

# GIS a jeho využití v botanice

Díky skutečnosti, že velká část dat má prostorové určení, stává se GIS (Geografický informační systém) stále hojněji využívaným nástrojem nejen v oborech, jako jsou lesnictví, geologie, zemědělství a životní prostředí, ale pozadu nezůstává ani botanika. Většina aplikací GIS dnes umožňuje dosažení čtyř základních cílů při práci s geografickými daty – sběr, správu, analýzu a vizualizaci, přičemž největší význam spočívá především v možnostech analýzy dat. Naším cílem je poukázat konkrétními příklady na to, že botanika nezahrnuje jen sběr a určování rostlin, ale i využití moderních nástrojů, jakým GIS bezpochyby je.

Podle otázek, které GIS řeší, rozlišujeme několik typů analýz geografických dat.

- Analýza překryvu několika vrstev. Např.: Existuje místo s požadovanými klimatickými a geologickými podmínkami? Kolik takových míst je, kde a jakou mají plochu?
- Analýza vzdáleností. Např.: Které lokality se nacházejí do 500 m od hranice jehličnatého lesa? Které z nich jsou od sebe vzdáleny alespoň 1 km?
- Analýza vzdáleností v síti. Např.: Kolik zdrojů znečištění leží na vodním toku nad přehradou a jaká je jejich vzdálenost od hráze, měřená po toku?
- Analýza prostorové distribuce. Např.: Jak jsou mapované prvky rozmístěny v prostoru? Rovnoměrně, náhodně, ve shlucích?
- Analýza modelu reliéfu. Např.: Kde leží místa, kam v zimní sezoně nesvítí vůbec slunce? Kde jsou naopak místa s nejvyšší roční sumou slunečního záření?
- Geostatistické analýzy. Např.: Jaké je rozložení modelované veličiny v celé ploše zkoumaného území na základě měření na několika vybraných lokalitách?
- Atributové a prostorové dotazování. Např.: Které smrkové porosty v mýtním věku leží v katastru dané obce?

## Historie GIS a způsoby zobrazení

Prvním byl Kanadský geografický informační systém (CGIS) vytvořený v 60. letech minulého stol. Výrazný rozvoj nastal na počátku 80. let, kdy cena dostatečně výkonných počítačů ztelně klesla. Dalším mezníkem byl r. 1993, kdy se hybnou silou usnadňující použití tohoto systému stal internet, v jehož prostředí došlo nejdříve k poskytování geografických dat, později i celých aplikací GIS. V současné době existuje řada komerčního i nekomerčního softwaru, za zmínku zcela jistě stojí nekomerční Quantum GIS, SAGA GIS či JanMap, nebo komerční ArcGIS či MapInfo (viz tab. na str. 68).

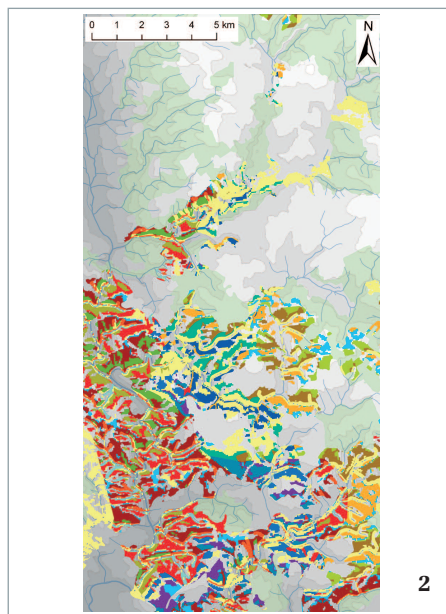
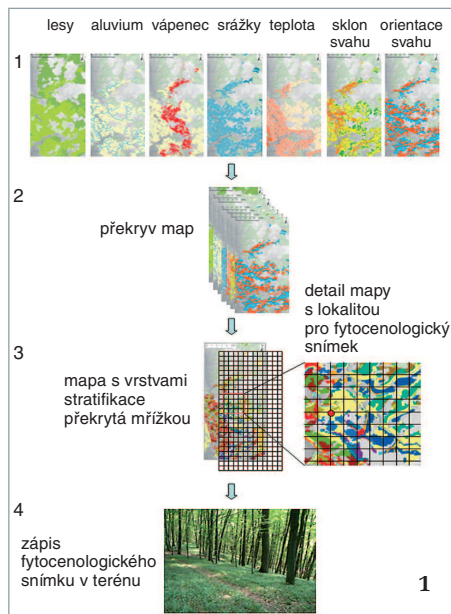
Dva základní datové modely, pomocí nichž lze zobrazit geografická data v digitální podobě, jsou vektor a rastr. Vektorová data se skládají z bodů s konkrétní souřadnicí x a y, případně z. Posloupností bodů se tvoří linie, pokud je v posloupnosti první a poslední bod totožný, vzniká polygon. Tak jsou prezentovány bodové (zdroj znečištění, hnízdiště, pramen, památný strom), liniové (řeka, bariéra podél dálnice, polní cesta) a plošné (jezero, povrchový důl, fyto-geografický okres, povodí, areál výskytu

určitého druhu) prvky. Jednotlivé prvky ve vektorové mapě jsou propojeny s tzv. atributovou tabulkou, přičemž vektory mají tu výhodu, že k jednomu prvku se může navázat více informací (na rozdíl od rastrů – viz dále v textu). Příkladem vektorových map využívaných v botanice jsou mapa potenciální přirozené vegetace (tedy vegetace, která by na určitém místě rostla, kdyby dané místo neovlivnil člověk), mapa aktuální vegetace, jejímž zdrojem jsou např. data z mapování Natura 2000, případně různé mapy využívané v lesnictví.

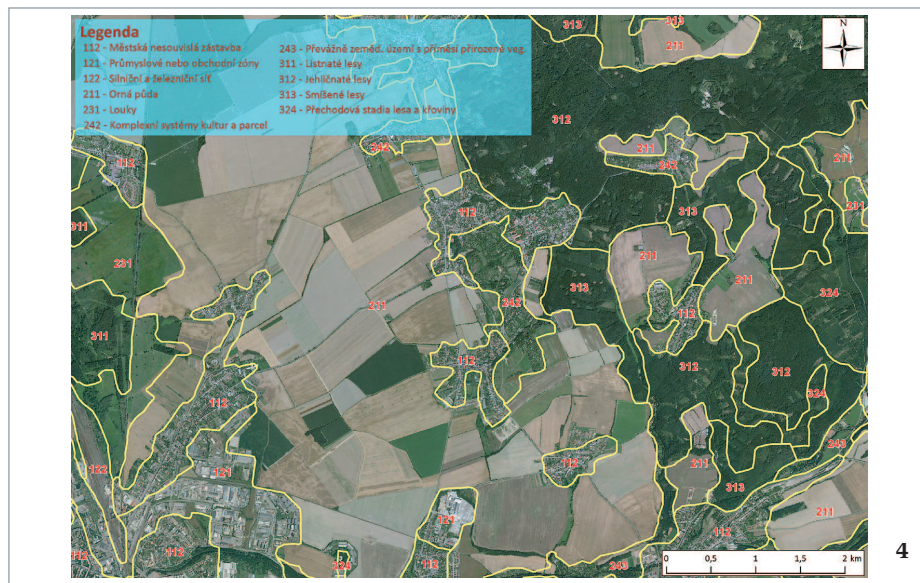
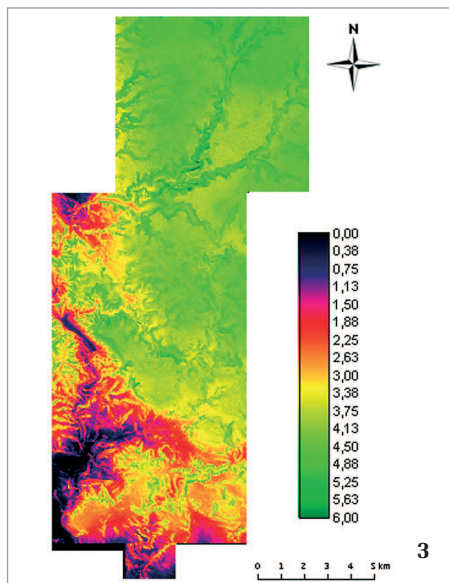
Při rastrovém zobrazení je prostor překryt pravidelnou sítí dostatečně malých ploch. Zkoumaný jev na zemském povrchu se pak popisuje hodnotami vztaženými k plochám této sítě. Rastry mohou popisovat buď kontinuální jevy, kdy sousední pixely mají podobné hodnoty (např. nadmořskou výšku, koncentraci znečištění ovzduší, průměrnou roční teplotu), nebo diskretní jevy, kdy skupina pixelů s podobnou hodnotou sousedí s pixely s výrazně odlišnou hodnotou (např. rozhraní les – bezlesí, voda – souš). Na každý pixel v rastru je v atributové tabulce navázána pouze jedna informace (např. průměrná roční teplota). Příkladem rastrové mapy jsou topografická mapa zachycující různé sklony a orientace svahu, mapa nadmořských výšek a případně klimatické mapy, jako např. průměrných ročních srážek nebo průměrné roční teploty.

Speciální kategorií rastrů představují data získaná z dálkového průzkumu země (DPZ, remote sensing) prováděného pomocí zařízení (senzorů) instalovaných na družicích nebo letadlech. Příkladem těchto zařízení jsou mechano-optický nebo elektro-optický skener a digitální fotoaparát. Velmi důležitou vlastností těchto senzorů je, že na rozdíl od klasických fotografií jsou schopny zaznamenat i vlnové délky pro lidský zrak neviditelné, např. ultrafialové nebo infračervené (Dobrovlný 1998). Některé neviditelné části (infračervená oblast) jsou přitom obzvláště důležité např. pro rozpoznání vegetace od ostatních objektů na zemském povrchu, odhad primární produkce a druhové rozmanitosti rostlinných společenstev, detekci obsahu vody nebo pigmentů v biomase. Tímto způsobem je např. možné na infračervených snímcích rozoznat jehličnatý les od listnatého – jehlice mají menší spektrální odrazivost než listy s velkou listovou čepelí, a proto se na snímcích jeví jako tmavší. Podobně lze pomocí infračervených kanálů rozpoznat usychající vegetaci ještě dříve, než se na rostlinách objeví viditelné známky nedostatku vody.

Obecné přiblížení GIS zakončíme třemi konkrétními příklady použití v botanice. V prvním z nich GIS sloužil pro naplňování sběru dat, v druhém se použila data



- 1 Postup stratifikace – kombinace různých mapových vrstev, které představují důležité faktory prostředí mající vliv na rozmištní různých typů vegetace (blíže v textu). Orig. D. Michalcová
- 2 Stratifikace pro klasifikaci lesní vegetace Moravského krasu a okolí. Každá barva představuje jedno stratum, tedy soubor míst se shodnými podmínkami prostředí. Vytvořeno v programu ArcGIS (viz tab. na str. 68)



z GIS map k vysvětlení druhového složení rostlinného společenstva a v třetím se stala GIS aplikace nástrojem k modelování fenologických map. První studií je práce zabývající se klasifikací vegetace Moravského krasu (Michalcová 2009). Vegetace se běžně klasifikuje na základě soupisu druhů a jejich pokryvnosti, tzv. fytoocenologických snímků (viz také Živa 2010, 6: 265–266), které mohou být v terénu uspořádány různými způsoby. Dodnes se ale nejčastěji používá preferenční neboli subjektivní rozmístění, při němž se místa pro zápis snímků vybírají bez předchozího plánování. Badatel pak obvykle snímky vzhledem k snadnějšímu přístupu umístí poblíž cesty nebo např. tam, kde je velká druhová rozmanitost, případně kde se vyskytují ohrožené či regionálně významné druhy. Abychom se vyhnuli tomuto subjektivnímu výběru, je potřeba uspořádání snímků předem naplánovat (vytvořit design sběru dat). K relativně běžně používaným designům patří rozmístění náhodné (např. náhodně vygenerované souřadnice), systematické (v mřížce), v transektu (na jedné linii), nebo tzv. stratifikované – náhodné. Právě poslední desing lze použít tehdy, když je naším cílem získat dostatečný počet snímků z různých vegetačních typů, ušetřit co nejvíce práce a času a současně co nejvíce omezit subjektivitu. Základním předpokladem tohoto rozmístění je, že na rozdílných stanovištích nalezneme odlišné typy vegetace. Při jeho plánování se kombinují různé mapové vrstvy, které představují důležité faktory prostředí mající vliv na rozmístění různých typů vegetace (např. přítomnost vápence v podloží, výskyt aluvia, průměrná roční teplota, průměrné roční srážky, sklon svahu nebo jeho orientace). Tyto mapy se překryjí přes sebe a všechna místa se shodnými podmínkami prostředí vytvoří stratum (např. všechna místa na vápencovém podloží, mimo aluvium, s průměrnou roční teplotou 6–7 °C, s průměrnými ročními srážkami 550 až 600 mm a s jižně orientovaným svahem o sklonu 5–15°). V každém takovém stratu pak očekáváme, že zde nalezneme jeden typ vegetace (např. dubohabřinu, doubravu nebo suťový les). Strat je tolik, kolik existuje různých kombinací podmínek prostředí (obr. 1 a 2). Z každého z nich se pak

náhodně (např. automatickým vygenerováním souřadnic) vybírají místa, v nichž se fytoocenologický snímek zapíše. Pomocí stratifikovaného – náhodného designu bylo v Moravském krasu zapsáno celkem 183 snímků lesní vegetace, které byly použity ke klasifikaci lesů do tří vegetačních tříd (*Alnetea glutinosae*, *Quercus-Fagetea* a *Quercetia robori-petraeae*), 9 svazů, 18 asociací.

Druhým příkladem využití GIS je studie zabývající se otázkou, které podmínky prostředí ovlivňují druhové složení plevelové vegetace na střední Moravě a ve Slezsku (Cimalová a Lososová 2009). I zde byla při plánování rozmístění fytoocenologických snímků použita stratifikace, kdy se v programu ArcGIS překryly mapy půdních typů (Anonymus 1971), klimatických oblastí (Quitt 1975), potenciální přirozené vegetace (Neuhäuslová a kol. 1998) a krajinného pokryvu (CORINE; GISAT 1997), která v této práci sloužila k rozpoznání zemědělské půdy (obr. 4). Informace z digitálních map (nadmořská výška, klima nebo půdní typ) a data získaná přímo v terénu (typ plodiny, půdní pH) se dále použily ve statistické analýze (tzv. přímé ordinaci), pomocí níž se autorky pokusily zjistit, které ze zkoumaných podmínek prostředí mají na složení těchto společenstev největší vliv. Ukázalo se, že se v obilovinách a okopaninách nacházejí víceméně odlišné druhy plevelů, což souvisí hlavně se způsobem hospodaření. Druhovou skladbu však ovlivňovalo i klima, nadmořská výška a půdní pH.

Třetí případová studie je příkladem využití GIS a moderních statistických metod k předpovědi nástupu a trvání jednotlivých fenofází u dřevin v hlubokých žlebech Moravského krasu (Vymazalová 2005). Termín fenofáze označuje stadium vývoje rostlin během roku – otevírání pupenů, rozvíjení listů, začátek kvetení atd. Fenologické mapy byly především v minulosti cennou náhražkou klimatických map, protože odrážejí složitou kombinaci faktorů ovlivňujících vývoj rostlin, které jsou často velmi obtížně měřitelné. Dnes se používají např. k předpovědi rychlosti a směru šíření hmyzích škůdců. Aby mohla být vytvořena fenologická mapa, autorka vybrala 7 dřevin, které jsou ve studovaném území hojné a jejichž fenologický vývoj je

3 Jarní fenologická mapa Moravského krasu vytvořená na základě modelu potenciálního přímého slunečního záření (PDSI), digitalizované topografické mapy a modelu skyview (zачlenění oblohy okolním terénem) v programu IRRAD a IDRISI 32. Čísla označují stupeň fenofáze. Orig. M. Vymazalová  
 4 Ukázka ortofotomapy s klasifikací CORINE (geografický informační zdroj o krajinném pokrytí našeho území). Orig. O. Hájka, není-li uvedeno jinak

přibližně souběžný – habr obecný (*Carpinus betulus*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mléč (*A. platanoides*), zimolez obecný (*Lonicera xylosteum*), svída dřín (*Cornus mas*) a bez černý (*Sambucus nigra*). U těchto dřevin v průběhu jara zaznamenala vývoj jednotlivých fenofází. Z časových důvodů nebylo možné kontrolovat v terénu jednotlivý strom či keř, proto zvolila 82 lokalit, na nichž měření provedla. Aby vytvořila mapu fenofází pro celé studované území (tedy i míst, kde fenofáze přímo nezaznamenávala), ke každé lokalitě získala dodatečné informace z digitalizované topografické mapy, modelu PDSI (potenciální přímé sluneční záření) a skyview (zачlenění oblohy okolním terénem; v programech IRRAD a IDRISI 32; Tichý 1998). Na základě kombinace těchto informací a statistické analýzy (neuronové sítě) byla schopna pro jakékoli místo studovaného území předpovědět aktuální fenofázi dřevin (obr. 3).

Snad se nám podařilo ilustrovat možnosti využití GIS v botanice a poskytnout také základní informace (přehled zdrojů mapových podkladů najdete u abstraktu tohoto článku na [www.ziva.avcr.cz](http://www.ziva.avcr.cz)).

- 1: ArcGIS (<http://www.esri.com>)
- 2: MapInfo (<http://www.csmmap.cz>)
- 3: Quantum GIS (<http://qgis.org/>)
- 4: SAGA GIS (<http://www.saga-gis.org>)
- 5: JanMap (<http://janitor.cenia.cz>)
- 6: Přehled open source GIS (<http://www.geobusiness.cz/2011/04/prehled-11x-open-source-gis/>)
- 7: CORINE land cover (<http://www.eea.europa.eu/publications/CORO-landcover>)
- 8: Ortofoto (<http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>)