

Geoinformačné technológie v krajinnoekologickom výskume

Kenderessy, P., Lieskovský, J.: Geographic Information Systems in Landscape Ecological Research. *Životné prostredie*, 2014, 48, 4, p. 223 – 226.

Landscape ecology investigates spatial processes and patterns in ecological systems, such as habitat fragmentation, landscape diversity and dynamics etc. Since most of the processes in landscape could be spatially expressed it is important to identify and monitor those processes and patterns using the tools such Geographic information systems (GIS) and Remote sensing. Such tools provide unprecedented power which collect, store, manipulate and analyze data so as to support and assist the decisions which the environmental scientist, ecologist, zoologist and botanist make. This article provides an overview of operational GIS applications and their development in landscape ecological research at Institute of Landscape Ecology, SAS.

Key words: landscape ecology, GIS

Predmetom výskumu krajinnej ekológie je krajina ako geosystém. Zaoberá sa celým komplexom krajiny, nielen jej jednotlivými zložkami. Už zo samotnej povahy krajinnoekologického výskumu vyplýva potreba integrácie (vertikálnej, horizontálnej) širokého spektra priestorovo orientovaných údajov. Je známe, že skoro 80 % všetkých údajov má priestorovú dimenziu, čo viedlo k rozvoju technológií, ktoré dokážu spracovávať takýto typ informácií, či už ide o dvoj-, troj- alebo dokonca viacrozmer- ný priestor (faktor času). Tento vývoj viedol k rozvoju geoinformačných technológií a nástrojov, ktoré dokážu priestorové informácie ukladať, spracovať a prezentovať tzv. geografické informačné systémy (GIS).

Krajinnoekologické plánovanie a geografické informačné systémy

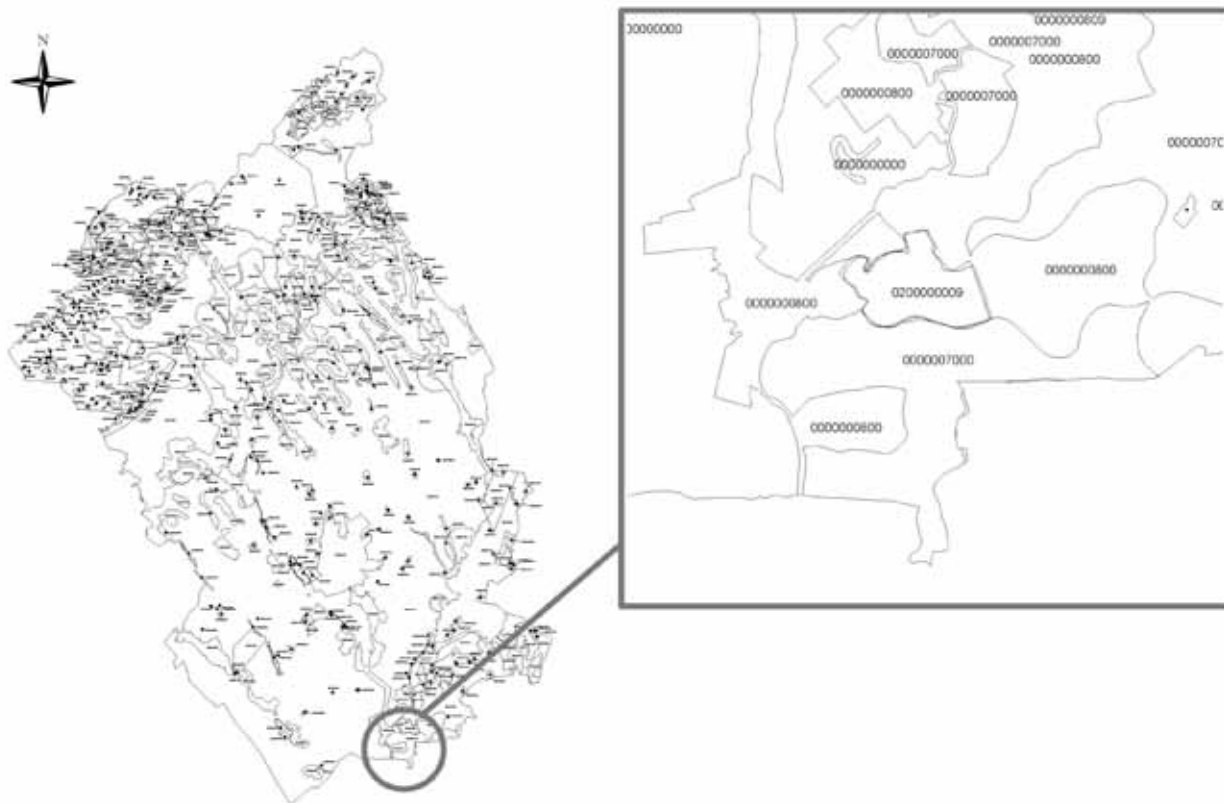
Začiatky nasadenia GIS v krajinnoekologickom výskume v prvej polovici 90. rokov 20. storočia sa týkali hlavne digitalizácie existujúcich mapových podkladov, ich georeferencovaniu a archivácii. Išlo hlavne o krajinnoekologické plány a projekty územných systémov ekologickej stability a taktiež údaje o jednotlivých zložkách krajiny (geologický podklad, pôda, reliéf, topológia a pod.), ktoré v tomto období ešte neboli dostupné ako špecializované geopriestorové databázy. GIS boli využívané hlavne ako kartografický nástroj pre tvorbu máp. Týmto spôsobom však nebol ani zďaleka využitý ich skutočný potenciál ako analytického a databázového nástroja.

Jedným zo základných pilierov krajinnoekologického výskumu na Slovensku je metodika krajinnoekologického plánovania LANDEP, ktorá sa stále používa pre potreby optimalizácie využitia krajiny. Podľa tejto metodiky je krajinnoekologická syntéza definovaná ako tvorba, charakteristika a klasifikácia homogénnych priestorových

areálov s rovnakými krajinnoekologickými vlastnosťami (Ružička, Miklós, 1982). Takéto homogénne jednotky nazývame aj krajinnoekologické komplexy (KEK). V procese tvorby krajinnoekologického plánu, či už na lokálnej alebo regionálnej úrovni je potrebné kombinovať viacero vstupných analytických podkladov. Prekrývanie máp vyjadrujúcich relevantné faktory krajiny (klimatické podmienky, pôdne pomery, štruktúra biotopov, využitie krajiny a pod.) sa považuje za tradičnú techniku plánovania krajiny. Nástroje, ktoré nám poskytujú GIS, umožňujú vykonať náročné operácie súvisiace so superpozíciou viacerých značne obsažných informačných vrstiev, vykonaním ich následnej syntézy a tvorbe KEK. Pri analógovom spracovaní podkladov by bol takýto postup prakticky nezvládnuteľný, prípadne by došlo k značnej generalizácii vstupných podkladov. S využitím nástrojov GIS dokážeme proces tvorby KEK, priestorový priemet optimálneho využitia krajiny do značnej miery zautomatizovať a polohovo spresniť. Práve v tejto fáze dochádza k problémovým situáciám, kde jednotlivé informačné vrstvy neboli vopred navzájom logicky integrované alebo boli spracované z podkladov v rozličných mierkach, z čoho vyplýva rozdielny stupeň ich generalizácie. Pri vykonaní ich topologického prekrytia tak dostávame veľké množstvo tzv. nelogických kombinácií vo výstupnej informačnej vrstve a taktiež množstvo tzv. zbytkových, okrajových polygónov (obr. 1). Keďže v súčasnosti sú už dostupné priestorové databázy budované na rovnakom topologickom podklade, darí sa tento problém celkom úspešne eliminovať.

Priestorové analýzy a modelovanie

S postupným zlepšovaním softvérového a hardvérového vybavenia a lepšou dostupnosťou dátových zdro-



Obr. 1. Krajinnoekologické komplexy a chyby topologického prekrytia pri spracovaní syntézy pozitívnych faktorov. Zdroj: Kenderessy (2003)

jov nastal aj určitý posun v spôsobe využitia GIS. Väčší dôraz sa začal klásť na využitie GIS ako nástroja na geopriestorové analýzy a modelovanie. Jednou z oblastí bola tvorba digitálneho modelu reliéfu a od neho odvodených morfometrických parametrov (sklon a krivosť reliéfu, dĺžka svahu atď.). Tieto podklady slúžili na účely modelovania hydrologických fenoménov krajiny ako akumulácia povrchového odtoku, zamokrenie a erózia. Problematike modelovania vodnej erózie a hodnotenia jej dopadov v poľnohospodárskej krajine a parametri- zácie vstupných údajov bolo venovaných viacero prác (Hrnčiarová, 2001; Kenderessy, 2012; Lieskovský, Kenderessy, 2014; Šimonides, 2005). Ďalšou významnou oblasťou je mapovanie a analýza zmien druhotnej krajinnej štruktúry. Tu sa GIS využívajú pri digitalizácii mapových podkladov, porovnávanie jednotlivých mapových vrstiev, ale aj pokročilé štatistické analýzy zamerané na hnacie sily zmien krajiny. Táto téma bola riešená v rámci viacerých významných medzinárodných projektov (BioPress, BioScene, Ebone, NASA LCUC Program). Zaujímavou aplikáciou využitia GIS bolo spracovanie priestorových údajov v projekte mapovania hlavných zdrojov znečisťujúcich látok a ich transportu v priestore krajín V4, kde boli využité hlavne metódy priestorovej štatistiky pre potreby vyjadrenia plošnej kontaminácie životného prostredia ťažkými kovmi (obr. 2) (Suchara et al., 2007).

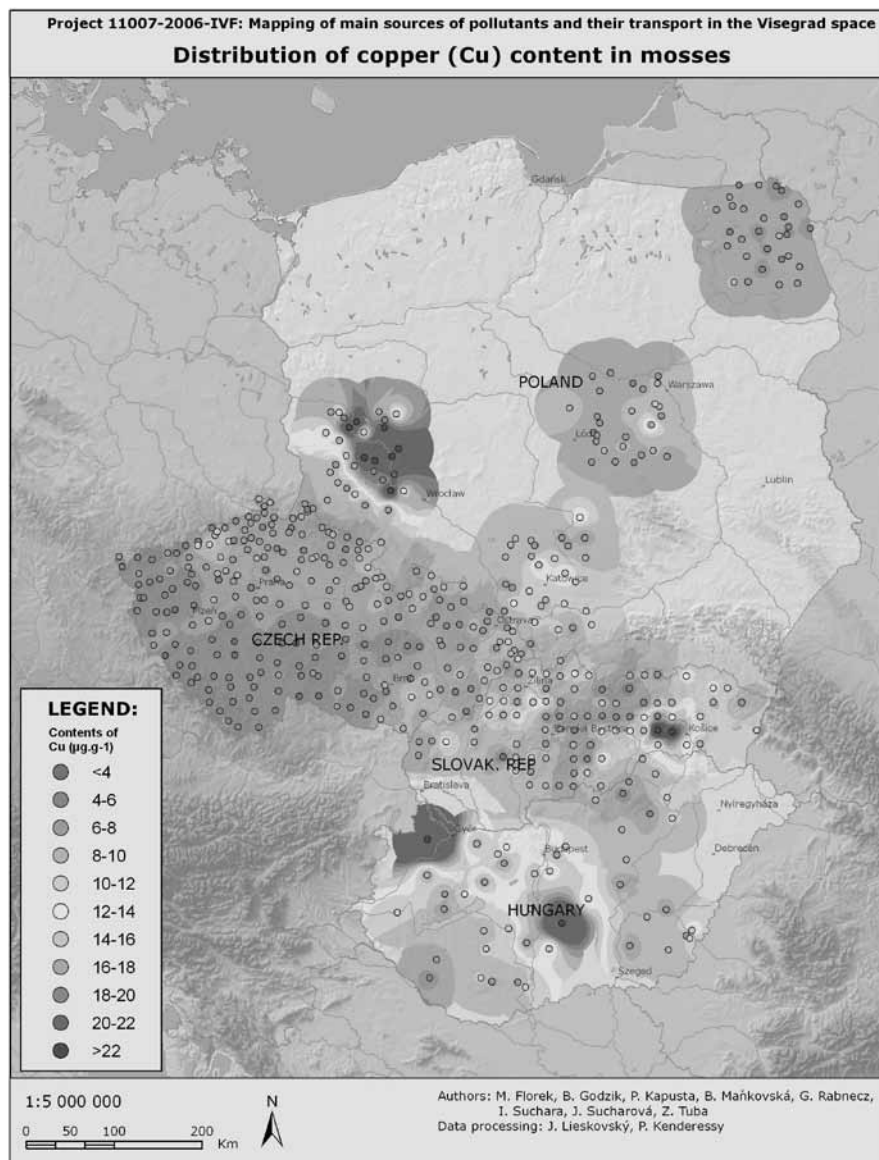
Dáta o krajine a databázové systémy

Charakter krajinnoekologického výskumu si vyžaduje integráciu poznatkov a dátových zdrojov z viacerých oblastí. V začiatkoch nasadzovania GIS bolo k dispozícii len obmedzené množstvo údajov o krajine z digitálnych databáz. Tento stav značne obmedzoval využitie geoinformačných technológií, keďže aj najdokonalejší GIS je nepoužiteľný, keď nie sú k dispozícii relevantné údaje v požadovanej forme a kvalite. Tento deficit sa nahrádzal vlastnou digitalizáciou (scanovanie, vektorizácia, tvorba databázy) dostupných údajov v analógovej forme, čo však bolo časovo veľmi náročné a veľakrát aj na úkor výstupov. Údaje boli často neštruktúrované a absentovala aj vzájomná topologická korekcia. Tieto faktory potom sťažovali ich ďalšie použitie. Za posledné roky sa však situácia radikálne zlepšila a väčšina údajov o krajine je už dostupná prostredníctvom rôznych druhov mapových služieb. Najviac sú využívané údaje z geodatabáz. Napriek značnému pokroku v ich tvorbe neustále pretrvávajú problém dostupnosti. Databázy sú v správe rôznych inštitúcií, prístup k údajom je obmedzený buď spoplatnením alebo s obmedzenou možnosťou tieto údaje ďalej spracovávať. Aj z tohto dôvodu pristúpil Ústav krajinnej ekológie SAV v roku 2013 k budovaniu vlastného databázového systému, ktorý bude slúžiť ako údajová a aplikačná báza pre jeho vedeckovýskumnú činnosť a aj ako nástroj pre tvorbu, archiváciu, prezentáciu a zdieľanie

priestorových informácií. V rámci projektu *Obnova a budovanie technickej infraštruktúry výskumu a vývoja Ústavu krajinnnej ekológie SAV (ÚKE SAV)* financovanom zo štruktúrnych fondov je jedným z cieľov dodávka GIS a priestorovej databázy, umožňujúcich novú kvalitu výskumu pre potreby krajinnoekologického plánovania a manažmentu krajiny. Podkladové priestorové informácie budú slúžiť taktiež ako referenčná báza pre terénny výskum v podrobnej mierke a zároveň sa budú do systému integrovať aj výsledky tohto výskumu a meraní. Preto je potrebné, aby zaznamenávané a podkladové údaje boli polohovo konzistentné, čo je možné dosiahnuť len pri použití dát veľkých mierok polohovo harmonizovaných s čo najpresnejším a aktuálnym referenčným podkladom. Tieto podmienky spĺňa práve ZB GIS (základná báza). Databázový systém by mal slúžiť aj na integráciu a zdieľanie údajov získaných v rámci rôznych výskumných projektov realizovaných ÚKE SAV na národnej úrovni ako Atlas reprezentatívnych geoeosystémov, Katalóg historických štruktúr poľnohospodárskej krajiny, Biotopy Slovenska a pod.

Využitie krajiny a diaľkový prieskum Zeme

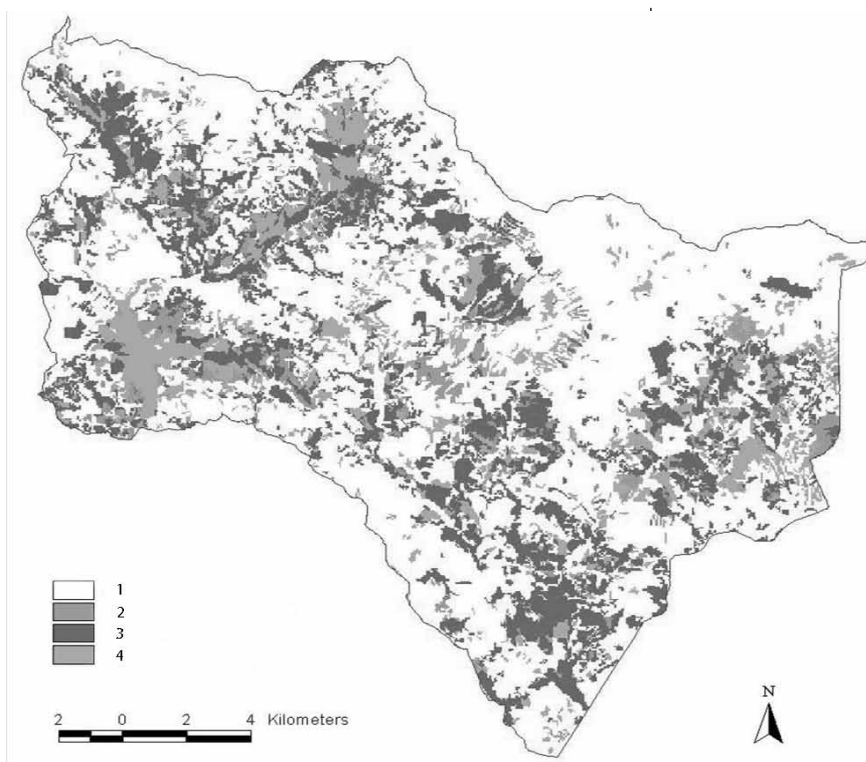
Významnou kapitolou výskumných aktivít ÚKE SAV, ktoré sú priamo závislé od nasadenia geoinformačných technológií je skúmanie krajinnnej pokrývky. Najviac sa v tomto smere presadilo využitie údajov diaľkového prieskumu Zeme (DPZ). Tieto údaje sa v krajinnoekologickom výskume využívajú hlavne na mapovanie a klasifikáciu krajinnnej pokrývky a jej odvodených parametrov (napr. vegetačné indexy) v rôznych časových obdobiach a mierkach, zmeny využitia krajiny a dynamiku krajiny, identifikáciu erodovaných oblastí a pod. (obr. 3). Pre tento účel disponuje ÚKE SAV pokročilými technológiami slúžiacimi na spracovanie, analýzu a interpretáciu týchto údajov ako IDRISI a jeho nástavba pre modelovanie zmien krajiny LANDCHANGE MODELER, eCognition, ENVI. Najviac sa využívajú letecké meračské snímky (ortofotomapy) s rozlíšením 1–5 m, ale aj multispektrálne údaje z družíc LANDSAT, QuickBird a Aster. Najvýznamnejšie aplikačné výstupy ÚKE SAV súvisiace



Obr. 2. Príklad mapového zobrazenia transportu znečisťujúcich látok v priestore krajín V4. Zdroj: Suchara et al. (2007); kartografické spracovanie: J. Lieskovský, P. Kenderessy

s využitím DPZ a GIS sú napr.:

- charakterizovanie usporiadania využitia krajiny v karpatstvom regióne, ktoré bude dokumentovať zmeny využitia poľnohospodárskej krajiny a snažiť sa pochopiť hlavné hnacie sily týchto zmien počas posledných 200 rokov;
- skúmanie historických hnacích síl zmien využitia krajiny, environmentálnej histórie a ich vplyvov na biodiverzitu a služby ekosystémov v Európe;
- štúdie vplyvu inštitucionálnych zmien a zmien krajinnnej pokrývky a využitia krajiny na uhlík, biodiverzitu a poľnohospodárstvo po rozpade Sovietskeho zväzu;
- automatizácia vytvorenej metodiky pre klasifikovanie krajinnnej pokrývky a kultúrnych plodín pomocou dát a technológií diaľkového prieskumu Zeme pre aplikáciu metód paralelného modelovania na šírenie rádioaktív-



Obr. 3. Typy zmien krajinnej pokrývky v období rokov 1949 – 1987 – 2003 na území Polonín. Zdroj: Bezák (2005)

Legenda: 1 – nezmenené, 2 – zmena za roky 1987 – 2002, 3 – zmena za roky 1949 – 1987, 4 – zmena za roky 1949 – 1987 – 2002

nych látok a iných polutantov v atmosfére a v životnom prostredí.

Zber údajov v teréne

Nasadeniu geoinformačných technológií sa nevyhla ani práca v teréne. Spočiatku súvisela iba so zameriavaním skúmaných lokalít pomocou GPS a následnej transformácie týchto, najčastejšie bodových dát do GIS. Následne sa k nim, po lokalizácii priradovali v prostredí „desktop“ GIS iné priestorové údaje. Rozvoj dostupnosti internetového pripojenia a mobilných zariadení sa preniesol aj do oblasti geoinformačných technológií. V súčasnosti je úlohou mobilného GISu poskytnúť funkcie geografického informačného systému užívateľovi pracujúcemu v teréne, a to hlavne funkcie pre zber údajov, ich aktualizáciu alebo analýzy. Pre tento účel disponuje ÚKE SAV modernými technológiami na báze produktov ESRI, a to ArcGIS Mobile, ktorý umožňuje používať centrálné orientované výkonné GIS riešenia v teréne. Poskytuje silu GIS servera všade tam, kde môžeme pristupovať k jeho zdroju prostredníctvom internetu.

* * *

Geoinformačné technológie a GIS významne posunuli možnosti krajinnoekologického výskumu. Keďže už so sa-

motnej povahy krajinnoekologického výskumu vyplýva nutnosť práce s priestorovo orientovanými údajmi, bolo nasadenie takýchto technológií nevyhnutné. Ich efektívne využívanie je však do značnej miery závislé aj od existencie vhodných vstupných dát a informácií o krajine. Dnes už máme k dispozícii pomerne značné množstvo údajov, avšak s rozdielnymi parametrami vyplývajúcimi z pôvodu zdroja, spôsobu ich získania a účelu využitia. Kvalita a výber vstupných dát potom ovplyvňuje aj kvalitu požadovaných výstupov. Negatívnym faktorom pre plné využitie geoinformačných technológií je aj dostupnosť údajov, obmedzená hlavne samotnými poskytovateľmi týchto dát.

Literatúra

Bezák, P.: Scenáre zmeny krajiny a biodiverzity v NP Poloniny. Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Geographica. Supplementum 3, 2005, s. 47 – 57.
Hrnčiarová, T.: Ekologická optimalizácia poľnohospodárskej krajiny (modelové územie Dolná Malanta). Bratislava: Veda,

- vydavateľstvo SAV, 2001, 133 s.
Kenderessy, P.: Integrácia GIS do tvorby krajinnoekologického plánu. Životné prostredie, 2003, 37, 1, s. 42 – 44.
Kenderessy, P.: Soil Loss Assessment in an Agricultural Landscape and its Utilization in Landscape Planning. Ekológia (Bratislava), 2012, 31, 3, p. 309 – 321.
Lieskovský, J., Kenderessy, P.: Modelling the Effect of Vegetation Cover and Different Tillage Practises on Soil Erosion in Vineyards: A Case Study in Vrábľa (Slovakia) using Watem/Sedem. Land Degradation & Development, 2014, 25, 3, p. 288 – 296.
Ružička, M., Miklós, L.: Landscape-Ecological Planning (LANDEP) in the Process of Territorial Planning. Ekológia (Bratislava), 1982, 1, 3, p. 297 – 312.
Suchara, I., Florek, M., Godzik, B., Maňkovská, B., Rabnec, G., Sucharová, J., Tuba, Z., Kapusta, P.: Mapping of Main Sources of Pollutants and their Transport in the Visegrad Space. Part I: Eight Toxic Metals. Průhonice: VÚKOZ, v. v. i., Zvolen: KLEMO, 2007, 127 p.
Šimonides, I.: Topographic Factor Influence on Erosive Threaten Area. Ekológia (Bratislava), 2005, 24, 4, p. 430 – 437.

Mgr. Pavol Kenderessy, PhD., *pavol.kenderessy@savba.sk*
Ústav krajinnej ekológie SAV, Štefánikova 3, P. O. Box 254, 814 99 Bratislava

Mgr. Juraj Lieskovský, PhD., *juraj.lieskovsky@savba.sk*
Ústav krajinnej ekológie SAV, pobočka Nitra, Akademická 2, P. O. Box 22, 949 01 Nitra