

Priestorové analýzy prehistorických objektov

Bc. Lieskovský Tibor
Geodézia a Kartografia
STU - Slovenská technická univerzita Bratislava
Radlinského 11
813 68 Bratislava
E - mail: tibor.lieskovsky@gmail.com

Abstract

The work deals with spatial analysis of primeval objects for the purposes of archeology. Spatial analyses bring new approaches in processing archaeological data and represent a new method in non - destructive archeology.

In this work the problems, specifics and the division of spatial analysis in archeology are described in a theoretical aspect. From the practical aspect the work deals with the complex analysis of selected Hallstatt and La Tene habitats from the Liptov area. The creation of spatial databases, methodology of selected analysis, interpretation and the evaluation of achieved results are also described in the work.

Abstrakt

Práca sa zaoberá priestorovým analýzami prehistorických objektov pre účely archeológie. Priestorové analýzy prinášajú nový prístup v spracovaní archeologických údajov a predstavujú aj novú metódu v nedeštruktívnej archeológii.

V práci je s teoretického hľadiska popísaná problematika priestorových analýz v archeológii, ich rozdelenie a špecifiká. S praktického hľadiska sa zaoberá komplexnou analýzou vybraných halštatských a laténskych nálezísk z oblasti Liptova. Je tu popísaná tvorba priestorovej bázy údajov, metodika vybraných analýz, interpretácia a zhodnotenie získaných výsledkov.

Úvod

V súčasnosti tvoria GIS jeden zo základných pilierov prístupu k informáciám. Predstavujú nový prístup získavania a analýzy údajov vo všetkých vedných a spoločenských oblastiach pracujúcich s geopriestorovými informáciami. K takýmto vedám patrí aj archeológia, ktorá spája poznatky z dávnej minulosti so súčasnou tvárou krajiny.

Význam využitia GIS pre archeologickú analýzu sa dá prirovnať k „Objavu rádiokarbónového datovania“ (Neustupný, 2000)

Zatiaľ, čo tradičná archeológia sa v minulosti venovala takmer výlučne štúdiu artefaktov (nálezov), archeológia posledných desaťročí sa stále viac sústreďuje na doplnenie tohto štúdia výskumom ekofaktov a v nedávnej dobe i na prehĺbenie výskumu priestorového rozloženia archeologických prameňov. Ukázalo sa totiž, že priestorové vzťahy jednotlivých zložiek archeologických prameňov sú vedľa formálnych vlastností ich jedinou pozorovateľnou vlastnosťou (Kuna, 2003b), a že obsahujú obrovské množstvo

informácii o minulosti, z ktorých množstvo nebolo doteraz sledovaných. Tieto možnosti a poznatky otvárajú nový, komplexnejší pohľad na jednotlivé archeologické lokality a ich vzťah ku krajine.

Cieľom mojej práce je zhodnotiť možnosti využitia kombinácie GIS a dostupných priestorových údajov pre účely priestorových analýz objektov a následne komplexne analyzovať vybrané praveké náleziska oblasti Liptova z archeologického hľadiska.

Na úvod práce je s teoretického hľadiska popísaná problematika využitia GIS a priestorových analýz v archeológii, ich rozdelenie a špecifiká. Ďalej sa venujem zadefinovaniu záujmového územia a jeho stručnej charakteristike z archeologického hľadiska. Následne je opísaná tvorba priestorovej bázy údajov a metodika priestorových analýz použitých na daný účel. Na záver sú zhodnotenú a interpretované výsledky jednotlivých analýz a prípadne doplnené návrhy na ich zlepšenie.

1. Význam GIS pre analýzu archeologických údajov

Súčasná archeológia sa čoraz viac orientuje aj na riešenie otázok typu: „Prečo sa lokality vyskytujú na určitých typoch miest?“, „Aký bol rozsah a dostupnosť sídelného areálu?“ a pod.

Riešenie týchto otázok predpokladá uchopiť archeologické pramene ako pozostatky štruktúrovaného systému, ktorý má formálnu a priestorovú dimenziu, vrátane špecifického vzťahu ku konkrétnemu geografickému prostrediu (Macháček, 1997).

Pri zodpovedaní týchto otázok predstavujú GIS zo svojimi nástrojmi a možnosťami základný nástroj na analýzu týchto problémov a formulovania nových, doteraz neodhalených otázok.

Z hľadiska odborných cieľov archeológie je mimoriadne významné, že GIS umožňujú (Macháček, 1997):

a) Operatívne premietnutie formálnych vlastností archeologických prameňov do reálneho (geografického) priestoru a naopak, t. j. prevedenie geografických (priestorových) vlastností do priestoru formálneho. Príkladom môže byť zobrazenie archeologických typov do topografickej alebo špeciálnej mapy (napr. sklonov) a spätné načítanie určitých geografických údajov (napr. vzdialenosť od vodného zdroja, typ geologického podložja a pod.) do databázy.

b) Analýzu priestorového usporiadania (napr. plošný rozsah, hustota, vzájomná vzdialenosť) celkov zistených terénnym výskumom, alebo formálnou analýzou a z toho novú definíciu nových priestorových celkov archeologických prameňov.

c) Zisťovanie takých vlastností geografického priestoru, ktoré sú významné z hľadiska správania sa minulých populácií, ale ktoré nemôžeme zistiť v bežne dostupných mapách (napr. mapa sklonu a orientácie svahov, areálov dostupnosti). A to vytváraním ľubovoľných kombinácií mapových prvkov a vrstiev.

d) Prístup k priestorovým dátam ako k súvislému povrchu spojite sa meniacich vlastností, teda nie iba ako k množine nesúvislých pozorovaní.

e) Vizualizáciu priestorovým dát spôsobmi, ktoré neumožňuje bežná mapa (napr. terénné profily, 3D modely, interaktívne animácie) a ich využitia pre archeologickú analýzu a interpretáciu.

2. Priestorové analýzy v archeológii

Uvedené vlastnosti GIS a ich analytické nástroje s kombináciou s vhodnými priestorovými a archeologickými dátami slúžia na účely priestorových analýz, ktoré majú široké uplatnenie v archeológii.

Významným prínosom je napr. archeologické predikatívne modelovanie, pomocou ktorého môžeme ďalej skúmať a sledovať pravdepodobné správanie človeka v minulosti, jeho vplyv na svoje prostredie a naopak vplyv prostredia na jeho aktivity (bližšie Lieskovský 2005; Goláň, 2003).

Ako ďalšie príklady môžem uviesť projekt „BŘECLAV - POHANSKO V. Sídlištní aglomerace v Lesní školce. Digitální katalog archeologických pramenů.“, ktorý bol spracovávaný v Českej republike od roku 1995. V projekte je komplexne spracované nálezisko stredovekej osady vo forme GIS. Na základe priestorových analýz, bolo riešené rozloženie jednotlivých budov v osade, ich predpokladaná funkcia a ich vývoj v čase.

Za zmienku stojí aj projekt vypracovaný Slovinskou univerzitou Znanstveni inštitut Filozofske fakultete v Ljubljani v spolupráci s britskou univerzitou The Department of Archeological Sciences, University of Bradford už v roku 1991, ktorí za pomoci GIS rieši komplexnú charakteristiku ostrova Hvar, nielen z archeologického hľadiska (Stančič, Gaffney, 1991).

Na Slovensku boli priestorové analýzy použité pri výskume rondelov (pravekých kruhových stavieb, s pravdepodobnou kultovou a astronomickou funkciou), ktoré boli vykonávané Archeologickým ústavom SAV v Nitre. Sledovala sa najmä potenciálna viditeľnosť medzi rondelmi a ich orientácia voči svetovým stranám.

Priestorové analýzy a ich aplikácie majú svoj význam aj pri ochrane kultúrneho a historického dedičstva. Napríklad systém Centrálnaj evidencie archeologických nálezísk na Slovensku (CEANS), predpokladá aj možnosť vyznačenia oblastí potenciálnych nálezísk (Kročková, 2003) a následné povinné vykonanie záchranného výskumu v danej oblasti.

Rovnako na základe týchto analýz je možné aspoň približne rekonštruovať už zničené lokality

2.1 Rozdelenie priestorových analýz

Priestorové analýzy v archeológii môžeme rozdeliť podľa rozličných kritérií na viacero druhov. Viac o ich rozdelení možno nájsť napr. v (Goláň, 2003, Macháček, 1997) Ja sa zameriam na rozdelenie podľa faktorov a kritérií, ktoré budem sledovať v tejto práci.

- a) Podľa priestorového vzťahu medzi jednotlivými premennými je možné priestorové analýzy deliť na *bodové* a *areálové*.
 - Bodové – analýza je prevádzaná pre špecifické body v krajine (napr. hradisko).
 - Areálové – analýza sa vzťahuje na areály (napr. areál dosahu hradiska).
- b) Podľa rozsahu skúmaného územia môžeme rozdeliť analýzy na *globálne*, *regionálne* a *lokálne*.
 - Globálne - výskum prebieha v areáloch väčších ako 10000 km² (napr. Liptovská kotlina). Pomocou týchto analýz je možné skúmať vzťahy medzi vlastnosťami krajiny a osídlením, vzťahy medzi jednotlivými populáciami a ich pohybom, modelovať trasy obchodných ciest, a pod.
 - Regionálne - výskum prebieha v areáloch väčších ako 5500 km² (napr. na úrovni pohoria). Sledujú sa vzťahy medzi špecifickejšími krajinnými vlastnosťami a osídlením a detailnejšie sa sleduje voľba miest pre jednotlivé ľudské aktivity.
 - Lokálne – výskum prebieha v areáloch o veľkosti do 100 km² (napr. povodie potoka).

V tomto merítku možno sledovať rozloženie miestnych dostupných zdrojov surovín, sledovať vzťahy medzi umiestneným týchto zdrojov a archeologickými lokalitami, modelovať zázemí lokalít, a pod.

- c) Podľa prístupu k vyhodnocovaniu výsledkov možno analýzy rozdeliť na *numerické* a *grafické*.
- Numerické – ich podstatou je využívanie širokého spektra štatistických techník k objavovaniu vzťahov medzi jednotlivými premennými zahrnutými do modelu. Takýto model môže mať podobu predikatívnej rovnice vyjadrujúcej tieto vzťahy a výsledky bývajú prezentované v numerickej podobe.
 - Grafické (alebo geoinformačné) – tieto analýzy sa začali rozvíjať v 80. rokoch minulého storočia v súvislosti s využívaním GIS. Podstata tohto prístupu spočíva v grafickom vyjadrení jednotlivých premenných v samostatných tematických vrstvách, ktoré sa následne prekrývajú a kombinujú a identifikujú vzájomné väzby medzi jednotlivými premennými a areálmi. Význam týchto vzťahov môže byť následne ohodnotený použitím štatistických techník.

2.2 Sledované premenné pri priestorovom modelovaní

Tvorba archeologických priestorových analýz je vo svojej podstate veľmi špecifická záležitosť, pretože sa snažíme modelovať a predpokladať správanie sa človeka v minulosti na základe dnešných poznatkov.

Pri modelovaní sa na jednej strane snažíme objasniť výskyt stôp ľudských aktivít na už objavených náleziskách a ich vzťah k priestoru, na strane druhej výskyt neobjavených nálezísk. To vyžaduje pozeráť sa na krajinu aj „očami prehistorického človeka“. Pre objasnenie vzťahov a využívania krajiny je preto potrebné zvažovať viaceré faktory ako sú:

- Faktor vhodnosti životného prostredia – požiadavky vhodnej ochrany pred prírodnými živlami, náročnosť a dostupnosť terénu a pod.
- Ekonomický faktor - ako možnosť výmeny tovaru z toho vyplývajúca blízkosť ciest, dostupnosť zdrojov a pod.
- Faktor minimálnej námahy – vyplýva z požiadavky čo najväčšej efektivity.
- Obranný faktor - strategické pozície, výhľad na okolie, prírodné prekážky a pod.
- Kultový faktor - nebol ovplyvnený praktickými požiadavkami človeka, ale hral v jeho živote významnú rolu (je aj najťažšie modelovateľný)

Tieto faktory ovplyvňovali človeka do rozličnej miery. Skôr je možné predpokladať (Neustupný, 2000), že omnoho menej javov má racionálny základ a omnoho viac má základ neracionálny. Táto skutočnosť komplikuje interpretáciu výsledkov analýz a preto ju treba zohľadniť ako náhodnú premennú.

Je možné tvrdiť, že environmentálne premenné majú vplyv na výber určitého miesta k osídleniu. Preto sa aj okruh priestorových analýz zameriava takmer výlučne sledovanie týchto premenných.

U environmentálnych premenných je výhodné, keď je sledovaný čo najväčší počet premenných. Nie však preto, aby boli všetky premenné boli zahrnuté do interpretácie, ale aby sa z nich vybrali len tie, ktorá v minulosti najviac ovplyvňovali rozloženie miest ľudských aktivít v krajine.

2.3 Časový faktor pri priestorových analýzach

Základný predpoklad možnosti analyzovania environmentálnych premenných a ich vplyvu na aktivity človeka je možnosti ich odvodzovania zo súčasných máp. Krajina a jej jednotlivé zložky sa neustále vyvíjajú. Preto nie je možné jednoducho skúmať väzby medzi dnešným stavom prostredia (enviromentu) a jeho pôsobením na človeka žijúceho pred tisícami rokov, keď bol stav krajiny a zvlášť jej dynamickejších zložiek odlišný.

Východiskom môže byť buď používanie len tých zložiek prostredia, ktoré sa len pomaly vyvíjajú v čase (napr. reliéf, pôdne podložie a pod.) a je možné predpokladať, že ich dnešný stav odpovedá do istej miery stavom modelovaných období. Alebo je možné pokúsiť sa na základe dnešného stavu krajiny jej známeho i predpokladaného vývoja o rekonštrukciu stavu prostredia v požadovanom období a tú potom používať v analýzach. Ako príklad môžem uviesť rekonštrukciu priebehu vodných tokov na základe leteckých snímok, resp. historických máp (Kolektív, 2005a).

Časový faktor sa ešte viac prejavuje aj v oblasti historickej činnosti človeka. Cenný zdroj informácií môže byť napr. cestná sieť v minulosti, štruktúra osídlenia a pod. V týchto prípadoch treba vychádzať buď z historických máp, alebo tiež sa na základe určitých faktorov (napr. archeologických) pokúsiť o rekonštrukciu týchto údajov. Ako príklad môžem uviesť pokus o rekonštrukciu pravekých ciest (Neustupný, 2002).

Špecifická je otázka času a datovania aj pri archeologických dátach. Datovanie na základe artefaktov je možné len s určitou presnosťou, často krát je relatívne (voči jednotlivým kultúram). Preto je potrebné stanoviť si širší interval napríklad na úseku jednej kultúry, alebo archeologického obdobia. Pri voľbe tohto úseku môžeme predpokladať že priestor ľudských aktivít sa výrazne nemenil (Dreslerová, 1996).

2.4 Vstupné údaje pre priestorové analýzy

Vstupné údaje tvoria základ pre budovanie informačného systému ako nevyhnutného predpokladu pre priestorové analýzy. Kvalita týchto dát do značnej miery ovplyvňuje výsledky, resp. možnosti využitia analýz. Celkovo možno skonštatovať že kvalita analýz, je priamo závislá od kvality vstupných údajov. Zdroje týchto údajov v prípade archeológie sa dajú zhrnúť do týchto oblastí:

- historické dokumenty
- etnografické výskumy
- environmentálne údaje
- archeologické údaje

Archeologické a environmentálne údaje tvoria podklad, na ktorom sú priestorové analýzy budované. Historické a etnografické údaje slúžia predovšetkým ako opora pre archeologické interpretácie.

Environmentálne údaje

Pod pojmom environmentálne údaje môžeme definovať údaje, ktoré hovoria o morfológii krajiny (napr. mapa sklonov, relatívnych prevýšení a pod.), hydrologické mapy (mapa riečnej siete, mapa povodí), pôdne mapy (mapa pôdných podloží), mapa prírodných podmienok (mapa zalesnenia), historické mapy pod.

Základným zdrojom environmentálnych dát sú buď „klasické“ papierové mapy, ktoré sú digitalizované a/alebo priamo digitálne mapové produkty. Ďalším zdrojom môžu byť letecké i družicové snímky. Využitý môže byť aj zber dát priamym meraním v teréne.

Archeologické údaje

Tieto údaje sú zdrojom informácií o historických ľudských aktivitách. Obsahujú informácie o lokalizácii nálezu o jeho rozsahu datovaní a pod. Ich zdroje môžu byť napr.: výsledky terénneho prieskumu, výsledky geodetických zameraní, pre účely archeologického výskumu, údaje získané pomocou leteckej prospekcie, literárne a historické pramene

Čo sa týka vypovedacej hodnoty, predstavujú tieto informácie výrazne heterogénny súbor s veľmi rozdielnymi informačnými hladinami z hľadiska kvantity aj kvality údajov (Kročková, 2003). Nedostatočné môže byť ich funkčné a časové zaradenie, prípadne priestorová lokalizácia miesta ich nálezu. Tieto údaje tiež len zriedka splňajú jeden zo základných predpokladov k ich použitiu – nepredstavujú reprezentatívne časti študovaného územia, t.j. nie sú dostatočne rovnomerne rozptýlené po všetkých jeho častiach.

3. Stanovenie cieľov a záujmovej oblasti

Na základe dostupných priestorových údajov a po konzultácii s archeológmi som sa rozhodol zvoliť za cieľ analýz vybrané praveké lokality na území Liptovskej kotliny (príloha 1a). Toto územie som si zvolil aj kvôli tomu že lokality boli a sú komplexne skúmané (Pieta, 1983) a sú s ním aj pomerne kvalitné archeologické údaje.

Na zvolenom území sa nachádzajú sídliska, hradiská a refúgiá z časového úseku od doby Halštatskej po mladší Latén. Pričom najzaujímavejší je predpokladaný systém „Pod Rohačkou – Rohačka - Demänovská Poludnica“ (príloha 1b) o ktorom sa predpokladá že slúžil na ochranu obyvateľov sídliska „Pod Rohačkou“. V prípade útoku na sídlisko sa obyvateľstvo presunulo do hradiska „Rohačka“, ktoré je priamo nad sídliskom v prípade veľkej hrozby sa stiahli do tzv. refúgia „Demänovská Poludnica“. Tomuto nasvedčujú aj početné archeologické nálezy, pričom na ich základe sa predpokladá že tento systém bol zničený v 5 storočí p. n. l.

Z hľadiska priestorových analýz som si stanovil tieto ciele:

- Vybudovať bázu údajov a nájsť vhodné postupy priestorových analýz
- Vykonať komplexnú priestorovú analýzu záujmovej oblasti
- Nájsť možné vzťahy medzi osídlením v praveku a štruktúrou krajiny
- Overiť niektoré všeobecné archeologické predpoklady o výskyte pravekých lokalít
- Pokúsiť sa zistiť na základe archeologických nálezov predpokladaný vzťah hradiska „Bodová“ k systému „Pod Rohačkou – Rohačka - Demänovská Poludnica“ aj s priestorového hľadiska (Pieta, 1983)

4. Báza priestorových údajov záujmovej oblasti

Báza priestorových údajov a hlavne jej vhodne navrhnutá štruktúra predstavuje základ na tvorbu priestorových analýz v prostredí GIS. Použité podklady boli zvolené jednak na základe konzultácie s archeológmi venujúcimi sa tejto problematike, ďalej na základe dostupnosti týchto dát pre archeologický ústav v Nitre, resp. možnosti ich získania. Voľba údajov prebehla aj s ohľadom na stanovené ciele a oblasti záujmu.

Pri tvorbe bázy priestorových údajov som využil formu vytvorenia tzv. „geodatabázy“, ktorú poskytuje softvér ArcGIS. V nej môžu byť uskladnené údaje v rastrovej aj vektorovej forme. Zároveň v nej možno uložiť aj atribútové údaje vo forme tabuliek a príslušných relácií medzi údajmi. Ďalšou výhodou je aj možnosť tvorby a uskladnenia vlastných analytických

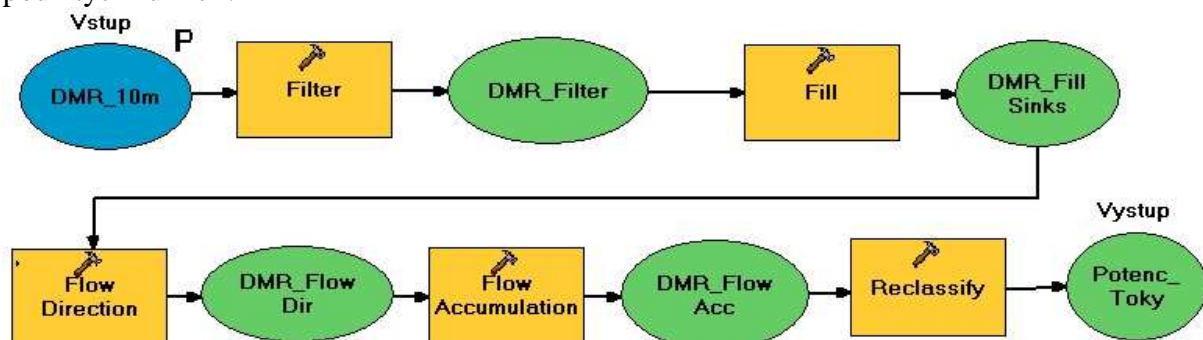
nástrojov vo forme tzv. „*toolbox*“. V tejto geodatabáze som skladoval aj pôvodné (primárne) vstupné vrstvy, ktoré slúžili ako podklad na priestorové analýzy a aj odvodené (sekundárne) vrstvy, ktoré slúžili ako výsledok analýz

Základný zdroj archeologických údajov tvorí *databáza archeologických nálezísk* vytvorená Mgr. Luciou Benedikovou. Rozsah časového úseku je od mladšej doby bronzovej po včasný latén. Zachytené sú územia severného a stredného Slovenska. Obsahuje informácie o datovaní a o type nálezísk. Lokalizácia nálezísk bola prevedená buď geodetickým zameraním, GPS zameraním, alebo odčítaním z máp, resp. podľa literárnych zdrojov.

Ďalším zdrojom bol *digitálny model reliéfu* (ďalej DMR), tento model predstavuje základ pre väčšinu vykonaných priestorových analýz, preto jeho tvorbe bolo potrebné venovať zvýšenú pozornosť. Časť záujmového územia bola pokrytá DMR4 ktorú vytvára GKÚ, zvyšnú časť bolo potrebné doplniť zo zvektorizovaných ZM10. Tieto podklady predstavovali rozdielny zdroj informácií či už štruktúrou (DMR4 je tvorená bodmi získanými fotogrametrickým zberom, ZM10 tvoria vrstevnice a terénne hrany), ale aj kvalitou. Preto som na ich ďalšie spracovanie použil softvér Surfer. Na tvorbu DMR som použil metódu interpolácie *Kriging* a veľkosťou bunky rastra 10 metrov. Tým som vytvoril homogénny DMR v rastrovej forme. Použitie dvoch rozličných zdrojov prináša určité špecifiká a to najmä v tom že pri tvorbe DMR z vrstevníc sa vytvárajú v okolí vrstevníc určité „vlnky“ ,ktoré sa najviac prejavujú pri analýze sklonových pomerov a niektorých druhov analýz, ktoré vychádzajú zo sklonu. Preto som pre tieto analýzy vytvoril aj „vyhladený“ DMR a to pomocou nadstavby ArcGIS Spatial Analyst použitím funkcie *Neighborhood Filter*.

Údaje o *prvotnej krajinnej štruktúre* som čerpal z Atlasu krajiny Slovenskej republiky (ďalej AKSR) v digitálnej forme. V atlase sa nachádzajú v mierke 1: 500000 Tieto údaje bolo najprv potrebné previesť do formátu ArcGIS transformovať zo súradnicového systému S 42 do SJTSK, na to som použil nadstavbu Samuel.

Dôležitým faktorom v archeologických analýzach je aj prítomnosť vody a to hlavne vo forme *vodných tokov*. Ako základ som použil zvektorizovanú vrstvu vody zo ZM10. Táto vrstva sa ukázala byť nedostačujúca, hlavne kvôli absencii menších prítokov a zgeneralizovanému, často krát prerušovanému tvaru vodných tokov. Preto som na jej doplnenie použil kombináciu analýzy kumulácie vodných tokov a kolmých leteckých snímok s 50 cm rozlíšením. Na účely tejto analýzy som si vytvoril vlastný nástroj, ktorého schému uvádzam na obr. 4.1 Kvôli reprodukovateľnosti postupu uvádzam pôvodné anglické názvy použitých funkcií.



Obr. 4.1: Schéma modelovania potenciálnych vodných tokov

Ako ďalšie vrstvy boli použité *kolmé letecké snímky* s rozlíšením 1 m a 50 cm, ktoré bolo potrebné mozaikovať a previesť tiež do formátu geodatabázy. V geodatabáze boli aj vytvorené príslušné triedy relácii medzi prvkami a všetky vrstvy boli orezané na plochu záujmového územia.

5. Priestorové analýzy objektov vykonané na záujmovom území

Pri tvorbe priestorových analýz na záujmovom území som vychádzal z dostupných podkladov. Sledoval som tie faktory, ktoré po konzultáciami s archeológmi mohli mať najväčší vplyv na výskyt daných nálezísk. Vykonané analýzy by som mohol rozdeliť do týchto okruhov:

- Analýzy reliéfu
- Vzďialenostné analýzy
- Analýzy viditeľnosti
- Analýzy prírodných podmienok

Analýzy reliéfu

Pri týchto analýzach som vychádzal z DMR pomocou nadstavby ArcGIS – 3D analyst som určil nadmorskú výšku nálezísk, sklon a orientáciu voči svetovým stranám (príloha 2 a,b). Postup spočíval v odvodní sekundárnych vrstiev s DMR a následným zistením charakteristík nálezísk pomocou nástroja *Topo To Surface*. Pri určení sklonových pomerov som použil vyhladený DMR

Tvar (morfológia) okolitého reliéfu do značnej miery ovplyvňovali výber útočiska a prehistorického človeka, dôležitý bola aj ochranný faktor (ochrana pred vplyvom počasia), ale aj obranný faktor (nedostupnosť resp. strmosť reliéfu s určitých strán). V niektorých prácach (Goláň, 2003) sa táto charakteristika uvádza pomocou tzv. RIM indexu, alebo tzv. indexu „hrán“. Ja som sa tento index nahradil faktorom zmeny lokálneho reliéfu v okruhu 100m (predpokladaný okruh náleziska) a pomocou charakteristiky lokálnej krivosti reliéfu. Pri analyzovaní zmeny lokálneho reliéfu som použil nástroj *Block Statistic* s nastavením parametrom Range ktorý určil rozdiel najvyššieho a najnižšieho bodu v 100 metrovom okruhu okolo náleziska (príloha 2d). Na určenie lokálnej krivosti som použil nástroj *Curvature*, ktorý ju určil v relatívnych jednotkách (Príloha 2c). Rozsah týchto jednotiek v hornatom území je od -5 do +5, pričom pri záporných hodnotách sa jedná o konvexný a pri kladných hodnotách o konkávny reliéf. Výsledky týchto analýz v číselnej hodnote sú zhrnuté v tabuľke č. 1

Vzďialenostné analýzy

Vzďialenosť medzi lokalitami, resp. dôležitými zdrojmi predstavuje tiež jeden z dôležitých faktorov pre výber osídlenia. Ukazuje sa (Neustupný, 1996), že veľmi podstatná je najmä vzďialenosť od vodných zdrojov. Vzďialenosť medzi lokalitami sa dá skôr vyjadriť ako sociálny faktor, napríklad vplyv na jednotlivé územia, pochovávanie mŕtvych u niektorých kultúr a pod.

K určovaniu vzďialenosti pomocou GIS sa dá pristúpiť s viacerými hľadiskami najjednoduchšie je určenie rovinatej - euklidovskej vzďialenosti. Táto vzďialenosť sa však výrazne mení v hornatom reliéfe preto je potrebné zohľadniť aj tento faktor. Ešte dôležitejší faktor predstavujú vlastnosti povrchu ako napr. sklon, prekážky a pod.)

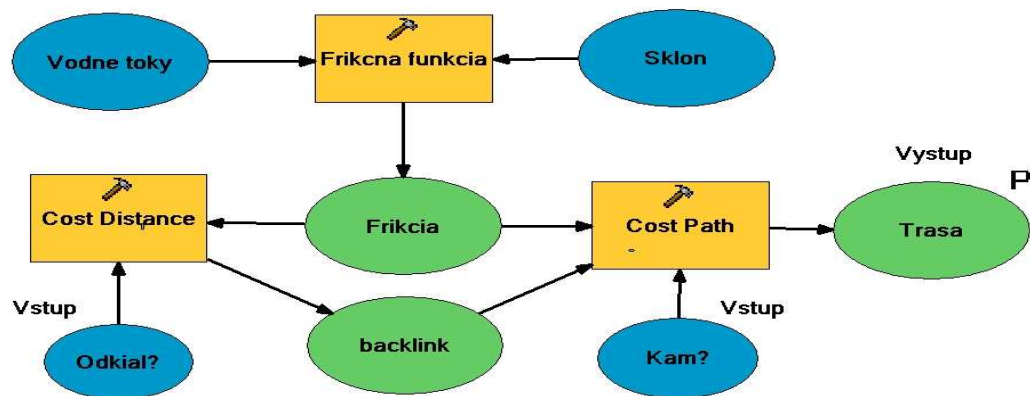
Preto som na analýzu použil nákladovú váženú vzďialenosť (*Cost Weighted Distacne*). Pri tejto analýze sa zohľadňuje „nákladová hodnota“ potrebná na prekonanie jednej bunky rastra. Ako premenné vstupujú smer pohybu cez bunku a hodnota frikcie povrchu (bližšie informácie Tuček 1998, 253 –256). Hodnota frikcie (odporu) sa určuje pomocou frikčnej rovnice, kde môže byť použitých aj niekoľko premenných. Ja som vychádzal z rovnice uvedenej v (Goláň, 2003)

$$P=0,5.(1+3,168.S + 1 + 1.2. S) \quad (5.1)$$

Pričom P predstavuje frikciu a S sklon reliéfu vyjadrený v stupňoch.

Na analýzu som použil modul *varcost* softvéru Idrisi – Kilimanjaro, ktorý umožňuje pokročilú analýzu týchto vzdialenosti. Bližšie informácie sa dajú nájsť v (Goláň 2003), resp. manuáli k modulu. Pri tejto analýze som sa zameril na vzdialenosť od vody. Vzdialenosti uvádzam v minútach pri predpokladanej rýchlosti pohybu dospelého človeka 5 km/h (príloha 3a)

Ďalšou vzdialenostnou analýzou bolo hľadanie *optimálnej trasy presunu*, Táto trasa predstavuje „cestu najmenšieho odporu“ a keď je mnohokrát dlhšia ako euklidovská, z časového hľadiska predstavuje najúspornejšiu cestu. Trasy som hľadal vzájomne medzi jednotlivými druhmi nálezísk (sídlišká, hradiská refúgia) a aj pre vzdialenosť k najbližšiemu zdroju vody (príloha 3b). Okrem faktoru svahovitosti som použil aj faktor vodného toku ako prekážky, ktorej som stanovil 10 - násobne väčšie náklady na prekonanie. Na hľadanie týchto trás som pomocou Objektového modelára a nadstavby ArcGIS -Spatial analyst vytvoril nástroj, ktorého schému uvádzam na obrázku 5.1)



Obr. 5.1: Schéma hľadania optimálnej trasy v prostredí ArcGIS

Analýza viditeľnosti

Viditeľnosť má pri voľbe lokality viacero úloh. Pragmatická je obranná úloha, kde je potreba strategicky voliť miesta s čo najväčším výhľadom a tým aj možnosť kontrolovať územia, vzájomná viditeľnosť umožňuje aj prípadnú signalizáciu útoku. Určitú úlohu zohráva aj kultový, alebo mocenský faktor keď v niektorých prípadoch (Dreslerová), boli lokality volené s ohľadom na dominanciu v okolí.

Pri analýzach viditeľnosti som využil nadstavbu ArcGIS 3D Analyst a to za pomoci funkcie *Viewshed*. Pri analýzach kvôli eliminovaniu nepresnosti určenia náleziska (napr. nie na vrchole kopca, ale tesne pod vrcholom) som pridal všetkým náleziskám výšku o 5 metrov vyššiu ako terén. Pri voľbe tejto výšky bola zohľadnená aj možnosť používania umelých vyvýšených miest (veží). Pri analýze viditeľnosti okolitého územia som vygeneroval najprv rastrovú vrstvu dosahu viditeľnosti pre každé nálezisko, pričom hodnota 1 predstavuje viditeľné územie a hodnota 0 neviditeľné územie. Tieto vrstvy som následne sčítal a dostal som výslednú rastrovú vrstvu (príloha 3c), ktorá hovorí o tom, z koľkých miest naraz je viditeľná daná bunka rastra, resp. koľko miest možno naraz vidieť z danej bunky.

Pre analýzu vzájomnej viditeľnosti som využil funkciu 3D Analyst - *Line of Sight*, ktorá vytvory medzi zvolenými 2 bodmi líniu, ktorá indikuje miesta z daného bodu viditeľné, alebo neviditeľné. Ak sú obidva konce línie viditeľné, znamená to vzájomnú viditeľnosť medzi lokalitami. Zvolená metóda sa ukázala ako problematická, funkcia *Line of Sight* vyžadovala subjektívnu lokalizáciu bodu na mape a pri opakovanom meraní neposkytovala rovnaké, jednoznačné výsledky. S tohto dôvodu som zvolil nový postup spočívajúci vo vytvorení „Matice vzájomnej viditeľnosti“, ktorú som vytvoril na základe vytvorených rastrových vrstiev viditeľnosti, kde som pre každé okolité nálezisko určil či je s daného miesta viditeľné.

Analýzy prírodných podmienok

Pedologické a geomorfologické faktory mohli tiež zohrať určitú úlohu pri voľbe lokalít, ovplyvňovali úrodnosť a aj dostupnosť zdrojov. Pre prehistorického človeka bola významným vegetácia. Jej význam spočíva jednak v tom, že mnoho rastlín predstavuje primárnu potravu ako pre človeka, tak i pre chovné zvieratá. Tiež je zdrojom materiálu pre veľký počet nástrojov, stavbu domov a prístreší a pod.

Význam vegetácie pre archeologické analýzy je i v tom, že podľa (Neustupný 1996, 230) vyberali pravekí pestovatelia pravdepodobne predovšetkým na základe prirodzenej vegetácie, t.j. faktoru, ktorý viac menej syntetizuje ostatní prírodné podmienky, o ktorých nemali dostatok priamych informácií (ako je napr. úrodnosť pôdy alebo množstvo zrážok). Pravdepodobne na základe tradície a svojich skúseností vedeli, že v hľadaných lokalitách musia rásť určité rastliny a iné tam naopak nesmú byť prítomné.

Vzhľadom na to že vegetačný kryt sa v posledných storočiach výrazne menil pod vplyvom človeka ako primárny zdroj údajov som použil *mapu potenciálnej vegetácie SR*. Táto mapa zobrazuje prirodzené rastlinstvo, ktoré by sa v budúcnosti postupne vytvorilo na území, keby človek prestal vegetačný kryt svojou činnosťou ovplyvňovať.

Ako ďalšie vrstvy som použil geobotanické členenie SR, geomorfologické jednotky a pôdne druhy. Pričom na základe rozdielu potenciálnej vegetácie a geobotanického členenia je možné sledovať zmenu krytu krajiny pod vplyvom človeka. Na získanie informácií na jednotlivých lokalitách som použil nástroj *intersect*.

6. Zhodnotenie a interpretácia získaných výsledkov

Výsledky jednotlivých analýz uvádzam v grafickej forme v prílohách 2 – 3, v tabuľkovej forme sú zhrnuté v prílohe 4. Výsledky týchto analýz boli konzultované s pracovníkmi Archeologického ústavu SAV v Nitre, ktorý sa zaoberajú danou lokalitou.

Výsledky analýzy reliéfu

Na základe informácií o reliéfe možno o záujmovom území skonštatovať, že sídliská sa nachádzali v nižšie položených lokalitách v relatívne plochých mierne konkávných oblastiach. Hradiská a refúgia sa nachádzajú už na vyvýšenom a členitom reliéfe čo len potvrdzuje ich obrannú funkciu. V prípade refúgií (útočísk „poslednej záchrany“), možno tvrdiť, že plnili len dočasnú funkciu, potvrdzuje to extrémne konvexný terén s veľkými zmenami hodnoty lokálneho reliéfu, čo síce bolo výhodné z obranného hľadiska, ale nevýhodné pre dlhodobjší pobyt. Reliéf v okolí hradiska „Bodová“ je miernejší (príloha 2c,d), čo ale znamenalo aj jeho určitú strategickú nevýhodu, čo môže korelovať aj s tvrdením PhDr. Karola Pietu DrSc. o krátkodobom využívaní tohto hradiska.

Treba však poznamenať že niektoré hodnoty (hlavne sklon, expozícia a nadmorská výška) môžu byť zaťažené chybou z toho, že tieto parametre sa určovali pre bod, ale v skutočnosti náleziská predstavovali plošné objekty. Tomuto sa dá predísť analyzovaním širšieho okruhu plochy nálezísk

Výsledky vzdialenostných analýz

Vzdialenostné analýzy ukázali že sídliská a hradiská boli situované relatívne blízko voči vodným zdrojom (príloha 3a), čo potvrdzuje všeobecné tvrdenie o vzdialenosti pravekých sídel od tokov do 300 metrov (Neustupný, 1996). Jedine v prípade refúgií je relatívne veľká časová vzdialenosť od vodných tokov (cca 20 minút), čo tiež potvrdzuje predpoklad o dočasnom využití týchto refúgií.

Zaujímavý výsledok priniesli analýzy *optimálnej trasy presunu*. Ukázalo sa že i napriek zdanlivo bližšej polohe sídliska „Chopce“ voči hradisku „Bodová“ je pravdepodobnejšia a jednoduchšia trasa zo sídliska „Rohačka“ na toto hradisko. Teda je možné s určitou pravdepodobnosťou tvrdiť, že sídlisko „Chopce“ a hradisko „Bodová“ spolu nesúvisia (nasvedčujú tomu aj rozličné historické úseky). To korešponduje s hypotézou o príslušnosti hradiska „Bodová“ k systému „Pod Rohačkou – Rohačka - Demänovská Poludnica“ (Pieta, 1983). Pričom však trasa „Pod Rohačkou – Bodová“ je predsa len náročnejšia, je treba prekonať horský hrebeň, dolinu s vodným tokom a znova sa dostať na horský hrebeň (príloha 3b). Čo znova svedčí o určitej strategickej nevýhode hradiska „Bodová“, pravdepodobne aj kvôli tomu bolo vybudované hradisko „Rohačka“ v novej polohe priamo nad sídliskom „Pod Rohačkou“. Potvrdila sa aj hypotéza o presune medzi lokalitami po horských hrebeňoch (Pieta, 1983), teda nie po dolinách.

Výsledky analýzy viditeľnosti

Ukázalo sa, že okolitá krajina bola relatívne dobre kontrolovateľná, vyše 75 % krajiny bolo viditeľných aspoň s jedného náleziska (príloha 3c). Neviditeľné boli len niektoré prudké doliny. Aj tu sa znova ukázalo že najmenšia viditeľnosť bola s hradiska „Bodová“, čo mohlo predstavovať určitú nevýhodu.

Na základe analýzy vzájomnej viditeľnosti (príloha 3d) možno tvrdiť že najlepšia kontrola bola s refúgia „Demänovská Poludnica“, s tejto lokality, bolo možný vizuálny kontakt s tromi lokalitami. Potvrdila sa nevýhoda polohy hradiska „Bodová“, s ktorej nebola viditeľná žiadna lokalita. V tomto prípade sa ale prejavil problém lokalizácie náleziska ako bodu, pričom v skutočnosti malo plošný tvar. Poloha hradiska „Bodová“, je tesne pod vrcholom kopca, pričom v prípade lokalizácie na vrchole, by bolo viditeľné aspoň s jednej lokality. Presná analýza viditeľnosti by si vyžadoval postup založený na prístupe k nálezisku ako k ploche.

Výsledky analýzy prírodných podmienok

Dané lokality sa nachádzajú na území Lúbeľskej pahorkatiny a Demänovských vrchov (príloha 4) . Prevládajúci *pôdny typ* je rendzina, čo je humusokarbonátová pôda s výskytom úlomkov materskej horniny, tento pôdny typ je pre dané územie typický a mohol sťažovať poľnohospodárske práce.

Potenciálnu vegetáciu mohli v minulosti predstavovať prevažne (4 prípady) jelšové lesy na nivách podhorských a horských vodných tokov. Čo je síce v rozpore s hypotézou o výskyte nálezísk v prevažne dubovom lese (Kolektív, 2005b), ale môže to byť len lokálny efekt. Na overenie tejto hypotézy by bolo potrebné previesť analýzu na väčšom území. Súčasné geobotanické členenie predstavujú najmä jedľové a jedľovo-smrekové lesy, čo sa dá interpretovať ako dôsledok historického zásahu človeka.

Tieto analýzy sú ovplyvnené aj mierkou vstupných údajov 1: 500 000. Ich výsledky môžu spresniť použitím údajov s väčším rozlíšením.

Záver

V práci som zhodnotil možnosti využitia priestorových analýz pre účely archeológie a poukázal na význam a aplikácie týchto analýz v praxi.

V praktickej časti som vykonal komplexnú analýzu vybraných pravekých nálezísk v oblasti Liptova. Opísal som niektoré špecifiká tvorby bázy priestorových údajov a ich konkrétne riešenia. Navrhol som metodiku a postup vybraných analýz. Uviedol som aj

praktické problémy tvorby týchto analýz, prípadne návrhy na ich riešenie.

Na základe priestorových analýz som overil niektoré archeologické hypotézy o vzájomných vzťahoch medzi náleziskami a ich vzťahom ku krajine. Potvrdil som predpokladanú súvislosť hradiska „Bodová“ zo systémom „Pod Rohačkou – Rohačka - Demänovská Poludnica“.

Použité analýzy a vytvorené nástroje môžu byť v praxi využité aj na iných lokalitách a náleziskách aj v širšom rozsahu. Výsledky týchto analýz môžu tvoriť aj podklad pre predikatívnu archeológiu, ako aj podklad pre ďalší archeologický výskum.

Zoznam použitých a citovaných zdrojov

Literatúra:

- DRESLEROVÁ 1996, D. *Modelování přírodních podmínek mikroregionu na základě archeologických dat*, Archeologické rozhledy 48, Archeologický ústav ČSAV v Praze, Praha
- GOLÁŇ, J., 2003: *Archeologické predikatívni modelování pomocí geografických informačních systému*, Dizertačná práca, Filozofická fakulta Masarykovy univerzity, Brno
- KOLEKTÍV, 2005a: *Historické mapy. Zborník z vedeckej konferencie*, Kartografická spoločnosť SR a Geografický ústav SAV, Bratislava
- KOLEKTÍV, 2005b: *Ve službách archeologie VI*. 1. vyd. Brno : Muzejní a vlastivědná společnost v Brně; Archeologický ústav, Slovenská akademie věd, Nitra
- KROČKOVÁ, K., LIESKOVSKÝ, T., 2003: *Príprava projektu GIS pre archeologický ústav SAV v Nitre*. Študentská vedecká práca. KGZA STU SvF Bratislava
- LIESKOVSKÝ T., 2005: *Priestorové analýzy objektov pre potreby archeológie*, Špeciálny seminár I. KMPÚ STU SvF Bratislava
- KUNA, M., 1996: *GIS v archeologickém výzkumu regionu: vývoj pravěké sídelní oblasti středních Čech*. Archeologické rozhledy 48, 580-604.
- NEUSTUPNÝ (ed.), E., 2002: *Archeologie nenalézáného*, Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, Dobrá voda u Pelhřimova
- MACHÁČEK (ed.), J., 1997: *Počítačová podpora v archeologii*, Ústav archeologie a muzeologie Filozofická fakulta Masarykovy univerzity, Brno
- PIETA, K. 1983 Halštatské výšinné sídliska v Liptove, Archeologické rozhledy 34, Archeologický ústav ČSAV v Praze, Praha
- TUČEK, J., 1998: *Geografické informační systémy – principy a praxe*, Computer Press, Praha

Internet:

- KUNA, M. a kol., 2003a, *Nedestruktivní archeologie* (1). Zkrácený text vybraných kapitol pro TEM 1
Adresa: <http://www.kar.zcu.cz/texty/Kuna2003-1.rtf>
- KUNA, M. a kol., 2003b, *Nedestruktivní archeologie* (2). Zkrácený text vybraných kapitol pro TEM 1
Adresa: <http://www.kar.zcu.cz/texty/Kuna2003-2.rtf>
- NEUSTUPNÝ, E., 2000: *Predikce areálů archeologického zájmu*. Památky archeologické Supplementum 13 - In memoriam Jan Rulf, 319 – 324
Adresa: <http://www.kar.zcu.cz/texty/NeustupnyND.htm>

Ostatné zdroje:

Informácie som čerpal aj na základe konzultácie s archeológmi a to najmä:

- Mgr. Benediková Lucia, ArÚ SAV, Nitra
Mgr. Hajnalová Mária PhD., ArÚ SAV, Nitra
Mgr. Danielisová Alžběta PhD., AÚ AV ČR Praha
PhDr. Karol Pieta DrSc., ArÚ SAV, Nitra

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1.a) Lokalizácia záujmového územia v oblasti Liptova

Príloha 1.b) Záujmové územie na kolmej leteckej snímke

Príloha 1.c) Znázornenie reliéfu a vodných tokov na ZÚ

Príloha 2.a) Analýza expozície

Príloha 2.b) Analýza sklonu

Príloha 2.c) Analýza lokálnej krivosti reliéf

Príloha 2.d) Analýza zmeny lokál. reliéfu v okruhu 100m

Príloha 3.a) "Vážená" vzdialenosť od vodných tokov

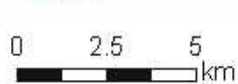
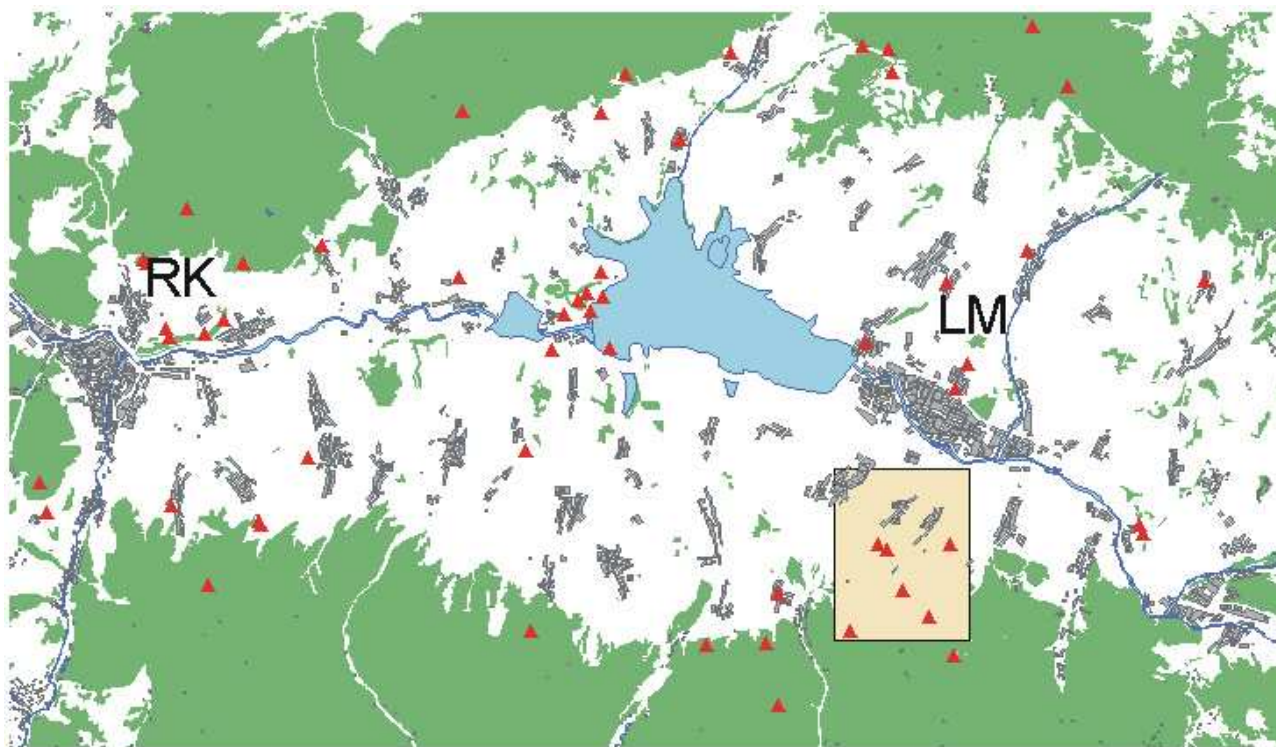
Príloha 3.b) Optimálne trasy medzi náleziskami

Príloha 3.c) Viditeľnosť územia

Príloha 3.d) Matica vzájomnej viditeľnosti medzi náleziskami

Príloha 4) Zhrnutie výsledkov priestorových analýz v tabuľkovej forme

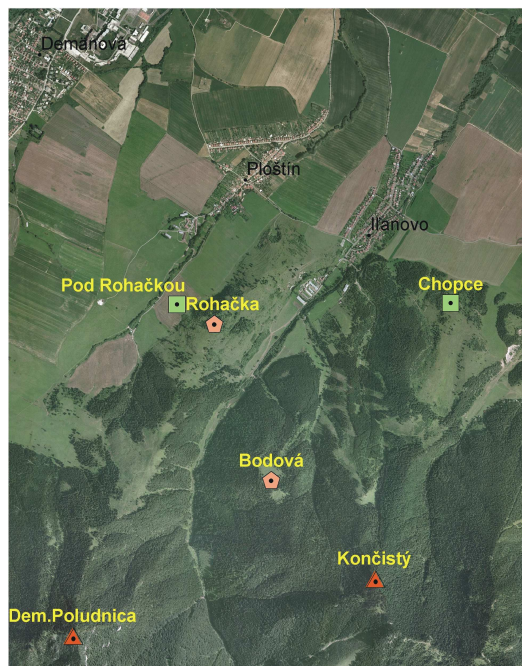
Príloha 1



Legenda:

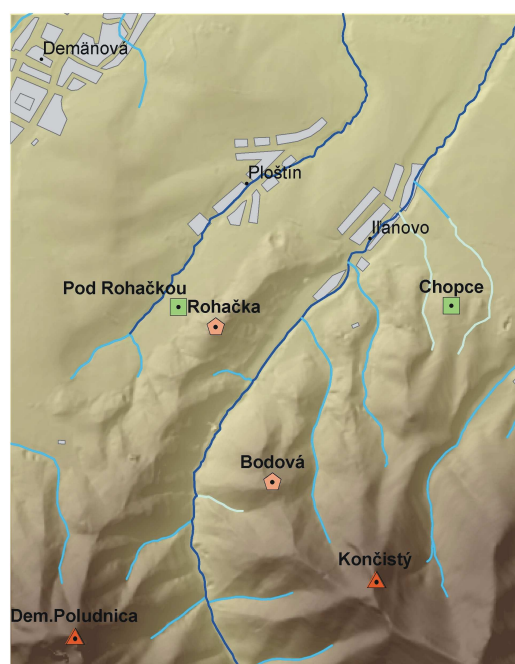
- ▲ Náleziská Liptov
- Hranica ZÚ
- Porasty

1.a) Lokalizácia záujmového územia v oblasti Liptova



Druh náleziska

- 🏠 Hradisko
- ▲ Refúgium
- Sídliisko



Druh náleziska

- 🏠 Hradisko
- ▲ Refúgium
- Sídliisko

Vodné toky

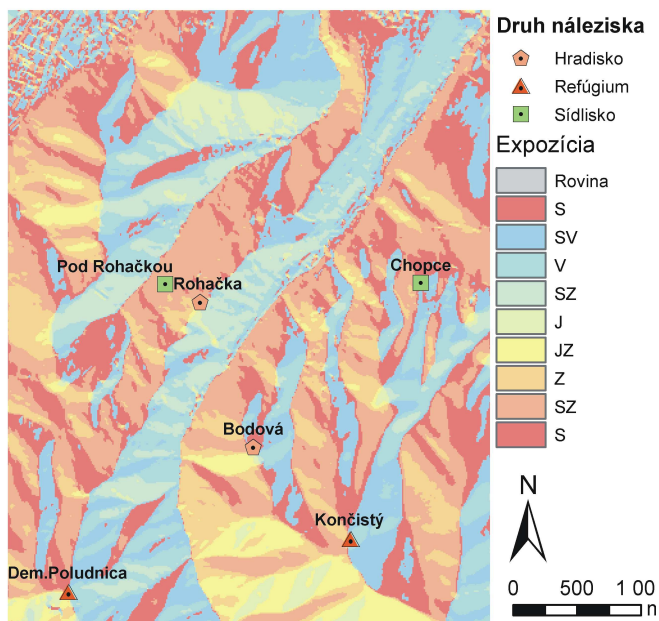
- Hlavný tok
- Prítok
- - - Predpok. tok
- Sídla



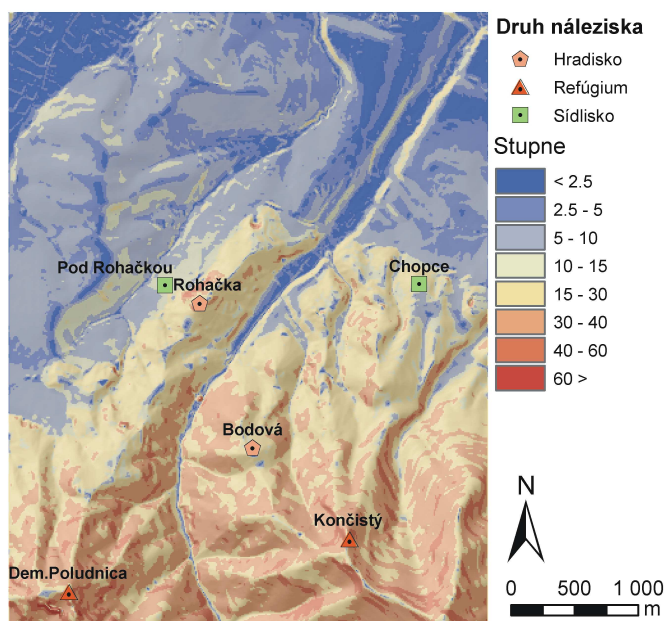
1.b) Záujmové územie na kolmej leteckej snímke

1.c) Znáznomenie reliéfu a vodných tokov na ZÚ

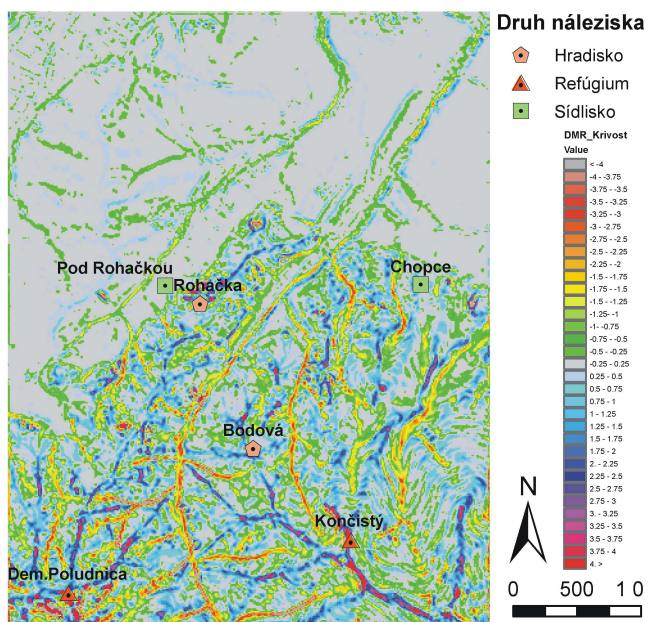
Príloha 2



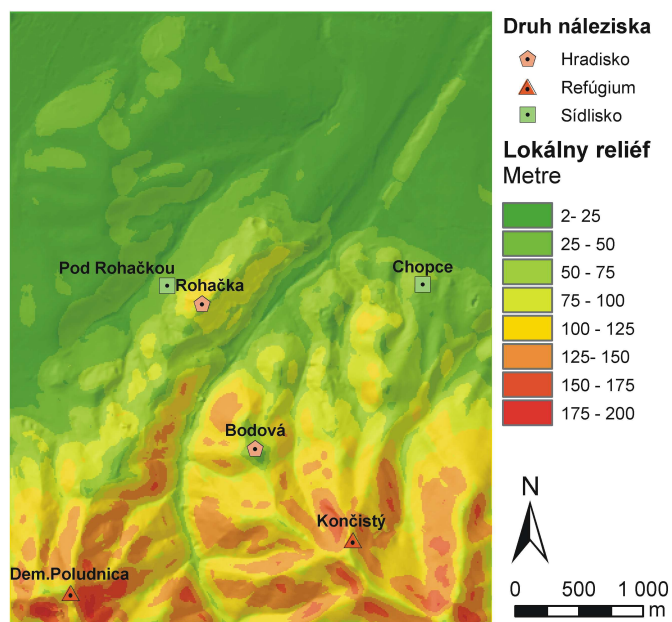
2.a) Analýza expozície



2.b) Analýza sklonu

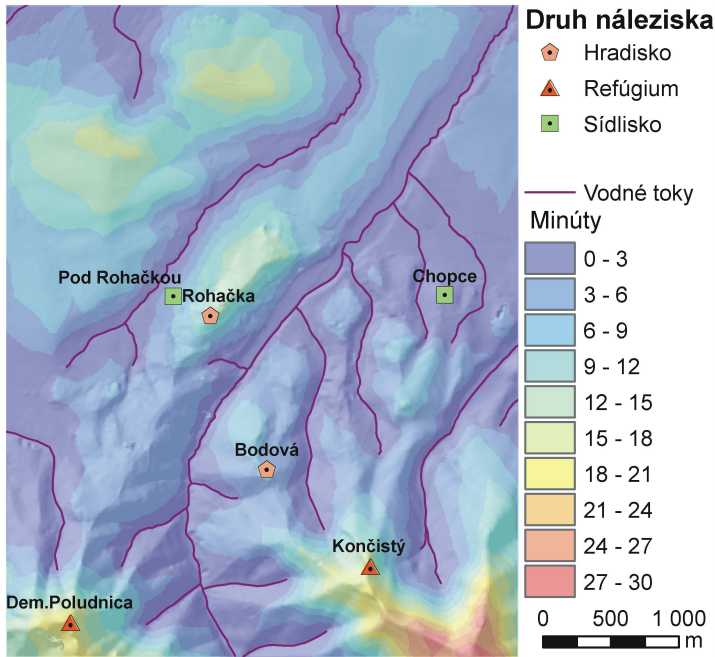


2.c) Analýza lokálnej krivosti reliéfu

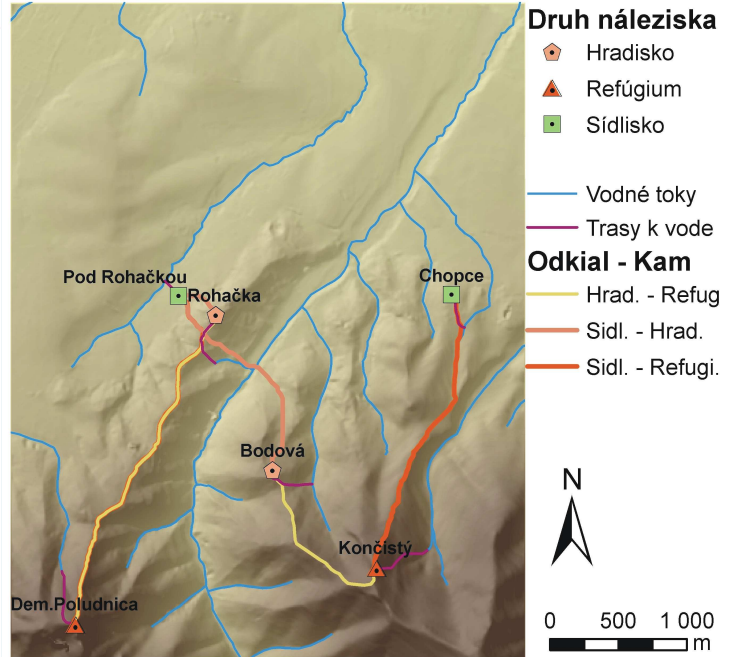


2.d) Analýza zmeny lokál. reliéfu v okruhu 100m

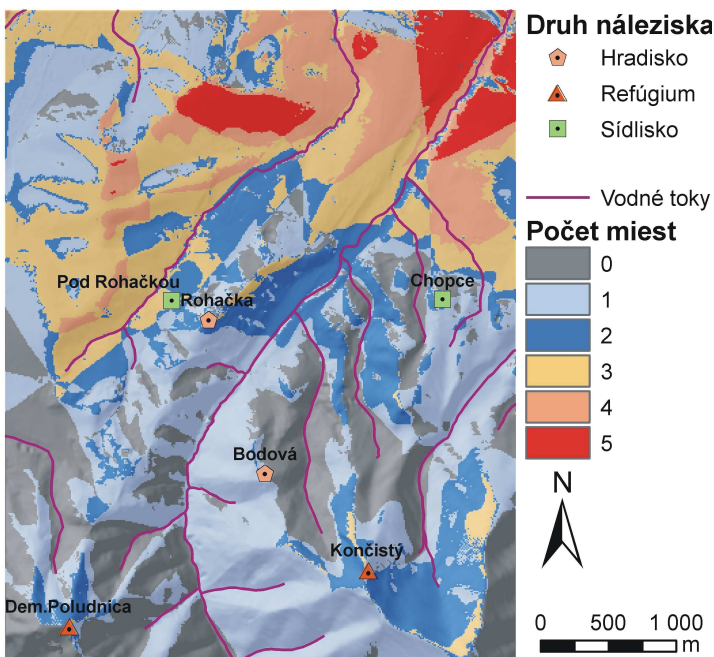
Príloha 3



3.a) "Vážená" vzdialenosť od vodných tokov



3.b) Optimálne trasy medzi náleziskami



3.c) Viditeľnosť územia

Poloha/Názov	Druh náleziska					
	Chopce	Pod Rohačkou	Rohačka	Bodová	Končistý	Dem. Poludnica
Chopce	1				1	1
Pod Rohačkou		1				1
Rohačka		1	1			1
Bodová				1		
Končistý	1				1	
Dem. Poludnica	1	1	1			1

3.d) Matica vzájomnej viditeľnosti medzi náleziskami

Príloha 4) Zhrnutie výsledkov priestorových analýz v tabuľkovej forme

Poloha/Názov	Chopce	Pod Rohačkou	Rohačka	Bodová	Dem. Poludnica	Končíšty
Datovanie	Latén	Halštat	Halštat/ml. Latén	Halštat?	Halštat/ml. Latén?	Halštat
Druh náleziska	Sídliisko	Sídliisko	Hradiško	Hradiško	Refúgium	Refúgium
Nadm. Výška [m]	740.4	681.4	813.5	935.4	1298.3	1294.1
Sklon [°]	12.3	10.5	32.9	15.6	29.4	35.6
Expozícia [°]	S (356.5)	SZ (312.0)	S (340.9)	S (358.3)	SV (64.5)	V (88.8)
Lokálny reliéf (100m) [m]	45.1	42.7	76.1	44.4	96.5	95.6
Krivosť	0.2	0.0	1.3	-0.1	3.5	4.3
Vzd. od vody (priama) [m]	189.4	131.3	327.4	298.1	401.0	397.9
Vzd. od vody (priama) [minút]	2.3	1.6	3.9	3.6	4.8	4.8
Vzd. od vody (vážená) [minút]	5.1	5.4	12.7	5.9	20.9	16.6
Viditeľnosť (poč. stanovísk)	3	3	3	1	3	3
Pôdna skupina	rendzina	rendzina	rendzina	kambizem	rendzina	rendzina
Geomorfologická jednotka	Ľubetská pahork.	Ľubetská pahork.	Ľubetská pahork.	Demänovské vrchy	Demänovské vrchy	Demänovské vrchy
Geobotanické členenie	Jedľové a jedľovo-smrekové lesy	Jedľové a jedľovo-smrekové lesy	Jedľové a jedľovo-smrekové lesy	Jedľové a jedľovo-smrekové lesy	Bukové kyslicomliné lesy horské	Jedľové a jedľovo-smrekové lesy
Potenciálna vegetácia	jeľšové lesy na nivách podhorských a horských vodných tokov	dubové a cerovo-dubové lesy	jeľšové lesy na nivách podhorských a horských vodných tokov	dubové a cerovo-dubové lesy	jeľšové lesy na nivách podhorských a horských vodných tokov	jeľšové lesy na nivách podhorských a horských vodných tokov