

Miroslav ŽIAK, Lucia SZALMOVÁ, Peter ČERMÁK

## INŠTALÁCIA A RASTROVÁ PREZENTÁCIA DÁT V LAVÍNOVOM GEOGRAFICKOM INFORMAČNOM SYSTÉME

Žiak, M., Szalmová, L., Čermák, P.: Installation and raster data representation in the avalanche geographic information system. Kartografické listy 2010, 18, 1 fig., 12 refs.

**Abstract:** Informatization of society is important in every area of life, including high mountain areas. Many of the major current trends show the need for the high-quality data. It can provide for precise data collection and system in evidence of data storage. Analyses need quality of input data, so it is necessary to be selective among the available information. Data need centrally managed system, because avalanche research has many factors that enter into the analysis. Data in geodatabase format can be storage in table, vector or raster format. In this article we are focus on raster representation. Raster data constitute parameters of georelief. Georelief is contact area between the atmosphere, hydrosphere, lithosphere and pedosphere. On the formation of a multi-force, which itself is influenced by many processes in the country. Digital terrain model (DTM) is its description. For avalanche research we also need DMR derivatives – slope angle, slope direction, horizontal and vertical curvature of georelief. We can simulate sunlight, which significantly affects the overall energy balance of snow cover. We have available two ways to write raster data – Raster Dataset and Raster Catalog. Choosing the right format is to consider ways to bring both a positive and negative aspects. We can also save raster images in their original format.

**Keywords:** avalanche, starting zone, Python, GIS, geodatabase, ArcGIS, raster map, raster dataset, raster catalog

### Úvod

Informatizácia spoločnosti je dôležitá v každej oblasti súčasného života, vedeckú oblasť nevy-nímajúc. Mnohé zo súčasných hlavných trendov poukazujú na potrebu kvalitných dát. Tá sa dá zabezpečiť poctivým a precíznym zberom, ale dôležitá je tiež systematika v evidencii a ukladaní dát. Preto aj v oblasti lavínového výskumu sú analýzy náročné na kvalitu vstupných údajov, nevy-hnutná je selekcia dostupných informácií. Potreba centrálnie riadeného systému je aj v oblasti laví-nového výskumu, kde existuje množstvo faktorov vstupujúcich do analýz.

Základný koncept *Lavínového geografického informačného systému* (LGIS) bol navrhnutý v práci M. Žiaka (2009), o ktorú sa bude opierať predložená inštalácia celého systému. Koncept LGIS má položené základy na databázovom riešení. Databázy predstavujú kostru väčšiny infor-mačných systémov, slúžia na získavanie informácií a môže sa v nich vykonávať množstvo operá-cíí. Veľké databázy sú riadené pomocou systému riadenia báz (angl. *database management sys-tem*). Dôležitá je štruktúra a prístup k uloženým dátam. Tieto charakteristické črty tvoria celý sys-tém funkčným.

Lavínovú činnosť možno ako proces presne lokalizovať na georeliéfe, preto je výhodné vytvo-riť pre LGIS funkčnú geografickú databázu, resp. *geodatabázu*, ktorá poskytuje správu a distribú-ciu geografických informácií, pracuje aj s negeografickými databázovými štruktúrami a ponúka sa tak ako najvýhodnejší spôsob implementácie dát pre LGIS. Cieľom príspevku je inštalácia a ras-trová reprezentácia dát v lavínovom geografickom informačnom systéme.

Mgr. Miroslav ŽIAK, Bc. Lucia SZALMOVÁ, Bc. Peter ČERMÁK, Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra fyzickej geografie a geoekológie, Mlynská dolina, 842 15, Bratislava, e-mail: miroziak@gmail.com, szalмова@gmail.com, p.cermak@centrum.sk

## 1. Inštalácia základnej štruktúry systému

Aplikácia geodatabáz je v súčasnosti v oblasti prírodovedných disciplín veľmi rozšírená, uvedme napr. geologické mapovanie morského dna (Andrews, 2005), geomorfologický informačný systém (Minár et al., 2005, Mentlík et al., 2006, Vracovský, 2006), geomorfologické mapovanie (Gustavsson, 2005). V lavínovej problematike bola využitá geodatabáza v prácach (Scott, 2004a,b, Gruber, 2001).

Pri realizácii konkrétneho riešenia informačného systému bola využitá základná inštalácia geodatabázy a jej obslužnej časti. Je to vhodné pre rýchle rozšírenie systému a jeho testovanie v rôznych podmienkach. Bol vytvorený jednoduchý inštalčný skript v jazyku programu Python. Tento skriptovací jazyk zažíva v súčasnosti nárast počtu používateľov z dôvodu jeho prehľadnej syntaxe, rozšíriteľnosti modulov a nezávislosti použitia od operačného systému. Jednou z jeho veľkých predností je jeho prepojitelnosť s programami GIS. V našom prípade je to prepojenie s programom ArcGIS od firmy ESRI. Relatívne jednoducho sa dá pristupovať k funkciám tohto programu pomocou vytvorených objektov. Na inštaláciu sme využili moduly – sys, string, os, arcgisscripting, shutil. Pre spojenie s programom ArcGIS je použitý modul arcgisscripting. Vytvorením objektu `gp = arcgisscripting.create()` môžeme pristupovať k metódam, triedam a argumentom prostredníctvom COM (Component Object Model) objektov. Objekty COM zaviedla firma Microsoft pre komunikáciu medzi rôznymi programami. Je možné k nim pristupovať pomocou množstva programovacích jazykov vrátane aj jazyka Python.

V ďalšom kroku inštalčného skriptu nastavíme produkt, ktorý používame v programe ArcGIS. V našom prípade je to modul ArcInfo – `gp.SetProduct("ArcInfo")`, ktorý sa uvedie ako argument. V poslednom kroku, ktorý treba pre komunikáciu s objektmi, je zadanie cesty k Toolboxu: `gp.AddToolbox("C:/Program Files/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/Data ManagementTools.tbx")`.

Ďalej používame funkcie, ku ktorým už môžeme pristupovať priamo. Predtým však treba definovať použité premenné. V našom prípade ich bolo 16 a ide zväčša cesty k vstupným a výstupným súborom. Prvým procesným krokom je vytvorenie *Workspace*, t.j. pracovného priestoru pre geografické údaje. Pracovný priestor môže byť adresár, ktorý obsahuje súbory vo formáte shapefile, geodatabázy, ďalšie dátové súbory, alebo pracovný priestor modulu ArcInfo. Ostatné viacrozmerne dátové formáty, ako sú netCDF (Network Common Data Form) alebo HDF (Hierarchical Data Format), môžu byť tiež považované za pracovné priestory a sú často používané v rámci softvérových balíkov GIS. Adresár sa vytvára priamo na disku (C:\) a overí sa, či na danom mieste neexistuje adresár s rovnakým názvom. Na vytvorenie prázdnej geodatabázy typu *Personal Geodatabase* s názvom *lgis* sme použili príkaz `gp.CreatePersonalGDB_management (lgis, "lgis_database")`, v ktorom sa zadáva názov pracovného prostredia a názov geodatabázy. Tento typ ukladania priestorových, ale aj nepriestorových dát od firmy ESRI je implementovaný v programe ArcGIS, geodatabáza sa dá editovať v programe Microsoft Access®, ako aj aplikovať jeho funkcie. Jednotlivé geodátové vrstvy uchováva vo forme systémových relačných tabuliek v jednom súbore s príponou *.mdb*. *Systémové tabuľky*, do ktorých sa ukladajú geopriestorové dáta majú prefix *GDB\_* a ich základná charakteristika je uvedená v práci Žiaka (2009). Výhodou personálnej geodatabázy je *centrálne úložisko dát a jednoduchá aplikácia jazyka SQL* (MacDonald, 2001). Okrem týchto predností je *jednoducho rozšíriteľná* na PC s inštalovaným programom Microsoft Office®.

V ďalšej časti inštalčného skriptu sa kopírujú tabuľky z databázy *Strediska lavínovej prevencie*, ktoré už prezentujú *špecializované tabuľky*. Funkcia `gp.CopyRows_management()` sa využíva na kopírovanie. Figuruje v nej tri argumenty – vstupná tabuľka, výstupná tabuľka a konfiguračné heslo, ktoré však používajú len geodatabázy v prostredí modulu ArcSDE programu ArcGIS. Týmto spôsobom sme do geodatabázy importovali tabuľky – *lavíny*, *lavínové dráhy*, *hlavné doliny v pohorí* a tabuľku *lavíny-svahy*, ktorá sa spája vedené tabuľky do relácie M:N. Pre rýchly a jednoduchší import tabuliek *Strediska lavínovej prevencie* a ďalších nepriestorových tabuliek (*počasie*, *lavínové sondy* a ich podtabuliek – *výška snehu*, *prienikový odpor*, *druh*, *tvrdosť*, *vlhkosť*, *veľkosť* a *teplota snehu*) boli vytvorené súbory formátu *.xml*.

Poslednou časťou základnej inštalácie systému je vytvorenie pracovných adresárov pomocou Python modulu *shutil*. Ten skopíruje inštalčný skript spolu s pripravenými adresármi na ukladanie rôznych informácií (literatúra, výsledné mapy, metadáta, fotografie, rastrové mapy, vektorové vrstvy, šablóny, skripty, dočasné súbory).

## 2. Reprezentácia rastrových dát v geodatabáze

Podstatnou časťou celého systému pre lavínovú predpoveď sú geodáta, ktoré informácie o počasí a lavínových sondách lokalizujú na konkrétnom *georeliéfe*. Georeliéf predstavuje kontaktnú plochu medzi atmosférou, hydrosférou, litosférou a pedosférou. Na jeho formovanie pôsobí viacero síl, pričom sám výrazne ovplyvňuje mnohé procesy v krajine. Digitálny model reliéfu (DMR), ako jeho model, predstavuje množinu priestorovo priradených údajov vypočítaných na základe vstupných výškových bodov a použitej interpolačnej metódy. Z digitálneho DMR získame odvodené morfometrické parametre vhodné na analýzu lavínovej situácie. Ide predovšetkým o *sklon, orientáciu, horizontálne a vertikálne zakrivenie* georeliéfu. Z nich ešte dokážeme modelovať slnečné žiarenie, ktoré významne vplýva na celkovú energetickú bilanciu snehovej pokrývky. Prezentácia týchto údajov je v *rastrovej forme* a v geodatabáze rastrový formát ešte dopĺňajú *ortofotosnímky*.

Pre rastrový formát v programe ArcGIS sú k dispozícii dva spôsoby uloženia v personálnej databáze, a to ako databázový prvok *Raster Dataset* alebo *Raster Catalog*. Výber správneho formátu je na zváženie, oba spôsoby majú kladné aj záporné stránky. Okrem týchto spôsobov sa dajú rastrové snímky ukladať aj v ich *pôvodnom formáte*.

*Raster Dataset* je súbor rastrových údajov v niektorom podporovanom rastrovom formáte organizovaných do jedného alebo viacerých kanálov. Každý kanál tvorí množina pixelov (buniek), v ktorej má každý pixel svoju hodnotu. Rastrový *dataset* obsahuje minimálne jeden kanál. Viac rastrových „*datasetov*“ môže byť priestorovo spojených (mozaikovaných) do väčších, samostatných a súvislých rastrových „*datasetov*“. Ak sa čiastočne prekrývajú, prekrývajúca sa oblasť obsahuje len jeden súbor hodnôt buniek.

*Raster Catalog* je súbor viacerých *Raster Dataset*, ktoré tvoria jeden celok. Sú definované databázovou tabuľkou, v ktorej sú uložené odkazy na jednotlivé rastrové „*datasety*“. Rastrový katalóg môže byť rozsiahly a môže obsahovať tisíce obrázkov. Zvyčajne sa používa na zobrazenie prihlých, *úplne alebo čiastočne sa prekrývajúcich rastrových datasetov* bez toho, aby museli byť spojené do jedného veľkého rastového „*datasetu*“. Obr. 1 ilustruje príklad rastového katalógu, kde obdĺžniky predstavujú hranicu (*wire frame*) každého samostatného rastového datasetu. Je vidieť, že existuje veľa prekrývajúcich sa rastrových datasetov rozličných veľkostí, ktoré predstavujú rôzne typy dát v takomto zobrazení rastového katalógu.

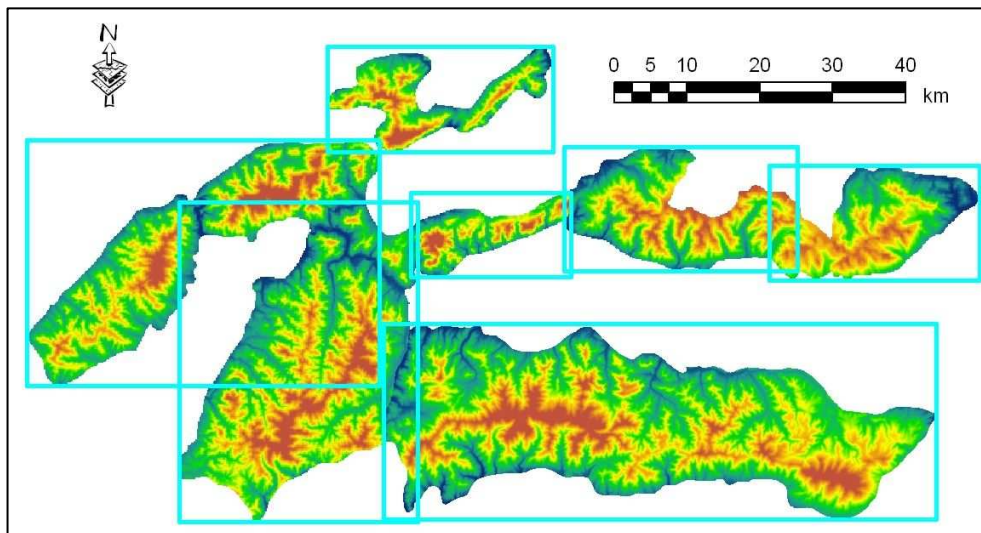
V navrhovanom LGIS sme pre ukladanie rastrových ortofosnímkov využili ich pôvodný formát. *Raster Dataset* je použitý pre rastrové mapy, ktoré sú spojené tematicky (DMR, odvodené morfometrické parametre, slnečné žiarenie...), t.j. autonómne mapy jednotlivých parametrov sú zoskupené v *Raster Catalog*, čiže navonok mapy vystupujú pod katalógom s tematickým názvom, ktoré reprezentujú (napr. DMR, obr. 1). Výhodou rastového katalógu je, že môže mať vlastný súradnicový systém. Rastrový katalóg sa dá použiť na zachytenie časového momentu rastrového obrázka, čo je užitočné pre informácie o počasí. Najväčšou nevýhodou tohto ukladania dát je, že jednotlivé mapy nemôžu vstupovať do žiadnych analýz. Vystupujú len ako celok s veľmi obmedzenými možnosťami. Táto nevýhoda sa možno vyrieši v ďalších verziách programu ArcGIS, kde sa pripravuje lepšia manipulácia s rastrovými dátami uloženými v geodatabáze (ESRI, 2009).

*Rastrové atribúty* môžu tvoriť tiež hodnoty znaku v znakovej triede. To znamená, že pole typu raster môže existovať ako jeden zo stĺpcov vo vnútri znakovej triedy (ale len v znakovej triede geodatabázy). Je to podobné ako hypertextový odkaz na súborovo riadený obrázok v poli, s výnimkou rastrového obrázka uloženého a spravovaného vo vnútri geodatabázy (napr. možnosť pridania fotografie odtrhutej lavíny ako atribútu znaku lavínovej dráhy – ESRI, 2008).

Ak sledujeme problematiku použitia *Raster Dataset* alebo *Raster Catalog*, tak rastrový katalóg je vhodný z týchto dôvodov (ESRI, 2008):

- rozsah rastrových „*datasetov*“ sa čiastočne alebo úplne prekrýva a je potrebné, aby spoločné oblasti boli zachované,
- rastrové „*datasety*“ predstavujú zbierku pozorovaní tej istej oblasti v rozdielnom čase v časovom slede,
- ak nie sú viditeľné celé oblasti naraz (katalógy zobrazujú len časť mriežky v menších mierkach),
- ak je potrebné spravovať zbierku obrazov ako integrovaný súbor, ale zachovať ich jednotlivo,

- ak je potrebné vytvárať a spravovať ďalšie stĺpce atribútov, ktoré popisujú každý obrázok,
- je to výhodný spôsob ako spravovať veľké množstvo rastrových „datasetov“.



Obr. 1 Pohoria analyzované v rámci lavínového geografického informačného systému

### Záver

Celá tvorba *Lavínového geografického informačného systému* predstavuje množstvo čiastkových krokov. Základ tvorí prvotná inštalácia kostry celého systému – geodatabázy a jej základných prvkov. Na tieto časti sa, ako vhodný prostriedok na inštaláciu z dôvodu jednoduchšej aplikácie, využil programovací (skriptovací) jazyk – Python s jeho modulmi a s využitím objektov programu ArcGIS.

Rastrová reprezentácia údajov je jedna z kľúčových v rámci celého systému, lebo obsahuje dáta o georeliéfe, vegetácii a oslnení georeliéfu. Tieto údaje sú v rámci lavínového výskumu podstatné. Odrhové pásma lavínových dráh je vhodné čo najlepšie opísať sledovanými parametrami, aby sa dala stanoviť miera rizika vzniku lavín. Komplexne sú rastrové dáta združované tematicky do rastrových katalógov prostredníctvom jednotlivých rastrových *datasetov*. Výhody a nevýhody takejto reprezentácie boli prezentované v príspevku.

Vzhľadom k snahe aplikovať LGIS pre prax je nutná konzultácia s viacerými pracoviskami, ktoré sa starajú o lavínovú prevenciu. Je to najmä Stredisko lavínovej prevencie v Jasnej, ktoré je jednou zo zložiek Integrovaného záchranného systému horskej záchranej služby. Tá má lavínovú informovanosť stanovenú legislatívne. Vo finálnej fáze použitia LGIS budú môcť používatelia prístupovať k informáciám o lavínovej hrozbe prostredníctvom interaktívneho mapového rozhrania. To by malo pomôcť zvýšiť informovať návštevníkov vysokohorského územia, často ohrozeného aj lavínami.

### Literatúra

- ANDREWS, B. (2005). *Geologic seafloor mapping using the ArcMarine Data Model*. USGS Seafloor Mapping Group, Coastal and Marine Geology Program, Woods Hole.
- ESRI (2008). *ArcGIS Desktop Help*. Redlands (ESRI).
- ESRI (2009). *ArcUser, The Magazine for ESRI Software Users*. Vol. 12, No. 4. Redlands (ESRI).
- GRUBER, U. (2001). *Using GIS for avalanche hazard mapping in Switzerland*. ESRI User Conference, San Diego.
- GUSTAVSSON, M. (2005). *Development of a detailed geomorphological mapping system and GIS geodatabase in Sweden*. Uppsala (Geotryckeriet), 129 s.

- MacDONALD, A. (2001). *Building a Geodatabase*. Redlands (ESRI).
- MENTLÍK, P., JEDLIČKA, K., MINÁR, J., BARKA, I. (2006). Geomorphological information system: physical model and options of geomorphological analysis. *Geografie*, 111, 1, s. 15-32.
- MINÁR, J., MENTLÍK, P., JEDLIČKA, K., BARKA, I. (2005). Geomorphological information system: idea and options for practical implementation. *Geografický časopis*, 57, 3, s. 247-266.
- SCOTT, D. (2004a). *Observational Guidelines for Avalanche Programs*. The American Avalanche Association, USDA Forest Service National Avalanche Centers, USA.
- SCOTT, D. (2004b). GIS Data Model. *International Snow Science Workshop*. Wyoming (Jackson Hole).
- VRACOVSKÝ, F. (2006). GmIS – zpracování dat pro geomorfologickou databázi. Plzeň (Západočeská univerzita). [cit 2010-03-30] Dostupné na: <[http://www.gis.zcu.cz/studium/apa/referaty/2006/Vracovsky\\_TopologieVGmIS/](http://www.gis.zcu.cz/studium/apa/referaty/2006/Vracovsky_TopologieVGmIS/)>
- ŽIAK, M. (2009). Základný koncept navrhovaného Lavínového geografického informačného systému. *Geomorphologia Slovaca et Bohemica*, 1, s. 61-68.

## S u m m a r y

### Installation and raster data representation in the avalanche geographic information system

The basic concept of The Avalanche Geographic Information System (AGIS) has been designed in work Žiak (2009), on which will be based application of the system. It has fundamentals on database, the solutions of most information systems. Databases are used to store information and they can perform many operations. Large databases are managed by DBMS – Database management system. The structure, indexing and access to stored data are important. These features make the functionality of the system. Avalanche activity is a process to accurately locate on georelief. Geodatabases provides geographic information system, but also works with conventional database structures, which offers a beneficial way in the implementation of AGIS. Efforts to create geodatabase model can be described as the next step creation of an information system.

In the implementation of the specific solution to a basic installation have been used geodatabase and the attendants. It is suitable for the rapid expansion of the system and its testing under different conditions. It was a simple install script written in Python programming language. The scripting language is currently experiencing an increase in the number of users because of its transparent syntax, modules, scalability, and independent use of the operating system. One of the great strengths of GIS applications is its connectivity with GIS programs and in our case it is a way to join with program ArcGIS from ESRI. It can be relatively easy to access features of the program by creating objects.

Essential part of the whole system for avalanche forecasting is geographic data. The information from geographic data inserts into the real world our measured weather and snow stability data.

For raster format we have available two ways to write the data – Raster Catalog and Raster Dataset. Choosing the right format is to consider and ways to bring both positive and negative aspects. We can save raster images in their original format.

Due to the efforts of system in practical use is a consultation with a number of institutes which are responsible for avalanche prevention. This is particularly Avalanche Prevention Center, which is one of the components of the integrated rescue system, The Mountain Rescue Service. The avalanche awareness is anchored in legislation. In the final phase, the current users will be able to access avalanche information in an interactive map interface. This could help to inform visitors to alpine, often avalanche dangerous zones.

Fig. 1 Mountains analyzed by The Avalanche Geographic Information System

#### Recenzoval:

**Doc. RNDr. Miloš STANKOVIANSKY, CSc.,  
Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta,  
Bratislava**