

Prepojenie botaniky a geografie pri jednotnom koncepte mapovania

D. Senko, M. Kempa: Interdisciplinary Connection of Botany and Geography within the Unified Concept of Mapping. Život. Prostr., Vol. 44, No. 6, p. 304 – 308, 2010.

Vegetation research based on plot sampling (so-called relevés) has a long tradition here in Slovakia. Phytosociological studies resulted in local and regional overviews of vegetation types, based on the classification of the sampled relevés. An increased emphasis is put on connecting a geographic and botanical methods for mapping of the vegetation and flora recently. This makes the comparing of the data obtained in time and space easier. This work describes an online tool for searching vegetation (phytosociological) points in the area of Slovakia. The uniform grid of the mapping scheme was generated by combining GIS (Geographic Information System) with scripts written in PHP, XML Ajax, JavaScript with MySQL database. This grid was based on units of 10' longitude × 6' latitude. The Mapping Scheme for the Flora of Central Europe forms the basis for the preparation of a few distributional atlases. Work on the mapping scheme was started in 1964 in most Central European countries with the help of numerous voluntary collaborators, many local working groups, and several regional centers. This online tool can be considered a definitive product, ready to be employed in the scientific and educational research, e.g. monitoring of vegetation change, and assessing the resources of vegetation at the landscape level. Traditional botanical approaches need to adapt to the challenge for greater precision and spatial objectivity within a GIS environment. Modern geotechnologies bring a huge methodological impetus.

Štandardizovaná mapovacia sieť je v botanike (a samozrejme nielen v nej) v mnohých ohľadoch nepostrádateľným nástrojom vedeckého výskumu. Pri komplexných mapových zobrazeniach poskytute informáciu najmä o stupni preskúmania územia. Myšlienka floristického mapovania strednej Európy siaha do obdobia rokov 1964 – 1971 (Perring, 1965; Niklfeld, 1971). Nedostatok poznatkov o presnom rozšírení rastlinných druhov sa prenášalo do taxonómie, floristiky, fyto geografie a iných disciplín, pre ktoré sú takéto informácie nevyhnutným podkladom pre ďalšie štúdium. Často sa pritom riešili a riešia aj konkrétne environmentálne problémy, ktoré sú svojou podstatou syntetické a vyžadujú komplexný prístup. Napríklad v taxonómii sa zmena genetickej variability v rastlinných populáciách vyhodnocuje v závislosti od geografickej polohy. Klimatológia a pedológia sleduje rozšírenie indikačných druhov pre určité klimatické, či edafické podmienky, fyto cenenológia (geobotanika) venuje pozornosť vzniku a rozšíreniu rastlinných spoločenstiev. Ekológia pracuje s priestorovou jednotkou areál ako výrazom rozličnej ekologickej organizácie taxónov a pod.

Na základe vyššie uvedeného vznikla potreba vytvoriť jednotnú mapovaciu sieť. Stredoeurópska mapová sieťová schéma (s veľkosťou polí) 10' g. d. × 6' g. š. (geografickej dĺžky × geografickej šírky) pokrývala Rakúsko, bývalé Československo, Nemecko, Švajčiarsko, severné Taliansko a severozápadnú Juhosláviu (Niklfeld, 1971). Schému nemčina označovala ako *Kartierung der Flora Mitteleuropas* s anglickým ekvivalentom *The Mapping Scheme for the Flora of Central Europe*. Dnes sa používa mladšie homonymum *Central European Basic Area* (CEBA). Podľa klasifikácie autorov Li et al. (2005) išlo z geografického pohľadu o 2D pravidelnú pravouhlú (obdĺžnikovú) mapovú schému (*data pattern 2D regular rectangular grid*).

Petrík et al. (2010) vo svojej práci uvádzajú zoznam stredoeurópskych projektov, ktoré používajú mapovanie na báze základných polí a kvadrantov. Veľké rozdiely sú v pokrytí. Nemecko (32 projektov) a Rakúsko (12 projektov) sú dobre pokryté na národnej úrovni. Taliansko má 32 malých miestnych projektov, roztrúsených po celej krajine, v Českej republike je to 12 projektov. Stredoeurópske štvorce patria k populárnej metóde mapovania (online nástroj – podobný používame na Slovensku – je prístupný na webstránke: www.biolib.cz/cz/toolKFME/).

Na Slovensku takéto projekty úplne absentujú. Preto sa v tejto práci pokúšame priblížiť automatizované mapovanie vegetácie v prostredí geoinformačných systémov (GIS) prostredníctvom mapovacej siete.

V ostatnom čase sa kladie zvýšený dôraz na prepojenie geografických a botanických metód. Pri mapovaní flóry a vegetácie to uľahčuje porovnávanie získaných dát v čase a priestore. Využívajú sa pritom aj mapové siete rôzneho typu a tvaru, napr. Chocholoušková (2007) rozdelila územie Plzne na štvorcovú/obdĺžnikovú sieť s veľkosťou $1,25 \times 1$ km. Birch et al. (2007) sa vo svojej práci zaoberali obdĺžnikovými a šesťhrannými mriežkami používanými pri pozorovaní, experimentoch a simuláciách v ekológii. Podľa nich majú prednosť práve hexagonálne siete, a to pre ich (1) konštrukciu, (2) reprezentatívnosť najbližšieho suseda, (3) dynamiku a (4) prepojitelnosť. Napriek tomu, že rozdiely sú malé, pravouhlé siete sú vhodnejšie pre ich ortogonálne a diagonálne interakcie medzi susedmi (Birch, 2006).

Explozívny rozvoj GIS viedol ku vzniku technológií, ktoré uplatňujú paradigmatické východiská priestorovosti a syntézy. Základným problémom je dualizmus vo vývoji prekrývajúcich sa metód geografie (fyto geografie) a botaniky (geobotaniky). V botanike sa pri rozšírení rastlín hovorí o fyto geografii, pričom sa pripúšťa geografický aj botanický prístup. Prieniky vidíme napr. v hľadaní väzieb medzi rastlinnými spoločenstvami a podmienkami krajiny, v mapovaní reálnej vegetácie, krajinej pokrývky a pri štúdiu invázií i expanzívnych taxónov. V ostatnom čase sa botanika metodicky prispôbuje väčšej presnosti a priestorovej objektívnosti, a to prostredníctvom moderných geotechnológií, ktoré prinášajú nové metodické podnety. Pri takto postavenom systéme majú kľúčovú úlohu špecializované algoritmy, ktoré často nie sú štandardnou súčasťou komerčných GIS produktov.

Koncept jednotného mapovania v úzkom vzťahu s využitím a implementáciou GIS je preto zásadnou výzvou. V súčasnosti sa GIS orientuje na poskytovanie online služieb, ktoré umožňujú zdieľanie geografických informácií. Na ich pozadí sú spustené komplexné aplikácie riešenia. Vďaka jednoduchému prepojeniu s programovacími jazykmi je možné tieto aplikácie poskytovať aj prostredníctvom webových služieb. Do tejto skupiny patrí aj nástroj na vyhľadávanie bodov v základnom poli a kvadrante na Slovensku. Ten sme vytvorili s cieľom operatívneho vyhľadávania v mape ako implementáciu GIS pre mapovanie flóry a vegetácie Slovenska.

Pozadie aplikácie

Podstata tvorby *rohov základného poľa stredoeurópskeho mapovania* spočívala v utvorení diskretného poľa lokalizovaných bodov s atribútom identifikujúcej hodnoty. Ten sme generovali ako prvé dve cifry z horizontálnej

osi (východná geografická dĺžka) a druhé dve/tri z vertikálnej osi (severná geografická šírka). Geometria siete základných polí korešponduje so sieťou geografických rovnobežiek a poludníkov. Predstavujú pritom obdĺžniky s približným rozmerom $10' \text{ g. d.} \times 6' \text{ g. š.} = 12,0 \times 11,2 \text{ km}$, čiže $134,4 \text{ km}^2$ – (Niklfeld, 1971; Jasičová, Zahradníková, 1976). Tie sme neskôr rozdelili na rovnaké štvrtiny – kvadranty, označené písmenami „a“ až „d“. Pre interpoláciu a tvorbu siete sme zvolili nekomerčné a voľne dostupné softvéry GRASS GIS v6.4 (GRASS Development Team, 2010; www.grass.fbk.eu) a PostGIS/PostgreSQL v1.5.1 (PostGIS Development Team, 2010; www.postgis.org/download/postgis-1.5.1.pdf), uvoľnené pod GNU/GPL licenciou. Schéma základných polí bola v tom čase (Perring, 1965; Niklfeld, 1971) generovaná analógovo (ručné rysovanie). Táto pôvodná analógová štvorcová sieť našla uplatnenie v botanike a zoológii (Stloukal, Kalúz, 2011). Digitalizácia pôvodných analógových podkladov nesie v sebe riziko konštrukčných chýb, ktoré by sa prenášali do ďalších analýz, čo by významne znížovalo výpovednosť výsledkov (napr. pri georeferencovaní, ručnej digitalizácii a pod.). Keďže sa metódy v GIS v ostatnom čase presúvali od ich vývoja na sledovanie kvality pre konkrétnu aplikáciu, rozhodli sme sa kľásť dôraz na generovanie rohov polí a kvadrantov prostredníctvom rekurzívnych dopytov funkcií a Common Table Expression na báze SQL.

Informačno-technologické rozhranie zabezpečovali účelové skripty. Užívateľské rozhranie online nami zhotovenej aplikácie má formu webovej stránky v jazyku XHTML. Interakcia užívateľa s aplikáciou na strane klienta vykonávajú skripty v jazyku JavaScript, ktoré spracujú zadané údaje do jednotného formátu. Spracované informácie poskytuje skript v jazyku PHP v5.1, ktorý sa nachádza na serveri Slovenskej akadémie vied. Tieto skripty vykonáva server a priamo komunikuje s databázou. Pre účely aplikácie sa v databáze MySQL nachádzajú dve tabuľky. Prvá obsahuje základné polia so súradnicami, druhá názvy obcí s poliami, v ktorých sa obec nachádza. Výsledok databázového dopytu je z PHP poskytnutý do JavaScriptu, takisto v jednotnom formáte. JavaScript výsledok spracuje, či už pre textový alebo mapový výstup, a ten sa zobrazí užívateľovi.

Opis a funkcionalita

Sieť (základné polia a kvadranty, obr. 1) sme generovali v súradnicovom systéme 1942 – S42. Tento matematický geodetický model elipsoidu (referenčné teleso Krasovského elipsoid), nazývaný aj Gaussovo-Krüegerovo zobrazenie (GK) sa na Slovensku používal v období tvorby pôvodnej siete (Niklfeld, 1971). Nachádza sa v dvoch pásmach (3. a 4.), prevažná časť je v 4. pásme. Schéma rozdelenia základných polí na kvadranty je znázornená na obr. 2. Územie Slovenska

sa rozkladá medzi ciframi vodorovného radu 64 až 82 a ciframi zvislého radu 67 až 101 (Jasičová, Zahradníková, 1976). Z aktualizovaného presného prepočtu v prostredí GIS vyplýva, že sieť obsahuje 432 základných polí, z toho 125 neúplných.

Webové aplikácie by mali zabezpečiť užívateľovi odpoveď v primeranom čase. Neposkytnutie primeranej spätnej väzby môže užívateľa odradiť. Riešením bolo rozvinúť aplikáciu v platforme a jazykoch (JavaScript, PHP), ktoré by odpovedali na požiadavku užívateľa čo najrýchlejšie a pritom flexibilne. Preto sme aplikáciu lokalizovali na server, ktorý je pripojený do siete Sanet 2 s rýchlosťou pripojenia 1 Gbit.s⁻¹.

Ide o zložitejšiu aplikáciu (www.ibot.sav.sk/dfs/stvorce/), ktorá spracúva požiadavky užívateľa na serveri. Aplikácia je rozdelená na dve časti: (1) vstupné informácie a (2) výsledky. Vstupné informácie sa ďalej rozdeľujú na štyri podčasti a umožňujú zadanie lokalizácie:

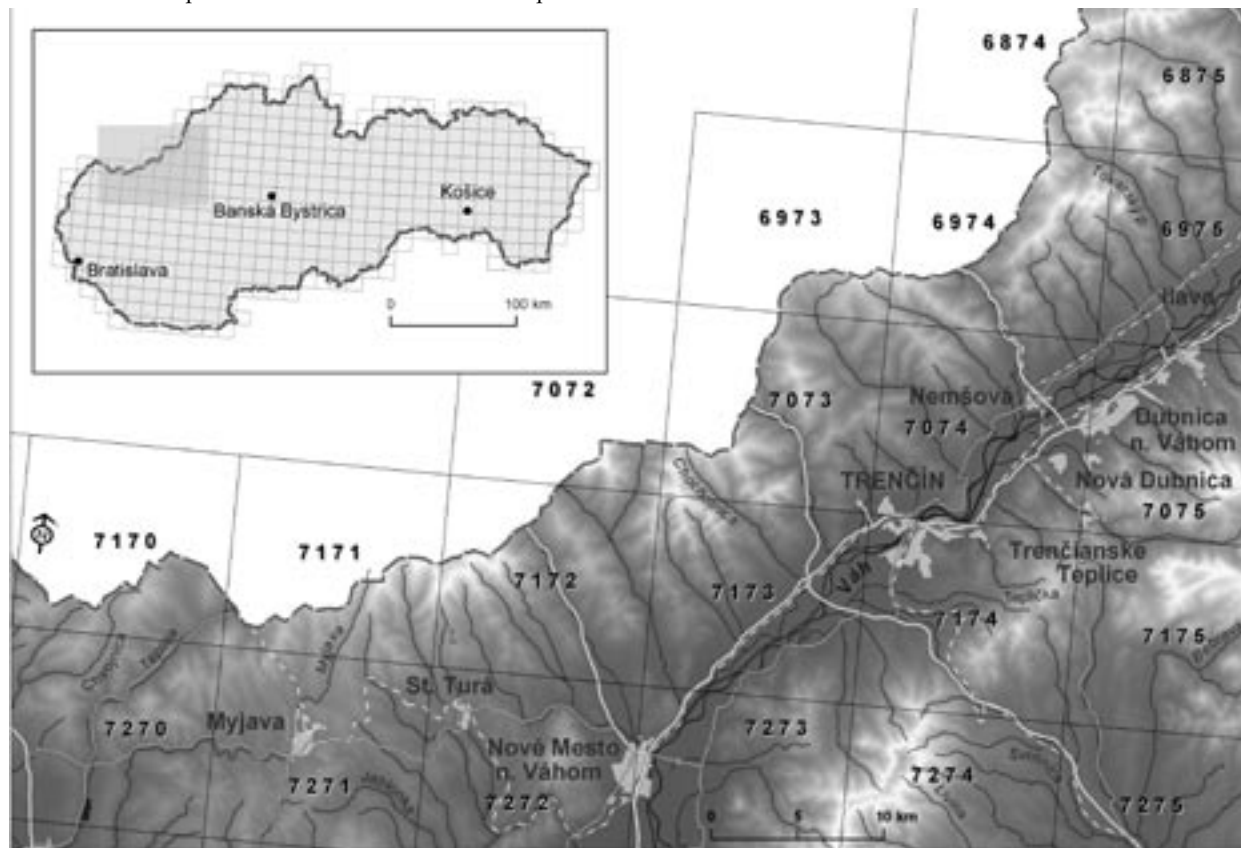
- prostredníctvom geografických súradníc:
 - v stupňoch, minútach a sekundách (DMS);
 - ako reálne číslo (desiatkovo/dekadicky);
 - dávkovo;
- prostredníctvom pomenovania:

- názvu obce, či lokality.

Vo výsledkovej časti, ktorá je rovnaká pre časti 1 až 3 sa zobrazujú rezultáty na dynamických leteckých, či satelitných mapách (čerpá sa z *maps.google*). Aplikácia umožňuje približovať, odďaľovať, či posúvať mapy, pričom sa geografická poloha kurzora (dekadická alebo v tvare DMS) vpisuje do pravej časti okna. Ak sa kurzor dostane na vykreslený štvorec/štvorce, vypíše sa platný názov podľa jeho atribútu.

Zadávanie v časti DMS a desiatkovo je v princípe rovnaké. Po zadaní voľby *Vypočítať* sa spustí skript *jQuerySquares.js*, ktorý vyvolá funkciu *ajaxFunction* zo skriptu *ajaxStvorce.js*. Táto funkcia prijme zadané údaje, skontroluje ich a prevedie na desiatkovú reprezentáciu. Skript *jQuerySquares.js* spustí skript *ajax-stvorce.php*, ktorému odovzdá dĺžku a šírku ako parametre. V databáze (do tabuľky *stvorce*), vyhľadá príslušný riadok/riadky. Názvy podštvorcov sa vracajú až ku skriptu *jQuerySquares.js*, ten odovzdá výsledok funkcií *ajaxSearchSquares*. Funkcia spustí skript *idToSqr.php*, ktorý v rovnakej tabuľke v tej istej databáze vyhľadá súradnice štvorcov. Nájdene súradnice aj s názvom podštvorca postúpi

Obr. 1. Základné polia – v širšom kontexte severozápadného Slovenska

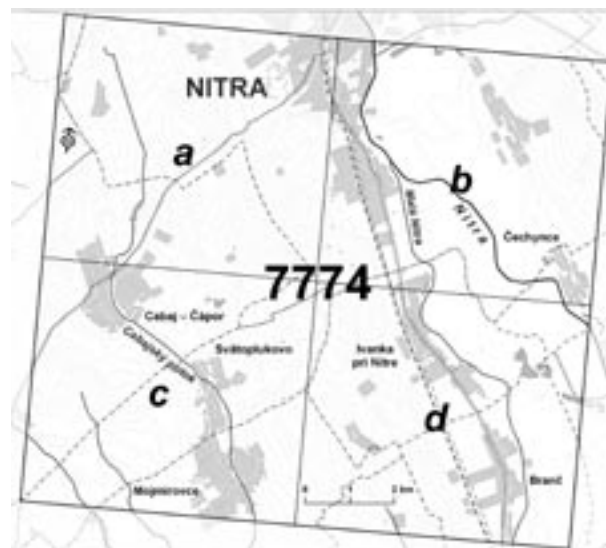


funkcii *prepareSquares*, ktorá pripraví informácie a spustí funkcie, ktoré sa postarajú o správne vykreslenie štvorca aj s informáciami do mapy.

Užívateľ komunikáciu na báze aplikácia – server – databáza vníma po zadaní voľby *Vypočítať* ako vypísanie základného poľa/polí, v ktorých sa súradnice nachádzajú. V mape sa na danom mieste vytvorí značka, pohľad mapy sa preniesie na miesto a vykreslí červenou líniou orámovaný výsledný štvorec s priehľadným bielym poľom. Na ten možno kliknúť, čím sa znázorní „bublinka“ s názvom štvorca a súradnicami jeho ľavého dolného a pravého horného rohu. Formát súradníc závisí od toho, aké zobrazovanie je zapnuté v pravom paneli.

Počas hláskovania obcí/lokalít sa zobrazí zoznam s aktuálnou ponukou databázy podľa zadaných písmen. Pri postupnom zadávaní písmen server spúšťa funkcie z *ajax-dynamic-list.js*, ktoré zohľadnia zadaný reťazec a ako parameter ho odovzdajú skriptu *ajax-list-countries.php*. Skript vyhľadá reťazec v databáze servera v tabuľke *obce*. Následne zobrazí všetky názvy obcí, ktoré spĺňajú podmienky a reťazec, ktorý identifikuje podštvorce, v ktorých sa obec nachádza. Toto hľadanie sa opakuje vždy, keď užívateľ zadá ďalšie písmeno, až ostane len jedna obec. Užívateľ zadá voľbu *Nájdí*, čím spustí funkciu *ajax-VillageSearch*. Identifikačný reťazec kvadrantov uložený v skrytom poli sa naformátuje do podoby, ktorej už rozumie funkcia *ajaxSearchSquares*. Tá spustí skript *idToSqrs.php* s číslami a písmenami kvadrantov ako parametrov. Skript v serverovej databáze v tabuľke *stvorce* vyhľadá súradnice každého kvadrantu, a tie sa ako výsledok vracajú k funkcii *ajaxSearchSquares*. Súradnice spolu s identifikátormi základných polí pošle funkcii *prepareSquares*, ktorá spúšťa funkcie potrebné pre ich vyznačenie do mapy. Užívateľ túto skrytú komunikáciu vníma ako zobrazovanie obcí podľa abecedy tak, že zadaný reťazec sa nachádza kdekoľvek v slove. Po zvolení obce/lokality (kliknúť na *Nájdí*) sa na mape zobrazia základné polia, v ktorých sa obec/lokalita nachádza. Hľadanie obcí vykonáva služba *Google™ Geocoding*, preto sa môže stať, že aj napriek existencii obce sa v databáze nemusí zobrazíť výsledok (napr. kvôli historickému názvu), alebo sa ukáže mimo územia Slovenska. Ak sa výsledok zobrazí mimo územia Slovenska, naspäť sa možno dostať zadaním voľby *Domov*, ktorá sa nachádza na ploche mapy. Do poľa pre obce možno zadať akúkoľvek obec na svete. Tá sa, pochopiteľne, na mape zobrazí bez základného poľa na Slovensku. Prepnutím na inú vyhľadávaciu metódu (napr. z DMS na desiatkovo) sa mapa „vyčistí“.

Posledným variantom vstupu informácií cez geografické súradnice je dávkové spracovanie. Dávka musí byť vo forme textového (*.txt) súboru, kde má každý riadok formát: *poradovéČíslo medzera X-súradnica medzera Y-súradnica novýRiadok*. Súradnice X (g. d.) a Y (g. š.) musia byť v stupňoch desiatkovo. Výsledný súbor je opäť vo formáte *.txt, ktorý možno importovať napr. do tabuľkového edi-



Obr. 2. Schéma rozdelenia základného poľa na kvadranty „a“ až „d“

tora. Pri grafickom rozhraní aplikácie užívateľ nájde cestu k textovému súboru, ktorý chce spracovať. V súbore sa nachádzajú koordináty, ku ktorým chce užívateľ priradiť štvorce, v ktorých sa nachádzajú. Po zadaní voľby *Nahrať* sa spustí skript *batch.php*. Ten prekopíruje užívateľom zadaný súbor na server. Pre každý riadok v súbore prečíta zemepisnú šírku a dĺžku a v databáze v tabuľke *stvorce* nájde číslo a písmeno kvadrantu, v ktorom sa súradnice nachádzajú. Skript zapisuje riadky s kompletnou informáciou do nového súboru menom *results.txt*. Keď skript skontroluje celý pôvodný súbor a zapíše výsledky do nového súboru, vyvolá sa skript *download.php*, ktorý poskytne nový súbor na stiahnutie.

Aplikačné využitie

Nosný pilier aplikácie je determinovaný kvalitou a presnosťou vstupných dát, ako i použitých metód pri ich spracovaní. Opísaná aplikácia má bezprostredné funkčné využitie:

- v príprave podkladov do publikácií z edície *Flóra Slovenska*;
- pri vypracúvaní špecializovaných floristických a fytoecologických štúdií;
- v ekológii, zoológii, či ekosozológii pri triedení informácií o výskyte druhov (rastlín a živočíchov) pre potreby výskumu, ochrany prírody, monitorovaní a hodnotení vplyvov na životné prostredie;
- v databázovom programe *Turboveg/Turboshell/Turbowin for Windows*.

Schaminée et al. (2009) odhadujú v Európe existenciu viac ako 4,2 miliónov fytoecologických zápisov. Z nich viac ako 1,8 milióna je uložených v elektronických da-

tabázach, z ktorých 60 % pripadá na program *Turboveg*. Ten sa používa na spracovanie fytoecologických zápisov v Európe v globálnom meradle, čo je jeho mimoriadnou prednosťou. Na Slovensku je odhadom 85 tisíc fytoecologických zápisov, z ktorých je približne 55 tisíc uložených v elektronických databázach prevažne v tomto programe. Zakomponovaním aplikácie do jeho prostredia sa zabezpečí automatické generovanie kódu základných polí a kvadrantov (CEBA) pre všetkých používateľov programu.

Pozitíva a negatíva aplikácie

Uplatnenie štandardizovaného prístupu má pozitívnu, ale aj negatívnu stránku. Za najväčšiu prednosť online riešení vo všeobecnosti považujeme plošnú dostupnosť takmer z ktoréhokoľvek miesta na Zemi. Nevyhnutnou podmienkou je stabilné a rýchle pripojenie na internet. Obmedzenia vidíme práve v jeho rýchlosti a stabilite. Pozitívom automatizácie softvéru je efektívnosť využívania – práca sa metodicky opakuje. V prípade analógového prístupu (človekom) sa môžu vyskytnúť isté chyby, pripisované ľudskému faktoru. Ďalším pozitívom navrhnutého digitálneho spracovania je časový aspekt (počítač poskytne výsledky za „zlomok sekundy“), čím sa hospodárne využívajú zdroje a minimalizujú náklady. Negatívom počítačového spracovania je chýbajúci expertný pohľad vedca/výskumníka pri riešení problémových úloh (jeho autonómnosť, zodpovednosť a posúdenie kontextu).

Implementácia do databázového programu *Turboveg* výrazne zefektívňuje vyhľadávanie pozície v rámci základných polí a kvadrantov pre používateľov v stredo európskom priestore. Nesmierny význam má táto aplikácia pri využití a generovaní máp znázorňujúcich distribúciu jednotlivých rastlinných (a živočíšnych) taxónov, ako aj rastlinných spoločenstiev.

* * *

Pri hľadaní väzieb, ktoré sa vyznačujú určitým stupňom generalizácie, je vhodné výsledky porovnávať v širšom rámci. Na Slovensku sú dlhodobo (od 70-tych rokov minulého storočia) používanými jednotkami základné polia a kvadranty. Domnievame sa, že sa tým uľahčí výmena dát medzi európskymi národnými databázami s potenciálom využiť tieto dáta v budúcnosti (napr. substitúcie s medzinárodnou databázou *Global Biodiversity Information Facility (GBIF, www.gbif.org)*, s databázou digitálnej knižnice EUROPEANA (*www.europeana.org*), ako aj s ďalšími informačnými systémami, udržiavanými prostredníctvom medzinárodného konzorcia CETAF.

V súvislosti s národnými vegetačnými prehľadmi a štatistickými vyhodnoteniami dát, ale aj s nadnárodnými syntézami a prehľadmi vegetačných typov na kontinentálnej úrovni, a tiež v súvislosti s rozvojom

rôznych interdisciplinárnych štúdií a prepojením vegetačných a floristických dát s dátami pedologickými, geologickými, klimatickými a pod., je dôležité jednotlivé fytoecologické zápisy, ako aj floristické údaje, začleniť do určitých geograficky vymedzených areálov. Pri štúdiách na druhej úrovni je vzhľadom na zovšeobecnenie biotopov vhodnejšie pracovať v rozlíšení fytoecologického zápisu (bodu).

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu ITMS 26240120014 Centrum excelentnosti pre ochranu a využívanie krajiny a biodiverzitu na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- Birch, C. P. D.: Diagonal and Orthogonal Neighbours in Grid-based Simulations: Buffon's Stick after 200 Years. *Ecological Modeling*, 192, 2006, 3 – 4, p. 637 – 644.
- Birch, C. P. D., Oom, S. P., Beecham, J. A.: Rectangular and Hexagonal Grids Used for Observation, Experiment and Simulation in Ecology. *Ecological Modeling*, 206, 2007, 3 – 4, p. 347 – 359.
- Chocholoušková, Z.: Propojení geografických a geobotanických metod při mapování flóry a vegetace velkých městských aglomerací na příkladu Plzně. *Miscellanea Geographica, Universitatis Bohemiae Occidentalis*, 13, 2007, s. 113 – 118.
- Jasičová, M., Zahradníková, K.: Organizácia a metodika mapovania rozšírenia rastlinných druhov v západnej tretine Slovenska. *Biológia*, 31, 1976, 1, s. 74 – 80.
- Li, Z., Zhu, Q., Gold, C.: *Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology*. London : CRC Press, 2005, 323 p.
- Niklfeld, H.: Bericht über die Kartierung der Flora Mitteleuropas. *Taxon*, 20, 1971, 4, p. 545 – 571.
- Perring, F. H.: Mapping the Flora of Europe. *Botanisk Tidsskrift*, 61, 1965, p. 328 – 332.
- Petrík, P., Pergl, J., Wild, J.: Recording Effort Biases the Species Richness Cited in Plant Distribution Atlases. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 12, 2010, 1, p. 57 – 65.
- Schaminée, J. H. J., Hennekens, S. M., Chytrý, M., Rodwell, J. S.: Vegetation-plot Data and Databases in Europe: An Overview. *Preslia*, 81, 2009, 3, s. 173 – 185.
- Stloukal, E., Kalúz, S.: Checklist of the Slovak Fauna – Databases and Software. Retrieved 4. 3. 2011 from <http://zoology.fns.uniba.sk/checklist>.

RNDr. Dušan Senko, PhD., dusan.senko@savba.sk
Bc. Matúš Kempa, matus.kempa@savba.sk
Botanický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 845 23 Bratislava