech Republic. – Peres, Praha.
- Čermák K., Hofman J., Krečmer V., Čabarta J. & Syrový S. [eds] (1955): Lesnický a myslivecký atlas. – Orbis, Praha & Geodetický, topografický a kartografický ústav, Bratislava.
- Čeřovský J., Feráková V., Holub J., Maglocký Š. & Procházka F. (1999): Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČR a SR. Vol. 5. Vyšší rostliny. – Příroda, Bratislava.

- Danihelka J. (2002): Cévnaté rostliny biosférické rezervace Pálava a Podluží. Online databanka literárních údajů a nálezů. – <http://www.palava.cz/czw/plants/> (22.9.2005)
- Ehrendorfer F. & Hamann U. (1965): Vorschläge zu einer floristischen Kartierung von Mitteleuropa. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 78: 35–50.
- Ewald J. (2001): Der Beitrag pflanzensoziologischer Datenbanken zur vegetationsökologischen Forschung. – Ber. d. Reinh. Tüxen Ges. 13: 53–69.
- Faltys V. (1986): Floristický materiál ke květeně Choceňska a Vysokomýtska. – Acta Mus. Reginaehradecensis, sci. natur., 19 (1985): 5–54.
- Faltys V. (1990a): Přehled květeny Chrudimska. – Ms., 99 p. [separatum sine loco; depon. in: Knihovna katedry botaniky PřF UK, Praha]
- Faltys V. (1990b): Přehled květeny vyšších rostlin okresu Havlíčkův Brod. – Ms., 76 p. [xerokopie; depon. in: Knihovna katedry botaniky PřF UK, Praha]
- Grulich V. (1997): Atlas rozšíření cévnatých rostlin Národního parku Podyjí. – Masarykova univerzita, Brno.
- Guisan A. & Zimmermann N. E. (2000): Predictive habitat distribution models in ecology. – Ecol. Model. 135: 147–186.
- Hadinec J. (2003): [Rec.] Čtyři desetiletí čekání na Klíč. – Preslia 75: 288–292.
- Hadinec J. (2005): [Rec.] Slavík B. & Štěpánková J. [eds] (2004), Květena České republiky 7. – Živa 53(5): LXI.
- Hadinec J. & Härtel H. (2002): [Rec.] Hardtke H.-J. & Ihl A. (2000), Atlas der Farn- und Samenpflanzen Sachsens. – Preslia 74: 293–295.
- Härtel H., Bauer P. et al. (1997): Floristické mapování Chráněné krajinné oblasti Labské pískovce. – Botanický ústav AV ČR, Průhonice & Správa Chráněné krajinné oblasti Labské pískovce, Děčín.
- Härtel H., Bauer P. & Wild J. (2001): Botanický výzkum národního parku České Švýcarsko a chráněné krajinné oblasti Labské pískovce: principy, výsledky a perspektivy. – Příroda 19: 59–65.
- Haeupler H. & Schönfelder P. [eds] (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – Ulmer, Stuttgart.
- Hardtke H.-J. & Ihl A. (2000): Atlas der Farn- und Samenpflanzen Sachsens. – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.
- Havličková J., Kirschner J. & Štěpánek J. (1981): Podkladová zpráva pro využití výpočetní techniky v taxonomické a fytoecenologické práci. – Ms., 12 p. [separatum; depon. apud J. Kirschner, Botanický ústav AV ČR, Průhonice]
- Hédl R. (2004): Vegetation of beech forests in the Rychlebské Mountains, Czech Republic, re-inspected after 60 years with assessment of environmental changes. – Plant. Ecol. 170: 243–265.
- Hédl R. (2005): Co popisuje fytoecnologie? O některých nedostatcích středoevropské fytoecnologie. – Zpr. Čes. Bot. Společ. 40: 301–314.
- Hejný S. & Slavík B. [eds] (1988): Květena České socialistické republiky. Vol. 1. – Academia, Praha.
- Hejný S. & Slavík B. [eds] (1990): Květena České republiky. Vol. 2. – Academia, Praha.
- Hejný S. & Slavík B. [eds] (1992): Květena České republiky. Vol. 3. – Academia, Praha.
- Houfek J., Kirschner J., Pivoňková M. & Štěpánek J. (1981): Bibliografie prací s mapami rozšíření cévnatých rostlin v Československu. – Severočes. Přír. 1: 1–75.
- Hrouda L. & Pyšek P. (1999): Floristické kursy Botanické společnosti – historie a současný stav. – Zpr. Čes. Bot. Společ. 34 (2000): 249–255.
- Chán V. [ed.] (1999): Komentovaný Červený seznam květeny jižní části Čech. – Příroda 16: 1–284.
- Chrtěk J. (1991): Bibliografie prací s mapami rozšíření cévnatých rostlin v Československu 2. Práce publikované v letech 1975–1989. – Severočes. Přír. 25: 1–91.
- Chytrý M. (2001): Phytosociological data give biased estimates of species richness. – J. Veg. Sci. 12: 439–444.

- Chytrý M., Kučera T. & Kočí M. [eds] (2001): Katalog biotopů České republiky. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Chytrý M. & Rafajová M. (2003): Czech national phytosociological database: basic statistics of the available vegetation-plot data. – *Preslia* 75: 1–15.
- Jatíová M. & Šmiták J. (1996): Rozšíření a ochrana orchidejí na Moravě a ve Slezsku. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, středisko Brno.
- Jäger E. J. (1984): Wieviel Arbeit macht die Kartierung? – *Mitt. Florist. Kart.* 10: 8–10.
- Jogan N. [ed.], Bačič T., Frajman B., Leskovar I., Naglič D., Podobnik A., Rozman B., Strgulc-Krajšek S. & Trčak B. (2001): Gradivo za Atlas flore Slovenije. – Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju.
- Jongepier J. W. [ed.] (2005): Zpráva o plnění projektu „Analýza biodiverzity v CHKO Bílé Karpaty jako podklad pro stanovení nové zóny a vhodného managementu cenných území“ programu BIOSFÉRA – SE / téma VaV/620/12/03 za rok 2005. – Ms. [depon. in: Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha]
- Kolbek J., Mladý F. & Petříček V. [eds] (1999): Květena CHKO a BR Křivoklátsko. 1. Mapy rozšíření cévnatých rostlin. – Botanický ústav AV ČR, Průhonice & Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Krach J. E. (1977): Artenzahl und Tageskartierung. – *Göttinger Florist. Rundbr.* 11: 9–14.
- Kubát K., Hrouda L., Chrtěk J. jun., Kaplan Z., Kirschner J., Štěpánek J. & Zázvorka J. [eds] (2002): Klíč ke květeně České republiky. – Academia, Praha.
- Kurto A., Lampinen R. & Junikka L. [eds] (2004): Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. 13. Rosaceae (Spiraea to Fragaria, excl. Rubus). – The Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica, Vanamo.
- Kurto A. & Lampinen R. (1999): Atlas of the distribution of vascular plants in Finland – a digital view of the national floristic database. – *Acta Bot. Fenn.* 162: 67–74.
- Le Duc M. G., Hill M. O. & Sparks T. H. (1992): A method for predicting the probability of species occurrence using data from systematic surveys. – *Watsonia* 19: 97–105.
- Mlezivová R. M. [ed.] (2002): Flóry, atlasy rozšíření a vegetační přehledy ve střední Evropě. Sborník abstraktů z IX. sjezdu České botanické společnosti v Lednici 19.–23. 8. 2002. – Česká botanická společnost, Praha.
- Moravec J. [ed.] (1994): Atlas rozšíření obojživelníků v České republice. – Národní muzeum, Praha.
- Moravec J., Balátová-Tuláčková E., Blažková D., Hadač E., Hejny S., Husák Š., Jeník J., Kolbek J., Krahulec F., Kropáč Z., Neuhäusl R., Rybníček K., Řehořek V. & Vicherek J. (1995): Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Ed. 2. – Severočes. Přír., Příl. 1995: 1–206.
- Neuhäuslová Z., Jarošová H. & Brabec E. (2005): Bibliographica botanica čechica. – Botanický ústav AV ČR, Průhonice.
- Niklfeld H. (1978): Grundfeldschlüssel für die Kartierung der Flora Mitteleuropas, südlicher Teil. – Institut für Botanik der Universität Wien, Wien.
- Niklfeld H. (1981): Aspects of mapping regional floras (a review based on mapping the flora of Central Europe). – In: Velcev V. I. & Kozuharov S. I. [eds], Mapping the flora of the Balkan Peninsula, p. 21–43, Bulgarian Academy of Science, Sofia.
- Petřík P. (2001): Floristické mapování Ještědského hřbetu. – *Příroda* 19: 67–75.
- Petřík P. & Boublík K. (2003): Sources of variation in botanical grid mapping. – *Novit. Bot. Univ. Carol.* 17: 17–23.
- Petřík P. & Bruelheide H. (2006): Species groups can be transferred across different scales. – *J. Biogeogr.* 33: 1628–1642.
- Pielou E. C. (1977): *Mathematical ecology*. – Wiley, New York.
- Preston C. D., Pearman D. A. & Dines T. D. (2002): *New Atlas of the British and Irish Flora*. – Oxford University Press.

- Pyšek P., Sádlo J. & Mandák B. (2002): Catalogue of alien plants of the Czech Republic. – *Preslia* 74: 97–186.
- Rich T. C. G. (1997): Scarce plants in Britain: have some been overlooked, and are others really scarce? – *Watsonia* 21: 327–333.
- Rich T. C. G., Donovan P., Harmes P., Knapp A., McFarlane M., Marrable C., Muggeridge N., Nicholson R., Reader M., Reader P., Rich E. & White P. (1996): Flora of Ashdown Forest. – Sussex Botanical Recording Society, East Grinstead.
- Rich T. C. G. & Smith P. A. (1996): Botanical recording, distribution maps and species frequency. – *Watsonia* 21: 161–173.
- Rich T. C. G. & Woodruff E. R. (1992): Recording bias in botanical surveys. – *Watsonia* 19: 73–95.
- Slavík B. (1971a): Metodika síťového mapování ve vztahu k připravovanému fytogeografickému atlasu ČSR. – *Zpr. Čes. Bot. Společ.* 6: 55–62.
- Slavík B. (1971b): Poznámky k mapovaným druhům. I. – *Zpr. Čes. Bot. Společ.* 6: 62–75.
- Slavík B. (1972): Spolupráce na doplňování souboru floristických údajů pro Fytogeografický atlas ČSR. – *Zpr. Čes. Bot. Společ.* 7: 167–168.
- Slavík B. (1985): Síťové mapování. – *Živa* 6: 210–213.
- Slavík B. (1986): Fytkartografické syntézy ČSR 1. – Botanický ústav, Průhonice.
- Slavík B. (1987): Mapování flóry střední Evropy. – *Zpr. Čes. Bot. Společ.* 22, Mater. 6: 5–13.
- Slavík B. (1990): Fytkartografické syntézy ČR 2. – Botanický ústav, Průhonice.
- Slavík B. (1994): Die im mitteleuropäischen Kartierungsnetz veröffentlichten phytochorologischen Atlanten und grösseren Kartenkomplexe. – *Florist. Rundbr.* 27: 78–83.
- Slavík B. [ed.] (1995): Květena České republiky. Vol. 4. – Academia, Praha.
- Slavík B. [ed.] (1997): Květena České republiky. Vol. 5. – Academia, Praha.
- Slavík B. (1998): Phytocartographical syntheses of the Czech Republic. Vol. 3. – Academia, Praha.
- Slavík B. [ed.] (2000): Květena České republiky. Vol. 6. – Academia, Praha.
- Slavík B. & Štěpánková J. [eds] (2004): Květena České republiky. Vol. 7. – Academia, Praha.
- Storch D., Konvička M., Beneš J., Martínková J. & Gaston K. J. (2003): Distribution patterns in butterflies and birds of the Czech Republic: separating effects of habitat and geographical position. – *J. Biogeogr.* 30: 1195–1205.
- Šťastný K., Bejček V. & Hudec K. (1997): Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 1985–1989. – Nakladatelství a vydavatelství H & H, Jinočany.
- Štěpánek J., Pyšek P., Grulich V. & Mlezivová R. M. (2003): Floristické kurzy České botanické společnosti jako zdroj poznatků o stavu a změnách diversity květeny České republiky. – *Zpr. Čes. Bot. Společ.* 38, Příl. 2003/2: 1–6.
- Vicherek J., Antonín V., Danihelka J., Grulich V., Gruna B., Hradílek Z., Řehořek V., Šumberová K., Vampola P. & Vágner A. (2000): Flóra a vegetace na soutoku Moravy a Dyje. – Masarykova univerzita, Brno.
- von Numers M. & van der Maarel E. (1998): Plant distribution patterns and ecological gradients in the Southwest Finnish archipelago. – *Global Ecol. Biogeogr.* 7: 421–440.
- Wohlgemuth T. (1993): Der Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz (Welten und Sutter 1982) auf EDV: Die Artenzahlen und ihre Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren. – *Bot. Helv.* 103: 55–71.
- Zajac A. & Zajac M. [eds] (2001): Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. – Instytut Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Zimmermann A. (1976): Der Stand der floristischen Kartierung in der Steiermark zu Beginn der Vegetationsperiode 1976. – *Notiz. Fl. Steiermark* 3: 19–30.