

Tibor LIESKOVSKÝ, Tomáš KÖNIG

## SPRACOVANIE ARCHEOLOGICKÝCH ÚDAJOV Z NÁLEZÍSK DOLNÉHO POVAŽIA V PROSTREDÍ GIS

Lieskovský, T., König, T.: Processing of the archaeological data from the basin of the lower Váh River in the GIS environment. Kartografické listy 2007, 15, 2 figs., 1 tab., 11 refs.

**Abstract:** The study deals with the problem of processing of the archaeological data related to the early medieval period (6<sup>th</sup> – 13<sup>th</sup> century AD) of the settlement development in the basin of the lower Váh River (southwest Slovakia). Transformation of the analogue data into the GIS environment is being described. Equally defined attributes, specific to each site (location name, accuracy of the emplacement, archaeological characteristic, dating, source etc.), were processed into database. The basic element of the settlement structure analysis was the application of the pieces of knowledge referring to the extent of exploitation typical of the peasant societies (Kobyliňski 1986, 1988). These were making use of the environment with a different intensity, which decreased with the distance. Considering this, multiple ring buffer analysis was applied to each site. Merging of the buffers was interpreted as an evidence of closer contacts of the societies inhabiting those sites. In this way it was managed to perceive yet undisclosed settlement structures among the sites or site clusters.

**Keywords:** spatial analysis, archaeology, geographical information systems, buffer, site

### Úvod

Napriek tomu, že svetové trendy dlhodobo ukazujú na prínos geografických informačných systémov (GIS) pri vyhodnocovaní priestorových dát v archeológii (Macháček et al. 1997), na Slovensku sa v tomto smere výraznejšie systematické kroky ešte nepodnikli. Jedným z prvých je dizertačná práca *Vývoj osídlenia včasnostredovekého osídlenia Dolného toku Váhu* (König 2007). Jej základným cieľom bolo zachytiť a interpretovať sociálno-kultúrne priestorové štruktúry v konkrétnej geosfére, v tomto prípade na území, ktorého osou bol dolný tok rieky Váh s časovým rámcom včasného stredoveku v širšom poňatí, teda obdobie od konca 5. až do polovice 13. storočia (pozri obr. 1 a obr. 2). Pri vyčleňovaní analyzovaného územia boli zohľadnené prírodné hranice a stav dnešného poznania osídlenia juhozápadného Slovenska tak, aby sa podarilo v celosti zachytiť sídelný historický región, ktorý bol nazvaný ako *Považský región Podunajskej nížiny*. Základným, časovo najnáročnejším krokom, bolo skompletizovanie a spracovanie archeologických údajov. Spracované údaje boli transformované do formy priestorovej bázy dát a analyzované s využitím nástrojov GIS. O výsledky týchto analýz sa mohli opierať následné archeologické interpretácie zistených skúseností.

### Zdroje archeologických údajov

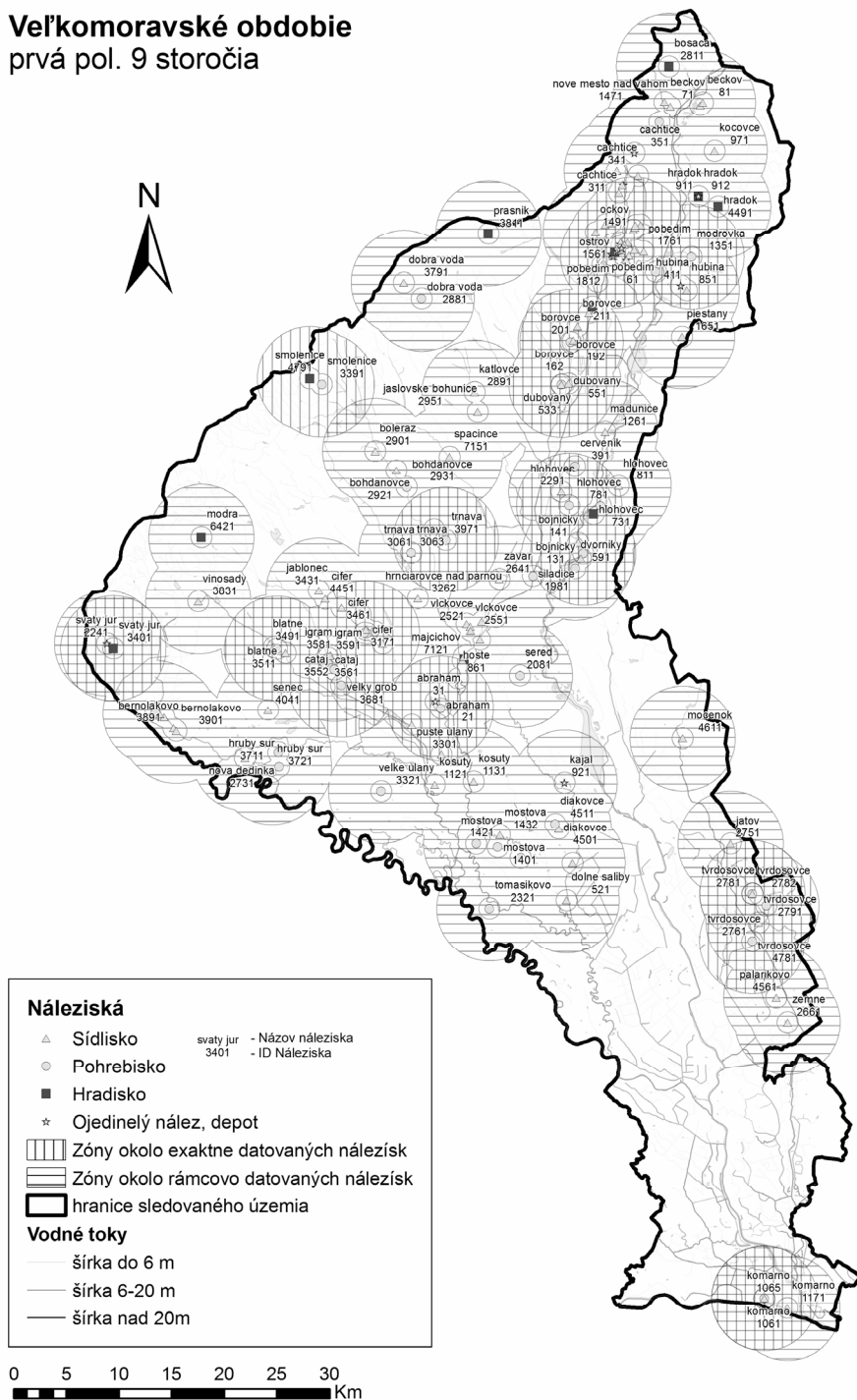
Vstupné údaje tvoria základ pre budovanie bázy priestorových dát ako nevyhnutného predpokladu priestorových analýz. Kvalita týchto dát do značnej miery ovplyvňuje výsledky, resp. možnosti využitia analýz. Celkovo možno konštatovať, že kvalita a možnosti analýz značne závisia od kvality vstupných dát. Pri zostavovaní databázy pre uvedenú prácu sa vychádzalo z publikovaných výstupov z archeologických výskumov, či povrchových prieskumov (Točík et al. 1987).

---

Ing. Tibor LIESKOVSKÝ, Slovenská technická univerzita Stavebná fakulta, Katedra geodetických základov, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, e-mail: tibor.lieskovsky@stuba.sk.

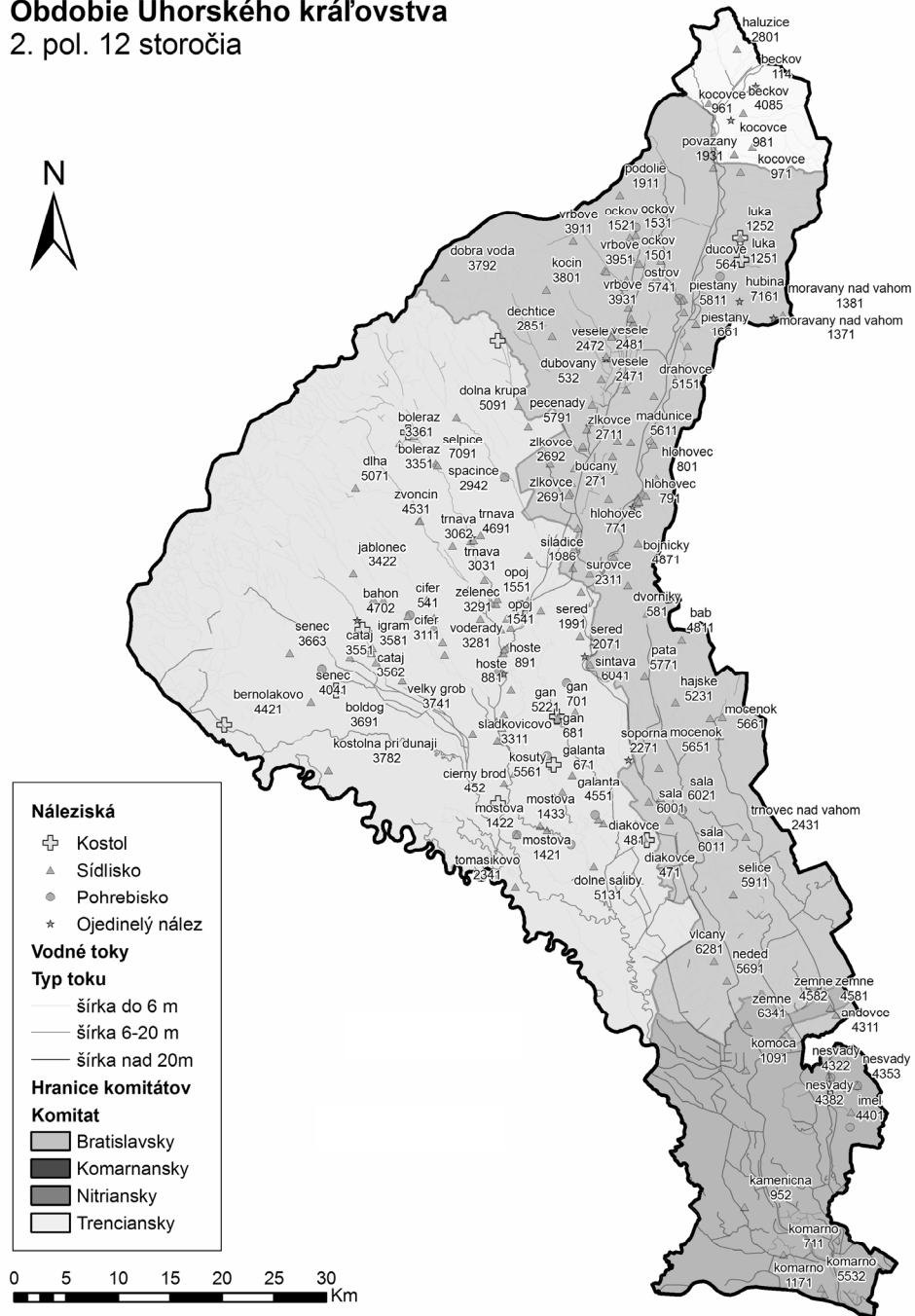
Mgr. Tomáš KÖNIG, Univerzita Komenského Filozofická fakulta, Katedra archeológie, Gondova 2, 818 01 Bratislava, e-mail: tommy\_konig@hotmail.com.

## Veľkomoravské obdobie prvá pol. 9 storočia



Obr. 1 Mapa skúmaného územia s vyznačením osídlenia z prvej polovice 9.storočia

## Obdobie Uhorského kráľovstva 2. pol. 12 storočia



Obr. 2 Mapa skúmaného územia s vyznačením osídlenia z druhej polovice 12. storočia

Podľa rozsahu a výpovednej hodnoty sa dajú informačné zdroje z oblasti archeológie rozdeliť do viacerých kategórií:

- Nálezové správy a hlásenia.
- Výsledky terénneho prieskumu.
- Výsledky geodetických zameraní pre účely archeologického výskumu.
- Údaje získané pomocou leteckej prospekcie.
- Literárne a historické pramene.

Tieto informačné zdroje predstavujú výrazne heterogénny súbor s veľmi rozdielnymi informačnými hladinami z hľadiska kvantity, ako aj kvality údajov. Malé výskumné správy a hlásenia, predovšetkým staršieho dátá, obsahujú relatívne často neúplné a profesionálom neoverené údaje. Najmä z tohto dôvodu spracovanie informačných zdrojov nepredstavuje iba jednoduchú formu anotácie informácie podľa kritérií, ako je to v prípade knižného fondu.

Dokumentačné informačné zdroje si vyžadujú filtrovanie, kompletizovanie a verifikovanie údajov, excerpovaných často z viacerých dokumentov a ich integrovanie do kvalitatívne vyššieho dokumentačného záznamu. Ide o časovo náročnú prácu, ktorá si vyžaduje profesionálny prístup (Bujna et al. 1993).

### **Priestorová lokalizácia archeologických údajov**

V spomenutých informačných zdrojoch sa nachádzajú aj údaje o priestorovej lokalizácii nálezísk, resp. jednotlivých aktivít. Spôsob uvádzania súradníc pri lokalizácii v archeológii nemal doposiaľ definovaný jednotný postup. Používali sa nasledujúce metódy (Kročková 2006):

- Křováková metóda<sup>1</sup> – spočíva v odčítaní pravého horného rohu mapového listu TM25, ZM25 a ZM10 v mm.
- Rovinné súradnice S-42 – odčítané z kilometrovej siete mapových listov TM25.
- Zemepisné súradnice  $\varphi, \lambda$  S-42 - odčítané zo zemepisnej siete mapových listov TM25.
- Rovinné súradnice x, y S-JTSK – získavali sa v prevažnej miere priamym geodetickým zameraním.

Stávali sa prípady, že súradnice boli odčítané nesprávnym spôsobom a vyskytli sa aj hrubé chyby v odčítaní. Z tohto dôvodu sa muselo pristúpiť k úplne novej kompletnej priestorovej lokalizácii archeologických nálezísk. Ako základná forma lokalizácie bola zvolená bodová forma. K striktné bodovému zápisu sa pristúpilo vzhľadom na absenciu priestorových údajov plošného charakteru.

V prípadoch, keď bola *lokalita* zaznačená líniou (dvomi okrajovými bodmi), sme boli nútení legalizovať vstupné údaje a vyniesť do mapy priesecník úsečky, ktorú vytvárali.

Všetky bodové údaje boli prenesené ručným prekreslením do mapových listov ZM 1:25 000, čím sa nielen dosiahla možnosť vytvoriť grafické súradnice s jednotnou formou zápisu, ale zároveň bola umožnená čiastočná verifikácia polohy jednotlivých nálezísk a jej prípadná korekcia. V niektorých prípadoch ide o komplikovaný proces, pretože lokalizácia najstarších záznamov nie je jednoznačná a chýba možnosť konfrontácie s autorom. Mierka 1:25 000 bola zvolená zámerne. Mali sme na zreteli vysoké zastúpenie údajov uvedených na listoch máp v mierke 1:25 000 a zároveň sme tým predišli vytvoreniu nepresností spojených s prepisom údajov z máp malej mierky do väčšej mierky. Výsledná presnosť nášho bodového zápisu tak zodpovedá aj kritériám, ktoré boli stanovené pre základnú evidenčnú jednotku systému v budovanej databáze CEANS (*Centrálne evidencie archeologických nálezísk na Slovensku*), ktorou bol bod s priemerom 4 mm na mape v mierke 1:25 000, t.j. 100 m v teréne (Bujna 1993).

Transformácia grafických súradníc bodov do systému S-JTSK sa realizovala pomocou počítačového programu GEOSOFT – MATKART – VB084 (verzia 2006-08), s použitím Helmertovej transformácie na výpočet transformačných koeficientov. Program bol vytvorený špeciálne na tieto účely prof. B. Veverkom z Katedry mapovania a kartografie Stavebnej fakulty CVUT v Prahe.

---

<sup>1</sup> Sme si vedomí terminologickej nevhodnosti tohto výrazu, avšak tento pojem sa bežne používa na Archeologickom ústave (AÚ) SAV a je uvádzaný i v oficiálnych materiáloch.

## Tvorba priestorovej databázy

Na spracovanie a analýzu priestorových dát bol použitý program ArcGIS, verzia 9.1. Pôvodné analógové údaje boli prepracované do formy geodatabázy, ktorej atribútová štruktúra bola vytvorená tak, aby sa dala v budúcnosti využiť aj na štatistické analýzy, resp. ďalšie priestorové analýzy.

Základnou jednotkou databázy sa stalo *nálezisko*. Označovalo archeologicky zistenú skutočnosť v určitom bodovo určenom geografickom priestore, ktorý bol nazvaný *lokalitou*. Jedným z atribútov priradeným ku každému nálezisku bol „stupeň lokalizácie“ t.j. miera presnosti v akej bolo určené miesto nálezu, lokalita. Takto boli vyčlenené 4 kategórie:

1. presná,
2. presná (určená podľa slovného opisu),
3. nepresná (na stred zastavanej časti intravilánu),
4. nelokalizovaná (neznáma poloha).

Každému nálezisku bol priradený jednoznačný identifikátor. Prvé trojčíslenie tohto identifikátora vychádza z číselného označenia lokality. Štvrté číslo je vlastne označením jednotlivého náleziska.

Nejednotnosť, ktorou boli publikované údaje o nálezoch sa však netýkala len ich priestorovej lokalizácie. Žiaľ, veľmi častým javom bolo vynechávanie viacerých dôležitých atribútov (pedologických, výškových pomerov, výskytov špeciálnych druhov keramiky a pod.), ktoré by mohli byť plnohodnotne využité pre neskoršie bádanie. Ak lokalita bola vôbec uvedená, veľkou dávkou subjektívneho prístupu bola zaťažená predovšetkým jej geomorfologická charakteristika, pričom to platí všeobecne pre drvivú väčšinu archeologických publikácií. Prírodzene, že takýto atribút nebolo následne možné zaradiť ani do našej databázy nálezísk. Potreba riešiť tento stav viedla k selekcii atribútov, ktoré sa dali získať o každom nálezisku – základnej jednotke databázy.

Atribúty tvoria dáta o datovaní, zaradení náleziska, resp. výskytu špecifických sledovaných vlastností. Hodnoty uvádzané pre jednotlivé kvalitatívne atribúty obsahujú len dve prípustné hodnoty, a to číslo 1 (áno), resp. 0 (nie) – pozri tab. 1<sup>2</sup>.

**Tab. 1 Ukážka atribútovej štruktúry geodatabázy archeologických nálezísk**

ID_Lokality	211	Depot	0	B3_750_800	0	Ram_Dat	1
ID_Naleziska	2111	Ojedinely	0	C1_800_850	0	Exakt_Dat.	0
Mapa	45-114	Stupen_Lok	1	C2_850_900	0	Biritualne	0
V_okraj	139.5	Vyskum	1	D1_900_950	0	Ziarove	0
S_okraj	241	Prieskum	0	D2_950_1000	1	Elity	0
Lokalita	sladkovicovo	Archiv	0	E1_1000_1050	1	Sluzobna_Os	0
Poloha	nove diely 2	Fusek_Ia	0	E2_1050_1100	1	Avari	0
Sidlisko	0	Fusek_Ib	0	F1_1100_1150	0	Staromadár	0
Pohrebisko	1	Fusek_II	0	F2_1150_1200	0	Kotliky	0
Kostol	0	B1_650_700	0	G1_1200_1250	0	Grafitova_keram	0
Hradisko	0	B2_700_750	0	G2_1250_1300	0	Zlaby	0

Tento prístup ukladania atribútov umožňuje udržať jednoznačnosť jednotlivých atribútov, aj lepšie spracovanie údajov o časovom zaradení náleziska. Vzhľadom na to, že sa v archeológii väčšinou používa rámcové datovanie podľa už vyčlenených období (napr. mladšia doba bronzová), ktoré navyše závisia aj od geografickej lokalizácie, nie je vždy možné uvádzať datovanie vo forme exaktných čísel, ako napr. „od 300 do 343 n. l.“. Zvolená štruktúra tiež zjednodušuje formu atribútových dopytov pre jednotlivé časové úseky a umožňuje použitie v modernej archeológii často využívanej metódy „vektorovej syntézy“, ktorá vychádza z viacrozmernej štatistiky nad lineárnym

<sup>2</sup>Ukážku atribútovej tabuľky uvádzame z dôvodu rozsiahlosti atribútových dát v stĺpcovej forme.

štatistickým priestorom (Neustupný 2005). Vektorová syntéza by sa mala v budúcnosti využiť aj pri ďalšej analýze nálezísk z uvedeného územia.

Ďalším podkladom na analýzu bola vrstva geomorfologickej regionalizácie spracúvaného územia. Bola získaná skenovaním a následnou digitalizáciou časti mapovej prílohy rigorózneho práce P. Ištoka „Mapa typologických jednotiek Podunajskej nížiny“ v mierke 1:200 000 (Ištok 1976). Využitá bola nielen ako podkladová vrstva na grafickú prezentáciu väčšiny analýz, ale aj ako vrstva na vyhodnocovanie vzťahov osídlenia k prírodnému prostrediu.

Pri analýze osídlenia, ako možného faktoru vplyvajúceho na formovanie hraníc historických komitátov, bola ďalej použitá vrstva „Priebeh hranice komitátov“, získaná digitalizáciou mapy osídlenia Slovenska v stredoveku z Atlasu SSR (Marsina a Habovštiak 1980), ktorá bola korigovaná digitalizáciou hraníc katastrov z máp ZM 1:50 000 vychádzajúc z pôvodných hraníc komitátov.

Ako ďalšie vrstvy sa použili tieto: vrstva vodných tokov a obcí v mierke 1:500 000 z Atlasu krajiny Slovenskej republiky (Miklós et al. 2002). Obidve vrstvy sa nedali priamo použiť v analýze pre svoju nedostatočnú mierku a aktuálnosť, preto mali len doplňujúci charakter. Celkovo sa v tomto environmentálnom type dát prejavuje jeden z obmedzujúcich faktorov využitia GIS v archeológii, a to problematické odvodzovanie pôvodného stavu krajiny zo súčasných máp v dôsledku dynamického vývoja jej jednotlivých zložiek.

### **Východiskové predpoklady analýz**

Základom na vyhodnocovanie sídliskovej štruktúry bolo uplatenie poznatkov o možnostiach exploatacie priestoru roľníckym obyvateľstvom, ktoré rozpracoval v svojich prácach Zbygniew Kobyliński (1986, 1988). Podľa neho totiž územie využívané ekonomikou vidieckeho (roľníckeho) obyvateľstva (site territory) nepresahovalo vzdialenosť 5 km od osady (Kobyliński 1986, s. 9; Kobyliński 1988, s. 155-156). Využívanie tohto priestoru nemalo taktiež rovnakú intenzitu, v percentuálnom vyjadrení sa predpokladá: do 1000 m bolo 100% využitie priestoru; do 2000 m – 50% využitie; do 3000 m – 33% využitie; do 4000 m – 25% využitie; do 5000 m – 20% využitie (Kobyliński 1986, s. 12). V dosahu 1000 m sa nachádzali taktiež pohrebiská, dôležité články štruktúry včasnostredovekého osídlenia (Hanuliak 2004, s. 41). Opierajúc sa o tieto poznatky bol v rámci analýz zvolený univerzálny postup vytvárania dvoch kružnicových zón (či okruhov) okolo každého náleziska. Prvá zóna vznikla opísaním kružnice s polomerom 1 km a druhá s polomerom 5 km. Kruh, ako geometrický tvar, pravdaže nemohol zodpovedať areálu, ktorý bol využívaný (či exploatovaný) obyvateľstvom danej osady. Nazdávame sa však, že vzhľadom na rozsah sledovaného územia a kvalitu disponibilných dát mohlo aj toto zjednodušenie adekvátne pomôcť k rekonštrukcii sídelného obrazu.

V prípade prítomnosti dvoch nálezísk v prvom z okruhov, sa dá alebo uvažovať o ich bezprostrednej súvislosti (osada – pohrebisko), alebo vzhľadom na poznatok o využívaní priestoru, naopak, zvažovať ich súčasnosť (sídlisko – sídlisko). Analýza však ukázala, že v prípade fenoménu sídliskovej aglomerácie by takýto postup mohol viesť k deformácii rekonštruovaného sídliskového obrazu. Vzájomné prekrývanie sa zón viacerých nálezísk, predovšetkým s dosahom 5 km, bolo pri rekonštrukcii obrazu osídlenia hodnotené ako možný doklad užšieho ekonomického prepojenia, či spoločenských kontaktov medzi osadami, ktoré reprezentovali. Ak totiž existovali medzi nimi väzby tohto druhu, dá sa očakávať, že im bola prispôsobená aj lokalizácia sídel. Vzdialenosť medzi sídlami musela nadobúdať hodnotu ekonomickej dostupnosti, teda zásadne nepresahujúci stanovených 5 km.

### **Tvorba priestorových analýz**

Pri tvorbe a vizualizácii jednotlivých analýz sa vychádzalo z funkcionality geoprocených nástrojov softvéru ArcGIS 9.1 vo verzii ArcView. Základ tvorila selekcia nálezísk podľa sledovaných atribútov, a to najmä príslušnosť k časovému úseku, ale aj archeologické premenné (napr. sídlisko, prítomnosť elit a pod.). Do priestorových analýz boli vzhľadom na ich známu polohu zahrnuté len náleziská zo stupňom lokalizácie 1 a 2. Náleziská stupňa lokalizácie 3 a 4 boli využité len doplnkovo pri interpretácii výsledkov. Z pôvodnej vrstvy nálezísk bola pomocou nástroja „select by attributes“, zakaždým vytvorená a uložená nová vrstva, ktorá slúžila ako vstup do ďalších

analýz. Vrstvy vybrané len na základe časového zaradenia slúžili ako vstup pre doplnkové mapy vyjadrujúce rozloženie nálezísk pre určitý časový úsek, ale aj tvorbu animácie vyjadrujúcej zmenu osídlenia krajiny v čase.

Primárnou formou analýz bolo vytváranie zón potencionálneho dosahu jednotlivých nálezísk. Využívali nástroj na tvorbu viacnásobnej obalovej zóny „multiple ring buffer“ s využitím vyššie uvedených vzdialeností 1 km a 5 km. Pre zjednodušenie viacnásobne opakovaného sledu operácií boli vytvorené aj viaceré nástroje pomocou funkcie „model Builder“. Takto získané obalové zóny tvorili podklad pre tvorbu jednotlivých distribučných máp.

Kvalitatívne odlišenie získaných zón prinieslo uplatnenie odlišenia charakteru datovania nálezísk prislúchajúcich do sledovaného obdobia, resp. príslušnosti k sledovanej etnickej skupine (sledovaný bol aj vzťah medzi slovanským a avarským osídlením). Pri tvorbe a interpretácii máp bola rozdielnosť vyjadrovaná použitím rozličného farebného odtieňa, napríklad pri rozlíšení exaktne alebo rámcovo datovaných nálezísk. Rovnako podľa potreby bola znázornená príslušnosť k rozličnému etniku použitím šrafovania pod rozličným uhlom. Ak došlo k vytvoreniu k prieniku šrafovania, bolo možné uvažovať o vzájomnej bližšej interakcii etník. Pri tvorbe jednotlivých máp sa táto forma reprezentácie zamieňala v závislosti od potreby, resp. vhodnosti pre používateľa.

V rámci analýz sa sledovala aj distribúcia nálezísk v závislosti od geomorfologického členenia Dolného Považia, ale aj formovanie sa komítátov Uhorského kráľovstva v čase. Na tieto analýzy sa tiež využili distribučné mapy v závislosti od časového úseku.

Celkovo bolo vytvorených viac ako 40 distribučných máp, z toho polovicu tvorili mapy s využitím obalových zón. Tieto slúžili následne ako podklad na priestorovú interpretáciu archeologických skutočností.

### Záver

Rozsah sledovaného územia, na ktorom sa nachádzalo veľké množstvo priestorových dát, (717 lokalít, 860 nálezísk), vylučoval spracovanie sledovanej problematiky klasickými archeologickými metódami. Tie zahŕňali vyhotovovanie distribučných máp, ktoré vznikali ručným vkresľovaním sledovaných priestorových údajov priamo do „prázdnych“ mapových podkladov. Nástroje GIS v tomto prípade nielen umožnili zachovať presnosť, ktorá by sa bola inak pri práci na mapách stredných a malých mierok stratila, ale predovšetkým opakovať a modifikovať analýzy podľa potrieb, ktoré si vyžadoval priebežný výskum.

S vytvorenou databázou sa ráta pri ďalšom spracovaní, a preto je ju treba považovať len za odrazový mostík k ďalším bádateľským aktivitám. Výsledky tejto práce môžu tvoriť aj podklad pre predikatívnu archeológiu, ako aj ďalší archeologický výskum, a to nielen v rozsahu regionálnom, ale aj v lokálnom, kedy je reálne možné s pomocou GIS zakomponovať a modelovať aj iné faktory, ako napr. prítomnosť vodných tokov a surovinových zdrojov, užšie sociálne vzťahy a ďalšie.

### Literatúra

- BUJNA, J. et al. (1993). CEANS – Centrálna evidencia archeologických nálezísk na Slovensku – Projekt systému. In *Slovenská archeológia* XLI 2. Nitra (Archeologický ústav SAV), s. 367-386.
- HANULIAK, M. (2004). Charakter a význam hraníc v časopriestorovej dimenzii pohrebného rítu z mladšieho úseku včasného stredoveku. *Archaeologia historica*, 29. Brno, s. 37-51.
- IŠTOK, P. (1976). *Geomorfologická regionalizácia Podunajskej nížiny*. Rigorózna práca. Bratislava (Katedra fyzickej geografie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského).
- KOBYLIŇSKI, Z. (1986). Koncepcja „teritorium eksploatowanego przez osadę“ w archeologii brytyjskiej i jej implikacje badawcze. *Archeologia Polski*, 31, č.1. Warszawa, s. 7-30.
- KOBYLIŇSKI, Z. (1988). *Struktury osadnicze na ziemiach polskich u schyłku starożytności i w początkach wczesnego średniowiecza*. Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk – Łódź.
- KÖNIG, T. (2007). *Vývoj včasnostredovekého osídlenia dolného Váhu*. Bratislava (Katedra archeológie, Filozofická fakulta UK).
- KROČKOVÁ, K. (2006). Návrh metodiky naplňania geografickej zložky CEANS. Diplomová práca, Bratislava (Stavebná fakulta, Slovenská technická univerzita).

- MACHÁČEK, J. et al. (1997). *Počítačová podpora v archeologii*. Brno (Ústav archeologie a muzeologie, Filozofická fakulta Masarykovy univerzity).
- MARSINA, R., HABOVŠTIK, A. (1980). Osídlenie od 2. polovice 10. storočia do r. 1520. In MAZÚR, E., LUKNIŠ, M. eds. *Atlas Slovenskej socialistickej republiky*. Bratislava (Slovenská akadémia vied a Slovenský úrad geodézie a kartografie), kapitola 9, mapa 14.
- MIKLÓS, L. et al. (2002). *Atlas krajiny Slovenskej republiky*. Bratislava (Ministerstvo životného prostredia SR a Esprit).
- NEUSTUPNÝ, E. (2005). Syntéza struktur formalizovanými metodami – vektorová syntéza. In NEUSTUPNÝ, E., JOHN, J. eds. *Príspevky k archeológii 2*. Plzeň, s. 127-152.
- TOČÍK, A. (1987). Nachgroßmährische Gräberfelder des 10. und 11. Jh. in der Südwestslowakei. *Študijné zvesti AÚ SAV* 23, Nitra, s. 177-241.

## S u m m a r y

### Processing of the archaeological data from the basin of the lower Váh River in the GIS environment

The extent of the examined area, which comprised numerous spatial data (717 locations, 860 archaeological sites) required use of a different method to those traditional ones. The primary unit has been labelled as *nálezisko* (archaeological site), describing the archaeologically examined finds from a certain spatial location (*lokalita*). Point location has been used exclusively, while all points had been firstly manually transmitted from the maps of various kinds and scales to those of the scale 1:25 000. Later transformation of the graphical coordinates into physical ones had been performed using the computer programme GEOSOFT – MATKART – VB084, while ArcGIS 9.1. software had been used for the spatial data analysis. The original analogue data were transformed into the geodatabase, whose attribute structure was constructed to fit the statistic or other spatial analyses. The making and visualisation of the analyses was based on the tools of the ArcGIS 9.1. software, ArcView version.

The essential was the selection according to the specified attributes, namely dating and archaeological variables. Figures corresponding to attributes listed only two possible data, which were either 1 (yes) or 0 (no) – see the Tab. 1. This form of data attribute notation enables also using the method called *vector synthesis*, which originates from the multidimensional statistics (Neustupný 2005). Primary analysis used here was that of creating zones of the potential range of the population inhabiting the sites of the examined area. Multiple ring buffer analysis tools had been used to detect areas with radius of 1 and 5km. The data as well as the results of analyses could later be used as a basis for the site prediction or further archaeological research in both regional and local scale.

Fig.1. Map of the examined area with marked settlement structure of the first half of the 9<sup>th</sup> century AD.

Fig.2. Map of the examined area with marked settlement structure of the second half of the 12<sup>th</sup> century AD.

Tab. 1 Preview attribute's structure of the geodatabase of archaeological sites

#### Lektoroval:

**Doc. RNDr. Dagmar KUSEDOVÁ, CSc.**  
**Univerzita Komenského, Bratislava,**