

Luboš BALÁŽOVIČ

APLIKOVANÉ PRIESTOROVÉ ANALÝZY V GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÝCH SYSTÉMOCH S VYUŽITÍM DIGITÁLNEHO TERÉNNEHO MODELU

Balážovič, L. : Applied spatial analyses in geographic information systems using digital elevation model. Kartografické listy 2009, 17, 1 fig., 5 refs.

Abstract: There are a lot of applications in spatial analyses using open Geographic Information Systems (GIS) software. This paper discusses four different examples used as case studies for spatial analyses using Digital Elevation Model (DEM). Each example consists of proposition, simple workflow description and results.

Keywords: applied spatial analyses, GIS, DEM, open source software

Úvod

Mnohé problémy reálneho sveta majú priestorový charakter, preto na modelovanie ich riešenia možno využiť geografické informačné systémy (GIS). Na vyučovacích hodinách predmetu GIS sa často stretávame s problémom, že hoci študenti majú vynikajúce teoretické poznatky z kartografického modelovania, modelovania morfometrických parametrov a v neposlednom rade aj rôznych analýz v GIS – tieto vedomosti a zručnosti sú izolované od zručnosti riešiť problémové úlohy vychádzajúce z reálnych potrieb spoločnosti. To motivovalo autora článku k vytvoreniu viacerých zadaní využívajúcich digitálny terénny model (DTM), ktorých riešením sme sa zaoberali na Katedre kartografie, geoinformatiky a DPZ Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave v rámci predmetu Priestorové analýzy v GIS s využitím DTM. Výsledky tohto experimentu presiahli svojim charakterom pôvodný didaktický cieľ a môžu byť zaujímavým podnetom pre širšiu odbornú diskusiu, čo je aj hlavný dôvod napísania tohto článku.

Všetky úlohy boli riešené s využitím otvoreného softvéru *Quantum GIS* verzia 1.0.0, *GRASS* verzia 6.3 a *OpenModeller* verzia 1.0.7. Na tvorbu DTM boli využité lomové body vrstevníc získané zo Spojitej vektorovej mapy 1:50 000 (SVM50). Ostatné údaje boli čerpané z Atlasu krajiny SR (2002) a digitalizácie polohopisu mapového diela Základná mapa SR v mierke 1:50 000 (ZM50) s využitím podkladu vo forme webovej mapovej služby (WMS) Slovenskej agentúry životného prostredia.

Umiestnenie vyhlíadok v Národnom parku Muránska planina

Cieľom prvej úlohy bolo vybrať miesta s najlepším rozhľadom na území Národného parku Muránska planina. Úlohu riešil Samuel Čief pomocou modulu *r.los* v prostredí *GRASS* 6.3, ktorý na základe DTM počíta viditeľnosť z daného bodu. Do úvahy vstupovalo aj zakrivenie Zeme, ktoré výrazne ovplyvňuje viditeľnosť vzdialených oblastí.

Najskôr bolo intuitívne vybraných 11 bodov z oblasti národného parku s pravdepodobne vysokou viditeľnosťou. Body tvorili vrcholy, resp. okraje krasovej planiny. Pre jednotlivé body bol vytvorený relatívny terénny model, ktorý zohľadňoval pokles terénu v súvislosti so zakrivením Zeme. Modulom *r.los* bola pre každý z vybraných bodov vytvorená mapa s oblasťami viditeľnými z daného bodu. Vychádzalo sa z ideálneho prípadu, kde terén je odlesnený a výška pozorovateľa je 1,6 m. Ich súčtom vznikla výsledná mapa lokalizácie miest s najlepším rozhľadom.

Ako bod s najlepším rozhľadom v národnom parku Muránska planina bol z tejto analýzy určený vrch Javorinka, ktorý je zároveň najvyšším vrchom v oblasti. Jeho ďalšou výhodou je to, že leží

Mgr. Luboš BALÁŽOVIČ, Katedra kartografie, geoinformatiky a DPZ, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, e-mail: balazovic@fns.uniba.sk

na severovýchodnom okraji planiny, odkiaľ je výhľad najmä na chrbát Nízkych Tatier a Poľanu. Pri ostatných vybraných bodoch je zrejماً závislosť viditeľnosti od nadmorskej výšky. Z väčšiny vybraných bodov je dobrý výhľad na vrchy v okolí Muránskej Planiny (Tŕstie, Ostrá, Kráľova hoľa,...).

Lokalizácia územia pre pestovanie viniča z hľadiska prísunu slnečného žiarenia

Cieľom úlohy, ktorú riešila Lenka Šošovičková, bolo vo vybranom geomorfologickom celku Slovenska nájsť územia vhodné na pestovanie viniča z hľadiska prísunu slnečného žiarenia. V úlohe sa abstrahovalo od ostatných podmienok pestovania viniča, pričom cieľom bolo práve overiť, či existujú na Slovensku územia mimo vinohradníckych oblastí s porovnateľným prísunom slnečného, ako majú časti geomorfologických celkov zaradené do vinohradníckych oblastí.

Etalónová hodnota pre množstvo slnečného žiarenia potrebného na pestovanie viniča bola 5. percentil hodnôt prísunu slnečného žiarenia vo vegetačnom období viniča (15.4.–20.9.) v Malokarpatskej vinárskej oblasti. Úlohou bolo vytvoriť rastre prísunu slnečného žiarenia vo vegetačnom období viniča ako súčet prísunu žiarenia za jednotlivé dni tohto obdobia. Oblasti na pestovanie viniča sa hľadali v pohorí Biele Karpaty.

Výpočet prebiehal spustením skriptu uvedeného v práci (Mitášová, Neteler 2004), ktorému predchádzalo vytvorenie rastrov nadmorských výšok, rastra orientácie voči svetovým stranám a sklonu georeliéfu v smere spádovej krivky, ktoré tvorili vstupné údaje skriptu. Výsledný raster vznikol odčítaním hodnoty 1 165,73 kWh/m²/deň (hodnota 5. percentilu slnečného žiarenia v Malokarpatskej vinárskej oblasti) od rastra slnečného žiarenia v Bielych Karpatoch za vegetačné obdobie viniča. Tmavou farbou boli znázornené územia vhodné pre pestovanie viniča.

Potenciálny výskyt nezvestného človeka (v heterogénnom teréne)

Úloha simulovala stratu dieťaťa predškolského veku na modelovom území. Cieľom bolo vymedziť územie, v ktorom po ňom treba pátrať po 1 až 5 hodinách. Úlohu riešil na podklade vstupných údajov z územia okresu Púchov Martin Iring. Zadanie projektu si vyžiadalo použiť modul *r.walk* technologického prostredia GRASS. Vstupom do modulu bol DTM územia v rastrovom formáte a raster nákladovosti pohybu (tzv. frikčný raster). Výsledný raster obsahuje najnižšiu kumulatívnu hodnotu časovej nákladnosti pohybu medzi bunkami vstupných rastrov od zadaného počiatočného bodu, určený podľa vzťahu:

$$N_c = N_p + \lambda * N_f$$

kde: N_c – výsledná časová nákladnosť,

N_p – pohybová časová nákladnosť,

N_f – frikčná časová nákladnosť,

λ – koeficient váhy N_f na N_c .

Člen N_p je závislý na hodnote sklonu georeliéfu v smere spádových kriviek (ďalej len sklon) a kladnej alebo zápornej hodnote výškového gradientu v smere pohybu. Vypočíta sa ako súčet:

$$N_p = X + Y + Z + W$$

kde: $X = a * \Delta S$, $Y = b * \Delta H$, $Z = c * \Delta H$, $W = d * \Delta H$ a ΔS predstavuje vzdialenosť, ΔH prevýšenie medzi susednými bodmi.

Koeficient a je prevrátenou hodnotou rýchlosti pohybu ($a = 0,931$), koeficienty b , c , d vyjadrujú zmenu rýchlosti pohybu pri rôznych podmienkach ako sú chôdza do kopca ($b = 6,0$), z kopca ($c = 1,9998$), dole strmým kopcom ($d = -1,9998$). Hodnoty boli prevzaté z manuálu programu GRASS (2008). Podľa charakteru georeliéfu (hodnoty sklonu a gradientu) do výpočtu N_p vstupujú tieto kombinácie členov rovnice:

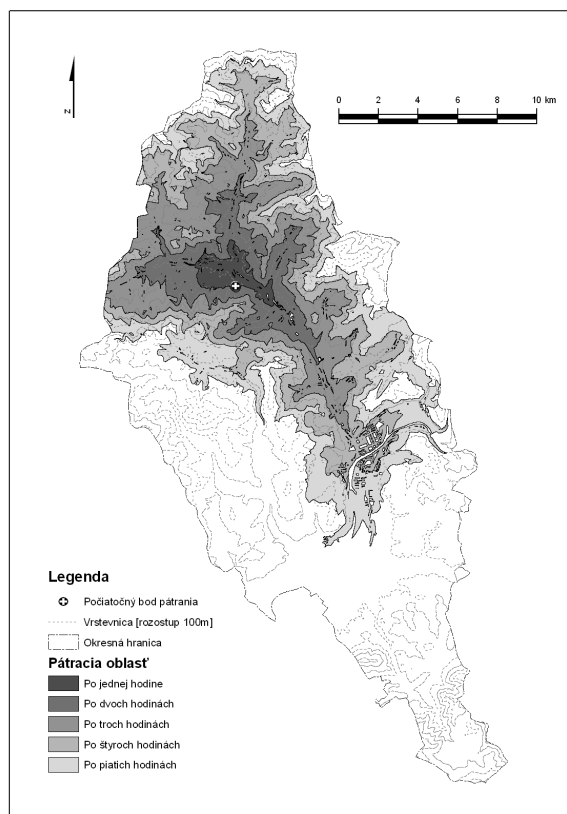
$N_p = X + Y$ ak je sklon 0 až 90° a $\Delta H > 0$,

$N_p = X$ ak je sklon 0 až 5° a $\Delta H \leq 0$,

$N_p = X + Z$ ak je sklon 5 až 12° a $\Delta H < 0$,

$N_p = X + W$ ak je sklon 12 až 90° a $\Delta H < 0$.

Člen N_f bol vytvorený reklasifikáciou rastrov krajinej pokrývky, vodstva, cestnej siete a maloplošných geomorfologických foriem. Podľa náročnosti pohybu im boli priradené hodnoty zvýšenej časovej nákladovosti v sekundách. Mapa vymedzenia pátracej oblasti je uvedená na obr. 1.



Obr. 1 Vymedzenie pátracej oblasti (autor: Martin Iring, 2009)

Potenciálny výskyt borovice horskej na Slovensku

Zadaním úlohy, ktorú riešil Radoslav Chudý, bolo zistiť potenciálny výskyt borovice horskej (*Pinus Mugo*) na území Slovenskej republiky s využitím DTM a faktormi limitujúcimi jej výskyt. Vstupné dáta tvorili lomové body vrstevníc získané z SVM50, izolínie priemerných ročných teplôt a zrážok a mapy pôdných druhov, pôdných typov a mapa využitia zeme z Atlasu krajiny (2002).

Základom práce bolo vytvorenie DTM celého územia Slovenskej republiky. Z lomových bodov vrstevníc SVM50 sme vytvorili rastre nadmorských výšok, sklonu reliéfu v smere spádovej krivky a orientácie reliéfu voči svetovým stranám v priestorovom rozlíšení 50 metrov. Z izolínií priemerných ročných teplôt a zrážok sme vytvorili modulom *v.surf.rst* rastre priemerných ročných zrážok a teplôt. Mapy pôdných druhov a typov boli pôvodne vo vektorovej forme a pre konečný výpočet ich bolo potrebné previesť na rastre. Výpočet potencionálneho výskytu borovice horskej prebiehal v prostredí programu *OpenModeler Desktop* 1.0.7. Do výpočtu vstupovali všetky spomínané rastre limitujúcich faktorov a bodová vrstva reálneho výskytu kosodreviny odvodená z mapy využitia zeme v Atlase krajiny SR (2002). *OpenModeller* obsahuje viacero algoritmov na výpočet priestorového rozšírenia druhu alebo javov v geografickej sfére. Na naše výpočty bol využitý algoritmus *GARP* (Genetic Algorithm for Rule Set Production), ktorý je presne stavaný na výpočet priestorového rozšírenia druhu na základe jeho limitujúcich faktorov. Výsledkom výpočtu bol ras-

ter potenciálneho výskytu borovice horskej Nadobúda hodnoty od 0 až po 1, kde 0 znamená najmenšiu pravdepodobnosť a 1 najvyššiu pravdepodobnosť výskytu. Pre lepšie znázornenie a hodnotenie sme na raster naložili hranice geomorfologických celkov Slovenskej republiky. Najväčšia pravdepodobnosť výskytu sa objavila v pohoriach Tatry, Nízke Tatry, Malá a Veľká Fatra, v Oravských Beskydách (hlavne Babia Hora), v Chočských vrchoch. Malé ostrovy výskytu sa nachádzajú v najvyššie položených oblastiach pohorí Vtáčnik, Kremnické vrchy, Starohorské vrchy, Poľana, Veporské vrchy, Stolické vrchy, Volovské vrchy, Spišsko-gemerský kras, Levočské vrchy a Bukovské vrchy. Tieto výsledky sme porovnali s mapou Potenciálnej prirodzenej vegetácie SR z Atlasu krajiny (2002). Naše výsledky sa zhodovali v plnej miere.

Záver

Pomocou priestorových analýz v GIS s využitím DTM sa podarilo vyriešiť štyri rôzne úlohy postavené na reálnych údajoch. Na ich riešenie boli použité technologické prostredia (softvér) s otvoreným zdrojovým kódom (Quantum GIS, GRASS, OpenModeller). Riešenia používajú v niektorých bodoch originálnu metodiku (hľadanie stratenej osoby), v iných používajú už publikované algoritmy (prísun slnečnej energie). Výsledky boli vizualizované do podoby tematických máp.

Literatúra

- Atlas krajiny Slovenskej republiky*. (2002). Bratislava (Ministerstvo životného prostredia SR a Esprit).
- MITÁŠOVÁ, H., NETELER, M. (2004). *GRASS GIS Open Source Approach*. Boston, 2. vydanie. Dordrecht (Kluwer Academic Publishers).
- MÍČIETOVÁ, E., KOŽUCH, M. ed. (2008). *Špecializované informačné technológie v prírodovednom výskume: Geoinformačné technológie*. Bratislava (ELITA).
- GRASS GIS 6.3 Reference Manual*. (2008). Dostupné na: http://grass.itc.it/grass63/manuals/html63_user/index.html (15.5.2009)
- Learning to think spatially*. (2006). Washington, 1. vydanie (National Academies Press).

S u m m a r y

Applied spatial analyses in geographic information systems using digital elevation model

Spatial analyses using DEM were applied in four cases:

- the sight of view analysis was used for finding best point for sightseeing in Natural park Muranska planina,
- to find out a location suitable for vine growing based on sum of daylight sun energy (comparing to official vine growing area),
- to localise potential area where missing person could be find (last known time and position was proposed),
- to find out area for potential presence pinus mugo spiece.

All analyses used in these four projects was done in open souce software (Quantum GIS, GRASS, OpenModeller) and visualised into thematic maps (only one is included).

Fig. 1 Search area for missing person (author: Martin Iring, 2009)

Lektoroval:

Mgr. Miroslav KOŽUCH, PhD.,
Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta,
Bratislava