

Počítačová podpora v archeologii II

Jiří Macháček
editor

Masarykova univerzita

Brno 2008

Obsah

ÚVOD – JIŘÍ MACHÁČEK (EDITOR).....	4
INTRODUCTION	5
DATABÁZE A DATABÁZOVÉ SKLADY V ARCHEOLOGII.....	8
REVITALIZACE DAT Z NALEZIŠTĚ BYLANY - PETR KVĚTINA	9
DEMUS - DOKUMENTACE A EVIDENCE MUZEJNÍCH SBÍREK. PŘEDSTAVENÍ MODULU DEMUS01 ARCHEOLOGIE - PAVLÍNA KALÁBKOVÁ, PAVLA JANKOVIČOVÁ, ZDENĚK LENHART	20
POHAN DATA SERVER - DIGITÁLNÍ DATOVÝ SKLAD ARCHEOLOGICKÉ ORGANIZACE - PETR DRESLER, MICHAL KUČERA, JIŘÍ MACHÁČEK, RADEK PETRŽELKA, MAREK VLACH, ONDŘEJ ŽÍDEK	37
STATISTIKA V ARCHEOLOGII.....	66
KONTINGENČNÍ TABULKY A VEKTOROVÁ SYNTÉZA. PŘÍSPĚVEK K MOŽNOSTEM TRANSFORMACE NOMINÁLNÍCH DAT A JEJICH NÁSLEDNÉ MATEMATICKÉ SYNTÉZY - LUBOŠ CHROUSTOVSKÝ	67
HODNOCENÍ DISTRIBUCE IZOLOVANÝCH KOSTÍ NA HŘBITOVĚ U KOSTELA SV. DUCHA VE VŠERUBECH: VYUŽITÍ RANDOMIZAČNÍCH METOD - PATRIK GALETA, VLADIMÍR SLÁDEK, DANIEL SOSNA, MARTIN ČECHURA	84
PROSTOROVÁ ARCHEOLOGIE A GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY	107
ANALÝZA POLOHY PRAVĚKÝCH MOHYLOVÝCH POHŘEBIŠŤ POMOCÍ GEOGRAFICKÝCH INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ - MARTIN KUNA.....	108
VYUŽITÍ GIS PRO ZPRACOVÁNÍ A PUBLIKACI PLOŠNÝCH ARCHEOLOGICKÝCH VÝZKUMŮ: PŘÍKLAD NEOLITICKÉHO SÍDLIŠTĚ V MOHELNICI U ZÁBŘEHA - RICHARD THÉR.....	127
ARCHEOLOGICKÁ MAPA LIBICE – NA PŮLI CESTY, INTRASITE GIS RANĚ STŘEDOVĚKÉHO HRADIŠTĚ - JAN MAŘÍK	142
PRAKTICKÉ PROBLÉMY SPOJENÉ S MODELOVÁNÍM POHYBU PRAVĚKOU KULTURNÍ KRAJINOU - ALŽBĚTA DANIELISOVÁ.....	152
HOSPODÁŘSKÉ ZÁZEMÍ RANĚ STŘEDOVĚKÉHO CENTRA NA POHANSKU U BŘECLAVI - PETR DRESLER, JIŘÍ MACHÁČEK.....	165
ANALÝZA PRAVĚKÝCH A RANĚ HISTORICKÝCH NÁLEZŮ Z POVRCHOVÝCH SBĚRŮ V OKOLÍ BŘECLAVI - MICHAL PETR	206
GEOGRAFICKÁ A ARCHEOLOGICKO-PROSTOROVÁ DATA Z RAKOUSKA A MOŽNOSTI JEJICH VYUŽITÍ - MICHAL PETR	242
GEOGRAFICKÉ A ARCHEOLOGICKÉ PRIESTOROVÉ DÁTA Z ÚZEMIA SLOVENSKA - TOMÁŠ TENCER	262
POČÍTAČOVÁ DOKUMENTACE A VIZUALIZACE V ARCHEOLOGII.....	288
VYUŽITÍ TROJROZMĚRNÉHO LASEROVÉHO SCANERU V ARCHEOLOGII - DAGMAR DRESLEROVÁ, JAN FROLÍK, TOMÁŠ MIKOLÁŠEK.....	289
POZNÁMKY K MOŽNOSTEM 3D REKONSTRUKCÍ V ARCHEOLOGII - ONDŘEJ MALINA.....	307
METODY TERÉNNÍ ANTHROPOLOGIE A DOKUMENTACE KOSTERNÍCH NÁLEZŮ: PŘÍKLAD HŘBITOVA U KOSTELA SV.	

DUCHA VE VŠERUBECH - VLADIMÍR SLÁDEK, PATRIK GALETA, DANIEL SOSNA, MARTIN ČECHURA	314
DIGITÁLNÍ DOKUMENTACE ARCHEOLOGICKÉHO VÝZKUMU OPEVNĚNÍ - PETR DRESLER, JIŘÍ MACHÁČEK.....	340
POČÍTAČOVÁ PODPORA DOKUMENTACE TERÉNNÍCH RELIKTŮ V ARCHEOLOGII - JAN JOHN.....	360
ARCHEOLOGIE A INTERNET	372
MUZEJNÍ ARCHEOLOGICKÉ SBÍRKY NA INTERNETU - UTOPIE ČI REÁLNÁ VĚC?- PAVLÍNA KALÁBKOVÁ, JARMILA PODOLNÍKOVÁ, ZDENĚK LENHART, PAVLA JANKOVIČOVÁ	373
BIBLIOGRAFICKÁ DATABÁZE NA INTERNETOVÝCH STRÁNKÁCH PLZEŇSKÉ KATEDRY ARCHEOLOGIE HTTP://WWW.KAR.ZCU.CZ/BIBLIOGRAFIE/INDEX.PHP - JAN JOHN, KAMIL ECKHARDT	383

Úvod – Jiří Macháček (editor)

Během deseti let, které uplynuly od vydání první knihy, v níž se kolektiv autorů pokusil zmapovat počítačovou podporu v české archeologii (Macháček ed. 1997), se mnohé změnilo. V roce 2002 byla na Pohansku u Břeclavi zahájena série dnes již tradičních konferencí, na kterých se scházejí počítačově zdatní archeologové, aby zde bez ohledu na svoji úžší specializaci diskutovali otázky spojené s obecnou metodologií a roli, kterou má v našem oboru hrát výpočetní technika. Ne náhodnou přejala tato konference do svého názvu titulek vzpomínané knihy – Počítačová podpora v archeologii. Do dnešních dnů proběhlo již šest takových setkání. Kromě Pohanska se konference konala i na zámcích v Nečtinách a v Kravsku, dále v Roztokách u Křivokláta, na brněnské přehradě a nakonec v Chodové Plané. V organizaci konference se střídaly Ústav archeologie a muzeologie Masarykovy univerzity, Katedra archeologie Západočeské univerzity a Archeologických ústav AV ČR Praha. Na konferencích zazněly desítky referátů, které však dosud nebyly společně publikovány. Žádná kniha z poslední doby nepřibližuje reprezentativním způsobem široké spektrum počítačových aplikací v naší archeologii, i když některé výsledky, k nimž dospěli archeologové s pomocí informačních technologií, tvoří podstatné části několika monografií (např. Gojda 2004; Kuna 2003; Kuna - Profantová 2003; Macháček 2001; 2002; 2007) či specializovaných sborníků (např. Neustupný 1998; 2003; Neustupný - John 2006). Je to škoda především proto, že česká archeologická komunita je v oblasti počítačové podpory velmi aktivní, jak ukazuje již výše zmíněný příklad pravidelných konferencí či třeba aktivity nové katedry archeologie, kterou v Plzni založil v roce 1998 doyen české teoretické a počítačové archeologie prof. Evžen Neustupný. Z těchto důvodů jsme se rozhodli připravit knihu, která by obsáhla alespoň ty nejdůležitější oblasti, které nyní českou počítačovou archeologii tvoří. Podobně jako před deseti lety je našim záměrem ukázat širší a různorodost možností, které informační technologie naší vědě nabízejí. Jednotlivé kapitoly připravily převážně archeologové, antropologové či počítačový inženýři, kteří se účastní konferencí o počítačové podpoře a mnohé příspěvky také z přednesených referátů vycházejí. Přesto však nelze knihu považovat za pouhý sborník z jedné konference. Nalezneme zde totiž mnohem větší spektrum textů, které zahrnuje mj. metodiky používaných technologií, výstupy dlouhodobých projektů, obhájené bakalářské a oborové práce či manuály některých specializovaných programů, které se objevují v dnešní archeologické praxi.

Příspěvky jednotlivých autorů či autorských kolektivů jsou rozděleny do pěti tematických částí, z nichž tři se objevily již v knize z roku 1997. Jsou jimi Databáze a databázové sklady v archeologii, Statistika v archeologii a Prostorová archeologie a geografické informační systémy. Nově jsou zařazeny i příspěvky z počítačové dokumentace a vizualizace, resp. archeologie a internetu. Tato oblast u nás nebyly před deseti lety ještě plně rozvinuta.

Knihu, která se váženému čtenáři dostává do rukou, je ukázkou schopnosti českých

archeologů využít při své vědecké práci různých možností, které nabízí moderní počítačová podpora. Má být národním pandánem významných mezinárodních publikací, jakými jsou např. sborníky z konferencí *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* či *Archäologie und Computer - Kulturelles Erbe und Neue Technologien*. Dnes může posloužit jako inspirace při dalším rozvoji metodologie naší vědy a v budoucnosti jako dokument o technologické úrovni, kterou česká archeologie dosáhla na počátku 21. století.

Introduction

Many things have changed over the ten years which have passed since the publication of the first book in which a team of writers attempted to review computer applications in archaeology in the Czech Republic (Macháček ed. 1997). The year 2002 saw the start of a series of, now traditional, conferences in Pohansko near Břeclav which have become a meeting point for computer-proficient archaeologists who, regardless of their specialization, discussed matters related to the general methodology and the role which should be played by information technology in the field of archaeology. It was no coincidence that the name of the conference was derived from the book's title – *Computing in Archaeology*. To date, six of the meetings have been held - in Pohansko, in the Nečtiny and Kravsko chateaux, in Roztoky near Křivoklát, at the Brno reservoir and finally in Chodová Planá. The organization of the conference was in turn the responsibility of the Institute of Archaeology and Museology of the Masaryk University, the Archaeology Department of the West Bohemian University and the Archaeological Institute of the Czech Academy of Sciences in Prague. While dozens of contributions were presented at the conferences it is rather unfortunate that they have never been published together.

Although the results arrived at by archaeologists assisted by computer technology form the core of some monographs (e.g. Gojda 2004; Kuna 2003; Kuna - Profantová 2003; Macháček 2001; 2002; 2007) or specialized anthologies (e.g. Neustupný 1998; 2003; Neustupný - John 2006), there is no recently published book available that would acquaint, in an authoritative manner, both the professionals and the numerous students of archaeology, with the broad spectrum of computer applications that are now commonly used in archaeology. This is rather surprising given that the Czech archaeological community is very active in information technology related conferences and given the activities of the new Department of Archaeology founded in Plzeň in 1998 by the doyen of Czech theoretical and computer aided archaeology Professor Evžen Neustupný. This was behind our decision to prepare a book that would cover the most important areas that, together, currently constitute Czech computer aided archaeology. Just as it was ten years ago our intention is to show the broad span and variability of possibilities offered by information technology to the discipline. The individual chapters were written mostly by archaeologists, anthropologists and computer engineers who

take part in the conferences and, indeed, many of the contributions were based on the presented papers. Yet, it would be unfair to consider the book the mere proceedings of a single conference. It offers a much broader scope of texts including methodologies for the technologies used, outputs from long-term projects, successfully defended diploma theses or seminar works as well as software manuals necessary for current archaeological practice.

The contributions by individual writers or teams are divided into five thematic areas of which three have already appeared in the 1997 edition – Databases and Database Warehouses in Archaeology, Statistics in Archaeology and Spatial Archaeology and Geographical Information Systems. The newly included areas comprise contributions dealing with Computer Documentation and Visualization, and Archaeology and the Internet which at the time of publication were not widespread in the Czech Republic.

The book which you have in your hands is an example of the ability of Czech archaeologists to harness, in their scientific work, the wide possibilities offered by up-to-date computer support. It should be a valuable Czech counterpart to important international publications such as proceedings from the Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology or Archäologie und Computer - Kulturelles Erbe und Neue Technologien conferences. Today it can provide an impetus for the further development of the methodology of archaeology and in the future it can serve as evidence of the state-of-the-art nature of technology achieved by Czech archaeology at the beginning of the 21st century.

Literatura

- Gojda, M. (ed.) 2004: Ancient Landscape, Settlement Dynamics and Non-Destructive Archaeology. Czech Research Project 1997-2002. Academia. Praha.
- Kuna, M. (ed.) 2003: Nedeštruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle. Academia. Praha.
- Kuna, M. - Profantová, N. 2003: Počátky raného středověku v Čechách. Sídlní aglomerace kultury pražského typu v Roztokách. ARÚ AVČR. Praha.
- Macháček, J. (ed.) 1997: Počítačová podpora v archeologii. Ústav archeologie a muzeologie FF MU. Brno.
- Macháček, J. 2001: Studie k velkomoravské keramice. Metody, analýzy a syntézy, modely. Masarykova univerzita v Brně. Brno.
- Macháček, J. 2002: Břeclav - Pohansko V. Sídlní aglomerace v Lesní školce. Digitální katalog archeologických pramenů. Masarykova univerzita v Brně. Spisy MU v Brně Filozofická fakulta. Číslo 340. Brno.
- Macháček, J. 2007: Pohansko bei Břeclav. Ein frühmittelalterliches Zentrum als sozialwirtschaftliches System. Studien zur Archäologie Europas 5. Verlag Dr. Rudolf Habelt. Bonn.
- Neustupný E. (ed.) 1998: Space in prehistoric Bohemia. Institute of Archaeology. Prague.

Neustupný E. (ed.) 2003: Příspěvky k prostorové archeologii 1. Katedra archeologie - FHS ZČU. Plzeň.

Neustupný E. - John, J. (ed.) 2006: Příspěvky k archeologii 2. Katedra archeologie - FF ZČU. Plzeň.

Databáze a databázové sklady v archeologii

Revitalizace dat z naleziště Bylany - Petr Květina

Abstrakt

Cílem příspěvku je shrnutí současného stavu dokumentace výzkumu neolitického sídliště v Bylanech. Pod termínem „dokumentace“ rozumíme velký soubor informací o vlastních archeologických pramenech a jejich formálních, symbolických i prostorových vlastnostech. Za dobu čtyřiceti let trvání archeologického výzkumu v Bylanech se těchto informací podařilo shromáždit obrovské množství, proto se ukázalo potřebné vytvořit centrální systém umožňující efektivní využití evidovaných dat. To by měla splňovat kompaktní sestava zahrnující databázi, obrazovou dokumentaci a mapu GIS, která bude publikována na digitálním nosiči dat spolu s tištěnou metadatovou příručkou. Z dlouhodobé perspektivy je zřejmě nejlepším řešením zveřejnit celý databázový systém na internetu.

The aim of the contribution is to provide an overview of the current state of documentation from the excavation of the Neolithic settlement at Bylany. The term “documentation” covers a large collection of data on the archaeological sources including their formal, symbolic and spatial properties. Over the forty years of archaeological exploration at Bylany the quantity of information gathered is huge which leads to the need for creating a central system in order to facilitate an effective use of the data recorded. This should be accomplished via a compact set consisting of a database, image documentation and a GIS map published on a digital data medium together with a printed metadata manual. From a long-term perspective it seems best to provide public access to the whole database system via the internet.

Klíčová slova

Bylany, neolitické sídliště, databáze, formalizovaný popis

Bylany, Neolithic settlement, database, formalized description

Historie archeologického výzkumu a zpracování dat v Bylanech

Archeologický terénní výzkum v Bylanech u Kutné Hory vynesl do popředí zájmu odborné veřejnosti problematiku studia sídelních areálů prvních zemědělců ve střední Evropě (tj. kultury s lineární keramikou neboli zkráceně LBK)¹. Počátky výzkumu na lokalitě jsou spjaty

¹ Tato práce vznikla s podporou projektu GA ČR reg. č. 1ET200020405 s názvem „Digitální archiv české archeologie“ v rámci programu „Informační společnost“.

se jménem B. Soudského, v jehož díle dále pokračovali I. Pavlů, M. Zápotocká a J. Rulf. Z terénních aktivit a zpracování získaných nálezů vzešla řada studií (viz dodatek), které významně ovlivnily metodiku výzkumu neolitu a analýzy archeologického materiálu nejen z tohoto období. Současně s tím se také modifikovaly interpretace společnosti a kultury časných zemědělců.

Historii archeologického výzkumu v Bylanech lze členit do čtyř etap:

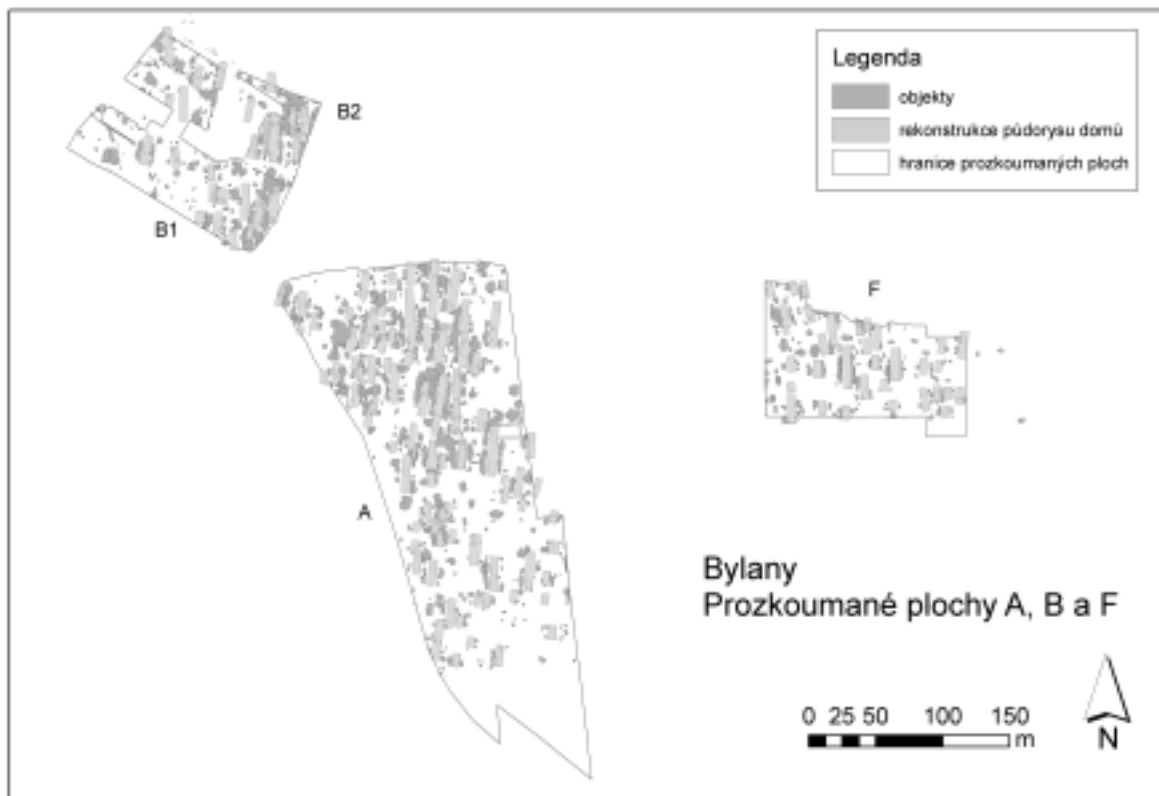
- 1953 – 1967. Projekt velkoplošného odkryvu neolitického sídliště. Celkem bylo prozkoumáno téměř 7 ha členěných do tří vzájemně nespojitých ploch označených jako A, B a F (). V jejich rámci bylo odkryto 144 půdorysů dlouhých domů a stovky jam. Dodnes jde o největší souvisle odkrytou plochou neolitického sídliště v Čechách, a to i přesto, že jde jen o torso původně projektovaného úplného odkryvu areálu dnes označovaného jako Bylany 1. Hlavním výsledkem této fáze výzkumu bylo vytvoření interní chronologie sídliště. Také se v průběhu vykopávek ukázalo, že zjištěné osídlení tvoří nehomogenní časoprostorový celek a skládá se z několika komponent.

- 1968 – 1989. Výzkum se zaměřil na celý mikroregion, jehož kostru tvoří místní vodoteče (Bylanka, Vrchlice, dolní Klejnárka). Cílem bylo poznání struktury a historie neolitického osídlení vytyčeného mikroregionu. Program konkrétně zahrnoval sondování bylanských mikroareálů BY1 – BY5, terénní výzkumy mikroareálů Kutná Hora 2, Nové Dvory 1 a 2 a Hlízov. Probíhaly též vykopávky na lokalitě Miskovice 2, kde bylo objeveno sídliště kultury s lineární keramikou a následné birituální pohřebiště kultury s vypíchanou keramikou.

- 1990 – 1993. Byl realizován a publikován program “Model neolitického sídliště” (Pavlů – Rulf – Zápotocká 1995). V něm se oproti předchozímu období zaměřenému na vnitřní chronologickou strukturu lokality badatelé orientovali spíše na rozpoznání vzájemných vztahů osídlení v rámci časoprostorově ohraničeného areálu. Součástí tohoto programu byl i terénní výzkum komplexu bylanského rondelu.

- 2000 – dosud. Probíhá systémová transformace bylanské dokumentace. Cílem je vytvořit kompaktní sestavu zahrnující databázi, obrazovou dokumentaci a mapu GIS, které by byly publikovány na digitálním nosiči dat spolu s tištěnou metadatovou příručkou. Z dlouhodobé perspektivy je zřejmě nejlepším řešením zveřejnit celý databázový systém na internetu.

Objev a terénní výzkum neolitického sídliště na zmíněné lokalitě byl sám o sobě významný, Bylany se však ve své době staly známými také díky unikátnímu přístupu ke zpracování velkých souborů archeologických nálezů. Na rozdíl od řady dalších velkých archeologických terénních odkryvů, které v té době v Československu probíhaly, bylo zde už od roku 1966 průběžně prováděno i vyhodnocování získaných materiálů. Zpracování a dokumentace pramenů probíhaly za pomoci formalizovaného popisu, který byl pro tyto účely vytvořen. Protože bylo zřejmé, že získaného archeologického materiálu a s tím související dokumentace bude obrovské množství, bylo rozhodnuto při vyhodnocování využít automatizované zpracování.



Obr. 1. Bylany – rozsah prozkoumané plochy.

Automatizované zpracování a formální popis

V době vzniku bylanského popisného systému byl široce používaným způsobem archeologické deskripce artefaktů zápis v podobě dlouhé textové sentence. Ta obsahovala nestrukturovaný výčet vlastností artefaktů bez ohledu na jejich vzájemný vztah, objektivitu nebo analytický a interpretační potenciál. Výsledkem byla značně rozvitá „věta“ obsahující velké množství informací, která však byly obtížně zpětně abstrahovatelné. Cílem tohoto typu popisu byly také archeologické nálezy ve smyslu individuí (tj. konkrétní sekerka, jeden střep...). Bylanský popisný systém usiloval o formalizaci popisu artefaktů a přehledné uspořádání popisných kategorií tabelárním způsobem.

V šedesátých letech sice už existovaly první sálové počítače, automatizovanému třídění informací však stále dominovaly stroje na selekci děrných štítků. I v dobové perspektivě se jednalo o starou technologii, kterou už v roce 1805 použil francouzský tkadlec hedvábí Joseph-Marie Jacquard pro řízení tkalcovského stavu. Jako nosič dat použil děrné štítky poprvé Herman Hollerith při sčítání obyvatel Spojených států v roce 1890. Potřebu automatizovaného zpracování vyvolaly zkušenosti se zpracováním výsledků předchozího

sčítání lidu, které proběhlo v roce 1880. To totiž zabralo celých sedm let a vznikly vážné obavy, že kvůli přírůstku obyvatelstva bude tatáž operace při dalším sčítání obyvatel trvat celé desetiletí, tj. interval časově přesahující další plánované sčítání lidu v roce 1900. Aby bylo možné uniknout z hrozícího uzavřeného kruhu, vypsali příslušný úřad konkurs na metodu rychlého zpracování dat. Vítězem konkursu se stal již zmíněný H. Hollerith, který předložil vynález počítačového stroje využívajícího zmíněné děrné štítky. Štítek obsahoval překódovaný záznam sčítacího formuláře, takže otvor vždy znamenal kladnou odpověď na danou otázku (např. otvor v místě vyhrazeném „manželství“ znamenal „ženatý/vdaná“). Stroj fungoval tak, že při vložení štítku do stroje se při každém čtení otvoru ve štítku spojily kontakty obvodu, což dalo elektromagnetickému počítači podnět k přičtení jedničky. Za použití Hollerithovy metody zabralo sčítání lidu pouhých šest týdnů a rovněž došlo k výraznému zpřesnění výsledků. V Čechách byl využíván technologicky shodný systém, který ale pracoval s devadesáti sloupcovými děrnými štítky na rozdíl od původních osmdesáti sloupcových štítků IBM. Každý štítek byl dále rozdělen na dvě řady po 45 sloupcích. Tomuto systému byl také podřízen rozvrh prvního bylanského kódu, jak co do počtu znaků, tak i jejich desetinného kódování.

Základním krokem k vytvoření bylanské databáze bylo sestavení systému deskriptorů a otevřeného kódu pro vlastnosti artefaktových znaků. Otevřenost kódu znamená, že systém musel být nastaven tak, aby bylo možné do něj postupně zařazovat další deskriptory. Jedna každá sledovaná vlastnost artefaktu byla v tomto systému považována za znak, kterému je možné přiřadit číselný kód čítající maximálně tři místa. Daná metoda byla uzpůsobena automatizovanému zpracování vycházejícímu z tehdejších možností výpočetní techniky, konkrétně již výše zmíněných strojů ke třídění děrných štítků. Technické možnosti stroje vyžadovaly důsledné číselné kódování všech znaků, protože textový záznam nebyl možný. Toto omezení ještě více zdůrazňovalo nutnost formalizovaného popisu bez možnosti výjimek. Popsaná metoda dodnes výrazně ovlivňuje strukturu této databáze i aplikovaný popisný systém. Ten byl primárně přizpůsoben hlavnímu úkolu, který si badatelé kladli, totiž vypracovat relativní chronologii neolitického osídlení. Do té doby byla chronologie staršího neolitu založena hlavně na vertikální stratigrafii z jeskynních lokalit (Tetín a Srbsko - Soudský 1954), což se neobešlo bez oprávněné kritiky (Neustupný 1956). Popisný systém byl z důvodů vytvoření chronologického systému LBK orientován na vhodnou skupinu artefaktů, jakou byla v tomto případě keramika. Proto bylo právě u keramických artefaktů sledováno velké množství vlastností v rámci několika popisných úrovní, zatímco popis ostatních kategorií nálezů se v první fázi omezil na základní charakteristiky. Databáze byla od počátku zamýšlena jako kombinace základní kartotéky a analytické databáze. První část tabulek byla de facto seznamem a konkordancí nálezů a objektů, druhá část tabulek představovala podrobnou evidenci a deskripci inventáře seskupeného podle druhu (keramika, štípaná

industriie, broušená industriie, mlýny) a třetí část byla kvantitativním záznamem keramických vlastností.

Protože keramická část databáze byla po dlouhou dobu považována za nejdůležitější, věnujeme jí více pozornosti. Pro evidenci keramických nálezů byla nejprve vytvořena tabulka primárního popisu (BY05_KE-LBK-1EV, *tab.1*), v níž je entitou jeden každý keramický zlomek LBK. Celkový počet takto evidovaných entit v Bylanech je 68 405 (což je soubor dat z hlavní výzkumné kampaně v letech 1953-1967). Deskriptory byly seskupeny podle předpokládaných interpretačních významů do tematických skupin, takže počet polí v tabulce dosahuje třiceti. Ve skutečnosti se však celkový počet deskriptorů v rámci těchto skupin blíží třem stovkám. Ačkoliv jsou obsahem některých polí reálná čísla (např. síla stěny střepu nebo rekonstruovaný průměr nádoby), je naprostá většina deskriptorů nominálního charakteru. Vzhledem k výše popsané nutnosti zaznamenávat údaje v polích do podoby číselného kódu, je uživatelské odlišení nominálních a skutečně numerických deskriptorů obtížné. Porozumění tabulce primární evidence keramických nálezů se neobejde bez použití textu vysvětlujícího jednotlivé kódy (metadatové příručky).

název pole	datový typ	popis
OBJ	číslo	číslo objektu
TR	text	třída (barva) keramiky
MAT	text	materiál a ostřívo keramiky
ZA	text	zachování
MM	číslo	síla stěny v mm
TVA	text	tvar nádoby
KODTVARU	text	kód tvaru (zjednodušené kategorie tvaru)
PUPKY	text	pupky, výčnělky (podle Pavlů - Zápotocká 1978)
o	text	průměr okraje
UCHA	text	typy uch
RYTI	text	typ rytí a šířka linie
TONAOKRAJI	text	technická výzdoba okraje
TO	text	technická výzdoba
LOPOIII	text	technika lineárního ornamentu
REKTIKURVI	text	linearita ornamentu
LINKYNAOKR	text	doplňkové rámové linky pod okrajem
DOPLNEKHOR	text	doplňkový ornament k hlavnímu
KUSU	číslo	počet zlomků
KOMPLEX	číslo	číslo stavebního komplexu
IZOL	číslo	izolovaný kontext (dosud neklasifikováno)
FAZE	text	číslo sídelní fáze chronologie z roku 1986
OKRDIAMCM	číslo	průměr okraje v cm
ORIFICECM	číslo	průměr hrdla amfory v cm
RADSTENYCM	číslo	oblouk stěny
MINUSHOR	číslo	odhadovaný objem vrchlíku
OBJEMPOC	číslo	objem nádoby vypočítaný
SKLONOKR	číslo	sklon okraje ve stupních
INV	číslo	inventární číslo
CLSHASI	text	kód funkční klasifikace podle tvaru a velikosti
CLSHAVO	text	kód funkční klasifikace podle tvaru a objemu

Tab. 1. Primární popis keramiky LBK (tabulka BY05_KE-LBK-1EV).

Cílem primárního popisu bylo získat představu o charakteru zkoumaného souboru a o četnosti výskytu jednotlivých deskriptorů. Na základě provedené analýzy primární databáze byl následně vytvořen sekundární popisný systém obsahující pouze znaky, u kterých byl prokázán vztah k řešeným otázkám (v tomto případě týkající se chronologie). Tyto chronologicky ohodnocené znaky byly seskupeny podle prostorových jednotek, tj. archeologických kontextů (Pavlů 1977, 1978). Tabulka sekundární evidence keramiky (BY06_KE-LBK-2EV, *tab.2*) obsahuje 1708 entit v rámci 35 polí. Každé pole představuje deskriptor ve formě reálného čísla, které udává četnost daného znaku v příslušném archeologickém kontextu - objektu.

název pole	datový typ	popis
OBJ	číslo	číslo objektu
CAST	text	část
POCET	číslo	počet keramických jedinců LnK
SUMALO	číslo	počet lineárně zdobených keramických jedinců
SUMAPO	číslo	počet plasticky zdobených keramických jedinců
SUMACO	číslo	počet malbou zdobených keramických jedinců
SUMATO	číslo	počet technicky zdobených keramických jedinců
SUMANO	číslo	počet nezdobených keramických jedinců
JMN	číslo	počet jemné keramiky
HRB	číslo	počet hrubé keramiky
techniky provedení lineární výzdoby (podle Pavlů – Rulf – Zápotocká 1986, 319-321):		
LOAL12	číslo	alfa 12
LOAL13	číslo	alfa 13
LOAL20	číslo	alfa 20
LOAL30	číslo	alfa 30
LOBETA	číslo	beta
LOGAMA	číslo	gama
LODE12	číslo	delta 12
LODE30	číslo	delta 30
LOEP10	číslo	epsilon 10
LOEP20	číslo	epsilon 20
LOEP00	číslo	epsilon blíže neurčené
LOEP30	číslo	epsilon 30
LOTHETA	číslo	theta
LOETA	číslo	eta
LODZETA	číslo	dzeta
KOD	text	kód primární evidence (1EV)
sumarizace podle fragmentarizace:		
ZACHCELY	číslo	celé nádoby
ZACHOKRAJ	číslo	zlomky z okraje
ZACHDNO	číslo	zlomky den
ZACHSTENA	číslo	zlomky stěn
PUPKY	číslo	počet pupků
UCHA	číslo	počet uch

Tab. 2. Sekundární evidence keramiky LBK (tabulka BY06_KE-LBK-2EV).

Dostupnost bylanských dat

V souladu s požadavky na publikování kresebné dokumentace movitých i nemovitých

pramenů byly v letech 1983-1987 zveřejněny tři svazky katalogů prozkoumaných ploch A, B a F (Pavlů – Zápotocká 1983, Pavlů – Zápotocká– Soudský 1985, Pavlů – Zápotocká – Soudský 1987). Tyto tzv. „modré“ katalogy obsahují úplnou kresebnou dokumentaci zahluobených objektů a všech diagnostických zlomků keramiky a kamenných artefaktů. Objekty i nálezy jsou zde sumarizovány do tabulkových přehledů a nálezy ještě do jednoduchých statistických charakteristik, které umožňují základní kontrolu nálezových souborů. Další doplňky bylanských dat byly publikovány v tematické sérii *Bylany Varia*, kde byl např. zveřejněn přehled eko-dat (Peške – Rulf – Slavíková 1998). V této sérii také vyšel první pokus o doplnění deskriptorů souvisejících s formativními procesy archeologického materiálu (Last 1998).

I když ve srovnání se srovnatelnými archeologickými výzkumnými projekty je stav zveřejnění bylanských dat nadstandardní, publikování jejich tištěné formy nepřináší dobrou perspektivu dalšího využití; že v sobě data skrývají ještě velké množství dosud neodhalených struktur, dokládají některé ze současných tematických prací (Květina 2007).

Z uvedených důvodů bylo rozhodnuto připravit zveřejnění bylanských dat v digitální podobě. Autoři se inspirovali prací J. Macháčka, který tímto způsobem publikoval data z výzkumu sídlištní aglomerace v Lesní školce na Pohansku (Macháček 2002). Cílem je připravit publikaci sestávající z: 1) metadatové příručky a 2) datového nosiče s databází, obrazovou dokumentací (nálezy, objekty) a samostatnými vektorovými prvky umožňujícími propojení v GIS mapě.

Metadatová příručka obsahuje návod k použití databáze a v jejím textu je v úplnosti shromážděn popis a dekodování popisných znaků databáze. Jednotlivá databázová pole, deskriptory i vlastní entity jsou vysvětleny slovním popisem, prostřednictvím obrazových příloh i odkazy na literaturu. Tím by měla být zaručena uživatelská srozumitelnost i tak složitěho popisného systému, jaký byl v konkrétním případě Bylan aplikován.

Datový nosič (CD) obsahuje především vlastní databázi ve formátu mdb. Její základní tabulkovou strukturu objasňuje tabulka 3. Databázové tabulky BY01 – BY09 jsou původní součástí originální bylanské kartotéky a jejich obvyklou entitou je archeologický nálezy (artefakt). Tabulky BY10 – BY15 jsou nově zpracovanou kvantitativní evidencí nálezů, a protože jsou jejich entitami prostorové analytické celky (kontexty), umožňují vzájemné relační propojení. Strukturu databáze jsme zvolili co nejjednodušší s předpokladem, že si uživatel může její podobu měnit, např. vytvářet relační dotazy. Přesto je databáze a její obsah považována za autorské dílo a v těchto intencích i chráněna příslušnými právními předpisy².

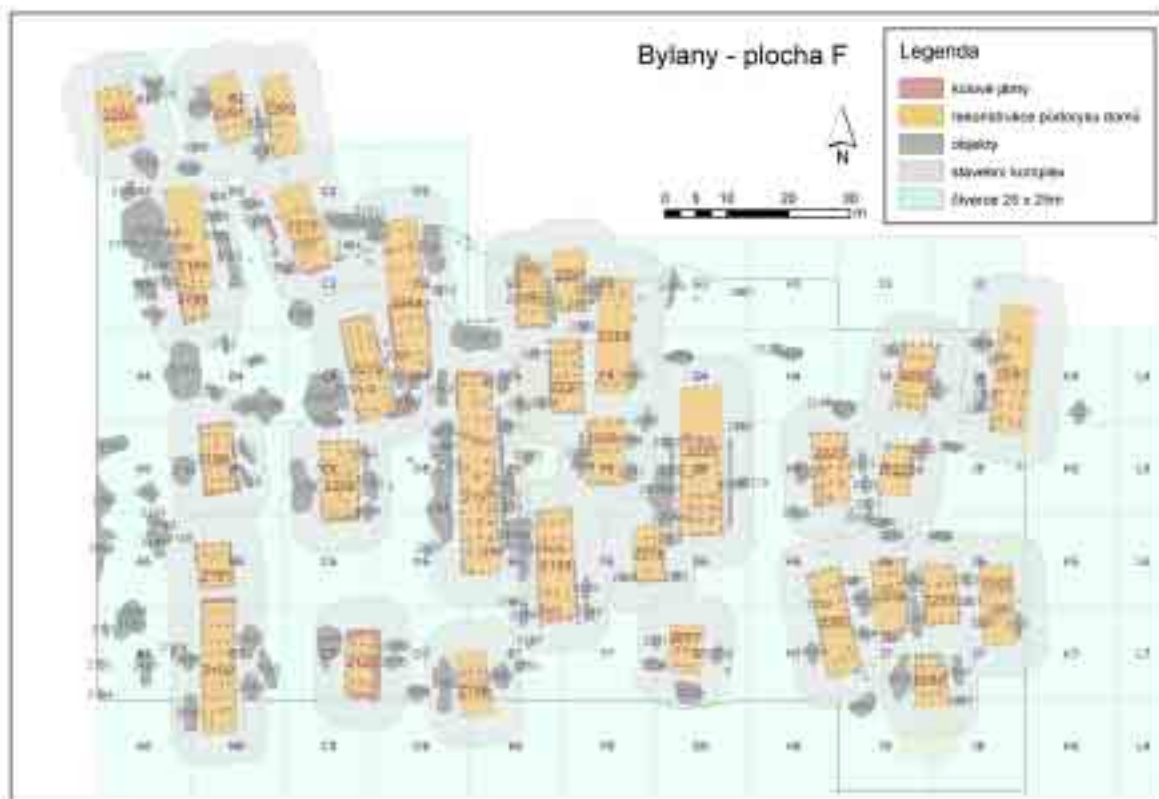
² Předpokládá se, že uživatelé dodrží určité požadavky, které budou obsahem stručné licenční dohody a jistého etického závazku vůči práci, která je autorským dílem ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. a podléhá plně ochraně tohoto právního předpisu. Autorská ochrana takových souborů jako jsou databáze je obtížně právně vymahatelná a její dodržování je víceméně otázkou etiky vědecké spolupráce.

název tabulky	popis	entita	
BY01_katalog objektů	soupis a popis objektů (jam)	prostorově vymezený úsek (objekt nebo jeho část)	
BY02_katalog nálezů_KE	seznam keramických nálezů	artefakt	
BY03_katalog nálezů_nekeramika	seznam nekeramických nálezů	artefakt	
BY04_přehled inventáře	seznam sáčků a jejich inventáře (inv. čísel) podle objektů	sáček	
BY05_KE-LBK-1EV	primární evidence a klasifikace keramických nálezů LBK	artefakt (keramický zlomek)	
BY06_KE-LBK-2EV	sekundární klasifikace keramických nálezů LBK	prostorově vymezený úsek (objekt nebo jeho část)	
BY07_ŠI	evidence a typologie štípané industrie	artefakt (štípaná industrie)	
BY08_BI	evidence a typologie broušené industrie	artefakt (broušená industrie)	
BY09_MLÝNY	evidence a typologie mlýnů	artefakt (mlýn)	
BY10_domy datování	chronologie domů v kategoriích: stupeň, fáze, interval	půdorys domu	
BY11_fáze-interval-kontext	chronologie archeologických kontextů v kategoriích: stupeň, fáze, interval	kontext	umožňuje relační propojení
BY12_objekty-celky	soupis a popis archeologických kontextů (analytických celků)	kontext	
BY13_DOMY	evidence a typologie domů	půdorys domu	
BY14_KE-LBK-celky	sekundární klasifikace keramiky LBK podle prostorových analytických celků	kontext	
BY15_nekeramika-celky	evidence nekeramických nálezů a nálezů jiné než LBK keramiky podle prostorových analytických celků	kontext	
BY16_kontexty GIS v2	přehled kontextů, které byly vektorizovány a jsou součástí GIS	kontext	
D900 – D90x	pomocné a systémové tabulky		

Tab. 3. Základní tabulková struktura databáze „Bylany – základní databáze“.

Databázový systém je zamýšlen jakou dvouúrovňový. Základní rovina je určena pro standardní uživatele a obsahuje předpřipravená formulářová zobrazení se základními filtry. Součástí je také rozhraní propojující databázi s obrazovou dokumentací, která je uložena ve formátu pdf (na cílovém počítači vyžaduje instalaci Adobe Acrobat Reader počínaje verzí 5.0). Druhá, rozšířená rovina databáze je určena pro pokročilé uživatele, kteří tak mohou pracovat se všemi tabulkami (což však vyžaduje důkladné seznámení s metadatovou příručkou) a vytvářet vlastní dotazy. Uživatelé mají také možnost využít samostatných vektorových vrstev ve formátu shp (zpracováno v programu ArcGis 9). Z nich lze sestavit GIS plán lokality Bylany, a to buď ve vlastním softwaru nebo využít připravený mapový projekt s pomocí instalace přiloženého programu ArcReader 9.2 (*obr. 2*). GIS plán lze propojit s tabulkami BY11 – BY16 a provádět tak vlastní prostorové dotazy.

Zmíněná publikace databáze na datovém nosiči přese všechny výhody, které tento způsob má, nese i určité problémy. Tím je např. aktualizace obsahu databáze anebo oprava chyb, které se v tak rozsáhlém systému pravděpodobně vyskytnou. Konečným řešením by proto mělo být zveřejnění celého systému na internetu v rámci domény www.bylany.com.



Obr. 2. Ukázka možného zobrazení plochy F z GIS plánu.

Závěr

Revitalizace bylanské databáze by měla vést k lepšímu využití dat, které byly shromážděny v průběhu čtyřiceti let trvání výzkumu neolitického sídliště v Bylanech. Tato data v sobě skrývají důležité struktury poznání společnosti a kultury období neolitu, a proto je jejich uchování a další využití důležité. V jiné rovině lze zmíněnou databázi vnímat jako příspěvek k historii vývoje formalizovaného popisu vlastností artefaktů a jejich automatizovaného zpracování. Rovněž může databáze sloužit jako zdroj pro účely univerzitní výuky archeologie. Samotný bylanský popisný systém je v současnosti bezpochyby překonaný, avšak velké množství dat, které bylo jeho prostřednictvím evidováno (databáze obsahuje více než 170 000 entit) ho stále činí užitečným. Současný význam tzv. bylanského kódu vyplývá také z toho, že systém základních popisných proměnných byl důkladně zpracováván řadu let, a to na základě

empirických poznatků. Proto je výběr a podoba užitých deskriptorů dobrým vodítkem pro možné další navazující popisné systémy nejen pro období neolitu

Literatura

- Květina, P. 2007: Analýza nekeramického odpadu neolitického sídliště v Bylanech, *Archeologické rozhledy* 59, 3-28.
- Last, J. 1998: The Residue of Yesterday's Existence: Settlement Space and Discard at Miskovice and Bylany, In: I. Pavlů ed., *Bylany Varia* 1, Praha: Archeologický ústav, 17-45.
- Macháček, J. 2002: Břeclav - Pohansko V. Sídlištní aglomerace v Lesní školce. Digitální katalog archeologických pramenů. Brno.
- Neustupný, E. 1956: K relativní chronologii volutové keramiky, *Archeologické rozhledy* 8, 386-407.
- Pavlů, I. 1978: Podborský, V - Košťuřík, P. - Kazdová, E. - Weber, Z. 1977: Numerický kód moravské malované keramiky (problémy deskripce v archeologii), Brno, *Památky archeologické* 69, 240-242.
- Peške, L. – Rulf, J. – Slavíková, J. 1998: Bylany – ekodata. Specifikace nálezů kostí a rostlinných makrozbytků, In: I. Pavlů ed., *Bylany Varia* 1, Praha: Archeologický ústav, 83-117.
- Soudský, B. 1954: K metodice třídění volutové keramiky, *Památky archeologické* 45, 75-105.
- Dodatek - základní literatura o Bylanech
- Soudský, B. 1962: The Neolithic Site of Bylany, *Antiquity* 36, 190-200.
- Soudský, B. 1966: Bylany – osada nejstarších zemědělců z mladší doby kamenné, Praha.
- Soudský, B. 1967: Principles of Automatic Data Treatment Applied on Neolithic Pottery., Archeologický ústav Praha, rukopis.
- Soudský, B. 1970: Bylany, rukopis.
- Pavlů, I. 1977: K metodice analýzy sídlišť s lineární keramikou, *Památky archeologické* 68/1, 5-55.
- Pavlů, I. – Zápotocká, M. 1983: Bylany. Sekce A-díl 1 Výzkum 1953-1967, Praha
- Pavlů, I. – Zápotocká, M. – Soudský, O. 1985: Bylany . Sekce A-díl 2. Výzkum 1953-1967, Praha.
- Pavlů, I. – Zápotocká, M. – Soudský, O. 1987: Katalog B, F. Praha.
- Pavlů, I. – Rulf, J. – Zápotocká, M. 1986: Theses on the Neolithic site of Bylany, *Památky archeologické* 77/2, 288-412.
- Rulf, J. (ed.) 1989: Bylany – Seminar 1987. Collected papers. Praha.
- Pavlů, I. – Rulf, J. 1991: Stone industry from the Neolithic Site of Bylany, *Památky archeologické* 82, 277-365.

Pavlu, I. – Rulf, J. – Zápotocká, M. 1995: Bylany rondel. Model of the Neolithic site, Památky archeologické - Supplementum 3.

Pavlu, I. (ed.) 1998: Bylany-Variál, Praha: Archeologický ústav.

Pavlu, I. 2000: Life on a Neolithic site, Praha: Archeologický ústav.

Summary

Revitalization of data from the Bylany site - Petr Květina

The aim of the contribution is to provide an overview of the current state of documentation from the excavation of the Neolithic settlement at Bylany. The term „documentation“ covers a large collection of data on the archaeological sources including their formal, symbolic, and spatial properties.

Over the forty years of archaeological exploration at Bylany the quantity of information gathered is huge. Although compared to similar archaeological excavation projects the publication of data from Bylany is above the standard, the publishing of data printouts does not offer a good perspective for its further use. This leads to the need for creating a central system in order to facilitate an effective use of the data recorded. It should be accomplished by a compact set consisting of a database, image documentation and a GIS map published on a digital data medium together with a printed metadata manual.

The database is designed as a two-tier system. The basic level is intended for the standard user. It contains pre-defined forms with the basic filters and an interface linking the database to image documentation stored in the pdf format (requires Adobe Acrobat Reader installed on the target computer). The second, extended database level is for the advanced user who can work with all the tables and create their own queries. Using the extended database level requires familiarity with the metadata manual.

Users can also take advantage of independent vector layers in the shp format (processed using ArcGis 9) and create a GIS plan of the Bylany site either using their own software or the available map project requiring installation of the supplied ArcReader 9.2 programme. The GIS plan can be linked to the BY11 – BY16 tables in order to facilitate the creation of customized spatial queries.

Despite all its advantages, the publication of the database on a data medium also presents some problems. These include, for example, updating the database content or correcting the errors which are bound to occur in such an extensive system. As a result the definitive solution should be providing public access to the whole system on the internet within the www.bylany.com domain.

Demus - dokumentace a evidence muzejních sbírek. Představení modulu Demus01 Archeologie - Pavlína Kalábková, Pavla Jankovičová, Zdeněk Lenhart

Abstrakt

Demus je programová nadstavba nad MS Access 97 určená k evidenci a dokumentaci sbírkových předmětů v muzeích apod. Jeden z 10 modulů je určen pro archeologii. Kromě evidence archeologických nálezů umožňuje i zápis jejich nálezových okolností, popis komponent, objektů, výzkumů a lokalit. Demus je propojitelný se SAS. Hojně využívá řízené slovníky a číselníky. Demus pokrývá celou administraci muzejních sbírek i běžné kancelářské práce archeologa.

Demus is a software extension of MS Access 97 used for the documentation and registration of collection items in museums, etc. One of the 10 modules is customized for archaeology. In addition to the registration of archaeological finds it supports the recording of the archaeological context, description of components, features, excavations and sites. Demus can be connected to the SAS and makes full use of controlled vocabularies and codelists. The programme covers the whole scope of the administration of museum collections and the everyday office work of an archaeologist.

Klíčová slova

Demus, databáze, dokumentace, sbírky, výzkumy, lokality, řízený slovník

Demus, database, documentation, collections, excavations, sites, controlled list

Úvod

Tato prezentace byla přednesena poprvé na konferenci Počítačová podpora v archeologii v Roztokách u Křivoklátu 2005 a podruhé ve výrazně zdokonalené podobě v Brně u pryglu 2006. Dále byly předneseny částečné prezentace na Setkáních muzejních archeologů a archeologů v institucích památkové péče v letech 2000-2005. Vzhledem k omezením kladeným na obrázky ve sborníku je zde text mírně přizpůsoben, aby byl srozumitelný i bez obrazového doprovodu.

Co je to DEMUS

Demus je zkratkou z názvu Dokumentace a Evidence MUzejních Sbírek. Je to modulární

softwarový systém určený pro správu muzejních sbírek, přesněji jednotlivých sbírkových předmětů, v archeologické terminologii movitých nálezů. Textovou dokumentaci sbírkových předmětů lze doplnit obrázky, případně zvukem, videosekvencí či jinými daty. Podobu a chování základních formulářů si uživatel může upravit dle svých potřeb. Demus poskytuje mnoho různých možností tisku. Další tiskové sestavy si uživatel může snadno vytvořit sám. Demus řeší i administraci akvizičního procesu, přípravu zápůjček, výstav a publikací, konzervátorskou dokumentaci a další specificky muzejní agendy. Demus je doprovázen podrobnou nápovědou a celou řadou metodických a osvětových textů.

Demus není program na zpracování textů ani na kreslení či editaci obrázků a map. Demus není určen pro prezentaci sbírek na Internetu, ani pro jejich statistické vyhodnocování, nicméně data z něj lze pro tyto účely velmi dobře využít. Některé z uvedených oblastí (zejména práci a prezentaci prostřednictvím Internetu) však obsáhne nová verze Demus s pracovním označením 007.

Demus je programová nadstavba nad MS Access 97 a pracuje v prostředí MS Windows 95 a výše. Demus lze používat na samostatných počítačích i na lokální síti se společnými daty.

Demus je členěn do samostatných modulů: Evidence - obsahuje přírůstkovou knihu, centrální inventář, komunikuje se všemi sbírkovými moduly, sbírkové moduly, celkem 9 (univerzální Katalog, Fotoarchiv, Výtvarné umění, Historie, Archeologie, Botanika, Zoologie, Entomologie, Geologie) - pokrývají odbornou práci se sbírkovými předměty, KRP - konzervátorsko-restaurátorská (a preparátorská) dokumentace, komunikuje s většinou sbírkových modulů.

Demus vyvinulo v letech 1996-2006 oddělení informatiky Moravského zemského muzea v Brně (nyní transformované na CITeM, metodické centrum pro informační technologie v muzejnictví, www.citem.cz). Demus byl vyvíjen pod dohledem Asociace muzeí a galerií (AMG), s podporou Ministerstva kultury ČR a v souladu s doporučením CIDOC ICOM (komise pro dokumentaci při mezinárodní radě muzeí). Struktura dat plně odpovídá mezinárodnímu standardu Object ID. Kvalitu zadání garantují oborové komise AMG, v případě archeologie jmenovitě Mgr. Pavlína Kalábková. Demus odpovídá zákonu č. 122/2000 Sb. o sbírkách.

Návody k práci s jednotlivými moduly Demus a další metodické a osvětové texty, včetně několika animovaných prezentací, jsou volně zdarma k dispozici na www.citem.cz. Návod k práci má podobu standardní nápovědy (HLP soubor), tj. nevyžaduje nic víc než holý systém Windows. Ostatní texty jsou většinou ve formátu RTF. Prezentace jsou ve formátu PPS (MS PowerPoint). Archeologický modul je prezentován pětidílnou animovanou prezentací vyžadující asi 1,5 -2 hod na prohlédnutí.

Demus je nekomerční produkt, ceny jsou proto v podstatě jen "pořádkové": modul Evidence je zdarma, přidává se ke každé dodávce, první modul Demus je za 2 000 - 5 000 Kč dle velikosti muzea (určuje AMG), každý další oborový modul za 2 000 Kč, nová verze za 2 000

Kč. Licence se vztahuje na celé muzeum, tj. každý modul lze instalovat na libovolný počet počítačů.

Demus zabezpečuje převod dat z příbuzných systémů a ze svých starších verzí. V případě archeologického modulu lze importovat data lokalit ze SAS (Státní archeologický seznam). Data předmětů lze převést z univerzálního modulu Demus Katalog, používaného archeology před vznikem specializovaného modulu archeologického. Vzhledem k velké variabilitě dat není tento převod zabudován přímo do Demusu, ale je řešen individuálně zdarma autorským pracovištěm jako ručně regulovaná hromadná konverze.

Demus obsahuje automatický export dat do bezpečnostního systému ISO SEUD (Integrovaný systém ochrany kulturních památek, Systém evidence uměleckých děl). Od r. 2001 je zajištěn i převod čísel do CES (Centrální evidence sbírek). Demus nabízí i export dat do podoby jedné tabulky s možností následné konverze na jiné formáty (DBF, XLS, XML, ...), je to určeno k výměně dat s jinými systémy dokumentace sbírek. Samozřejmostí je export a import dat mezi uživateli Demusu navzájem, s možností cenzury důvěrných informací.

Demus obsahuje celou řadu různých číselníků, jednoduchých slovníků a seznamů, i komplexních hierarchicky strukturovaných tezaurů. Některé jsou ve všech modulech stejné (adresář muzeí a galerií ČR, seznam států, seznam katastrů a okresů ČR), další jsou vzhledem k závislosti na oboru jen v některém modulu (taxonomický systém v botanice a zoologii, stratigrafie a zkratky minerálů, výtvarné techniky a materiály, atd. Archeologie využívá řízené slovníky při vyplňování údajů ze všech modulů nejvíce, pro většinu polí s výjimkou textových popisů a poznámek. Některé slovníky jsou pevné a závazné (v archeologii je takových většina), jiné si vytváří či doplňuje uživatel dle svých potřeb (např. lokality, osobnosti).

Demus si záměrně nedělá ambice vyřešit pro uživatele vše. Hlavním důvodem je různorodost a nepředvídatelnost požadavků muzejních pracovišť. Také proto bylo pro implementaci Demusu zvoleno databázové prostředí MS Access, neboť svou srozumitelností usnadňuje případné provádění vlastních individuálních úprav. Nejčastěji jde o modifikace dodaných tisků. Ovšem při velkých počtech záznamů (nad 100 tisíc) a při intenzivní práci na síti již Demus naráží na limity MS Access 97. Nová verze bude postavena na zcela jiném základě.

Koncepce archeologického modulu

V centru pozornosti Demusu je PŘEDMĚT, movitý archeologický nález. Demus umožňuje jej popsat, zařadit a dát do souvislostí. K popisu a zařazení předmětu slouží základní formulář nazvaný Sbírkový, k zachycení souvislostí pak řada dalších formulářů jako Objekty, Výzkumy, Komponenty, Lokality, Literatura, Adresář, Osobnosti atd.

Jako východisko při projektování archeologického Demusu sloužila ideální nálezová situace: předmět byl nalezen v určitém objektu při určitém výzkumu, je součástí určitého komponentu na určité lokalitě. Demus však dokáže pojmut i "předmět" skládající se z více kusů, dokonce

i s rozdílným datováním, s více inventárními čísly, dokonce bez uvedení lokality, tím spíše i bez výzkumu, objektu, komponentu. Demus počítá nejen s nálezy z České republiky, ale odkudkoliv ze světa.

Důležitým požadavkem při tvorbě byla kompatibilita Demusu s funkčními a všeobecně rozšířenými archeologickými programy. Postupně se ukázalo, že reálné je to pouze ve vztahu se SAS, ale i to, vzhledem ke skoro 100% naplněnosti SAS, jen jednosměrným přebíráním dat SAS do Demusu. Struktura popisu lokality a komponentu v Demusu kopíruje a jen mírně rozšiřuje strukturu zavedenou SASem. U ostatních programů byly problémy jak technického rázu (Kontext - Archaia Brno), tak i zejména rázu jejich lokálnosti (Archiv – AÚ ČAV Praha). Bach ProMuseum má archeologickou aplikaci výrazně jednodušší než Demus, nepoužívá žádné řízené slovníky a tak převod dat z Bacha do Demusu je obtížný, ale CITeM jej zájemcům nabízí. Přebod opačným směrem prostřednictvím exportu z Demusu do tzv. výměnného formátu je snadnější.

Demus nabízí širokou paletu tiskových výstupů, celkem 188 různých tiskových sestav, od jednoduchých opisů slovníků a inventárních seznamů, až po výpravné hierarchicky strukturované konzervátorské zprávy. Uživatel může v případě potřeby sestavy modifikovat nebo vytvářet zcela nové z libovolných výstupů (Export) a umožnit i netradiční importy dat.

Popis základních formulářů a vazeb

Obr. 1 představuje základní formulář "Sbírky" pro sbírkový předmět. Při prohlídce shora dolů vidíme slovní menu s rozbalovacími nabídkami, nástrojovou lištu pro rychlé volání nejběžnějších činností, tmavě podloženou evidenční část formuláře, střední hlavní část formuláře pro nejdůležitější údaje, na ní vpravo vybrané údaje o lokalitě, v dolní části jsou vyměnitelné karty pro další rozvíjející a vícenásobné údaje, zde konkrétně je vidět první z připojených obrázků. Dole je lišta pro navigaci mezi záznamy na vyměnitelné kartě, pod ní lišta pro navigaci mezi záznamy předmětů a dole je informační řádek. Komu připadá formulář příliš komplikovaný a chce vyplňovat jen některá pole, ten si může nastavit skrytí všech nepotřebných polí. Skrytí lze všechna pole s výjimkou povinných, ta jsou označena tučnými titulky. Pole s podtrženými titulky jsou doporučena z hlediska archeologického, pole se zelenými titulky zastupují podrobnější údaje z vyměnitelných karet dole, pole s modrými titulky odkazují na samostatné formuláře (tabulky) s podrobnými údaji. Modré linky nad záložkami vyměnitelných karet indikují nějaké vyplněné údaje na příslušné kartě. Všimněte si, že obsah většiny polí je regulován řízenými slovníky (číselníky) v rozbalovacích nabídkách.

The screenshot displays the 'Demus01-Archeologie - [Sbírký]' application window. The interface is divided into several sections for data entry:

- Header:** Includes menu options like 'Soubor', 'Úpravy', 'Záznamy', 'Formát', and 'Nápověda'. Below the menu is a toolbar with various icons.
- Form Fields:**
 - Inventory:** InvČ: A, 19043, 19044, Stát: CZE, Správce: 70L, Odd: A, Podst: 1, Dat: [blank].
 - Object Info:** Přič: 341/72, InvČ: A83902, Karta: [checked], Úpsána: [checked], Dvěřena: [checked], Zapsal: Prečan, DatZap: 23.4.2001.
 - Classification:** SkupinaMat: 07, SkupinaFoc: Na, Kocel: [blank].
 - Physical Properties:** Počet: 2, Množství: 2, Předmět: džbán, Iahvovitý, Materiál: keramika, Technika: točení na kruhu.
 - Surface/Color:** Povrch, úprava: 07, vnější, vnitřní; Jst, barva: světlá, žlutá; Vjzdoba: M, vnější, vnitřní; Mlý: p-okraj=190 mm; p-ústí=180 mm; p-hrlo=120 mm; p-výřut=240 mm.
 - Location/Context:** ZárLok: Hlinsko - Podobora, Lokalita: Hlinsko - Podobora, Katastr: Hlinsko, Komponent: 2, Výzkum: 1.0001, Objekt: 0-1, Stran: [blank], Místo: [blank], Hloubka: 1,2 - 1,5 m, Eubaa: eneol, eneolit neur., RokNá: 1930, Datace: E00, Sign: [blank], Popis: [blank].
 - Other Data:** Účel: Zařoukal, DatÚř: 15.5.2006, SLokace: Dep.26, AltLokace: Dep.26.
- Navigation:** A row of buttons at the bottom includes 'Základ', 'Úření', 'MatFech', 'Povrchy', 'Výzdoby', 'Mlý', 'Úatování', 'Manipu...', 'Dgkume...', 'Bgleien...', 'ISO', 'Pluž', 'Vřazení', and 'Ákvizice'.
- Photo Viewer:** A section on the right shows a photograph of a ceramic jug with a blue and yellow floral pattern. It includes fields for 'TypDok', 'ČDok', 'Pořadí', 'Export', 'Náštovat...', 'Autor', 'Dokument', 'MediumDok', and 'Pozn'.
- Footer:** 'Záznam: 1 z 6' and 'Záznam: 1 z 557'. A note at the bottom reads 'Výstřední hrubé pojmennování sbírkového přednětu.' and a 'NUM' button is visible.

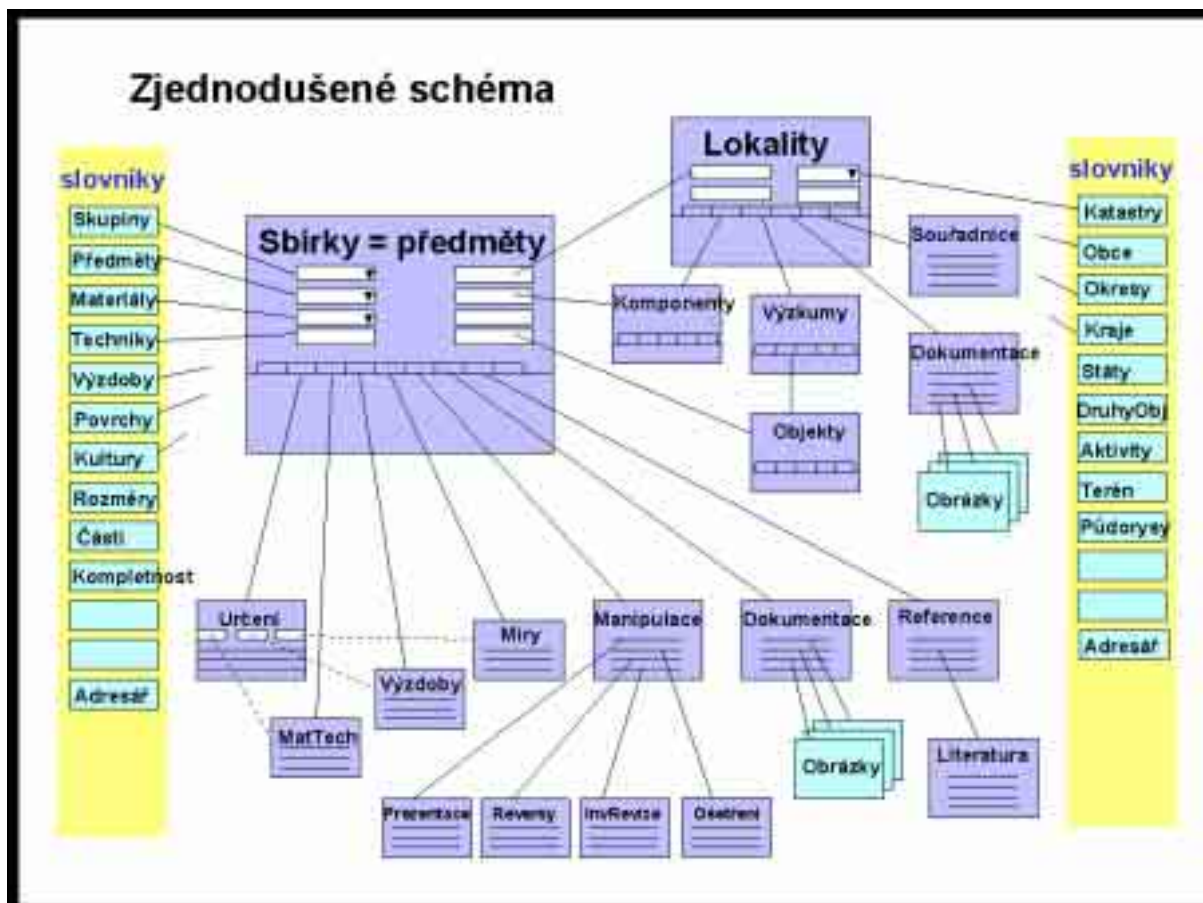
Obr. 1. Demus. Základní formulář "Sbírký" pro sbírkový předmět.

Obr. 2 zobrazuje formulář "Lokalita". Platí pro něj podobná pravidla jako pro formulář Sbírký. Většina polí je shodná se záznamem v SAS. Demus navíc zavádí jediný "referenční bod" lokality, je to v zájmu snadného vyhledávání a filtrování. Jsou tedy přidána pole pro souřadnice referenčního bodu. Vedle mapových souřadnic (v milimetrech) ukládá Demus i souřadnice rovinné (kilometrová síť) a zeměpisné (délka a šířka ve stupních) a obsahuje i aparát pro vzájemné přepočty mezi všemi systémy.

Obr. 2. Demus . Formulář "Lokalita".

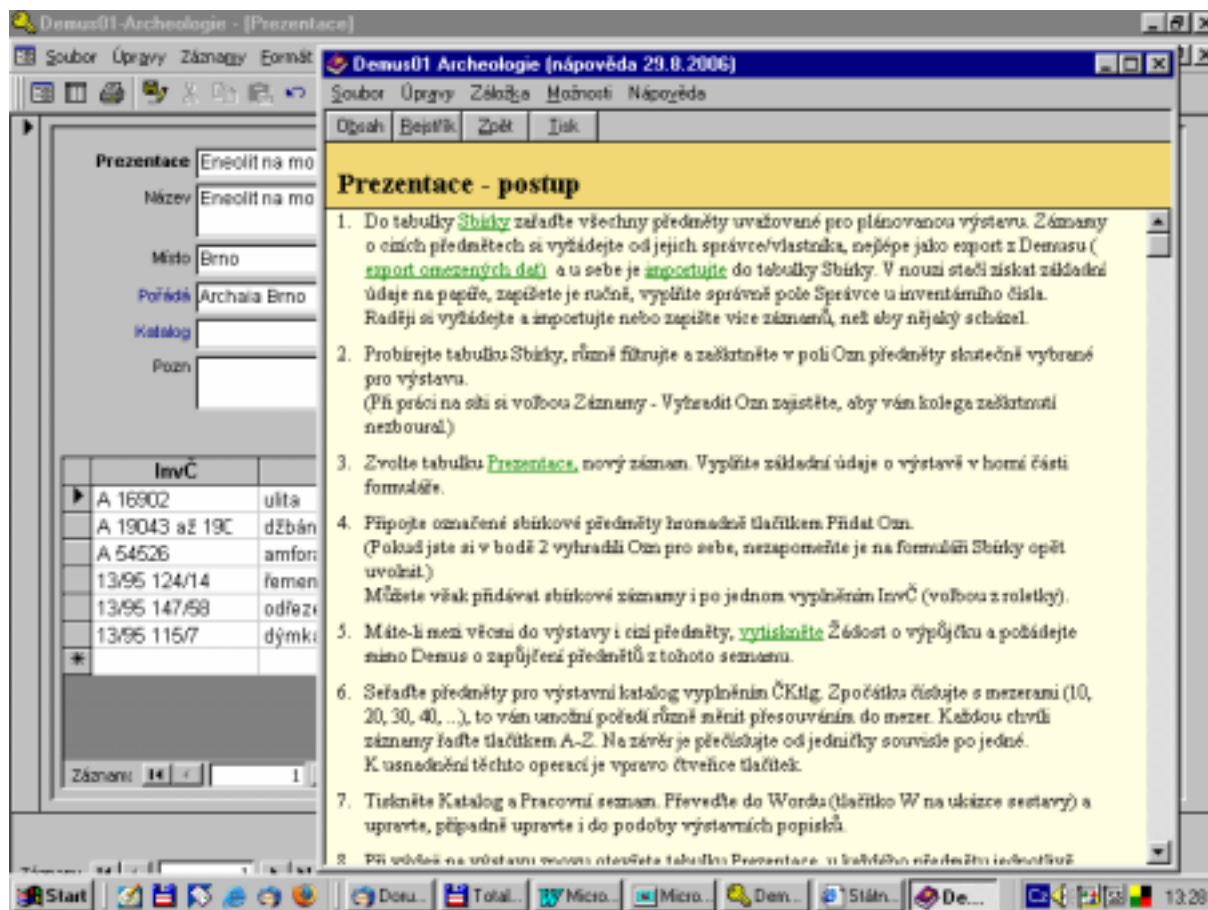
Obr. 3 ukazuje v silném zjednodušení vazby nejdůležitějších tabulek, do nichž Demus data ukládá. Všechny hlavní tabulky mají formuláře podobného vzhledu jako formulář Sbírký, tj. zejména mají základní část doplněnou vyměnitelnými kartami pro vícenásobně opakovatelné údaje. Regulovaná pole mají vazby na odpovídající slovníky. Slovně lze vztahy popsat například takto: Předmět je názvem lokality navázán na záznam lokality s úplnými údaji o ní. Předmět je navázán na určitý objekt, objekt na výzkum a výzkum na lokalitu. K lokalitě jsou uvedeny souřadnice všech jejích obvodových bodů. Do pole Katastr na záznamu lokality lze vybrat jen název ze seznamu katastrů.

Formuláře jsou navzájem propojeny, takže když například při popisu předmětu uvedete dosud neznámou lokalitu, objeví se formulář Lokality pro doplnění dalších podrobností, uvedete-li mezi nimi číslo výzkumu, objeví se formulář pro jeho popis atd. U vyplněných záznamů můžete takto přeskokovat poklepem na příslušné pole.



Obr. 3. Demus. Vazby tabulek.

Obr. 4 obsahuje okno s nápovědou. Uvedený příklad ukazuje návod v bodech k přípravě výstavy. Jiné kapitoly podobně popisují postup při akvizici, ošetření, inventarizaci atd. Většina kapitol však popisuje jednotlivé formuláře a jednotlivá pole na nich, naznačuje co a jak a kam vyplňovat. Několik kapitol nápovědy je věnováno obecným pravidlům pro obsluhu Demusu, nechybí ani kapitoly se soupisem zdrojů, ... Celkový rozsah nápovědy k archeologickému modulu je 180 kapitol, každá přibližně v rozsahu jedné stránky. Každou kapitolu lze vytisknout. Na papíře se dodává jen krátký návod k instalaci, návod k úvodnímu školení pro začátečníky a podrobný soupis všech dosud zjištěných problémových stavů a situací s návody na řešení.



Obr. 4. Demus. Okno s nápovědou.

Řízené slovníky

K regulaci obsahu polí, ke sjednocení používaných termínů a tím ke snadnějšímu vyhledávání slouží roletkové nabídky založené na slovnících a číselnících. Původní neregulované výrazy lze vždy zapsat do textového popisu a poznámkových polí. Některé slovníky jsou dány přímo nějakým zákonem či normou, další jsou jen de facto standardem (týká se zejména slovníků přejatých ze SASu), jiné byly vytvořeny až při tvorbě Demusu. Velká většina slovníků je pevná a závazná, tj. pole nelze vyplnit ničím jiným, než co je v nabídce. Tato tvrdost je velmi užitečná pro následné vyhledávání, filtrování a pro různé sdílení a výměny dat. Tvrdost je ovšem vždy zmírněna nabídkou únikových výrazů jako "jiný", "neurčený" apod. U počtu je tvrdý požadavek numerické hodnoty vyvážen sousedním textovým polem pro volné slovní či jiné vyjádření. Podobně je tvrdé datování zkratkou kultury podle SASu doprovázeno textovým polem pro zcela volné vyjádření podle potřeby.

Název předmětu je dokonce realizován jako trojice polí: hrubý název, upřesnění a volné rozvinutí. První dvě pole mají pevné slovníky, do třetího pole lze napsat cokoliv. Pro výstupy (tisky) se tato tři pole spojují do jednoho sousloví. Je to tak uděláno proto, aby i neodborník se vyznal ve stručné nabídce prvního pole a naopak specialista měl možnost se přesně

vyjádřit. Přestože třetí pole umožňuje zapsat cokoliv, je u něj nabídková roletka, ale jejím úkolem není omezovat. Jsou v ní výrazy použité dříve, aby se předcházelo zbytečným překlepům a urychlila se práce.

Zcela stejným způsobem je na tři pole rozdělen i název materiálu. Protože však předmět se často skládá z více materiálů, může těchto trojic polí být neomezeně mnoho. K tomu slouží v dolní části vyměnitelná karta Materiály. Pouze první, nejdůležitější materiál je vidět i na horní hlavní části formuláře.

Mnohé slovníky jsou velmi obsáhlé, např. názvů předmětů je jen v první hrubé úrovni 644, přípustných kombinací s druhou úrovní je 5048. Aby se nabídkové roletky zpřehlednily, vybírá Demus jejich obsah podle typu materiálu, zaznamenaného políčkem SkupinaMat. Skupin je celkem 17 (ŠI, BI, jiná kamenná industrie, KPI, kovové artefakty, skleněné artefakty, keramické nádoby, technická a stavební keramika, jiná keramika, dřevěné artefakty, textilní a kožené artefakty, stavební pojiva, osteologický materiál, malakofauna, paleobotanika, vzorky a jiné). Při použití skupiny 17 (jiné) nabízejí roletky zcela vše bez omezení.

Na tvorbě, resp. volbě slovníků se pod vedením P. Kalábkové podílela celá řada odborníků z různých pracovišť (P. Kalábková, I. Loskotová, Z. Měchurová, P. Neruda, Z. Nerudová, M. Oliva, J. Orna, R. Přichystalová, M. Salaš, Z. Sklenářová, P. Wiesnerová). Jako možné zdroje byly zkoumány SAS ČR, Archiv ČR, kontextuální archeologie, AISM (předchůdce Demusu) a slovníky z původního zadání Demusu vypracované M. Salašem. Pokud to bylo možné, byly za základ slovníků brány tzv. Sklenářovy slovníky (Archeologický slovník I-IV., NM Praha), které mají kromě popisu předmětu i kresebné vyobrazení a jsou díky své publikaci obecně dostupné. Některé slovníky byly převzaty z existujících projektů a publikací bez úprav, jiné s úpravami, další byly nově vytvořeny. Skoro nezávisle vznikala konzervátorská část aplikace pod vedením P. Poláška, její slovníky jsou převzaty z literatury.

Každý slovník obsahuje slovní vyjádření pojmu, některé vedle toho obvykle i číselný nebo písmenový nebo kombinovaný kód. Kódy a zkratky se používají zejména pro úsporu místa na tabulkových tiskových sestavách. Vedlejším příznivým efektem kódů a zkratk je možnost tematického (případně hierarchického) řazení. Nepříjemnou vlastností je nesrozumitelnost, proto je v nabídkových roletkách a v "parádních" tiscích (karty, výstavní popisky a katalogy) obvykle uveden i slovní překlad.

Většina slovníků je primárně řazena abecedně, resp. vzestupně podle číselného kódu. Některé slovníky však mohou být řazeny tématicky (Kompletnost, Předmět1, Materiál a Výzdoba), a to podle určitých pravidel – podle typologie či druhu předmětu (napřed všeobecné termíny, nádoby, nástroje a jejich součásti, zbraně a jejich součásti, předměty technické povahy a jejich součásti, ozdoby, spinadla a součásti oděvu, psací potřeby, hudební nástroje, hračky, kultovní předměty, platidla, výrobní předměty, polotovary a suroviny nakonec). Abecední řazení těchto slovníků je možné vyvolat přepnutím tlačítka A/T.

Zajímavé technické detaily

Import ze SAS

Značná část archeologických sbírek uložených v muzeích pochází z lokalit registrovaných v SAS. SAS je prakticky 100% naplněn kvalitními daty dodanými sítí tzv. regionálních správců, často pracovníků muzeí. Převzetí dat ze SAS do Demusu tedy nejen uspoří množství práce, ale předejde i věcným chybám a rozdílům. NPÚ jako správce SASu poskytne na vyžádání každému muzeu takový výběr dat, jaký odpovídá záběru muzea. Import je možný jen do zcela prázdné databáze Demus, tj. při prvním startu po instalaci. Při importu se vedle prostého převzetí většiny údajů též dopočítávají souřadnice v ostatních souřadnicových systémech. Import je proto velmi pomalý, ale vzhledem k tomu, že jde o jednorázovou operaci, to nevadí.

Lokality převzaté ze SAS si zachovávají číselné identifikační označení ze SAS (například 14-43-24/10), kdežto lokality ručně zapsané přímo do Demusu by měly mít označení slovní (např. Brníčko - nal.2). Pro "parádní" výstupy slouží ovšem v obou případech srozumitelný slovní název či popis lokality.

Práce se souřadnicemi

Pro přesné zachycení polohy lokality jsou jako český de facto standard SASem zavedeny tzv. mapové souřadnice obvodových bodů lokality. Jde o vzdálenosti v milimetrech odměřené od západního a jižního okraje příslušného listu Základní mapy ČR 1:10 000. Zásadní nevýhodou je omezenost na území ČR. Demus proto paralelně používá souřadnice zeměpisné (zejména standardní WGS-84 poskytované všemi přístroji GPS). Kromě toho používá i souřadnice rovinné (zejména S-JTSK používané na vojenských mapách). Úplný výčet podporovaných systémů:

Mapové: ZM10, ZM25, ZM50, TM10, TM25, TM50, SMO5. Rovinné: S-JTSK, S-42, UTM, Gusterberg, Sv.Štěpán, ETRS-89. Zeměpisné: WGS-84, Bessel, Krasovskij, GRS-80.

Demus tedy umožňuje zápis souřadnic v jakémkoliv z těchto systémů a jejich kombinaci se souřadnicemi přejetými ze SASu. Vedle toho Demus umožňuje přejímat pro lokalitu souřadnice příslušného katastru, což sice není zcela přesné, ale umožňuje to bez jakéhokoliv dohledávání okamžitě pracovat se starými lokalitami stejně jako s novými. Dodatečné zpřesnění pomocí GPS či odečtu z jakékoliv mapy je vždy možné.

Obrázky a další dokumentace

Ke každému sbírkovému předmětu může být připojen neomezený počet obrázků či jiných dokumentů. Mohou to být jak klasické dokumenty (kresby, fotografie, negativy, zprávy, modely, repliky, videonahrávky), tak i odpovídající digitální dokumenty v podobě

jakýchkoliv datových souborů. Nejčastěji jde přirozeně o obrázky. Tyto datové soubory nejsou zahrnovány do databáze, ale zůstávají jako samostatné soubory, mohou být i na vyměnitelných mediích (CD, DVD apod.) nebo na jiných počítačích v síti. Propojení je realizováno pouze uvedením cesty k dotyčnému souboru. Běžné obrazové formáty (JPG, BMP, TIF, GIF) se přímo zobrazují, ostatní datové formáty (DOC, RTF, MP3, VAW, MPG, XLS, ...) lze "přehrát" poklepnutím, nastartuje se tím program přiřazený na úrovni Windows k danému formátu (pro DOC například Word).

Odobným způsobem lze dokumenty připojovat nejen k formuláři Sbírký (jednotlivé předměty), ale i k formulářům Lokality, Výzkumy, Objekty, Ošetření a Literatura. A podobně jako dokumenty lze připojovat odkazy na publikace, nejen k formuláři Sbírký, ale i k formuláři Lokality.

Demus neobsahuje nástroje na skenování a úpravu obrázků ani jiných datových souborů, to je nutno dělat vhodným specializovaným programem, pro obrázky například Malování nebo Photoshop.

Historie změn

Demus může archivovat historii změn provedených v popisu předmětů. Demus ale neprotokoluje slepě opravu každého překlepu, dává uživateli možnost změny kumulovat a archivovat je až spolu jako novou verzi, dává také možnost nepodstatné změny vůbec neprotokolovat.

Plány do budoucna

Demus je ke konci roku 2006 licencován ve 170 muzeích a jiných institucích v ČR, nejrozšířenější je univerzální modul Katalog (120 muzeí), archeologie jako nejnovější modul je zatím v 15 muzeích. Demus je postaven na analýze a zadání z let 1995-6. Postupné vylepšování v nových verzích již dosahuje na strop možností daných použitým prostředím MS Access, zejména jsou potíže s intenzivní prací mnoha uživatelů na síti a s většími počty záznamů v databázi. Změna prostředí je tedy nutná a je příležitostí k základní inovaci celé koncepce. Pracovní označení "Demus 007" bude možná změněno tak, aby se odlišnost pojetí zvýraznila.

Hlavní rysy: Jádrem systému bude profesionálně spravované datové úložiště, zátěž rozložená na několik geograficky oddělených serverů. Veškerá komunikace bude zabezpečeným přenosem po internetu. Vícevrstvá architektura: na uživatelských počítačích pouze tenký klient (tj. běžný prohlížeč jako MS Internet Explorer, Firefox, ...) a na druhé straně silný server, sestávající z "muzejní" aplikační vrstvy (dále dělené na uživatelské rozhraní a aplikační logiku) a obecného databázového stroje s objektovým přístupem k datům. Řečeno srozumitelněji - muzeum musí mít rychlé připojení, personálu stačí běžné (i značně zastaralé)

počítače, veškerá data (textová i obrazová a další) budou uložena paralelně na několika vzdálených úložištích se zárukou nepřetržitého zálohování a dlouhodobé archivace. Demus bude instalován jen na serveru, to umožní velmi operativní odstraňování chyb, nasazování nových verzí apod. Doposud byl Demus textovou databází s připojenými obrázky. Nově jej lze chápat jako velkokapacitní archiv multimediálních dat s velmi silnými nástroji pro jejich správu.

Chceme zachovat většinu vymožeností Demusu (pohodlnost, rychlá odezva). Plánujeme využívání sdílených národních (mezinárodních) autoritních tezaurů (osoby a korporace, geografické názvy, taxonomický systém,...), společných pro knihovny, archivy apod. Přímé propojení na systém CES (Centrální evidence sbírek na MK ČR), už žádné diskety a papírové přílohy.

Přímé propojení na mapový server, tj. integrace GIS (geografický informační systém). Struktura dat kompatibilní s datovým modelem CIDOC-CRM (model vztahů mezi pojmy).

Archivování a výměna dat ve formátu XML (nezávislost na programovém prostředí). Vícejazyčnost - snadné vytváření jazykových mutací uživatelského rozhraní, nástroje pro vícejazyčnost obsahu. Integrované nástroje pro prezentaci na internetu, tj. pro přístup odborné i laické veřejnosti (stačí jen přiměřené nastavení čtecích práv, ale z bezpečnostních důvodů pravděpodobně jen k "cenzurované" kopii dat uložené zcela odděleně na samostatném serveru). Další podrobnosti a především aktualizované informace najdete na www.citem.cz.

Literatura

Internetové stránky

CITeM, dostupné 18.12.2006 na <http://www.citem.cz/>

SAS, dostupné 18.12.2006 na <http://www.npu.cz/pp/pridruz/sas/>

CES, dostupné 18.12.2006 na <http://www.mkcr.cz/ces/>

CIDOC-CRM, dostupné 18.12.2006 na <http://cidoc.ics.forth.gr/>

Summary

Demus - documentation and registration of museum collections. Introducing the Demus01 Archaeology module

DEMUS, what is it?

Demus stands for Dokumentace a Evidence MUzejních Sbírek (Documentation and Registration of Museum Collections). Demus is a modular museum collection management system the basic element of which is an individual object – or artifact as archaeologists say.

Images, sounds, videos, or other data streams may supplement the textual description of the artifact. The user can modify the shape and behavior of the main forms according to his needs. Demus offers a number of various print reports and the user may create additional reports. Demus also provides a set of tools for the administration of the acquisition process, loans, exhibitions, publications, conservation and preservation and other agenda specific for museums. Demus is equipped with detailed help and a number of methodical and educational texts.

Demus is built above MS Access 97 and requires MS Windows 95 or higher. Demus may run on stand-alone computers as well as on a local network with shared data files.

Demus was developed in 1996-2006 by the Department of Informatics of the Moravian Museum in Brno, recently transformed into CITeM (Methodical Center for ICT in Museums, www.citem.cz). Demus was developed under the supervision of the Czech Museums Association (AMG), supported by the Ministry of Culture, in line with the recommendations of CIDOC ICOM. The data structure adheres to the international standard Object ID. Recently mapping with the CIDOC CRM is being carried out. The quality of the project is guaranteed by the AMG branch committees for archaeology headed by Mgr. Pavlína Kalábková. Demus adheres to Act no. 122/2000 Coll. for collections.

Basic concepts of the archaeological module

The centre of interest remains the ARTIFACT, a movable archaeological find. Demus enables us to describe it, classify it, and put it into context. The description and classification of the artifact is made on the form called Sbírký, relations may be stated by several other forms called Objekty, Výzkumy (excavations), Komponenty, Lokality, Literatura, Adresář, Osobnosti (personalities) etc.

The basis of the whole project was the ideal find situation: the artifact was found in a given feature during a given excavation, forms part of a given component on a given find spot. On the other hand Demus is able to deal with compound "objects" consisting of several artifacts, maybe even with various datings, with more inventory numbers, without any location, without excavation, feature, or component. Demus can cope not only with finds from the Czech Republic, but from all over the world.

Compatibility with all commonly used archaeological programs was the basic postulate while creating Demus. Gradually it became clear that the only important one was the SAS (State Archaeological List). Considering the fact that the SAS is almost complete, only one way data take from the SAS to Demus was meaningful. The structure of locality and component records in Demus follows and slightly enlarges the structure used by the SAS.

Demus offers a wide palette of print outputs, totalling 188 different reports, starting from simple listings and ending at elaborated hierarchically structured conservators' reports with many images. The user is allowed to modify reports or create new ones if needed. There are several exports and imports available.

Main forms and relations

Picture No. 1 shows the basic form "Sbírky" for the collection object. A user may find this form too complicated and decide to use a few fields only. Demus allows hiding all unused fields as there are only a few required fields identified by titles in bold. Fields with underlined titles are recommended from the archaeological point of view, fields titled in green represent detailed information on exchangeable cards below, blue titled fields link to forms (tables) describing respective entities. Blue lines over the tabs indicate some data present on the respective card. Please notice that most of the fields have controlled lists the form of pull-down menus.

Picture No. 2 shows the form "Lokality" for one find spot (site). Most fields are the same as or similar to the SAS record. Along with map coordinates (in mm) Demus stores square coordinates (used on military maps) and geographical (spherical) coordinates (latitude and longitude in degrees). Tools for conversions among all used systems are included.

Picture No. 3 gives you a simplified view of relations connecting the most important tables, used for storing the data. All the main tables have forms similar to "Sbírky", shown in Picture 1. They consist of the main upper part and exchangeable cards for multiple data below. Controlled fields are linked to lists.

Forms are linked to each other, which means that if you use e.g. an unknown locality while describing the object, Demus opens the Lokality form for further details. The same jumping is possible on saved records by double-clicking on appropriate fields.

Picture No. 4 contains a help window showing the instructions for the preparation of an exhibition. Help consists of 180 chapters, each about 1 page in size. No documentation is given on paper, except for a short installation guide, an introduction for absolute beginners and a detailed trouble shooting text (30 pages).

Controlled lists/vocabularies

The regulation of field content, unification of the terminology, and therefore easier retrieval are the main benefits of pull-down menus based on lists. Nevertheless the original expressions may (should) be written in free form into text fields. Some vocabularies are set up by an official law or norm, others are only de facto standards (most lists are taken from the SAS), others have been created especially for Demus. Most lists are fixed and mandatory, i.e. the field may not contain an expression outside the list. This strictness is in fact very useful for later search, querying, data sharing and exchange. The rigidity is every time softened through the offer of general expressions like "other" or "mixed". The obligatory numerical value for the number of pieces is accompanied with a text field for free assessment of quantity. Similarly, dating by prescribed codes according to the SAS is accompanied with an absolutely free text field.

Many vocabularies are very large, e.g. 644 artifact names in the first rough level, having 5048 acceptable combinations with second level specification. To make the pull-down menus more

concise, Demus reduces their content in correspondence to the class of the artifact, given in the field SkupinaMat. There are 17 classes (flake stone industry, polished stone industry, other stone industry, bone industry, metal artifacts, glass artifacts, ware, technical and construction artifacts, other pottery, wood artifacts, textile and hide artifacts, construction binding material, human and animal bones, malacofauna, palaeobotany, samples, others). For the class "others" all expressions are available in pull-down menus.

Many experts from various institutions took part in the selection and construction of the lists: P. Kalábková as supervisor, I. Loskotová, Z. Měchurová, P. Neruda, Z. Nerudová, M. Oliva, J. Orna, R. Přichystalová, M. Salaš, Z. Sklenářová, P. Wiesnerová, ... As the basis, the dictionary by K. Sklenář (Archeologický slovník I- IV., NM Praha) was preferred to form the basis of the list. Further the SAS, the application Archiv ČR, contextual archaeology, AISM (predecessor of Demus) and lists from the original draft of Demus made by M. Salaš were taken into consideration.

Interesting technical aspects

Import from SAS

The essential part of archaeological collections stored in museums come from find spots registered in the SAS. The latter contains very good data describing almost all localities in the Czech Republic. Using this data will save much work and prevent factual mistakes and differences. The National Heritage Board as administrator of the SAS will provide the subset of SAS data to each museum, appropriate to the region of interest of the museum concerned. The import from the SAS needs an empty Demus database, i.e. the import is only possible at the very first start after the installation of Demus.

Find spots imported from the SAS retain their numerical identification (e.g. 14-43-24/10), while find spots written newly to Demus should get a textual name (e.g. Brníčko - Chlum). Full textual names are used in both cases for representative prints.

Working with coordinates

For the exact localization of the site, map coordinates of the border points of the site introduced by the SAS represent the de facto standard. They are indicated as distances in mm measured from the west and south edge of the respective sheet of the Basic map of the Czech Republic 1:10 000. The essential disadvantage is its limitation to the area of the Czech Republic. Therefore, Demus uses geographical coordinates in parallel (especially the standard WGS-84 provided by all GPS devices). In addition, Demus uses square coordinates (especially S-JTSK used on military maps). Complete list of supported systems:

Map coordinates: ZM10, ZM25, ZM50, TM10, TM25, TM50, SMO5.
Square coordinates: S-JTSK, S-42, UTM, Gusterberg, Sv. Štěpán, ETRS-89.
Geographical coordinates: WGS-84, Bessel, Krasovskij, GRS-80.

As a result, Demus enables the input of coordinates in any of the systems above and their combination with those imported from the SAS. Demus also offers an easy taking over of

coordinates of the corresponding cadaster that is not quite exact but enables the user to work with previously recorded sites in the same way as with new ones, without any further search. An additional refinement using GPS or another map is always possible.

Pictures and further documentation

Each collection item can be accompanied by an unlimited number of pictures or other documents, be it traditional documentation (paintings, photographs, negatives, reports, replicas, and videotapes) or any kind of digital documentation. Data files are not inserted into the database, they remain as independent files, optionally even on exchangeable media (CD, DVD etc.) or anywhere in the local net. The link is given by the path to the file concerned. Common image formats (JPG, BMP, TIF, GIF) are displayed directly, other data formats (DOC, RTF, MP3, VAW, MPG, XLS, ...) can be displayed through double-click. This starts the application associated to the given format on the Windows level (e.g. Word for DOC). Documents may be attached not only to the form "Sbírký" (individual items) but also in the same way to forms

Lokality (sites), Výzkumy (excavations), Objekty (features), Ošetření (conservation) and Literatura. The same applies for references to literature.

History of record modifications

Demus is able to store the modifications of the item descriptions. Nevertheless, not each printing error is stored, the user may accumulate the modifications and store them in one moment as a new version of the record. It also allows the user to not store unimportant changes at all.

Plans for the future

At the end of 2006 Demus was licensed in 170 Czech museums and other institutions, the universal module "Katalog" being the most widespread (120 museums). The latest module "Archeologie" has been provided to 15 museums so far. Demus is generally based on the analysis and definition dating back to 1995-6. The gradual improvement of the new versions has reached the limits given by MS Access environment. Problems arise especially during simultaneous use of the same data file by many users online and due to the high number of records in the database. A move to another environment is therefore necessary and gives the opportunity to an essential innovation of the whole concept.

Main issues:

The core of the system will be professionally managed data storage, with the load distributed to several geographically separated servers. The communication will run on secured Internet connection.

>Multilayer architecture: thin client on the user stations (MS Explorer, Firefox or so), and powerful server consisting of a museum application level (further divided into user interface and application logic) plus a common database engine with object approach to the data on the

other side.

In simple words – the museum should have a fast connection, standard (even very out of date) PC's for the staff are sufficient, all data (text as well as images and other data) will be stored concurrently in several distant data stores with guaranty of permanent backup and long term archiving. Demus will be installed on the server only, therefore debugging and upgrades will be very easy.

Until now Demus was a text database with linked images. Newly you may see it as high capacity archive of multimedia data with very powerful management tools.

We try to retain as many of the advantages of Demus as possible (convenience, fast responds). We plan to use shared national (international) authority files (persons and corporations, geographical names, taxonomy) common for libraries, archives etc.

Direct interconnection with CES (Central Registry of Collections on the Ministry of Culture) will spare much trouble.

Direct connection to a mapserver, i.e. integrated GIS facilities (geographical information system).

Data structure compatible with ISO 21127:2006 - known rather as CIDOC CRM (conceptual reference model).

Data archiving and exchange in XML brings independence to the programming environment.

Multilinguality - language mutations of user interface, tools for multilingual data content.

Integrated tools for Internet presentation, i.e. accessibility for both the scientific community and the general public. An appropriate setting of access rights will be the only precondition.

For these purposes a limited access copy stored separately on a special server for security reasons will probably be used.

For further details see: www.citem.cz

POHAN DATA SERVER - digitální datový sklad archeologické organizace - Petr Dresler, Michal Kučera, Jiří Macháček, Radek Petrželka, Marek Vlach, Ondřej Žídek

Abstrakt

Článek seznamuje s datovým serverem Ústavu archeologie a muzeologie POHAN DATA SERVER/PDS, na kterém je ukládána dokumentace z dlouhodobých systematických výzkumů Ústavu archeologie a muzeologie FF MU. Jde o ukázkou profesionální správy datového skladu (Data Warehouse) archeologické organizace. V současné době (6.11. 2007) je v datovém skladu na serveru (<http://archeodata.phil.muni.cz>) uloženo 145 GB dat, z toho 118 GB připadá na primární dokumentaci archeologického výzkumu v Břeclavi-Pohansku, kterou zde reprezentuje 14.258 souborů. Datový server je prezentován formou manuálu k jeho obsluze, na jehož základě si čtenář může udělat kompletní obrázek o funkčnosti a efektivitě celého řešení.

The article introduces the POHAN DATA SERVER/PDS of the Institute of Archaeology and Museology used to store documentation from the long-term systematic excavations of the Institute of Archaeology and Museology at the Faculty of Arts of the Masaryk University. It is an example of professional administration of a data warehouse of an archaeological institution. Currently (6.11. 2007) the data warehouse on the server (<http://archeodata.phil.muni.cz>) is storing 145 GB of data, of which 118 GB is the primary documentation of the archaeological investigation at Břeclav-Pohansko, consisting of 14,258 files. The data server is presented via a manual of instructions for its use which provides the reader with an overview of the server functionality and the efficiency of the solution as a whole.

Klíčová slova

archeologie, datový sklad (Data Warehouse), datový server
archaeology, data warehouse, data server

Úvod

Jan Rulf (1993, 171) svého času konstatoval, že historická interpretace archeologických pramenů není možná, pokud neproběhne jejich transformace v archeologická data. Pro vlastní manipulaci s data se nyní využívají různé informační systémy s externími zařízeními na záznam dat např. databáze, GIS apod., které jsou nejen praktickými pomůckami, ale ve své

podstatě umožňují i mnohem efektivnější využití archeologické informace. Tyto systémy „dokáží shromáždit informaci zcela nového druhu a úrovně, a shromážděnou ji pak transformovat do lépe využitelné formy“ (Neustupný 1994, 121-122). Kromě vlastního sběru dat nám umožňují i jejich správu, analýzu a syntézu i prezentaci (Kučera - Macháček 1997, 147). Pokud však chceme moderní informační systémy v archeologii využívat, je nezbytná kompletní digitalizace archeologických dat, a to jak primární dokumentace, tak i dokumentace sekundární a evidence (k těmto pojmům viz Neustupný 1994). Digitalizovány jsou nejenom textové informace, převáděné do deskriptivních systémů, ale i informace obrazové a v poslední době i video, příp. zvukové záznamy. Moderní archeologická pracoviště si nezbytnost takového vývoje uvědomují a začínají hromadně svá data, která představují jejich největší „bohatství“ a vlastně i hlavní produkt jejich činnosti, digitalizovat a v této formě i ukládat. Vznikají tak obrovské datové sklady (Data Warehouses), které jsou více či méně sofistikované a zabezpečené. Na jedné straně tak mohou být archeologická data stále chaoticky uložena na různých druzích diskových zařízeních (diskety, CD, DVD, HDD) v počítačích, resp. zásuvkách stolů jednotlivých (smrtných a zapomětlivých) badatelů, na druhé straně již vznikají profesionální řešení formou outsourcingu, kdy se o data organizací starají profesionální firmy.

Kompletní digitalizace archeologických dat a profesionalizace, resp. centralizace jejich správy se dnes jeví jako zcela nezbytný proces, zvláště ve světle katastrof, jakými je pražská povodeň z roku 2002 či požár archeologické základny v Mikulčicích z roku 2007, při kterých byly vážně poškozeny či zcela zničeny nenahraditelné soubory primární dokumentace.
















Doba bohužel stále nedozrála k jednotnému centrálnímu řešení, společnému pro celou českou archeologickou obec (srovnej např. slibně se vyvíjející server Archaeology Data Service ve Velké Británii: <http://ads.ahds.ac.uk/>), i u nás však již existují zajímavé projekty, které v rámci jednotlivých archeologických institucí řeší ukládání velkých objemů archeologických digitálních dat (např. Archeologický ústav AV ČR, Praha).

V tomto příspěvku bychom chtěli představit datový server, který pracuje od poloviny roku 2005 na Ústavu archeologie a muzeologie FF MU v Brně. Server byl uveden do provozu díky finančním prostředkům z výzkumného záměru Masarykovy univerzity reg.č. MSM0021622427 a spolupráci mezi archeology a pracovníky firmy GISIT sro., kteří zajišťují jeho správu a údržbu. Datový server, na který jsou v současné době postupně ukládána data z dlouhodobých systematických výzkumů Ústavu archeologie a muzeologie FF MU, je zde prezentován formou manuálu k jeho obsluze. Čtenář si na tomto základě může udělat kompletní obrázek o jeho funkčnosti a efektivitě. V současné době (6.11. 2007) je v datovém skladu na serveru - POHAN DATA SERVER/PDS (<http://archeodata.phil.muni.cz>) uloženo 145 GB dat, z toho 118 GB připadá na primární dokumentaci archeologického výzkumu v Břeclavi-Pohansku, kterou zde reprezentuje 14.258 souborů.

Obecné postupy POHAN DATA SERVER (PDS)

- Aplikace je vyvinuta jako soubor aktivních webových stránek běžících v prostředí internetového prohlížeče, proto je také její funkčnost závislá na vlastnostech konkrétního webového prohlížeče, ve kterém je aplikace spuštěna.
- Při přístupu k aplikaci se musí uživatel přihlásit pomocí platného jména a hesla. Na základě tohoto ověření jsou nastavena přístupová oprávnění, která určují jaké funkce může uživatel používat a jaká data budou uživateli dostupná.
- Aplikace je rozdělena do modulů. Ty jsou zpřístupněny uživateli formou odkazů na webové aplikace pomocí nabídky v horní části obrazovky každého modulu. Výjimkou jsou moduly pro správu přístupových oprávnění a číselníků, které jsou koncipovány jako samostatné aplikace dostupné přes speciální přihlašovací údaje.
- Důležité aktivity, jako je změna dat, stažení souboru nebo přihlášení do systému jsou zaznamenávány tak, aby bylo možné dohledat, jaké akce daný uživatel prováděl.
- Výběry prvků nad seznamy objektů se provádí kliknutím do levé části řádku reprezentujícího objekt.
- Nad seznamy je možno třídit sestupně a vzestupně.
- U seznamů s mnoha řádky může být zapojeno stránkování, pomocí kterého pak uživatel může procházet další záznamy.
- Data modifikovaná ve formuláři jsou přenesena na server až po stisknutí příslušné ikony
- Ovládací ikony v seznamech umístěné na řádcích jsou určeny k práci s objektem na řádku.
- Ovládací ikony v seznamech umístěné v záhlaví seznamu jsou určeny pro práci s celým seznamem.
- Stromové struktury se rozbalují a sbalují pomocí ikon +, - u každého uzlu. Texty a ikony ve stromových strukturách mohou mít i jinou funkci než rozbalení a sbalení.
- U uzlů ve stromových strukturách, které mají nějaké podřízené uzly je počet těchto podřízených záznamů zobrazen v závorkách.
- V případě, že se uživatel snaží smazat nebo odstranit nějaké položky je vyzván k potvrzení této akce.
- Při výběru datumových položek se uživateli automaticky nabízí komponenta kalendáře.
- Při definování podmínek pro vyhledávání podle datumových položek systém automaticky počítá datum jako okamžik v 0:00 hodin daného dne. Proto při hledání podle „data do“ je nutné zadat následující den.

Mapa základních ovládacích prvků různých modulů aplikace PDS

	Odebrat		Obnovit		Zplatnění verze
	Odebrat vše		Označit vše		Zneplatnění verze
	Vyhledat		Odznačit vše		Rozbalení stromu
	Přidat		Stáhnout		Detail
	Smazat		Uložit		Otevřít

Tab. 1. Mapa základních ovládacích prvků různých modulů aplikace PDS.

Modul Správa souborů

Modul je určen pro práci se soubory udržovanými v systému GISFORLDER. Modul je dostupný po kliknutí na odkaz *Správa souborů* v hlavní nabídce aplikace.

Hlavní menu






Hlavní menu určeno pro přepínání do jiných modulů. Obsah menu závisí na přístupových právech přihlášeného uživatele (*tab. 2*).

| Správa souborů | Přístupy na typy | Přístupy na území | Hromadné zplnění | Zaměření souborů | Hierarchie území | Hierarchie typů | Události v systému | Přístupová práva | Číselníky |

Tab. 2. Hlavní menu.

Strom pro výběr území




Pomocí stromu lze nastavit podmínku filtru na území (*Seznam území ve filtru*), ve kterých se mají dokumenty vyhledávat. Strom umožňuje lokalizovat území v mapě kliknutím na ikonu určující typ území (*tab. 3*).

Strom pro výběr		Ovládací prvky
		Lokalita.
		Plocha. Kliknutím na ikonu lokalizujete plochu v mapě. Kliknutím na popis přidáte plochu do filtru pro výběr území.
		Sezona. Kliknutím na ikonu lokalizujete lokalitu v mapě. Kliknutím na popis přidáte lokalitu do filtru pro výběr území.
		Čtverec. Kliknutím na ikonu lokalizujete lokalitu v mapě. Kliknutím na popis přidáte lokalitu do filtru pro výběr území.

Tab. 3. Strom pro výběr území.

Seznam území ve filtru

Seznam určuje všechna území, ve kterých bude provedeno vyhledávání (prostorový filtr). V režimu zakládání nových záznamů založení nového souboru navíc určuje, do kterého území bude soubor zařazen (*tab. 4*).

Území ve filtru		Ovládací prvky
		Odebrat položku z filtru. Po kliknutí na ikonu potvrďte odebrání položky filtru tlačítkem OK.
		Odebrat všechny položky z filtru. Tlačítko je dostupné pouze tehdy, pokud filtr obsahuje více než jednu položku. Po kliknutí na ikonu potvrďte odebrání všech položek filtru tlačítkem OK.

Tab. 4. Seznam území ve filtru.

Formulář pro filtrování











Formulář nastavuje popisné informace, podle kterých bude proveden výběr (atributový filtr). Součástí těchto informací je také informace o typu souboru, který je použit při založení nového souboru jako přednastavená hodnota pro typ nově založeného souboru (*tab. 5*).

Formulář pro filtrování		Ovládací prvky
		K zadání data slouží kalendář.
		Provedení vyhledání požadovaných souborů do seznamu.

Tab. 5. Formulář pro filtrování.

Grafické okno

Okno slouží k orientaci v prostoru a reaguje na lokalizační události souborů nebo území. V okně jsou k dispozici dva mapové objekty. Menší mapové okno (přehledová mapa) zobrazuje celkový plán a umožňuje detailnější výběr území. Větší pak umožňuje práci s grafickými objekty vybrané oblasti. Pomocí ovládacích prvků okna je také možno nastavit výběrové podmínky pro filtrování souborů (prostorový filtr). Ovládací prvky u legendy řídí viditelnost vrstev v okně. Prostorové informace z lokality jsou zde též doplněny o hodnoty XY v souřadnicovém systému S-JTSK (*tab. 6*).

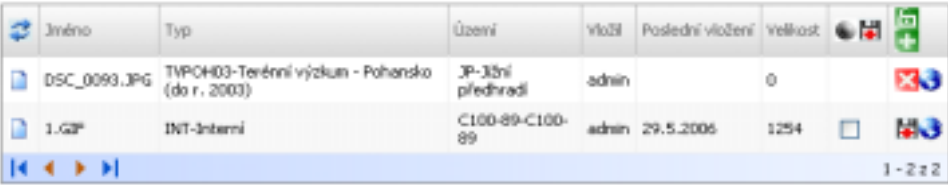











Grafické okno	Ovládací prvky
 <p>Legenda</p> <p>Přehledová mapa</p> <p>Souřadnice kurzoru</p>	 Předchozí pohled
	 Následující pohled
	 Zvětšit
	 Zmenšit
	 Posun
	 Celkový pohled
	 Výběr plochy do filtru území
	 Výběr sezony do filtru území
	 Výběr čtverce do filtru území

Tab. 6. Grafické okno.

Seznam souborů

Seznam zobrazuje požadované soubory na základě nastavení filtru území v komponentě *Seznam oblastí ve filtru* a údajů v komponentě *Formulář pro filtrování* (tab. 7). Kliknutím na záhlaví seznamu je možné třídit informace sestupně nebo vzestupně podle jednotlivých údajů (typ, velikost souboru atd.). Pod seznamem je zapojeno stránkování. V seznamu jsou zobrazeny základní informace o souborech udržovaných v systému a pomocí ovládacích prvků je možné se soubory dále pracovat. Jedná se zejména o tyto operace:




- zobrazení detailních informací o souboru
- lokalizace souboru v mapě
- stažení aktuální verze souborů
- založení nového souboru
- hromadné stažení vybraných souborů
- nastavení zámku nad souborem tak, aby ho nemohl nikdo jiný stáhnout
- smazání souboru

Seznam souborů	
	
	Ovládací prvky
	Otevření detailu (hlavičky) souboru.
	Založit nový záznam. Ikona je dostupná pouze v případě, že byl použit prostorový i atributový filtr.
	Smazání souboru. Ikona je dostupná pouze tehdy, když neexistuje ani jedna verze souboru.
	Vybrat vše. Výběr souborů pro hromadný download.
	Odebrat vše.
	Download jednoho nebo více souborů. Kliknutím na ikonu v řádku konkrétního souboru se tento soubor stáhne do vybraného adresáře. Kliknutím na ikonu v hlavičce dojde ke stažení vybraných souborů.
	Obnovení (refresh) seznamu.
	Zapnutí zamykání stahovaných souborů.
	Vypnutí zamykání stahovaných souborů.
	Signalizace uzamknutého souboru.
	Lokalizace souboru v mapě.

Tab. 7. Seznam souborů.

Detail (hlavička) souboru

Hlavička zobrazuje informace o souboru a umožňuje jejich modifikaci. Umožňuje zrušit zámek na souboru tomu uživateli, který zámek vytvořil, nebo tomu uživateli, který má oprávnění rušit jakýkoliv zámek na souboru. Pomocí této komponenty je možné připojit novou verzi souboru. Verze souborů jsou zobrazeny jako seznam, který nabízí možnost zplatnit verzi souboru, tzn. nastavit ji jako aktuální a dostupnou ostatním uživatelům s adekvátní autorizací. Aktuální může být vždy jen jedna verze souboru. Verze souborů je možné dle příslušného oprávnění prohlížet, stahovat či mazat (**tab. 8**).

Hlavička souboru	Ovládací prvky																				
 <table border="1" data-bbox="220 577 766 728"> <thead> <tr> <th>Název</th> <th>Typ obsahu</th> <th>Datum</th> <th>Velikost</th> <th>Vložil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.GIF</td> <td>image/gif</td> <td>29.5.2006</td> <td>1254</td> <td>admin</td> </tr> <tr> <td>1.GIF</td> <td>image/gif</td> <td>29.5.2006</td> <td>1254</td> <td>admin</td> </tr> <tr> <td>4.GIF</td> <td>image/gif</td> <td>29.5.2006</td> <td>2321</td> <td>admin</td> </tr> </tbody> </table>	Název	Typ obsahu	Datum	Velikost	Vložil	1.GIF	image/gif	29.5.2006	1254	admin	1.GIF	image/gif	29.5.2006	1254	admin	4.GIF	image/gif	29.5.2006	2321	admin	 Výběr hodnoty ze stromu (území a typů).  Smazání verze souboru.  Uložení verze souboru.  Stáhnutí verze souboru.  Obnovení (refresh) seznamu.  Signalizace platné verze souboru.  Signalizace neplatné verze souboru. Kliknutím na ikonu se verze změní na platnou.
Název	Typ obsahu	Datum	Velikost	Vložil																	
1.GIF	image/gif	29.5.2006	1254	admin																	
1.GIF	image/gif	29.5.2006	1254	admin																	
4.GIF	image/gif	29.5.2006	2321	admin																	

Tab. 8. Detail (hlavička) souboru.

Uživatelské postupy

Nalezení dostupných souborů

V systému je udržováno velké množství souborů, proto při vyhledávání dostupných souborů je doporučeno nastavit výběrová kritéria co nejpřesněji tak, aby se urychlilo vyhledávání souborů. Pokud není nastavena vůbec žádná podmínka pro vyhledávání souborů, zůstává **Seznam souborů** prázdný. Pomocí komponenty **Strom pro výběr oblastí** lze nastavit požadovanou oblast (či více oblastí), ve kterých se mají požadované soubory hledat. Postupným výběrem více oblastí se v komponentě **Seznam oblastí ve filtru** zobrazují vybraná území. Ovládacími prvky v této komponentě lze upravit výslednou sadu území vstupujících do výběrové podmínky. Filtr není pro vyhledání souborů povinný, pokud chce uživatel filtrovat přes všechna území, musí zůstat komponenta **Seznam oblastí ve filtru** prázdná.

V komponentě **Formulář pro filtrování** lze nastavit další specifické podmínky pro vyhledávání souborů. Při nastavení podmínky podle jména souboru lze použít symbol % jako zástupný znak pro libovolný text. Např. T% bude vyhledávat všechny soubory začínající na T, %23% bude vyhledávat všechny soubory obsahující v názvu čísla 23.

Typ souboru lze definovat výběrem ze **Stromu typů souborů**. Při vyhledávání souborů jsou nalezeny všechny soubory podřízené tomuto typu (hierarchické vyhledávání). Zúžení filtru určením data vložení dokumentu lze provést pomocí výběrového **dialogu kalendáře**. Stisknutím tlačítka pro vyhledávání proběhne hledání souborů a nalezený výsledek je zobrazen v komponentě **Seznam souborů**. Data v komponentě **Formulář pro filtrování** lze vyčistit pomocí tlačítka pro vyčištění formuláře (tlačítko RESET).

Praktické příklady vyhledávání souborů

Základním typem vyhledávání bez užití prostorového filtru či podmínky pro typ souboru je přímý dotaz na konkrétní soubor v struktuře.

- 1) Ve ***Formuláři pro filtrování*** do okna označeného **Jméno** uživatel zadá název jím požadovaného souboru. Pokud by tento název nebyl zcela přesně znám, lze užít symbol % jako zástupný znak pro jakýkoli text. V takovém případě by mohlo být výsledkem vyhledávání i více souborů splňujících zadanou podmínku.
- 2) Ve vedlejším okně je dále možné vybrat koncovku vyhledávaného souboru a tím zpřesnit výsledek vyhledávání.
- 3) Po stisknutí tlačítka *Vyhledat* je výsledek zobrazen v ***Seznamu souborů***. Vyhledaný soubor je pak možné stáhnout, modifikovat (podmíněno příslušnou autorizací) či lokalizovat na mapě.

Průběh popsaného postupu je časově minimálně náročný a jeho provedení lze realizovat za několik vteřin.

Pokud by přihlášený uživatel neznal přesné názvy jím požadovaných souborů, ale věděl, že potřebuje např. všechny soubory z roku 1960 z polohy Velmožsky dvorec, postup by byl následující:

- 1) Ze ***Stromové struktury území*** uživatel vybere příslušnou polohu rozbalením lokality Břeclav-Pohansko a následně rozbalením plochy Velmožský dvorec (/Břeclav-Pohansko/Velmožský dvorec/). Kliknutím na požadovanou sezónu (1960) se tato objeví ve ***Filtru pro území*** (pro lokalizaci v mapovém okně lze kliknout na ikonu dané sezóny ve ***Stromové struktuře území***).
- 2) Po stisknutí tlačítka *Vyhledat* je výsledek zobrazen v ***Seznamu souborů***. Vyhledané soubory je pak možné stáhnout, modifikovat (podmíněno příslušnou autorizací) či lokalizovat na mapě.

Celkový čas uvedené operace by zpravidla neměl překročit zhruba čtvrt minuty na přípravu filtru i na samotné vyhledání požadovaných dat při rychlosti připojení vyšší než 64kbps.

Pro větší zpřesnění filtru lze k výše uvedenému příkladu přidat podmínku pro typ souborů. Požadavkem by byly např. všechny šikmé fotografie z polohy Severní předhradí.

- 1) Ze ***Stromové struktury území*** uživatel vybere do filtru polohu kliknutím na Severní předhradí (/Břeclav-Pohansko/). Oblast se objeví ve ***Filtru pro území*** (pro lokalizaci v mapovém okně lze kliknout na ikonu dané sezóny ve ***Stromové struktuře území***).
- 2) Ve ***Formuláři pro filtrování*** je pak nutné vybrat ze ***Stromu typů souborů***

typ dat Terénní plány (/Interní/Foto/Sikme).

- 3) Po stisknutí tlačítka *Vyhledat* je výsledek zobrazen v *Seznamu souborů*. Vyhledané soubory je pak možné stáhnout, modifikovat (podmíněno příslušnou autorizací) či lokalizovat na mapě.

Celkový čas uvedené operace by zpravidla neměl překročit zhruba čtvrt minuty na přípravu filtru i na samotné vyhledání požadovaných dat při rychlosti připojení vyšší než 64kbps.

V jiném případě, kdy není znám přesný název souboru, typ či jeho lokalizace, ale naopak je známa přibližná doba, kdy byl soubor uploadován na server, může uživatel postupovat následovně:

- 1) Prostřednictvím kalendáře v modulu *Formulář pro filtrování* (Vloženo od/do:) uživatel vloží konkrétní časový interval.
- 2) Po kliknutí na ikonu *Vyhledat* je výsledek zobrazen v *Seznamu souborů*.

Stážení souboru

Po nastavení filtrů a nalezení dostupných souborů jsou v komponentě *Seznam souborů* u každého souboru zobrazeny ovládací ikony, které umožní uživateli soubor stáhnout. Stažení souboru je možné pouze v případě, že u souboru je potvrzena platná verze. V tomto případě jsou u souboru dostupné informace o jeho velikosti a datu posledního vložení. Po kliknutí na ikonu stažení souboru se formou standardního dialogu pro stažení souboru ve webovém prohlížeči nabídne uložení, popřípadě přímé otevření souboru. Komponenta *Seznam souborů* nabízí hromadné stažení souborů. Při stažení více souborů najednou je potřeba soubory označit pomocí checkboxu u každého souboru. Pro rychlé **označení/odznačení** souborů lze použít příslušné ikony v záhlaví sloupce. Po kliknutí na ikonu pro stáhnutí vybraných souborů jsou označené soubory zabaleny do zip souboru a nabídnuty formou standardního dialogu pro stažení souboru webového prohlížeče. Volbou **zamykat/nezamykat** soubory je možné řídit, zda se při stažení souboru znemožní ostatním uživatelům stahovat tento soubor - umístění zámku. Soubory zamčené pro stahování jsou označeny speciální ikonou.

Založení nového souboru

Nový soubor lze založit pomocí v záhlaví *Seznamu souborů*. Ikona je dostupná pouze v případě že je nastaven prostorový filtr obsahující alespoň jedno území a typ souboru. Tyto parametry filtru jsou použity jako přednastavené hodnoty v komponentě *Hlavička souboru*. V komponentě *Hlavička souboru* lze nastavit cestu k souboru (Browse...), který má být do systému vložen. Jméno souboru se vyplní automaticky podle jména uvedeného v cestě. Kliknutím na ikonu uložit dojde k uploadu souboru na server a k jeho uložení do systému. V komponentě *Seznam souborů* je zobrazen záznam o souboru, stažení je možné až po

zplatnění vloženého souboru. V případě, že v systému již existuje soubor daného typu a území, je uživatel vyzván k potvrzení ignorování duplicit souborů. Pokud se opravdu jedná o stejný soubor, musí se pro jeho vložení postupovat podle scénáře připojení nové verze souboru. Pokud uživatel vybere soubor s příponou .zip, dojde v momentě zpracování souboru na serveru k jeho rozbalení a všechny soubory v něm obsažené jsou uloženy jako jednotlivé nové soubory se stejným typem a územím, jako je zvoleno v komponentě **Detail souboru**.

Připojení nové verze souboru

Po nalezení souboru, ke kterému má být nová verze připojena, se kliknutím na ikonu detailu v komponentě **Seznam souborů** zobrazí komponenta **Hlavička souboru**. Zde vyberte novou verzi souboru, po kliknutí na ikonu uložit dojde k uploadu souboru na server. Pokud má nová verze souboru jiné jméno než stávající soubor, je na to uživatel upozorněn. Pokud má uživatel právo na zplatnění verzí souborů, tak se v komponentě **Hlavička souboru** zobrazí nový řádek reprezentující verzi souboru, která byla nově připojena. Aby ostatní uživatelé mohli stahovat připojenou verzi, je nutné nastavit ji jako platnou.

Praktický příklad vytváření souboru v aplikaci

Vkládat soubory je možné až po nastavení Fitru pro území a Typu souboru, které budou výchozím nastavením pro vkládání souborů v komponentě Hlavička souboru. V tomto případě chce přihlášený uživatel vložit např. scan terénního plánu čtverce B68-70 v poloze Lesní školka z roku 1969 a prostorově ho také správně identifikovat. Postup bude následující:

- 1) V komponentě **Strom pro výběr území** uživatel vybere příslušnou polohu, rok a čtverec rozbalením uzlů stromové struktury a kliknutím na danou položku(/Břeclav-Pohansko/Lesní školka/1969). Kliknutím na požadovaný čtverec(B68-70) a tento objeví ve **Filtrovi pro území** (pro lokalizaci v mapovém okně lze kliknout na ikonu dané sezóny ve **Stromové struktuře území**).
- 2) V komponentě **Formulář pro filtrování** uživatel vybere ze stromové struktury **Strom typů** příslušný typ dat, které jsou v tomto případě Terénní plány upravené/neupravené(/Interní/Terénní plány/). Kliknutím na požadovaný typ dat se zobrazí ve **Formuláři pro filtrování**.
- 3) Aktivace nastavení výchozích filtrů se provede kliknutím na ikonu *Vyhledat*.
- 4) V **Seznamu souborů** jsou zobrazeny všechny soubory, které vyhovovaly podmínkám nastavení filtrů. Doposud je postup stejný jako při vyhledávání souborů. Pro vložení souboru je třeba kliknout na ikonu *Přidat* v pravém horním rohu komponenty **Seznam souborů**.
- 5) V nově vytvořeném okně **Hlavička souboru** jsou již doplněny přednastavené

hodnoty z obou filtrů. Uživatel soubor připojí určením jeho cesty na zdrojovém disku. Je možno vložit i komprimované soubory .zip, přičemž všechny budou přiřazeny ke stejnému prostorovému a typovému určení. Jméno souboru se automaticky vloží do položky **Jméno** komponenty **Hlavička souboru**. Všechny položky lze editovat.

- 6) Kliknutím na ikonu *Uložit* dojde k jeho nahrání na server.
- 7) Pokud byl soubor správně nahrán, zobrazí se v okně *Verze souborů*. Zde je možno ho stáhnout nebo smazat.

Uvedený postup je platí pro vkládání jednotlivých souborů. Pokud je souborů větší množství a mají různé prostorové určení či datový typ, je vhodnější využít importovací utilitu, jejíž ovládání je popsáno v kapitole 12.

Zplatnění verze souboru

Pokud má uživatel právo na zplatnění souboru, jsou v komponentě **Hlavička souboru** zobrazeny řádky reprezentující jednotlivé verze souboru s údaji o autorovy souboru a době vložení. Kliknutím na ikonu stažení může uživatel zobrazit nebo stáhnout konkrétní verzi souboru, aby mohl zkontrolovat obsah verze. Kliknutím na ikonu zplatnění dojde k nastavení konkrétní verze souboru jako platné a ostatní uživatelé ji budou moci stahovat. Neplatné staré verze je možné smazat.

Zrušení verze souboru

Pokud má uživatel příslušná práva jsou v komponentě **Hlavička souboru** zobrazeny u řádku reprezentujících verze souboru ikony pro jejich smazání. Kliknutím na ikonu smazat dojde k odmazání verze souboru ze systému. Pokud dojde k odmazání verze, která byla označena jako platná, je v komponentě seznam souborů znemožněno stahování souboru až do doby, než je nastavena nová platná verze souboru.

Zrušení souboru

Pokud má uživatel příslušná práva, jsou v komponentě **Seznam souborů** zobrazeny ikony pro odmazání souborů. Tyto ikony jsou přístupné pouze v případě, že u souboru není žádná připojená verze. V opačné případě se musí nejprve verze zrušit. Po kliknutí na ikonu zrušení dojde ke smazání souboru a jeho hlavičky ze systému.

Modifikace údajů o souboru

Pokud má uživatel příslušná práva, je možné v komponentě **Hlavička souboru** měnit údaje

o souboru (Typ, Území, Poznámka). Kliknutím na ikonu *Uložit* dojde k uložení změněných údajů na server. Pokud dojde při měnění údajů také k výběru souboru, je v momentě uložení uploadována nová verze souboru na server.

Lokalizace v mapě

V komponentě ***Seznam souborů*** kliknutím na ikonu lokalizovat v mapě dojde k nastavení mapy na území, ke kterému je soubor připojen. V případě, že je soubor připojen přímo k území typu lokalita (nejvyšší pozice ve ***Stromu pro výběr území***) není lokalizace možná, protože se jedná o území pokrývající celou oblast. V komponentě ***Strom pro výběr území*** je možné kliknutím na ikonu určující typ území (Plocha, Sezona, Čtverec) zobrazit toto území v mapě. Lokalizace je dostupná pouze pro území jiná než lokalita. Lokalita zasahuje do celé zájmové oblasti systému, a proto ztrácí smysl ji lokalizovat v mapě.

Modul Přístupy na typy souborů

Modul je určen pro nastavení omezení dostupnosti dat podle typů souboru pro jednotlivé uživatele nebo skupiny uživatelů. Využívá se zejména pokud nějaká skupina uživatelů smí pracovat pouze s určitým typem souborů a ostatní typy jsou jim skryty. Modul je uživateli přístupný po kliknutí na odkaz ***Přístupy na typy*** v hlavním menu aplikace.

Seznam uživatelských skupin

Poskytuje možnost výběru skupiny, pro která mají být omezení nastavena. Zadání nové skupiny, popřípadě úprava stávající skupiny se řeší v modulu ***Přístupová práva***. Po kliknutí na příslušnou skupinu uživatelů se v ***Seznamu dostupných typů*** zobrazí typy souborů, které může skupina používat.

Strom typů souborů

Slouží k určení typu souborů, k nimž bude mít vybraná uživatelská skupina přístup. Pro vybraný typ souboru má uživatel automaticky přístup i na všechny podřízené typy. Po vybrání typu souboru ze stromu se typ automaticky zobrazí v ***Seznamu dostupných typů souborů***.

Seznam dostupných typů souborů

Zobrazuje aktuální stav dostupných typů souborů pro jednotlivé uživatelské skupiny. Pokud je seznam dostupných typů prázdný, daná skupina uživatelů má přístup na všechny typy souborů. Připojenými ikonami lze existující omezení odebrat.

Modul Přístupy na území

Modul je určen pro nastavení omezení dostupnosti dat podle území pro skupiny uživatelů. Využívá se zejména pokud nějaká skupina uživatelů smí pracovat pouze v určitém území a ostatní území jsou jim skryta. Modul je uživateli přístupný po kliknutí na odkaz ***Přístupy na území*** v hlavním menu aplikace. Práce s tímto modulem je v principu totožná s předcházejícím modulem včetně ovládacích prvků.

Seznam uživatelských skupin

Poskytuje možnost výběru skupiny, pro která mají být omezení nastavena. Zadání nové skupiny, popřípadě úprava stávající skupiny se řeší v modulu ***Přístupová práva***. Po kliknutí na příslušnou skupinu uživatelů se v ***Seznamu dostupných území*** zobrazí typy souborů, které může skupina používat.

Strom území

Slouží k určení území, na které bude mít vybraná uživatelská skupina přístup. Pro vybrané území má uživatel automaticky přístup i na všechna podřízená území. Po vybrání typu souboru ze stromu se typ automaticky zobrazí v ***Seznamu dostupných území***.

Seznam dostupných území

Zobrazuje aktuální stav dostupných území pro jednotlivé uživatelské skupiny. Pokud je seznam prázdný, daná skupina uživatelů má přístup na všechna území. Připojenými ikonami lze existující omezení odebrat.

Modul Hromadné zplatnění verzí souborů

Modul je určen pro administraci systému a umožňuje hromadně nastavit platné verze souborů, které splňují vybraná kritéria. Modul je uživateli přístupný po kliknutí na položku ***Hromadné zplatnění*** v hlavním menu aplikace.

Formulář pro výběrové podmínky

Poskytuje možnost definovat omezení podle kterých se mají verze souborů hledat. Vyhledávat lze podle jména souboru, cesty k souboru na serveru, doby vložení (kalendář), přihlašovacího

jména uživatele, který soubor vložil a pomocí checkboxu, jehož zaškrtnutím budou vyhledány pouze neplatné verze souborů. Po vložení informací se kliknutím na ikonu vyhledat výsledek zobrazí v *Seznamu verzí souborů*.

Seznam verzí souborů

Zobrazuje všechny verze souboru nalezené podle výběrových podmínek. Umožňuje prohlížet (stahovat) verze souboru, zplatňovat je jednotlivě nebo hromadně, případně smazat verzi souboru. Zplatnit pouze jednu verzi souboru lze kliknutím na ikonu pro zplatnění na řádku reprezentující danou verzi souboru. Pokud se má zplatnit více souboru najednou, je možné je označit pomocí checkboxů či ikony pro hromadné označení souborů (označit/odznačit vše) v záhlaví *Seznamu verzí souborů*. Vybrané soubory lze následně zplatnit ikonou pro hromadné zplatnění v záhlaví *Seznamu verzí souborů*.

Modul Rušení zámků nad soubory

Modul je určen pro administraci systému a umožňuje rušit zámky na souborech, které zůstaly zamčeny po stažení libovolným uživatelem. Modul je uživateli přístupný po kliknutí na položku *Zamčené soubory* v hlavním menu aplikace.

Formulář pro výběrové podmínky

Poskytuje možnost definovat omezení podle kterých se mají zamčené soubory hledat. Vyhledávat lze podle jména souboru, cesty k souboru na serveru, doby aplikace zámku (kalendář) a přihlašovacího jména uživatele, který soubor zamknul. Po vložení informací se kliknutím na ikonu vyhledat výsledek zobrazí v *Seznamu verzí souborů*.

Seznam zamčených souborů

Zobrazuje všechny zamčené soubory nalezené podle výběrových podmínek. Umožňuje prohlížet (stahovat) soubory a označit je pro odemčení. Označením jednotlivých souborů pomocí checkboxu či ikony pro hromadné označení souborů (označit/odznačit vše) v záhlaví *Seznamu zamčených souborů* jsou vybrány soubory určené pro hromadné odemknutí. Pomocí ikony pro odemknutí v záhlaví *Seznamu zamčených souborů* budou vybrané soubory odemknuty a automaticky zmizí ze seznamu.

Modul Hierarchie území

Modul je určen pro administraci systému a umožňuje nastavit hierarchii území. Nová území mohou být do systému zavedena pomocí modulu *Správa číselníků*, správné začlenění do hierarchie je však nutné provádět přes tento modul. Modul je uživateli přístupný po kliknutí na položku *Hierarchie území* v hlavním menu aplikace.

Strom území

Umožňuje vybrat nadřízený (Master) a podřízený (Slave) uzel u každého území ze stromu. Vybraný uzel vazby (Master/Slave) se zobrazí ve *Formuláři vazby*.

Formulář vazby

Zobrazuje aktuálně nastavenou dvojici nadřízeného a podřízeného uzlu a následně umožňuje uložit tuto dvojici a změnit tak strukturu stromu v komponentně *Strom území*. Přesouvat lze pouze ta území, která neobsahují žádné soubory. Přesun území, k nimž jsou připojeny soubory musí být proveden implementačním zásahem.

Modul Hierarchie typů souborů

Modul je určen pro administraci systému a umožňuje nastavit hierarchii typů souborů. Nové typy souboru mohou být do systému zavedeny přes modul *Správa číselníků*, správné začlenění do hierarchie je však nutné provádět přes tento modul. Modul je uživateli přístupný po kliknutí na položku *Hierarchie typů* v hlavním menu aplikace. Práce s tímto modulem je v principu totožná s předcházejícím modulem včetně ovládacích prvků.

Strom typů

Umožňuje vybrat nadřízený (Master) a podřízený (Slave) uzel u každého typu souboru ze stromu. Vybraný uzel vazby (Master/Slave) se zobrazí ve *Formuláři vazby*.

Formulář vazby

Zobrazuje aktuálně nastavenou dvojici nadřízeného a podřízeného uzlu a následně umožňuje uložit tuto dvojici a změnit tak strukturu stromu v komponentně *Strom typů*. Přesouvat lze pouze ty typy souborů, na které nejsou navázány žádné soubory. Přesun typu souboru, ke kterému jsou navázány nějaké soubory musí být proveden implementačním zásahem.

Modul Události v systému

Modul je určen pro administraci systému a umožňuje prohlížet záznamy o akcích, které uživatelé v systému prováděli. Modul je uživateli přístupný po kliknutí na položku *Události v systému* v hlavním menu aplikace.

Formulář pro výběrové podmínky

Poskytuje možnost definovat omezení podle kterých se mají verze souborů hledat. Umožňuje smazat staré události (nebo události odpovídající podmínce). Vyhledávat lze podle jména souboru (nebo jména verze souboru), typu akce, popisu, doby provedení akce (kalendář) a přihlašovacího jména uživatele, který akci provedl. Po vložení informací se kliknutím na ikonu vyhledat výsledek zobrazí v *Seznamu událostí*.

Seznam událostí

Zobrazuje všechny události odpovídající podmínce dle zájmu uživatele. Události jsou vázány na soubor, na verzi souboru, nebo jsou systémové. Podle toho jsou také vyplněny údaje ve sloupcích seznamu. Pokud není stanovena žádná podmínka, seznam je prázdný.

Aplikace Správa přístupových oprávnění (administrátorský modul)

Aplikace je určena pro administraci přístupových oprávnění k funkcím systému. Každá aplikace, která je v systému zaregistrována, obsahuje sadu aplikačních metod, na které mohou být nastaveny přístupy. Přístupy je možno nastavovat jak pro uživatele, tak pro skupinu. Přístupová práva skupin a uživatelů se sčítají, tzn. výsledná sada dostupných aplikačních metod pro přihlášeného uživatele je sjednocením práv všech skupin, ve kterých je uživatel zapsán, a práv definovaných přímo pro uživatele. Aplikace je dostupná po kliknutí na odkaz *Přístupová práva* v hlavní nabídce systému. Aplikace se otevírá v samostatném okně webového prohlížeče a její otevření vyžaduje administrátorská oprávnění.

Modul Správa uživatelů

Modul slouží ke správě uživatelů, k nastavení hesel, příslušnosti do uživatelských skupin, k nastavení práv na aplikační metody. Modul je dostupný po kliknutí na odkaz *Uživatelé* nabídky aplikace.

Seznam uživatelů

Seznam zobrazuje všechny uživatele, kteří jsou v systému uloženi. Umožňuje zobrazení jejich

detailů, mazání a zakládání nových.

Detail o uživateli

Tato komponenta zobrazuje všechny dostupné informace o uživateli. Detail je dostupný po kliknutí na příslušnou ikonu v řádku reprezentujícím záznam o uživateli. Zároveň zobrazuje všechny skupiny, ve kterých je uživatel zaregistrován a umožňuje jejich přidání nebo odebrání. Detail zobrazuje také všechny aplikační metody, které jsou přiřazeny přímo uživateli a umožňuje jejich přidání nebo odebrání.

Uživatelské postupy

Přidání uživatele

V komponentě *Seznam uživatelů* kliknutím na ikonu *Přidat* se otevře prázdný formulář komponenty ***Detail o uživateli***. Vyplněním položek formuláře zadáte zejména přístupové jméno (Login) a heslo. Pomocí těchto údajů se bude uživatel přihlašovat do systému. Kliknutím na ikonu *Uložit* jsou data promítnuta na server a uložena do databáze. V komponentě ***Seznam uživatelů*** přibude nově vložený záznam.

Změna údajů o uživateli

V komponentě ***Seznam uživatelů*** kliknutím na ikonu *Detail* zvolte uživatele, kterému budou údaje měněny. V komponentě ***Detail o uživateli*** jsou zobrazeny údaje dostupné v systému. Všechny údaje je možné změnit. Heslo uživatele zůstává prázdné, i když je v systému nastaveno. Administrátor tedy nemůže heslo zjistit, může ho pouze změnit (nastavit nové). Volbou **platný/neplatný** lze řídit, jestli má uživatel možnost se přihlásit do systému nebo ne. Kliknutím na ikonu pro *Uložit* jsou data promítnuta na server a uložena do databáze.

Zrušení uživatele

Zrušení uživatele je možné pouze v případě, že uživatel není navázán na jiný objekt v systému a to nejen v aplikaci přístupových práv, ale také ve všech ostatních aplikacích. Proto je tato akce prováděna spíše po chybě administrátora nebo v jiných krajních případech. Místo rušení uživatele se používá jeho zneplatnění pomocí změny údajů o uživateli. Při rušení uživatele se po kliknutí na ikonu *Smazat* v komponentě ***Seznam uživatelů***. Po potvrzení volby je uživatel vymazán.

Přidání uživatele do skupiny

V komponentě ***Seznam uživatelů*** kliknutím na ikonu *Detail* zvolte uživatele, který bude přidáván do skupiny. V komponentě **Detail o uživateli** kliknutím na ikonu *Přidat* v seznamu skupin, jejichž je uživatel členem, otevře seznam všech zbylých skupin, do kterých může být uživatel přiřazen. Výběrem skupiny v seznamu je uživatel přidán do skupiny a skupina se objeví v komponentě ***Detail o uživateli***.

Odebrání uživatele ze skupiny

V komponentě ***Seznam uživatelů*** kliknutím na ikonu *Detail* zvolte uživatele, kterému bude odebrána příslušnost do skupiny. V komponentě ***Detail o uživateli*** klikněte na ikonu *Odebrat* v seznamu skupin u skupiny, které má být uživateli odebrána. Po potvrzení volby je skupina uživateli odebrána.

Přidání práva pro uživatele

V komponentě ***Seznam uživatelů*** kliknutím na ikonu *Detail* zvolte uživatele, kterému bude přidáno přístupové oprávnění. V komponentě ***Detail o uživateli*** se kliknutím na ikonu *Přidat* v seznamu práv otevře seznam všech dostupných aplikačních metod (práv), která mohou být uživatel přiřazena. Výběrem práva pro přidání v seznamu je uživateli přiřazena zvolená aplikační metoda a objeví se v komponentě ***Detail o uživateli***.

Odebrání práva uživateli

V komponentě ***Seznam uživatelů*** kliknutím na ikonu *Detail* zvolte uživatele, kterému bude odebráno přístupové oprávnění. V komponentě ***Detail o uživateli*** klikněte na ikonu *Odebrat* v seznamu práv u aplikační metody, která má být uživateli odebrána. Po potvrzení volby je právo uživateli odebráno.

Modul Správa uživatelských skupin

Modul slouží ke správě uživatelských, k založení a modifikaci skupin a k nastavení práv na aplikační metody pro skupinu. Modul je dostupný po kliknutí na odkaz ***Skupiny*** v nabídce aplikace.

Seznam skupin

Seznam zobrazuje všechny skupiny, které jsou v systému uloženy. Umožňuje zobrazení jejich detailů, mazání a zakládání nových.

Detail o skupině

Detail zobrazuje všechny dostupné informace o skupině. Umožňuje jejich změnu a uložení změn do systému. Zobrazuje všechny aplikační metody, které jsou přiřazeny skupině a umožňuje jejich přidání nebo odebrání. Zobrazuje všechny uživatele, kteří jsou do skupiny přiřazeni. Přidání a odebrání uživatele ze skupiny se provádí přes modul ***Správa uživatelů***.

Uživatelské postupy

Přidání skupiny

V komponentě ***Seznam skupin*** kliknutím na ikonu *Přidat* se otevře prázdný formulář komponenty ***Detail o skupině***. Vyplněním položek formuláře definujete název a popis skupiny. Kliknutím na ikonu *Uložit* jsou data promítnuta na server a uložena do databáze. V komponentě ***Seznam skupin*** přibude nově vložený záznam.

Změna údajů o skupině

V komponentě ***Seznam skupin*** kliknutím na ikonu *Detail* zvolte skupinu, u které budou údaje měněny. V komponentě ***Detail o skupině*** jsou zobrazeny údaje dostupné v systému. Změnou obsahu položek je možné změnit údaje o skupině. Kliknutím na ikonu *Uložit* jsou data promítnuta na server a uložena do databáze.

Zrušení skupiny

Zrušení skupiny je možné pouze v případě, že do skupiny není přiřazen žádný uživatel ani aplikační metoda. V opačném případě systém generuje chybové hlášení. Kliknutím na ikonu *Smazat* v komponentě ***Seznam skupin*** je po potvrzení volby skupina vymazána.

Přidání práva pro skupinu

V komponentě ***Seznam skupin*** kliknutím na ikonu *Detail* zvolte skupinu, do které bude přidáváno přístupové oprávnění. V komponentě ***Detail o skupině*** se kliknutím na ikonu *Přidat* v seznamu práv otevře seznam všech dostupných aplikačních metod (práv), která mohou být skupině přiřazena. Výběrem práva pro přidání v seznamu je skupině přiřazena zvolená aplikační metoda a objeví se v komponentě ***Detail o skupině***.

Odebrání uživatele ze skupiny

V komponentě **Seznam skupin** kliknutím na ikonu *Detail* zvolte skupinu, které bude odebráno přístupové oprávnění. V komponentě **Detail o skupině** kliknout na ikonu *Odebrat* v seznamu práv u aplikační metody, která má být skupině odebrána. Po potvrzení volby je právo skupině odebráno.

Aplikace Správa číselníků (administrátorský modul)

Aplikace je určena pro administraci obsahu číselníků. Každá aplikace, která je v systému zaregistrována, přináší vlastní sadu číselníků některé mohou být společné. Aplikace umožňuje zaregistrovat libovolnou tabulku jako číselník a používat moduly aplikace k modifikaci jejího obsahu. V případě složitějších číselníků (tabulek) je však nutná znalost datového modelu.

Modul Správa číselníků

Modul je jediným modulem aplikace a zajišťuje kompletní funkčnost pro modifikaci obsahu tabulek registrovaných jako číselník

Seznam číselníků

Seznam zobrazuje všechny číselníky, které jsou v systému registrovány. Umožňuje zobrazení jejich detailů a obsahů, mazání a zakládání nových.

Detail o číselníku

Detail zobrazuje všechny dostupné informace o číselníku. Umožňuje jejich změnu a uložení do systému.

Obsah číselníku

Umožňuje zobrazit a modifikovat, přidávat a rušit záznamy v číselníku. Umožňuje filtrování podle obsahu sloupců číselníku. Kliknutím na ikonu *Zrušit filtr* jsou načtena do komponenty všechna data.

Uživatelské postupy

Přidání nového číselníku

V komponentě *Seznam číselníků* kliknutím na ikonu *Přidat* se otevře prázdný formulář komponenty *Detail o číselníku*. Vyplněním položek formuláře se nadefinuje zejména přístupové jméno tabulky a popis. Jméno tabulky musí být shodné jako fyzické jméno tabulky v databázi. Kliknutím na ikonu *Uložit* jsou data promítnuta na server a uložena do databáze. V komponentě *Seznam číselníků* přibude nově vložený záznam.

Zrušení číselníku

V komponentě *Seznam číselníků* kliknutím na ikonu *Detail* zvolte číselník, který bude zrušen. Kliknutím na ikonu *Smazat* dojde o odmazání záznamu o číselníku. Číselník není fyzicky smazán ze systému, je pouze zrušena jeho registrace v metadatech.

Prohlížení obsahu číselníku

V komponentě *Seznam číselníků* se kliknutím na ikonu pro otevření obsahu číselníku zobrazí nové okno s komponentou *Obsah číselníku*. V ní se automaticky načte kompletní obsah tabulky zaregistrované jako číselník. V závislosti na počtu záznamů je v komponentě *Obsah číselníku* dostupné stránkování.

Změna položky číselníku

V komponentě *Seznam číselníků* se kliknutím na ikonu *Otevřít* zobrazí nové okno s komponentou *Obsah číselníku* do kterého se automaticky načtou data vybraného číselníku. Pomocí stránkování nebo nastavení filtru v záhlaví seznamu najdete řádek, který má být editován. Kliknutím na ikonu *Detail* řádku získáte formulář, který umožní modifikaci dat formuláře. Změny se uloží kliknutím na tlačítko *Proved'* nebo *Ulož*. Tlačítko *Proved'* slouží k uložení změn. Tlačítkem *Ulož* uložíte změny a zavřete formulář.

Přidání položky do číselníku

V komponentě *Seznam číselníků* se kliknutím na ikonu *Detail* zobrazí nové okno s komponentou *Obsah číselníku*. V komponentě *Obsah číselníku* se automaticky načte kompletní obsah tabulky zaregistrované jako číselník. Kliknutím na ikonu *Přidat* se zobrazí prázdný formulář, ve kterém mohou být vyplněny údaje ke vkládané položce. Nový záznam uložíte kliknutím na tlačítko *Proved'* nebo *Ulož*. Tlačítko *Proved'* slouží k uložení změn. Tlačítkem *Ulož* uložíte změny a zavřete formulář.

Zrušení položky číselníku

V komponentě *Seznam číselníků* se kliknutím na ikonu *Detail* zobrazí nové okno s komponentou *Obsah číselníku*. V komponentě *Obsah číselníku* se automaticky načte kompletní obsah tabulky zaregistrované jako číselník. Kliknutím na ikonu *Smazat* je položka odmazána.

PDS Aplikace pro hromadný import dat

Instalace aplikace

Aplikace není nutné instalovat. Vytvořte adresář na lokálním disku počítače a nakopírujte do něj dodané soubory.

Spuštění aplikace

Aplikaci spustíte spouštěcím souborem IMP.EXE. Pokud s aplikací pracujete často, doporučujeme vytvořit zástupce na ploše.

Konfigurace aplikace

Konfigurace aplikace je realizována dvěma XML soubory:

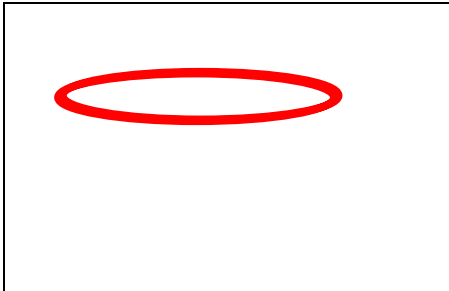
AREA.XML obsahuje definici struktury území.

TYPE.XML obsahuje definici typů zpracovávaných souborů.

Vytvoření konfiguračních souborů

Konfigurační soubory je nutno vytvořit v aplikaci PDS (Pohan Data Server). Položku pro vytvoření souboru AREA.XML najdete v nabídce **Hierarchie území**, pro vytvoření souboru TYPE.XML potom v nabídce **Hierarchie typů** (tab. 9).

[Správa souborů](#) | [Přístupy na typy](#) | [Přístupy na území](#) | [Hierarchické splnění](#) | [Zaniklé soubory](#) | **[Hierarchie území](#)** | **[Hierarchie typů](#)** | [Vlastní v systému](#) | [Přístupová práva](#) | [Číselníky](#)

	Vlastní vygenerování konfiguračních souborů provedete soubor pomocí funkce Exportovat do XML , která se nachází po otevření výše uvedených nabídek nad stromem.
---	--

Tab. 9. Vytvoření konfiguračních souborů pro hromadný import dat.

Použití konfiguračních souborů

Konfigurační soubory AREA.XML a TYPE.XML vytvořené výše uvedeným způsobem je třeba nakopírovat do aplikace pro import do stejného adresáře, v němž se nachází soubor IMPORT.EXE.

Ovládání aplikace

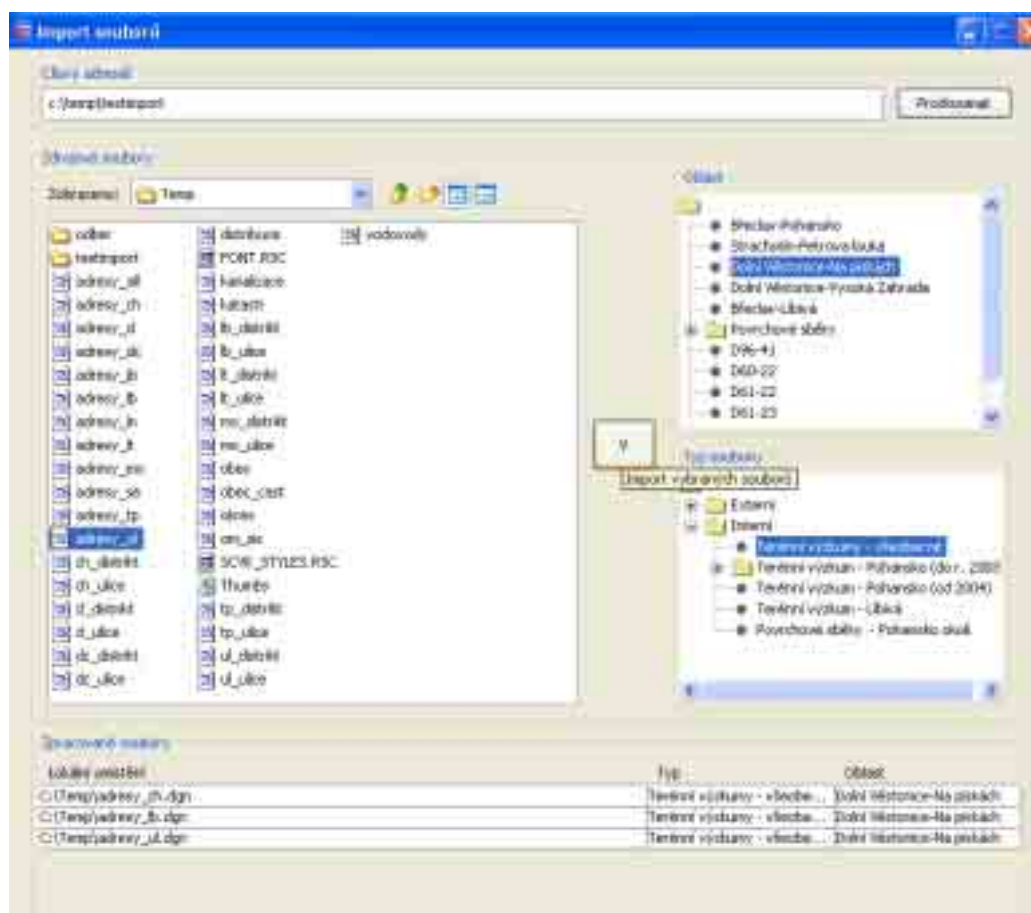
Po spuštění aplikace se zobrazí Hlavní okno aplikace. Zde je možno nastavit Cílový adresář, Zdrojové adresáře a přiřazovat k souborům určeným pro import prostorové a datové určení.

Cílový adresář

Standardním postupem, používaným ve Windows vyberte cílový adresář pro uložení souborů. Ve vybraném cílovém adresáři aplikace automaticky vytvoří příslušné podadresáře.

Zdrojové soubory

Standardně postupem, používaným ve Windows vyberte zdrojový adresář se soubory pro import. Soubory ve vybraném adresáři se zobrazí ve formě seznamu pod vybraným adresářem. Vyberte jeden nebo více souborů pro import.



Tab. 10. PDS Aplikace pro hromadný import dat.

Oblast

Vyberte území, k němuž soubory náležejí. Stromová struktura je identická se strukturou ve webové aplikaci PDS v tom stavu, v kterém byl vyexportován soubor AREA.XML.

Typ souboru

Definujte typ souboru, k němuž soubory náležejí. Stromová struktura je identická se strukturou ve webové aplikaci PDS v tom stavu, v kterém byl vyexportován soubor TYPE.XML.

Import vybraných souborů

Tlačítkem uprostřed Hlavního okna(V) provedete import. Na základě definice **Oblasti** (území) a **Typu souboru** jsou vytvořeny adresáře. Seznam importovaných souborů se zobrazuje v dolní části hlavního okna. Aplikace uživatele upozorní na pokus importovat opakovaně stejný soubor (**tab. 10**).

Zpracování importovaných souborů

Pro zpracování importovaných souborů a jejich uložení je nejprve nutné přenést obsah cílového adresáře na server pomocí některého z klientů pro přenos souborů. V případě Windows je nejvýhodnější použít aplikaci WinSCP, kterou lze zdarma stáhnout z <http://winscp.net>. K serveru se uživatel přihlašuje pomocí uživatele určeného pro přenos dat posupload. Po přihlášení je třeba do adresáře POHANDATA nakopírovat vytvořená data. Dokončení kopírování je třeba zkontrolovat správnost přenesených dat. To se provádí z webové aplikace spustitelné přes odkaz http://<jmeno_serveru>/pos/Import.jsf. Do pole pro cestu na serveru je třeba vepsat cestu k adresáři s nakopírovanými daty (/home/posupload/pohandata). Kliknutím na tlačítko Kontrola dojde ke kontrole struktury dat. Případné chyby jsou vypisovány do webové stránky. Po provedení kontroly je možné data naimportovat. Data z adresáře /home/posupload/pohandata je pak možné pomocí klienta WinSCP smazat, aby nedošlo k duplicitám při příštím importu.

Praktický příklad importování souborů na server

Uživatel chce vložit na server větší množství oscanovaných nálezových zpráv z výzkumu v poloze Jižní předhradí z konkrétních čtverců, tak aby byly soubory navázány na prostorové jednotky(čtverec).

- 1) Pokud již tak uživatel neučinil předtím, je nutné z webové aplikace PDS vyexportovat soubory AREA.XML a TYPE.XML a nakopírovat je do adresáře importovací aplikace, aby stromové struktury území a typu dat byly aktuální a odpovídaly skutečnému stavu na serveru.
- 2) Po spuštění aplikace uživatel může nastavit alternativní cestu pro ukládání výsledných dat pro import(tzv. „importovací dávka“).
- 3) Pro vytvoření prostorového a datového určení uživatel označí příslušný soubor či soubory a z oken **Oblast** (/Břeclav-Pohansko/Jižní předhradí/) a **Typ souboru** (/Interní/dokumenty/scan) vybere příslušný datový typ a lokalizaci. K propojení dojde po kliknutí na ikonu uprostřed(V). V tomto případě by musel uživatel pro každý soubor reprezentující oscanovanou nálezovou zprávou vybrat odpovídající číslo čtverce a datový typ by zůstal stejný. Vytvořená spojení se objevují ve spodním okně aplikace.
- 4) Vytvořenou „importovací dávku“ je nutné dále přenést na server pomocí aplikace pro přenášení dat po síti(např. WinSCP). Po přihlášení na server uživatel nakopíruje či přesune vytvořená data do adresáře POHANDATA.
- 5) Finální import dat na server a jejich zařazení do struktury dat v prostředí webové aplikace PDS se provádí prostřednictvím webové stránky na adrese http://<jmeno_serveru>/pos/Import.jsf. Do prázdného okna se vloží cesta

/home/posupload/pohandata/, pokud byla „importovací dávka“ nakopírován přímo do adresáře POHANDATA. Jinak je nutné zadat přesnou cestu k importovaným datům. Po stisknutí tlačítka **Kontrola** dojde k ověření správnosti vytvořených dat a výpisu informací o vkládaných souborech. Pokud jsou položky reprezentující importované soubory ve výpisu označeny modře, je potvrzena jejich správnost a mohou být importovány na server. Při označení červenou barvou je tomu naopak a data nemohou být z různých důvodů importována.

- 6) Stisknutím tlačítka **Import** dojde k zavedení všech souborů do struktur webové aplikace PDS.
- 7) Všechny importované soubory se na server vloží jako neplatné a je nutno je pro vyhledávání a další práci zplatnit prostřednictvím modulu **Hromadné zplatnění** v hlavním menu aplikace. Zde je možné naimportované soubory vyhledat podle jména uživatele, který data na server vložil, či časového intervalu, kdy byla data nahrána.
- 8) Po úspěšném importu dat by měl uživatel importovací dávky ze serveru, aby nedošlo při dalším importování k duplicitě souborů v prostředí webové aplikace PDS.

Uvedený způsob uploadování dat na server je zvláště vhodný pokud uživatel, který chce větší objem dat na server nahrát a nemá permanentní přístup na internet. Celou importovací dávku může uživatel prostřednictvím aplikace pro hromadný import vytvořit offline a po připojení ji přesunout na server.

Literatura

- Kučera, M. - Macháček, J. 1997: Teorie a praxe zpracování archeologických výzkumů s pomocí prostředků GIS/LIS. In: Macháček, J. (ed.): Počítačová podpora v archeologii. Brno, 145-172.
- Neustupný, E. 1994: Role databází v archeologii, AR 46, 123-130.
- Rulf, J. 1993: Archeologie, archeologická data a archeologové, AR 45, 165-172.

Summary

POHAN DATA SERVER - a digital data warehouse of an archaeological institution

The article provides an introduction to the POHAN DATA SERVER/PDS of the Institute of Archaeology and Museology used to store documentation from the long-term systematic excavations of the Institute of Archaeology and Museology at the Faculty of Arts of the

Masaryk University. It is an example of professional administration of a data warehouse of an archaeological institution. Currently (6.11. 2007) the data warehouse on the server (<http://archeodata.phil.muni.cz>) is storing 145 GB of data, of which 118 GB is the primary documentation of the archaeological investigation at Břeclav-Pohansko, consisting of 14,258 files. The data server is presented via a manual for its use which provides the reader with an overview of its functionality and the efficiency of the solution as a whole.

The application is designed as an assembly of active web pages running in the environment of an internet browser. It is divided into the following modules: File Administration – for working with files maintained in the system; Access to File Types – for setting data access restrictions by file type for individual users or user groups. This module is handy when a user group is allowed to work with a particular type of files only while the others are hidden. Access to Area – for setting data availability restrictions by area for user groups. It is useful when a user group is allowed to work within a particular area only while the other areas remain hidden. Mass File Version Validation – a system administration module for the mass setting of the validity of the version of files which meet selected criteria. File Lock Release - a system administration module for releasing the locks on files which remain locked after downloading by a user; Area Hierarchy - a system administration module permitting the area hierarchy to be set; File Type Hierarchy - a system administration module for setting the file type hierarchy; System Events - a system administration module for viewing the log of operations performed by users in the system. Access Right Administration (administrator module) – for the administration of access rights to the system functions; Codelist Administration (module administrator) – for the administration of the codelist content. Each application registered in the system brings in its own set of codelists some of which may be shared.

The data server also includes a Mass Data Import application for saving a great number of files at the same time.

Statistika v archeologii

Kontingenční tabulky a vektorová syntéza. Příspěvek k možnostem transformace nominálních dat a jejich následné matematické syntézy - Luboš Chroustovský

Abstrakt

Příspěvek se zabývá možnostmi transformace rozsáhlého souboru nominálních dat na data numerická a jejich následné matematické syntézy; přičemž je ovšem třeba se smířit se ztrátou části informace. Prezentovaný experimentální postup spočívá v převodu původních nominálních deskriptorů na deskriptory kardinální, které lze využít pro vektorovou syntézu. Tento převod umožňují kontingenční tabulky. Na základě několika kontingenčních tabulek byla sestavena vstupní datová tabulka užitá pro výpočet korelační matice a následnou extrakci faktorů. Experiment byl proveden na datech shromážděných v rámci diplomové práce Posvátné hory českého pravěku, zabývající se možnostmi studia archeologických pramenů ve vztahu k posvátné sféře jinosti.

The contribution deals with the possibilities of transforming a large set of nominal data to numerical data and its subsequent mathematical synthesis; whereby one needs to endure the loss of part of the information. The presented experimental procedure consists in the transformation of the original nominal descriptors to cardinal descriptors which can be used for vector synthesis. The transformation is made possible by contingency tables. Based on several contingency tables, an input data table was created and used for the computing of the correlation matrix and the successive extraction of factors. The experiment was carried out on data gathered as part of working on the diploma thesis titled The Sacred Mountains of Czech Prehistory, examining the potential of studying archaeological sources related to the sacred world of otherness.

Klíčová slova

Nominální data, kontingenční tabulky, vektorová syntéza, posvátné hory, svět jinosti, český pravěk.

Nominal data, contingency tables, vector synthesis, sacred mountains, world of otherness, Czech prehistory

Úvod a cíl příspěvku

Na základě deskripce archeologických pramenů v rámci analytické fáze archeologické

metody vznikají soubory různých druhů dat. Pokud hodláme získané soubory dat podrobit syntéze struktur pomocí matematických metod, stává se pro nás klíčovým aspektem charakter těchto dat. Zde se zabývám daty numerického a nominálního charakteru (např. Hendl 2004, 43–46). Dle povahy dat volíme metody, které lze pro syntézu struktur efektivně použít.

Rozsáhlé soubory numerických dat lze efektivně prozkoumat pomocí vícerozměrných matematických metod z rodiny vektorové syntézy (např. Neustupný 2005). Avšak hledání struktur v rámci rozsáhlého souboru nominálních dat je značně náročné. Dobrým pomocníkem nám zde mohou být například kontingenční tabulky, zobrazující vzájemný vztah (průnik) jednotlivých kategorií dvou nominálních proměnných. Při vyšším počtu deskriptorů je však zapotřebí vytvořit vyšší počet kontingenčních tabulek, popřípadě vícerozměrnou kontingenční tabulku. Avšak orientace ve vztazích sledovaných deskriptorů je tím značně ztížena.

Mým cílem v rámci tohoto příspěvku je prezentace zkušeností získaných realizací experimentu, při němž jsem se pokusil prozkoumat rozsáhlý soubor původně nominálních dat pomocí vícerozměrné vektorové syntézy (typu analýzy hlavních komponent). Zabývám se zde především potenciálem kontingenčních tabulek (např. Hendl 2004, 305–308), které lze při určité modifikaci užít jako vstupu pro vektorovou syntézu.

Překonání nominality dat a efektivitu užití vektorové syntézy zde ilustruji na příkladě experimentu se souborem dat shromážděných v rámci diplomové práce *Posvátné hory českého pravěku* (Chroustovský 2006). V rámci uvedené práce jsem se zabýval možnostmi studia archeologických pramenů v prostoru vyvýšenin, jakožto dokladů aktivit pravěkých komunit a vztahem těchto aktivit k fenoménu posvátných hor, konkrétněji ve vztahu k posvátné sféře jinosti. Teoretické a metodologické aspekty, dosažené výsledky a závěry diplomové práce a pozdějších experimentů budou podrobně publikovány na jiném místě. Zde se soustředím především na metodu prezentovaného experimentu.

Příklad: Vztah pravěkých aktivit v prostoru českých vyvýšenin k posvátné sféře jinosti

Teoretické otázky a předpoklady

V této kapitole představuji ve stručnosti základní teoretické předpoklady, které vedly k formulaci řešených otázek a k vyčlenění sledovaných entit (objektů) a kvalit (deskriptorů).

V prostoru českých hor a kopců, obecně vyvýšenin, které jsou ze všech stran převýšeny nad svým okolím, jsou nalézány archeologické prameny svědčící o přítomnosti a aktivitách členů pravěkých komunit. V tomto textu se soustředím na ty aspekty pravěkých aktivit, které mohly být spojeny se sférou posvátného. Tuto sféru, ačkoliv ji lze nahlížet z mnoha různých

hledisek, lze obecně zařadit do světa jinosti. Svět jinosti je definován jako známá oblast mimo naši komunitu, se kterou udržujeme pravidelné kontakty (Neustupný 1998a, 18–33, 1998b).

Vzhledem k fenoménu posvátných hor, doloženému četnými prameny různých oborů, předpokládám, že v prostoru vyvýšenin probíhaly mimo jiných také aktivity, které měly přímou souvislost s posvátným světem jinosti. Na tomto místě je tedy žádoucí vymezit druhy aktivit, se kterými se lze v prostoru vyvýšenin setkat a zároveň vztah těchto druhů aktivit k posvátné sféře. Přímou souvislost s posvátnou sférou lze předpokládat u aktivit interpretovaných jako pohřební, kultovní (zvláštní, neobvyklý charakter) a votivní deponování specifických souborů artefaktů. Možnou vazbu na posvátnou sféru mohly mít také aktivity charakteru vymezení prostoru (ohrazení a fortifikace) či specializované výrobní aktivity. Neutrální charakter vzhledem k posvátnému lze předpokládat u aktivit sídelních a tento vztah nelze vymezit pro aktivity neinterpretované, označené zde jako „nálezy“ či „ojedinělé nálezy“. Sledovanými entitami jsou pravěké komponenty, tedy archeologické prameny svědčící o původních areálech různých druhů aktivit.

Další předpoklad vychází z obecně rozšířeného konceptu oddělení posvátného a profánního (např. Durkheim 2002, 45–50; Eliade 2006). Tzv. „posvátné“ aktivity mohly být prostorově vymezené (oddělené) od ostatních. A to jednak svou polohou na vyvýšeninách, to znamená, že v prostoru vyvýšeniny se nevyskytují žádné současné aktivity nesouvisející s posvátnem, dále však také specificky vymezenou polohou v rámci vyvýšeniny. Mezi užitečné kvality pravěkých komponent zde lze zařadit dataci a polohu. Základní otázku zde představuje prezenze a intenzita komponent jednotlivých druhů aktivit.

Tímto se dostáváme k předpokladu výskytu „posvátných“ aktivit také v „nepraktických“ polohách nevhodných k vykonávání běžných „profánních“ aktivit. Jednoduchým měřítkem může být svažítost terénu daného areálu aktivity.

„Posvátné“ aktivity se také často vyznačují prostorovou asociací s výrazným či neobvyklým přírodním prvkem (např. Bradley 2000; Carmichael et al. 1998; Dufková 1999; Eliade 2006; Matoušek 1999; Podborský 2000; Tilly 1994). Výrazné dominantní přírodní prvky představují již samotné vyvýšeniny, jejichž smysl a využívání mohlo být ovlivněno jejich dominancí v krajině či morfologii. Základní proměnnou pravěkých komponent zde tedy představuje tvar vyvýšeniny, na které byla daná komponenta doložena.

Velkou otázkou však zůstávají chronologické aspekty „posvátných“ aktivit v prostoru vyvýšenin, které sledují pomocí proměnné datace.

Analýza - deskriptivní systém

V rámci diplomové práce byl aplikován deskriptivní systém sestávající převážně z nominálních proměnných popisujících kvality sledovaných vyvýšenin a archeologických pramenů (Chroustovský 2006, 35–41). Zde využívám pouze 5 nominálních proměnných.

Základní sledovanou jednotkou archeologických pramenů (tzv. entitou) byla komponenta. Ta byla definována především pomocí proměnné datace (na úrovni chronologického období; celkem 11 kategorií – viz legenda k *tab. 1*), dále polohou komponenty (5 kategorií: vrchol–úbočí, temeno, terasa, svahy, úpatí) a druhem aktivity (8 kategorií: pohřební, depot, kultovní, vymezení prostoru, výrobní, sídelní, nálezy, ojedinělý nález). Další proměnnou popisující pravěké komponenty je svažitost terénu (3 kategorie: svah, rovina, rovina–svah). Deskripce vyvýšenin je zde zúžena pouze na proměnnou celkový tvar vyvýšeniny (9 kategorií: kužel, kuželovitý, kupa, kupovitý, hřbet, tabulová hora, skalní blok, blok, návrší). Do databáze byly sbírány informace o dokladech interpretovaných (pohřební, depoty, kultovní, vymezení, výrobní, sídelní) i neinterpretovaných (nálezy, ojedinělé nálezy) pravěkých komponent.

Metody syntézy struktur

Formalizovanou syntézu struktur jsem se rozhodl provést prostřednictvím multidimenzionální vektorové syntézy, konkrétně metodou hlavních komponent (postup viz Neustupný 2005). Metody vektorové syntézy vyžadují vstupní tabulku numerických dat, ze které je vypočítána matice korelačních koeficientů mezi jednotlivými deskriptory. Na jejich základě jsou extrahována vlastní čísla a následně také jednotlivé faktory, představující hlavní struktury v dané korelační matici (Neustupný 2005). Faktory lze charakterizovat především na základě hodnoty vlastního čísla související s variabilitou, kterou daný faktor vyjadřuje (vzhledem k celkové variabilitě korelační matice); dále na základě faktorových koeficientů vyjadřujících typičnost jednotlivých deskriptorů v rámci daného faktoru a faktorových skóre, která udávají typičnost daného faktoru pro jednotlivé objekty vstupní datové matice (Neustupný 2005).

Základní podmínkou vstupní tabulky dat je presence (reálných) čísel. Z tohoto důvodu nebylo možno užít data v takové formě, v jaké byla shromážděna v databázi diplomové práce. Výlučně nominální charakter hodnot jednotlivých deskriptorů v databázi diplomové práce byl převeden pomocí kontingenčních tabulek do podoby celých čísel (absolutních četností komponent v rámci jednotlivých kategorií vždy dvou sledovaných proměnných). Tímto způsobem se tedy změnil charakter objektů a deskriptorů. V původní databázi sloužily jako objekty jednotlivé pravěké komponenty, jako deskriptory byly užity nominální proměnné (např. poloha komponenty) a hodnoty v jednotlivých polích představovaly jednotlivé kategorie nominálních proměnných (např. temeno). V kontingenčních tabulkách, které představují jiný druh datových matic, byly jako objekty stanoveny jednotlivé kategorie proměnné datace (chronologická období) a jako objekty byly zvoleny kategorie vždy jedné ze zbývajících 4 proměnných. Hodnoty v polích pak představovaly absolutní četnosti pravěkých komponent datovaných do určitého chronologického období, charakterizovatelné určitou vlastností (např. polohou na temeni). Celkem byly vytvořeny 4 kontingenční tabulky (datace x druh aktivity, datace x svažitost, datace x poloha, datace x celkový tvar vyvýšeniny). Tyto 4

tabulky byly poté spojeny do souhrnné tabulky, v níž jako objekty zůstala jednotlivá chronologická období a jako deskriptory dalších 25 kategorií zbývajících 4 proměnných. Hodnoty v polích této tabulky představují počty pravěkých komponent (celá čísla). Tato tabulka byla experimentálně použita jako vstupní datová matice vektorové syntézy (*tab. 1*).

Dalším důležitým kritériem vstupní tabulky dat je nepřítomnost tzv. nepravých nul. Nepravé nuly vznikají v případě, kdy daná entita může náležet vždy jen jedné kategorii nominální proměnné (Neustupný 2005). Popíšeme-li například danou vyvýšeninu jako hřbet, nelze ji již charakterizovat žádným jiným tvarem a tudíž hodnoty v rámci zbývajících deskriptorů tvaru jsou v takovém případě nula. Prezentovaná vstupní tabulka 1 se však problému nominality dat vyhýbá tím, že nezobrazuje dichotomické vztahy (absence – prezenze) určité kvality u dané entity, nýbrž udává četnost určitých prvků (komponent) spadajících do vymezených entit (chronologických období), které lze popsat určitými kvalitami. Deskriptory jsou v tomto případě již na sobě nezávislé. Nevýhoda prezentované vstupní tabulky spočívá v malém počtu objektů (11) vzhledem k vyššímu počtu deskriptorů (celkem 25).

Tabulka 1 tedy sloužila jako vstupní datová tabulka pro výpočet korelační matice (*tab. 2*). Další algoritmy byly provedeny v rámci metody hlavních komponent, využívající extrakci vlastních vektorů a jejich rotaci metodou Varimax prostý. Všechny zmíněné operace byly provedeny v prostředí softwaru Statistica 6.0.

DATE	DRUH AKTIVITY								SVAŽITOS				POLOHA				CELKOVÝ TVAR VYVÝŠENINY								
	pohřební	depot	kultovní	vymezení	výrobní	sídelní	nálezy	ojetiněný nález	svah	rovina	rovina–svah	vrchol–úbočí	temeno	terasa	svahy	úpatí	kužel	kuželovitý	kupa	kupovitý	hřbet	tabulová hora	skalní blok	blok	návrší
pal-mez	0	0	0	0	1	0	4	3	3	3	2	1	6	0	1	0	0	1	0	1	4	0	0	0	2
neolit	1	0	0	1	1	2	11	0	4	7	5	2	9	2	3	0	3	0	1	1	2	3	4	0	2
ene.ca-st	1	2	0	0	1	5	4	0	1	8	4	0	10	2	1	0	0	0	4	1	2	1	2	1	2
ene.sd-ml	4	0	1	1	0	11	9	0	2	16	8	0	21	2	1	2	1	4	4	5	4	0	2	2	4
bro.st	2	1	0	3	1	3	8	1	2	12	5	0	15	2	1	1	2	0	7	3	0	3	2	1	1
bro.sd	5	1	0	5	0	3	10	0	8	8	8	2	14	0	7	1	4	2	1	2	4	4	0	4	3
bro.ml	3	2	2	9	3	12	12	1	11	25	8	3	29	5	5	2	4	8	3	6	3	9	5	3	3
bro.po	1	5	3	17	2	11	15	3	16	18	23	3	41	4	8	1	7	7	1	6	15	4	3	9	5
halštat	5	1	2	3	0	2	5	1	6	10	3	0	13	0	2	4	1	1	1	5	7	1	0	2	1
HD-LA	6	0	2	32	5	23	25	4	17	32	48	7	71	7	11	1	3	12	4	21	31	8	2	12	4
latén	4	4	2	5	3	11	16	3	23	8	17	1	22	3	19	3	5	5	2	2	8	2	3	18	3
celkem	32	16	12	76	17	83	119	16	93	147	131	13	251	27	59	15	30	40	28	53	80	35	23	52	30

Tab. 1. Vstupní tabulka dat. Velkými písmeny označeny deskriptory původní databáze diplomové práce (celkem 5), malými písmeny označeny kategorie těchto proměnných, sloužící v této tabulce jako nové deskriptory (celkem 25), za objekty užity kategorie původní proměnné datece (paleolit až mezolit, neolit, eneolit časný až starší,

eneolit střední až mladší, bronz starší, bronz střední, bronz mladší, bronz pozdní, halštat, halštat D až latén A, latén B-D).

	pohřební	depot	kulturní	vymezení	výrobní	sídelní	nálezy	ojetiněný nález	svah	rovina	rovina- svah	vrchol- úbočí	temeno	terasa	svahy	úpatí	kužel	kuželovitý	kupa	kupovitý	hřbet	tabulová hora	skalní blok	blok	návší
pohřební	1,00																								
depot	-0,16	1,00																							
kulturní	0,35	0,60	1,00																						
vymezení	0,44	0,14	0,61	1,00																					
výrobní	0,24	0,24	0,53	0,80	1,00																				
sídelní	0,51	0,18	0,64	0,84	0,82	1,00																			
nálezy	0,48	0,20	0,57	0,88	0,84	0,87	1,00																		
ojetiněný nález	0,08	0,30	0,56	0,67	0,73	0,53	0,61	1,00																	
svah	0,40	0,61	0,75	0,64	0,74	0,65	0,79	0,70	1,00																
rovina	0,47	0,03	0,60	0,84	0,71	0,88	0,74	0,37	0,43	1,00															
rovina- svah	0,47	0,14	0,56	0,96	0,82	0,89	0,93	0,70	0,70	0,76	1,00														
vrchol- úbočí	0,35	-0,02	0,43	0,92	0,81	0,75	0,86	0,58	0,58	0,77	0,87	1,00													
temeno	0,47	0,15	0,65	0,98	0,82	0,93	0,90	0,64	0,64	0,90	0,96	0,88	1,00												
terasa	0,23	0,23	0,58	0,82	0,90	0,91	0,84	0,50	0,59	0,89	0,81	0,78	0,88	1,00											
svahy	0,42	0,54	0,54	0,49	0,65	0,56	0,74	0,59	0,95	0,24	0,61	0,45	0,49	0,47	1,00										
úpatí	0,63	0,24	0,59	0,00	-0,01	0,16	0,07	0,06	0,37	0,14	0,00	-0,18	0,07	-0,03	0,32	1,00									
kužel	0,13	0,71	0,61	0,48	0,42	0,40	0,63	0,34	0,77	0,34	0,45	0,46	0,45	0,46	0,68	0,14	1,00								
kuželovitý	0,47	0,23	0,74	0,88	0,83	0,94	0,86	0,63	0,73	0,89	0,86	0,84	0,93	0,87	0,57	0,18	0,53	1,00							
kupa	0,13	-0,13	-0,15	0,11	0,18	0,30	0,11	-0,15	-0,20	0,38	0,14	-0,05	0,21	0,36	-0,16	-0,04	-0,21	0,08	1,00						
kupovitý	0,58	-0,16	0,51	0,92	0,72	0,85	0,78	0,56	0,44	0,88	0,90	0,83	0,94	0,77	0,31	0,10	0,17	0,83	0,25	1,00					
hřbet	0,47	0,08	0,59	0,94	0,74	0,80	0,83	0,74	0,63	0,70	0,96	0,84	0,93	0,69	0,51	0,06	0,33	0,81	-0,01	0,91	1,00				
tabulová hora	0,33	0,10	0,41	0,72	0,72	0,63	0,69	0,27	0,48	0,80	0,58	0,80	0,69	0,77	0,34	-0,02	0,53	0,74	0,18	0,63	0,48	1,00			
skalní blok	-0,21	0,34	0,32	0,18	0,48	0,40	0,39	-0,02	0,31	0,42	0,16	0,27	0,26	0,65	0,24	-0,06	0,48	0,37	0,22	0,08	-0,01	0,53	1,00		
blok	0,44	0,57	0,64	0,58	0,68	0,67	0,77	0,68	0,95	0,34	0,71	0,46	0,61	0,54	0,97	0,36	0,64	0,65	-0,04	0,42	0,63	0,30	0,20	1,00	
návší	0,18	0,39	0,57	0,61	0,43	0,71	0,65	0,38	0,56	0,56	0,64	0,57	0,67	0,58	0,46	-0,06	0,62	0,75	-0,13	0,46	0,58	0,36	0,30	0,53	1,00

Tab. 2. Korelační matice.

Výsledky

Hodnoty četností, z nichž vychází zde prezentovaná analýza byly získány z celkem 371 zaznamenané komponenty v rámci 141 vyvýšeniny na území Čech. Databáze diplomové práce, ze které jsem tento vzorek čerpal obsahuje celkem 651 pravěkých komponent v rámci 204 vyvýšenin. Vybraný vzorek zahrnuje komponenty, u kterých byly zaznamenány hodnoty všech 5 deskriptorů (nejvíce komponent bylo vyřazeno díky nepřesné dataci).

Na základě hodnot vlastních čísel (*tab. 3*), získaných z korelační matice, byly pro další extrakci zvoleny 4 faktory (hodnoty vlastních čísel >1). Tyto 4 faktory vyčerpávají 85,97% celkové variability. Dále bylo vyzkoušeno také řešení pro 5 faktorů (s vlastními čísly >1). Ačkoliv byly dosaženy podobné výsledky, zbývalo jen velmi malé procento nevyužitě variability (9,86%). Rotací 4 vybraných faktorů byla získána matice faktorových koeficientů (*tab. 4*, koeficienty zobrazeny také pomocí grafů na *obr. 1*). Dále byla získána matice faktorových skóre (*tab. 5*).

	Vlastní číslo	% celkového rozptylu	Kumulativní vlastní číslo	Kumulativní % celk. rozptylu
1	14,48572	57,94290	14,48572	57,94290
2	3,20459	12,81836	17,69031	70,76126
3	2,12988	8,51951	19,82019	79,28077
4	1,67313	6,69254	21,49333	85,97330
5	1,04223	4,16890	22,53555	90,14221
6	0,88952	3,55809	23,42507	93,70029
7	0,73756	2,95025	24,16263	96,65054
8	0,46583	1,86331	24,62846	98,51385

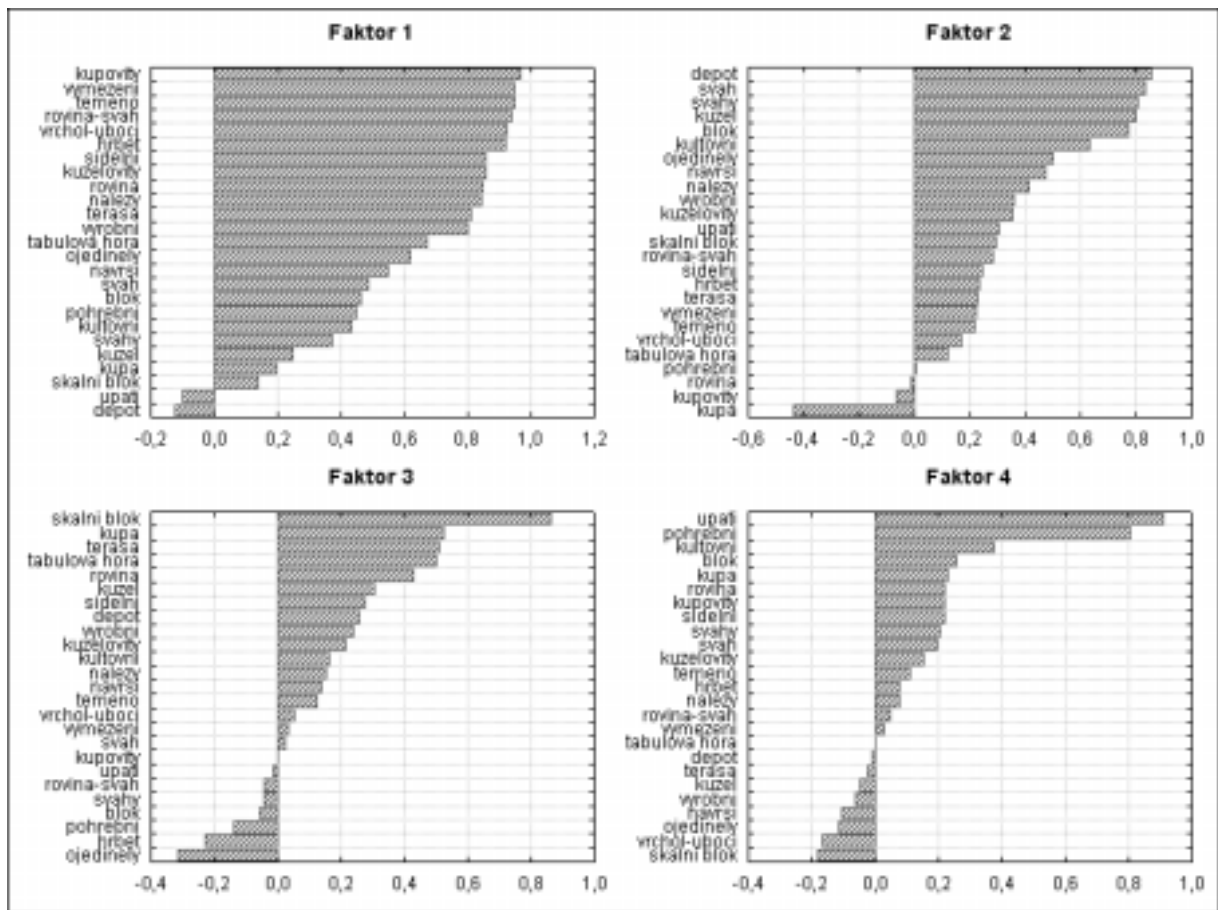
Tab. 3. Matice vlastních čísel.

	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
pohřební	0,44762	0,003096	-0,136956	0,803809
depot	-0,12190	0,851635	0,256870	-0,007168
kultovní	0,43382	0,628785	0,161771	0,377344
vymezení	0,94975	0,223729	0,031192	0,029020
výrobní	0,79859	0,355561	0,239371	-0,061032
sídelní	0,85856	0,242216	0,274978	0,217222
nález	0,84143	0,410475	0,151043	0,075342
ojedinečný	0,61830	0,497890	-0,315639	-0,114785
svah	0,48785	0,831369	0,023100	0,194733
rovina	0,84631	-0,013242	0,429562	0,219618
rovina-svah	0,93587	0,282562	-0,041512	0,047974
vrchol-úbočí	0,92174	0,168055	0,049999	-0,167384
temeno	0,94938	0,214542	0,125726	0,109903
terasa	0,81138	0,225695	0,509412	-0,023014
svahy	0,37111	0,802439	-0,041908	0,204076
úpatí	-0,09837	0,301581	-0,013710	0,908195
kužel	0,24745	0,796538	0,302656	-0,045223
kuželovitý	0,85604	0,350578	0,216519	0,153721
kupa	0,19467	-0,435467	0,523330	0,228603
kupovitý	0,96532	-0,069098	-0,002255	0,219385
hřbet	0,92002	0,234647	-0,226263	0,076821
tabulová hora	0,67293	0,116070	0,501108	0,002066
skalní blok	0,13941	0,290341	0,863588	-0,183072
blok	0,46077	0,771283	-0,057944	0,258902
návří	0,54712	0,473105	0,137759	-0,106245
Výkl.roz	11,75150	5,326771	2,316551	2,098502
Prp.celk	0,47006	0,213071	0,092662	0,083940

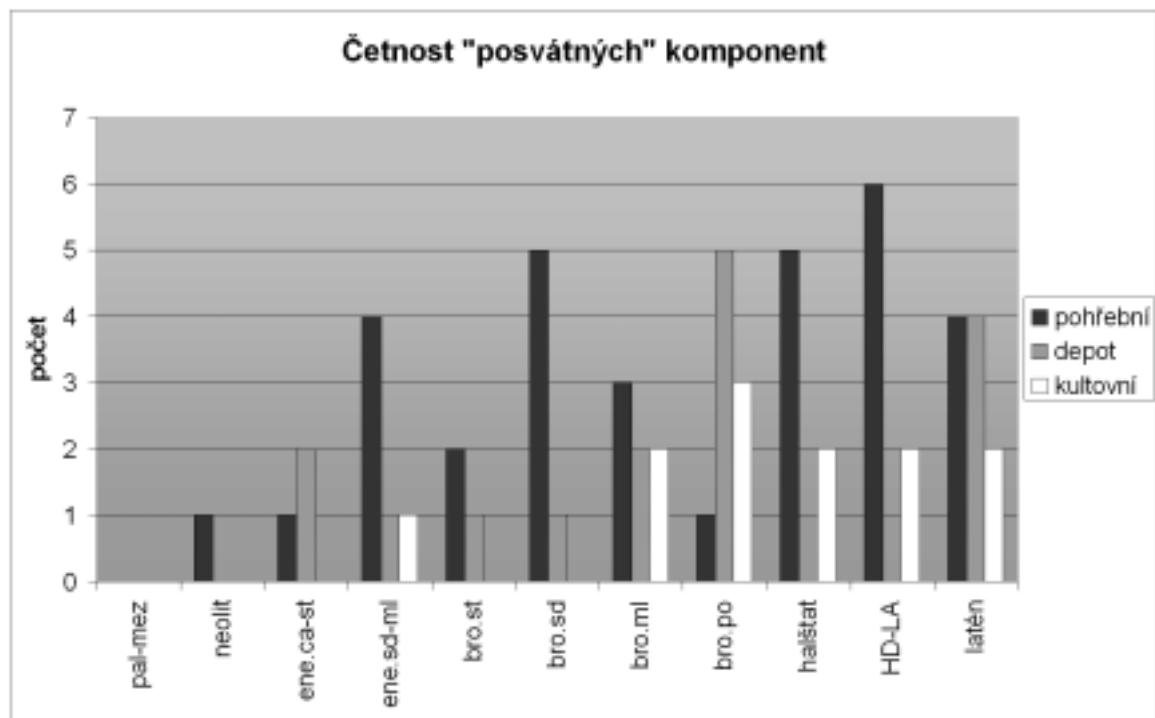
Tab. 4. Matice faktorových koeficientů.

	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
pal-mez	-0,368	-0,360	-1,676	-1,449
neolit	-0,470	-0,298	0,440	-1,237
en.ca-st	-0,599	-0,682	0,340	-0,660
en.sd-ml	-0,183	-0,845	0,296	0,905
bro.st	-0,434	-0,967	0,782	0,109
bro.sd	-0,327	0,000	-0,826	0,169
bro.ml	0,210	0,062	2,032	0,240
bro.po	0,351	1,684	0,253	-0,943
halštat	-0,635	-0,316	-1,038	1,846
HD-LA	2,866	-0,412	-0,459	0,193
latén	-0,412	2,135	-0,143	0,827

Tab. 5. Matice faktorových skóre.



Obr. 1. Sloupcové grafy faktorových koeficientů.



Obr. 2. Sloupcový graf četností „posvátných“ komponent.

Interpretace struktur

V této kapitole podávám pouze stručnou interpretaci zjištěných struktur, doplněnou o důležité informace získané validací. Validace těchto struktur byla provedena na základě srovnání s informacemi obsaženými v původní databázi diplomové práce. Postup validace je popsán v následující kapitole.

Faktor 1 zahrnuje celkem 57,94% celkové variability datového souboru. Tento dominantní faktor charakterizují především vymezené areály (ohrazení, fortifikace) na vrcholech a temenech kupovitých vyvýšenin, hřbetů a kuželovitých vyvýšenin. Hodnoty faktorových skóre spojují tento faktor jednoznačně s obdobím pozdního halštatu až časného laténu (HD-LA). Na základě informací obsažených v databázi lze konstatovat, že tento faktor zahrnuje většinu zaznamenaných pravěkých komponent. Korelace byla ovlivněna způsobem sběru dat, přibližně dvě třetiny počtu vymezených areálů bylo datováno v souvislosti s jinými druhy komponent (např. sídelní, výrobní). Celkově tento faktor souhlasí s předchozími výsledky dosaženými v rámci diplomové práce.

Faktor 2 vyčerpává 12,82% variability daného souboru. Výraznou asociaci zde tvoří depoty na svazích kuželů a nepravidelných vyvýšenin (bloků), dále kultovní komponenty a (ojedinělé) nálezy. Mírnou opozici tvoří vyvýšeniny tvaru kupy. Tento faktor je velmi typický pro období laténu (LB-D) a pozdní dobu bronzovou. Srovnáním s informacemi v databázi bylo zjištěno, že depoty se vyskytují na dané vyvýšenině často samostatně. Kultovní komponenty, ačkoliv velmi málo četné, byly zaznamenány na shodných morfologických typech (v laténu) a na kuželovitých vyvýšeninách a návrších v pozdní době bronzové, opět často samostatně. Také tento faktor jako celek odpovídá předchozím výsledkům diplomové práce.

Faktor 3 zahrnuje 8,52% celkové variability. Tento faktor je nejvíce typický pro skalní bloky. Další vysoké hodnoty faktorových koeficientů mají také kupy, terasy, tabulové hory a rovné terény. Mírnou opozici zde představují ojedinělé nálezy. Z chronologického hlediska je tento faktor velmi typický pro období mladší (mnohem méně starší) doby bronzové, zatímco v silné opozici stojí období pozdního paleolitu a mezolitu, halštatu a střední doby bronzové. Skalní bloky nepatří v mladší době bronzové k nejčastěji zaznamenaným tvarům, spolu s kupami a tabulovými horami představují v tomto období vyvýšeniny, kde byly zaznamenány pouze sídelní a neurčené komponenty (nálezy), a to nejčastěji na rovných plochách.

Faktor 4 vyčerpává již pouze 6,69% celkové variability dat. Faktor zvýrazňuje polohy pohřebních komponent na úpatí kupovitých a nepravidelných vyvýšenin (bloků). Důležitou roli zde hrají také kultovní komponenty. Faktorová skóre naznačují typičnost faktoru pro období halštatu; výraznou opozici tvoří lovecký pravěk, neolit a pozdní doba bronzová. Pohřební komponenty jsou většinou na dané vyvýšenině zaznamenány jako izolované, to znamená jako jediné komponenty daného období. Kultovní komponenty patří do skupiny nejméně četných komponent halštatu. Období eneolitu a laténu však nelze spojit s uvedenými

druhy komponent. Hlavní rysy tohoto faktoru odpovídají zjištěním v rámci diplomové práce.

Validace

V rámci tohoto experimentu disponujeme pouze velmi omezenými možnostmi validace zjištěných struktur. Výsledky vektorové syntézy jistě odpovídají vstupní tabulce dat, avšak pro účely tohoto příspěvku je nutné zjistit, zda odpovídají také datům v původní databázi. Překážku zde tvoří fakt, že numerická data (četnosti komponent) použitá pro vektorovou syntézu netvořila primární hodnoty v původní databázi. Z toho důvodu nebylo možné přiřadit faktorová skóre původním jednotlivým objektům (entitám) v databázi, což představuje jeden z možných postupů validace (Neustupný 2005).

Avšak díky příznivým výsledkům lze každý faktor na základě faktorových skóre přiřadit určitému chronologickému období. Komponenty daného období lze pak sledovat v databázi a touto nepřímou cestou je možné konfrontovat zjištěné faktory s původními daty. Takto byly ověřovány vztahy proměnných, které vytvářely dané faktory. Opět lze však konstatovat pouze aspekt prezenze či absence vztahů určitých proměnných.

Díky tomu, že databáze, ze které vychází také vzorek entit využitých v tomto příspěvku byla již v rámci diplomové práce podrobena exploraci dat pomocí základních statistik, kontingenčních tabulek a jednoduchých statistických testů (test dobré shody), lze nové struktury (faktory) srovnat s předchozími výsledky (Chroustovský 2006, 50–66). Z tohoto hlediska lze konstatovat, že tři ze čtyř zjištěných faktorů (faktory 1, 2, 4) obecně souhlasí s předchozími výsledky.

Závěry

Na tomto místě přistupuji ke shrnutí základních výsledků realizovaného experimentu. Některé ze zjištěných struktur odpovídají počátečním teoretickým předpokladům, navíc však přinášejí konkrétní odpovědi na sledované otázky. Ke konceptu oddělení posvátného od profánního lze přiřadit faktor 2 (depoty artefaktů z pozdní doby bronzové a laténu na svazích kuželů a bloků) a faktor 4 (halštatské pohřební komponenty na úpatích kup a bloků). Oba faktory souvisí s „posvátnými“ druhy aktivit, které byly na daných vyvýšeninách zaznamenány většinou jako jediné (izolované) druhy komponent daného chronologického období. K předpokladu využívání „nepraktických“ svažitých poloh pro vykonávání „nepraktických“ či přímo „posvátných“ aktivit se váže faktor 2 (depoty na svazích vyvýšenin). Koncept asociace „posvátných“ aktivit s výraznými přírodními prvky podporují částečně faktory 2 a 4, neboť poukazují na souvislost „posvátných“ druhů aktivit (depoty, pohřební a kultovní komponenty) s určitými morfologickými druhy vyvýšenin (kužely, bloky, kupy). Otázky ohledně chronologických aspektů „posvátných“ komponent lze zodpovědět opět prostřednictvím faktorů 2 a 4, které vyzdvihly období pozdní doby bronzové, halštatu a laténu. (Dis)kontinuitu

jednotlivých druhů „posvátných“ aktivit můžeme sledovat také prostřednictvím grafu na **obr. 2**, který vychází z **tab. 1**. Obecně lze s nutným ohledem na velmi hrubé měřítko a velmi nízké četnosti konstatovat nárůst vyššího počtu „posvátných“ komponent až od mladší doby bronzové.

Výpovědní hodnota dominantního faktoru 1 (pozdně halštatské až časně laténské vymezené areály na vrcholech a temenech kupovitých vyvýšenin, hřbetů a kuželovitých vyvýšenin) je vzhledem k uvedeným teoretickým předpokladům sporná. Také faktor 3 (skalní bloky) není pro řešení zde uvedených otázek relevantní.

Zjištěné struktury byly za velmi omezených možností, avšak přesto validovány prostřednictvím dat v původní databázi. V porovnání s dřívějšími zjištěními v rámci diplomové práce lze uzavřít, že s výjimkou jednoho faktoru nově zjištěné struktury odpovídají výsledkům dosaženým na větším souboru dat. Je zřejmé, že kvalita výsledků vždy závisí především na kvalitě vstupních dat, která je však ovlivněna řadou různých faktorů. V rovině interpretace také nelze opomíjet fakt, že korelace mezi proměnnými nemusejí znamenat příčinné vztahy. Presentované výsledky je proto nutné nahlížet z těchto hledisek.

Přestože v tomto příspěvku prezentuji spíše experiment, než-li standardní, běžně užívaný postup matematické syntézy dat, je velmi příznivé, že mohu konstatovat určitá pozitiva vzhledem k dosaženým výsledkům. Předně je potěšující, že použitá metoda vedla k určitým odpovědím na teoretické otázky, které jsem s její pomocí řešil. Dále se tato metoda ukázala jako efektivní a především rychlý nástroj při exploraci dat. V kontrastu s obtížnější orientací ve větším počtu kontingenčních tabulek v rámci diplomové práce. Za určitou nevýhodu lze považovat malý počet objektů vstupní datové tabulky, při větším počtu objektů by bylo možné získané řešení považovat za spolehlivější. Pro bližší vymezení možností, limitů, předností a nevýhod tohoto druhu řešení je však nutné další experimentování a také srovnávání s výsledky dosaženými jinými metodami.

Poděkování

Moje poděkování patří zejména E. Neustupnému, neboť prezentovaný postup překonání nominality dat pochází z jeho inspirace, experimentů a zkušeností. Dále děkuji E. Neustupnému za komentář k tomuto textu. Děkuji také J. Johnovi, který mne uvedl do problematiky praktické realizace vektorové syntézy v softwaru Statistica.

Literatura

- Bradley, R. 2000: *An Archaeology of Natural Places*. London – New York: Routledge.
- Carmichael, D. L. et al. 1998: *Sacred Sites, Sacred Places*. *One World Archaeology* 23, London – New York: Routledge.

- Dufková, M. 1999: Hora a jeskyně ve starověkých pramenech, *Archeologické rozhledy* 51, 457–467.
- Durkheim, E. 2002: *Elementární formy náboženského života. Systém totemismu v Austrálii.* Praha: Oikúmené.
- Eliade, M. 2006: *Posvátné a profánní.* Praha: Oikúmené.
- Hendl, J. 2004: *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat.* Praha: Portál.
- Chroustovský, L. 2006: *Posvátné hory českého pravěku.* Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. Nepublikovaná diplomová práce.
- Matoušek, V. 1999: Hora a jeskyně. Příspěvek ke studiu vývoje vztahu člověka a jeho přírodního prostředí ve střední Evropě od neolitu do raného středověku, *Archeologické rozhledy* 51, 441–455.
- Neustupný, E. 1998a: Structures and events: the theoretical basis of spatial archaeology. In: E. Neustupný (ed.), *Space in Prehistoric Bohemia*, Praha: Archeologický ústav AV ČR, 9–44.
- Neustupný, E. 1998b: Otherness in prehistoric times. In: L. Larsson, *The World View of Prehistoric Man*, Lund: The University, 65–71.
- Neustupný, E. 2005: Syntéza struktur formalizovanými metodami – vektorová syntéza. In: E. Neustupný – J. John (eds.), *Příspěvky k archeologii 2*, Plzeň: Katedra archeologie FF ZČU v Plzni, 127–152.
- Podborský, V. 2000: „Genius loci“ pravěkých a raně středověkých ceremoniálních center, *Památky archeologické, Supplementum* 13, 355–360.
- Tilly, Ch. 1994: *A Phenomenology of Landscape. Places, Paths and Monuments.* Oxford: Berg.

Summary

Contingency tables and vector synthesis. A contribution on the potential of nominal data transformation and its subsequent mathematical analysis

Introduction and the main goals

This contribution deals with possible transformations of a large nominal data set to a numerical data set available for synthesis by multidimensional mathematical methods. The main goal lies in presenting experience gained during realization of an experiment, when vector synthesis (principal component analysis) was applied to explore a large nominal data set gathered within my diploma thesis. This thesis, called “Sacred Mountains in Czech Prehistory” (Chroustovský 2006), dealt with the potential for studying prehistoric activities evidenced on the elevations to the phenomenon of sacred mountains, and to the sacred world of otherness in general.

Case study: Relationship between prehistoric activities performed on elevations and the sacred world of otherness

Theoretical assumptions and questions

In line with numerous anthropological, ethnological and religious literature dedicated to the phenomenon of sacred mountains, I suppose performance of activities connected with the sacred sphere of the world of otherness on mountain surfaces. Firstly, it was necessary to distinguish the basic kinds of activities: funeral activities, votive deposits (hoards) and ritual activities, delineated and so called “fortified” areas, production activities, settlement and unspecified activities (here – isolated finds or finds). I expect a direct relation with the sacred sphere for the first three kinds of activities, a possible relation can be expected for delineated areas and production activities, a neutral character is assumed for settlement activities and any closer relation can be expected for unspecified activities.

According to the conception of separation of the sacred and profane world (e.g. Durkheim 2002, 45-50; Eliade 2006), we can assume some kind of spatial separation of “sacred” activities from the others. We can imagine separation by the isolated location on the mountain surface (as opposed to the activities outside the mountain surface) or by location in the specific area of the mountain surface. Further, I take the fact of a non-practical location to be specific for non-practical “sacred” activities (e.g. sloped surface). We can expect also some spatial association with landmarks or unusual natural features. Mountains can be considered as such landmarks due to their landscape dominance and specific shapes. Some kinds of sacred places are often characterised by longterm continuity in “sacred” activities performance.

All the above-mentioned assumptions led to the following questions: What kinds of activities were performed on the mountain surface? Were there any “sacred” activities that were separated from the others? Were there any activities performed on the steep sloping surface? What morphological kinds of mountains were chosen for performance of the different kinds of activities? Was there any continuity in occurrence of “sacred” activities?

Analysis – descriptive system

Only five nominal variables of the descriptive system applied in the diploma thesis are used here. The basic unit of descriptive system used in the primary database was the component. It was defined by five nominal variables: *chronology* (11 categories: Palaeolithic – Mesolithic; Neolithic; Proto – Early Eneolithic, Middle – Late Eneolithic; Early, Middle, Late and Final Bronze Age; Hallstatt period; Late Hallstatt – La Tène A; La Tène B-D), *activity character* (8 categories: funeral activities, hoards, ritual activities, delineated areas, production activities, settlement activities, and uninterpreted finds and isolated finds), *activity location* (5 categories: summit, head, terrace, hillside, bottom), *slope gradient* (3 categories: slope, even ground, even ground – slope), *elevation morphology* (9 categories: conical hill, irregularly conical hill, rounded hill, irregularly rounded hill, ridge, table mountain/mesa, rock massif,

irregular-shaped elevation, low hill).

Methods of structure synthesis

The formalized structure synthesis was performed by multidimensional vector synthesis (concretely by principal component analysis). This mathematical method requires a data set, that consists of real numbers, and does not contain missing values or so called “false zeros” (Neustupný 2005). The nominal character of primary data can be modified by contingency/frequency tables, so that real numbers (absolute frequencies) are obtained. However, a contingency table can express only the relation of two variables. And that is the point where experiment begins. When two or more contingency tables are combined (connected), we get a new complex table that can be used as entrance data matrix for vector synthesis.

So there were created new kinds of objects, descriptors and values. Objects were represented by the categories of chronology (chronological periods), descriptors were represented by the categories of the other variables (mentioned in the previous chapter, see also Table 1). Values – the real numbers represented absolute frequencies of prehistoric components. This new matrix did not display dichotomic relations (presence – absence) of qualities (descriptors) and entities (objects). The matrix depicted frequencies of prehistoric components, which were dated to particular chronological periods (objects) and described by particular qualities (descriptors). The new descriptors were linearly independent. The only disadvantage of this complex table was a small number of objects.

The mentioned complex matrix was used for computing the correlation coefficients matrix (Table 2). Then, principal component analysis (PCA) was engaged, using the Varimax rotation method. All of these procedures were performed by Statistica 6.0 software.

Results

For the purposes of presented vector synthesis, there were engaged 371 prehistoric components described within 141 elevations. On the basis of eigenvalues (Table 3) retrieved from correlation matrix, there were 4 factors extracted (see Matrix of Varimax rotated factor loadings – Table 4, and Matrix of factor scores – Table 5). These factors explained 85.97% of the variability contained in the correlation matrix. It was also possible to take into account 5 factors, but there would be only 9.86% of unexplained variability.

Interpretation of structures

The dominant factor 1 (57.94% of explained variability) is characterized by delineated areas (enclosures and fortifications) on tops of the rounded hills, ridges and conical hills. This factor can be connected with the Late Halstatt – La Tène A period. Most of the prehistoric components are included in this period.

Factor 2 (12.82% of explained variability) points to association between hoards and steep slopes of conical and irregular-shaped hills and also ritual components are important here. This structure is typical for the Late Bronze Age and La Tène period components. Both kinds

of components were often observed as isolated (there were not any other kinds of contemporary components).

Factor 3 (8.52% of explained variability) is typical for rock massifs and even grounds (and also for settlement components). It can be related to the Late (and also Early) Bronze Age.

Factor 4 (6.69% of explained variability) points out the association of burial components and bottoms of rounded hills and irregular elevations. Ritual components are also important here. This structure is typical for the Hallstatt period, in opposition to the (Pre-)Neolithic, and Final Bronze Age. Burial components were often isolated on the elevation surfaces.

Validation

The possible means of validation of recognized structures were very limited. It is clear, that the structures reflect relations of descriptors in the data matrix. However, for the purpose of validation of this experiment, it was necessary to compare factors with a primary database. On the basis of factor scores it was possible to find particular components involved in extracted factors and to check the relations of descriptors. The recognized structures also fitted well with the previous results of the diploma thesis (results obtained by simple and basic statistics and validated by chi-squared tests).

Conclusions

This contribution was focused on the methodology of transformation of the nominal data to numeric data and the possibilities of the successive mathematical synthesis. It was recognized that the outlined experimental method can be used. Some of the recognized structures relate to the theoretical questions. In particular, factors 2 and 4 represent structures related with “sacred” activities. Further, these structures also contribute to the concept of separation of the sacred from profane activities (hoards, burial and ritual components are often isolated); concept of performance of non-practical “sacred” activities at non-practical locations (hoards on steep slopes); and the concept of the association of “sacred” activities with specific morphological types of mountains. Both factors contributed also to questions of chronology and the continuity of “sacred” activities. The increasing number of “sacred” components was observed from the Late Bronze Age period. (Dis)continuity of particular types of “sacred” components is presented in figure 2.

In spite of the fact, that the outlined method was something of an experiment, it can be concluded, that some interesting results were obtained. However, the potential and limits of this method can be investigated only by its iterative application in the future.

Hodnocení distribuce izolovaných kostí na hřbitově u kostela sv. Ducha ve Všerubech: využití randomizačních metod - Patrik Galeta, Vladimír Sládek, Daniel Sosna, Martin Čechura

Abstrakt

Pochopení prostorové distribuce archeologických bodů zůstává klíčovým prvkem v interpretaci minulých událostí. Účelem prostorových analýz je rozpoznat, zda jsou body uspořádány v prostoru náhodně nebo ve shlucích. Pro testování náhodnosti se tradičně využívají parametrické metody statistické inference. Jejich použití je ale omezeno pouze na několik postupů, u kterých bylo odvozeno algebraické řešení. Cílem tohoto příspěvku je ukázat alternativní přístup k hodnocení prostorové distribuce bodů, který je založen na principu opakovaných výběrů z původních dat - randomizací. Randomizační metody mají univerzální použití a nevyžadují odvozenou statistickou teorii. Nový postup aplikujeme na příkladu pohřebních zvyklostí dětí a dospělých na středověkém hřbitově u kostela sv. Ducha ve Všerubech. Hodnotit budeme náhodnost prostorové distribuce izolovaných kostí.

Understanding the spatial distribution of archaeological points has been a key element of the interpretation of past events. The purpose of spatial analysis is to recognise where the points are arranged in the space randomly or in clusters. Traditionally, randomness is tested using the parametrical methods of statistical interference. However, their application is restricted to only a few procedures where an algebraic solution has been derived. The aim of this contribution is to present an alternative approach to the evaluation of the spatial distribution of points based on the principle of repeated selections from the original data - randomizations. Randomization methods are universally applicable and do not require derived statistical theory. As an example, the new procedure is applied to the burial customs for children and adults in a mediaeval cemetery of the Church of the Holy Ghost at Všeruby. We will evaluate the randomness of the spatial distribution of isolated bones.

Klíčová slova

Prostorová distribuce, randomizační metody, izolované kosti, kostel sv. Ducha, Všeruby
spatial distribution, randomization methods, isolated bones, the Church of the Holy Ghost, Všeruby

Úvod

Prostorová analýza archeologických bodů je důležitým prostředkem poznání archeologických struktur (srov. *Neustupný 1986*). Prostorová distribuce (poloha, vzdálenost) keramických

nádob na sídlišti, kostí a hrobů na pohřebišti či celých sídlišť a pohřebišť jsou záznamem minulých událostí. Rozmístění artefaktů v prostoru je stopou po chování jejich nositelů, o vztazích mezi nositeli nebo o pravidelnostech a omezeních procesů, které prostorové uspořádání artefaktů určovaly (*Voorrips – O'Shea 1987*).

Vstupem do prostorových analýz je datová matice. Řádky tvoří archeologické body (nádoby, kosti, hroby, sídliště apod.). Ve sloupcích jsou souřadnice bodů na dvou či třech osách souřadného systému (osa X, Y, Z). V dalších sloupcích jsou často proměnné, které neurčují polohu bodu v prostoru, ale popisují jeho další vlastnosti (typ nádoby, pohlaví jedince v hrobě apod.). Grafickým zobrazením prostorové distribuce je dvou či trojrozměrný bodový graf, který je rekonstrukcí původní polohy bodů v terénní situaci (viz např. **obr. 5**).

Účelem prostorových analýz je rozpoznat, zda jsou archeologické body uspořádány v prostoru náhodně a neshlukují se (induktivní přístup) nebo zjistit, zda distribuce archeologických bodů odpovídá nějakému teoreticky odvozenému modelu (deduktivní přístup) (*Voorrips – O'Shea 1987*). Náhodnost prostorové distribuce se formálně testuje. Podle výsledků statistického testování lze rozhodnout, zda body opravdu tvoří shluky, nebo se to jen z bodového grafu zdá a podobná prostorová distribuce mohla vzniknout náhodou.

Analýza prostorového uspořádání bodů je v archeologii rozvíjena od 70. let 20. století (*Clarke 1972; Hodder – Orton 1976; Binford 1977; Clarke – Chapman 1978*). V posledních letech souvisel rozvoj prostorových analýz především s dostupností geografických informačních systémů.

Přestože se díky GIS postup analýz zrychlil a zjednodušil, jsou prostorové analýzy v GIS software omezeny na několik modelových situací, u nichž se podařilo matematicky odvodit parametrické řešení (viz dále). Použití parametrických metod má řadu omezujících podmínek, které snižují jejich použitelnost. Omezující podmínky souvisejí především s rozdělením vstupních proměnných, dostatečnou velikostí souboru, náhodností výběru bodů nebo geometrickou jednoduchostí hodnoceného prostoru.

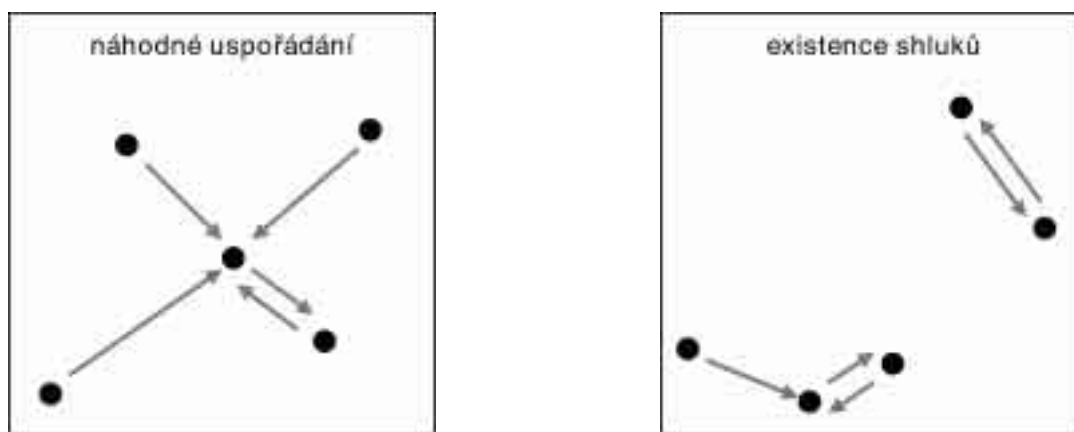
Cílem tohoto příspěvku je ukázat alternativní přístup k hodnocení prostorové distribuce archeologických bodů, který odstraňuje nevýhody parametrických řešení. Nový přístup je založen na principu opakovaných výběrů z původních dat - randomizací. V následujícím textu nejprve srovnáme princip parametrických a randomizačních přístupů hodnocení prostorové distribuce bodů. Poté randomizační metody aplikujeme na prostorové uspořádání izolovaných kostí dětí a dospělých na středověkém a novověkém hřbitově u kostela sv. Ducha ve Všerubech.

Parametrické metody v prostorových analýzách

Princip parametrických metod vysvětlíme na příkladu jedné z nejčastěji používaných parametrických metod prostorové distribuce bodů: metodě nejbližšího souseda.

Metoda nejbližšího souseda

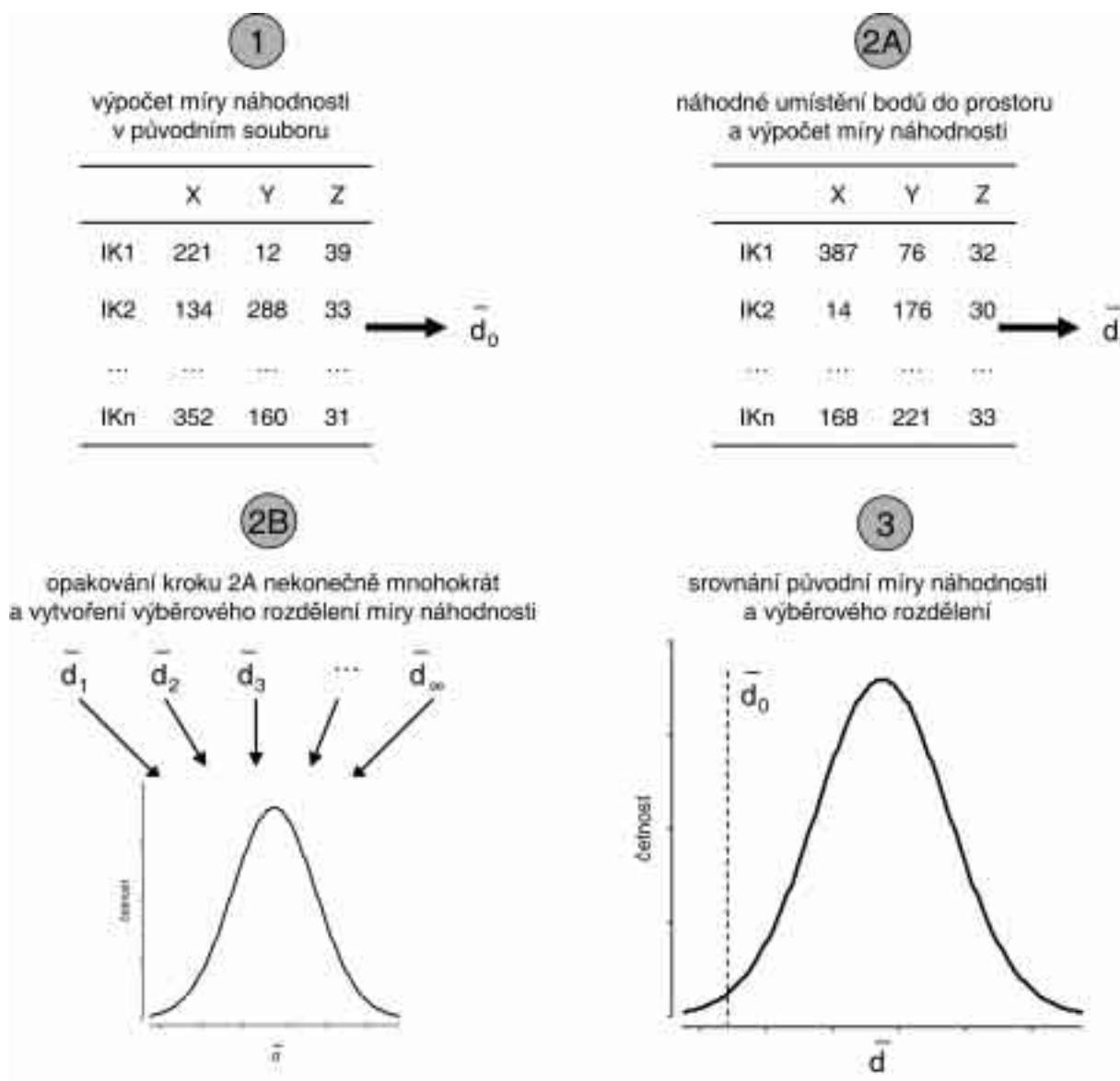
Podstata metody nejbližšího souseda (*the nearest neighbor method*) je naznačena v **obr. 1**. V levé části obrázku je pět bodů uspořádáno náhodně, v pravé části je pět bodů uspořádáno do dvou shluků. V obou částech je každý bod spojen šipkou se svým nejbližším sousedem, tj. bodem, ke kterému má nejmenší přímou (Euklidovskou) vzdálenost. Jestliže jsou body rozmístěny nenáhodně ve shlucích, je většina vzdáleností k nejbližšímu sousedu „malá“ a „malý“ bude i průměr těchto vzdáleností. Naopak, pro náhodné uspořádání dosahují jednotlivé vzdálenosti i průměr nejbližších vzdáleností „velkých“ hodnot. Rozhodnutí, která hodnota průměru je „malá“ a „velká“ závisí na výsledku statistického testování (viz dále).



Obr. 1. Příklad prostorové distribuce pěti bodů. Vlevo náhodné uspořádání, vpravo uspořádání ve shlucích.

Obecný postup hodnocení náhodnosti prostorového uspořádání bodů parametrickými metodami má tři kroky. Postup je pro všechny parametrické analýzy stejný a vysvětlíme ho na příkladu metody nejbližšího souseda (viz **obr. 2**).

Budeme předpokládat, že máme soubor n bodů v prostoru A . Označme d_i Euklidovskou vzdálenost bodu i k jeho nejbližšímu sousedu a \bar{d} průměr vzdáleností všech bodů na ploše A ke svým nejbližším sousedům ($\bar{d} = \sum_{i=1}^n d_i / n$).



Obr. 2. Postup hodnocení náhodnosti prostorové distribuce parametrickou metodou. IK1 až IKn jsou i -tý až n -tý bod v prostoru, X, Y a Z jsou souřadnice v 3D prostoru měřené v cm, \bar{d}_0 (resp. \bar{d}_i) je průměr n vzdáleností k nejbližšímu sousedu v původním souboru (resp. i -té iteraci, $i = 1, \dots, \infty$).

KROK (1) Výpočet míry náhodnosti v souboru vlastních dat

Mírou náhodnosti v původním souboru n bodů v prostoru A je průměr n Euklidovských vzdáleností všech bodů ke svým nejbližším sousedům. Průměr vzdáleností budeme značit \bar{d}_0 a vypočítáme ho podle vztahu $\bar{d}_0 = \sum_{i=1}^n d_i / n$.

KROK (2) Vytvoření výběrového rozdělení míry náhodnosti

Uvažme případ, že bychom shromáždili všechna možná náhodná uspořádání n bodů na ploše A . U každého prostorového uspořádání bychom vypočítali míru náhodnosti, tj.

průměrnou vzdálenost k nejbližšímu sousedu (\bar{d}_i , $i = 1, 2, \dots, n$). Lze teoreticky odvodit, že bychom touto konstrukcí získali při dostatečně velkých n normální rozdělení měr náhodnosti s průměrem $E(\bar{d})$ a rozptylem $\text{var}(\bar{d})$. Výběrové rozdělení tedy popisuje chování průměru \bar{d} u náhodných uspořádáních. Jinými slovy, výběrovým rozdělením získáváme informaci o tom, jaké všechny možné hodnoty může mít míra náhodnosti \bar{d} v případech, u kterých je na ploše A náhodně rozmístěno n bodů.

$E(\bar{d})$ zároveň představuje populační průměr míry náhodnosti. Jedná se o průměr nekonečně mnoha průměrů n Euklidovských vzdáleností k nejbližšímu sousedu, který bychom vypočítali z nekonečně mnoha náhodných uspořádání n bodů na dané ploše. $E(\bar{d})$ se vypočítá podle vzorce $E(\bar{d}) = 0,5\sqrt{A/n}$. $\text{var}(\bar{d})$ je populační rozptyl míry náhodnosti a je pro něj odvozen vztah $\text{var}(\bar{d}) = (4 - \pi)A/4n^2\pi$ (Clark – Evans 1954; Hodder – Orton 1976; Baxter 2003).

KROK (3) Srovnání vlastní hodnoty míry náhodnosti s výběrovým rozdělením

Pokud jsou body v našem souboru uspořádány ve shlucích, bude průměr vzdáleností vypočítaný z vlastních dat (\bar{d}_0) představovat v teoreticky odvozeném výběrovém rozdělení extrémní hodnotu. Je tomu tak proto, že výběrové rozdělení bylo vystavěno na principu náhodného rozmístění bodů a popisuje tedy rozdělení míry náhodnosti \bar{d} u náhodných uspořádání. Za extrémní se ve výběrovém rozdělení obvykle považují hodnoty, které leží mezi 5 % nejmenších hodnot rozdělení (jednostranný test na 5% hladině významnosti).

Prakticky se při dostatečně velkých n testuje pomocí z -skóre, $z = (\bar{d}_0 - E(\bar{d})) / \sqrt{\text{var}(\bar{d})}$.

Pokud je hodnota z -skóre menší než -1,645 (5% kvantil standardizovaného normálního rozdělení), můžeme s 95% jistotou říci, že body v našem příkladě nejsou uspořádány náhodně a tvoří shluky. Naopak, pokud je z -skóre větší než -1,645, jsou body s 95% spolehlivostí uspořádány náhodně. Chceme-li pracovat s větší nebo menší jistotou, měníme pouze hodnotu kvantilu standardizovaného normálního rozdělení, se kterou z -skóre srovnáváme. Hodnoty kvantilů jsou uvedeny ve statistických tabulkách (např. (Shennan 1997; Zar 1999).

V souvislosti s metodou nejbližšího souseda se často počítá index R (Clark-Evans statistics). Index R je, podobně jako průměr \bar{d}_0 , mírou odchylky pozorované prostorové distribuce od náhodného uspořádání. Vypočítá se jako poměr pozorované a očekávané průměrné vzdálenosti nejbližšího souseda, $R = \bar{d}_0 / E(\bar{d})$. Index R může nabývat hodnot od 0 do 2,15.

Hodnoty R blízko jedné odpovídají náhodnému uspořádání bodů, hodnoty menší než jedna naznačují existenci shluků a hodnoty větší než jedna naznačují pravidelné uspořádání bodů v prostoru (Clark – Evans 1954; Hodder – Orton 1976; Baxter 2003; Kuna 2004). Statistická významnost indexu R se testuje pomocí stejného z -skóre jako významnost průměru \bar{d}_0 (viz výše). Testuje se vlastně, zda-li je pozorovaná hodnota \bar{d}_0 statisticky významně odlišná od očekávané hodnoty $E(\bar{d})$.

Další parametrické metody

Dalšími často používanými parametrickými způsoby hodnocení náhodnosti prostorové distribuce bodů jsou metoda četnosti bodů ve čtvercích (*quadrat-density methods*) a metoda prostorových autokorelací (*spatial autocorrelation method*). Společně s metodou nejbližšího souseda jsou obě metody implementovány také v GIS software ArcGIS 9.0.

Principem metody četnosti bodů ve čtvercích je rozdělení dané plochy do k čtverců stejné velikosti. V každém ze čtverců se spočítá počet bodů (krok 1). Očekávaný počet čtverců obsahujících 0, 1, 2, ..., n bodů je u náhodného upořádání určen Poissonovým rozdělením (krok 2). Formální srovnání pozorované a očekávané četnosti čtverců s 0, 1, 2, ..., n body se provádí testem dobré shody. Rozhodovacím kritériem je χ^2 , který má Pearsonovo rozdělení s $k - 1$ stupni volnosti (krok 3) (Hodder – Orton 1976).

Alternativním postupem metody četnosti bodů je výpočet poměru rozptylu (V) a průměru (m) počtu bodů v k čtvercích. Poměr V/m má hodnotu 1 u náhodných uspořádání. Pro pravidelné uspořádání jsou charakteristické nízké hodnoty rozptylu a hodnoty poměru menší než jedna. V případě shluků se budou počty bodů v jednotlivých čtvercích výrazně odlišovat, rozptyl bude mít vysoké hodnoty a hodnoty poměru budou větší než jedna. Test významnosti odchylky od náhodného uspořádání se provede srovnáním tzv. indexu disperze, $V(k - 1)/m$, se statistikou χ^2 s $k - 1$ stupni volnosti (Hodder – Orton 1976; Kuna 2004).

Metoda prostorových autokorelací se používá v případech, ve kterých jsou vlastnosti bodů ovlivněny jejich polohou v prostoru. Data jsou prostorově kladně autokorelována, pokud body, které jsou v prostoru blízko sebe, mají podobné vlastnosti (Baxter 2003). Mírou prostorové autokorelace je většinou Moranovo I (Moran 1950) nebo Gearovo c (Geary 1954) (krok 1). Bylo odvozeno, že výběrové rozdělení obou měr náhodnosti je normální s průměrem $E(I)$ (resp. $E(c)$) a rozptylem $\text{var}(I)$ (resp. $\text{var}(c)$) (krok 2). Formální rozhodnutí o zamítnutí nulové hypotézy náhodnosti distribuce se provádí z-testem, podobně jako u metody nejbližšího souseda (krok 3) (podrobněji (Baxter 2003)).

Randomizační metody v prostorových analýzách

Jak jsme uvedli, randomizační metody jsou alternativním přístupem k hodnocení prostorové distribuce archeologických bodů. Jedná se o metody statistického usuzování (tj. metody testování hypotéz a konstrukce intervalů spolehlivosti), které jsou založeny na náhodném vybírání velkého množství souborů ze vstupních dat. Randomizační metody lze aplikovat především v případech, ve kterých je použití parametrického řešení statistického usuzování početně obtížné nebo není odvozeno.

Randomizační metody (např. metody Monte Carlo, bootstrap, jackknife) se v 90. let 20. století prosadily především v biologických oborech (Manly 1991; Efron – Tibshirani 1993). V archeologii se dosud využívaly spíše výjimečně (Baxter 2003) (srovnej ale např. Ringrose

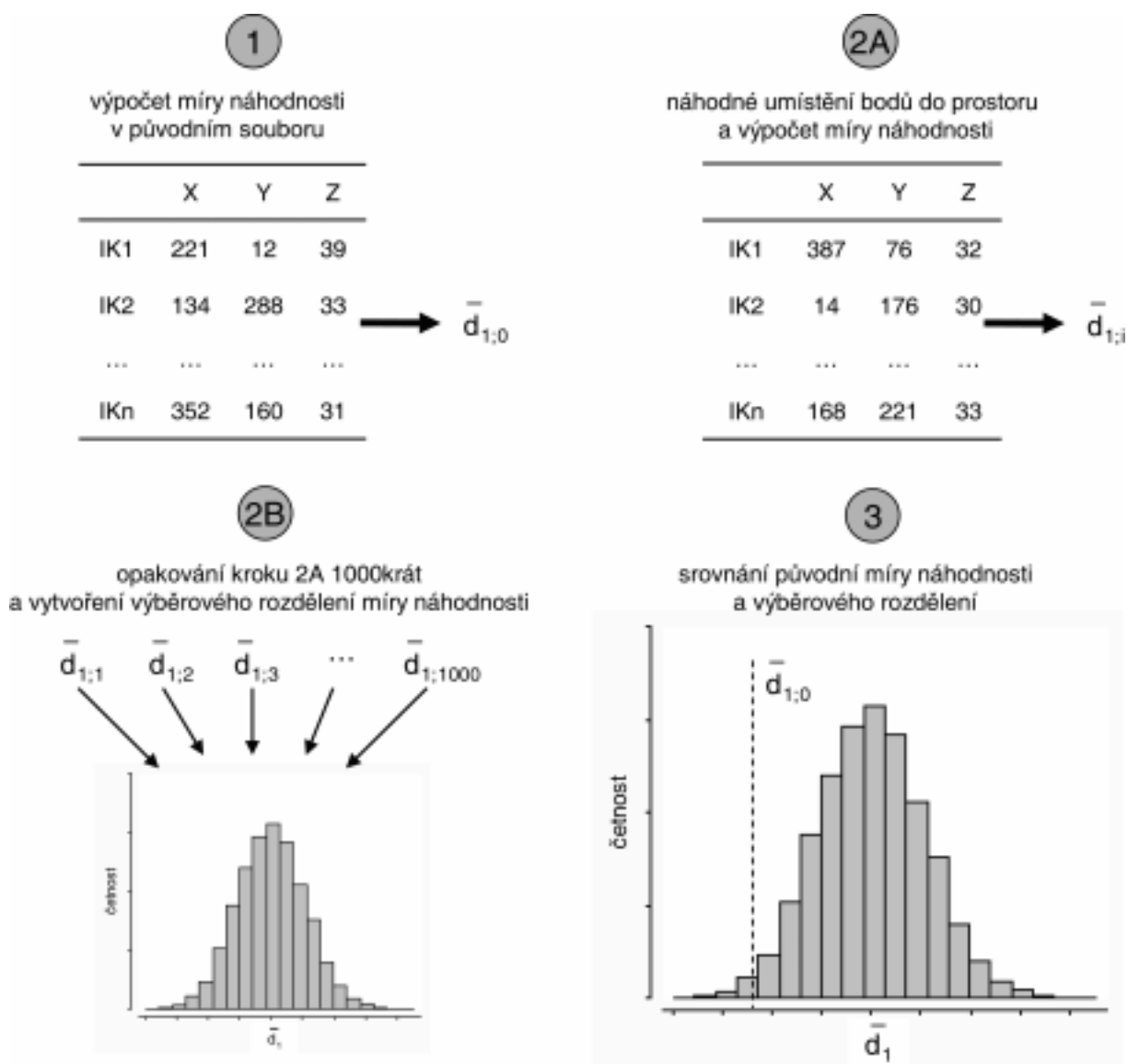
1992; Manly 1996; Drennan – Peterson 2004).

Princip randomizačních metod ukážeme nejprve obecně na příkladu metody k -tého nejbližšího souseda a poté jej budeme aplikovat na příkladu prostorové distribuce izolovaných kostí na středověkém a novověkém hřbitově ve Všerubech.

Metoda k -tého nejbližšího souseda

Princip metody k -tého nejbližšího souseda (*the k -th nearest neighbor method*) je obdobný jako u parametrické metody nejbližšího souseda (*obr. 1*). Uspořádání bodů ve shlucích má významně nižší průměr vzdáleností ke k -tému nejbližšímu sousedu než náhodné uspořádání bodů. Oproti parametrické metodě nejbližšího souseda, tak jak je implementována v software ArcGIS 9.0, má randomizační postup několik výhod. Randomizační metoda není omezena pouze na analýzu vzdálenosti k prvnímu nejbližšímu sousedu, ale i na vzdálenosti ke druhému, třetímu a dalším nejbližším sousedům. Randomizační metody také nezakreslují původní prostorové rozmístění izolovaných kostí v terénu v tom ohledu, že vzdálenost lze hodnotit v 3D prostoru.

Postup hodnocení náhodnosti uspořádání bodů randomizačními metodami lze, podobně jako u parametrických metod, obecně rozdělit do třech kroků.



Obr. 3. Postup hodnocení náhodnosti prostorové distribuce randomizační metodou. IK1 až IKn jsou i -tý až n -tý bod v prostoru, X, Y a Z jsou souřadnice v 3D prostoru měřené v cm, $\bar{d}_{1,0}$ (resp. $\bar{d}_{1,i}$) je průměr n vzdáleností k prvnímu nejbližšímu sousedu v původním souboru (resp. i -té iteraci, $i = 0, \dots, 1000$).

KROK (1) Výpočet míry náhodnosti na vlastních datech

Míru náhodnosti lze oproti parametrickým metodám zvolit libovolně. V našem příkladě jsou mírami náhodnosti průměry n Euklidovských vzdáleností n bodů k 1, 2, 3 až $n-1$ nejbližšímu sousedu ($\bar{d}_{1,0}$, $\bar{d}_{2,0}$, $\bar{d}_{3,0}$, ..., $\bar{d}_{n-1,0}$). Euklidovskou vzdálenost je počítána v trojrozměrném prostoru, tj. ze souřadnic na ose X, Y a Z.

Protože pro všechny sousedy k -tého řádu je postup analýzy stejný, budeme se dále věnovat pouze prvnímu nejbližšímu sousedu.

KROK (2) Vytvoření randomizačního rozdělení míry náhodnosti

Právě způsob konstrukce výběrového rozdělení míry náhodnosti je předností randomizačních metod. Vytvoření výběrového rozdělení míry náhodnosti vyžaduje opakované vytvoření nových prostorových uspořádání bodů. Nejčastější počet opakování (iterací) je 500, 1 000, 5 000 nebo 10 000.

Každý nový soubor vznikne tak, že do původního prostoru A náhodně umístíme n bodů. To znamená, že ke každému bodu náhodně vybereme hodnotu souřadnice na ose X, Y, popř. Z. V každém novém souboru spočítáme míru náhodnosti, tj. průměr vzdáleností k prvnímu nejbližšímu sousedu ($\bar{d}_{1,i}$). Rozdělení průměrů jednotlivých iterací je výběrovým rozdělením míry náhodnosti.

Protože nová prostorová umístění vznikají v jednotlivých iteracích náhodným umísťováním bodů (resp. randomizací jejich polohy), označuje se výběrové rozdělení míry náhodnosti u randomizačních metod jako randomizační rozdělení (*Manly 1991*).

KROK (3) Srovnání vlastní hodnoty míry náhodnosti s randomizačním rozdělením

Rozdělení, které jsme vytvořili v kroku 2, popisuje očekávané chování míry náhodnosti v případech, ve kterých jsou body náhodně umístěny v prostoru.

Pokud jsou body v našem originálním souboru uspořádány ve shlcích, bude průměr $\bar{d}_{1,0}$ vypočítaný z původního souboru v tomto rozdělení netypickou hodnotou a bude ležet mezi extrémními hodnotami rozdělení. Za extrémní se obvykle považuje hodnota $\bar{d}_{1,0}$, která je menší než 5% nejmenších hodnot rozdělení (test na 5% hladině významnosti). Například u 1 000 iterací je extrémní ta hodnota $\bar{d}_{1,0}$, která je menší než padesátá nejmenší hodnota randomizačního rozdělení.

Prostorová distribuce izolovaných kostí na hřbitově ve Všerubech

Randomizační metody nyní aplikujeme na prostorovou distribuci izolovaných kostí na hřbitově u kostela sv. Ducha ve Všerubech (13°13'45,0"E, 49°50'34,0"N, 15 km severozápadně od Plzně).

Lokalita Všeruby

Na místě zaniklého středověkého a novověkého hřbitova ve Všerubech probíhá od roku 2002 antropologický a archeologický výzkum, který je řešen v rámci projektu *Metody výzkumu kosterních pohřebišť* Laboratoře biologické antropologie Fakulty filozofické Západočeské univerzity v Plzni (Vladimír Sládek). Projekt je zároveň předstihovým záchranným výzkumem Oddělení záchranných archeologických výzkumů Západočeského muzea v Plzni (Martin Čechura).

Výzkumná sonda o velikosti 7×7 m je umístěna podél severní strany presbytáře a východní strany věže (*obr. 4*). Během sezón 2002-2005 jsme z pohřebního horizontu hřbitova získali soubor tafonomických a prostorových dat koster dětí a dospělých jedinců. Nová metoda terénní antropologie kosterních nálezů (Sládek – Galeta – Sosna – Čechura – Friedl 2006) nám dovoluje získat dříve opomíjené údaje o charakteru prostorových transformací nalezených kosterní součástí a detailně rekonstruovat pohřební zvyklosti zkoumané skupiny.



Obr. 4. Sonda na lokalitě u kostela sv. Ducha, Všeruby. Vzadu východní strana věže kostela, vlevo severní stěna presbytáře.

Prostorové rozmístění pohřbů dětí a dospělých jedinců

Jedna z výzkumných otázek projektu ve Všerubech souvisí s prostorovým rozmístěním pohřbů dětí a dospělých jedinců. Předpokládáme, že pohřby dětí a dospělých byly na hřbitově umístovány buď podle kritéria příbuznosti nebo podle kritéria věku. Pro obě varianty bude charakteristické jiné prostorové rozmístění pohřbů. Očekáváme, že pokud bylo hlavním kritériem pro umístění nových pohřbů příbuzenství, budou pohřby dětí a dospělých rozmístěny na hřbitově náhodně. Naopak, v případě platnosti kritéria věku předpokládáme, že děti byly pohřbívány v jiné části hřbitova než dospělí a na hřbitově budeme nalézat shluky dětských pohřbů a shluky pohřbů dospělých jedinců.

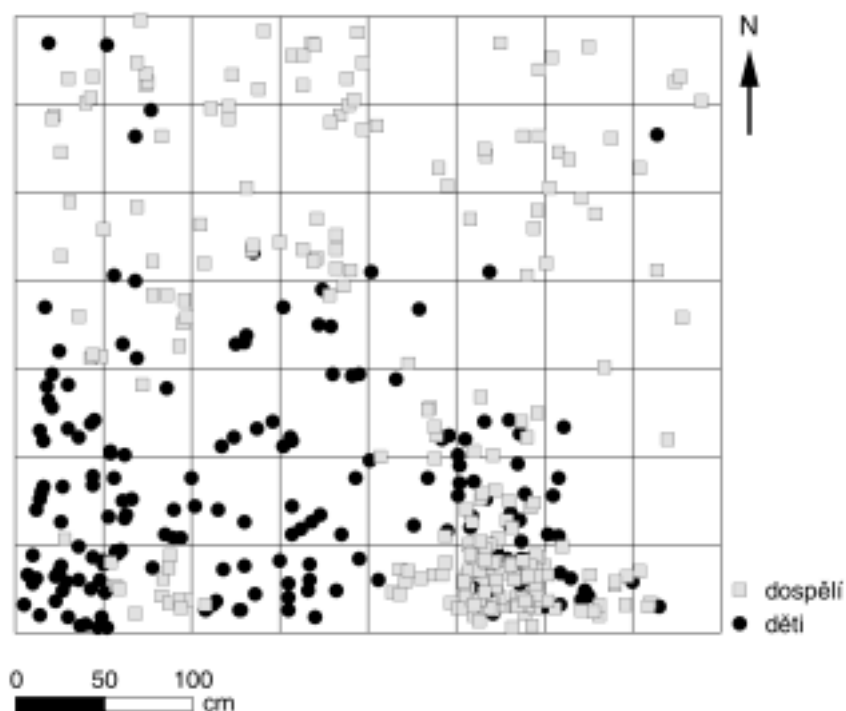
Prostorová distribuce izolovaných kostí

Prostorovou distribuci pohřbů podle věku nebudeme v tomto příspěvku hodnotit prostřednictvím analýzy celých pohřbů. Jako vstupní data použijeme prostorové informace izolovaných kostí. Pod pojmem izolovaná kost rozumíme lidskou kost, která nebyla nalezena v anatomické souvislosti s žádnou jinou lidskou kostí.

Izolované kosti jsou rozptýlené pozůstatky předchozích pohřbů (lidských koster), které byly narušeny novou pohřební či jinou aktivitou. V částech hřbitova, které byly výrazně narušeny pozdějšími zásahy, reprezentují izolované kosti většinu dochovaných informací o minulých událostech.

V analýze předpokládáme, že prostorová distribuce izolovaných kostí odpovídá prostorové distribuci pohřbů. To znamená, že v místech, kde byly pohřbívány děti (dospělí) bude převaha dětských (dospělých) izolovaných kostí.

K analýze jsme použili 190 dětských a 247 dospělých izolovaných kostí zaměřených v 3D během sezón 2003 až 2005 (*obr. 5*). Za dětské izolované kosti jsme považovali kosti, které jsou pozůstatky jedinců s neukončeným růstem. Izolované kosti pocházejí z plochy o velikosti 400 × 350 cm a vrstvy 30–40 cm pod nulovou hladinou výzkumu. Plocha sousedí se severní stěnou presbytáře a východní stěnou věže kostela. Většina izolovaných kostí představuje zlomky kostí. Laboratorní zpracování a odhad věku provedli u kostí z let 2003 a 2004 Erika Průchová (*Průchová – Sládek – Galeta – Čechura 2006*) a u kostí ze sezóny 2005 studenti druhého ročníku magisterského oboru Antropologie populací minulosti Západočeské univerzity v Plzni.



Náhodnost prostorové distribuce izolovaných kostí dětí a dospělých

Randomizační metodou budeme testovat nulovou hypotézu H_0 : Děti nebyli na hřbitově ve Všerubech pohřbíváni podle kritéria věku. Prostorové rozložení izolovaných kostí dětí je náhodné, izolované kosti dětí netvoří shluky. Obdobnou nulovou hypotézu budeme testovat také pro dospělé jedince.

KROK (1) Výpočet míry

Za míry náhodnosti jsme zvolili průměr vzdálenosti k prvnímu až patnáctému nejbližšímu sousedu ($\bar{d}_{1,0}$ až $\bar{d}_{15,0}$). Hodnoty měr pro děti a dospělé jsou uvedeny v **tab. 1**. Oproti parametrickým metodám jsme se neomezili pouze na analýzu prvního nejbližšího souseda a na výpočet vzdálenosti ve dvourozměrném prostoru. Místo toho jsme hodnocení rozšířili i o další nejbližší sousedy a polohu bodů jsme zahrnutím souřadnice Z sledovali ve trojrozměrném prostoru.

	průměr [cm]	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	d ₈	d ₉	d ₁₀	d ₁₁	d ₁₂	d ₁₃	d ₁₄	d ₁₅
děti	Všeruby	10,1	14,8	18,8	22,3	25,3	27,8	30,1	32,5	34,4	35,9	37,7	39,4	40,9	42,3	43,8
	L _{1%}	13,5	20,4	25,7	30,2	34,2	37,9	41,0	44,3	47,2	50,0	52,8	55,5	58,1	60,4	62,8
	L _{100%}	16,3	23,7	29,2	34,3	38,3	42,0	45,8	49,4	52,8	55,9	58,8	61,7	64,6	67,0	69,8
dospělí	Všeruby	8,6	12,6	16,0	18,8	21,1	23,5	25,6	27,5	29,5	31,3	33,2	35,1	38,3	42,8	45,1
	L _{1%}	12,1	18,0	22,6	26,5	30,0	33,1	36,1	38,7	41,4	43,8	46,3	48,4	50,7	52,8	54,9
	L _{100%}	14,2	20,4	25,7	29,6	33,2	36,4	39,3	42,4	45,3	47,7	50,5	53,5	55,6	57,9	60,2

Tab. 1. Průměr vzdálenosti k 1. až 15. nejbližšímu sousedu u souboru dětí a dospělých (průměr d_1 až d_{15}). V řádku Všeruby jsou údaje pro původní soubor, hodnoty v řádcích $L_{1\%}$ a $L_{100\%}$ vymezují 99 % ((100-1) %) nejvyšších hodnot průměrů získaných iteracemi ve druhém kroku analýzy.

KROK (2) Vytvoření randomizačního rozdělení

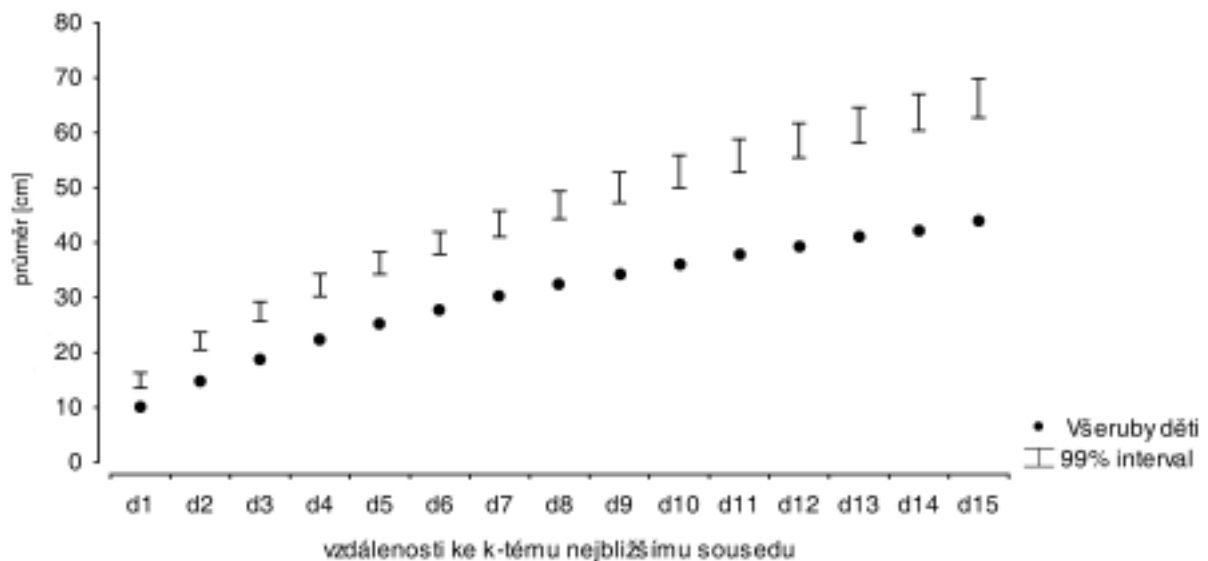
Randomizační rozdělení měr náhodnosti jsme vytvořili na základě 1 000 iterací. U každé iterace jsme do původní plochy náhodně umístili 190 dětských izolovaných kostí. To znamená, že u každé kosti jsme náhodně vybrali její souřadnici na ose X z intervalu 0-400 cm, na ose Y z intervalu 0-350 cm a na ose Z z intervalu 30-40 cm. V každém opakování jsme spočítali průměr vzdálenosti k prvnímu až patnáctému nejbližšímu sousedu. Randomizační rozdělení popisuje jaké hodnoty měr náhodnosti \bar{d}_1 až \bar{d}_{15} můžeme očekávat v případě

náhodného umístění 190 dětských izolovaných kostí v prostoru o velikosti $400 \times 350 \times 10$ cm.

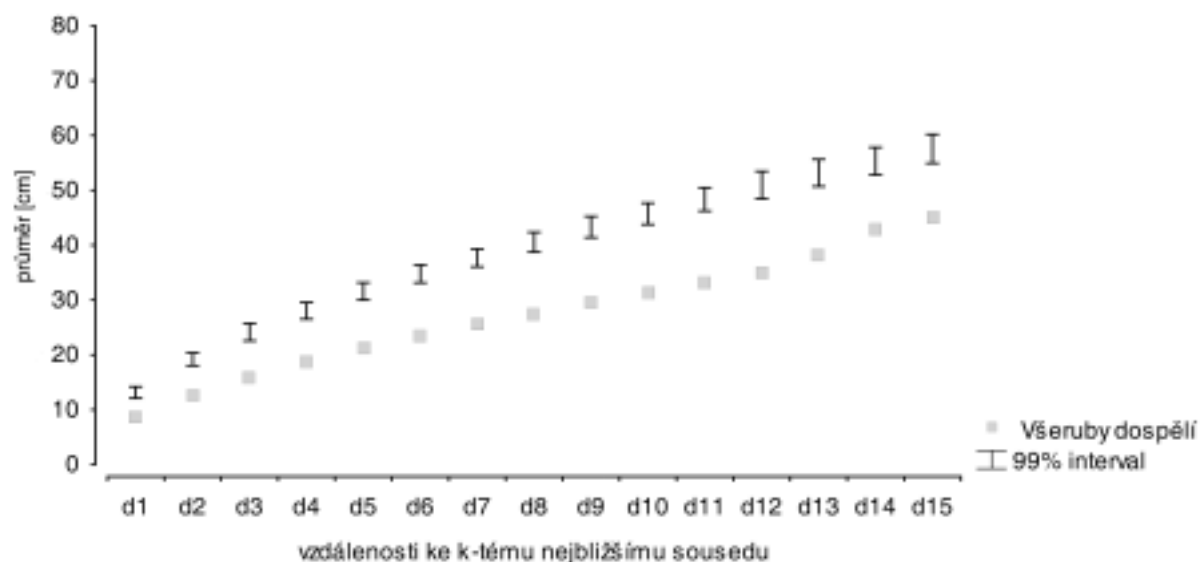
Stejný postup jsme provedli při testování druhé hypotézy, kde jsme do plochy opakovaně umisťovali 247 dospělých izolovaných kostí.

KROK (3) Srovnání míry s rozdělením

Srovnání originálních hodnot měř náhodnosti s randomizačním rozdělením je pro dětské izolované kosti uvedeno v **obr. 6** a pro izolované kosti dospělých v **obr. 7**. Svorky ohraničují interval 99 % největších hodnot získaných z 1000 iterací. Kruh (resp. čtverec) v obrázku vyznačuje hodnotu $\bar{d}_{1,0}$ až $\bar{d}_{15,0}$ z původního souboru dětí (resp. dospělých). Protože v **obr. 6** a **obr. 7** se ani jedna z hodnot pro Všeruby nekryje s 99% intervalem, můžeme obě nulové hypotézy zamítnout. S 1% chybou platí, že izolované kosti dětí i dospělých nejsou na ploše rozmístěny náhodně.



Obr. 6. Izolované kosti dětí. Srovnání průměrů vzdálenosti k 1. až 15. nejbližšímu sousedu originálních dat (černý kruh) a 99 % nejvyšších hodnot randomizačního rozdělení těchto průměrů (svorky).



Obr. 7. Izolované kosti dospělých. Srovnání průměrů vzdálenosti k 1. až 15. nejbližšímu sousedu originálních dat (čtverce) a 99 % nejvyšších hodnot randomizačního rozdělení těchto průměrů (svorky).

Existence částí hřbitova s převahou izolovaných kostí dětí nebo dospělých

V předchozí podkapitole jsme ukázali, že izolované kosti dětí a dospělých tvoří shluky. V další randomizační analýze se pokusíme zjistit, zdali se shluky izolovaných kostí dětí a dospělých překrývají, nebo jsou rozmístěny nezávisle na sobě. V tomto případě by existovaly části hřbitova s převahou kostí dětí a části hřbitova s převahou kostí dospělých.

Také v tomto příkladě má randomizační přístup výhody před parametrickým řešením, protože si můžeme míru existence částí hřbitova s převahou izolovaných kostí dětí nebo dospělých zvolit podle vlastního uvážení. Nejsme omezeni rozsahem odvozeného matematického aparátu.

KROK (1) Výpočet míry

Plochu jsme rozdělili do 56 čtverců o velikosti 50×50 cm. V každém ze čtverců jsme spočítali poměr izolovaných kostí dětí a dospělých. Poměry jsou mírou převahy izolovaných kostí dětí a dospělých v jednotlivých čtvercích plochy.

KROK (2) Vytvoření randomizačního rozdělení

Rozdělení měř převahy izolovaných kostí dětí a dospělých jsme konstruovali odlišným způsobem než v předchozím příkladě. Místo náhodného výběru polohy bodů v prostoru jsme kosti ponechali na původním místě a místo toho jsme náhodně vybírali jejich odhad věku. To znamená, že jsme ke každé izolované kosti nově přiřadili hodnotu dítě nebo dospělý, a to tak, abychom celkově dosáhli stejný počet dětských a dospělých izolovaných kostí jako

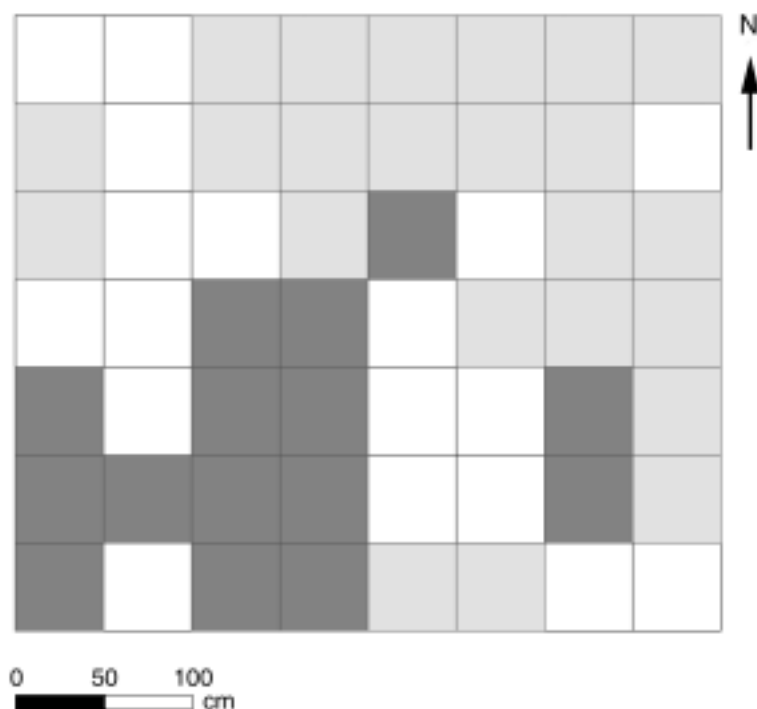
v původním umístění (tj. 190 dětských a 247 dospělých izolovaných kostí). Náhodný výběr odhadů věku a výpočty poměru v každém ze čtverců jsme opakovali tisíckrát.

KROK (3) Srovnání míry a rozdělení

Srovnání poměru počtu izolovaných kostí dětí a dospělých vypočteného z původních dat a randomizačního rozdělení je zobrazeno v **obr. 8**. Tmavě šedě jsou vyznačeny čtverce, ve kterých je původní poměr izolovaných kostí dětí větší než 99 % poměrů získaných v tisíci iteracích. Světle šedě jsou vyplněny čtverce, ve kterých je původní poměr izolovaných kostí dospělých menší než 99 % iterovaných poměrů.

Ve světle šedých čtvercích je tak významně více izolovaných kostí dospělých nad kostmi dětí, než bychom očekávali u náhodného uspořádání. Ve tmavě šedých čtvercích je, oproti náhodnému uspořádání, nadbytek izolovaných kostí dětí. Bílé jsou vyznačeny čtverce, ve kterých nepřevažují ani kosti dětí ani kosti dospělých.

Čtverce s nenáhodnou převahou izolovaných kostí dětí jsou soustředěny bezprostředně severní stěně presbytáře a východní stěně věže kostela. V částech plochy dále od kostela je převaha čtverců s nenáhodným nadbytkem dospělých izolovaných kostí. Výjimkou jsou dva tmavě šedé čtverce u severní strany presbytáře, ve kterých převahu kostí dospělých vysvětlujeme rozsáhlým zásahem. V této části hřbitova jsme našli minimálně dvacetimetrou vrstvu izolovaných kostí, která by mohla být sekundárním záměrným úložištěm kostí z porušených hrobů.



Obr. 8. Srovnání pozorovaného poměru počtu izolovaných kostí dětí a dospělých a randomizačního rozdělení poměru. Tmavě šedě čtverce s nenáhodnou převahou izolovaných kostí dětí, světle šedě s převahou izolovaných kostí dospělých.

Interpretace prostorové distribuce izolovaných kostí na hřbitově ve Všerubech

Testováním hypotéz randomizačními metodami jsme zjistili, že na části hřbitova u kostela sv. Ducha ve Všerubech existují shluky izolovaných kostí dětí a dospělých. Zároveň víme, že kosti dětí se soustřeďují u severní strany presbytáře a východní strany věže kostela. Ve větší vzdálenosti od stěn kostela převažují izolované kosti dospělých.

Pokud platí předpoklad o souvislosti prostorové distribuce izolovaných kostí a pohřbů, můžeme říci, že pohřební aktivity dětí a dospělých probíhaly podle kritéria věku. Věk byl parametrem, podle kterého se na hřbitově volilo místo nového pohřbu. Pro děti byla vybírána místa u stěn kostela, pro dospělé místa ve větší vzdálenosti od kostela.

Otázkou zůstává, kolik jedinců může být prezentováno souborem 190 izolovaných kostí dětí a 247 izolovaných kostí pocházejících. V extrémním případě se mohlo stát, že soubor izolovaných kostí je pozůstatkem pouze jednoho dítěte a jednoho nedospělého jedince, jejichž kostry byly rozlámány na zlomky a roztroušeny po ploše.

kost	děti	dospělí
pažní kost	11	9
vřetenní kost	11	7
holenní kost	9	10
stehenní kost	8	4

Tab. 2. Počty izolovaných kostí vybraných dlouhých kostí podle věku.

V **tab. 2** jsou uvedeny počty izolovaných kostí dětí a dospělých pro některé dlouhé kosti lidské kostry. Za předpokladu, že by například polovina z 11 dětských pažních kostí byla z levé strany a polovina z pravé strany a kosti obou stran patřily vždy k jednomu jedinci, musel by soubor izolovaných kostí reprezentovat minimálně 6 dětských koster. Jedná se pouze o odhad, protože ne u všech zlomků bylo možné určit stranu, ze které kost pochází. Ještě obtížněji bylo možné zjistit, zda kosti z pravé a levé strany mohou patřit stejnému jedinci. Odhad šesti dětských koster ale představuje minimální počet. Soubor pravděpodobně reprezentuje více než šest jedinců. Ze stejné logiky je soubor 247 dospělých izolovaných kostí pozůstatkem minimálně 5 jedinců s ukončeným růstem.

Je možné, že interpretace prostorové distribuce izolovaných kostí na hřbitově ve Všerubech je artefaktem výběru zkoumané plochy. Izolované kosti byly uloženy v hloubce 30 až 40 cm pod nulovou hladinou výzkumu, která přibližně odpovídá úrovni současného povrchu terénu. V předchozích letech bylo u kostela provedeno několik terénních úprav (Čechura 2002), které mohly narušit původní rozmístění izolovaných kostí. Vzhledem k tomu, že ve stejné vrstvě jsme našli kostry v anatomických polohách, nepředpokládáme, že terénní zásah prostorovou distribuci kostí zásadně narušil.

Stejně tak nedostatek izolovaných kostí dospělých v blízkosti stěn kostela může být ovlivněn hloubkou zkoumané plochy. Protože dospělí jedinci bývají pohřbíváni ve větší hloubce než nedospělí jedinci (Guy – Masset – Baud 1997; Mays 1998), může mít prostorové rozmístění izolovaných kostí dospělých hlouběji pod povrchem jiný charakter než ve vrstvách blíže povrchu. Nicméně hloubka pod povrchem nemá vliv na charakter prostorové distribuce dětských kostí. Absenci izolovaných kostí dětí ve větší vzdálenosti kostela svědčí o nenáhodnosti pohřebních aktivit a o zvyku pohřbívát děti spíše u stěn kostela než jinde.

Existence zvláštních pravidel prostorového umístění pohřbů dětí není ve středověku a novověku výjimkou. Církevní předpisy zajišťovaly pohřeb na hřbitově u kostela pouze pokřtěným (Illí 1992; Ulrich-Bochsler 1997). Protože odhady kojenecké úmrtnosti jsou pro středověk vysoké (Hinde 2002; Kalibová 2004), musela existovat početná skupina nepokřtěných dětí, pro jejichž pohřeb byly stanoveny zvláštní pravidla.

Vztah k zemřelým dětem byl složitý po celou dobu středověku. Jako nepokřtění nesměli být děti pochováni na posvěcené půdě. Obava z věčného zatracení však vedla ke zmírňování nebo obcházení těchto pravidel. Mrtví byly pochovávány v liturgicky méně významných částech

hřbitova. Děti mohly být pohřbívány na okraji hřbitova, ve vylámaných výklencích hřbitovní zdi nebo těsně za zdi. Příznačné je i časté pochovávání u již zaniklých kostelů.

U některých středověkých kostelů byly nepokřtěné děti pohřbeny naopak blízko stěny kostela, pod okapem, z něhož stékala voda považována za svatou (*Ulrich-Bochsler 1997*). Takto můžeme interpretovat skupiny dětských pohřbů koncentrovaných těsně u zdi kostela, podél severní i jižní stěny (např. Aegerten, *Ulrich-Bochsler 1997, 79-81*), před západním průčelím (např. Walkringen, Wangen, Wengi, *Ulrich-Bochsler 1997, 76, 82*), nebo u severní stěny presbytáře (např. Walkringen, *Ulrich-Bochsler 1997, 75*). Časté jsou pohřby dětí umístěné radiálně kolem apsidy románských kostelů (např. Kirchlindach, Twan, Biel-Met, *Ulrich-Bochsler 1997, 66, 75*; Irlbach, *Scherbaum 2005*).

V lidové víře měly někdy děti podobné postavení jako svatí. Protože nezemřeli v hříchu, mohly jejich duše vstoupit rovnou do nebe (*Illl 1992, 58*). Svou roli zde sehrála také možnost návratu nečistých zemřelých na tento svět. V tom případě sehrál kostel nebo posvěcená půda úlohu ochranného prostředku, který nežádoucímu návratu zabránil.

Srovnání parametrických a randomizačních metod

Ukázali jsme, že problém prostorové distribuce archeologických bodů, můžeme řešit jak parametrickými, tak randomizačními metodami. Obecný postup testování hypotéz má u obou přístupů tři kroky: KROK (1) výpočet míry, KROK (2) konstrukce očekávaného rozdělení a KROK (3) srovnání míry a očekávaného rozdělení.

Pochopení rozdílů mezi parametrickými a randomizačními analýzami spočívá především v prvních dvou krocích. U parametrických metod se musíme omezit na hodnocení těch měr náhodnosti, u kterých byly předem teoreticky odvozeny vlastnosti jejich očekávaného rozdělení. Množina měřítek náhodnosti má proto malý počet prvků a je konečná. Parametrickými metodami se můžeme věnovat jen těm problémům, jejichž algebraické řešení je relativně jednoduché a výběrové rozdělení míry náhodnosti odpovídá některému ze známých modelových rozdělení (např. normálnímu, Pearsonovu, Poissonovu).

Oproti tomu mají randomizační metody univerzálnější použití. Důvodem je, že výběrové (randomizační) rozdělení míry náhodnosti se konstruuje empiricky, prostřednictvím velkého počtu iterací. O randomizačním rozdělení nemusíme mít předem žádné teoretické znalosti. Stačí v každé iteraci vypočítat u náhodně vybraného souboru míru náhodnosti tak, jak ji počítáme v prvním kroku u původní terénní situace. Randomizační metody proto poskytují možnost hodnotit jakoukoliv míru náhodnosti. Je možné přizpůsobit měřítko náhodnosti výzkumné otázce, a ne výzkumnou otázku měřítku náhodnosti, jako tomu může být u parametrických metod.

Viděli jsme, že v našem příkladě prostorové distribuce izolovaných kostí na hřbitově ve Všerubech jsme pomocí randomizačních metod prohloubili naše pochopení nálezové situace o analýzu druhého a dalších nejbližších sousedů. Také pro poměr počtu izolovaných kostí dětí

a dospělých by bylo složité najít parametrické řešení.

Jinou nevýhodou parametrických řešení je nutnost splnění předpokladů. Pokud předpoklady neplatí, nebude mít míra náhodnosti očekávané rozdělení, které pro ni bylo teoreticky odvozeno. Nejčastějšími předpoklady jsou normální rozdělení proměnných popisujících prostorové uspořádání (souřadnice X, Y a Z), dostatečná velikost a náhodný výběr souboru. V důsledku toho, že množství a kvalitu vstupních dat nemáme vždy možnost ovlivnit, jsou takové předpoklady u archeologických pramenů často obtížně splnitelné. Oproti tomu, u randomizačních metod se s předpoklady rozdělení npracuje. Je nutné pouze splnit předpoklad náhodného výběru souboru.

V praktickém použití obou metod se projevila skutečnost, že randomizační metody jsou relativně novým přístupem k testování hypotéz. Zatímco základní parametrické metody jsou implementovány v běžně používaných GIS a statistických software, u randomizačních metod tomu tak není. Práce s randomizačními metodami je zatím spojena s tvorbou vlastních skriptů v některém z programovacích jazyků. Iterace, které jsou jádrem randomizačních metod, jsou rovněž náročnější na počítačový čas.

Literatura

- Baxter, M. J. 2003: *Statistics in archaeology*. London, New York: Arnold.
- Binford, L. R. 1977: *For theory building in archaeology: essays on faunal remains, aquatic resources, spatial analysis, and systemic modeling*. New York: Academic Press.
- Clark, P. J. – Evans, F. C. 1954: Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationship in population. *Ecology* 35, 445-453.
- Clarke, D. L. 1972: *Models in archaeology*. London: Methuen.
- Clarke, D. L. – Chapman, B. 1978: *Analytical archaeology*. New York: Columbia University Press.
- Čechura, M. 2002: Kostel sv. Ducha ve Všerubech. *Výsledky archeologického výzkumu 2000-2002. Dějiny staveb 2002*, 41-45.
- Drennan, R. D. – Peterson, C. E. 2004: Comparing archaeological settlement systems with rank-size graphs: a measure of shape and statistical confidence. *Journal of Archaeological Science* 31, 533.
- Efron, B. – Tibshirani, R. 1993: *An Introduction to the Bootstrap*. New York: Chapman & Hall.
- Geary, R. C. 1954: The contiguity ratio and statistical mapping. *The Incorporated Statistician* 6, 115-145.
- Guy, H. – Masset, C. – Baud, C.-A. 1997: Infant taphonomy. *International Journal of Osteoarchaeology* 7, 221-229.
- Hinde, A. 2002: Demographic perspectives on human population dynamics. In: H. Macbeth – P. Collinson (ed.), *Human Population Dynamics: Cross-Disciplinary Perspectives*.

- Cambridge: Cambridge University Press, 17-40.
- Hodder, I. – Orton, C. 1976: *Spatial analysis in archaeology*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Illi, M. 1992: *Wohin die Toten gingen*. Zürich: Chronos.
- Kalibová, K. 2004: Charakter demografické reprodukce před demografickou revolucí. *Demografie* 46, 234-237.
- Kuna, M. ed. 2004: *Nedestruktivní archeologie*. Praha: Academia.
- Manly, B. F. J. 1991: *Randomization and Monte Carlo methods in biology*. London, New York: Chapman and Hall.
- 1996: The statistical analysis of artefacts in graves: Presence and absence data. *Journal of Archaeological Science* 23, 473-484.
- Mays, S. 1998: *The archaeology of human bones*. London; New York: Routledge.
- Moran, P. A. 1950: Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika* 37, 17-23.
- Neustupný, E. 1986: Nástin archeologické metody. *Archeologické rozhledy* 38, 525-548.
- Průchová, E. – Sládek, V. – Galeta, P. – Čechura, M. 2006: Nálezy fragmentů kostí na pohřebišti u kostela sv. Ducha ve Všerubech. In: I. Budil (ed.), IV. antropologické symposium. Plzeň.
- Ringrose, T. J. 1992: Bootstrapping and correspondence analysis in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 19, 615-629.
- Shennan, S. 1997: *Quantifying archaeology*. Iowa City: University of Iowa Press.
- Scherbaum, J. 2005: Die Grabung in der Pfarrkirche Maria Himmelfahrt in Irlbach, Lkr. Regensburg. *Beiträge zur archäologie in der Oberpfalz und in Regensburg* 7, 223-246.
- Sládek, V. – Galeta, P. – Sosna, D. – Čechura, M. – Friedl, L. 2006: Impact of pathology on taphonomy of human burials: covered space versus delineated empty space assessment. 71th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, San Juan, Puerto Rico. April 26 to April 30, 2006.
- Ulrich-Bochsler, S. 1997: *Anthropologische Befunde zur Stellung von Frau und Kind in Mittelalter und Neuzeit. Soziobiologische und soziokulturelle Aspekte im Lichte von Archäologie, Geschichte, Volkskunde und Medizingeschichte: Berner Lehrmittel- und Medienverlag*.
- Voorrips, A. – O'Shea, J. M. 1987: Conditional spatial patterning: Beyond the nearest neighbor. *American Antiquity* 52, 500-521.
- Zar, J. H. 1999: *Biostatistical analysis*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.

Poděkování

Děkujeme Jiřímu Macháčkovi a organizátorům V. ročníku konference Počítačová podpora v archeologii za příležitost přednést náš příspěvek. Děkujeme Ericce Průchové za poskytnutí databáze izolovaných kostí ze sezón 2003-2004. Děkujeme starostovi Všerub Václavu

Primasovi, vedoucímu katedry antropologie Západočeské univerzity v Plzni Ivo Budilovi, vedoucímu oddělení biologické antropologie Západočeské univerzity v Plzni Vladimíru Blažkovi a řediteli Západočeského muzea v Plzni Františku Frýdovi, kteří podporují terénní výzkum ve Všerubech. Studentům studijních programů Antropologie populací minulosti, Kulturní a sociální antropologie a Archeologie, kteří s námi spolupracovali během výzkumných sezón.

Výzkum byl podpořen grantem KJB708060701 Grantové agentury Akademie věd České republiky a Specifickým výzkumem Západočeské univerzity v Plzni s názvem *Terénní antropologie a metody výzkumu lidských kosterních pozůstatků..*

Summary

Evaluation of the distribution of isolated bones in the cemetery of the Church of the Holy Ghost at Všeruby: application of randomization methods

The spatial analysis of archaeological points is a powerful tool in the study of archaeological structures (comp. *Neustupný 1986*). The spatial distribution (location, distance) of ceramic vessels in a settlement, bones and graves at a burial ground or of the settlements and burial grounds as a whole is a record of past events. The input to the spatial analysis is a data matrix where the rows are made of archaeological points (vessels, bones, graves, settlements, etc.) while the columns are the point coordinates at two or three axes of a system of coordinates (X, Y, Z axis). The graphic representation of a spatial distribution is a two- or three-dimensional point graph which is a reconstruction of the original location of the points in the terrain.

The aim of the spatial analysis is to establish whether the archaeological points are arranged in space randomly or whether they tend to form clusters. The randomness of the spatial distribution is formally tested. From the results of the statistical testing it is possible to determine whether the points do form clusters or whether it is just an illusion suggested by the point graph and a similar spatial distribution could be formed randomly.

Traditionally, an analysis of the spatial arrangement is made using parametrical methods. Their application involves a number of restricting conditions which reduce their applicability. The restricting conditions are mainly related to the distribution of the input variables, sufficient size of the set, and randomness of the point selection or the geometrical simplicity of the space evaluated.

The contribution aims to present an alternative approach to the evaluation of the spatial distribution of points, a randomization method. The article starts by comparing the principle of the parametrical and randomization approaches after which the randomization methods are applied to the spatial arrangement of isolated bones of children and adults in a mediaeval

cemetery at Všeruby.

The general procedure for testing the randomness of spatial distribution consists of three steps both in the parametrical and the randomization method: STEP (1) calculating the degree of randomness, STEP (2) constructing a sampling distribution of the degrees of randomness and STEP (3) comparing the degree and the expected distribution.

Understanding the differences between parametrical and randomization analyses consists principally in the first two steps. In the parametrical methods we are forced to restrict the evaluation to the degrees of randomness for which the properties of their expected distribution have been theoretically derived in advance. As a result the set of the degrees of randomness contains a small number of elements and is finite. Parametrical methods can be employed only in solving problems in which a relatively simple algebraic solution and the sampling distribution of the degree of randomness matches one of the well-known model distributions (e.g., normal, Pearson, Poisson).

Randomization methods, on the other hand, have a more universal application. This is because the sampling (randomization) distribution of the degree of randomness is constructed empirically through a large number of iterations. No preliminary theoretical knowledge of the randomization distribution is needed. It suffices to calculate, in each iteration in a randomly selected set, the degree of randomness in the same way as it is calculated in the first step in an original field situation. Randomization methods therefore allow us to evaluate any degree of randomness. The scale of randomness can be adjusted to the research problem instead of modifying the research problem to suit the scale of randomness as can be the case in parametrical methods.

As an example, the randomization methods have been applied to the spatial distribution of isolated bones in a defunct mediaeval cemetery of the Church of the Holy Ghost at Všeruby (15 km north-west of Pilsen). The analysis was made on 190 children and 247 adult isolated bones from an area of 400×350 cm and a layer of 30-40 cm below the zero excavation level. The area adjoins the northern wall of the presbytery and the eastern wall of the church spire. The isolated bones are the remains of previous burials. The term isolated bone denotes a human bone found with no anatomical relation to any another human bone.

It is assumed that the burials of children and adults were situated in the cemetery either based on the blood relationship criterion or the age criterion. Both alternatives will exhibit a typical spatial distribution of burials. If the main criterion for situating the new burials was blood relationship, it is expected that the burials of children and adults will be dispersed randomly in the cemetery. On the contrary, if the age criterion was valid, we can expect that children were buried in a different part of the cemetery than adults and that we will find clusters of children burials and clusters of burials of adult individuals.

In the contribution the spatial distribution of burials by age was not evaluated by an analysis of complete burials but rather by isolated bones. The analysis assumes that the spatial

distribution of isolated bones corresponds to the spatial distribution of burials. Consequently, locations where children/adults were buried will feature a majority of children (adult) isolated bones.

The randomness of the spatial distribution of isolated bones of children and adults was evaluated by applying the randomization method. We used the first to the fifteenth nearest neighbour method and a method of comparing the ratios of the numbers of isolated bones of children and adults in quadrants (quadrant counts method). At a 1% level of significance we rejected the hypothesis of a random distribution of the children and adult bones. The isolated bones are situated in clusters in the area. We can also state with 99% reliability that the bones of children are concentrated at the northern side of the presbytery and the eastern side of the church spire. Isolated bones of adults prevail at a greater distance from the church walls.

If the presumption of the relationship of the spatial distribution of isolated bones and burials is valid, we can state that the burial activities of children and adults followed the age criterion. The age was the parameter for selecting the place for a new burial in the cemetery. The locations for children were chosen next to the church walls, while those for adults were at a greater distance from the church.

The existence of specific rules for the spatial location of children's burial in the Middle Ages and modern times is not exceptional. According to church regulations a burial in a cemetery at a church was only provided for those who had been baptised (Illi 1992; Ulrich-Bochsler 1997). As the estimates of infant mortality in the Middle Ages are high (Hinde 2002; Kalibová 2004), there must have been a large number of unbaptized children whose burial was subject to special rules.

The dead were buried in liturgically less significant parts of the cemetery, at the edges, in niches in the cemetery wall, or immediately behind the wall. Frequent burials at defunct churches were also typical. In contrast, in some mediaeval churches the unbaptized children were buried close to the church wall, under the eaves, from which water, considered sacred, fell (*Ulrich-Bochsler 1997*).

Prostorová archeologie a geografické informační systémy

Analýza polohy pravěkých mohylových pohřebišť pomocí geografických informačních systémů - Martin Kuna

Abstrakt

Příspěvek se zabývá analýzou krajiny pomocí geografických informačních systémů, a to zejména analýzou reliéfu. Hledá postupy vedoucí např. k automatické identifikaci vrcholů kopců, hřbetů a terénních hran, rozlišení horních a dolních částí svahů, údolních den a náhorních plošin. Výsledky této analýzy jsou (vedle výsledků obvyklých analýz GIS, jako je např. vzdálenost od vodních toků, sklon a orientace svahu) základem k řešení otázky zasazení pravěkých mohylových pohřebišť do krajiny a jejich vztahu k pravděpodobným, v případě zkoumaného území ovšem neznámým, obytným areálům. Zkoumaným územím je oblast severně od Hluboké nad Vltavou (okr. České Budějovice) s mimořádnou koncentrací pravěkých mohylových pohřebišť (96 lokalit na ploše cca 300 km²).

The contribution describes an analysis of the landscape using geographic information systems, in particular a relief analysis. It looks for procedures leading to, for example, automatic identification of hilltops, ranges and terrain edges, identifying the upper and lower parts of slopes, valley bottoms and plateaus. The results of the analysis (apart from the traditional results of a GIS analysis, such as the distance from water streams, slope gradient and aspect) provide a basis for resolving the problem of the location of the prehistoric tumulus cemeteries in the landscape and their relation to the probable, (in the case of the area under examination unknown), residential precincts. The examined area north of Hluboká nad Vltavou (České Budějovice district) has an unusually high concentration of prehistoric tumulus cemeteries (96 sites over an area of approx. 300 km²).

Klíčová slova

GIS, analýza reliéfu, krajina, pravěk, mohylová pohřebiště

GIS, relief analysis, landscape, prehistory, tumulus cemetery

Úvod

Hlavním cílem sledování polohy archeologických nalezišť v krajině je poznání souvislostí mezi někdejšími aktivitami člověka a jejich přírodním prostředím. Pokud se takové vazby skutečně objeví, lze je využít nejen k predikci areálů archeologického zájmu, ale i k formulaci teoretických závěrů ohledně ekonomiky někdejších společností, jejich sídelní a sociální struktury, symbolických systémů apod. (srov. Neustupný 2000).

Výzkum vztahu sídelních komponent (areálů aktivit) k přírodnímu prostředí může mít více forem. Na obecnější rovině se tímto problémem zabývala zejména německá sídelní archeologie (Jankuhn 1955, 1976, 1977), která inspirovala výzkum i v dalších zemích, např. v Polsku (Kruk 1973, 1980) nebo u nás (Rulf 1983; Smejtek 1987). Detailněji, s důrazem na otázku bezprostředního krajinného zázemí jednotlivých areálů aktivit, se těmto otázkám v 70. letech věnovala britská ekonomická škola, inspirovaná některými pracemi ekonomické geografie (Chisholm 1962 aj.). Jedním z nejvýznamnějších výsledků tohoto proudu byla formulace teorie tzv. spádových areálů (též areálů dostupnosti, odtud *site catchment analysis*: Vita-Finzi – Higgs 1970; Higgs – Vita-Finzi 1972; Higgs 1975), která studovala a interpretovala naleziště v kontextu jejich bezprostředního zázemí.

V 80. letech se evropská archeologie od podobných témat postupně odklání, ale zhruba v polovině 90. let se k nim vrací, tentokrát vybavena zcela novým metodologickým nástrojem, softwarem typu geografických informačních systémů (GIS). Tato technologie radikálně rozšířila možnosti prostorové analýzy všeho druhu. V české archeologii se nový impuls projevil např. několika studii, které se zabývaly polohou obytných a výrobních areálů v krajině, případně vzájemnými vztahy mezi různými komponentami sídelních areálů (Kuna – Adelsbergerová 1995; Neustupný – Venclová 1996; Kuna 1997, 1998; Neustupný 1998). Pokud byla technologie GIS použita k analýze pravěkých pohřebišť, šlo většinou o zkoumání jejich vnitřní struktury (Šmejda 2001; Šmejda – Turek 2001).

Vztah pohřebních komponent k přírodnímu prostředí byl dosud méně obvyklým tématem, a to především ze dvou důvodů. Za prvé, pohřební komponenty jsou obecně obtížněji zachytitelné archeologickým průzkumem než komponenty obytné (s výjimkami, o kterých je řeč níže), a proto na regionální úrovni obvykle představují obecně méně reprezentativní vzorek někdejšího osídlení. Za druhé, předpokládá se, že poloha pravěkých pohřebních komponent odráží více kulturně specifických a individuálních faktorů než poloha sídlišť, u nichž se implicitně – ať už oprávněně či nikoliv – očekává větší závislost na praktických, a tudíž i lépe srozumitelných vlastnostech krajiny.

Tyto výhrady vůči souborům pohřebních komponent ovšem nemusejí platit všeobecně. Existují regiony, ve kterých jsou pohřební komponenty určitých období velmi početné a kvalitně zachovalé – zejména jde o dlouhodobě zalesněné oblasti s hojným výskytem pravěkých mohylníků. Archeologická evidence v těchto oblastech je komplementární k situaci v zemědělsky obdělávané krajině: početnost pohřebních komponent zde kontrastuje s minimem sídlišť, která jsou v lesnatém terénu nesehnatelná.

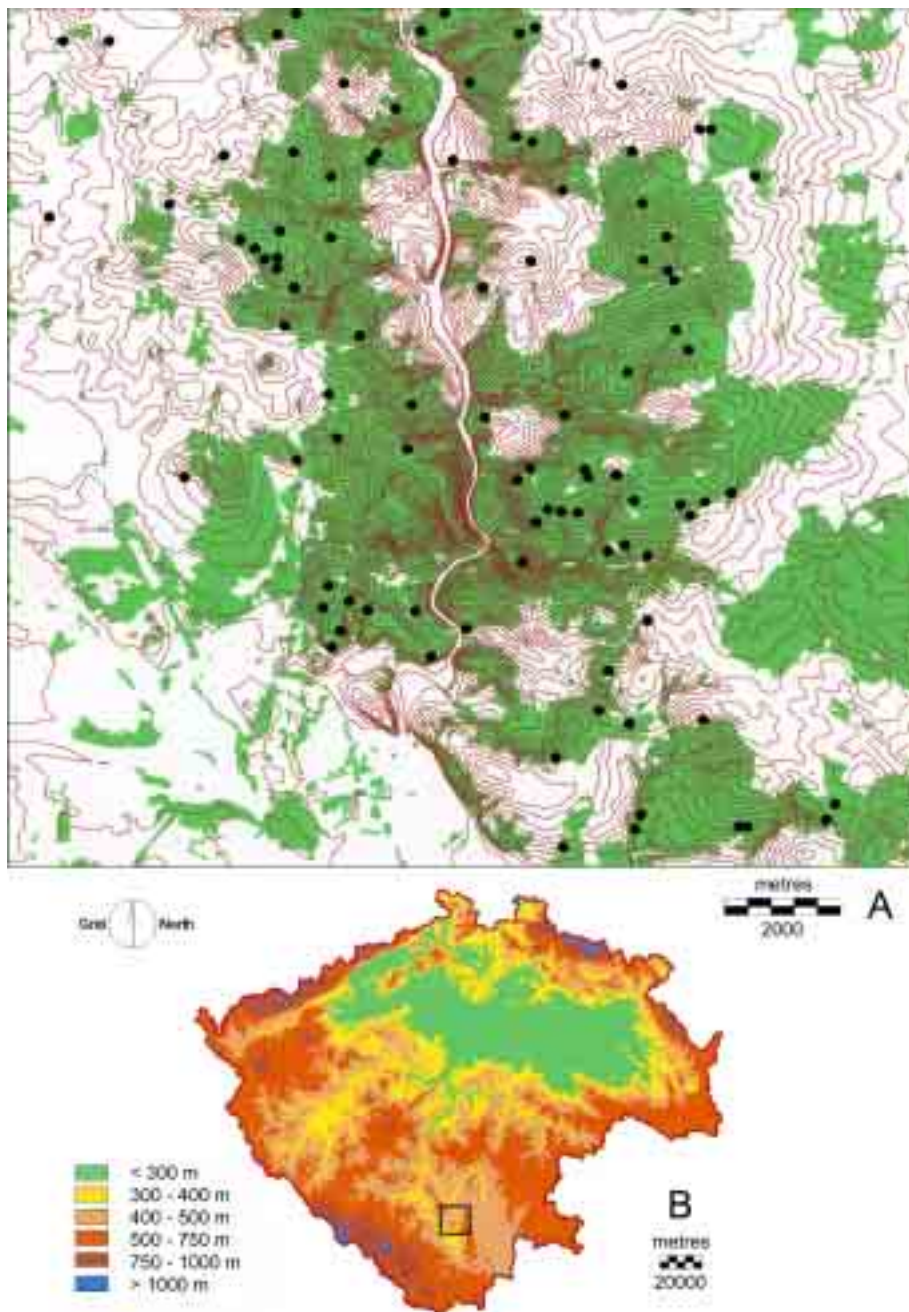
Jedním z takových regionů je okolí Hluboké nad Vltavou (*obr. 1*). Zdejší kopcovitá krajina patřila v minulosti k jihočeskému panství Schwarzenbergů; ti zde zřídili několik obor (první již v 16. století) a udrželi tak lesnatý ráz krajiny dodnes. V oborách se zachovalo unikátní množství pravěkých mohylových pohřebišť. Většina z nich byla již prokopána, a to v období od 80. let 19. století do 1. sv. války. Početné nálezy z těchto výzkumů sice prokazují stáří

mohylníků od starší doby bronzové do doby halštatské (další patří také ranému středověku), ale podrobnější dokumentace výzkumů zpravidla chybí. Celá oblast ale byla v 70. a 80. letech minulého století pokryta systematickým geodetickým průzkumem, který všechna mohylová pohřebiště lokalizoval a u většiny i podrobně geodeticky zaměřil jednotlivé mohyly (Šimana 1999). Výsledky průzkumu byly později publikovány v práci, která je v českém kontextu ojedinělá, v podrobném soupise nemovitých archeologických památek daného území (Beneš – Michálek – Zavřel 1999).

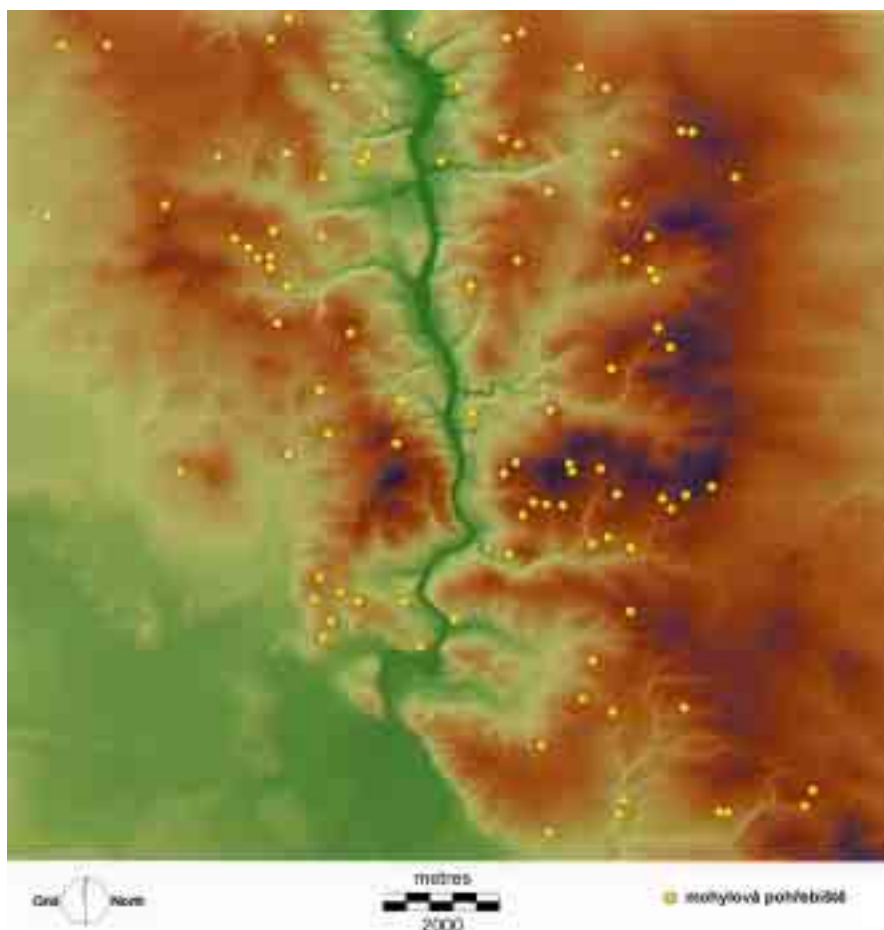
Pro účel této studie¹ bylo v rámci zmíněného regionu vymezeno sledované území, a to jako obdélník 19,4 × 18,7 km, situovaný severně od Hluboké nad Vltavou. Z více než 90 % tvoří toto území kopcovitá krajina s nadmořskou výškou 350-570 m (*obr. 2*). Kolem 45 % jeho plochy je pokryto lesy, které se koncentrují v jeho středu, podél hlubokého údolí Vltavy. V této části území se zachovalo 96 pravěkých mohylových pohřebišť s celkovým počtem přes 1000 mohyl (*obr. 1A, 2*).

Vlastní terénní výzkum v rámci této studie nebyl rozsáhlý; zahrnoval pouze návštěvu většiny mohylníků, ohledání jejich krajinného kontextu a ověření některých lokalizací (ani to však nebylo snadné, neboť pro vstup do některých obor je zapotřebí zvláštní povolení, a přístup je možný jen během krátkého období roku). Větší část práce představovalo počítačové vyhodnocení dat publikovaných ve zmíněném soupise (Beneš – Michálek – Zavřel 1999). K hlavním cílům studie patřilo zjistit, zda (1) výskyt pravěkých mohylníků sleduje nějaká pravidla vzhledem k vlastnostem krajiny a zda (2) uspořádání mohylových pohřebišť nějak vypovídá o pravěké sídelní struktuře. Doplnujícím cílem studie bylo též (3) rozpracovat některé z postupů GIS, které v dostupných softwarových produktech nejsou poskytovány a které souvisejí především s analýzou reliéfu krajiny.

¹ Původní, rozsáhlejší verze tohoto příspěvku byla publikována pod názvem Burial mounds in the landscape v: Šmejda, L. (ed.), Archaeology of Burial Mounds, Plzeň (KAR ZČU) 2006, 83-97.



Obr. 1. A. Mapa sledovaného území v okolí Hluboké nad Vltavou ukazující rozsah zalesnění (zelená) a polohu pravěkých mohylových pohřebišť (celkem 96). B. Výškopisný model Čech s vyznačení sledovaného území.



Obr. 2. Digitální výškopisný model (DEM) sledovaného území s polohou pravěkých mohylových pohřebišť.

Vstupní data a analýza krajiny

Do souboru studovaných nálezů patří především *96 mohylových pohřebišť* starší doby bronzové až doby halštatské. Mohylníky byly v mapě lokalizovány jako body. K jednotlivým mohylovým pohřebišťům patří také tabulka popisných znaků, udávající celkový počet mohyl, zastoupená období apod. Tato data nebyla v této studii využita a stranou také zůstala otázka jejich vnitřní struktury, kterou by bylo možné studovat pomocí plánů pohřebišť a údajů o jednotlivých mohylách (průměr, výška, zachovalost jednotlivých mohyl; tato data byla využita jen okrajově, a to k vizualizaci některých mohylníků: *obr. 4B*; k metodě podrobněji Kuna 2006, 87; též Kuna a kol. 2004, 251). Kromě mohylových pohřebišť pracujeme i s polohou 28 sídlišť z doby bronzové až doby římské, která jsou z daného území známa. Sídlištní data představují z hlediska prostorového uspořádání velmi nekvalitní soubor (starší nálezy různého charakteru), navíc převážně z jiných částí sledovaného území než pohřebišť a částečně i z jiných období; v této studii je proto používáme jen s výhradou a pro získání pouze orientačních srovnávacích údajů.

Základní informační vrstvou přírodního prostředí byl *digitální výškopisný model* (DEM) v rastru 10×10 m (*obr. 2*). DEM byl vytvořen z vrstevnicové mapy ZM 1:10 000

(ZABAGED, Český úřad neměřičský a katastrální, Praha), která byla upravena (doplněna) v místech chybějících vrstevnic (skály, lomy apod.). Vytvoření DEMu a jeho další analýzy probíhaly v GIS Idrisi Kilimanjaro; pro některé speciální úkoly (např. zonální operace) musel být použit ArcGIS 9, protože Idrisi tyto funkce neobsahuje. Veškeré analýzy byly prováděny s rastrovými mapami; ve vektorovém tvaru byla pouze vstupní vrstevnicová mapa a některé doplňující vrstvy sloužící ke grafické prezentaci, jako např. mapa vodní sítě použitá v ilustracích.

Z výškopisného modelu byly pomocí standardních procedur vypočteny mapy *sklonu* a *orientace svahu*; dalším krokem bylo vytvoření modelu vodní sítě. *Vodní síť* byla rekonstruována funkcí hydrologického modelování (*runoff*), přičemž za „vodní tok“ byly považovány ty buňky mapy, do kterých potenciálně stéká voda z území alespoň 0,1 km² (tj. 1000 pixelů). Takto nízko stanovená hranice vedla k vytvoření velmi husté sítě vodních toků (např. **obr. 4A**). Nízká hranice byla zdůvodněna především zjištěním v jiných regionech, kde se opakovaně pravěká sídliště vyskytují v rámci sítě modelované počítačem i podél velmi malých, dnes již neexistujících vodních toků. Je proto evidentní, že i vodní toky s malým spádovým územím v pravěku existovaly, i když je možné, že hranici by asi bylo vhodnější posunout o něco výše, např. k 0,25 nebo 0,5 km² – tuto otázku je třeba ještě testovat.

Od modelovaných vodních toků byla vypočtena mapa (horizontální) *vzdálenosti k nejbližšímu toku*, která pak byla sledována jako důležitá vlastnost zkoumaných komponent. Z mapy vodní sítě byla vytvořena i mapa vertikální vzdálenosti od vodní sítě, čili mapa *převýšení* nad vodním tokem. Ta byla vytvořena pomocí funkce *cost distance*, měřící vzdálenost od výchozího bodu v jednotkách „náročnosti“. V daném případě byla každé buňce mapy připsána hodnota („náročnost“) odpovídající nárůstu nadmořské výšky na její ploše (svah 5 % u buňky 10 × 10 m znamená nárůst 0,5 m); vzdáleností se pak rozuměl součet hodnot buněk ve směru od vodního toku (v takto jednoduché podobě ovšem tento postup vede ke správným výsledkům jen v bezprostřední blízkosti vodních toků, pro větší vzdálenosti je nutno postupovat složitěji).

Kromě těchto relativně běžných operací, pro které většina softwarů GIS obsahuje již vestavěné funkce, jsme se pokusili o analýzu reliéfu krajiny pomocí vlastních postupů. Ty bylo nutno v GIS Idrisi „naprogramovat“, a to jako série operací prováděných v základních vrstvách a mezi vrstvami. Tato analýza sledovala identifikaci hlavních kategorií reliéfu krajiny (**obr. 3**).

První ze sledovaných kategorií reliéfu byly nejvyšší body reliéfu krajiny, čili *vrcholy*. Prvním krokem v jejich identifikaci bylo vytvoření mapy, v nichž každému bodu byla přiřazena hodnota nejvyššího bodu v kruhovém okolí o určitém poloměru. Bylo uvažováno okolí o čtyřech poloměrech (100, 250, 500 a 1000 m), a tak vznikly čtyři „mapy lokálních maxim“ (tuto operaci nelze provést v Idrisi; proto bylo nutné převést v této fázi data do ArcGIS 9, zde operaci provést a výsledek importovat zpět). Následně byly „mapy lokálních maxim“

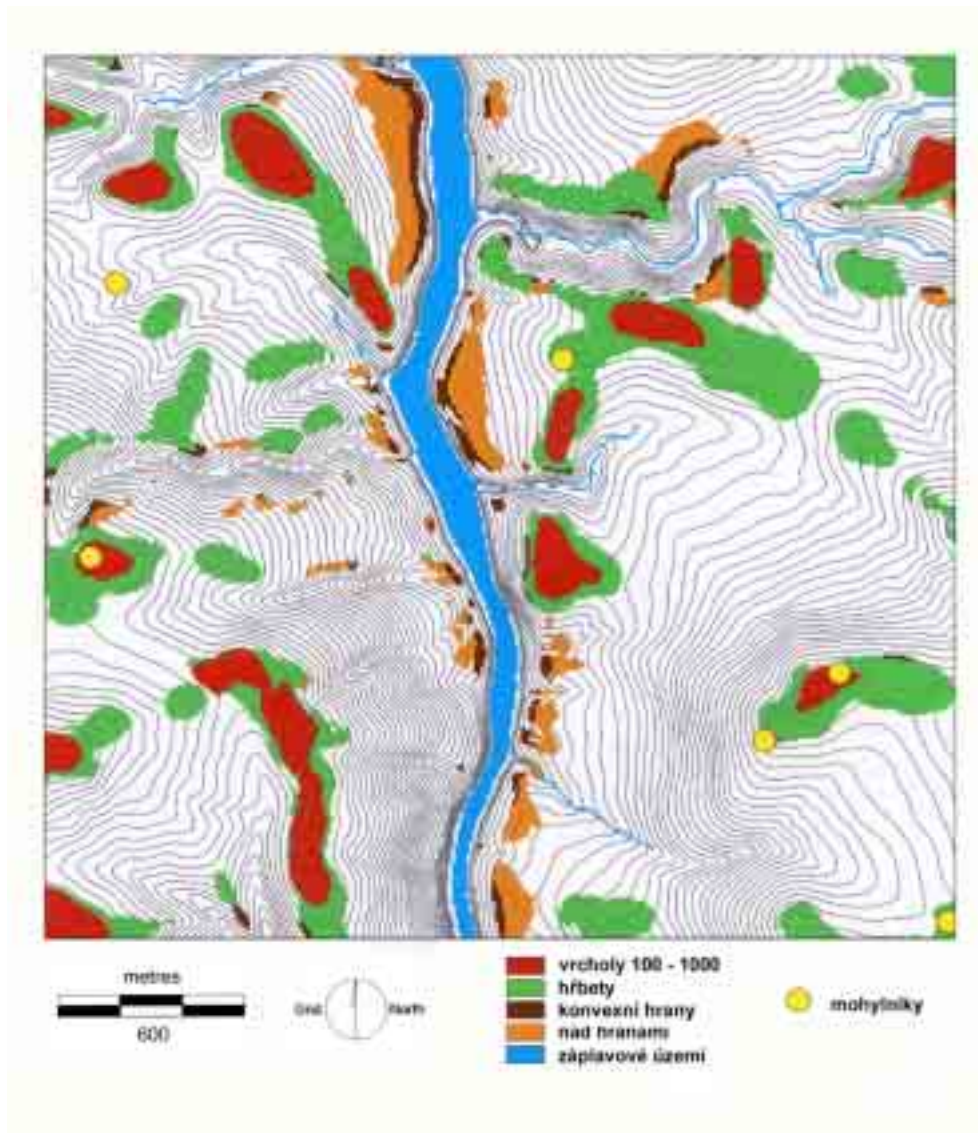
odečteny od původního výškopisného modelu, přičemž „vrcholy“ se projevily jako body či plochy, jejichž hodnoty se po odečtení rovnaly nebo blížily nule. Takto byly vytvořeny čtyři vrstvy, a to s vrcholy v okruhu 100, 250, 500 a 1000 m: *vrcholy100*, *vrcholy250*, *vrcholy500* a *vrcholy1000*. Analogicky k „mapám lokálních maxim“ byly vytvořeny i „mapy lokálních minim“, které přiřadily každému bodu hodnotu nejnižšího místa v určitém okruhu; tyto mapy byly později použity v jiných souvislostech.

Hřbety, tj. konvexní protáhlé vyvýšeniny mimo vrcholy, zpravidla uklánějící se od vrcholu do údolí, byly identifikovány jako plochy s minimální spádovou oblastí při hydrologickém modelování (opak „vodních toků“). Pomocí sklonu svahu byly definovány plošiny (sklon 0-1°), svahy (1-10°) a *prudké svahy* (nad 10°). Plošiny a svahy byly dále rozděleny podle toho, zda leží nad linií střední hodnoty lokálních minim a lokálních maxim v okruhu 1000 m; vznikly tím kategorie *dolní plošiny*, *horní plošiny*, *dolní svahy* a *horní svahy*.

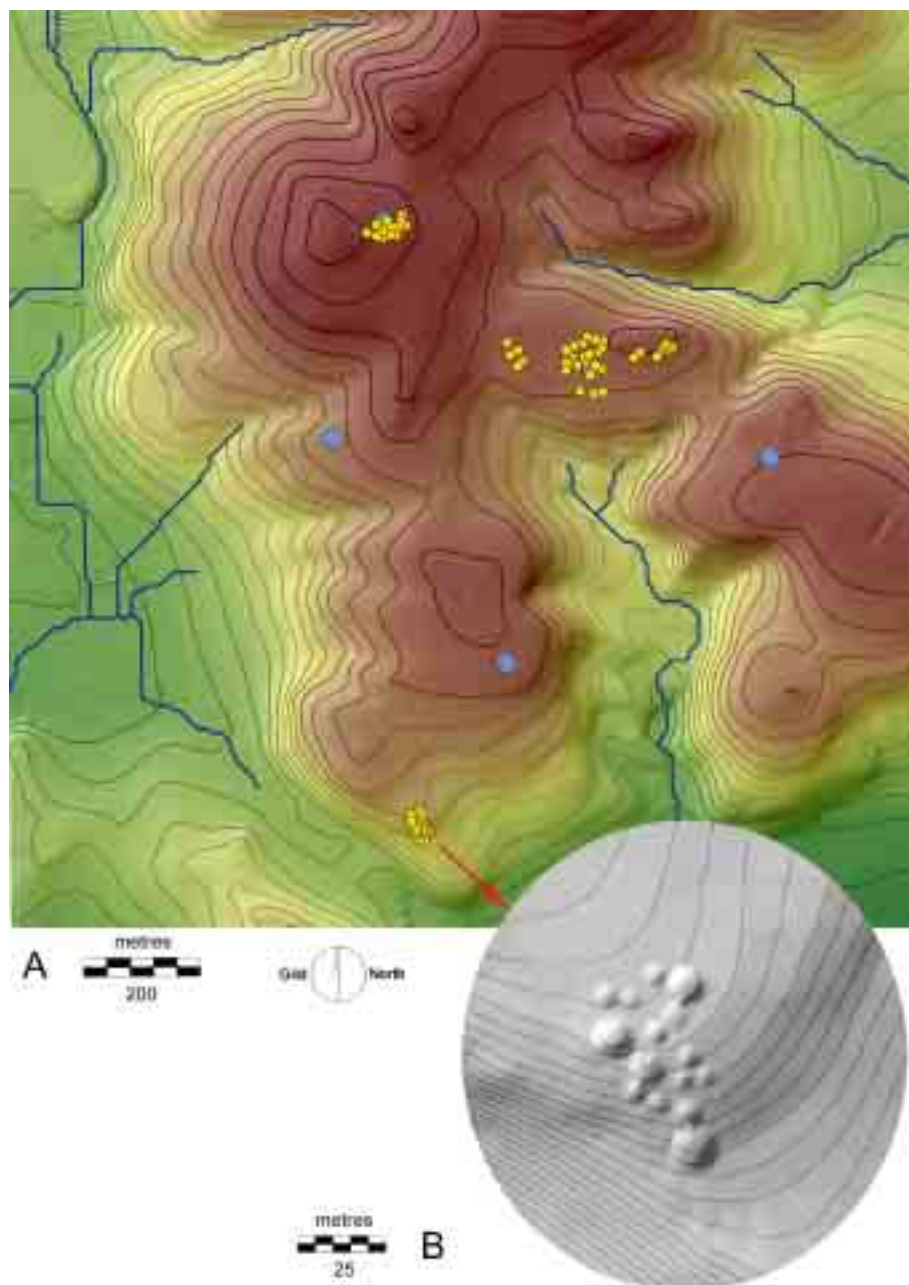
Terénní hrany byly identifikovány dvojí aplikací výpočtu sklonu svahu z DEM. Výsledná mapa pak ukazuje nikoliv gradient sklonu svahu, ale gradient gradientu, čili gradient změny sklonu svahu, který vyššími hodnotami identifikuje terénní zlom, hranu. Daným postupem lze určit horní (konvexní) a dolní (konkávní) okraje svahů, čili *horní hrany* a *dolní hrany*. Prostor *nad hranou* (horní) byl vymezen funkcí *disperse*, počítající vzdálenost proti směru sklonu svahu.

Jako *údolní dna* (*nivy*) byly definovány plochy v menší vertikální vzdálenosti od vodního než 2 m (v případě vodních toků se spádovým územím nad 50 km²), resp. 0-2 m (v případě vodních toků se spádovou oblastí 1-50 km²; kritická vertikální vzdálenost se lineárně zvětšovala podle velikosti spádového území); u vodních toků se spádovou oblastí menší než 1 km² se údolní dna (*nivy*) neuvažovaly.

Poslední kategorie byla označena jako *buffer25*. Tvoří ji obalové zóny v šíři 25 m kolem vrcholů kopců a hřbetů. Tuto kategorii lze tedy též chápat jako „nejvyšší partie svahů“; vytvořena byla kvůli empirickému pozorování, že relativně velký počet mohylových pohřebišť je lokalizován poblíž vrcholu či hřbetu, ale nikoliv přímo na něm.



Obr. 3. Výřez sledovaného území s vyznačením některých kategorií reliéfu a polohou pravěkých mohylníků.



Obr. 4. A. Výřez sledovaného území se skupinou pravěkých mohylových pohřebišť. Jednotlivé mohyly vyznačeny menšími žlutými značkami, poloha dalších mohylníků (bez zaměření jednotlivých mohyl) vyznačena většími modrými značkami. Vrstevnice v intervalu 5 m. B. Detail mohylového pohřebiště, 3-D model zhotovený v GIS Idrisi podle základních údajů o jednotlivých mohylách (poloha, průměr, výška). Vrstevnice v intervalu 1 m.

Syntéza dat

Syntéza dat zahrnovala sumarizaci výsledků a ověření, že jejich uspořádání není pouhým dílem náhody, tj. že obsahuje nějaký význam. Postup syntézy byl jednoduchý a lze jej popsat v následujících bodech:

(1) Byly zvoleny čtyři informační (mapové) vrstvy: vzdálenost od vodního toku, sklon svahu, orientace svahu a geomorfologické kategorie reliéfu. V prvních třech byly hodnoty upraveny reklasifikací do nových tříd, které jsou přehlednější a lépe vyhovují další práci: mapa vzdálenosti od vodního toku byla rozdělena do tříd po 100 metrech, mapa sklonu svahu do tříd po dvou stupních a mapa orientace svahu do osmi výsečí po 45°, kde „sever“ zaujímá výseč 0-22,5° a 337,5-360°, „severovýchod“ 22,5°-67,5° atd.). Čtvrtá mapa (kategorie reliéfu) vznikla postupným spojením map jednotlivých typů reliéfu. Ve všech mapách byla následně změřena plocha jednotlivých tříd hodnot (např. celková plocha svahů se sklonem 0-2°; celková plocha „údolních den“ atd.).

(2) Pro všechny lokality (96 pohřebišť a 28 sídlišť) byly ve sledovaných informačních vrstvách odečteny hodnoty a data byla uložena do databáze. Sumarizací těchto údajů bylo vypočteno *pozorované zastoupení* (počet) mohylových pohřebišť a pravěkých sídlišť v jednotlivých třídách informačních vrstev.

(3) Bylo vypočteno „očekávané“ zastoupení mohylových pohřebišť a sídlišť v třídách jednotlivých vrstev. Jako „očekávaný“ počet lokalit v dané třídě byla chápána taková hodnota, která odpovídala rozloze dané třídy (zabírá-li třída v mapě 10 % plochy, bylo očekávané zastoupení mohylových pohřebišť v dané třídě stanoveno na 9,6). Předpokládáme, že k takovému rozdělení lokalit by mělo dojít, kdyby byly lokality rozmístěny na ploše území náhodně.

(4) Pro všechny třídy každé informační vrstvy byl vypočten *index významnosti* dané třídy. Index významnosti byl určen jako poměr pozorovaného ku očekávanému počtu lokalit v dané třídě. Pokud by např. byl zjištěný počet pohřebišť ve třídě zabírající 10 % plochy roven 19, byl by index významnosti dané třídy z hlediska pohřebišť roven přibližně 2 ($19 / 9,6 = 1,98$); pokud by v dané třídě bylo zjištěno pohřebišť pouze 5, rovnal by se index významnosti zhruba 0,5 ($5 / 9,6 = 0,52$). Vypočtené hodnoty obsahují tabulky (**tab. 1-5**).

(5) Zhodnocení, zda pozorované rozdělení dat je skutečně významné, bylo provedeno buď jednoduchým statistickým testem chí-kvadrát (srovnávajícím např. očekávané a pozorované rozdělení lokalit do tříd, případně pozorované rozdělení pohřebišť s pozorovaným rozdělením sídlišť), nebo externí evidencí či validací dat, a to poukazem na určitou logiku jejich uspořádání, která nemohla vzniknout náhodnými faktory (konkrétně viz níže).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vzdálenost od vodního toku (m)	Rozloha dané třídy		Počet pohřebišť		Počet sídlišť		Index významnosti (pozorovaný počet / očekávaný počet)	
	km ²	%	pozorovaný	očekávaný	pozorovaný	očekávaný	pohřebišť	sídliště
0-100	114.0	35.6	12	34.2	15	10	0.4	1.5
100-200	87.7	27.4	26	26.3	10	7.7	1.0	1.3
200-300	64.5	20.1	26	19.3	2	5.6	1.3	0.4
300-400	37.2	11.6	27	11.2	1	3.3	2.4	0.3
400-500	13.3	4.1	5	4.0	0	1.2	1.3	0
500-600	2.9	0.9	0	0.9	0	0.3	0.0	0
600-700	0.5	0.1	0	0.1	0	0	0.0	0
> 700	0.0	0.0	0	0.0	0	0	0.0	0
Σ	320.1	100.0	96	96.0	28	28	1.0	1.0

Tab. 1. Rozdělení pravěkých mohylových pohřebišť a sídlišť v třídách vzdálenosti od vodního toku. Vodní síť byla modelována v GIS, přičemž byly uvažovány i velmi malé vodní toky (spádové území nad 0,1 km²). Rozsah sledovaného území byl zmenšen o plochu rovinatého terénu v JZ části (srov. obr. 2), která se odlišuje od zbytku území (proto je celková plocha sledovaného území pouze 320,1 km²).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sklon svahu (stupně)	Rozloha dané třídy		Počet pohřebišť		Počet sídlišť		Index významnosti	
	km ²	%	pozorovaný	očekávaný	pozorovaný	očekávaný	pohřebišť	sídliště
0-2	104.9	32.8	19	31.5	12	9.2	0.6	1.3
2-4	94.7	29.6	44	28.4	10	8.3	1.5	1.2
4-6	50.3	15.7	19	15.1	4	4.4	1.3	0.9
6-8	30.0	9.4	8	9.0	2	2.6	0.9	0.8
8-10	16.3	5.1	5	4.9	0	1.4	1.0	0.0
> 10	23.9	7.5	1	7.2	0	2.1	0.1	0.0
Σ	320.1	100.0	96	96.0	28	28.0	1.0	1.0

Tab. 2. Rozdělení pravěkých mohylových pohřebišť a sídlišť v třídách sklonu svahu.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Orientace svahu	Rozloha dané třídy		Počet pohřebišť		Počet sídlišť		Index významnosti	
	km ²	%	pozorovaný	očekávaný	pozorovaný	očekávaný	pozorovaný	očekávaný
rovný / flat	2.6	0.8	0	0.8	4	0.2	0.0	17.5
S (N)	37.2	11.6	5	11.2	2	3.3	0.4	0.6
SV (NE)	41.7	13.0	8	12.5	1	3.6	0.6	0.3
V (E)	35.3	11.0	7	10.6	3	3.1	0.6	1.0
JV (SE)	37.6	11.8	15	11.3	6	3.3	1.3	1.8
J (S)	50.7	15.8	20	15.2	2	4.4	1.3	0.5
JZ (SW)	47.2	14.7	21	14.2	3	4.1	1.4	0.7
Z (W)	35.9	11.2	13	10.8	5	3.1	1.2	1.6
SZ (NW)	31.9	10.0	7	9.6	2	2.8	0.7	0.7
Σ	320.1	100.0	96	96.0	28	28.0	1.0	1.0

Tab. 3. Rozdělení pravěkých mohylových pohřebišť a sídlišť v třídách orientace svahu (blíže v textu).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tvary reliéfu	Rozloha dané třídy		Počet pohřebišť		Počet sídlišť		Index významnosti	
	km ²	%	pozorovaný	očekávaný	pozorovaný	očekávaný	pozorovaný	očekávaný
vrchol ₁₀₀ (hilltop ₁₀₀)	28.3	8.8	11	8.5	3	2.5	1.3	1.2
vrchol ₂₅₀ (hilltop ₂₅₀)	17.8	5.6	12	5.3	1	1.6	2.2	0.6
vrchol ₅₀₀ (hilltop ₅₀₀)	6.6	2.0	2	2.0	2	0.6	1.0	3.5
vrchol ₁₀₀₀ (hilltop ₁₀₀₀)	4.0	1.3	5	1.2	0	0.4	4.1	0.0
hřbet (ridge)	60.4	18.9	31	18.1	1	5.3	1.7	0.2
horní hrana (upper edge)	1.3	0.4	0	0.4	0	0.1	0.0	0.0
nad hranou (above edge)	3.8	1.2	2	1.1	1	0.3	1.8	3.0
dolní hrana (lower edge)	2.7	0.8	0	0.8	2	0.2	0.0	8.6
niva (floodplain)	7.1	2.2	0	2.1	5	0.6	0.0	8.1
dolní plošina (lower plain)	4.8	1.5	0	1.4	0	0.4	0.0	0.0
horní plošina (upper plain)	1.3	0.4	0	0.4	1	0.1	0.0	8.6
dolní svah (lower slope)	82.6	25.8	16	24.8	10	7.2	0.6	1.4
horní svah (upper slope)	57.1	17.8	9	17.1	1	5.0	0.5	0.2
prudký svah (steep slope)	23.7	7.4	1	7.1	0	2.1	0.1	0.0
buffer25	18.6	5.8	7	5.6	1	1.6	1.3	0.6
Σ	320.1	100.0	96	96.0	28	28.0	1.0	1.0

Tab. 4. Rozdělení pravěkých mohylových pohřebišť a sídlišť v kategoriích tvarů reliéfu.

Tvary reliéfu podle počtu pohřebišť			Tvary reliéfu podle indexu významnosti		
Kategorie	Počet pohřebišť	Index významnosti	Kategorie	Počet pohřebišť	Index významnosti
hřbet (ridge)	31	1.7	vrchol ₁₀₀₀ (hilltop ₁₀₀₀)	4.1	5
dolní svah (lower slope)	16	0.6	vrchol ₂₅₀ (hilltop ₂₅₀)	2.2	12
vrchol ₂₅₀ (hilltop ₂₅₀)	12	2.2	nad hranou (above edge)	1.8	2
vrchol ₁₀₀ (hilltop ₁₀₀)	11	1.3	hřbet (ridge)	1.7	31
horní svah (upper slope)	9	0.5	buffer25	1.3	7
buffer25	7	1.3	vrchol ₁₀₀ (hilltop ₁₀₀)	1.3	11
vrchol ₁₀₀₀ (hilltop ₁₀₀₀)	5	4.1	vrchol ₅₀₀ (hilltop ₅₀₀)	1.0	2
nad hranou (above edge)	2	1.8	dolní svah (lower slope)	0.6	16
vrchol ₅₀₀ (hilltop ₅₀₀)	2	1.0	horní svah (upper slope)	0.5	9
prudký svah (steep slope)	1	0.1	prudký svah (steep slope)	0.1	1
niva (floodplain)	0	0.0	niva (floodplain)	0.0	0
dolní hrana (lower edge)	0	0.0	dolní hrana (lower edge)	0.0	0
dolní plošina (lower plain)	0	0.0	dolní plošina (lower plain)	0.0	0
horní hrana (upper edge)	0	0.0	horní hrana (upper edge)	0.0	0
horní plošina (upper plain)	0	0.0	horní plošina (upper plain)	0.0	0

Tab. 5. Význam kategorií tvarů reliéfu pro výskyt pravěkých mohylových pohřebišť. Kategorie seřazeny podle absolutního počtu mohylových pohřebišť (vlevo) a podle tzv. indexu významnosti (viz text).

Interpretace výsledků

Výsledky syntézy dat lze dokumentovat v tabulkách 1-5. V **tab. 1** je sledován význam vzdálenosti od vodního toku: z tabulky vidíme, že index významnosti plynule roste od první třídy (0-100 m) do třídy čtvrté (300-400 m) a pak opět klesá. V případě sídlišť pak vidíme něco jiného: třída nejbližší vodnímu toku je nejvýznamnější a se vzrůstající vzdáleností index významnosti klesá. V obou případech však konstatujeme plynulé uspořádání hodnot (v prvním případě vzrůstající a opět klesající, v druhém případě plynule klesající z maxima v první třídě). Podobně logické uspořádání hodnot můžeme vidět i u sklonu svahu (**tab. 2**) a orientace svahu (**tab. 3**), v posledním případě ale jen pro pohřebišť, u sídlišť je patrná preference plochého terénu a výsledky obecně jsou zatíženy chybou v důsledku malého počtu nalezišť. S výjimkou tohoto posledního případu může sám plynulý a logický průběh hodnot indexu významnosti sloužit jako *validace* zjištěných výsledků (k pojmu Neustupný 1996), tj. jako indikace, že nejde o jevy náhodné.

Ani z věcného hlediska zjištěné hodnoty nepostrádají určitou logiku. Např. v ohledu nejbližšího vodního toku je poměrně zajímavé, že nejen výskyt sídlišť, ale i pohřebišť je

k poloze vodního toku v určitém vztahu. Mohylová pohřebiště se z velké části vyskytují ve vzdálenosti do 400 m od vodního toku, v rámci tohoto prostoru ale preferují vzdálenost spíše větší než menší (tj. 200-400 m). V tomto ohledu se liší od sídlišť, které – pokud lze ovšem z malého vzorku soudit – jednoznačně preferují vzdálenost 0-200 m.

Vzhledem ke sklonu svahu je situace taková, že sídliště preferují sklon 0-4°, zatímco pohřebiště sklon 2-6°, s možným výskytem i v terénu s větším sklonem (*tab. 2*). Nejzajímavější jsou ovšem hodnoty indexu pro faktor orientace svahu (*tab. 3*), a to pro mohylová pohřebiště. Ty ukazují jednoznačné preference svahů orientovaných k jihu a západu, tj. směru k JV, J, JZ a Z (celkově jde o výseč 112,5 – 292,5°). Statistický význam tohoto zjištění byl potvrzen i testem chí-kvadrát.

Tab. 4-5 ukazují jednoznačně nenáhodný vztah mohylových pohřebišť ke geomorfologickým tvarům reliéfu. Patrný je zejména z *tab. 5*, v níž jsou jednotlivé třídy tvarů reliéfu seřazeny jednak podle absolutních počtů zastoupených mohylových pohřebišť, jednak podle vypočteného indexu významnosti. Tato tabulka ukazuje, že mezi preferovanými tvary jsou všechny kategorie vrcholů kopců, hřbety a jejich bezprostřední okolí ($buffer_{25}$), jakož i místa nad terénními hranami; všechny ostatní kategorie jsou výrazně podreprezentovány (index významnosti je u nich menší než 1). Potvrzuje to známé, ale exaktně dosud málokdy podepřené pozorování, že pravěká mohylová pohřebiště se často vyskytují v dominantních místech krajiny, v místech vyvýšených, s teoreticky dobrým rozhledem. Proto je také pravěkým mohylníkům někdy připisována role orientačních bodů či viditelných symbolů identity a nároků komunity na určité území.

Zdá se však, že vysvětlit polohu pravěkých mohylníků pouze tímto způsobem nestačí. Pokud by budovatelům mohyl šlo skutečně pouze o to, aby byl pohřební areál umístěn v místech co nejvíce dominantních a viditelných, museli bychom pravděpodobně pozorovat ještě vyšší preference vyvýšených míst. Nelze totiž např. přehlédnout, že i když jsou mohylníky často situovány v horní části svahu, nad terénní hranou, na hřbetu nebo na vrcholu kopce, mohou být v jejich bezprostřední blízkosti místa s ještě větším převýšením a ještě dominantnější polohou v krajině, avšak ty často využity nebyly. S tím souvisí také skutečnost, že relativně vysoký (i když jen v absolutních číslech, nikoliv v indexu významnosti) je výskyt mohylníků i v kategorii nižších svahů – právě zde se nabízí otázka, proč se budovatelé mohyl s takovým umístěním spokojili, když každý „nižší svah“ musel po určité vzdálenosti přecházet ve „vyšší svah“, případně hřbet atd. Je tedy pravděpodobné, že jednání lidí neovlivňovala pouze snaha zaujmout co nejvyšší a nejdominantnější místo, nýbrž i nějaký další faktor.

Tato pozorování mohou mít společného jmenovatele s některými pozorováními v ohledu vztahu pohřebišť k vodním tokům a orientaci svahu. I zde se setkáváme s jevy, které jsou z hlediska samotných pohřebních areálů hůře vysvětlitelné, jako je např. preference vzdálenosti 200-400 m od vodního toku či jasná preference jižních svahů. Podle mého názoru mohou být tyto jevy vysvětleny tím, že umístění pohřebního areálu sledovalo ještě nějaký

další faktor, který je v našem případě skrytý, a tímto faktorem byla právě poloha sídliště. Pokud bychom předpokládali, že pohřební areály musely ležet blízko sídlišť, vysvětlili bychom tím jak nevelkou vzdálenost mohylníků od vodního toku (byly umístovány nad sídlišti, ale stále ještě v jejich blízkosti) a preferenci jižních svahů (kterou můžeme u sídlišť očekávat také, i když v dostupných datech ji nelze doložit), tak jistou „nedůslednost“ celkově zcela zřetelného vztahu pohřebišť k vyvýšeným polohám. Jednání budovatelů mohyl by se tedy dalo popsat tak, že pohřební areál měl být situován do místa viditelného a dominantního, ale zároveň neměl být příliš daleko od areálu obytného a z obytného areálu měl být dobře dostupný.

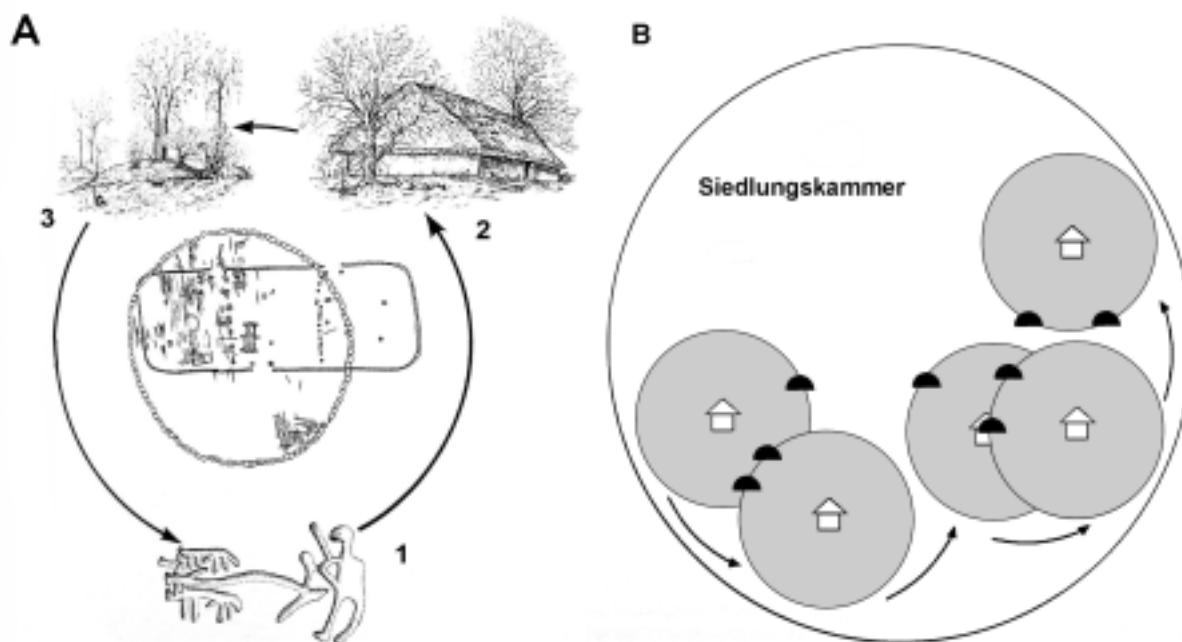
Vztah mezi obytnými a pohřebními areály v pravěkých kulturách je obecně těžko sledovatelný, neboť zatím existuje jen málo případů dobře prozkoumaných sídelních areálů, kde by obě komponenty byly spolehlivě zastoupeny. V případě mohylových kultur je to ještě horší, neboť výskyt mohylových pohřebišť a příslušných sídlišť je zpravidla vázán k jiným typům krajiny z hlediska dnešního využití, v nichž komplementární komponenty buď chybějí (mohyly v zemědělské krajině), nebo je nelze snadno doplnit průzkumem (sídliště v lese). Pro prostorovou souvislost obytných a pohřebních komponent v našem případě můžeme proto přinést jen několik nepřímých a ne vždy zcela jednoznačných argumentů.

Za prvé, zdá se, že pohřební areály byly v pravěku obecně situovány poměrně blízko od areálů obytných; známé je to např. v kultuře únětické, ale i dalších obdobích. Tomu zpravidla odpovídá i velikost pravěkých pohřebišť, která většinou vypovídá o malé komunitě obývající jeden obytný (sídelní) areál. Tento argument ale nemusí platit bez výhrad, neboť existují i pohřebiště velká (např. z období popelnicových polí), u nichž lze předpokládat sdílení pohřebního areálu více komunitami a tudíž i větší vzdálenosti mezi oběma druhy areálů. Prostorové vztahy tohoto typu nebyly zatím u nás systematicky zkoumány.

Za druhé, doklady jisté souvislosti mezi pohřebními a obytnými areály mohylových kultur existují v podobě sídlištní keramiky a dalších nálezů sídlištního rázu nalézáných v násypech mohyl. Tyto případy shrnul např. V. Čtrnáct; sám autor je však nechápal jako doklady bezprostřední prostorové souvislosti, ale jako doklad rituálního jednání spojeného s přenášením materiálu z (nedalekých?) obytných areálů (Čtrnáct 1954, 1973; zde odkaz i na obdobné nálezy v Německu).

Za třetí, existují přímé doklady překrývání obytných a pohřebních (i dalších) komponent, i když nejsou z našeho území, ale z prostředí severské doby bronzové. Např. v Handewitt v severním Německu byla zjištěna superpozice výrobních činností (stopy orby), sídlištních aktivit (dům) a pohřebního areálu (mohyla), přičemž všechny komponenty spadaly do téhož archeologického období (starší doba bronzová; Willroth 2001; zde *obr. 5A*). Tento nález sice nedokládá skutečnou současnost pohřebního a obytného areálu (právě naopak), ale vyplývá z něj, že všechny areály mohly být situovány ve stejném typu krajiny a pravděpodobně v nevelkých vzájemných odstupech. Autor použil daný nález a situaci v jeho okolí

k rekonstrukci posunů pravěkých areálů v krajině (**obr. 5B**).



Obr. 5. A. Situace archeologického výzkumu v Handewitt (Kr. Schleswig-Flensburg) zachycující superpozici pole (stopy po orbě), sídliště (půdorys domu) a pohřební mohyly (obvodový věnec). 1-3: Schéma rotace areálů. Všechny komponenty patří starší době bronzové. B. Schéma posunů obytných a pohřebních areálů na ploše sídelního areálu (*Siedlungskammer*) ve starší době bronzové. Podle: Willroth 2001.

Závěr

Předložená studie ukazuje, že mohylová pohřebiště starší doby bronzové až doby halštatské nejsou v krajině rozmístěna náhodně, nýbrž jsou v určitém vztahu k prvkům přírodního prostředí. Zatímco u některých prvků, jako je např. vzdálenost od vodního toku, orientace svahu apod., jde nejspíše o vedlejší efekt prostorové souvislosti pohřebních a obytných areálů, v případě jiných prvků, např. vztahu k vyvýšeným, dominantním místům v krajině, jde o specifický rys pohřebních areálů. I v tomto druhém případě však předpokládaná závislost polohy pohřebiště na poloze sídliště omezovala volný výběr polohy pohřebního areálu v krajině. K tomuto závěru však předložený příspěvek dochází jen na základě nepřímých dokladů; prokázat přímo dané hypotézy by bylo možné jen speciálně zaměřeným terénním výzkumem.

Důležitou součástí studie byla aplikace GIS pro počítačovou analýzu reliéfu krajiny. Při tom byly použity nejen standardní funkce GIS, přítomné v různých softwarových produktech tohoto typu, ale i vlastní postupy, spočívající v sestavení speciálních algoritmů operací s vrstvami. Tyto postupy umožnily zejména identifikaci morfologických kategorií reliéfu, jako např. vrcholů kopců, hřbetů, terénních hran apod. Použity přitom byly výhradně rastrové

digitální mapy a operace rastrového typu.

Literatura

- Beneš, A. – Michálek, J. – Zavřel, P. 1999: Archeologické nemovité památky okresu České Budějovice. Díl I-II. Praha (ARÚ AVČR – OÚ České Budějovice – Muzeum Strakonice), 184-192.
- Čtrnáct, V. 1954: Mohylová chata a sídelní mohylové objekty v Plzeňsku, Památky archeologické 45, 335-355.
- Čtrnáct, V. 1973: Zásypová keramika ze středobronzových mohyl na Plzeňsku. In: Výzkumy v Čechách 1970. Praha (Archeologický ústav AV ČR), 184-211.
- Higgs, E. S. (ed.) 1975: Palaeoeconomy (being the second volume of Papers in Economic Prehistory by members and associates of the British Academy Major Research Project in the Early History of Agriculture). Cambridge (Cambridge University Press).
- Higgs, E.S. – Vita-Finzi, C. 1972: Prehistoric economies: a territorial approach. In: Higgs, E.S. (ed.), Papers in Economic Prehistory. London – New York, 27-36.
- Chisholm, M. 1962: Rural settlement and land use: an essay in location. London (Hutchinson).
- Jankuhn, H. 1955: Methoden und Probleme siedlungsarchäologischer Forschung. Archaeologia Geographica 4, 73-84; přetisk v: Jankuhn 1976, 145-184.
- Jankuhn, H. 1976: Archaeologie und Geschichte. Vortraege und Aufsätze, Bd. 1, Beiträge zur siedlungsarchaeologischen Forschung. Berlin – New York (Walter de Gruyter).
- Jankuhn, H. 1977: Einführung in die Siedlungsarchäologie. Berlin – New York (Walter de Gruyter).
- Kruk, J. 1973: Studia osadnicze nad neolitem wyzyn lessowych. Wrocław – Waszawa – Kraków – Gdańsk (Ossolineum).
- Kruk, J. 1980: Gospodarka w Polsce południowo-wschodniej w V-III tysiącleciu p.n.e. Wrocław – Waszawa – Kraków – Gdańsk (Ossolineum).
- Kuna, M. 1997b: Geografický informační systém a výzkum pravěké sídelní struktury. In: Macháček, J. (ed.), Počítačová podpora v archeologii, Brno (FF MU), 173-194.
- Kuna, M. 1998a: Keramika, povrchový sběr a kontinuita pravěké krajiny. Archeologické rozhledy 50, 192-223.
- Kuna, M. 2006: Burial mounds in the landscape. In: Šmejda, L. (ed.), Archaeology of Burial Mounds, Plzeň (KAR ZČU) 2006, 83-97.
- Kuna, M. a kol. 2004: Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle. Praha (Academia).
- Kuna, M. – Adelsbergerová, D. 1995: Prehistoric location preferences: an application of GIS to the Vinořský potok project, Bohemia. In: Lock, G. – Stančíč, Z. (eds.), Archaeology and Geographical Information Systems: a European perspective, London (Taylor & Francis), 117-131.

- Neustupný, E. 1996: Polygons in archaeology. *Památky archeologické* 87 [2], 112-136.
- Neustupný, E. 1998: (ed.): *Space in prehistoric Bohemia*. Praha (ARÚ AVČR).
- Neustupný, E. 2000: Predikce areálů archeologického zájmu. In: Pavlů, I. (ed.), *In memoriam Jan Rulf. Památky archeologické – Supplementum* 13, 319-324.
- Neustupný, E. – Venclová, N. 1996: Využití prostoru v latěnu: region Loděnice. *Archeologické rozhledy* 48, 615-642, 713-724.
- Rulf, J. 1983: Přírodní prostředí a kultury českého neolitu a eneolitu. *Památky archeologické* 68, 5-55.
- Smejtek, L. 1987: Vývoj osídlení Příbramska a jeho vztah k přírodnímu prostředí. *Vlastivědný sborník Podbrdsko* 38-9, 313-365.
- Šimana, M. 1999: Geodetická dokumentace mohylových pohřebišť. In: Beneš, A. – Michálek, J. – Zavřel, P. 1999, *Archeologické nemovité památky okresu České Budějovice. Díl I-II*. Praha (ARÚ AV ČR – OÚ České Budějovice – Muzeum Strakonice), 184-192.
- Šmejda, L. 2001: Kostel, nebo mohyla? Příspěvek ke studiu pohřebních areálů. *Archeologické rozhledy* 53, 499-514.
- Šmejda, L. – Turek, J. (eds.) 2004: *Spatial analysis of funerary areas*. Plzeň (KAR ZČU).
- Vita-Finzi, C. – Higgs, E.S. 1970: Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine: site catchment analysis. *Proceedings of the Prehistoric Society* 36, 1-37.
- Willroth, K.-H. 2001: Haus, Acker und Grabhügel. Variable Konstanten im Siedlungsgefüge der älteren nordischen Bronzezeit. In: Mayer, M. (ed.), "...Trans Albim Fluvium". *Forschungen zur vorrömischen, kaiserzeitlichen und mittelalterlichen Archäologie*. Festschrift für Achim Leube. Rahden/Westf. (Verlag Marie Leidorf GmbH), 113-124.

Summary

An analysis of prehistoric tumulus cemeteries by means of geographic information systems

The paper attempts to show that prehistoric tumulus cemeteries were not distributed randomly in the landscape but in relation to their natural environment. The area under study is situated in South Bohemia (Czech Republic), north of the regional centre České Budějovice (Fig. 1B). To a large extent it is covered by forest, which has survived here because of the conversion of large parts of the landscape into several deer parks (the first as early as in the 16th century) which still exist today. This is the reason why abundant evidence of 96 prehistoric tumulus cemeteries with over 1000 burial mounds in total (dating to the time span between the Early Bronze Age and the Hallstatt periods) has been preserved here (Figs. 1A, 2). On the other hand, due to the character of the vegetation cover, there is a lack of evidence of the contemporary settlement sites, the few known cases coming mostly from other parts of the

study area than cemeteries.

The location of the tumulus cemeteries has been analysed from the point of view of the distance from the nearest water stream, slope gradient and slope aspect. GIS Idrisi Kilimanjaro and ArcGIS 9 have been employed for the scopes of these analyses using a digital elevation model with a grid of 10×10 metres as the point of departure. The observable patterns in the location of prehistoric tumuli are not, regarding these variables, very different from what we know about the location of settlement sites. Hence, although any direct evidence is missing, a certain spatial relationship between the funerary and habitation areas may be assumed.

However, it is the analysis of the landscape relief that is at the centre of attention. The author has developed his own algorithms to identify landscape features such as hilltops, ridges, upper and lower parts of slopes, plains, floodplains, etc. By the application of these categories it has been found that the builders of prehistoric tumulus cemeteries clearly preferred elevated places, possibly visually dominant in the landscape (hilltops, ridges, areas above edges, etc.). It seems, however, that not even from this point of view was the location of funerary sites entirely free but limited by some other factors. In particular, we can see that only those dominant places in the landscape were used for the location of tumuli which were not too distant from places suitable for the settlement sites. Hence, the behaviour of the tumulus builders may be defined as governed by (at least) two factors: the tendency to establish the cemetery on a visible place “above” the village and the need to locate it close to the village. The assumed spatial relation between the habitation and funerary areas may be supported by other evidence, too (e.g. the occurrence of residual pottery in the bodies of the tumuli: Čtrnáct 1973; a burial mound of the Early Bronze Age in superposition above a house of the same period in Handewitt, North Germany: Willroth 2001; here Fig. 5).

Využití GIS pro zpracování a publikaci plošných archeologických výzkumů: příklad neolitického sídliště v Mohelnici u Zábřeha - Richard Thér

Abstrakt

Cílem využití GIS pro zpracování dokumentace výzkumu neolitického sídliště v Mohelnici bylo vytvořit elegantní, efektivní a komplexní způsob publikace pramenné základny. Zpracování mělo také přinést nové možnosti pro analýzu zkoumané lokality, popřípadě zefektivnit možnosti stávající. Dokumentace byla zpracována v prostředí ArcGIS. V mapovém projektu jsou vzájemně propojeny plány, datové tabulky, fotografie a kresebná dokumentace. Pro uživatele bez přístupu k ArcGIS je interaktivní plán výzkumu publikován do formátu s příponou PMF, který lze otevřít ve volně stažitelném prohlížeči ArcReader. Elektronický komplet je doplněn relační databází MS Access a plány ve formátu PDF.

The aim of using GIS for the processing of the documentation from the excavation of a Neolithic settlement at Mohelnice was to create an elegant, efficient and comprehensive method of publishing the source base. The processing should also open new possibilities in analyzing the site under examination and to streamline the existing options. The documentation was processed in the ArcGIS environment where the map project links up plans, data tables, photographs and drawings. For users with no access to k ArcGIS the interactive excavation plan is published in the PMF format which can be accessed via a freely downloadable ArcReader browser. The electronic documentation comes complete with an MS Access relational database and plans in the PDF format.

Klíčová slova

Mohelnice, plošný výzkum, GIS, neolit, sídliště, dokumentace elektronická, analýza prostorová

Mohelnice, large-scale excavation, GIS, Neolithic, settlement, electronic documentation, spatial analysis

Úvod

Výzkum neolitického sídliště východně od Mohelnice, který probíhal v letech 1953 až 1971 pod vedením Rudolfa Tichého, vybízel velikostí zkoumané plochy (cca 2 ha) a především kvantem materiálu (cca 85 000 keramických jedinců) k využití GIS pro zpracování dokumentace. Smyslem využití GIS bylo prvé řadě vytvořit elegantní, efektivní a komplexní

způsob publikace pramenné základny, ale zpracování mělo dát případným zájemcům také nové možnosti pro analýzu zkoumané lokality, popřípadě zefektivnit možnosti stávající.

Původně byla dokumentace zpracována v programu ArcView 3.2a. Původní kompozice GIS brala ohled na použitelnost pro běžného uživatele. To si vyžádalo programovou úpravu prostředí a nástrojů ArcView. Vznikly tak dvě programové aplikace. Jedna byla určená uživateli se znalostí práce v ArcView a byly v ní zachovány všechny editační a analytické nástroje. Druhá byla určená uživateli, u kterého se nepředpokládá předcházející znalost práce s ArcView. V tomto případě bylo prostředí ArcView maximálně zjednodušeno. U obou těchto verzí se předpokládalo, že uživatel má přístup k softwaru ArcView 3.x (Thér 2004).

Původní zpracování se nevyhnulo palčivému problému elektronických dat - stárnutí softwarových nástrojů, ve kterých jsou vytvořeny a používány. Řada ArcView 3.x byla postupně nahrazena systémem ArcGIS který má odlišnou architekturu a projekty sestavené v ArcView 3.x se v něm nedají spustit. Proto byl vytvořen nový projekt na bázi ArcGIS. Jeho kompozice je záměrně sestavena co nejjednodušším způsobem. Bylo upuštěno od zásahů do prostředí ArcGIS, které by upravovaly stávající a přidávaly nové nástroje. Zdá se, že architektura ArcGIS společnosti ESRI na pár let vydrží, takže mapové projekty vytvořené v aktuální verzi budou použitelné i ve verzích budoucích. Jednou však s nejvyšší pravděpodobností současná architektura systému zastará a bude nahrazena něčím novým. Jednoduchost řešení, která využívá standardní nástroje a prostředky ArcGIS, by měla zaručit, že případný převod dat do nových formátů bude co nejméně problematický.

Komplet elektronické dokumentace mohelnického výzkumu na DVD bude přílohou připravované monografie.

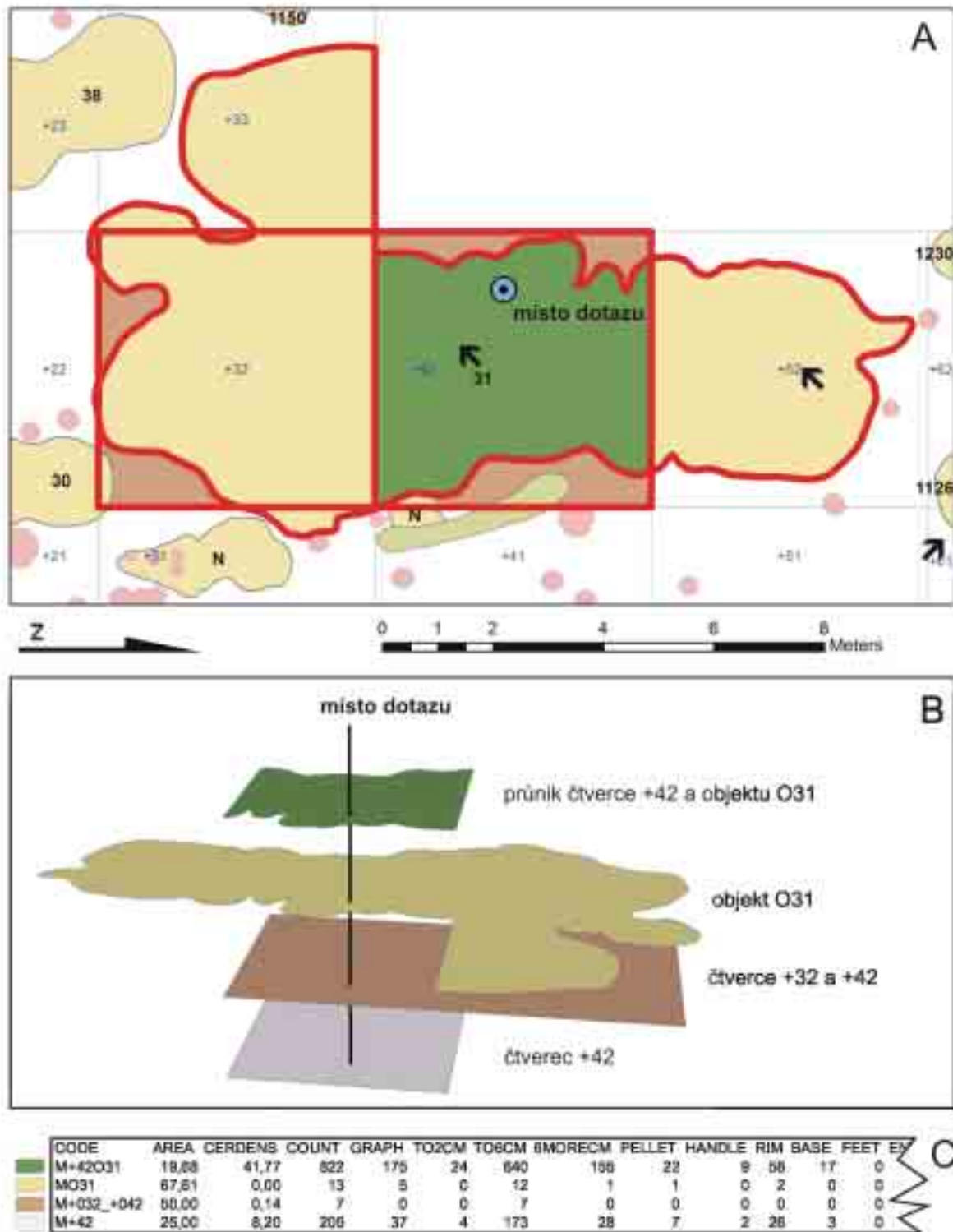
Problematicčnost zpracování starší dokumentace

Přestože dokumentace mohelnického výzkumu byla prováděna pečlivě a koncepčně, časová prodleva mezi samotným výzkumem a jeho zpracováním zapříčinila trhliny v dokumentaci. Část údajů na sáčcích s nálezy se stala nezřetelnou, některé části dokumentace se nedochovaly a některé údaje v dokumentaci již dnes není možné „dekódovat“. S touto skutečností bylo nutné se vyrovnat při kompozici GIS.

Při mohelnickém výzkumu byla zaznamenávána lokalizace nálezu ve čtverci (5x5 m) a zároveň v objektu. Protože se část záznamů na sáčcích nedochovala, bylo potřeba do systému zakomponovat nálezy několika úrovní lokalizace: lokalizace do čtverce a zároveň do objektu, lokalizace pouze do objektu, lokalizace pouze do čtverce, lokalizace kombinující předchozí tři způsoby. Aby bylo možné v plánu pracovat se záznamy všech úrovní lokalizace, bylo nutné vytvořit jednotlivé vrstvy s nálezy jako zvrstvení více polygonálních vrstev. Pokud je dotazována takto vytvořená vrstva, projde dotaz skrz všechny vrstvy a zahrnutý jsou informace bez ohledu na úroveň lokalizace (*obr. 1*). Prakticky to znamená, že pokud je v plánu označena zájmová oblast, tak jsou vybrány nálezy z polygonu průniku objektu a

čtverce, zároveň nálezy z polygonu objektu, zároveň nálezy z polygonu čtverce a zároveň nálezy z dalších kombinací předchozích lokalizací, pokud tyto zasahují do místa výběru. Výsledkem je tak výběr nálezů, které mohly být nalezeny v definovaném prostoru. Je potřeba mít na paměti, že budou vybrány nálezy z celých polygonů bez ohledu na to, jak velkou částí tyto polygony zasahují do vybrané oblasti.

Na kresebných plánech lze v mnoha případech zaznamenat zakreslení kumulací jednotlivých nálezů (keramika, mazanice, kameny, kosti), ovšem postrádáme vazbu těchto kreseb na konkrétní nálezy nebo soubory nálezů. Přesto byly tyto informace použity a vrstvy obsahující tato data mají předponou „Loc“.



Obr. 1. A) Pohled na plán s místem dotazu (kliknutím za použití příslušného nástroje). Dotazována je vrstva TabCeramics, která obsahuje informace o keramice. Červeně lemované jsou polygony, jejichž atributy jsou výsledkem dotazu. B) Dotazované polygony vrstvy TabCeramics ukazují strukturu dané vrstvy. Do prostoru dotazu zasahují 4 polygony představující lokalizaci nálezů keramiky: průnik čtverce a objektu, objekt, čtverec a v tomto případě navíc dva čtverce. C) Část dat, která jsou výsledkem dotazu. Každý řádek odpovídá jednomu z polygonů.

Struktura mapového projektu v ArcGIS

Elektronický plán je složen z několika skupin mapových vrstev. Všechny vrstvy, které obsahují vybrané atributy jednotlivých kategorií movitých předmětů (keramika, mazanice, štípaná industrie, kosti ...) lokalizovaných ve čtvercích, objektech nebo jejich kombinacích jsou označena předponou „Tab“. Tabulky atributů obsahují parametry sledované na artefaktech jednotlivými badateli, kteří se podíleli na zpracování výzkumu (pokud při svém zpracování vytvořili datovou tabulku použitelnou v databázi). Všechny vrstvy, které poskytují pouze informace o poloze a tvaru movitého předmětu, jsou označeny předponou „Loc“. Vrstvy s předponou „Ft“ představují jednotlivé typy objektů (kulové jamky, příkopy, čtverce ...) a mohou obsahovat i další atributy těchto objektů (*obr. 2*).

První vrstvou je bodová vrstva „PhotoSpots“, která propojuje do plánu fotodokumentaci plochy výzkumu. U fotodokumentace se většinou nejedná o snímky jednotlivých objektů, ale o celkovější pohledy na plochu bez bližšího určení. Většinou známe jen rok, kdy byl snímek pořízen. Včlenění fotodokumentace do plánu proto bylo provedeno specifickým způsobem. U každé fotky bylo s pomocí plánů nalezeno přibližné místo, odkud byl snímek pořízen. V tomto bodě pak byla umístěna šipka orientovaná směrem, kterým bylo foceno, a s ní byl asociován příslušný snímek, který lze otevřít pomocí nástroje „hyperlink“. Fotografie byly digitalizovány do rastrového formátu JPG.

Vrstva polygonů „Drawings“ je propojena na kresebnou dokumentaci nálezů. Kliknutím na příslušný polygon výzkumu (objekt, kulovou jamku, žlab, čtverec nebo jejich průniky a sjednocení) při použití nástroje „hyperlink“ je otevřen soubor ve formátu PDF s kresbami nálezů lokalizovaných do příslušného polygonu. Kresby jsou řazeny podle stratigrafických vrstev. Každá strana PDF dokumentu představuje jednu vrstvu, takže lze mezi vrstvami v dokumentu snadno přecházet.

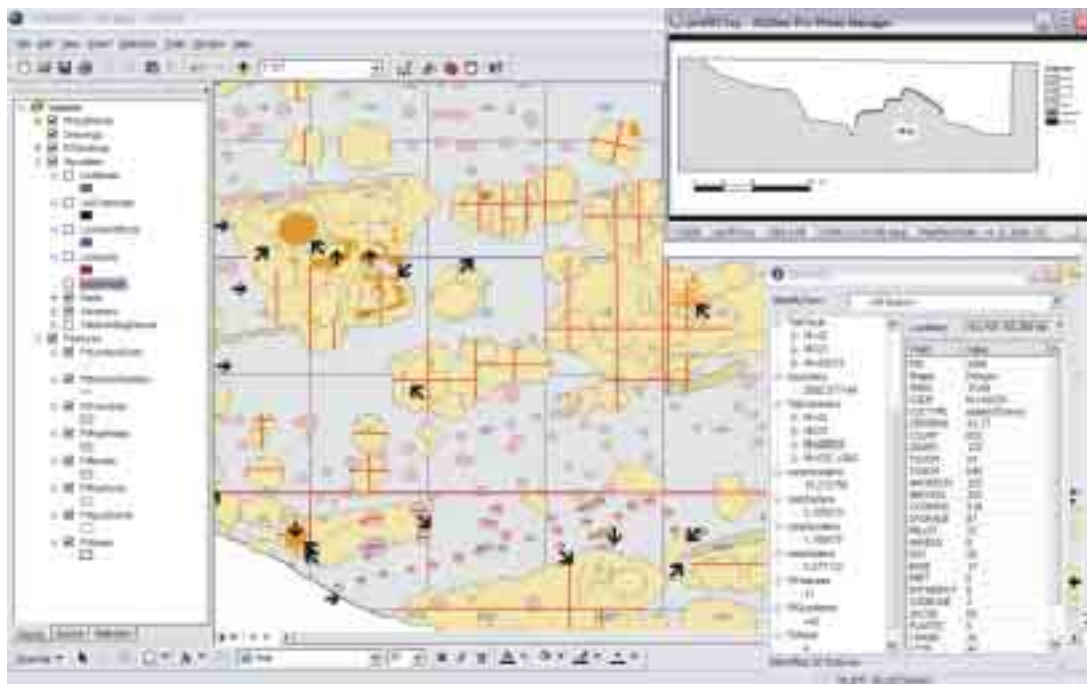
Pod kresebnou dokumentací následuje skupina vrstev „RTAnalysis“, která reprezentuje chronologickou analýzu výzkumu provedenou Radomírem Tichým (Tichý 2004). Tato skupina je rozdělena do dílčích podskupin představujících jednotlivé verze datování a najdeme zde také vrstvu obsahující hypotetickou lokalizaci jednotlivých neolitických domů.

Následnou skupinou vrstev jsou „Movables“. Tato skupina je složena z podskupin obsahujících informace o jednotlivých kategoriích movitých předmětů: kosti, uhlíky, železné předměty, mazanice, keramika, kameny, štípaná industrie, broušená industrie a drtidla. Vrstva „TabDaub“ zobrazuje hustotu mazanice pomocí bodů náhodně rozptýlených v daných polygonech. Jeden bod reprezentuje 10g mazanice. Podobně je řešeno zobrazení vrstvy „TabCeramics“ s tím rozdílem, že jeden bod v tomto případě reprezentuje jednoho keramického jedince.

Skupina vrstev „Features“ obsahuje informace, které se týkají zkoumaných objektů, čtverců a jednotlivých sezón výzkumu. Vlastní archeologické objekty jsou rozděleny na kulové jamky,

žlaby, hroby a ostatní objekty. Speciální vrstva ukazuje umístění profilů v rámci objektů. Tato vrstva je propojena na kresebnou dokumentaci profilů, takže lze kresbu příslušného profilu otevřít kliknutím na umístění profilu v plánu.

Doplňující datové tabulky jsou propojeny na příslušné vrstvy v plánu tak, aby bylo možné výběrem prvku v plánu zároveň vybrat relevantní sumu informací v tabulce.



Obr. 2. Prostředí ArcGIS s projektem Mohelnice. V pravém horním rohu je otevřen jeden z profilů.

Struktura dokumentace publikované pro prohlížeč ArcReader

ArcReader je prohlížeč geografických dat, který umožňuje pracovat s daty zpracovanými v aplikaci ArcGIS ArcMap. ArcReader představuje důležitý prvek z hlediska dostupnosti dat, neboť je volně stažitelný na serveru společnosti ESRI. Uživatel tedy nemusí být vlastníkem ArcGIS, aby mohl s GIS projektem pracovat. ArcReader pracuje se soubory odlišného formátu, než jsou mapové projekty ArcGIS (s příponou MXD). Soubory s příponami MXD tedy nelze v prohlížeči přímo otevřít. ArcReader pracuje pouze s formátem „published map file“ (PMF), který vzniká převodem příslušného MXD souboru. ArcReader samozřejmě nedisponuje všemi nástroji, které jsou k dispozici v ArcGIS. Prohlížeč především neumožňuje editaci dat. Nejsou zde také k dispozici analytické nástroje a nástroje pro sofistikovanější prostorové dotazy. Plán se zobrazí stejným způsobem jako v ArcGIS. Je možno jej přibližovat a zaměřovat a dotazovat se na další informace, které obsahují jednotlivé prvky plánu. Zachováno je propojení pomocí nástroje „hyperlink“ na rastrová data (kresebná dokumentace, fotodokumentace, profily). Jednotlivé vrstvy lze vypínat a zapínat, nelze však měnit jejich strukturu a způsob zobrazení (kromě nastavení průhlednosti vrstvy). Z dat jsou k dispozici

pouze atributy, které jsou přímou součástí jednotlivých mapových vrstev. Propojení na další tabulky a databáze není v prohlížeči přístupné. Chybí tak např. kvantitativní údaje o artefaktech rozlišené podle jednotlivých vrstev. Především z tohoto důvodu je doplňkem PMF souboru relační databáze MS Access, která obsahuje veškerá kvantitativní data týkající se výzkumu. Rastrová data jsou také snadno dostupná přímo v adresářové struktuře, takže je možné s nimi pracovat jak mimo ArcGIS, tak mimo ArcReader. Příložený jsou i plány ve formátu PDF, takže uživatel nemusí použít ani jednu z GIS variant.

Dokumentace v GIS a možnosti prostorové analýzy

Cílem tohoto krátkého informativního příspěvku je stručně představení jedné z možností elektronického zpracování dokumentace plošného archeologického výzkumu. Otázkou však zůstává, zda zpracování dokumentace standardních plošných výzkumů pomocí GIS není zbytečnou ztrátou energie. Zvláště starší výzkumy zvyšují náročnost zpracování, ale ve stejnou chvíli snižují použitelnost dat pro prostorovou analýzu (viz problém s lokalizací nálezů u mohelnického výzkumu).

Jedním z důvodů co nekompletnější publikace pramenné základny je učinit výzkum a jeho zpracování co nejvíce „transparentní“. Uživatel by měl získat možnost sám si ověřit publikované závěry zpracování výzkumu popřípadě si vytvořit vlastní pohled na zkoumanou lokalitu. Aplikace GIS v archeologii plošných výzkumů přináší nebývalé možnosti prostorové analýzy, ale otázkou je, zda archeologická data svou povahou vůbec tyto metody umožňují smysluplně využít. Nechtěl bych však činit na tomto místě obecné závěry, proto se budu soustředit na specifika dokumentace mohelnického výzkumu. Dokumentaci můžeme z určitého úhlu pohledu vnímat za natolik dokonalou, nakolik při práci s ní nepostrádáte kontakt s originálem. V tomto směru GIS nepředstavuje žádný přínos. GIS práci s daty značně zefektivňuje, ale sám o sobě ze špatné dokumentace dobrou neudělá. Badatelsky je na prvním místě nepříjemné pracovat s vlastnostmi, které jsou výsledkem pozorování a interpretace někoho jiného. Tomu se však za současného stavu techniky lze vyhnout pouze částečně a za cenu velkých finančních a časových investic (fotogrammetrie, 3D skenování objektů a artefaktů, přírodovědné analýzy...). Dokumentace mohelnického výzkumu není v tomto směru nějak progresivní a skládá se v drtivé většině ze sekundárních (interpretovaných) dat.

Vizuální dokumentace jednotlivých nálezů je pouze kresebná. Kresba výzdoby je konvenčně stylizovaná, takže je směsí grafické reprezentace reálných tvarů a typového zařazení výzdobných prvků. Kódem na profilu keramických střepů je označen typ keramického těsta. Materiál mohelnického výzkumu byl analyzován s cílem aplikovat alespoň částečně kvantitativní analýzu dat (Tichý 2004). Výsledkem jsou obsáhlé datové tabulky s kvantifikovatelnými údaji. Uživatel však bude pravděpodobně citelně postrádat individuální hodnocení jednotlivých artefaktů v datových tabulkách. Individualita je zachována pouze u kresebně dokumentovaných artefaktů. V datových tabulkách jsou jednotkou soubory artefaktů

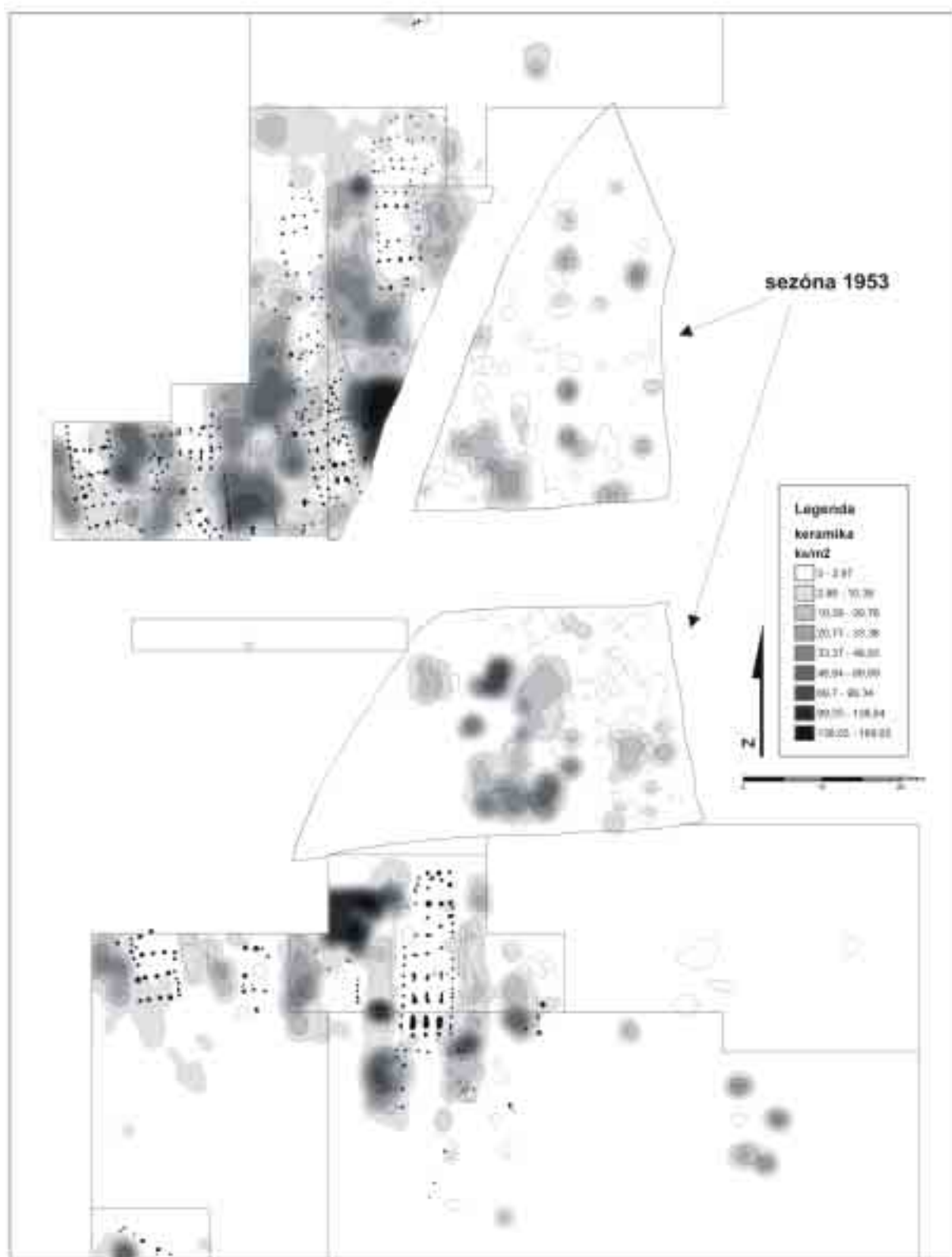
ze sáčků, z vrstev nebo z polygonů. V důsledku toho není možné analyzovat řadu kombinací sledovaných vlastností. Např. je možné zjistit a srovnat počty jednotlivých typů keramiky v jednotlivých objektech, protože známe počty jednotlivých typů keramických nádob v souboru. Není ale možné zároveň s počtem typů přihlídnout k jejich fragmentárnosti, protože opět známe pouze fragmentárnost celého souboru. Kvantitativní hodnocení celých souborů zde bylo nutným kompromisem s ohledem na množství zpracovávaného materiálu. Smysluplnost tohoto kompromisu by však měla být poměřována použitelností takto zpracovaných dat. Data v tabulkách tak umožňují spíše jen základní orientaci. Ke konkrétní analýze mohou sloužit pouze ve velmi omezené míře. V tomto směru může práce s daty v GIS představovat například nástroj pro vytváření výchozích hypotéz umožňujících zacílit případnou další analýzu výzkumu, která by ovšem pravděpodobně vyžadovala opět práci s primárními daty. Otázkou je, zda by v podobných případech, s ohledem na kvantitativní analýzu, nemělo větší význam podrobněji zpracovat vhodně vybraný vzorek celkového souboru.

Po sestavení mapového projektu výzkumu jsem se pokusil analyzovat informace o keramice zahrnuté v databázi, abych otestoval možnosti práce s dokumentací. Cílem analýzy bylo najít a definovat vztahy mezi vlastnostmi keramiky, které by mohly přispět k interpretaci lokality. Zjistil jsem, že v prostorech s velkým množstvím keramiky je zároveň nižší relativní počet velkých střepů¹ v porovnání s areály s menší koncentrací keramiky (*obr. 3 a 4*). Prvotní interpretace tohoto jevu vedla k myšlence, která korespondovala s pohledem R. Tichého na dynamiku zdejšího neolitického sídliště (Tichý 2004). Objekty s velkou koncentrací keramiky označují prostor, který byl dlouhodobě nebo opakovaně využíván. V těchto areálech následující osídlení porušovalo residua předchozího osídlení a tím způsobilo větší fragmentárnost keramiky. Hlavní příčinou by měla být obnovená těžba ve starších stavebních jamách, při které docházelo k redepozici residuí staršího osídlení. Tato hypotéza byla testována zjištěním prostorové korelace mezi délkou užívání prostoru a velikostí střepů. Za tímto účelem bylo potřeba interpolovat mapu délky užívání prostoru, která by zároveň zohledňovala intenzitu osídlení. Výsledná mapa představuje rastr, ve kterém jsou porovnány hustoty keramiky jednotlivých fází osídlení, a vybrána je nejnižší hodnota (*obr. 5*). Prostorová korelace mezi mapou délky a intenzity osídlení a relativní četností velkých střepů však nebyla zjištěna. Protože mapa délky a intenzity osídlení je díky zvolené metodě výpočtu v určitých aspektech zjednodušující (viz popis k *obr. 5*), byl výsledek analýzy ověřen srovnáním skupin polygonů, ve kterých byla identifikována: a) pouze jedna fáze osídlení, b) dvě fáze osídlení, c) všechny tři fáze osídlení. Ani toto srovnání nepotvrdilo závislost mezi délkou osídlení prostoru zachytilnou prostřednictvím relativní chronologie a velikostí střepů (*tab. 1*).

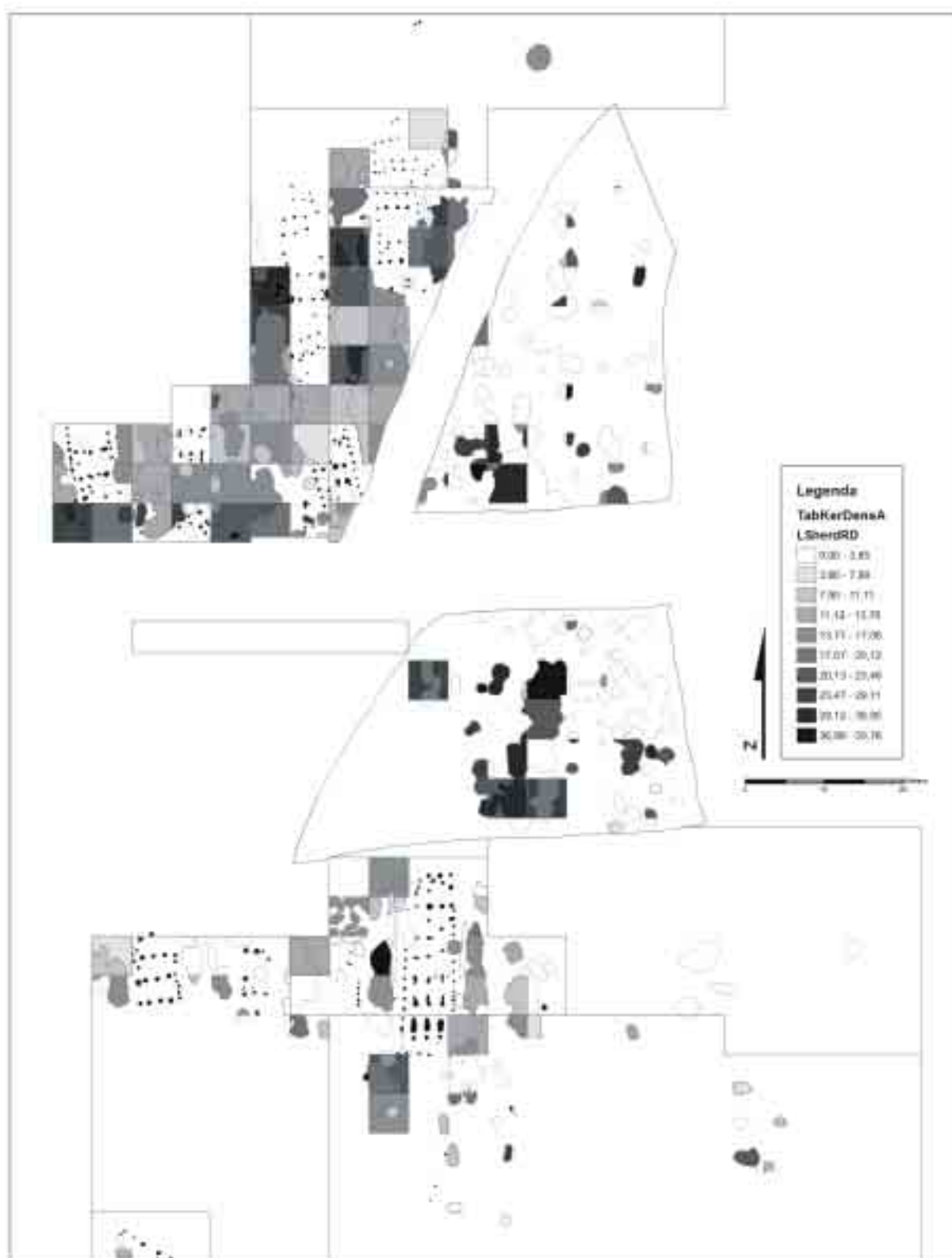
¹ Střepy byly při zpracování řazeny do tří kategorií podle velikosti: a) do 3cm, b) do 6 cm a c) více než 6 cm. Pokud je řeč o velkých střepech, jsou míněny střepy větší než 6 cm.

To nutilo k nalezení jiného vysvětlení. Ukázalo se, že existují značné rozdíly mezi relativním počtem velkých střepů v jednotlivých sezónách výzkumu. Analýza rozptylu dat ukázala, že se s 95 % pravděpodobností nejedná o jev náhodný. Zvláště výrazný podíl velkých střepů je ve výzkumné sezóně 1953 (*tab. 2*). V rukopisech Rudolfa Tichého se dozvídáme, že první výkopové práce na lokalitě v roce 1953 zahájil člen muzejního spolku v Mohelnici J. Horký za nepříznivých podmínek. Teprve později převzal vedení výzkumu Archeologický ústav. I v dalším průběhu sezóny se však výzkum potýkal s nepřízní počasí, kdy půda byla buď tvrdě vyschlá, takže měla i těžká technika problémy se skrývkou a začišťováním plochy, nebo naopak déšť ničil zkoumané objekty (Tichý 2004). Tyto okolnosti s největší pravděpodobností zapříčinily výrazně menší podíl drobnějších střepů v sezóně 1953. Při zpětném pohledu na plán výzkumu (*obr. 3*) je evidentní, že výsledky výzkumu z roku 1953 jsou těžko porovnatelné s pozdějšími sezónami v okolí.

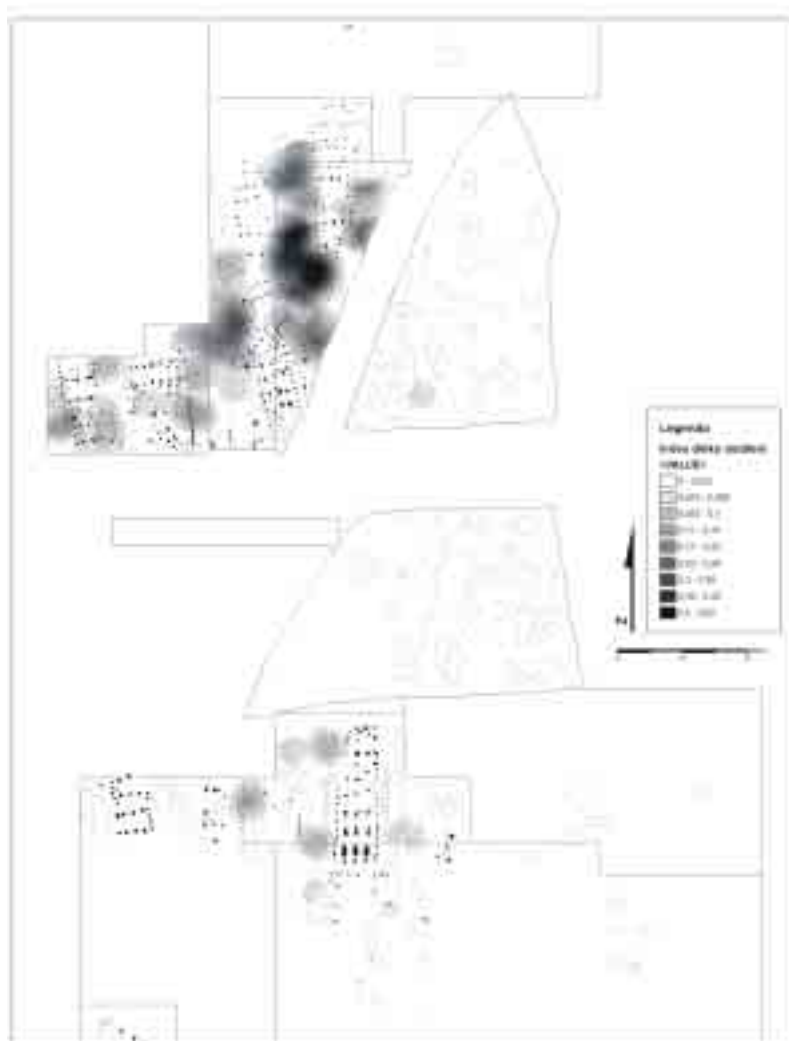
Výše zmíněný příklad ukazuje komplexnost faktorů ovlivňující vlastnosti souborů archeologických dat. Na začátku stojí aktivita tvořící, užívající a vyřazující hmotnou kulturu a na konci metodika a podmínky archeologického výzkumu. Představa, že GIS je magickou skříňkou, do které na jedné straně vložíme data naměřená na archeologickém materiálu, a na druhé straně vypadne mapa funkčního užití prostoru v jednotlivých fázích osídlení, je jistě naivní. Každá prostorová analýza by měla řešit konkrétní hypotézy založené na komplexních modelech formativních procesů na lokalitě, v nejlepším případě testovaných pomocí experimentální nebo etnoarcheologické analogie. Prezentovaná elektronická dokumentace mohelnického výzkumu může posloužit pouze v prvním kroku celého procesu: k definování výchozích hypotéz a dalšího postupu analýzy. Může např. upozornit na to, že s fragmentárností keramiky je potřeba pracovat maximálně v rozsahu jednotlivých výzkumných sezón a i tak pouze s velkou obezřetností.



Obr. 3. Mohelnice (výřez z plánu) - hustota keramiky. Vzhledem k problémům s lokalizací bylo nutné zvolit komplikovanější způsob výpočtu hustoty. Počet keramických jedinců ze všech polygonálních vrstev tvořících souvrství TabCeramics byl graficky vyjádřen body náhodně rozptýlenými v příslušných polygonech. Jeden bod reprezentoval jednoho keramického jedince. Z takto vzniklého bodového pole byl interpolován rastr hustoty.



Obr. 4. Mohelnice (výřez z plánu) - relativní četnost střepů větších než 6 cm v polygonech s hustotou keramiky větší než 5 keramických jedinců na m².



Pbr. 5. Mohelnice (výřez z plánu) - mapa vyjadřující délku a zároveň intenzitu osídlení. Intenzita je reprezentována hustotou keramiky. Výpočet je založen na předpokladu, že přestože historie řady objektů (hlavně stavebních jam kolem domů) byla velmi složitá a porušila „přirozenou“ stratigrafickou sekvenci, nedošlo k takovému druhotnému přemístění keramiky, aby její distribuce zcela ztratila prostorovou závislost na aktivitě produkující příslušný keramický odpad. Tento předpoklad však sám o sobě není evidentní a bylo by potřeba jej dále testovat. Výsledná mapa představuje rastr, ve kterém jsou porovnány hustoty keramiky jednotlivých fází osídlení, a vybrána je nejnižší hodnota. Hustoty keramiky jednotlivých fází byly vypočteny podobným způsobem jako celková hustota keramiky. Čísla, ve kterých je délka osídlení vyjádřena, je potřeba chápat jako indexy, protože vyjadřují pouze vztah, nikoliv reálné hustoty. Výpočet v řadě aspektů řešení délky a intenzity osídlení na lokalitě zjednodušuje. Např. pokud alespoň jedna fáze chybí, tak má příslušná buňka rastru hodnotu 0. Tím pádem má nulovou hodnotu prostor, který byl osídlen ve dvou fázích, stejně jako prostor, který byl osídlen pouze v jedné ze tří identifikovaných fází osídlení. Výpočet tedy de facto operuje s hustotou keramiky až v případě, že jsou v daném prostoru přítomny všechny tři fáze osídlení.

Počet fází	Cnt	Min	Max	Mean	StDev
1	179	0.00	50.76	16.80	10.20
2	99	3.16	50.36	16.49	8.92
3	51	3.80	40.36	18.77	7.03

Tab. 1. Mohelnice. Vybrané údaje popisné statistiky relativního zastoupení střepů větších než 6 cm podle množství přítomných chronologických fází.

Sezóna	Cnt	Min	Max	Mean	StDev	Var
1953	55	0.00	50.76	23.51	10.33	106.64
1956	43	0.62	40.36	16.15	7.93	62.89
1957	24	1.88	19.83	11.53	6.00	35.99
1958	46	3.75	50.36	17.78	10.74	115.25
1959	44	2.66	46.89	16.91	7.47	55.77
1960	31	0.00	43.75	13.80	8.29	68.73
1961	29	0.00	38.77	13.15	7.06	49.90
1962-63	13	3.12	19.64	11.40	4.38	19.22
1970-71	41	0.00	50.01	18.08	10.77	115.99

Tab. 2. vybrané údaje popisné statistiky relativního zastoupení střepů větších než 6 cm podle výzkumných sezón.

Závěr

Přes spíše skeptické vyznění je prostorová analýza pouze jednou z možností, a to spíše speciální, jak dokumentaci v GIS využít. Daleko zásadnější jsou z mého pohledu možnosti zpřístupnění dat. Čas vynaložený na přípravu projektu v GIS nemusí být výrazně delší než u jiného typu elektronického zpracování dat. Řada přípravných prací je identická: příprava relační databáze objektů a nálezů, zpracování digitální fotografie, digitalizace kresebné dokumentace, kreslení objektů a sestavování plánů. Nadstavbou je pouze vzájemné provázání jednotlivých typů dat v geodatabázi. Pokud jsou data od počátku strukturována s ohledem na přípravu geodatabáze, pak může toto „sešití“ představovat pouze nepatrný zlomek z celkového času vynaloženého na přípravu dokumentace. Klíčovým je „pouze“ přístup k vhodnému softwaru. Výsledkem je pak daleko komplexnější řešení dokumentace, které usnadňuje orientaci ve výzkumu a práci s daty. Existence volně šiřitelných prohlížečů jako je ArcReader pak zajišťuje širokou použitelnost dokumentace bez nutnosti nákupu drahých softwarů. Mohelnický výzkum je pouze jedním příkladem využití GIS v archeologické praxi Katedry praktické a experimentální archeologie Fakulty humanitních studií Univerzity Hradec Králové. Podobným způsobem jako mohelnický výzkum jsou průběžně do GIS zpracovávány záchranné výzkumy, které katedra zajišťuje v Tuněchodech a Obědovicích (Kalferst - Thér - Tichý 2006; Tichý - Thér - Papineschi 2006). V jejich případě je elektronická dokumentace automatickým výstupem spolu s nálezovou zprávou. Cíleně (za účelem prostorové analýzy keramiky) je pomocí ArcGIS zpracováván také záchranný výzkum Muzea Českého ráje v Turnově z let 1998 - 2001 v Turnově - Maškových zahradách. Zpracování základní

dokumentace archeologických výzkumů do GIS a jejich zpřístupnění považují za významný krok v archeologické praxi, která se potýká s problémem zpracování plošných výzkumů. Ačkoliv se tato forma publikace nedá v žádném případě považovat za definitivní a vyčerpávající, alespoň částečně a bez prodlení zhodnocuje snahu zachraňovat a uchovávat kulturní dědictví.

Literatura

Kalferst, J. - Thér, R. - Tichý, R. 2006: Velkoplošný výzkum v Obědovicích u Hradce Králové, *Živá archeologie* 7, 67-71.

Thér, R. 2004: Elektronická dokumentace výzkumu Mohelnice. In.: M. Lutovský (ed.), *Otázky neolitu a eneolitu 2003*, Praha, 425-431.

Tichý, R. 2004: Chronologie neolitického sídliště v Mohelnici u Zábřeha. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa, Nepubl. habil. práce.

Tichý, R. - Thér, R. - Papineschi, J. 2006: Tuněchody: jedno neobvyklé pohřebiště a sídliště z pravěku, *Živá archeologie* 7, 55- 61.

Summary

Using GIS for the processing and publishing of large scale archaeological excavations: the case of the Neolithic settlement at Mohelnice near Zábřeh

The aim of the documentation processing of the Neolithic settlement excavation at Mohelnice using GIS was to create an elegant, effective and comprehensive means of excavation data publication. Furthermore, use of GIS should either create new possibilities for spatial analysis or improve existing methods. The project was set up in the ArcGIS software.

The time gap between excavation itself and the data processing caused the loss, damage and illegibility of some information. Artifacts were located either to quadrants (5 x 5 m) and features, but the location is quite often only partial. Some artifacts are located only to the quadrants or to the features. Therefore, there are several overlapping levels of location: a) intersection of the quadrants and the features, c) the quadrants, d) the features and occasionally a different combination of the previous (for example two quadrants and one feature). An artifact distribution map layer is therefore created as a combination of several layers containing different polygon types. It facilitates work with data on different levels of location in the same session (fig. 1).

Plans, data tables, photos and drawings are interlinked in the ArcMap (one of the ArcGIS applications) file. The plan consists of several layers and group layers. Layer PhotoSpots contains arrows showing photo orientation and spots from which photos were taken. The layer is linked to photo scans. You can display a photo associated with a particular arrow by

clicking it using the hyperlink tool. The same tool is used for accessing artifact drawings in the Drawings layer. The drawings are stored in PDF files. Each page of the PDF file represents one stratigraphical layer. The group layer Movables contains information about bones, charcoals, iron objects, daub, ceramics, rocks and stone artifacts, the group layer Features contains information about excavation seasons, quadrants, post holes, trenches and other features and sections. The FtSectionPosition layer represents a placement of sections within archaeological features. The layer is linked to section drawings via the hyperlink tool. Some of the layers are linked to tables containing data which are not stored in layer attribute tables. It is particularly important when you need data sorted into stratigraphic layers.

The map project is also converted to a published map file (with file extension PMF) which operates in ESRI freeware viewer ArcReader. ArcReader displays maps as they appear in ArcMap, with the same symbols and map elements. Maps are not static displays; they are interactive. You can browse a map - taking a closer look at a particular area - and point at features to find out more about them. You can also access the raster data via the hyperlink tool. Editing tools, spatial analysis tools and access to tables other than the attribute ones is not available in ArcReader.

One of the reasons for publishing excavation data which is as complete as possible is to make the excavation and its analysis transparent. This means that a user is able to check published results and more importantly to perform his/her own analysis. This ability depends not only on the documentation completeness but on the quality and human mediation as well. GIS is only as strong as is its weakest component. GIS itself gives us powerful tools for the analyses but does not make the input data inherently better. If we look at the presented documentation from this point of view, it is highly man mediated. You cannot see “coarse” data but only their representation in a form of drawings of features and artifact (which are always more or less schematic and symbolic) and texts or numbers in tables. The photos are a marginal source of data, and other means of recording without man mediation were not involved. That is why there is virtually no chance of performing independent analysis in this case. However the documentation could serve at least in the first step of analysis: It could help to create new hypotheses.

When assessing the use of GIS in this case, data access seems to me a more substantial issue than the analytical options. The use of GIS is an effective and comprehensive way to publish data, and data is widely accessible thanks to freeware viewers such as ArcReader. The use of GIS is a step forward in archaeological practice, which wrestles with problems of large scale excavation processing. Publication of excavation data using GIS is by no means complete and definitive, but it does, at least partially and relatively quickly, fulfil one of the aims of archaeology: to preserve and make accessible our cultural heritage.

Archeologická mapa Libice – na půli cesty, Intrasite GIS raně středověkého hradiště - Jan Mařík

Abstrakt

Příspěvek popisuje metody a podmínky vzniku geografického informačního systému Archeologická mapa Libice. Řeší problematiku digitalizace rozsáhlého nálezového fondu získaného v průběhu dlouholetých archeologických výzkumů v aglomeraci raně středověkého hradiště v Libici nad Cidlinou. Pozornost je věnována také digitalizaci vertikální stratigrafie v prostředí GIS a archivaci digitálních dat.

The contribution describes the background to and the methods involved in creating the Archaeological Map of Libice geographical information system. It delves into the problem of digitizing an extensive collection of finds amassed during long-term archaeological excavations in the agglomeration of an early mediaeval fortified central place in Libice nad Cidlinou. Attention is also paid to digitization of vertical stratigraphy in a GIS environment and to archiving digital data.

Klíčová slova

Intrasite GIS – raný středověk – Libice nad Cidlinou

Intrasite GIS – Early Middle Ages – Libice nad Cidlinou

Úvod

Raně středověké hradiště v Libici nad Cidlinou patří mezi nelépe archeologicky prozkoumané lokality na našem území. Avšak pouhá pětina těchto archeologických výzkumů byla publikována nebo alespoň zpřístupněna formou nálezových zpráv. V závěru 90. let minulého století, kdy došlo k výraznějšímu poklesu záchranných výzkumů na lokalitě, se otevřela možnost komplexního zpracování tohoto ojedinělého nálezového fondu. Pro tento účel začal vznikat pod názvem *Archeologická mapa Libice* jednotný informační systém.

Proč Archeologická mapa?

Hlavní cílem *Archeologické mapy Libice* je vytvoření edice archeologických pramenů, která zpřístupní tento rozsáhlý nálezový fond co nejširšímu okruhu badatelů tak, aby se mohli podílet na dalších fázích vyhodnocení shromážděných dat. Na rozdíl od systematických archeologických výzkumů, kde by měly být hlavní otázky a tedy i metody zpracování

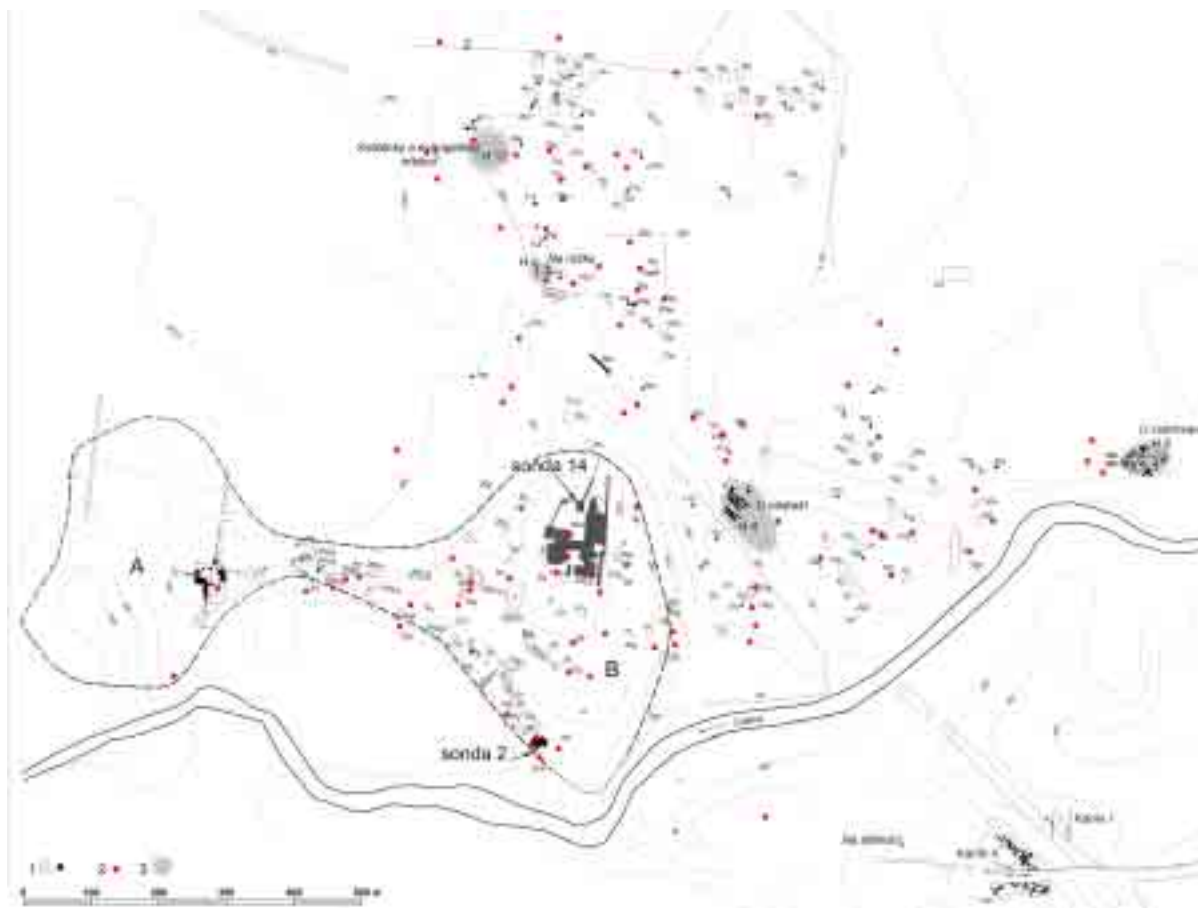
formulovány ještě před zahájením zemních prací, ocitáme se v případě Libice před problémem zcela opačným. Postup prací byl rozvržen do 3 hlavních etap:

1. Vytvoření základní mapy lokality s vyznačením všech archeologických sond. Celkový plán archeologicky zkoumaných ploch byl vytvořen pouze pro opevněný areál předhradí (Princová 1994), zatímco pro lokalizaci ostatních sond byla uváděna pouze parcelní čísla. Koordináty měřené od sekčních čar mapového listu mapy 1 : 10 000 pro potřeby Archeologické databáze Čech se pro se ukázaly jako nedostatečné. Přestože většina (65 %) akcí měla být zaměřena s přesností PIAN 1 nebo 2 (Kuna – Křivánková – Krušinová 1995, 18-19) ukázalo se v řadě případů

při srovnání se skutečnou polohou sondy¹ vykazovaly často značnou odchylku, která se pohybovala od 5 do 500 m (*obr.1*).

Tato základní mapa je rovněž nepostradatelná pro potřeby archeologické památkové péče a při stanovení strategie záchranných výzkumů, které na lokalitě probíhají. Umožňuje především stanovit míru archeologických rizik pro potencionální stavebníky v jednotlivých částech obce.

¹ Přesná lokalizace sond byla prováděna na základě údajů v terénním deníku, stavebních výkresů dodaných investory staveb nebo opakovaně zaměřena přímo v terénu podle skutečného rozsahu budov, jejichž stavba výzkum vyvolala.



Obr.1. Libice nad Cidlinou – aglomerace raně středověkého hradiště s vyznačením archeologicky zkoumaných ploch. 1 – Archeologická mapa Libice, 2 – archeologické akce lokalizované na základě souřadnic uvedených v Archeologické databázi Čech, 3 – plochy zkoumané J. Hellichem. A- vnitřní hradiště (akropole), B – předhradí.

2. *Vektorizace² terénní dokumentace.* Jejím cílem je především prostorová identifikace nemovitých archeologických nálezů (zahluobené objekty, vrstvy, hroby), ke kterým jsou přiřazeny atributy (čísla objektů, hrobů) umožňující propojení s negrafickými databázemi v analytické fázi zpracování. V případě výzkumů bez nálezové zprávy je do vektorového formátu převedena veškerá kresebná dokumentace včetně vnitřní struktury objektů (spádnice, movité nálezy ve výplni objektů, nivelační body, apod.). Tímto způsobem získáme kvalitní grafické podklady, které mohou být použity v libovolném měřítku nejen pro potřeby nálezové zprávy, ale i případné publikace, bez opakovaného a poměrně nákladného překreslování.

3. *Analýza archeologických dat.* V rámci této etapy jsou připravovány především dílčí databáze negrafických dat, které mohou být propojeny s grafickou částí archeologické mapy. Předpokládáme, že právě fáze analytického zpracování by měla být otevřena širší badatelské

² Vektorové plány jsou vytvářeny v geografickém souřadném systému S-JTSK, srov. Kuna et al. 2004, 428.

veřejnosti. Databáze by měly být sestavovány cíleně pro řešení jasně definovaných odborných otázek. Sestavení komplikované relační databáze negrafických dat, podrobně popisující nálezové situace a movité nálezy v celé libické aglomeraci, se jeví za současného stavu zpracování jako nereálné. Jen těžko můžeme definovat okruh otázek, které by mohly být s pomocí této databáze řešeny, a proto úsilí vynaložené na tvorbu komplikované univerzální databáze by se mohlo minout účinkem (srov. Riordan 2000, 14-16)³.

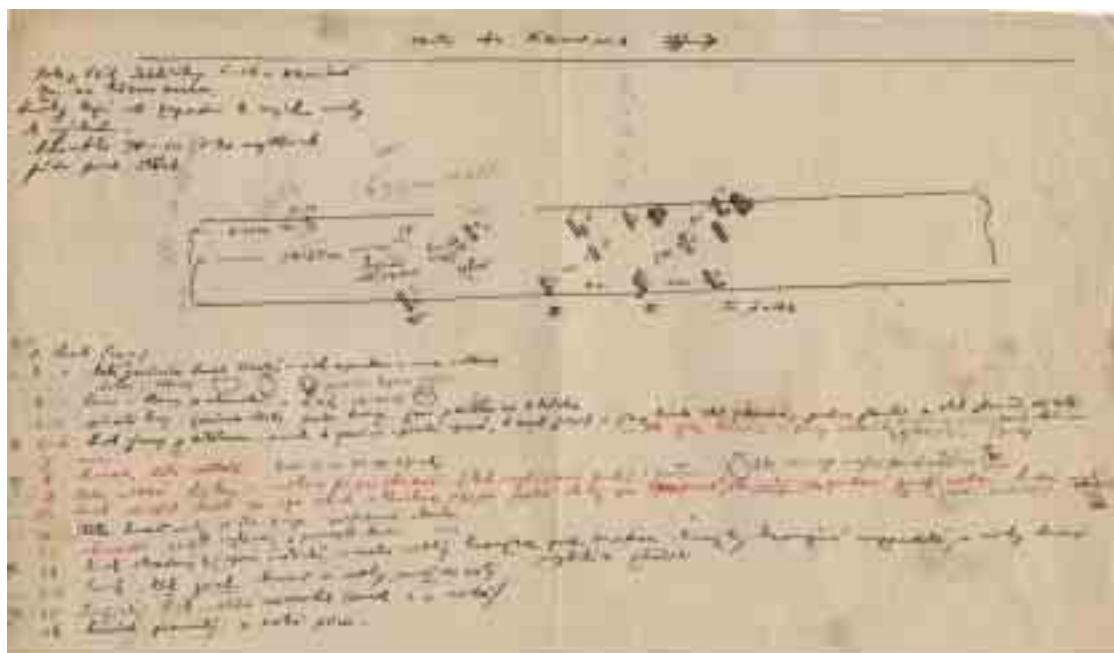
3. Historie archeologických výzkumů – zdroje dat

Etapy, jimiž procházel archeologický výzkum libického hradiště, značně ovlivnily povahu a strukturu dat, na jejichž základě je Archeologická mapa založena. První archeologické výzkumy libické hradiště jeho nejbližší okolí proběhly již v závěru 19. století pod vedením amatérského archeologa Jana Hellicha. Z jeho pozůstalosti mohly se být použity především okótované náčrty půdorysných plánů raně středověkých pohřebišť (*obr. 2*) v polohách Kanín III, U cukrovaru a U nádraží (Mařík 2005). Přestože popisy nálezových situací byly na svoji dobu velmi precizní, není ve většině případů zcela zřejmé množství ani charakter hmotných památek, které v tehdejších podmínkách záchranných výzkumů mohly uniknout Hellichově pozornosti. Stejně tak je obtížné přesněji vymezit plošný rozsah jeho sond.

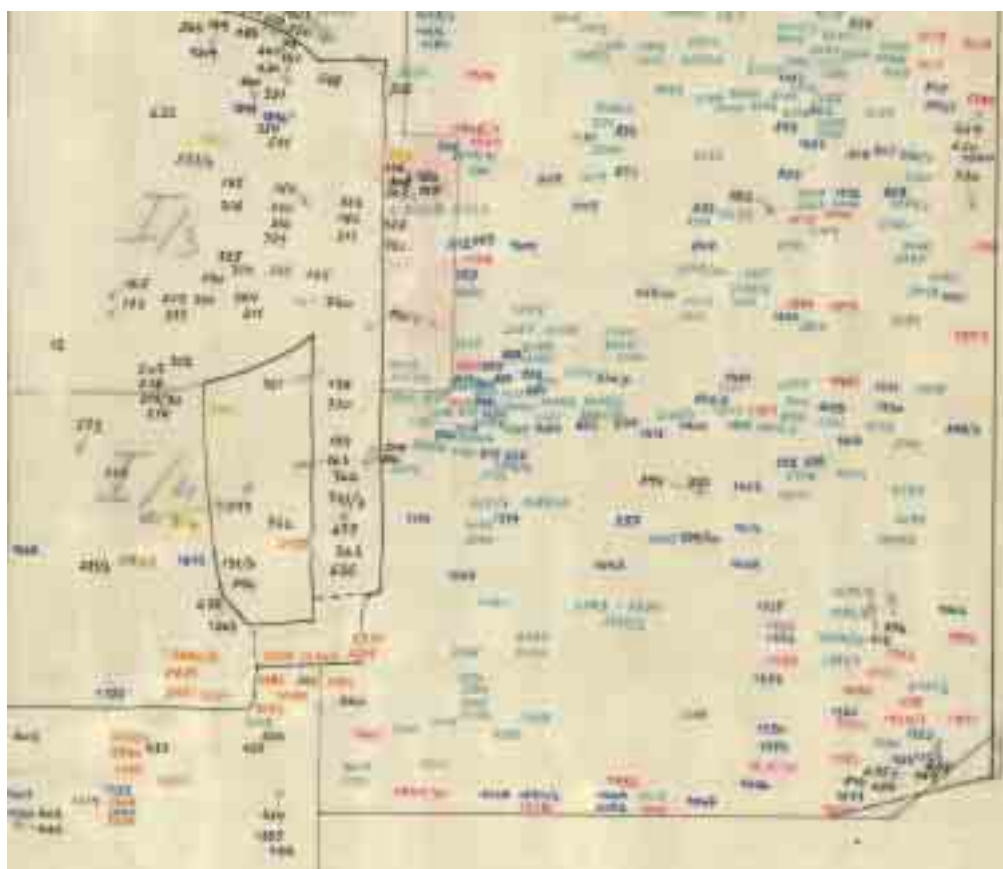
Patrně nejkomplikovanější je stav dokumentace systematických výzkumů realizovaných ve východní části vnitřního hradiště a (tzv. akropole) konaných v letech 1948-1953 a 1967-1973 R. Turkem. Podstatná část terénní dokumentace, která byla objevena v nedávné době, ukázala, že dosavadní publikované výsledky bude nezbytné podrobit revizi (Košta 2006). K dispozici máme vedle torzovitě dochované původní terénní dokumentace na milimetrových papírech také již překreslené půdorysné plány, které byly použity publikaci (Turek 1978, 1981). Poloha movitých nálezů je uvedena na tzv. „dislokačních plánech“, kde jsou v místech nálezů zakreslena evidenční čísla konkrétních nálezů nebo sáčků (*obr. 3*).

Třetí etapu archeologického výzkumu Libice, které trvá až od roku 1974 až do současnosti, představují záchranné výzkumy prováděné na celém katastru současné obce. J. Princová, která provedla většinu těchto záchranných výzkumů, zavedla jednotný systém označení sond. Číslo sondy je vázáno na konkrétní parcelní číslo a v případě, že se v následujících letech konal na téže parcele další archeologický výzkum, bylo k číslu sondy přidáno písmeno (1a, 1b...). Čísla byla původně přiřazena pouze výzkumům s pozitivním zjištěním, negativní akce dokumentují hlášení uložená v archivu Archeologického ústavu v Praze. Standardní kresebná dokumentace na milimetrové papíry byla používána pro vertikální řezy a půdorysy sond pokrývajících plochu maximálně několik desítek metrů čtverečních. Při výzkumech rozsáhlejších sond byly pořizovány fotoplány.

³ Takové dílčí databáze byly vytvořeny pro zpracování pohřebišť v libické aglomeraci (Mařík 2005) nebo osídlení mimo opevněný areál na pravém břehu Cidliny (Mařík 2007).



Obr. 2. Kanín – poloha Na křemenu. Plán výzkumu J . Helicha z roku 1903. Archiv Polabského muzea v Poděbradech.



Obr. 3. Libice nad Cidlinou – vnitřní hradiště. Výřez z dislokačního plánu archeologického výzkumu na vnitřní hradišti, jv od závěru kostela. Archiv prehistorického oddělení Národního muzea v Praze.

Na počátku Archeologické mapy

První plán archeologických sond na katastru současné obce Libice nad Cidlinou vznikl ve formátu rastrového obrazu v programu Photoshop. Popisná data k jednotlivým sondám byla zapsána v programu MS Excel. Tato cesta se však z dlouhodobého hlediska ukázala jako neperspektivní. Hlavní překážkou byl rozsah mapovaného území (cca. 370 ha), který při zobrazení v dostatečně velkém měřítku přesahoval možnosti dostupného hardwaru.

Z těchto důvodů byla zvolena metoda vektorové grafiky. První vektorové plány byly vytvářeny v prostředí programů Microstation a GeoMedia 4. Možnosti obou programů byly testovány při digitalizaci katastrální mapy obce a nad ní zobrazené vrstvy vybraných archeologických sond. Poté byl jako definitivní řešení vybrán software GeoMedia, který umožňuje uživatelsky snadné propojení s databázemi, vytvořenými v programech MS Access a bezproblémový import a export dat z ostatních běžně užívaných GIS prostředí.

Zvolená metoda byla ověřena v *pilotním projektu*, který vznikal současně s nálezovou zprávou o záchraném archeologickém výzkumu v sondě 14a/2 z roku 1998 v poloze „Volkovo pole“. Sonda č. 14 byla zvolena především proto, že zachycené nálezové situace jsou pro libické předhradí charakteristické⁴. Datový model, byl pro pilotní projekt navržen tak, aby při sběru grafických i negrafických dat nedocházelo k nevědomé interpretaci nálezových situací (srov. Macháček 2002, 12) a aby tuto činnost byli schopni po zaškolení provádět další spolupracovníci. Kompletní digitalizace, tvorba vektorových plánů, kresebné terénní dokumentace byla prováděna na digitizéru a také nad georeferencovanými rastrovými obrázky. Druhá z uvedených metod se v průběhu digitalizace dalších sond ukázala vzhledem omezené dostupnosti poměrně drahého hardwaru jako vhodnější. Vertikální řezy⁵ a fotografická dokumentace ve formátu rastrových obrázků jsou propojeny s vektorovými objekty hypertextovými odkazy.

Vertikální statigrafie

Jednou z největších komplikací při využití GIS pro potřeby archeologie jsou omezené možnosti zobrazení vertikální stratigrafie. Nejběžnějším je tzv. 2,5D GIS, kde je třetí rozměr (souřadnice Z) uvedena jako jeden z atributů zobrazovaných prvků⁶. Toto řešení našlo svoje

⁴ Typickou nálezovou situací jsou objekty oválného nebo nepravidelného půdorysu zahloubené do staršího půdního horizontu nebo kulturní vrstvy). Stratigraficky komplikovanější situace se vyskytly zatím spíše ojediněle při okraji předhradí v pásu předpokládaného průběhu opevnění (Princová – Mařík 2006, 649-647).

⁵ Vzhledem k tomu, že výplň zahloubených objektů byla nejméně z jedné poloviny vybírána po mechanických vrstvách, a proto považujeme propojení nálezů s konkrétní přirozenou vrstvou za problematické.

⁶ Využití skutečných 3D GISů je zatím v fázi pokusů a jejich plné využití včetně prostorových analýz se snad

uplatnění v prostředí rastrového GISu⁷, který umožňuje provádět celou řadu prostorových analýz, avšak není vhodný pro digitalizaci kresebné dokumentace. Plnohodnotné trojrozměrné zobrazení, které nabízejí vektorových CAD systémy, je obtížně využitelné vzhledem omezeným možnostem propojení s databázemi negrafických dat. Hlavní překážkou je ovšem kvalita dostupné archeologické dokumentace. Půdorysné plány rozsáhlejších sond byly pořizovány metodou tzv. fotoplánů, označované někdy poněkud nepřesně jako fotogrammetrie. Na rozdíl od skutečné fotogrammetrie, která vyžaduje pro georeferenci⁸ minimálně 4 body, byly při zvětšování klasických fotografií používány pouze body dva. Následné odchylky byly pak vyrovnávány vystřihováním fotografií při jejich sesazování⁹. Výsledný fotoplán zasazený do geodeticky přesně zaměřené sondy vykazoval uvnitř drobné nepřesnosti (v řádech centimetrů), které ovšem vynikly při sesazení dvou nad sebou dokumentovaných úrovní. Z těchto důvodů byly v případě komplikovanějších vertikálních stratigrafií digitalizovány jako na sobě nezávislé dokumentační úrovně, přičemž každá z nich byla uložena jako samostatný soubor.

Vertikální řezy byly do *Archeologické mapy* začleněny dvěma způsoby. O prvním z nich, který řešil jednoduché řezy zahluubenými objekty jsme se zmínili již v předchozí kapitole.

Úplná vektorizace kresebné dokumentace byla prováděna jen v případech komplikovanějších stratigrafií, které se objevily především jižním okraji předhradí, a na řezech o délce několika desítek metrů pořízených především při stavbě kanalizace. Vrstvy řezů jsou podobně jako půdorysné nálezové situace zobrazovány jako plochy a jsou zobrazeny ve stejném souřadnicovém systému, avšak mimo areál aglomerace.

Struktura databáze

Archeologická mapa obsahuje dva základní typy dat: grafická data vytvořená z vektorizované terénní dokumentace a k nim připojené popisné databáze obsahující jejich negrafické atributy (srov. Macháček 2002, 15). Základní prostorovou jednotkou je sonda archeologického výzkumu, která má podle charakteru výzkumu formát plochy, linie a bodu. Plochy jsou vyhrazeny sondám s přesnou lokalizací a rozměry, linie dokumentují převážně liniové stavby. Body označují výzkumy, kde není znám přesný rozsah zemních prací a nebo je můžeme lokalizovat pouze v rámci jedné parcely. V rámci sondy jsou lokalizovány v jednotlivých mapových vrstvách hlavní stratigrafické jednotky (objekty, hroby, vrstvy). V jejich výplních mohou být v dalších 6 vrstvách zakresleny movité nálezy (keramika, kovy, kosti, kameny,

dočkáme v blízké budoucnosti (Liebewirth 2006).

⁷ Rastrový GIS je složen z bodů – „pixelů“ uspořádaných v pravouhle uspořádané mřížce. Každý pixel nese svoji jedinečnou hodnotu, která může vyjádřena například barvou (Chapman 2006, 49-50).

⁸ Vytvoření vztahu mezi souřadnicemi obrázku (mapy) a skutečnými geografickými souřadnicemi.

⁹ Za tuto informaci děkuji panu J. Morávkovi, geodetovi Archeologického ústavu v Praze.

mazanice), průběh stěn objektu (spádnice) a tvar jeho dna. Samostatnou vrstvou jsou linie vyznačující průběh řezů.

Zatím největší databáze negrafických dat vznikla pro raně středověká pohřebiště. Byla vytvořena v prostředí MS Access a je rozdělena do 3 relačně propojených tabulek. S hlavní tabulkou hrobů jsou ve vztahu 1:N tabulky pohřbených jedinců a nálezů z hrobové výbavy.

Archivace dat

Již počátku sběru dat musela být řešena také otázka jejich archivace a případný přechod na jiný druh softwaru. V prostředí programu Geomedia jsou grafické i negrafické části databází ukládány v tzv. datových skladech ve formátech .mdb. vytvořený pro MS Access. Vzhledem k tomu že se nejedná o otevřený datový formát bylo třeba vedle běžného zálohování hledat řešení, které není vázané na čistě komerční produkty.

Tabulky databází obsahující negrafická data lze bez problémů ukládat ve formátech .txt, které umožňují opětovný import do libovolného typu databáze. O něco komplikovanější je archivace vektorových dat, pro které není zatím k dispozici žádný obecně uznávaný formát. Nejběžnější jsou formáty CAD výkresů .dgn a .dxf, které nejsou již vázány na jediný softwarový produkt. Jejich nevýhodou je omezená možnost přenosu negrafických atributů. Z tohoto důvodu byla zvolena cesta dvoustupňové archivace, kde první úrovni jsou data z prostředí programu GeoMedia exportována do formátu .shp používaného GIS softwarem. Tento formát je používán i mimo produkty firmy Esri¹⁰. Druhým stupněm archivace je export do souborů .dgn a .dxf.

Závěr

Navzdory počátečnímu optimismu při vzniku Archeologické mapy se ukázalo, že fázi samotného sběru dat nelze realizovat rychleji než v průběhu jednoho desetiletí. Archeologická mapa raně středověké Libice tak zůstává současnosti intrasite GISem na půli cesty. Za uzavřenou můžeme považovat první etapu, kdy vznikla základní mapa archeologických sond, která se stala základem pro rekonstrukci topografie raně středověké Libice. Podobného analytického zpracování se dočkala zatím pohřebiště a sídlištní nálezy mimo opevněný areál hradiště. Fázi vektorizace prošla v posledních dvou letech více než polovina archeologicky zkoumaných ploch na předhradí (sondy 2 a 14, *obr. 1*; Princová – Mařík 2006) a je připravováno jejich analytické zpracování.

¹⁰ Jedná se o finančně dostupný GIS software Christine a freewarový QGIS.

Literatura

- Chapman, H. 2006: Landscape Archaeology and GIS. Tempus publishing Limited, Great Britain.
- Košta, J. 2006: Výzkum na akropoli hradiště v Libici nad Cidlinou, Archeologické rozhledy 58, 664-667.
- Kuna et. al. 2004: Nedestruktivní archeologie :teorie, metody a cíle. Praha.
- Kuna, M. – Křivánková, D – Krušínová, L. 1995: ARCHIV 2.0, Systém Archeologické databáze Čech. Praha.
- Liebewirth, U. 2006: Landscape archaeology and intra-site analysis in 3D GIS, In: European association of archaeologists, 12th Annual meeting Crakow, Poland 19-24 September 2006, Abstracts Book, 155.
- Macháček, J. 2002: Břeclav - Pohansko.5,sídlištní aglomerace v lesní školce : digitální katalog archeologických pramenů. Brno.
- Mařík, J. 2005: Topografie pohřebišť v aglomeraci hradiště v Libici nad Cidlinou. Archeologické rozhledy 57, 331-350.
- Mařík, J. 2007: The Early Medieval agglomeration of Libice – on the quest of suburbium In: L. Poláček (Ed.), Internationale Tagungen in Mikulčice 7, in print.
- Princová, J.* 1994: Libice in the Early Middle Ages. In: 25 Years of Archaeological Research in Bohemia - Památky archeologické - supplementum 1, 189-199.
- Princová, J. – Mařík, J.* 2006: Libice nad Cidlinou – stav a perspektivy výzkumu. Archeologické rozhledy 58, 643-664.
- Riordan, R. M. 2000: Vytváříme relační databázové aplikace. Praha.
- Turek, R.* 1978: Libice. Hroby na vnitřním hradisku. Sborník Národního muzea A -Historie 32, 1-150.

Článek vznikl s přispěním grantového projektu GA AV ČR Digitální archiv české archeologie r.č.1ET200020405.

Summary

The Archaeological Map of Libice – a work in progress. An Intrasite GIS of an early mediaeval fortified central place - Jan Mařík

The Archaeological Map of Libice is a geographical information system used as the basis for processing the long-term archaeological excavations in the agglomeration of an early mediaeval fortified central place in Libice nad Cidlinou over an area of approx. 370 ha. The map is based on vector plans drawn in the GeoMedia 6.0 Professional software environment which enables easy linking to the databases created in the MS Access program and problem-

free import and export of data from other commonly used GIS environments. The Archaeological Map of Libice contains two main types of data: graphic data obtained from vectorized field documentation and linked descriptive databases containing their non-graphical attributes. The basic spatial unit is the archaeological excavation probe. The map development process was divided into three phases. The first step was the basic site map in which the archaeologically investigated areas were marked. In the second preparatory phase the drawn field documentation was converted into a digital vector format which facilitates easy identification of immovable archaeological finds and in the third phase their linking to non-graphic databases. The analysis of archaeological data uses partial databases built to solve clearly defined questions as creating a single central relational database seems to be counter-productive at the current state of processing. The amassed data is archived in multiple data formats (txt, shp, dgn) in order to ensure compatibility with other GIS systems.

Praktické problémy spojené s modelováním pohybu pravěkou kulturní krajinou - Alžběta Danielisová

Abstrakt

Příspěvek se zabývá praktickými aspekty při modelování interakce pravěkých komunit s jejich teritorií. Hlavním aspektem je zde „dostupnost“, ne tedy pouhá vzdálenost sídliště od zdroje, ale také faktory, které pohyb ke zdroji a zpět usnadňují nebo naopak omezují. Pojmy jako „cost“, „frikce“ a „force“ jsou zde používány a chápány ve vztahu k modelování zázemí prehistorických sídlišť a jednotlivé postupy jsou testovány na konkrétním příkladu oppida Staré Hradisko. Cílem studie je nalézt nejvhodnější algoritmus, který co nejvěrněji vystihuje dynamiku krajiny v členitém reliéfu a dovoluje tak nejpřesnější rekonstrukci „dosažitelnosti“ území v okolí sídliště při minimalizaci pohybu, jako jedné z ekonomických strategií pravěkých komunit, souhrnně označovaných jako „least effort models“.

This article deals with the relationship between prehistoric communities and their territories and practical aspects encountered while modelling such interactions. The main issue here is the “accessibility” of the land, so not only the mere distance of a village from its resource, but mainly the specific factors either facilitating or hampering movement across landscape towards the resource and back. Entities such as “varcost”, “friction” and “force” are used here in terms of modelling the hinterlands of prehistoric settlements and individual approaches are tested in the specific case of the oppidum of Staré Hradisko. The aim of this contribution is to find the most suitable algorithm which expresses the dynamics of the landscape and enables thus the more accurate reconstruction of the “accessibility” of land and its resources within the catchment zones around prehistoric settlements while practising the movement minimalization strategy as one of the theoretical aspects of the „least effort models“.

Klíčová slova

zázemí, dostupnost, pohyb, varcost, frikce
hinterland, accessibility, movement, varcost, friction

Úvod

Od počátku věků se živobytí lidských společenství řídilo využíváním zdrojů v okolní krajině. Interakci lidských komunit s jejich teritorií řídila především dostupnost, postupem času upravována systémem kulturních zvyků nebo mocenských režimů, které kontrolovaly, organizovaly, regulovaly a případně omezovaly vžité pohybové vzorce (migrace za prací, za stádem, přesídlování, tradice, tabu, konkurence ...) (Lobera 2000, 67), čímž interakce mezi

komunitou a jejím teritoriem nabývala na komplexitě, jejíž úplné poznání leží v současné době mimo možnosti současné archeologie. Nicméně samotná „dostupnost“, spojená s pohybem přirozeným prostředím, tvoří často klíčovou proměnou v interpretacích dynamiky vztahu člověk – krajina.

Od doby, co byla aplikována prostorová analýza do archeologie, objevilo se mnoho otázek, týkajících se vztahu archeologických lokalit a jejich kontextů. Pozornost byla přitom věnována metodologii, která by mohla tento vztah zkoumat. Existuje mnoho způsobů, jak nahlížet na komplexitu kulturní krajiny v minulosti. Mnoho z nich vychází z koncepcí tzv. ekonomické geografie (Economic Geography), ovlivňující archeologické prostorové modely především v období rozvíjejícího se procesualismu zejména v 60. a 70. letech. Boom prostorové archeologie, poněkud upadající v následujících obdobích pod vlivem postprocesualismu, dostal nový impuls se zavedením a rozšířením G.I.S.

Tento příspěvek se zabývá problémy při modelování hospodářského využívání kulturní krajiny v minulosti, přičemž vychází ze základní filozofie tzv. „Least effort models“ a procesů při pohybu „přírodní“ krajinou (jako protiklad k urbánnímu pohybu). Cílem by mělo být vyhledávání obecných vzorců/pravidel pohybu krajinou, raději než soustředění se na fakt, že „vytváření konkrétních cest, je projev socializace společnosti s krajinou“ (Llobera 2000, 65).

Příspěvek řeší především praktické problémy při zahrnování lidského faktoru do modelování pohybu krajinou a jak se pohybová schémata/vzorci shodují s fyzickými vlastnostmi krajiny. Základní otázkou, kterou si v této studii klademe, je: jak se mění dynamika pěšího pohybu v krajině, což tvoří jednu z klíčových proměnných při zkoumání interakce sídliště s jeho zázemím (resp. okolní krajinou). Velikost zázemí byla odvozována vždy vzhledem k pěší vzdálenosti k sídlišti, přičemž existuje mnoho způsobů, jak tato zázemí graficky vyjádřit. Nejjednodušším příkladem jsou tzv. „obalové zóny“ (buffer zones) vycházející z Euklidovských vzdáleností od centra. Zázemí pak nabývá ideálního nicméně schematizujícího tvaru kruhu. Zejména v členitém terénu však velikost a tvar zázemí nezáleží tolik na fyzické vzdálenosti, jako na náročnosti vycházející z topografie krajiny. Do hry tím pádem nevstupují tolik délkové, jako časové jednotky, a je potřeba najít vhodný mechanismus, který nám pomůže „dosažitelnost“ v otázce zázemí sídlišť rekonstruovat a znázornit.

Dosažitelnost a náročnost pohybu: cost surface

Soběstačnost (self-sufficiency) pravěkých komunit v získávání základních životních potřeb (potrava, krmivo, palivo ...) záleží na dostupnosti přírodních zdrojů a schopnostech je využívat. Pohybové vzorce tak souvisí nejvíce s místy, kam je nejvýše pravděpodobné, že se jedinec bude pohybovat – tedy jsou snadno dostupné. Společně pak dosažitelná místa a spojnice mezi nimi definují nejpravděpodobnější místa, kudy by (pouze za působení přírodních faktorů) vedly komunikace (Llobera 2000, 77). Tudíž hledání „nejvíce efektivního

pohybu“ je poměrně spolehlivým faktorem při modelování pravěkých komunikací nebo zázemí. Čím větší je náročnost přesunu na dané místo, tím klesá tendence se pohybovat tím směrem. Náročnost může být několikerého druhu, od fyzické až po kulturní nebo sociální. Pro modelování této náročnosti se v GIS používá generování tzv. „cost surface“, počítačového modelu krajiny, ve kterém je každé části povrchu přiřazen „cost“, tedy cena, kterou stojí přesun do tohoto místa z předem zvolené výchozí pozice (Bell – Lock 2000, 86). Z fyzického hlediska lze cost rozdělit na dvě základní skupiny: topografický - „Topographic cost“ (vycházející ze svažitosti terénu) a krajinné prvky - „landscape feature cost“ (místa v krajině se ztíženou průchodností).

Základními prvky ovlivňujícími průchod krajinou byly: 1) existence komunikací, 2) nepřechodné vodní toky (tj. i původní vodní toky) a 3) místa přechodů přes vodní toky (brody, mosty, přívozy ...); 4) vegetační pokryv (neprostupné lesy, pole); 5) svažitost terénu; 6) neprůchodné terény (bažiny, skály ...). Pro současné modelování jsou zejména body 1) a 4) nenávratně ztraceny.

Současné modely náročnosti pohybu (pravěkým) terénem jsou tedy závislé zejména na svažitosti, vodních tocích, příp. jiných dostupných faktorech a základní představy o mobilitě vycházejí zejména z topografie, která je všudypřítomná, v čase se zpravidla nemění a její vliv je stálý v každém typu krajiny. Tvoří tak pozadí, na kterém pracují ostatní faktory (Llobera 2000, 70). Nevýrazná topografie hraje jen malou roli při plánování pohybu krajinou. Pokud se odstraní všechny ostatní faktory, které na pohyb krajinou působí a zůstane jenom „čistý“ povrch, výsledný pohyb bude vycházet z nejněsnější cesty z jednoho místa na druhé. Taková „snadnost“ se v případě pohybu živých organismů dá vyjádřit spotřebou metabolické energie na jednotku vzdálenosti. Spotřeba energie tedy přímo závisí na pohybu do kopce, s kopce nebo po rovině.

Základní dvě kritéria oddělují tzv. Isotropic cost (tj. nezávislý na směru pohybu) jako např. velké vodní toky (pokud překračovány), vegetační kryt, bažiny, skály apod. od tzv. Anisotropic cost (tj. závislé na směru pohybu), které zohledňují také svahy a vodní toky (pokud splavovány) (De Silva – Pizziolo 2001, 280). V Isotropic cost jsou svahy brány obecně jako „překážky“ nehledě na směr pohybu a pohybujeme se tedy v oblasti „landscape feature cost“. Při modelování zázemí nebo komunikací však klíčovou proměnnou je směr pohybu, tj. pohyb od sídliště, vodního toku, primárního zdroje apod. Používá se proto častěji Anisotropic cost, kde svahy jsou brány jako překážky pouze ve směru pohybu (= do kopce, prudce s kopce), přičemž zde platí, že cost se mění v závislosti na pohybu vzhledem ke svahu. Aplikováno na krajinu, model zahrnuje jak reliéf terénu (svažitost), tak orientaci svahů, čímž působí plnou silou proti pohybu do kopce, usnadňuje pohyb s kopce a proporčně působí vzhledem k pohybu v různých úhlech (Bell – Lock 2000, 90).

Výše uvedené postupy samozřejmě doprovází celá řada problémů, např.: 1) „tam a zase zpátky“: snadněji dosažitelné zdroje nebo lokality v jednom směru jsou hůře dostupné při

cestě zpět. Zvláště v integrovaných místech v krajině, kde je více pravděpodobný pohyb na denní bázi, nabývá tento problém na aktuálnosti. Niže položená místa vzhledem k sídlišti neznamenaají nutně výhodnou polohu ve vztahu k vesnici, zvláště pokud se jedná o místa se zdroji, které je nutné přemístit do vesnice. Tento faktor je podstatný zejména při denní frekvenci pohybu (cesta na pole, k vodnímu toku ...). Při cestě tam i zpět je také možné pokaždé využít jiné, schůdnější trasy (po vrstevnici, místo do kopce apod.). Problém různě schůdných tras z bodu A do bodu B při obousměrném pohybu krajinou řeší existence a znalost (nebo rekonstruovatelnost) stabilních komunikací (např. římské nebo středověké silnice). 2) Variabilita lidských potřeb, schopností a tolerance k terénu: velkou měrou závisí na hospodářských strategiích komunit (agro-pastorální, nomádské, míra využívání primárních zdrojů, míra specializace komunity ...), přičemž také platí, že nelze zobecňovat všeobecná kritéria na konkrétní region. Při nedostatku rovných ploch v členitém terénu roste tolerance vzhledem k větším svahům apod. 3) Minulý versus současný stav krajiny: a jeho rekonstruovatelnost moderními metodami.

Postup při vytváření Anisotropic cost surface v GIS:

- 1) startovní bod (body) – místa odkud bude veden pohyb;
- 2) frikční povrch – stanovení částí krajiny, kde je pohyb ztížen topografií, nebo jinými faktory, vyjádřený vrstvou, kde každá buňka má hodnotu odvozenou od náročnosti potenciálního průchodu přes ní (čím vyšší, tím náročnější);
- 3) směr pohybu – stanovení ve kterém směru bude frikce působit (zpravidla vrstva orientace svahů * -1; cf. Golán 2003, 76);
- 4) stanovení algoritmu vyjadřujícího jak se frikce mění ve vztahu ke směru pohybu. Pro tento účel slouží dobře modul VARCOST v programu IDRISI.

„Friction“ a „force“

Pohyb krajinou je v GIS komplikován tzv. „frikcí“ – skupinou přírodních nebo umělých překážek, přes které je pohyb náročnější než po rovině. Při chůzi do kopce po nejprudším svahu je osoba vystavena maximální frikci, při pohybu podél vrstevnice se frikce snižuje, nicméně narůstá trasa, při pohybu z mírného kopce se při stejné trase zkracuje čas, při prudkém klesání se opět zvyšuje frikce. Čas chůze se zvyšuje zároveň s náročnějším terénem a délkou trasy. Tento fyzický princip je základem například esovitě vedených silnic/cest do prudkého svahu (serpentýn) nebo charakteristických „pěšin“ při vypásání svahů ovce (Bell – Lock 2000, 89).

Frikce na mírnějších svazích potom nepůsobí jako zpomalující pohyb, ale naopak jako „force“, faktor, který napomáhá pohybu (s kopce se nám jde snadněji) a tím pádem ho urychluje. Problém v tomto případě tvoří fakt, že i prudké svahy jsou při vytváření Anisotropic cost brány jako s „force“, ačkoliv prudké klesání je stejně náročné, ne-li náročnější než stoupání.

Tato diskrepance se dá částečně vyřešit tím, že prudkým svahům se dá shodně vysoká frikční hodnota, takže průchod přes ně je komplikovaný v jakémkoliv směru (Bell – Lock 2000, 90).

V ideálním případě by kompletní frikční vrstvy měly zahrnovat nejen topografické proměnné, ale také momentální stav krajiny k danému časovému období (původní průběh vodních toků, vegetační kryt) i kulturní proměnné (např. milníky, místa zvláštního významu, tabu místa apod.). Moderní plánování, jako v případě vhodných míst pro stavbu komunikací, mohou tyto faktory využít, nicméně podobná rekonstrukce krajiny minulých období je v současné době zpravidla nedosažitelná. Při stanovování frikce se tedy vychází pouze z dostupných dat, tj. hlavně z reliéfu a stabilních vodních toků. Existuje několik způsobů, jak stanovit frikční vrstvu pro zkoumané území a záleží do jisté míry na preferencích konkrétní analýzy.

Nejnižší hodnotou frikčního povrchu je „1“, to znamená, že pohyb přes buňky s touto hodnotou není ničím omezován nebo ovlivňován. Buňky s vyšší hodnotou a rozdíly mezi těmito hodnotami pak vyjadřují náročnost pohybu při jejich překračování. Buňky s nižší hodnotou než „1“ potom jsou místa, kde by v daném směru pohybu měla působit force.

Nejjednodušší způsob je mechanické přiřazování různých hodnot frikce různým prvkům v krajině, např. svahy nad 10° dostanou vyšší hodnotu než rovnější plochy, velké vodní toky mají vyšší hodnotu než menší vodní toky, plochy lesů mají vyšší hodnotu než místa bez vegetace. Tímto způsobem vytvořená frikční vrstva pak zpravidla vyjadřuje přímý záměr v analýze vyloučit plochy, přes které je pohyb buď obtížný, nemožný nebo nežádoucí. Překážky se vyjadřují v geometrické řadě, tedy je-li pohyb přes komplikovaný terén náročnější dvakrát (zabere 2x více času), frikční povrch v těch místech by měl mít hodnotu „2“. Tento postup je kontrolovatelný ve všech fázích, nicméně může být zatížen určitou subjektivitou.

Přesnější postup se dá použít při stanovení frikce vycházející z reliéfu, resp. svažitosti. Pro její výpočet existuje několik algoritmů, které shodně na základě lineární rovnice transformují jednotky svažitosti v jednotky frikce a vytvářejí tak tzv. Isochronickou vzdálenost, tj. vzdálenost vyjádřenou v množství spotřebované energie, resp. v časové náročnosti pohybu. Každá buňka vrstvy frikčního povrchu má potom takovou hodnotu, kolikrát je pohyb přes ní náročnější ve srovnání s terénem volně průchodným. Pro nás jsou dostupné zejména tři algoritmy: 1) Naismithova formule; 2) algoritmus odvozený ve studii De Silva a Pizziolo (2001) pracovní zde nazvaný jako „CAA algoritmus“; a 3) rovnice navržená pro uživatele IDRISI. Výchozí stav pro stanovení algoritmů pro pohyb krajinou předpokládá chodce průměrné kondice, v typickém terénu za normálních podmínek. Výsledky zpravidla reprezentují *minimální* čas potřebný k překonání dané vzdálenosti a pohybují se tak na úrovni modelů. Faktory, které se dají použít ke korekci výpočtů, jsou fyzická kondice chodce, podmínky pod nohama (nerovný x rovný terén), podmínky nad hlavou (děšť, protivítr) a potenciální náklad (20kg nákladu přidává ¼ času).

1) *Naismith's rule (Naismithova formule):*

Pravidlo bylo odvozeno Williamem W. Naismithem, skotským horolezcem v roce 1892 jako pomůcka k výpočtu pěší vzdálenosti zahrnující stoupání i klesání. Pravidlo zní, že: každých 300m převýšení na vzdálenost hodiny chůze (= 5km) přidává půl hodiny (při pohybu do kopce). Matematicky vyjádřeno:

$$W = 1 + ((S/3) * 0.25)$$

Kde W je frikční povrch, S je svah v procentech a hodnota „1“ vyjadřuje jednu buňku (= horizontální vzdálenost).

Pozdější úpravy korigují i pohyb s kopce jednak na mírném svahu - 5-12° (-10min/ 300m), jednak na prudkém svahu přes 12° (+10min/300min). Při obtížném terénu (ve smyslu nerovném povrchu) se přidává hodina na každé 4km chůze a byly zavedeny i tzv. „fitness“ jednotky, které vycházejí z kondice chodce a může jimi být regulován i obtížný terén apod.

2) „CAA algoritmus“ (De Silva – Pizziolo 2001):

Vychází z rovnice, kterou odvodili již Ericson a Goldstein v roce 1980, kde se zaměřili na výpočet spotřeby lidské energie při pohybu krajinou. V tomto případě:

Work (námaha; pohyb určitým směrem) = horizontální vzdálenost + (3.168 * vzdálenost nahoru) + (1.2 * vzdálenost dolů).

V případě rastrového GIS je „horizontální vzdálenost“ vyjádřena buňkami a frikce (Work) je počítána pro každou buňku v území. Vertikální vzdálenosti jsou potom ve výpočtu vyjádřeny vrstvou svahů v procentech.

De Silva a Pizziolo tento algoritmus upravili jednak pro aplikaci v rastrových GIS (IDRISI) a jednak také pro předpokládaný pohyb krajinou nejen v jednom směru, ale také pro potencionální cestu tam i zpátky. Původně oddělené výpočty frikčních faktorů pro pohyb dolů a pro pohyb nahoru spojili do jediné rovnice:

$$W = \frac{1}{2} [1 + (3.168 * S) + 1 + (1.2 * S)]$$

Kde W je frikční povrch, S je svah v procentech a hodnota „1“ vyjadřuje jednu buňku (= horizontální vzdálenost). Vytvořili tak průměr z obou rovnic pro oba směry pohybu.

3) *Idrisi algoritmus*:

Příklad výpočtu frikčního povrchu, uvedený v online help pro uživatele IDRISI, je empiricky odvozená rovnice ze vzorku dat zaznamenávajících časy pochodů v členitém terénu; konkrétně ve středních Himalájích v Nepálu:

$$Y = 0.031(\text{sqr}[X]) - 0.025X + 1$$

Kde Y je frikční povrch, X je svah v procentech a hodnota „1“ vyjadřuje jednu buňku (= horizontální vzdálenost).

VARCOST modul:

V programu Idrisi je v modulu Varcost používána pro výpočet Anisotropic cost surface rovnice:

$$N = P^f$$

Kde $f = \cos k\Delta\alpha$; „ k “ je koeficient strmosti funkce a zadává se uživatelem přímo do výpočtu. $\Delta\alpha$ je úhel mezi směrem působení největšího odporu a směrem pohybu přes dané buňky.

Hodnota exponentu k mění výpočet tak, že čím nižší exponent, tím víc je funkce specifická ke směru působení odporů (při exponentu „1“ se směry odporů vzhledem ke svahům zohledňují nejvíc, při exponentu „100“ se výpočet již podobá Isotropickému povrchu) (Eastman 2001, 113). Je nastavena předem na „2“. Směr pohybu závisí na určení místa, ze kterého se bude nákladový vzdálenostní povrch počítat. Jako výchozí buňky mohou být použity vybrané prvky krajiny, jako říční síť nebo lokality apod.

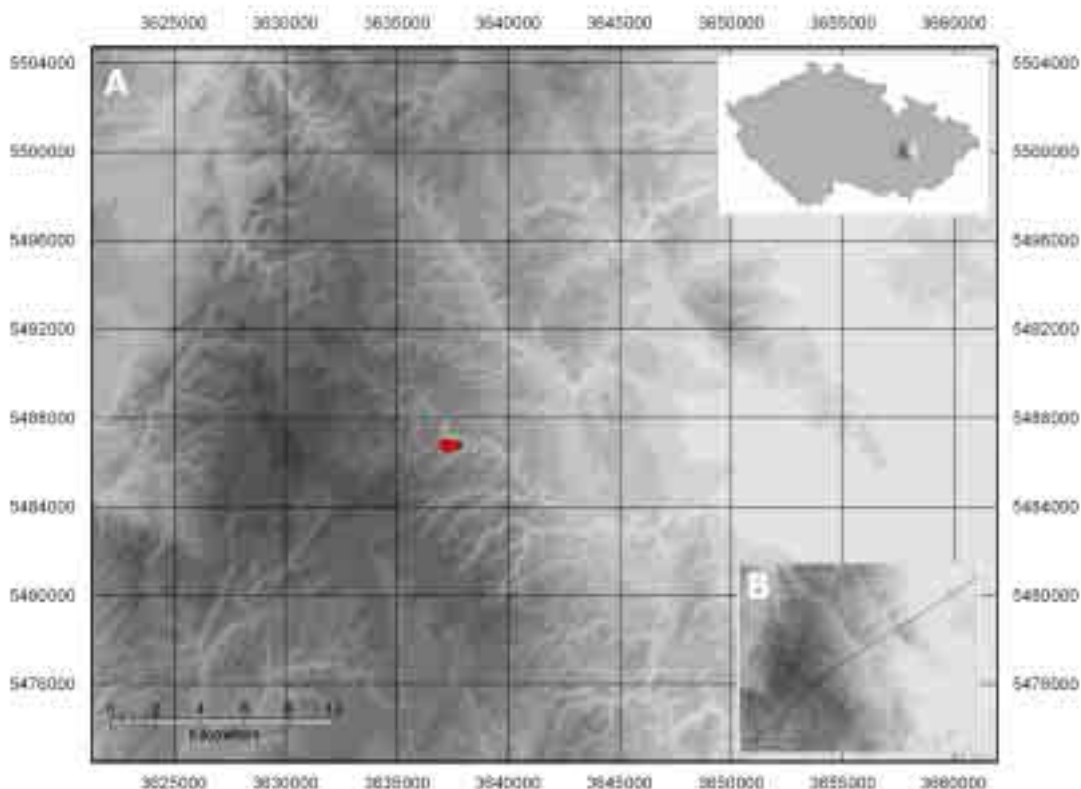
Výpočet časových hodnot:

Časové jednotky dostaneme, pokud vynásobíme výslednou vrstvu rozměrem jedné buňky/100 a vydělíme předpokládanou rychlostí pohybu. Např. pokud jedna buňka má rozměr 20m a rychlost pohybu stanovíme na 5 km/h bude výsledná rovnice vypadat: $T = ((V*0.02) / 5)$ (kde T = čas a V = anisotropický cost) (cf. Golář 2003, 77). Jednotky pak dostaneme v desítkové soustavě, tj. půl hodiny = 0.5, čtvrt hodiny = 0.25 atd.

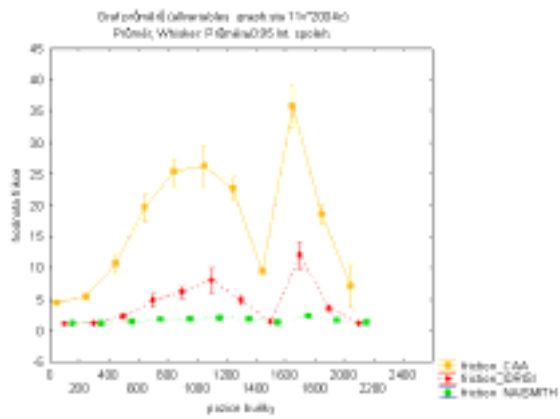
Příklad – rekonstrukce zázemí oppida Staré Hradisko

Předchozí postupy byly využity při analýze krajiny kolem oppida Staré Hradisko, položeného u východního úpatí Dražanské vrchoviny (*obr. 1*). Cílem bylo modelovat zázemí v členitém reliéfu, které je dosažitelné během třiceti minut a hodiny chůze. Tato premisa vychází z vynakládání energie v rámci tzv. „catchment areas“, území, která jsou podle Locational analysis považována za bezprostřední zázemí lokalit (cf. např. Jarman – Vita-Finzi – Higgs 1972; Gent – Dean 1986). Tzv. *Site catchment analysis* se odvozuje od toho, jak daleko je člověk schopen a ochoten dojít při naplňování svých (zpravidla denních) podmínek pro život. Ačkoliv v současnosti není příliš využívána, protože je typickým produktem procesuální archeologie, pomocí GIS jsme schopni zohlednit i takové proměnné, jejichž absence v analýzách byla v minulosti kritizována (Flannery 1976). Členění zázemí odráží zpravidla strategii minimalizovat nutný pohyb na nejnižší míru; šetření pohybem je stěžejním předpokladem pro měření ekonomiky. Zemědělské populace málokdy využívaly pole vzdálenější než 4 – 5 km od sídliště (Chisholm 1979, 47), což odpovídá zhruba hodině chůze. Při stanovování Anisotropického povrchu směrem od oppida do krajiny, byly použity všechny tři algoritmy pro frikční povrch a dva exponenty pro výpočet v modulu VARCOST – předem stanovený „2“ a následně zvolený „1“, kvůli většímu důrazu na směry odporů v členitém terénu. Jednotlivé hodnoty frikčních vrstev byly kvůli porovnání vyneseny do grafů (*obr. 2 - 3*). Je z nich patrné, že rovnice označená jako „CAA algoritmus“ vytvořila nejdynamičtější frikční povrch s velkým rozptylem hodnot. Naismithova formule oproti tomu, vzhledem k jednoduchému algoritmu, vykazuje jen malou variabilitu. Po vložení jednotlivých frikčních vrstev do modulu VARCOST se výsledné vrstvy časových vzdáleností od sebe dle očekávání poměrně liší (*obr. 4 - 5*). „CAA algoritmus“ vykazuje v obou případech ve výpočtech

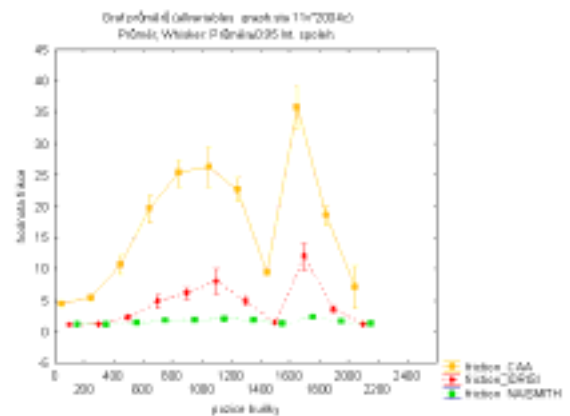
systémovou chybu, která je ještě markantnější za použití exponentu „1“. Při pohybu s kopce se za hodinu ukazují hodnoty až 9km, přitom při pohybu opačným směrem by se za hodinu neměl ujít ani kilometr. Problém zde nejspíš bude ve zprůměrovaném výpočtu frikčního povrchu, který má zohlednit frikci jak při stoupání, tak při klesání. Po výpočtu za pomoci modulu VARCOST se zřejmě jednotlivé díly násobí, frikce i force působí několikrát více, než by správně měly. Ani za použití exponentu „2“, který rozdíl trochu stírá, tato metoda zřejmě není pro členitý terén vyhovující. Naismithova formule oproti tomu má stejné výsledky při použití obou exponentů a, stejně jako rovnice z IDRISI s exponentem „2“, jeví velmi malé rozdíly od sebe navzájem. Hodnoty však nejsou znovu úplně vyhovující, opět překračují zadanou vzdálenost 5 km na jednu hodinu a navíc jeví malou „citlivost“ k terénním prvkům. Nejlepší se proto zdá výsledek dosažený pomocí frikčního algoritmu z IDRISI a hodnoty exponentu „1“ (**obr. 4 - 5, 7**), který jako jediný odráží časový rozdíl při překonávání strmých svahů v okolí lokality. V grafu, kam byly všechny výsledné časové hodnoty vyneseny pro srovnání, se v půlhodinové hranici od oppida výsledky liší až o 100 buněk, což je při jedné buňce o 20m až 2 km (**obr. 7**). Největší odchylku ukazuje právě „CAA algoritmus“, který tak pohyb regionem v obou směrech prodlužuje o dvě až o čtyři hodiny. Z výsledků je také patrné, že zatímco ve výraznější topografii Dražanské vrchoviny vznikají podstatné rozdíly mezi jednotlivými metodami výpočtu, v nížinách oblasti Hané východně se tyto rozdíly stírají a topografie působí na časové vzdálenosti již vyrovnaně a v podstatě nevýrazně.



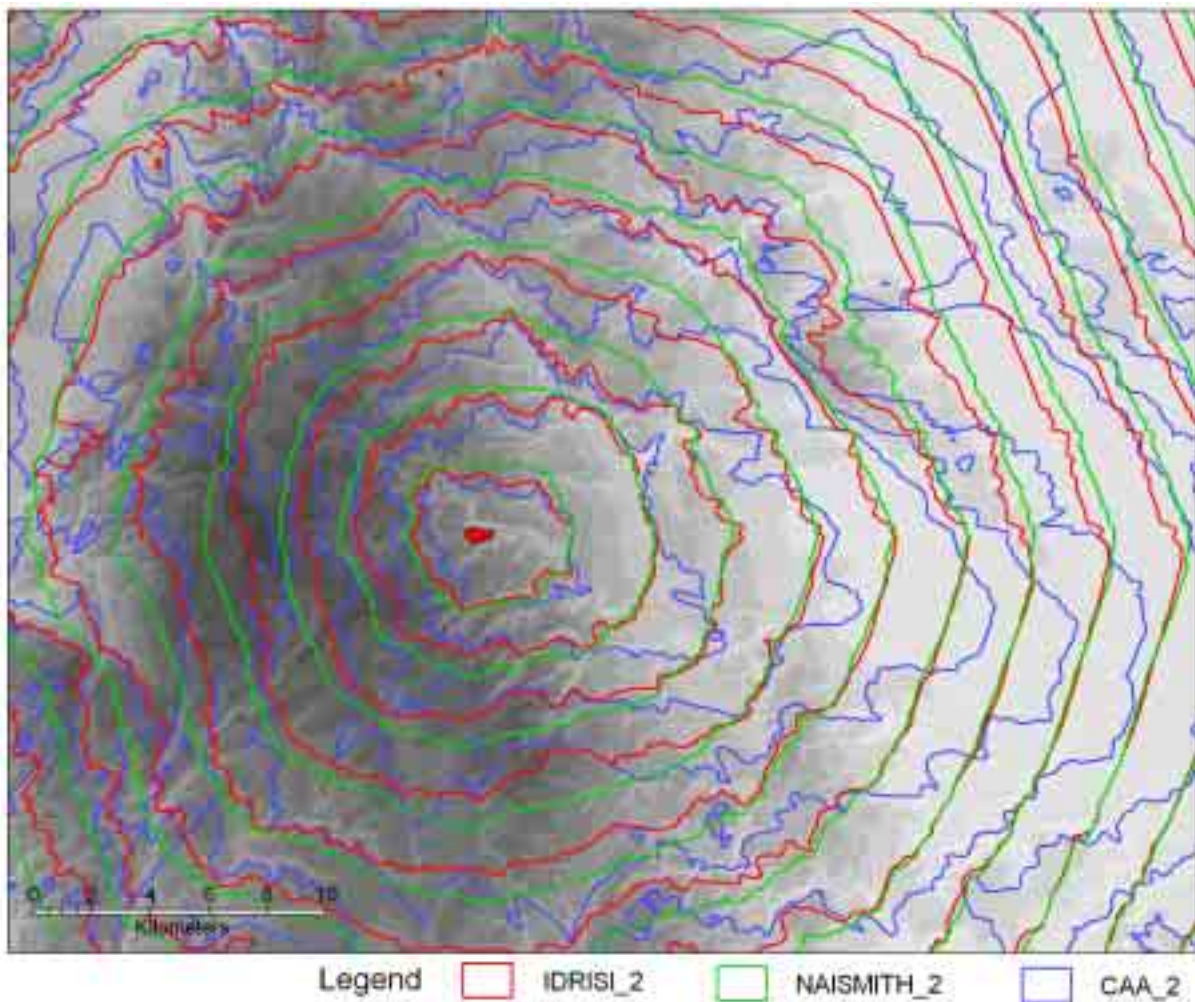
Obr. 1. Poloha oppida Staré Hradisko (A) a linie určující profil vrstev (B).



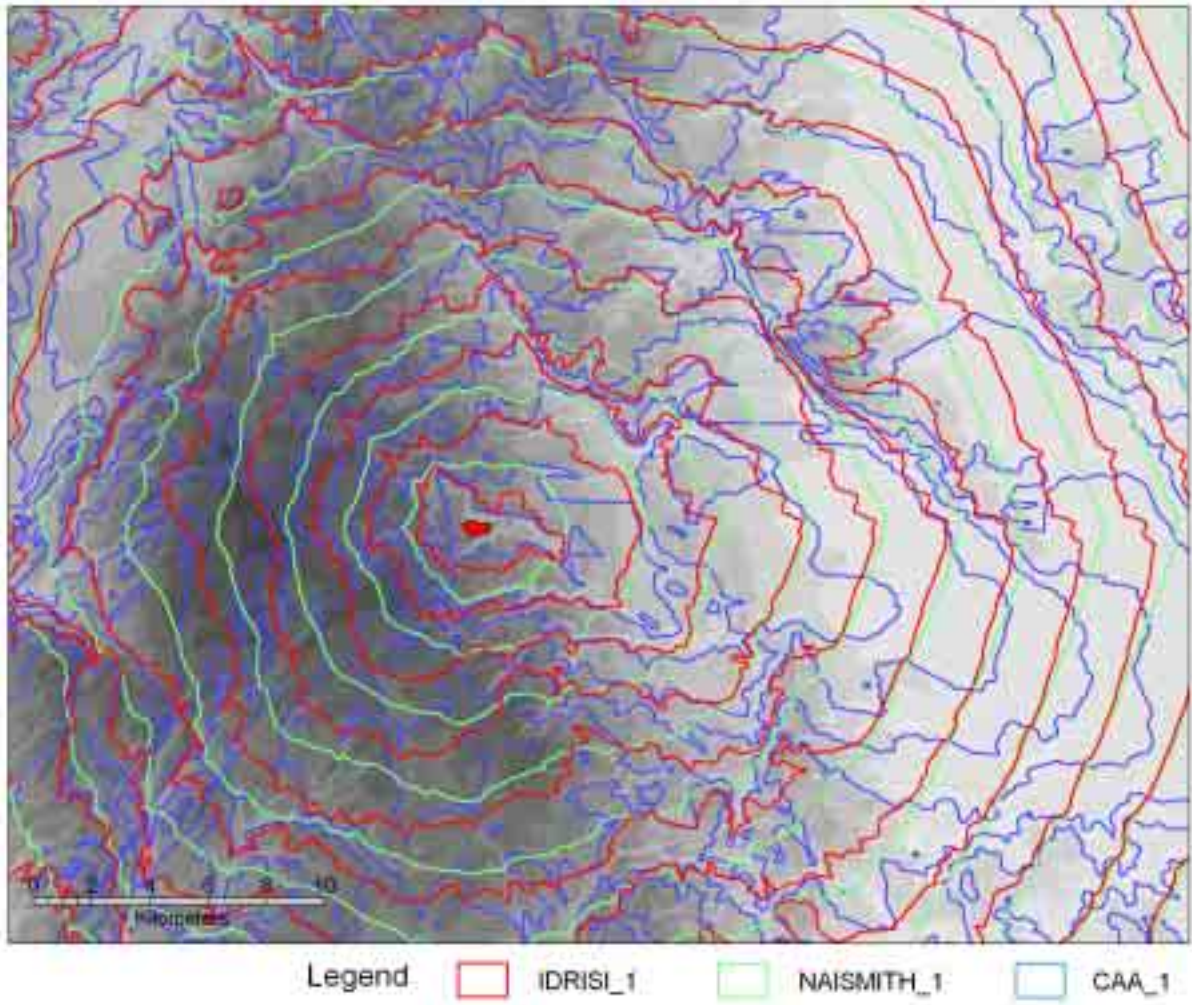
Obr. 2. Graf hodnot jednotlivých frikčních povrchů vzhledem k topografii.



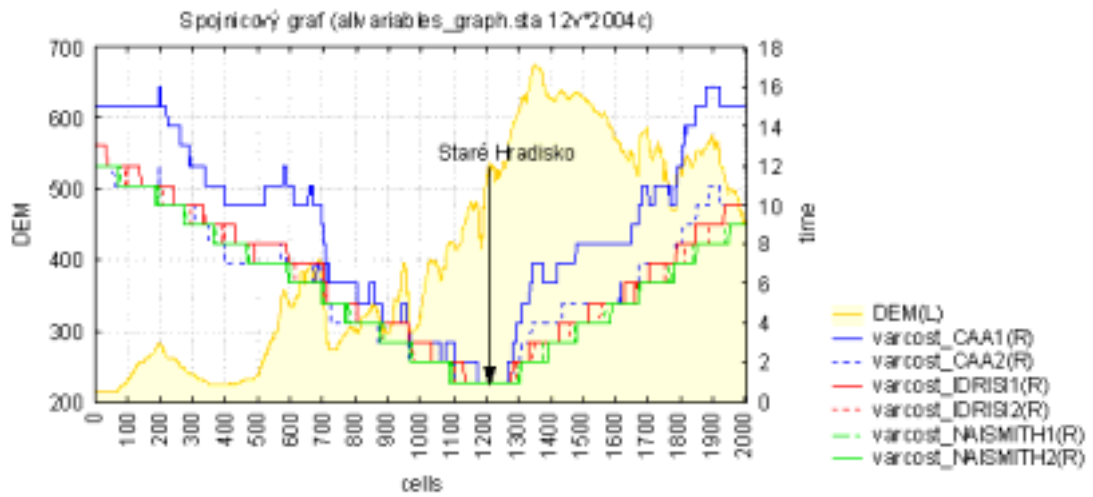
Obr. 3. Graf rozptylu hodnot frikčních povrchů ve stejných místech reliéfu.



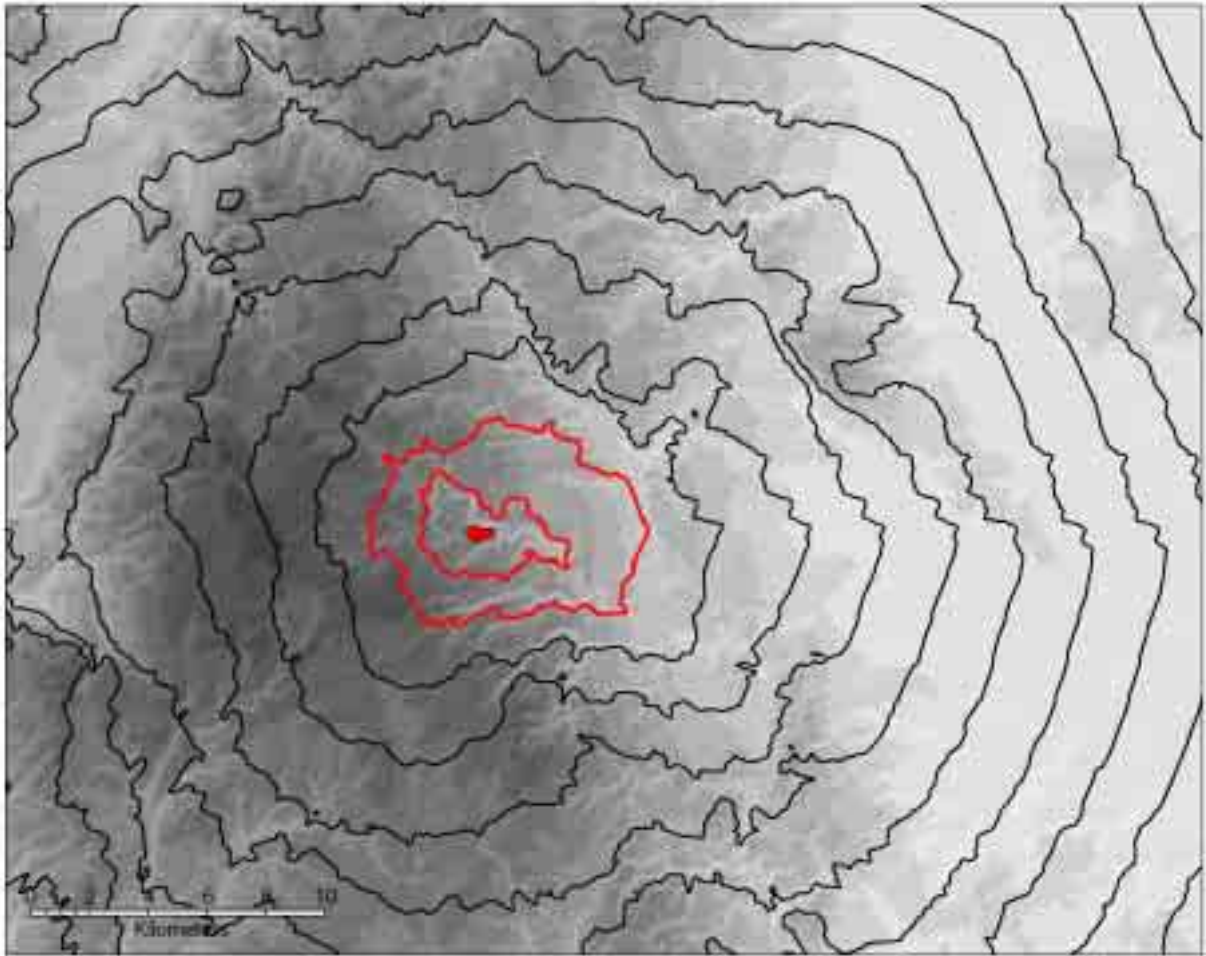
Obr. 4. Mapa časových vzdáleností od oppida všech frikčních povrchů za použití exponentu 2.



Obr. 5. Mapa časových vzdáleností od oppida všech frikčních povrchů za použití exponentu 1.



Obr. 6. Graf srovnání časových vzdáleností různých výpočtů vzhledem k topografii.



Obr. 7. Výsledný model.

Závěr

Tento příspěvek se zabýval „energetickým“, tj. fyzickým okruhem proměnných, tedy těch, které nevycházejí z kulturních, rituálních či sociálních aspektů. Ačkoliv mohou mít (a pravděpodobně měly) rozhodující vliv na výslednou strukturu krajiny, zpravidla je nemožné je spolehlivě rekonstruovat. Na druhou stranu vnímání pojmů jako např. „blízko“ či „v sousedství“ určitého bodu je místo kde se fyzická a sociální perspektiva setkávají.

V konkrétním případě krajiny kolem oppida Staré Hradisko se jeví jako nejpřesnější použitá rovnice z IDRISI odvozená J. R. Eastmanem. V další diskuzi by se jistě dalo polemizovat jak o jednotlivých konkrétních výsledcích, tak o zvolené metodě i filozofii modelování pro rekonstrukci využívání pravěké krajiny vůbec. Ve způsobu zvoleného řešení hraje vedle exaktních výpočtů velkou roli i subjektivita, za cenu faktu, že se jedná pouze o modelový přístup, a při vědomí toho, že historická skutečnost byla jistě daleko komplikovanější. Na tomto místě však cílem příspěvku bylo zabývat se především praktickou stránkou celé věci s primárním předpokladem, že „přesnější výpočty by mohly tvořit naše modelování kvalifikovanějším“. Rekonstrukce podob emocionálních, kognitivních i fyzických světů

prehistorických společností jako propojení postupů postprocesuální archeologie a GIS (Harris 2000, 123) by potom mohlo obohatit další studium lidské interakce s kulturní krajinou.

Literatura

- Bell, T. – Lock, G. 2000: Topographic and cultural influences on walking the Ridgeway in later prehistoric times. In: Lock, G. (ed.) 2000: Beyond the map. Archaeology and spatial technologies. IOS Press Amsterdam – Berlin – Oxford – Tokyo – Washington DC. 85 – 100.
- Chisholm, M. 1979: Rural Settlement and Land Use. An Essay in Location. London.
- De Silva, M., Pizziolo, G. 2001: Setting up a „Human Calibrated“ Anisotropic Cost Surface for Archaeological Landscape Investigation. in: Stančič, Z., Veljanovski, T. (ed.): Computing Archaeology for Understanding the Past – CAA 2000 – Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 28th Conference, Ljubljana, April 2000. BAR Int. Series 931, 279-286.
- Eastman, J.R. 2001: Anisotropic Cost Analysis. In: IDRISI 32. Guide to GIS and Image Processing. Volume 2. Clark University. Worcester. 118 – 122.
- Ericson, J. E. - Goldstein, R. 1980: Workspace: a new approach to the analysis of energy expenditure within site catchments. in: Fidlow, F. J., Ericson, J. E. (ed.): Catch Analysis: essays on prehistoric resource space, UCLA: Anthropology vol. 10, 21-30.
- Flannery, K.V. 1976: The Village and its Catchment Area. In: Flannery, K. V. (ed.): The Early Mesoamerican Village. San Diego – London. 91 – 103.
- Gent, H. – Dean, C. 1986: Catchment Analysis and Settlement Hierarchy: a Case Study from Pre-Roman Britain. In: Grant, E. ed.: Central Places, Archaeology and History. Sheffield. 27 – 36.
- Goláň, J. 2003: Archeologické prediktivní modelování pomocí geografických informačních systémů na příkladu území jihovýchodní Moravy. Disertační práce. Brno.
- Harris, T. 2000: Session 2 discussion: Moving GIS: exploring movement within prehistoric cultural landscapes using GIS. In: Lock, G. (ed.): Beyond the map. Archaeology and spatial technologies. Amsterdam – Berlin – Oxford – Tokyo – Washington DC. 116 – 123.
- Jarman, M. R. – Vita-Finzi, C. – Higgs, E.S. 1972: Site Catchment analysis in Archaeology. In: Ucko, P.J. - Tringham, R. – Dimbleby, G.W.: Man, Settlement and Urbanism. Gloucester. 61 – 66.
- Llobera, M. 2000: Understanding movement: a pilot model towards the sociology of movement. In: Lock, G. (ed.): Beyond the map. Archaeology and spatial technologies. Amsterdam – Berlin – Oxford – Tokyo – Washington DC. 65 – 84.

Summary

Practical problems related to modelling human movement through a prehistoric cultural landscape

This contribution examines the “energetic”, i.e. physical, type of variables not founded on cultural, ritual or social aspects. Although they can (and probably had) a decisive impact on the resulting landscape structure, they are generally impossible to reconstruct in a reliable manner. On the other hand, the perception of the notions “close” or “adjacent” to a specific point is a place where the physical and social perspectives meet.

In the example of the landscape around the oppidum of Staré Hradisko the IDRISI program equation derived by J. R. Eastman seems to be the one that is most precise. Undoubtedly, there could be an argument both regarding the chosen method as such or the philosophy of modelling for the reconstruction of how the prehistoric landscape was used, and the actual individual results. In the selected method of solving the problem a significant role is played both by exact calculations and subjectivity at the expense of the fact that it is only a model approach and bearing in mind that historic reality was very likely much more complicated. A reconstruction of the emotional and cognitive worlds of prehistoric societies as the linking of postprocessual archaeology methods and GIS (Harris 2000, 123) could contribute to the study of human movement in the cultural landscape.

Hospodářské zázemí raně středověkého centra na Pohansku u Břeclavi *- Petr Dresler, Jiří Macháček*

Abstrakt

V 9. stol. patřilo Pohansko u Břeclavi podle stávajících kritérií bezpochyby k lokalitám centrálního charakteru, která stály na špici velkomoravské sídlištní hierarchie. Na základě výsledků systematických archeologických výzkumů zde můžeme doložit všechny funkce, které jsou sídlištěm tohoto typu připisovány. Hypoteticky se soudí, že lidnatá aglomerace na Pohansku nebyla autarkní a nemohla existovat bez ostatních komunit a jejich areálů, tzn. bez svého nejbližšího hospodářského zázemí, které zajišťovalo zásobování centra potravinami i jinými důležitými surovinami a službami. Nastíněnou hypotézu o závislosti Pohanska na svém zázemí lze ověřit s pomocí vyhodnocení prostorové distribuce sídelních areálů z jeho okolí. Pokud se jak u Pohanska, tak v blízkosti sousedních raně středověkých center (Mikulčice, Nejdek) sídelní areály z 9. stol. nenáhodně kumulují, znamená to, že Pohansko (i další velkomoravská centra) bylo ve své době skutečným nadkomunitním areálem. Sídlení areály v jeho okolí by pak souvisely s podpůrnou sídlištní strukturou, sloužící k zajištění života v centrálním místě.

In the 9th century Pohansko near Břeclav (Czech Republic) was undoubtedly, by the current criteria, one of the central sites and one at the top of the hierarchy of settlements in Great Moravia. The results of systematic archaeological excavations provide evidence of all the functions attributed to settlements of this type. It is assumed that the densely populated agglomeration at Pohansko was not autarkic and could not sustain itself without its hinterland which catered for its needs in terms of food and other important raw materials. The hypothesis outlined above concerning the dependence of Pohansko on the agricultural hinterland can be verified based on an assessment of the spatial distribution of agricultural settlements in its surroundings. If, either here or in the vicinity of the neighbouring early mediaeval centres (Mikulčice, Nejdek), sites of this type are accumulated in a non-random manner, we have a reason to assume that they are related to a supporting settlement structure serving to provide for the existence of the central sites.

Klíčová slova

raný středověk, Pohansko, Velká Morava, centrum a zázemí, GIS

Early Middle-Ages, Pohansko, Great Moravia, centre and hinterland, GIS

Úvod

V 9. stol. patřilo Pohansko u Břeclavi (dále jen Pohansko) podle stávajících kritérií (např. Gringmuth-Dallmer 1999; Mozdioch 1999) bezpochyby k lokalitám centrálního charakteru, která stály na špici velkomoravské sídlištní hierarchie. Na základě výsledků systematických archeologických výzkumů zde můžeme doložit všechny funkce, které jsou sídlištěm tohoto typu připisovány (Dostál 1975; 1979; 1988; 1990; 1992; 1993; Macháček 2001a; 2005; Vignatiová 1992). *Administrativně-politickou funkci* lze spojovat s tzv. velmožským dvorcem, který je interpretován jako napodobenina palatia, centra karolínsko-otónských falcí, a byl zřejmě jednou z rezidencí moravského panovníka či jeho zástupce. *Vojensko-obranná funkce* Pohanská je reprezentována mohutným opevněním a soustředěním vojenské hotovosti na jeho předhradí. Intenzivní *řemeslná výroba* zanechala svůj odraz v pozůstatcích dílenských zařízení, nástrojích, polotovarech a výrobních odpadech, které se koncentrovaly v obytně-výrobních usedlostech uvnitř opevnění. *Obchod či výměna* je doložena zcela zřejmými importy luxusního zboží i předmětů každodenní potřeby. Jako *centrum kultu* se Pohansko zřejmě etablovalo již v předkřesťanském období, kdy zde asi vzniká pohanská svatyně, kterou později nahradil křesťanský kostel s nartexem.

Pohansko lze zařadit k tzv. nadkomunitním areálům, které v pojetí E. Neustupného sloužily více komunitám nebo vytvářely protiklad mezi nimi. Strukturují proto celou krajinu (Neustupný v tisku). Hypoteticky se soudí, že lidnatá aglomerace na Pohansku nebyla autarkní a nemohla existovat bez ostatních komunit a jejich areálů, tzn. bez svého nejbližšího hospodářského zázemí, které zajišťovalo zásobování centra potravinami i jinými důležitými surovinami a službami (např. Vignatiová 1992, 98). Tento názor podporuje i skutečnost, že lokalita leží v údolní nivě, obklopena slepými rameny řeky Dyje (Golán - Macháček 2004). Přestože byl charakter nivy na jižní Moravě v raném středověku poněkud jiný než dnes a pochází z ní např. i stopy pravěké orby (Poláček 1996, 229-230), nelze považovat bezprostřední okolí Pohanska s meandrující řekou za území vhodné pro extenzivní zemědělskou výrobu, produkující především obiloviny. Ty však na raně středověkém Pohansku tvořily podle paleobotanických nálezů základ stravy (Opravil 2000a, 168-169; 2000b, 29, 34-35). Jejich spotřeba byla asi enormní, což souviselo s podstatným nárůstem obyvatel, k němuž na Pohansku dochází v 9. stol. Podle našich odhadů, které vycházejí z množství odkrytých hrobů (866 kostrových hrobů) a sídlištních objektů (1289 objektů), resp. z poměru mezi dosud prozkoumanou (13,6 ha) a celkovou plochou aglomerace (cca 55 ha), žilo na Pohansku v 9. stol. minimálně 700 lidí. Realisticky však můžeme uvažovat o podstatně vyšším počtu, který asi (výrazně?) převyšoval jeden tisíc. Tito lidé se zřejmě nevěnovali primárně zemědělské činnosti, jak tomu nasvědčuje nejen absence podzemních zásobnic (sil) na obilí, v nichž byla běžně na slovanských raně středověkých sídlištích uchovávána setba na příští rok (z Pohanska známe obilní sila pouze ze staršího časně slovanského a starohradištního období, viz Dostál 1982, 15-17), ale i poměrně řídký výskyt

zemědělských nástrojů (Dostál 1975, 203; Vignatiová 1992, 93), které byly na Pohansku spíše vyráběny, než používány (Macháček - Gregerová - Hložek - Hošek 2007). Zásobování centra potravinami i jinými důležitými surovinami muselo být proto zajištěno komunitami z jeho zázemí. Jen hypoteticky lze předpokládat, že počet zemědělského obyvatelstva zde nebyl nižší než počet lidí, žijících v centru. Pokud tento předpoklad platí muselo být zázemí Pohanska natolik rozsáhlé, aby uživilo minimálně 2000 osob (z centra i jeho okolí). Přijmeme-li model, který pro komunitu z doby halštatské vytvořila D. Dreslerová (1995, 156), potřebuje zmíněný počet lidí pro svoji obživu v podmínkách pravěkého či raně středověkého zemědělství území o velikosti cca 110 km², skládající se z polí, pastvin a lesů (podle Dreslerové dostačuje 1740 ha 320 lidem, tj. cca 5,44 ha na osobu). Jde zřejmě o reálný odhad rozlohy zázemí Pohansko (ale i okolních center: Valy u Mikulčice - dále jen Mikulčice, Pohansko u Nejdku - dále jen Nejdek), čemuž nasvědčuje i skutečnost, že polovina vzdálenosti mezi Pohanskem a sousedními raně středověkými centry (poloviční vzdálenost Pohansko - Nejdek: 6,9 km, Pohansko - Mikulčice: 8 km) se nápadně blíží poloměru kruhu o ploše 110 km² (r=5,9 km). Stohektarové zázemí přisoudil Pohansku již dříve i B. Dostál (1987, 24).

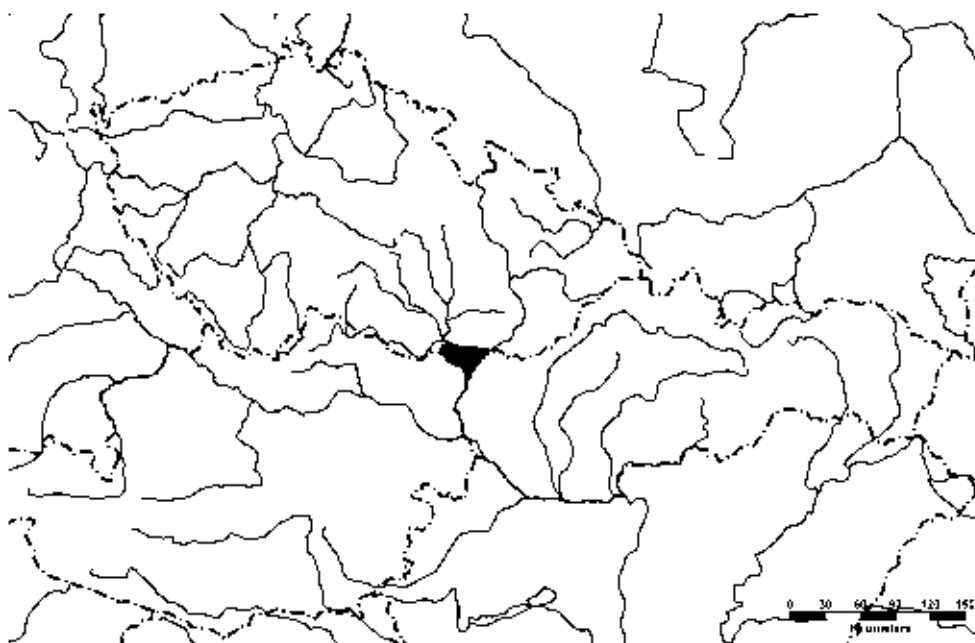
Nastíněnou hypotézu o závislosti Pohanska na svém zázemí lze ověřit s pomocí vyhodnocení prostorové distribuce sídelních areálů (tento pojem odpovídá termínu komunitní areál v systematické mrtvé kultury, obsažené v archeologických pramenech - viz Neustupný 1986a; v tisku) z jeho okolí. Pokud se jak u Pohanska, tak v blízkosti sousedních raně středověkých center (Mikulčice, Nejdek) sídelní areály z 9. stol. nenáhodně kumulují, znamená to, že Pohansko (i další velkomoravská centra) bylo ve své době skutečným nadkomunitním areálem, jehož existence významně ovlivňovala strukturu kulturní krajiny. Sídlení (komunitní) areály v jeho okolí by pak souvisely s podpůrnou sídlištní strukturou, sloužící k zajištění života v centrálním místě (nadkomunitním areálu).

Popis metody

Výzkum zázemí Pohanska a sousedních raně středověkých center (Mikulčice, Nejdek) byl realizován v několika postupných krocích v letech 2003-2007. Nejdříve byl na základě dostupných archeologických (SAS - Státní archeologický seznam) a geografických dat zformulován předběžný model, jehož náplní byl parametrický a kvantitativní popis (k tomu viz Neustupný 1994) vztahu mezi centry a sídelními areály v jejich zázemí. Následně byly do poznávacího procesu implementovány výsledky prediktivního modelu Jiřího Goláně (2003), který byl vytvořen pro raně středověké osídlení z menšího území při soutoku Moravy s Dyjí. Tento prediktivní model byl na daném území následně testován s pomocí analytických povrchových sběrů. Na jejich základě vznikl nový prediktivní model pro rozsáhlejší oblast o rozloze 532,5 km², která je na jihu vymezena soutokem Moravy s Dyjí a na severu linií Hodonín - Dolní Dunajovice (*obr. 1*). Zájmová oblast byla dále definována státní česko-

rakouskou a česko-slovenskou hranicí, která zde částečně probíhá po tocích řeky Moravy a Dyje. Jedná se o umělý výsek z krajiny, k jehož výběru vedly především praktické důvody (např. ztížený přístup k digitálním mapovým podkladům ze sousedních zemí).

S pomocí nového prediktivního modelu byly provedeny další povrchové sběry, které se orientovaly na vyhledávání nových sídelních areálů ve výše definovaném regionu. Pozornost při tom byla zaměřena na území, které je pro raně středověké osídlení optimální z hlediska přírodních podmínek. Při nových povrchových sběrech byla využita nová predikce, v níž byl potlačen vliv centrálních lokalit. Cílem bylo objevit nové sídelní areály nejenom z bezprostředního zázemí centrálních lokalit, ale i ze vzdálenějšího okolí. Získaná data byla doplněna o archeologické informace z území sousedních států (Rakousko, Slovensko), která bezprostředně navazují na zkoumaný region. Na tomto základě byl učiněn pokus o rekonstrukci sídelní struktury z 8./9. až 10. stol. ve zkoumaném regionu.



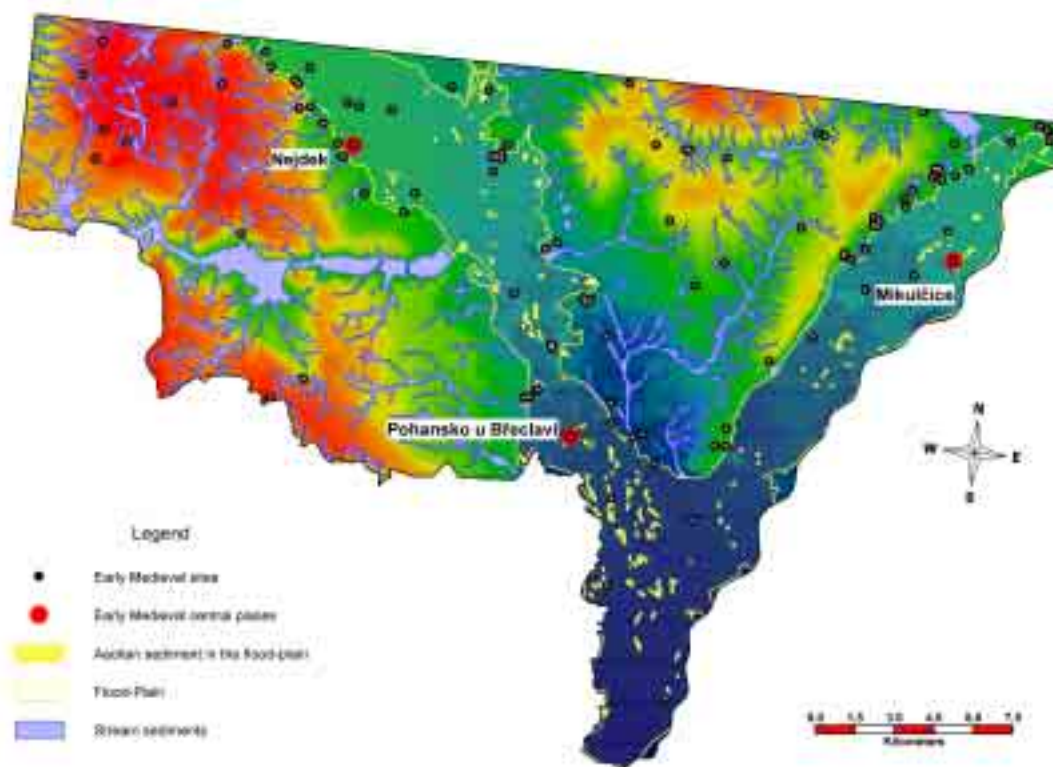
Obr. 1. Poloha zájmové oblasti (černá plocha) při soutoku Moravy s Dyjí.

Předběžný model

K při tvorbě předběžného modelu lze využít stávajících prostorových archeologických dat, které jsou shromážděny ve Státním archeologickém seznamu (dále SAS), který primárně vznikl pro potřeby státní památkové péče. Zde jsou v databázích zaznamenány a v digitálních mapách prostorově vymezeny tzv. „území s archeologickými nálezy“ (Krušínová 2004, s lit.).

Tato základní evidenční jednotka je definována jako území, na němž se primárně vyskytují archeologické nálezy nemovité povahy. Jsou definovány především svou polohou v prostoru, stupněm památkové ochrany a datováním zjištěných archeologických komponent. Ty jsou dále děleny podle doložených aktivit a typů areálů (např. sídliště rovinné). Přesnost jejich lokalizace v terénu se různí podle kvality podkladů. Polygony, vymezující jednotlivá území s archeologickými nálezy, jsou určeny zaměřenými souřadnicemi (Sklenářová - Krušinová - Bašťová - Volfík 1996, 6-8, 11-17). Mají odlišné velikosti i tvary. Informace o nich byly do databáze zanášeny různými archeology, a nejsou proto vždy plně srovnatelné. Liší se např. přesností datování či rozsahem plochy, považované za „území s archeologickými nálezy“. Hranice území byly vytyčovány arbitrárně např. podél břehu vodního toku či hranic pozemků. Z těchto důvodů byly pro potřeby našeho vyhodnocení prostorové údaje ze SASu sjednoceny do podoby centroidu - bodu, který se nachází uprostřed každého z různě definovaných polygonů. Došlo tak sice k jisté informační ztrátě, ta však byla nahrazena unifikací prostorových údajů. K určitému generalizaci vedl i náš výběr záznamů z databáze, prováděný na základě chronologických údajů a typů areálů. Pracovali jsme nejen s přesně datovanými a funkčně jednoznačně zařazenými komponentami, ale i s komponentami, které byly podle nálezů datovány do širší periody (např. raný středověk) či u kterých zůstal jejich původní účel blíže neurčen. Bez těchto archeologických bodů (k termínu viz Neustupný 1986b) by zůstala naše pramenná základna na sledovaném území příliš úzká. V naší zájmové oblasti se nachází 158 území s archeologickými nálezy z raného středověku, evidovaných v databázi SAS. Z tohoto širokého souboru byl proveden užší výběr pro potřeby dalších prostorových analýz (viz níže).

Archeologická data byla vyhodnocována s pomocí softwaru typu GIS (GeoMedia Professional, Idrisi, ArcGIS) v kombinaci s environmentálními údaji. Důraz byl kladen na geologické podloží a georeliéf, z něhož byl vypočítán tzv. cost distance model. Základem výpočtu byl digitální model reliéfu (DEM, Digital elevation model), který vycházel z výškopisných digitálních map sledovaného území v měřítku 1:10 000 (ZABAGED), zakoupených od Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, doplněných a upravených podle starších analogových map shodného měřítka, které zachycují situaci před novodobými změnami reliéfu. Údaje o geologickém podloží (např. hranice nivních sedimentů) byly odvozeny z vektorových digitálních geologických map (Česká geologická služba) v měřítku 1:50 000. Po stanovení velikosti zájmové oblasti byly vektorové vrstvy (výškopis, nivní sedimenty, archeologické body) převedeny do rastrového formátu o velikosti pixelu 20 m (*obr. 2*).



Obr. 2. Digitální model reliéfu (DEM), niva, fluvialní sedimenty a centroidy území s archeologickými nálezy z raného středověku (podle SAS) v zájmové oblasti.

Výpočet DEM byl proveden v aplikaci Grid (nastavba programu GeoMedia Professional pro práci s rastrovými vrstvami) funkcí Spline. Základní DEM byl vyhlazen průměrovým filtrem. Finální DEM, stejně jako rastrové vrstvy nivních sedimentů a archeologických bodů, byl importován do rastrového analytického GIS programu IDRISI, který je vhodnější pro práci s rastrovými vrstvami a nabízí lepší možnosti analytických funkcí.

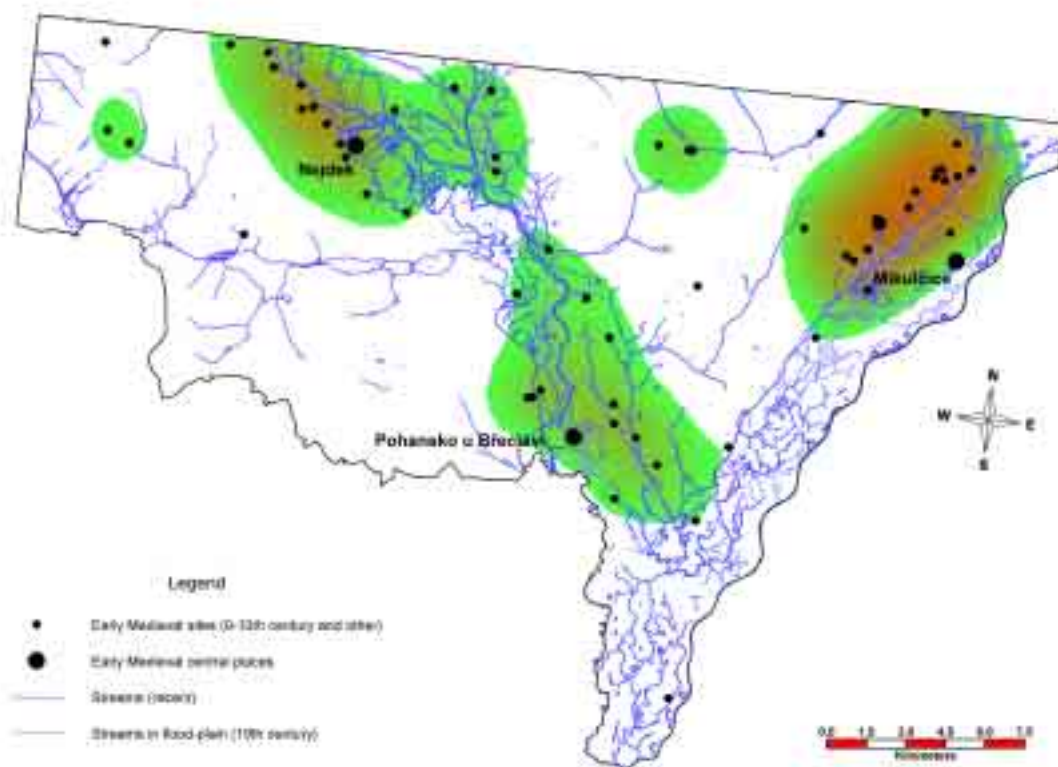
Pro výpočet nákladového povrchu byl použit algoritmus VARCOST. Aby mohl být nákladový povrch vypočítán bylo nezbytné nejprve vytvořit tzv. frikční povrch, jehož základem je sklon reliéfu v %, směr působení odporu a odporová funkce. K výpočtu frikčního povrchu a směru působení odporu byl použit postup popsáný v práci J. Goláně (Goláň 2003, 76-77) vycházející z prací M. Van Leusena (1999, 217) a M. De Silva a G. Pizziolo (2001, 281). Odporová funkce je součástí algoritmu VARCOST. Vznikl nákladový povrch, kde každý pixel udává hodnotu vzdálenosti od vybraných prvků krajiny v relativních jednotkách „nákladů“. Vynásobením těchto relativních hodnot hodnotou 0,02 (rozměr 1 pixelu – 20 m) a vydělením hodnotou 5 (předpokládaná rychlost chůze 5 km * h-1) byly získány hodnoty přibližné časové vzdálenosti jednotlivých pixelů od výchozích prvků krajiny (Goláň 2003, 77). V našem případě se jedná o centrální body hradisek a hranice nivních sedimentů. Z těchto údajů je následně možné zjistit reálné vzdálenosti ostatních sídelních areálů k nejbližšímu centru

(nadkomunitnímu areálu).

Vypočítané časové povrchy byly importovány zpět do prostředí GeoMedia Professional Grid. Hodnoty časové vzdálenosti archeologických bodů byly získány prostým součtem časových povrchů a rastrové vrstvy archeologických bodů tzv. Grid kalkulátorem.

Pro potřeby výzkumu raně středověké sídlištní struktury ve zvolené oblasti byla ze SAS vyfiltrována „území s archeologickými nálezy“, označovaná v databázi jako sídlištní areály či areály, jejichž význam zůstal blíže neurčen (jejich sídlištní charakter však nelze principiálně vyloučit). 61 z nich je víceméně současných s raně středověkými centry 9. stol. (**obr. 3**) Pocházejí z nich nálezy datované do středohradištního období (rs.3: 800-1000 n.l.), doby hradištní (rs.hra: 7.-12. stol.) či obecně do raného středověku (rstred). Vyfiltrovaná „území s archeologickými nálezy“ byla následně transformována do podoby svých centroidů (viz výše), které chápeme jako archeologické body ve smyslu metody E. Neustupného (1986b), tedy jako „*diskrétní prostorově omezené části archeologické skutečnosti*“. V této práci je budeme nadále považovat za velmi simplifikovanou reprezentaci některých komponent (obytných, výrobních apod.) sídelních areálů na zkoumaném území (k pojmům viz Neustupný 1986a; v tisku).

Vybrané archeologické body se v okolí sledovaných center seskupují do výrazných kumulací (**obr. 3**). Zřetelně se to projevilo na mapě jejich hustoty, která byla vytvořené s pomocí nástrojů rastrového GIS. Výpočet proběhl v programu GeoMedia Professional Grid, kde byla celá zkoumaná oblast transformována do rastru, tvořeného buňkami o délce stran 100m. Do rastrového modelu byly následně přeneseny archeologické body (centroidy vybraných území s archeologickými nálezy). Jejich hustota byla vypočítána pomocí statistické funkce Local Scan (Density, Total) ve skenovacím okně o průměru 4 km. Výsledek byl vizualizován v barevné škále od tmavohnědé (nevyšší koncentrace archeologických bodů) po zelenou. Oblast s minimálním výskytem vybraných archeologických bodů zůstala průhledná. Bylo zjištěn, že výrazně největší koncentrace dosud známých komponent sídelních areálů (reprezentovaných archeologickými body, resp. centroidy) ze sledovaného období se nachází v blízkém okolí Mikulčic. Následuje Nejdek a Pohansko.



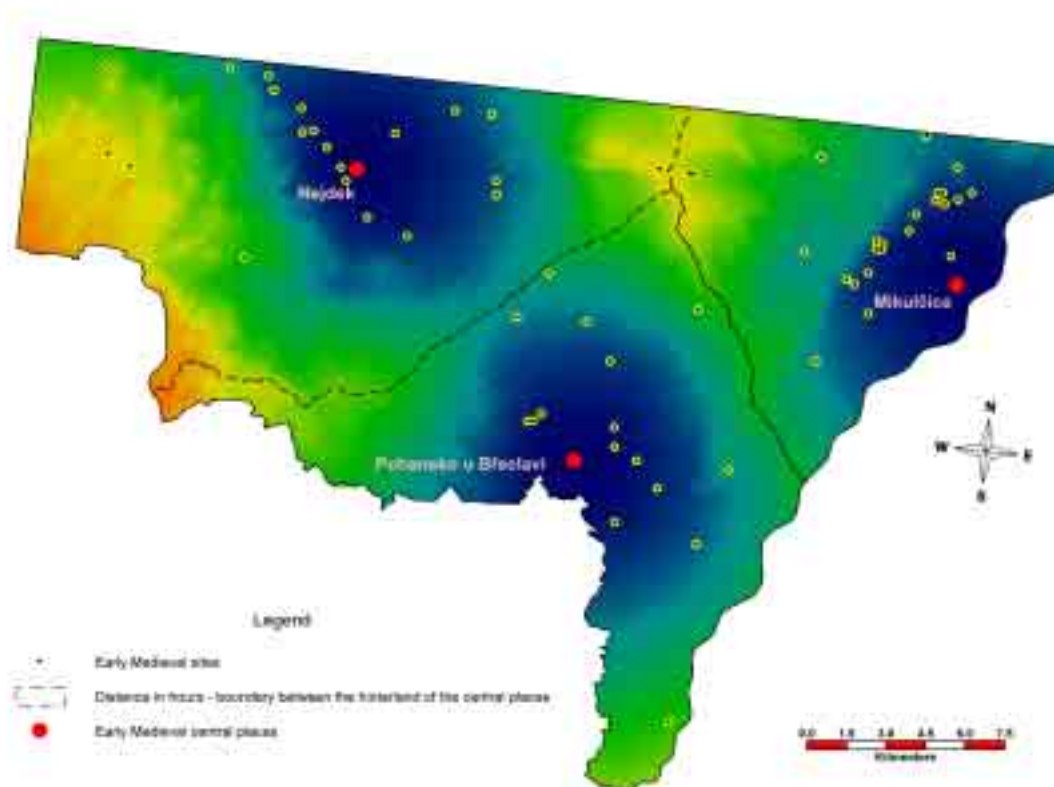
Obr. 3. Hustota archeologických bodů, které v zájmové oblasti reprezentují některé komponenty sídlištních areálů z 9. stol. či obecně raného středověku (podle SAS).

Tento závěr lze ověřit i s pomocí kvantitativních dat, a to na základě vyhodnocení vzdálenosti mezi centry (Pohansko, Nejděk, Mikulčice) a sídelními areály v jejich okolí (*graf 1*). Na základě nákladového modelu, odvozeného z digitálního modelu reliéfu (DEM), byla každému archeologickému bodu přiřazena hodnota, vyjadřující čas nutný k překonání vzdálenosti z daného sídelního areálu, reprezentovaného archeologickým bodem, do centra. Tímto způsobem bylo zjištěno, že plných 59% všech sídelních areálů, resp. jejich různých komponent se nachází do jedné hodiny pěší chůze od nejbližšího centra. Podle histogramu (*Graf 1*) lze dále specifikovat, že nejvíce raně středověkých sídelních areálů (15 archeologických bodů, t.j. 25%) se vyskytuje v zóně (*graf 1*), z níž lze do nejbližšího centra dojít za 45 až 60 minut.

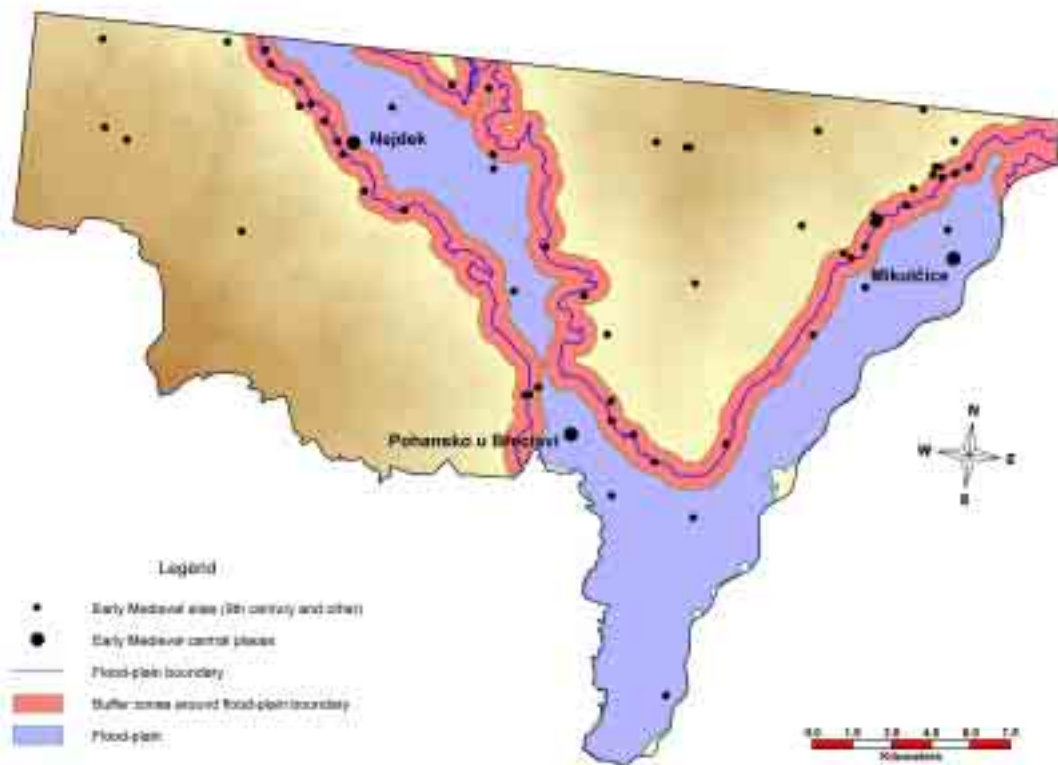
Velmi instruktivní je i histogram, v němž je kvantifikováno rozložení sídelních areálů vzhledem k raně středověkému centru v Mikulčicích (*graf 2*). V tomto grafu, kde je sloupcem vyjádřen počet sídelních areálů, spadajících do jednotlivých zón různě vzdálených od Mikulčic, zřetelně vyniknou tři píky, které lze identifikovat s nakupením sídelních areálů v okolí Mikulčic, Pohanska i Nejděku. Za pozornost stojí i zjištění, že podle vytvořeného modelu lze z Mikulčic na Pohansko pěšky dojít asi za tři hodiny a dvacet minut a do Nejděku za pět hodin. V zóně, která leží na rozhraní zázemí jednotlivých center, se nachází jen

minimum současných sídelních areálů (**obr. 4**).

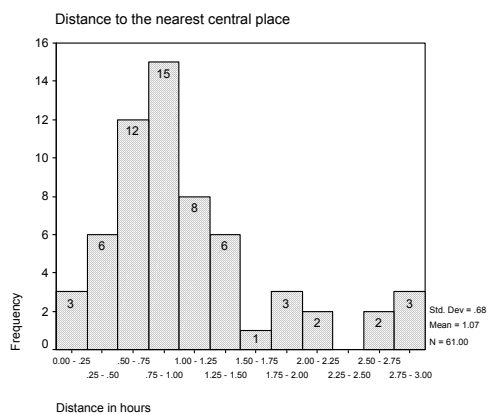
Neméně významný je i výzkum vztahu sídlištní struktury a údolní nivy (k tomu např. Poláček 1999), která měla pro raně středověké osídlení v zájmové oblasti mimořádný význam. Svědčí o tom skutečnost, že nejdůležitější velkomoravská centra nacházíme právě uvnitř nivy - Pohansko a Mikulčice přibližně v jejím středu, Nejdek na okraji. Ostatní známé sídelní areály z jejich zázemí se soustřeďují spíše mimo údolní nivu, avšak v těsné blízkosti fluviálních sedimentů, které z geologického hlediska nivu definují (k tomu i Goláň - Macháček 2004, 523). Na mapě (**obr. 5**) je dobře patrné, že většina sídelních areálů, resp. archeologických bodů, které reprezentují některé komponenty sídelních areálů, leží ve vzdálenosti do 500 m od hranice nivy, uvnitř tzv. buffer zone. Vztah okraje údolní nivy a raně středověkých sídelních areálů lze s pomocí nákladového modelu také kvantifikovat. 46 archeologických bodů (tj. 75%) se nachází buď v nivě či do čtvrt hodiny od její hranice (**graf 3**). Vezmeme-li v úvahu pouze archeologické body, které jsou dislokovány mimo vlastní nivu (44 bodů, tj. 67% z celkového počtu všech bodů), nalezneme jich v bezprostřední blízkosti nivy 66% (**graf 4**).



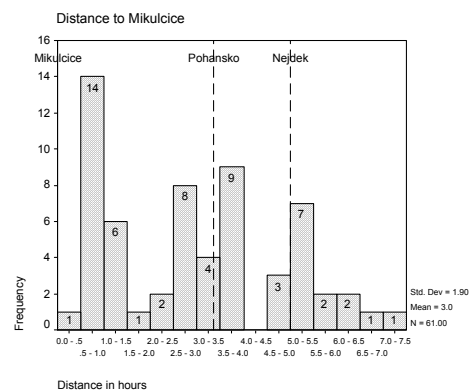
Obr. 4. Časová vzdálenost (Cost/time distance) mezi raně středověkými centry v zájmové oblasti společně s archeologickými body, které v zájmové oblasti reprezentují některé komponenty sídlištních areálů z 9. stol. či obecně raného středověku (podle SAS).



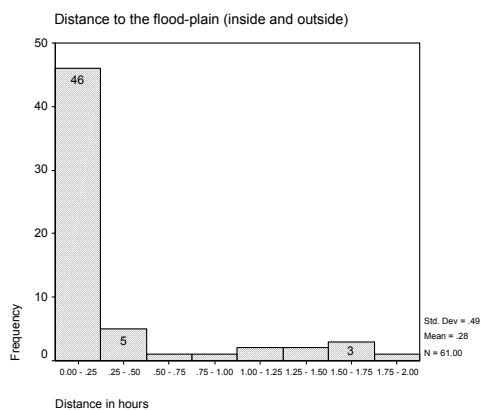
Obr. 5. Poloha archeologických bodů, které v zájmové oblasti reprezentují některé komponenty sídlištních areálů z 9. stol. či obecně raného středověku (podle SAS) vzhledem k hranici údolní nivy s bufferem 500 m a časová vzdáleností (Cost/time distance) k hranici nivy.



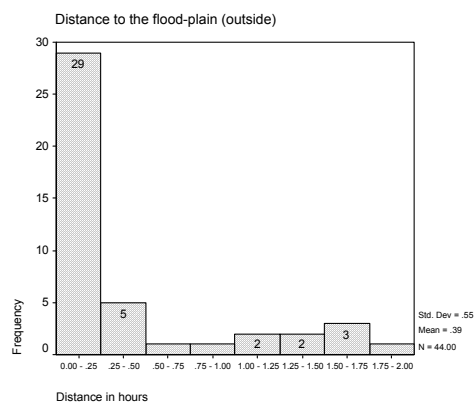
Graf 1. Histogram. Časová vzdálenost (Cost/time distance) archeologických bodů, které v zájmové oblasti reprezentují některé komponenty sídlištních areálů z 9. stol. či obecně raného středověku (podle SAS) k nejbližšímu centru.



Graf 2. Histogram. Časová vzdálenost (Cost/time distance) archeologických bodů, které v zájmové oblasti reprezentují některé komponenty sídlištních areálů z 9. stol. či obecně raného středověku (podle SAS) k Mikulčicím.



Graf 3. Histogram. Časová vzdálenost (Cost/time distance) archeologických bodů, které v zájmové oblasti reprezentují některé komponenty sídlištních areálů z 9. stol. či obecně raného středověku (podle SAS) k hranici nivy (sídliště vně i uvnitř nivy).



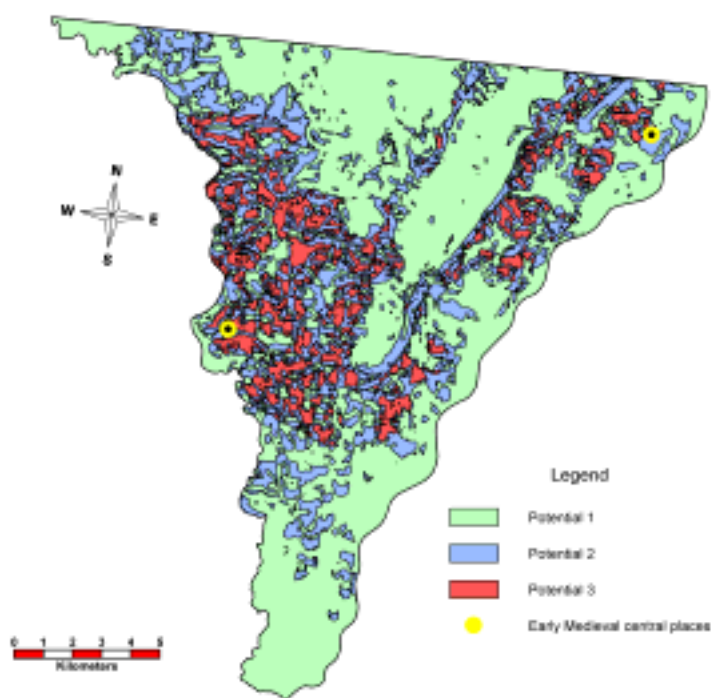
Graf 4. Histogram. Časová vzdálenost (Cost/time distance) archeologických bodů, které v zájmové oblasti reprezentují některé komponenty sídlištních areálů z 9. stol. či obecně raného středověku (podle SAS) k hranici nivy (sídliště vně nivy).

První prediktivní model a jeho validace

Výše zmíněné proměnné (vzdálenost od centra, vzdálenost od fluviálních sedimentů nivy) byly důležitými kritérii i při formulaci archeologického prediktivního modelu, který vytvořil pro oblast soutoku Moravy s Dyjí J. Golář (Golář 2003; Golář - Kučera - Macháček 2003, 254-261). Území, které studoval, je ohraničeno toky obou řek a zaujímá rozlohu cca 207 km². Kromě Pohanska sem náleží i Mikulčice s nejbližším okolím (*obr. 6*).

J. Golář ve své práci zkoumal geografické a sociální proměnné, které na tomto území nevíce ovlivňují sídlištní strukturu v různých obdobích pravěku i raného středověku. Zjistil, že poloha raně středověkých sídlišť (dle Golářovy terminologie) je kromě vzdálenosti k centrům (Mikulčice, Pohansko) a k hranici fluviálního sedimentu nevíce ovlivněna úhlovou vzdáleností svahu od severního směru, lokálním převýšením ve 100 a 200 metrovém okolí, tzv. RIM indexem (definuje konvexnost či konkávnost terénu), vzdáleností k potenciální říční síti (liší se od dnešních toků a definuje, kde se i v minulosti mohly nacházet vodní toky) a vzdáleností k fluviálním sedimentům menších vodních toků mimo údolní nivu. K těmto proměnným doplnil ještě informaci o nadmořské výšce a na základě kombinace uvedených dat vypočetl prediktivní model, který vycházel z rozložení známých archeologických lokalit (dle Golářovy terminologie) na daném území. Model definuje tři zóny podle pravděpodobnosti, s níž lze v dnešní krajině nalézt archeologické nálezy z různých period (*obr. 6*). Velmi kvalitní model vytvořil Golář pro sídliště ze střední doby hradištní (9. - 10. stol.; celkem 15 lokalit), podle něhož 67% známých lokalit pochází z úzké zóny s nejvyšším potenciálem, která zaujímá pouhých 6,4% plochy dané oblasti. Největší část území (71,2%) byla naopak přiřazena k nejnižší potenciálu, kde se nachází jen 13,3% středohradištních sídlišť. O něco horší, přesto však poměrně uspokojivé výsledky přinesl prediktivní model

v němž byly lokality ze střední doby hradištní doplněny o sídliště, jen obecně zařazené do raného středověku (celkem 30 lokalit). Nejmenší potenciál zde zaujímá 60,1% rozlohy a obsahuje pouze 16,7 % známých lokalit. Na 11,1 % území, přiřazeného k zóně s nejvyšším potenciálem, se vyskytuje 36,7% známých lokalit.



Obr. 6. Prediktivní model vytvořený pro raně středověké osídlení podle J. Goláně (potenciál 1-3).

Podle našich i Golánových výsledků lze konstatovat, že sídlištní struktura na zkoumaném území byla kromě standardních environmentálních proměnných významně ovlivněna i existencí lokalit centrálního charakteru, které polohu ostatních sídlišť do značné míry determinovaly. Podstatný vliv na jejich rozložení v krajině měla i hrana údolní nivy, která zároveň tvořila významný předěl dvou ekosystémů.

Výše popsaný výsledek prostorové predikce bylo nutné dále verifikovat. Problematizují ho dvě skutečnosti. Tou první je poměrně malý počet archeologických bodů, z nichž vycházela konstrukce Golánova prediktivního modelu (Golán - Kučera - Macháček 2003, 261). Pro zhodnocení a zlepšení jeho stability bylo nutno získat z regionu nová archeologická data, což v závěru své práce navrhol i J. Golán (2003, 116). Druhým problémem je charakter archeologických dat, z nichž obě řešení vycházela. Databáze SAS je primárně určena potřebám památkové péče. Neeviduje proto jednotlivé archeologické výzkumy či průzkumy

(Sklenářová - Krušinová - Baštová - Volfík 1996, 9). Výsledky těchto prací jsou v SAS zaznamenány pouze v případě pozitivního zjištění, kdy byla objevena lokalita/naleziště vyžadující památkovou ochranu. V případě negativního zjištění, podle něhož lze s určitou mírou pravděpodobnosti předpokládat, že se v daném místě archeologické nálezy nevyskytují (vyloučit to však nelze), se tato informace v databázi SAS neobjeví (z hlediska památkové ochrany je tato informace irelevantní). Na základě dat ze SAS nelze proto objektivním způsobem ověřit, zda byly raně středověké sídelní areály ve zkoumaném regionu opravdu nerovnoměrně rozloženy. Teoreticky může být nápadná kumulace sídelních areálů v okolí raně středověkých center pouze důsledkem zvýšené aktivity archeologů, kteří měli o tomto území určitou apriorní představu, a nemusí odrážet faktický stav sídlištní struktury v raném středověku.

Řešení těchto problémů i validaci dosavadních výsledků může přinést aplikace tzv. analytických povrchových sběrů.

Metodu analytických povrchových sběrů v Čechách teoreticky zdůvodnil E. Neustupný (např. 1986a; 1998) a do archeologické praxe prosadil M. Kuna (např. Kuna a kol. 2004, 305-352 s lit.; Kuna 2004). Při analytickém postupu je zkoumaný prostor rozložen do malých dílčích částí, v jejichž rámci probíhá sběr dat, nezávisle na původní představě o prostorové struktuře. Nejde při tom pouze o vyhledávání „nalezišť“ (site), jako míst s vysokou koncentrací archeologických nálezů, ale o metodu, která umožňuje zachytit kvantitativní aspekty povrchových souborů archeologických nálezů a identifikovat i přítomnost méně výrazných komponent. To umožňuje výsledky výzkumu objektivizovat (Kuna a kol. 2004, 25, 326).

Analytické povrchové sběry jsou velice vhodnou metodou pro validaci našich dosavadních zjištění, k nimž jsme dospěli na základě dat SAS, která vznikla jako výsledek záměrného vyhledávání „lokalit/nalezišť“ v terénu (tzv. syntetický přístup, viz Kuna a kol. 2004, 24) pro účely památkové ochrany.

Goláňův prediktivní model byl v procesu validace konfrontován s nezávislými výsledky analytických povrchových sběrů. Tyto sběry probíhaly na stejném území, pro který byl model vytvořen.

Pro potřeby analytických povrchových sběrů bylo celé zájmové území rozděleno na polygony čtvercového tvaru (tzv. uzavírající polygony v pojetí E. Neustupného 1996, 114) o rozměrech 50x50 m, označené jedinečným identifikátorem. S pomocí nástrojů GIS z nich byly vybrány takové, které jsou vhodné pro archeologické povrchové sběry, tzn. především orané plochy. Na území, s nímž pracoval Goláňův prediktivní model, je těchto polygonů 24 026. U každého z polygonu byl vypočítán jeho centroid a zároveň mu byl přiřazen potenciál výskytu raně středověkých sídlišť (nejnižší/1 - střední/2 - nejvyšší/3). Ze všech polygonů byl s pomocí generátoru náhodných čísel proveden výběr, zahrnující území všech sídlištních potenciálů

přibližně rovnoměrným způsobem.

Pro vlastní povrchové sběry byla zvolena metoda sběru v okolí vybraných bodů tzv. na vodítku (Kuna a kol. 2004, 329-330). Centroidy náhodně vybraných polygonů byly zaneseny do paměti přijímače GPS (Timble GeoExplorer CE GeoXT) a s jeho pomocí vyhledány v terénu. Pokud byly místní podmínky vhodné pro provedení povrchového sběru (dobrá povrchová viditelnost; viz Kuna a kol. 2004, 334-336), byl centroid polygonu dočasně označen výtyčkou a s pomocí šňůry o délce 25m ovzorkován. Povrchový sběr prováděli čtyři osoby tak, že vyhledávali povrchové nálezy podél své šňůry ve čtyřech směrech kolmo na sebe. Po projití vyznačené linie šňůry pootočili o 45° a proces opakovali.

Získané nálezy byly uloženy a označeny jedinečným identifikátorem polygonu., který byl již v přípravné fázi přiřazen každému polygonu na zkoumaném území. Tímto způsobem bylo posléze možno všechny nálezy jednoznačně lokalizovat.

Do jara roku 2005 byly analytické povrchové sběry provedeny na 307 polygonech (**obr. 7, graf 5**). 105 těchto polygonů (34,2%) se nacházelo na území s nejnižším potenciálem 1, kde jsme podle prediktivního modelu nepředpokládali výskyt raně středověkého osídlení. Naopak s největší pravděpodobností jsme raně středověkého osídlení očekávali ve 118 polygonech (38,44%), ležících v nejvyšším potenciálu 3. Ke střednímu potenciálu 2 patřilo 84 polygonů (27,36%).

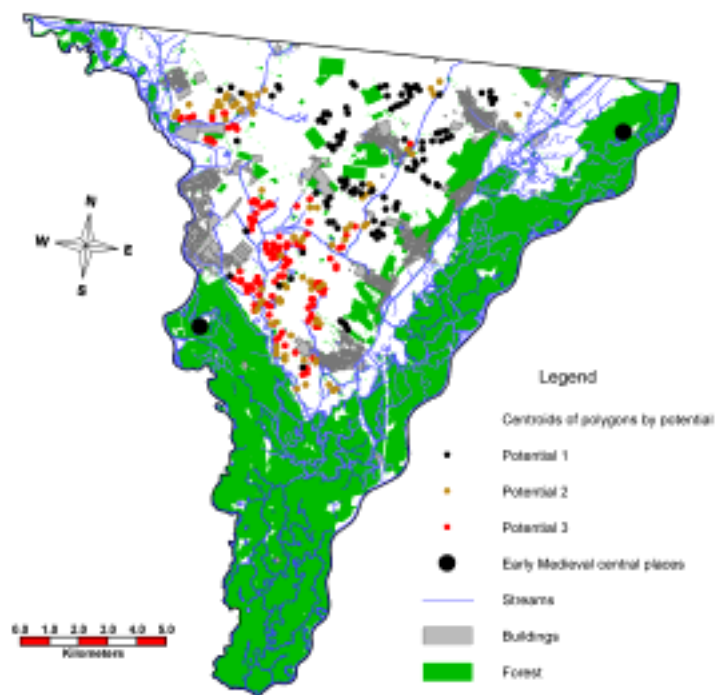
Vyhodnocení sběrů ukázalo, že ze 197 polygonů nepocházejí žádné nálezy či pouze nálezy novověkého původu. Ve zbývajících polygonech byly získány archeologicky relevantní artefakty různého stáří (v některých polygonech byly objeveny nálezy z různých období). 80 polygonů obsahovalo nálezy předběžně obecně řazené do pravěku (neolit až doba halštatská) a 21 polygonů do protohistorie (období laténské až římské). Ve 34 polygonech byly získány artefakty, které datujeme do raného středověku. Pouhých 8 polygonů obsahovalo nálezy z vrcholného středověku (**obr. 8, graf 6**).

Při verifikaci sledujeme distribuci polygonů s archeologicky relevantními nálezy z různých období na územích s odlišným sídlištním potenciálem. Zjišťujeme, zda jsou mezi různými sídlištními potenciály rozděleny rovnoměrně a náhodně, stejně jako polygony vybrané s pomocí generátoru náhodných čísel pro potřeby analytických povrchových sběrů (viz výše, **graf 5**). Jestliže tomu tak je, mělo by se vždy přibližně 34,2% těchto polygonů nacházet v potenciálu 1, 27,36% v potenciálu 2 a 38,44% v potenciálu 3. Jak se však ukázalo, data získaná povrchovými sběry toto očekávání nepotvrzují.

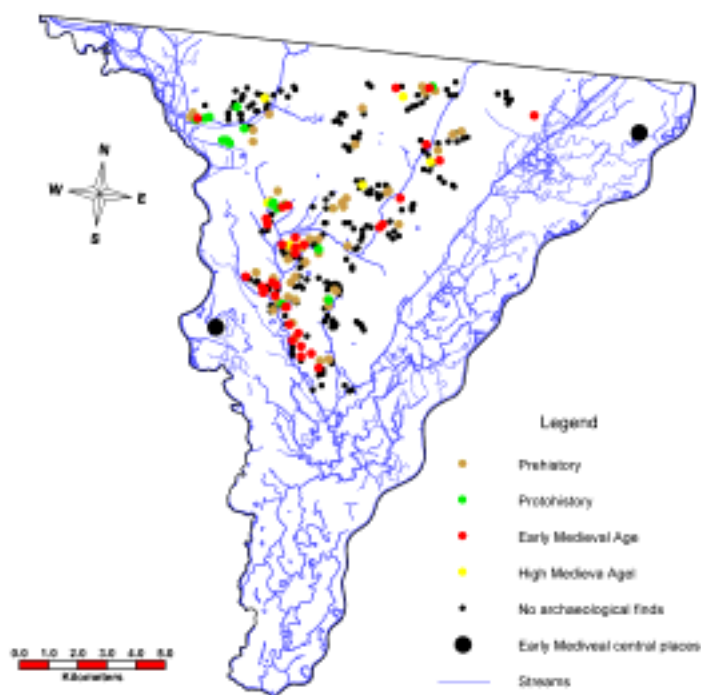
Zaměříme-li se např. na polygony s raně středověkými nálezy (**obr. 9, graf 8**), zjistíme, že se od náhodného rozdělení odlišují dosti podstatně. 24 (tj. 70,59%) se jich nalézá na území s nejvyšším sídlištním potenciálem 3. To je skoro dvakrát více než bychom očekávali v případě náhodné distribuce nálezů v krajině. Naopak na území s nejnižším sídlištním potenciálem 1 je

jich pouhých 17,65%, oproti očekávaným 34,2% (**graf 7**). Také území přiřazené do středního sídlištního potenciálu 2 je pro raně středověké osídlení nevýznamné (pouze 11,76% polygonů s nálezy, **graf 8**). Velmi podobně se chovají i nálezy z doby protohistorické (období laténské až římské), kterých se na území se sídlištním potenciálem 3 nachází dokonce 85,71% (**graf 9**). Mnohem nižší afinitu k tomuto území (raně středověký sídlištní potenciál 3) zaznamenáváme u nálezů datovaných do pravěku, kterých zde bylo nalezeno 56,25%. Polygonů bez archeologických nálezů se zde oproti očekávání nachází výrazně méně (27,41%).

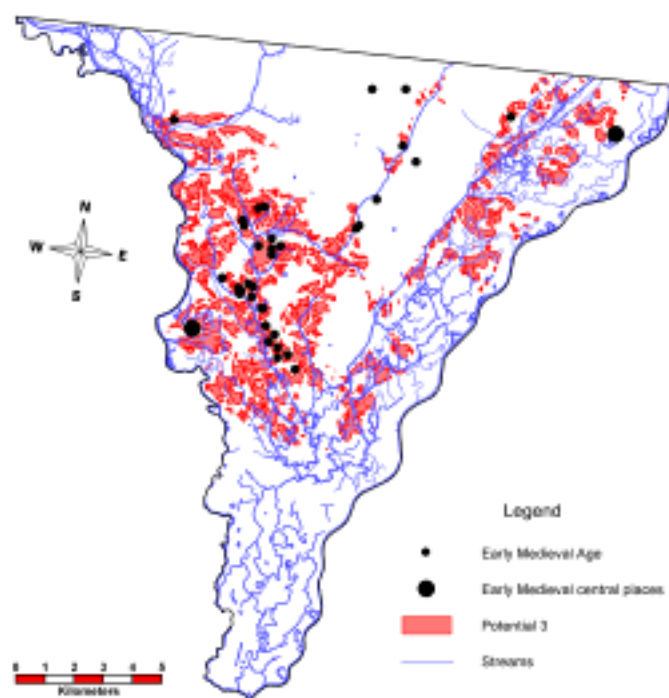
Již z výše uvedených výsledků je zřejmé, že existuje silná vazba mezi raně středověkými (a protohistorickými) nálezy z analytických povrchových sběrů a územím, kterému byl na základě archeologické predikce přiřazen pro raný středověk nejvyšší sídlištní potenciál (**obr. 9**). Tento závěr je možné potvrdit i statistickým testem Chi-kvadrát, s jehož pomocí ověřujeme, zda se pozorované hodnoty (výsledky nových analytických povrchových sběrů) na dané hladině významnosti liší od hodnot očekávaných (náhodné rozdělení mezi sídlištní potenciály). V rámci testu byly srovnávány počty polygonů s nálezy z pravěku, protohistorie, raného středověku, vrcholného středověku a polygony bez nálezů s očekávaným náhodným rozdělením mezi tři sídlištní potenciály (**tab. 1**). Získaný výsledek (0.00000000194) dokládá, že se obě rozdělení na dané hladině statistické významnosti (0,01) signifikantně liší, a proto nemůže být vztah mezi prostorovou distribucí archeologických nálezů různého stáří a raně středověkým sídlištním potenciálem vypočítaným pro daném území náhodný. Vytvořený prediktivní model lze z tohoto hlediska považovat za verifikovaný. Jeho stabilitu je však nezbytné nadále testovat. Platnost modelu musí být ověřena i na rozsáhlejších území.



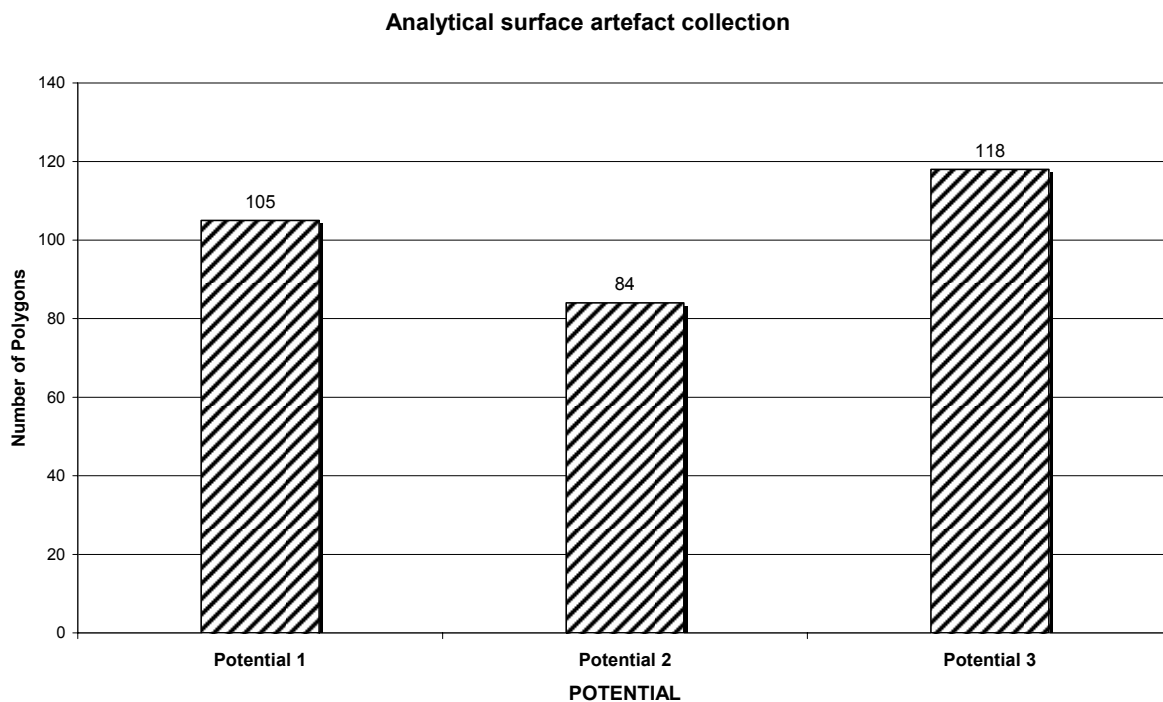
Obr. 7. Analytické povrchové sběry. Polygony rozdělené podle potenciálu 1-3.



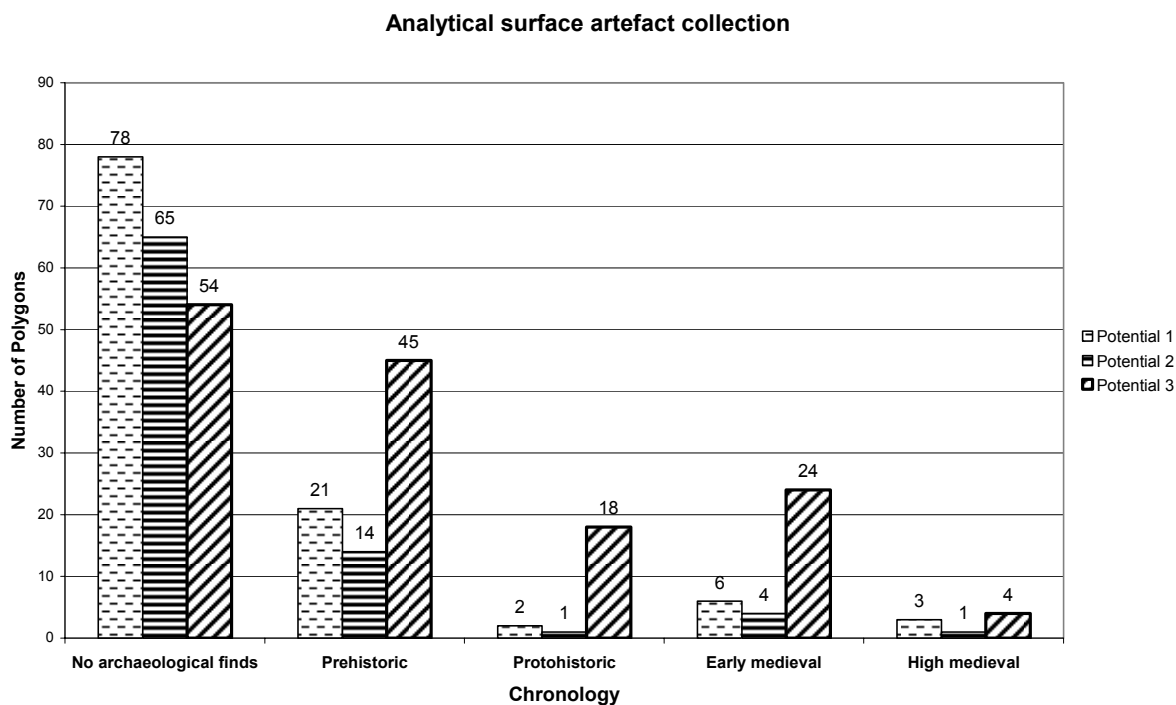
Obr. 8. Analytické povrchové sběry. Polygony rozdělené podle datování archeologických nálezů.



Obr. 9. Analytické povrchové sběry. Polygony s nálezy z raného středověku a potenciál 3 prediktivního modelu J. Goláně.

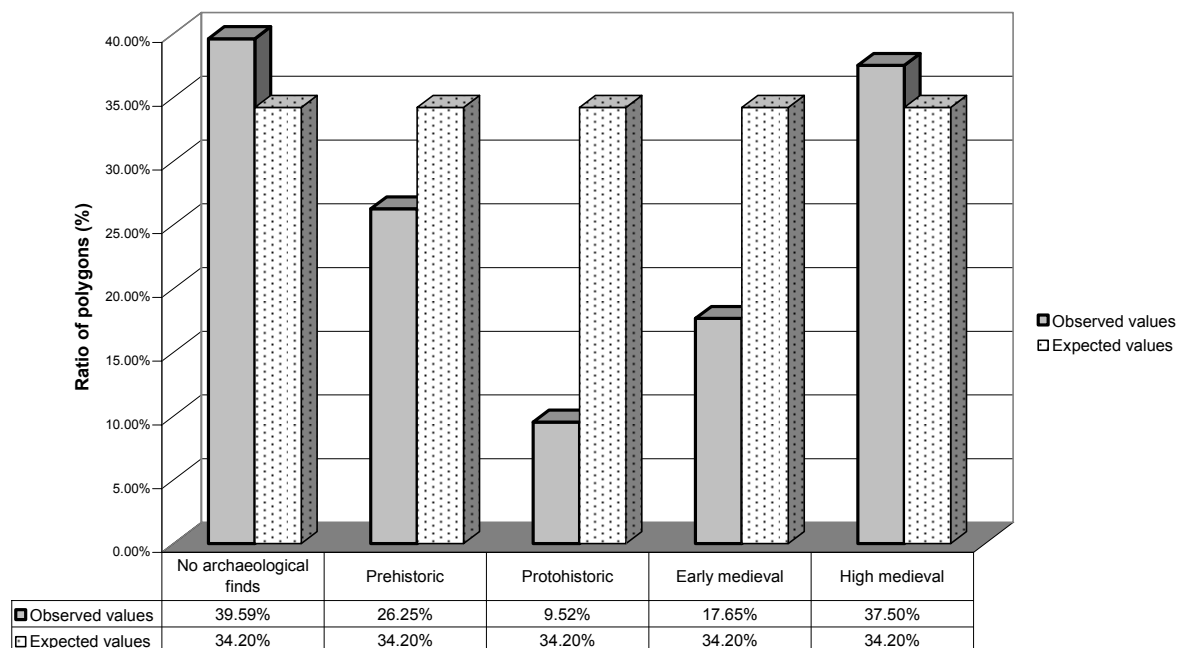


Graf 5. Analytické povrchové sběry. Počty prozkoumaných polygonů podle potenciálu (predikční model J. Goláně).



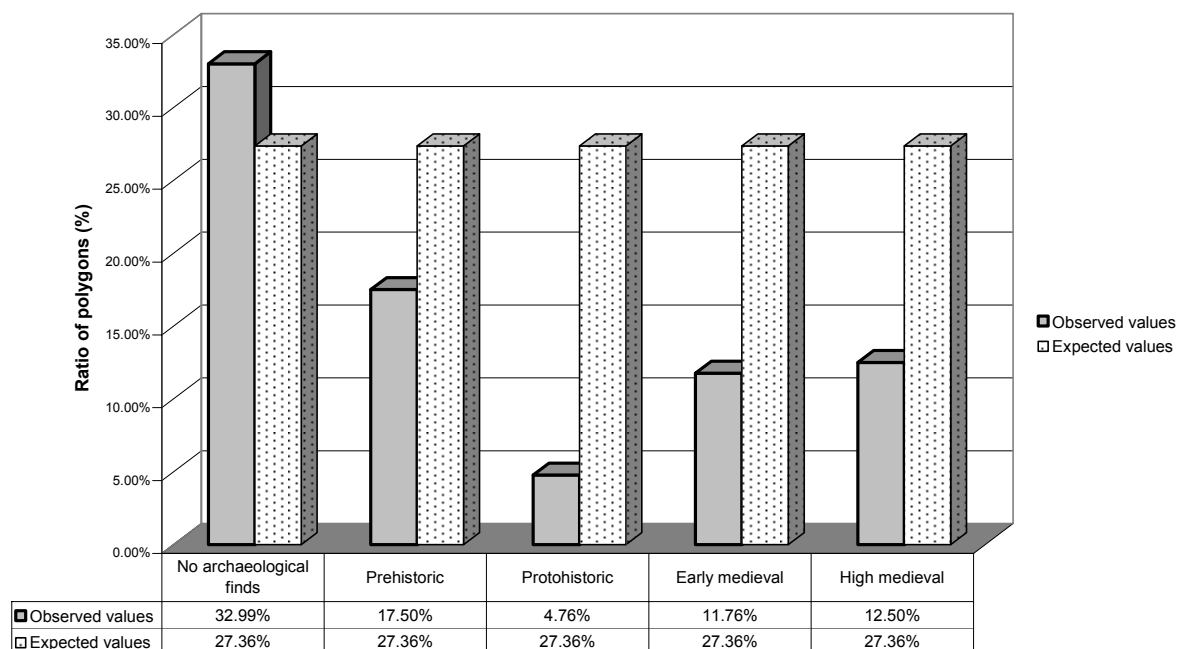
Graf 6. Analytické povrchové sběry. Prozkoumané polygony podle datování nálezů.

Potential 1

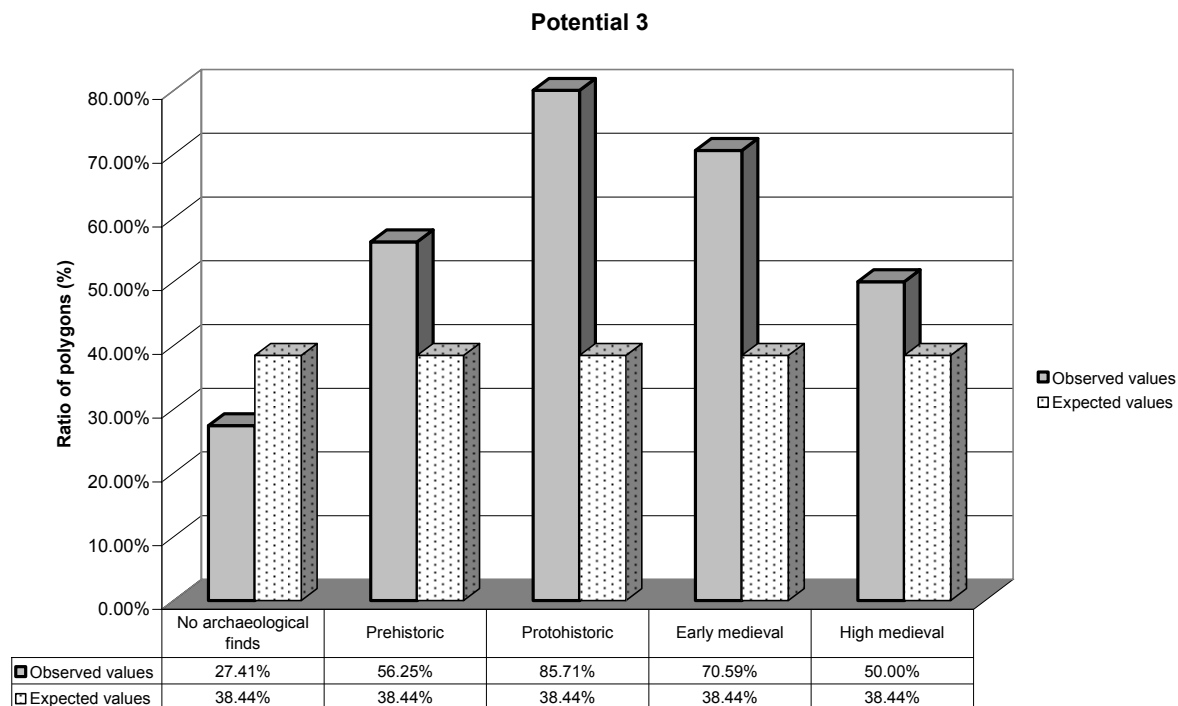


Graf 7. Analytické povrchové sběry. Verifikace predikčního modelu J. Goláně. Potenciál 1.

Potential 2



Graf 8. Analytické povrchové sběry. Verifikace predikčního modelu J. Goláně. Potenciál 2.



Graf 9. Analytické povrchové sběry. Verifikace predikčního modelu J. Goláně. Potenciál 3.

Chi-square test				
Observed values				
Chronology	All polygons	Potential 1	Potential 2	Potential 3
No archaeological finds	197	78	65	54
Prehistoric	80	21	14	45
Protohistoric	21	2	1	18
Early medieval	34	6	4	24
High medieval	8	3	1	4
Expected values				
Chronology	All polygons	Potential 1 (34.20%)	Potential 2 (27.36%)	Potential 3 (38.44%)
No archaeological finds	197	67.38	53.90	75.72
Prehistoric	80	27.368	21.89	30.75
Protohistoric	21	7.188	5.75	8.075
Early medieval	34	11.63	9.305	13.07
High medieval	8	2.74	2.19	3.08

Tab. 1. Verifikace predikčního modelu J. Goláně. Srovnání pozorovaných hodnot (výsledky analytických povrchových sběrů) a očekávaných hodnot (náhodné rozdělení mezi sídlištní potenciály) se zájmové oblasti.

Finální prediktivní model a jeho aplikace při systematických povrchových sběrech

Verifikací prediktivního modelu J. Goláně s pomocí analytických povrchových sběrů v sezóně 2004 a na jaře 2005 byla ukončena jedna etapa projektu. V rámci aplikace iterativní archeologické metody jsme následně přistoupili k tvorbě nového prediktivního modelu. Byl založen na kvalitativně stejných environmentálních proměnných, významně však byla rozšířena zájmová oblast, pro kterou byl model koncipován. Má rozlohu přibližně 532,55 km² a rozkládá se mezi soutokem Dyje s Moravou na jihu a linií Dolní Dunajovice - Hodonín na severu. Zároveň se zvětšením zkoumané plochy došlo i k podstatnému navýšení počtu území s archeologickými nálezy z databáze SAS. Tato archeologická data byla doplněna o informace, zjištěné při vlastní povrchové prospekci v letech 2004 a 2005. Výpočet modelu byl založen na 69 archeologických bodech, při jejichž výběru byla aplikována následující kritéria:

1) centroidy území s archeologickými nálezy ze SAS, která jsou kulturně zařazena (Kultura) jako rs3 nebo rs.hrad nebo ran.stred, reprezentují sídlištní (sídl.) nebo blíže nespecifikované (?) areály (Areal) a vykazují doklady nepohřebních aktivit (Aktivita - ne poh.). Takto definovaných centroidů se na zkoumaném území nachází 52.

2) centroidy polygonů analytických povrchových sběrů (2004-2005), z nichž pochází raně středověké nálezy (s výjimkou nálezů mladohradištního stáří). Takto definovaných centroidů se na zkoumaném území nachází 17.

Počet archeologických bodů, z nichž vychází výpočet nového prediktivního modelu, se v porovnání s Goláněvými daty více než zdvojnásobil.

Bylo rozhodnuto vytvořit dva prediktivní modely: bez vlivu centrálních míst a s vlivem centrálních míst. Na jejich základě byla stanovena strategie povrchových sběrů určených k verifikaci nových modelů a k vyhledávání nových sídelních areálů na sledovaném území. Primární geografická data byla získána od Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, data geologická od České geologické služby. Primární archeologická data pocházejí z revidované databáze SAS (Státní archeologický seznam) a z povrchových sběrů provedených do jara roku 2005.

Základem výpočtu závislých proměnných byl opět digitální model reliéfu, vycházející z vrstevnicových vektorových map ZABAGED. Výpočet DEMu byl proveden v aplikaci Grid (nastavba programu GeoMedia Professional pro práci s rastrovými vrstvami) funkcí Spline, v rozlišení 20m a v systému JTSK. Z DEMu byly následně v programu IDRISI vypočítány tyto vrstvy: úhlová vzdálenost od severního směru, lokální reliéf ve 100 a ve 200 m

vzdálenosti, orientace svahů ve stupních a RIM index (definuje konvexnost či konkávnost terénu). Kromě těchto hlavních sekundárních vrstev byla z DEMu vypočítán i sklon svahů ve stupních. Tato vrstva posloužila k výpočtu nákladových a časových povrchů, která byla zkombinována s informacemi z geologické mapy. Výpočty byly provedeny algoritmem VARCOST (viz výše).

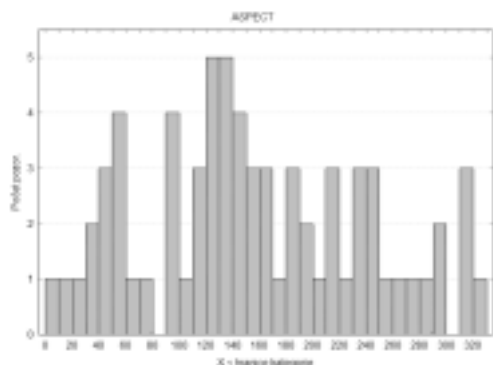
Z geologická vektorové mapy byly extrahovány údaje o eolických sedimentech uvnitř říčních sedimentů údolní nivy Dyje a Moravy, říční sedimenty údolní nivy Dyje a Moravy a fluvialní sedimenty mimo oblast údolní nivy Dyje a Moravy. Tyto tři hodnoty posloužily jako startovací vrstvy při výpočtech časových vzdáleností.

Vrstva časové vzdálenosti byla použita i pro výpočet vzdálenosti od centrálních míst, kdy počátkem cesty jsou středy centrálních areálů, hradisek (Pohansko, Nejdek, Mikulčic).

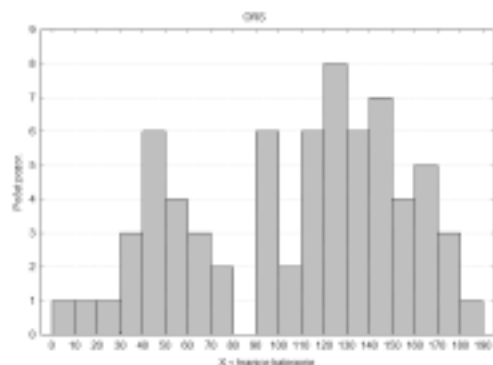
Algoritmem EXTRAKT byly zjištěny hodnoty environmentálních proměnných v místech jednotlivých archeologických bodů. Tyto údaje byly kvantifikovány a vizualizovány v sérii histogramů, které vyjadřují rozložení četností vybraných archeologických bodů v závislosti na přírodních parametrech (*graf 10 - 18*). Na tomto základě jsme definovali intervaly hodnot s největší četností archeologických bodů (s raně středověkými nálezy), které tak zároveň vymezují areály vhodné pro raně středověké osídlení. Tyto intervaly posloužily k vytvoření binárních vrstev. Změnou oproti modelu J. Goláně bylo použití i více intervalů v jedné environmentální proměnné (vrstvě). Tento krok byl vynucen různorodějšími geografickými podmínkami, které se vyskytují na rozšířeném sledovaném území (větší relativně výškové rozdíly atd.).

Jednotlivým intervalům v každé vrstvě byly přiřazeny váhy, které odráží míru vlivu různých environmentálních proměnných na výsledný prediktivní model. Podle J. Goláně je možné při přidělování vah binárním vrstvám postupovat dvěma způsoby. Váhy mohou být přiděleny buď na základě nějakého obecně platného předpokladu o významnosti vlivu dané charakteristiky na rozložení predikovaného typu sídelních areálů a jejich komponent (např. významný vliv sklonů reliéfu nebo vzdáleností k vodním zdrojům) nebo na základě vypočítaných ukazatelů významnosti binárních vrstev (vše Golán 2003, 91). V našem případě jsme použili kombinaci obou variant, stejně jako tomu bylo při výpočtu modelu J. Goláně. Váhy mohly nabývat hodnot 1 - 4.

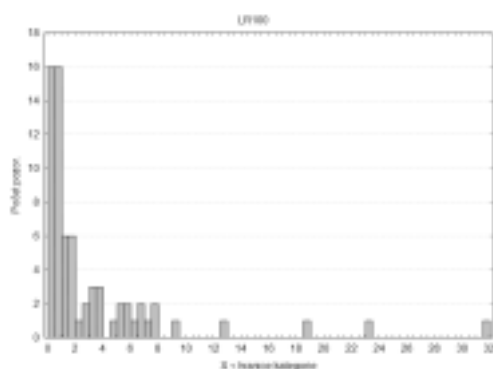
Aplikace váhovaných intervalů pro výpočet prediktivního modelu může do jisté míry řešit i omezení tradiční dvouhodnotové (binární) logiky při predikci archeologického potenciálu určitého území, na která nedávno upozornil L. Šmejda (2003, 232-237).



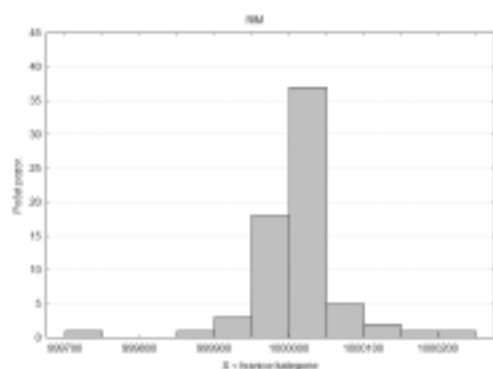
Graf 10. Histogram. Rozložení četností vybraných archeologických bodů v závislosti na přírodních parametrech - orientace svahu ve stupních



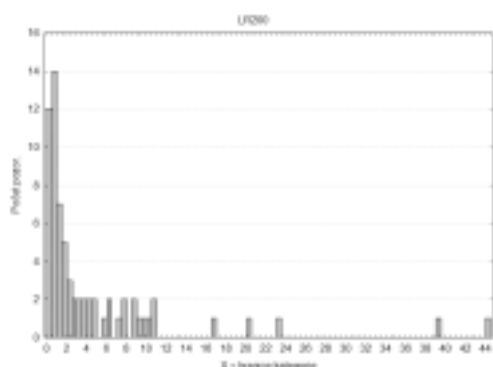
Graf 13. Histogram. Rozložení četností vybraných archeologických bodů v závislosti na přírodních parametrech - úhlová vzdálenost svahu od severního směru.



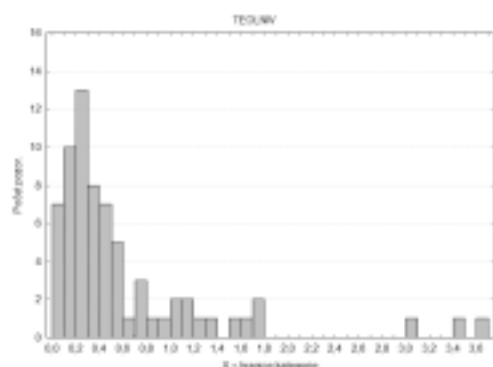
Graf 11. Histogram. Rozložení četností vybraných archeologických bodů v závislosti na přírodních parametrech - lokální reliéf ve 100 m vzdálenosti.



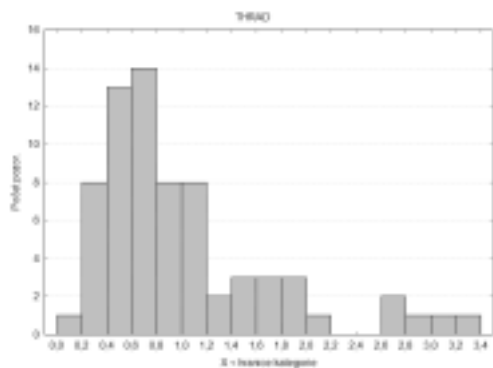
Graf 14. Histogram. Rozložení četností vybraných archeologických bodů v závislosti na přírodních parametrech - RIM index.



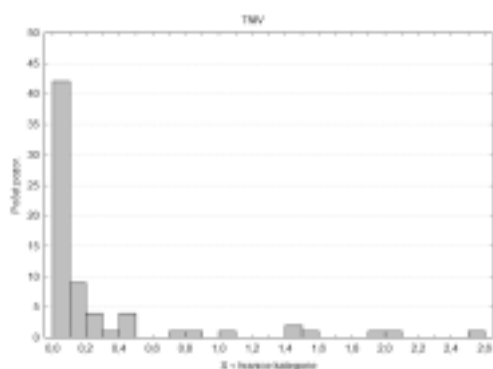
Graf 12. Histogram. Rozložení četností vybraných archeologických bodů v závislosti na přírodních parametrech - lokální reliéf ve 200 m vzdálenosti.



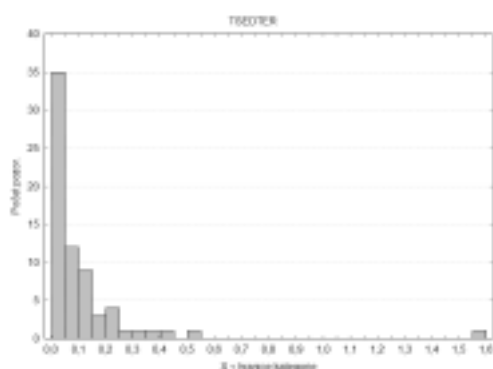
Graf 15. Histogram. Rozložení četností vybraných archeologických bodů v závislosti na přírodních parametrech - časová vzdálenost od eolitických sedimentů (vátých písků) uvnitř nivy.



Graf 16. Histogram. Rozložení četností vybraných archeologických bodů v závislosti na přírodních parametrech - časová vzdálenost k raně středověkým centrům.



Graf 17. Histogram. Rozložení četností vybraných archeologických bodů v závislosti na přírodních parametrech - časová vzdálenost od hranice nivy.



Graf 18. Histogram. Rozložení četností vybraných archeologických bodů v závislosti na přírodních parametrech - časová vzdálenost od fluviálních sedimentů mimo nivu.

Do prvního prediktivního modelu (bez vlivu centrálních míst) vstupovalo osm vybraných environmentálních proměnných: lokální reliéf ve 100 m vzdálenosti, lokální reliéf ve 200 m vzdálenosti, orientace svahů ve stupních, úhlová vzdálenost svahů od severního směru, RIM index, časová vzdálenosti eolických návátin uvnitř nivy, časová vzdálenosti od fluviálních sedimentů mimo oblast nivy velkých řek a časová vzdálenost od hranice údolní nivy Dyje, resp. Moravy. U všech těchto proměnných byly vymezeny intervaly, které vykazují největší četnosti výskytu archeologických bodů (s nálezy raně středověkého stáří). Podle jejich očekávaného impaktu na osídlení jim byla přiřazena i různá váha (**tab. 2**). Tímto způsobem byly definovány jednotlivé vrstvy, kteří tvořily základ pro další výpočet

Environmentální proměnné	Intervaly	Váhování
Lokální reliéf ve 100 m vzdálenosti (<i>LR100</i>)	0,0 - 1,5 m	2
	1,5 - 4,5 m	1
	4,5 - 10 m	2
Lokální reliéf ve 200 m vzdálenosti (<i>LR200</i>)	0,1 - 4,5 m	2
	6,5 - 22 m	2
Orientace svahů ve stupních (<i>ASPECT</i>)	110 - 170	3
	205 - 255	1
	030 - 060	2
Úhlová vzdálenost svahů od severního směru (<i>ORS</i>)	30 - 70	1
	90 - 180	3
Časová vzdálenost od eolických návátin uvnitř nivy (<i>TEOLNIV</i>)	0 - 0,1 h	2
Časová vzdálenost od fluviálních sedimentů mimo nivu (<i>TSEDTER</i>)	0 - 0,25	4
Časová vzdálenost od hranice údolní nivy (<i>TNIVA</i>)	0,001 - 0,25	2
	0,35 - 0,5	2
RIM index (<i>RIM</i>)	999900 - 1000100	1
Časová vzdálenost k hradiskům (<i>THRAD</i>)	0,0 - 1,5	3

Tab. 2. Kritéria pro výpočet finálního prediktivního modelu pro raně středověké osídlení v zájmové oblasti.

Součtem výše uvedených vrstev vznikl prediktivní model (**obr. 10**) jehož výsledné hodnoty byly rozděleny do tří intervalů: malý potenciál, střední potenciál a velký potenciál. Cílem modelování bylo rozdělit studovaného území tak, aby malý potenciál tvořil okolo 50 - 60 %, střední potenciál 20 - 30 % a velký potenciálu 10 - 20 % jeho rozlohy. Zároveň měl počet archeologických bodů (s raně středověkými nálezy) tvořit 10 - 20 % z celkového počtu známých bodů v intervalu malého potenciálu, 20 - 30% v intervalu středního potenciálu a 50 - 60 % v intervalu velkého potenciálu. Tento záměr se podařilo vesměs naplnit (s menšími odchylkami v zastoupení archeologických bodů na území s malým a velkým potenciálem, **tab. 3**).

Archeologický potenciál území	Interval	Archeologické body		Plocha	
		Počet	%	Počet	%
MALÝ	0 – 11	18	26.09	810007	51.10
STŘEDNÍ	12 – 14	17	24.64	501451	31.63
VELKÝ	15 – 20	34	49.28	273794	17.27
	Σ	69	100	1585252	100.00

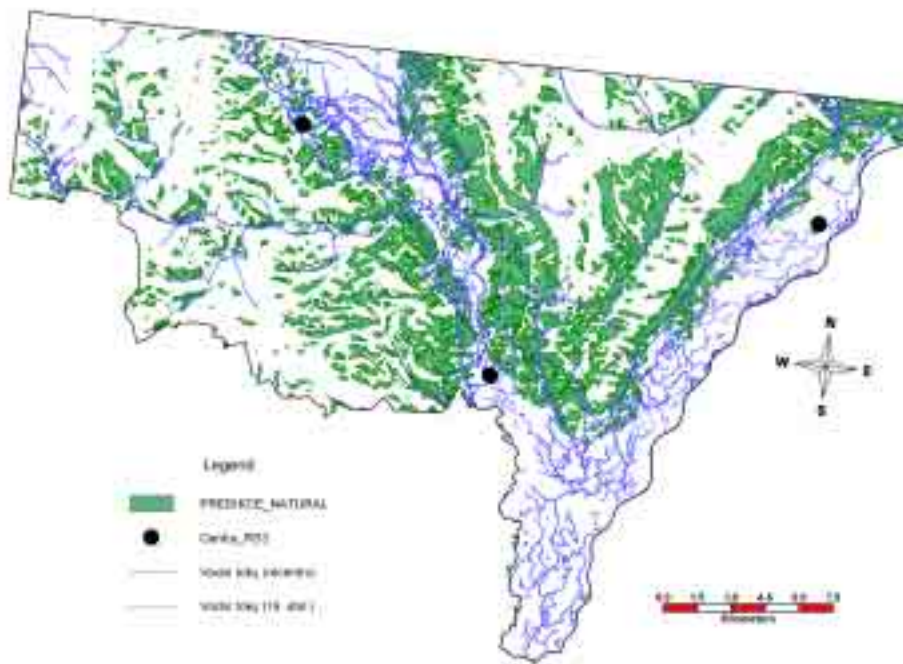
Tab. 3. Parametry finálního prediktivního modelu pro raně středověké osídlení v zájmové oblasti bez vlivu centrálních míst.

Druhý prediktivní model (s vlivem centrálních míst) vycházel ze stejných proměnných doplněných o časovou vzdálenost od centrálních míst (*obr. 11*). Při terénních povrchových sběrech (viz níže) však byl aplikován pouze první prediktivní model založený na přírodních proměnných (*tab. 4*).

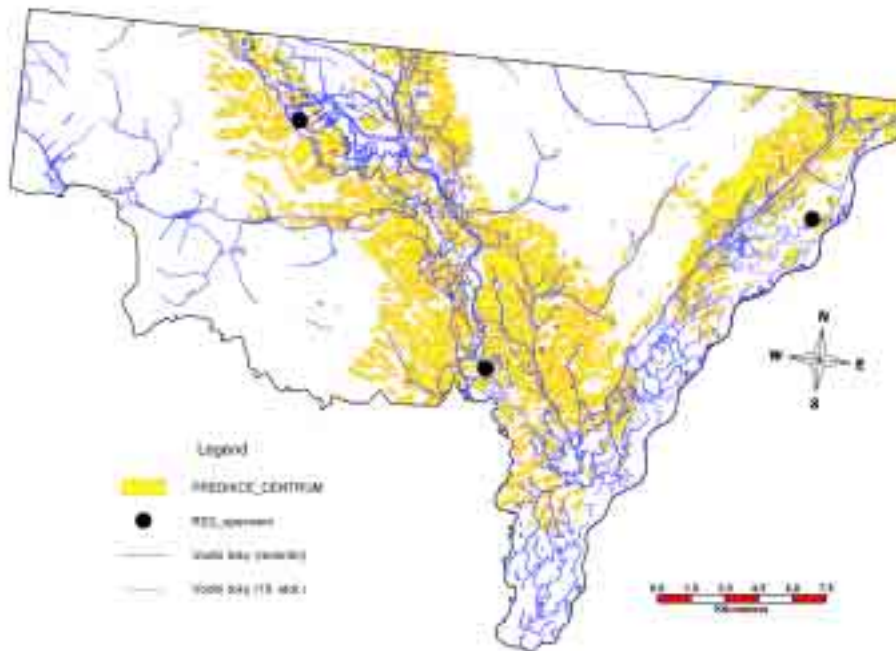
Archeologický potenciál území	Interval	Archeologické body		Plocha	
		Počet	%	Počet	%
MALÝ	1 – 13	14	20.29	944803	59.60
STŘEDNÍ	14 – 16	21	30.43	394495	24.89
VELKÝ	17 – 23	34	49.28	245954	15.52
	Σ	69	100	1585252	100.00

Tab. 4. Parametry finálního prediktivního modelu pro raně středověké osídlení v zájmové oblasti s vlivem centrálních míst.

Kromě prediktivního modelu založeného na součtech váhovaných vrstev bylo vypočteno i alternativní řešení s pomocí diskriminační analýzy. Tento model se však v praxi příliš neosvědčil. Použitá diskriminační analýza totiž vycházela z lineární korelace, jejíž aplikace vedla v svém důsledku ke vznik rozsáhlých vnitřně nestrukturovaných kontinuálních ploch, přiřazených k území s různým archeologickým potenciálem. Tento výsledek neumožňoval efektivní vyhledávání sídelních areálů v krajině.



Obr. 10. Finální prediktivní model. Nejvyšší potenciál raně středověkého osídlení bez vlivu centrálních míst.



Obr. 11. Finální prediktivní model. Nejvyšší potenciál raně středověkého osídlení s vlivem centrálních míst.

Povrchové sběry

Metodika povrchových sběrů realizovaných v letech 2006-2007 byla shodná s předcházející validací prediktivního modelu J. Goláně (viz výše). Prospekce prováděná s cílem vyhledat dosud neznámé sídelní areály s pomocí nového prediktivního modelu byla zahájena na jaře roku 2006. Z důvodů nepříznivých klimatických podmínek na podzim bylo možné pokračovat v povrchových sběrech až v následujícím roce (jaro 2007).

K prospekci bylo vybráno území, které má z hlediska nového prediktivního modelu nejvyšší potenciál výskytu raně středověkého osídlení (při povrchových sběrech v letech 2006-2007 byl testován i alternativní model vypočtený s pomocí diskriminační analýzy, který se však ukázal jako nevhodný; viz výše). Z geografického hlediska se jednalo o území na pomezí zázemí Pohanska a Nejdku, na katastrech obcí Břeclav, Hlohovec, Charvátská Nová Ves, Ladná, Lednice, Nejdeč, Podivín, Sedlec, Valtice. S menší intenzitou byly sběry prováděny i v prostoru mezi Pohanskem a Mikulčicemi, na katastru obcí Moravská Nová Ves a Tvrdonice.

Sledované území bylo pokryto sítí polygonů, vytvořených a kódovaných stejným způsobem jako při analytických povrchových sběrech v letech 2004 - 2005. Polygony určené k průzkumu se však tentokrát musely dotýkat území s vysokým potenciálem výskytu raně středověkých sídelních areálů. Prováděné povrchové sběry byly vedeny se snahou o systematickou prospekci zájmového území. Původní idea prozkoumávat polygony rozmístěné v pravidelné mřížce v rozestupech 150 či 200 m se však v terénu ukázala jako nepraktická. Velký počet takto vybraných polygonů byl nedostupný: ležel buď na okrajích polností, na nevhodných plochách, popřípadě se na dostupné ploše nacházely pouze 2 až 3 polygony. Z toho důvodu byl výběr polygonů řešen přímo na místě, s přihlédnutím k místním podmínkám a za dodržení 150 až 200 m vzdálenosti mezi jednotlivými sběry. Ve výše zmiňovaném období se takto podařilo prozkoumat 367 polygonů, z nichž 121 (33%) obsahovalo archeologicky relevantní nálezy z různých období.

Závěr

V rámci celé kampaně, probíhající od roku 2004 do roku 2007, se podařilo povrchovými sběry prozkoumat celkem 674 polygonů (*obr. 12*) o velikosti 50x50 m (dohromady 168,5 ha). Bylo tak objeveno 25 nových raně středověkých sídelních areálů, které jsou s velkou pravděpodobností současné s velkomoravskými centry na Pohansku, v Mikulčicích a v Nejdku. Známý počet sídelních areálů se tak od předcházejícího stavu zvýšil o nezanedbatelných 46% (viz níže).

Při rekonstrukci sídlištní struktury velkomoravského období byly sídelní areály objevené povrchovými sběry zkombinovány s územími s archeologickými nálezy z databáze SAS a s lokalitami ze sousedních států (Rakousko, Slovensko).

Území s archeologickými nálezy ze SAS byly pro účely rekonstrukce osídlení opět transformovány do podoby centroidů (viz výše) a vyfiltrovány za následujících podmínek: (Kultura = 'rs.3' OR Kultura = 'rs.hra' OR Kultura = 'rstred') AND (Areal = 'sí.rov.' OR Areal = 'sídlište' OR Areal = '?'). Znamená to, že se do výběru dostaly takové archeologické body, u kterých lze doložit sídlištní aktivity či aktivity neznámého charakteru (jejich sídlištní charakter však lze odůvodněně předpokládat) ze středohradištního období či období obecně hradištního, resp. raně středověkého (ani širší datování nevylučuje možnost, že vyfiltrované areály byly opravdu osídleny současně s velkomoravskými centry; sídelní areály jednoznačně datované do starších či mladších fází raného středověku nebyly do výběru zahrnuty).

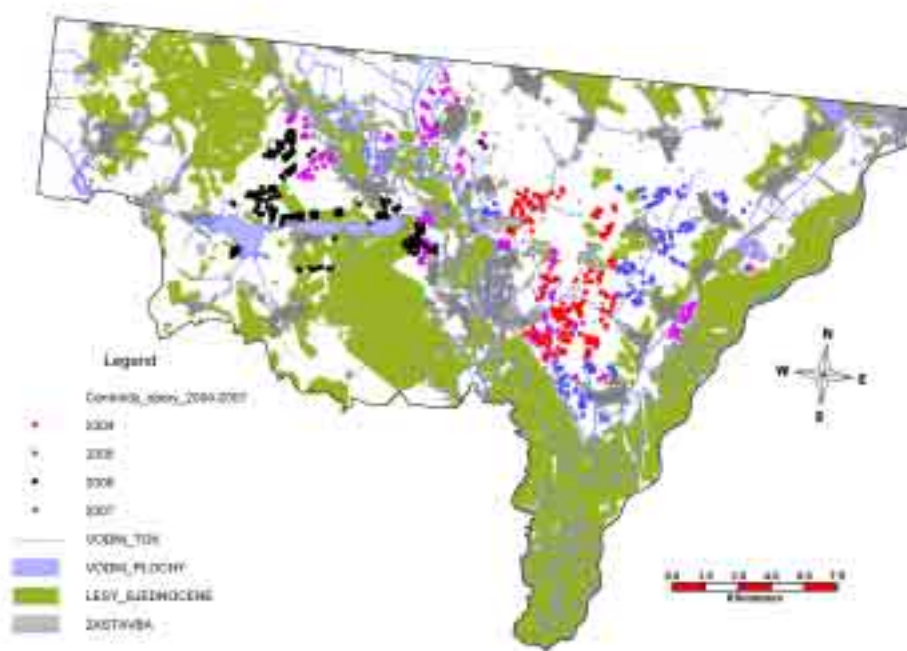
Rakouské území, které přiléhá ke zkoumané oblasti zpracoval M. Petr (viz jeho příspěvek v tomto sborníku). Z jeho prostorové databáze byly zahrnuty do výsledné rekonstrukční mapy archeologické body, které se nachází do 6 km od řeky Dyje či Moravy (po jejich soutok; řeky tvořily původní hranici zájmového území v tomto prostoru). Kritéria pro výběrový dotaz byla identická s podmínkami pro filtraci centroidů z databáze SAS.

Fakticky stejným způsobem byly do celého řešení zakomponovány i archeologické lokality z přilehlé části Slovenska, které do geodatabáze převedl T. Tencer (viz jeho příspěvek v tomto sborníku).

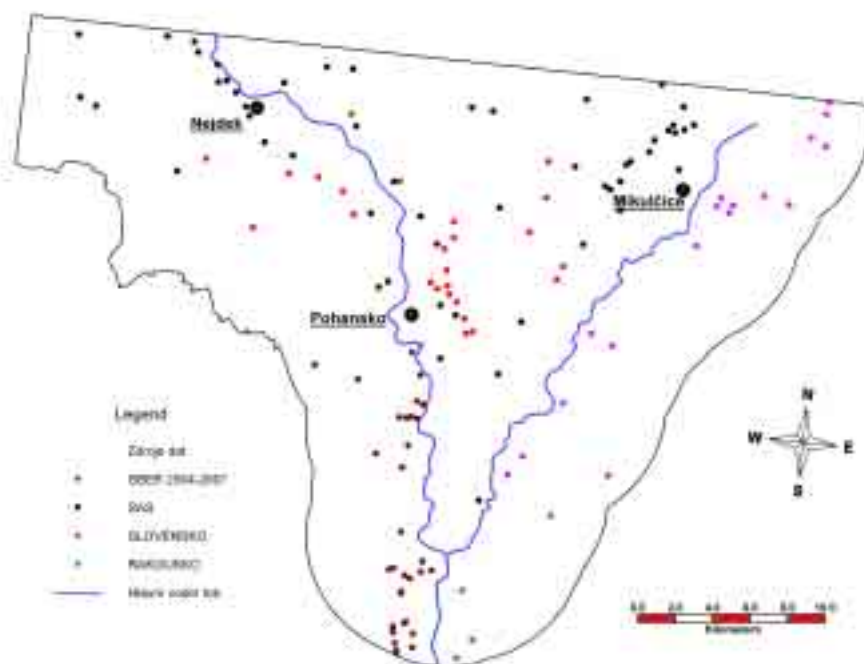
Výsledná mapa (*obr. 13*) byla upravena tak, aby vzdálenost mezi archeologickými body nebyla nikdy menší než 300 m. Nadpočetné archeologické body, které hypoteticky patří té samé komponentně jednoho sídelního areálu (k pojmům viz Neustupný 1986a), při tom byly odmazány (třístametrová hranice byla zvolena ad hoc a vychází pouze z našich zkušeností získaných při průzkumu daného území). Po této operaci zůstalo v mapě 122 archeologických bodů (*tab. 5*), které, dle našeho názoru, reprezentují na daném území různé sídelní areály (tento předpoklad však nemůže platit absolutně, protože jednotlivé komponenty, např. výrobní, sousedících sídelních areálů se jistě dotýkaly či dokonce prolínaly). S jejich pomocí se tak lze pokusit o postihu základních tendencí, které působily při utváření raně středověké sídlištní struktury.

Zdroj	Počet sídleních areálů
SAS	54
Povrchové sběry 2004-2007	25
Rakousko	22
Slovensko	21
Celkem	122

Tab. 5. Sumarizace vybraných archeologických bodů se zájmové oblasti a okolních regionů.



Obr. 12. Všechny polygony (50x50 m) povrchových sběrů se zájmového území rozdělené podle výzkumné sezóny.



Obr. 13. Všechny vybrané archeologické body se zájmové oblasti a okolních regionů. Rozděleno podle původu. Hranice zájmové oblasti v kombinaci s bufferem 6 km okolo řek Dyje a Morava po soutok

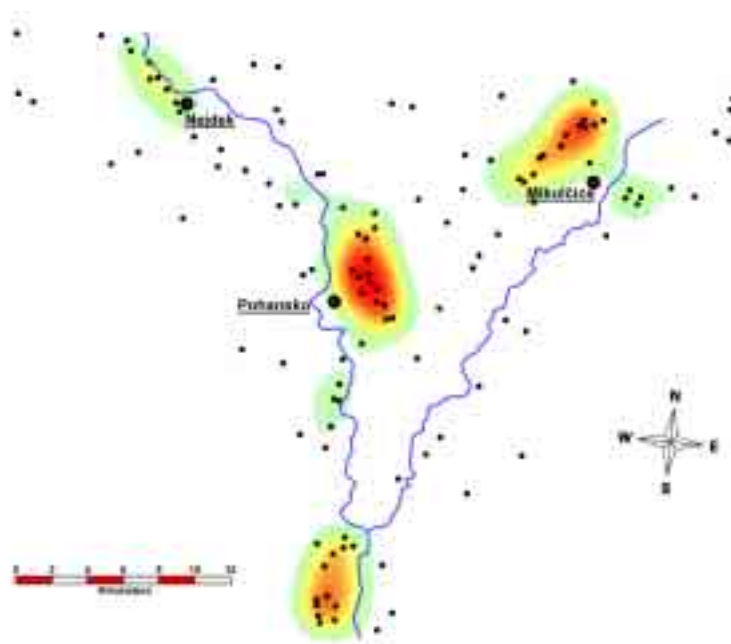
Všech 122 archeologických bodů bylo v programu GeMedia Grid převedeno do rastru s velikostí buněk 100x100 m. Pomocí funkce Local Scan (Density) byla ve skenovacím okně (scanning window) o průměru 4 km vypočtena a vizualizována jejich hustota v geografickém prostoru. Na výsledné mapě jsou největší koncentrace osídlení zobrazeny červenou barvou, střední hustoty barvou žlutou a zelenou. Území s nejmenší hustotou raně středověkého osídlení není podbarveno vůbec.

Ze srovnání s předběžným modelem (*obr. 3*) vyplývá, že i přes masivní nárůst datové báze se podstata sídlištní struktury příliš nezměnila. Sídelní areály se stále výrazně koncentrují v nejbližším zázemí velkomoravských hradisek (*obr. 14*), ve vzdálenosti do jedné a půl hodiny pěší chůze od centra (*obr. 15*). Je patrná i jejich silná vazby na hranu terasy na okraji nivy velkých řek (*obr. 16*). Výsledný obraz se však podstatně změnil kvantitativně. Významným způsobem narostl především počet sídelních areálů v zázemí Pohanska, kde je nyní patrná vůbec největší koncentrace osídlení v regionu. Relativně slabé osídlení naopak evidujeme v zázemí nejdeckého hradiska. Lze jen spekulovat, do jaké míry odráží kvantitativní rozdíly v charakteru zázemí původní účel příslušných centrálních míst a jejich pozici v sídlištní hierarchii.

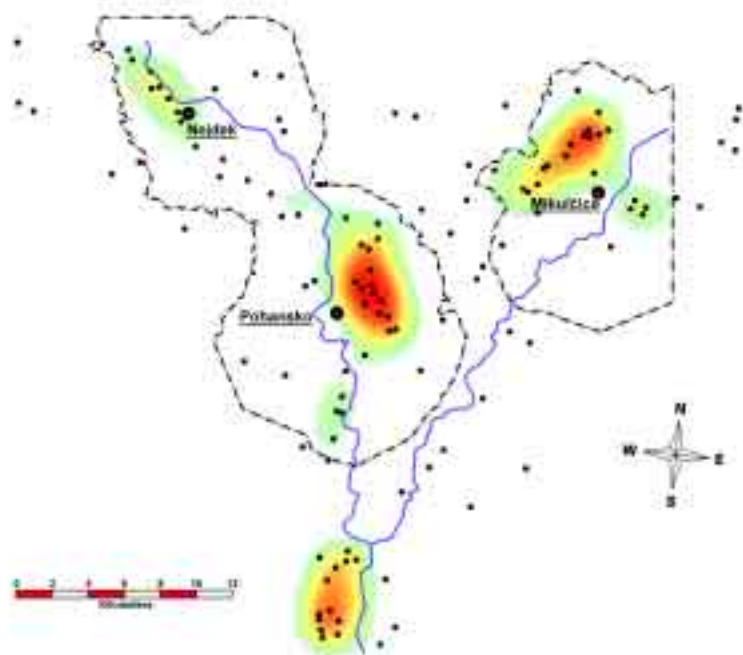
Z rekonstrukce sídelní struktury dále vyplývá, že centrální lokality i jejich zázemí

leží vždy na stejném břehu řeky. Na protější straně řeky bývala zřejmě budována jen menší předpolí, jak ukazuje příklad Mikulčic a Pohanska.

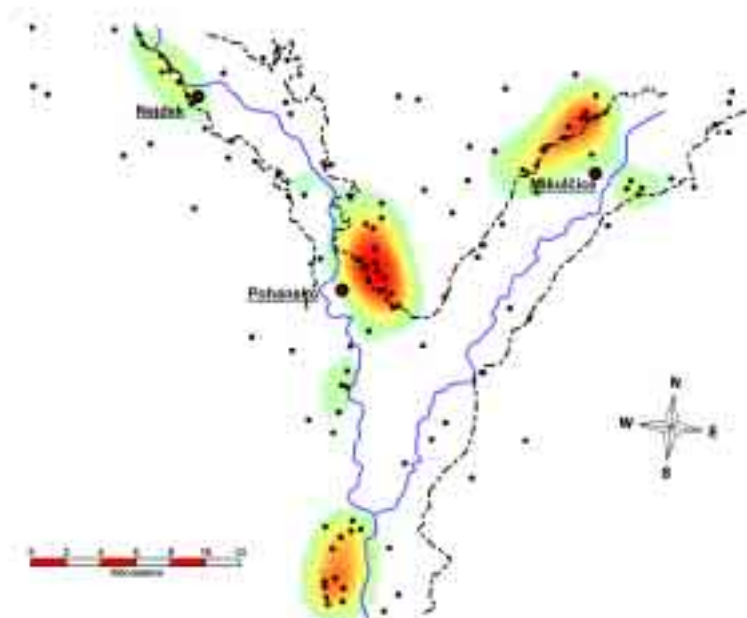
Pozoruhodným jevem je výrazná koncentrace osídlení jižně od soutoku Moravy s Dyjí v okolí rakouského Hohenau an der March. Lze předpokládat, že i v těchto místech se někde na pravém břehu řeky Moravy nacházelo jedno z raně středověkých center, které však nebylo dosud objeveno. Na jeho možnou existenci ostatně upozornil již v roce 1980 Z. Měřínský (1980, 1993) a nejnověji i M. Petr (viz jeho příspěvek v tomto sborníku).



Obr. 14. Dislokace a hustota vybraných archeologických bodů v zájmové oblasti.



Obr. 15. Dislokace a hustota vybraných archeologických bodů v zájmové oblasti. Čerchovaně vyznačena hranice do jedné a půl hodiny pěší chůze od raně středověkého centra. Pro území Rakouska a Slovenska je časová hranice nedopočítaná.



Obr. 16. Dislokace a hustota vybraných archeologických bodů v zájmové oblasti. Čerchovaně vyznačena hranice údolní nivy.

Diskuse

Z našich dosavadních závěrů vyplývá, že v nejbližším okolí Pohanska i sousedních raně středověkých center vznikla v 9. stol. sídlištní struktura, která byla podřízena potřebám těchto nadkomunitních areálů. Na základě modelu, který pro raně středověké Velkopolsko vytvořila Z. Kurnatowska soudíme, že takto utvářené osídlení nevzniklo přirozeným lokálním vývojem v regionu, ale uměle násilnou centralizací. Zázemí piastovských center bylo podle Z. Kurnatowske plánovitě kolonizováno (Kurnatowska 1999, 55). I v případě Pohanska je zřejmé, že se současná zemědělská sídliště nenáhodně kumulují v jeho nejbližším okolí. Periferní území, která leží na rozhraní zázemími dvou sousedních center, zůstávají osídlena pouze sporadicky. Jsou zřejmě částečně vylidněna v důsledku přesunů obyvatelstva, které zajišťovalo potřeby centra (kromě produkce základních potravin snad i budování a údržba komunikačních a fortifikačních systémů; k tomu Kurnatowska 1999, 55). V Polsku zaznamenáváme podobný vývoj sídlištní struktury o něco později, až po vzniku piastovských hradů v 10. stol. (Moździoch 1999, 41-43). Jedná se o velmi archaický model teritoriální organizace, který je příznačný pro raně středověké společnosti, stojící na prahu státnosti. Je charakterizován soustředěním velkých opevněných aglomerací s hustě osídleným zázemím do oblasti, kterou lze chápat jako ústředí raných „států“. Takto zformovaná teritoriální organizace však nebyla příliš životaschopná a v průběhu dalšího vývoje zanikla (Kurnatowska 1984, 169-170). Později dochází k přebudování a stabilizaci celé sídlištní struktury, do níž jsou plánovitě zařazována subcentra (např. fora, villae forenses), která plnila např. funkce týdenních trhů či krčem (tabernae), přičemž byla zalidňována i periferní území (Moździoch 1999, 41-43; Žemlička 1996, 18-21).

Nastíněný model vývoje je platný pouze pro východní část střední Evropy a Evropu východní. Liší se však dosti podstatně od situace na Západě (Henning 2004, 396-435; 2005, 41-59), kde se struktura venkovského osídlení stabilizovala již počátkem 6. stol. Byla natolik pevná, že ji neovlivnily ani politické a ekonomické změny či vložení nových center do sídlištní struktury (viz např. Būraburg). Poloha vesnic, skládajících se ze samostatných a vzájemně kooperujících selských dvorů, které na východě Evropy v raném středověku nenajdeme, byla determinovaná především stávající infrastrukturou (zvláště systémem komunikací) a přírodními podmínkami. Této stabilní sídlištní struktuře se musel přizpůsobit i ekonomický systém, který se na Západě postupně vyvinul do podoby tzv. režijního velkostatku. V jeho rámci byly jednotlivé zemědělské usedlosti zdaňovány s ohledem na svůj individuální výkon. Systém režijního velkostatku se postupně ukázal jako mnohem efektivnější než násilné manipulace s nediferenciovanou a uniformní masou venkovského

obyvatelstva, soustředěvanou do nejbližšího okolí tehdejších center, kterou dokládají mj. i naše zjištění ze zázemí Pohanska. Nepřekvapí proto, že se od 10. stol. (resp. 12. stol.) začal nový systém šířit i do východní části střední Evropy (Henning 2005, 41-59). V té době však již Pohansko ani ostatní velkomoravská centra neexistovala. Systém, jehož byly součástí, neodolal fatálním turbulencím, které byly vyvolány různými vnějšími i vnitřními vlivy (např. maďarské vojenské vpády, změna klimatu). Otázka, do jaké míry se na jeho nestabilitě podílely i násilné zásahy do sídlištní struktury, které mohly vést k sociálním a politickým nepokojům (např. Mozdioch 1999, 41), se jistě stane součástí dalších diskusí.

Literatura

- Dostál, B. 1975: Břeclav-Pohansko IV. Velkomoravský velmožský dvorec. Brno.
- Dostál, B. 1979: K opevnění hradiska Břeclavi-Pohanska, SPFFBU E 24, 73–93.
- Dostál, B. 1982: K časně slovanskému osídlení Břeclavi-Pohanska. Praha.
- Dostál, B. 1987: Vývoj obydlí, sídlišť a sídlištní struktury na jižní Moravě v době slovanské (6. - 10. století). In: XVI. Mikulovské sympozium 1986, Vývoj obydlí, sídlišť a sídlištní struktury na jižní Moravě. Praha, 13 - 32.
- Dostál, B. 1988: Raně městské prvky hradiště Břeclavi-Pohanska, in: Rodná země – Sborník k 100. výročí Musejní a vlastivědné společnosti v Brně a k 60. narozeninám PhDr. Vladimíra Nekudy, CSc., Brno, 146–155.
- Dostál, B. 1990: Raně feudální společnost Velké Moravy na základě objevů v Břeclavi – Pohansku, in: Pravěké a slovanské osídlení Moravy. Sborník k 80. narozeninám Josefa Poulíka, Brno, 282–287.
- Dostál, B. 1992: K rekonstrukci velkomoravského kostela na Pohansku, SPFFBU E 37, 73–88.
- Dostál, B. 1993a: Ein Handwerkliches Areal des 9. Jh. in Břeclav-Pohansko (Mähren), Actes du XIIe Congrès ISPP, 4, Bratislava, 220–225.
- Dreslerová, D. 1995: A settlement-economic model for a prehistoric microregion: settlement activities in the Vinoř-stream basin during the hallstatt period. In: Kuna, M. - Venclová, N. (eds.): Whither archaeology? Papers in honour of Evžen Neustupný. Praha, 145-160.
- Goláň, J. 2003: Archeologické prediktivní modelování pomocí geografických informačních systémů na příkladu území jihovýchodní Moravy, Brno, Geografický ústav PřF, Masarykova univerzita, rkp disertační práce.
- Goláň, J. - Kučera, M. - Macháček, J.: The Application of GIS in the Archaeology - intra and inter site analysis in Breclav - Pohansko, Czech Republic. In Digital

- Earth - Information Resources for Global Sustainability, Proceedings. Brno : Masaryk University Brno, 2003. od s. 246-262
- Goláň, J. – Macháček, J. 2004: Velkomoravské hradisko Pohansko a jeho zázemí, in: Hrib, H. – Kordiovský, E. (eds.): Lužní les v Dyjsko-moravské nivě, Břeclav, 513–526.
- Gringmuth-Dallmer, E. 1999: Methodische Überlegungen zur Erforschung zentraler Orte in ur- und frühgeschichtlicher Zeit. In: Moździoch, S. (ed.): Centrum i zaplecze we wczesnośredniowiecznej Europie środkowej. Spotkania Bytomskie III, Wrocław, 9–20.
- Hanuliak, M. – Kuzma, I. – Šalkovský, P. 1993: Mužla – Čenkov I. Osídlenie 9.-12. Storočia. Nitra.
- Henning, J. 2004: Germanisch-romanische Agrarkontinuität und –diskontinuität im nordalpinen Kontinentaleuropa – Teile eines Systemwandels? Beobachtungen aus archäologischer Sicht. In: Dieter Hägermann, Wolfgang Haubrichs, Jörg Jarnut (Eds): Akkulturation. Probleme einer germanisch-romanischen Kultursynthese in Spätantike und frühem Mittelalter. Berlin - New York, 396-435.
- Henning, J. 2005: European Ways of Life in East and West during the Early Middle Ages: Which Way was the ‘normal’ one?. In: Curta, F. (Ed.): East Central and Eastern Europe in the Early Middle Ages. Series: Studies on the history and archaeology of Eastern Europe during the early Middle Ages. Ann Arbor: University of Michigan Press, 41-59.
- Kavánová, B. - Vítula, P. 1990: Břeclav - Poštorná, pohřebiště a sídliště střední doby hradištní. In: Pravěké a slovanské osídlení Moravy. Sborník k 80. narozeninám Josefa Poulíka. Brno, 327 - 352.
- Krušinová, L. 2004: The official list of archaeological sites in the Czech republic - an information system of archaeological sites in the CR. In: Enter the Past. The E-way into the Four Dimensions of Cultural Heritage. BAR International Series 1227. Oxford, 170-174.
- Kudrnáč, J. 1958a: Skladování obilí v jamách - obilnicích, Vznik a počátky Slovanů II, 233-252.
- Kudrnáč, J. 1958b: Staroslovanské obilnářství v českých zemích, PA 49/2, 478 - 498.
- Kuna, M. 2004: Beyond identification: dating sites by surface artefact survey and the information from test excavations. In: Gojda, M. (ed.): Ancient Landscape, Settlement Dynamics and Non-Destructive Archaeology. Czech Research Project 1997-2002, Praha, 72-90.
- Kuna, M. a kol. 2004: Nedestruktivní archeologie. Praha.
- Kurnatowska, Z. 1984: Bildungsprozeß des polnischen Staates und seine Spiegelung

- in der Besiedlungsstruktur. In: Interaktionen der mitteleuropäischen Slawen und anderen Ethnika im 6.-10. Jahrhundert. Nitra, 165-172.
- Kurnatowska, Z. 1999: Centrum a zaplecze. Model wielkopolski. In: Moździoch, S. (ed.): Centrum i zaplecze we wczesnośredniowiecznej Europie środkowej. Spotkania Bytomskie III, Wrocław, 53-59.
- Macháček, J. 2001a: Pohansko bei Břeclav – ein bedeutendes Zentrum Großmährens, in: Galuška, L. – Kouřil, P. – Měřínský, Z. (eds.): Velká Morava mezi Východem a Západem. Großmähren zwischen West und Ost, Brno, 275–290.
- Macháček, J. 2001b: Zpráva o archeologickém výzkumu Břeclav – Líbivá 1995-1998, in: Měřínský, Z. (ed.): Konference Pohansko 1999. Archaeologia mediaevalis Moravica et Silesiana I, Brno, 39–62.
- Macháček, J. 2005: Raně středověké Pohansko u Břeclavi: munitio, palatium, nebo emporium moravských panovníků?, Archeologické rozhledy LVII, 100-138.
- Macháček, J. - Gregerová, M. - Hložek, M. - Hošek, J. 2007: Raně středověká kovodělná výroba na Pohansku u Břeclavi. Památky archeologické XCVIII, 129-184.
- Měřínský, Z. 1980: Slovanské osídlení 6.-10. století na dolní Dyji a Moravě. In: Dostál, B. - Vignatiiová, J.: Slované 6.-10. století. Sborník referátů ze symposia Břeclav-Pohansko 1978. Brno, 191-204
- Meurers-Balke, J. – Lüning, J. 1990: Experimente zur frühen Landwirtschaft. Ein Überblick über die Kölner Versuche in den Jahren 1978-1986, in: Fansa, M. (ed.): Experimentelle Archäologie in Deutschland. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 4, Oldenburg, 82–92.
- Moździoch, S. 1999: Miejsca centralne Polski wczesnopiastowskiej. Organizacja przestrzeni we wczesnym średniowieczu jak źródło poznania systemu społeczno-gospodarczego. In: Moździoch, S. (ed.): Centrum i zaplecze we wczesnośredniowiecznej Europie środkowej. Spotkania Bytomskie III, Wrocław, 9–20.
- Neustupný, E. 1986a: Sídelní areály pravěkých zemědělců, Památky archeologické 77, 226-234.
- Neustupný, E. 1986b: Nástin archeologické metody, AR 38, 525–549.
- Neustupný, E. 1994: Settlement area theory in Bohemian archaeology. Památky archeologické - Supplementum 1, 1994, 248-258.
- Neustupný, E. 1996: Polygons in Archaeology, Památky archeologické 87, 112-136.
- Neustupný, E. (ed.) 1998: Space in prehistoric Bohemia. Praha.
- Neustupný, E. v tisku: Metoda archeologie. Plzeň.
- Opravil, E. 2000a: Archäobotanische Funde aus dem Burgwall Pohansko bei Břeclav,

- in: Poláček, L. (ed.): Studien zum Burgwall von Mikulčice, Bd. 4, Brno, 165–169.
- Opravil, E. 2000b: Zur Umwelt des Burgwalls von Mikulčice und zur pflanzlichen Ernährung seiner Bewohner, in: Poláček, L. (ed.): Studien zum Burgwall von Mikulčice, Bd. 4, Brno, 9–164.
- Pleinerová, I. 2000: Die altslawischen Dörfer von Březno bei Louny. Praha – Louny.
- Poláček, L. 1996: Zum Stand der siedlungsarchäologischen Forschung in Mikulčice. In: Staňa, Č. – Poláček, L. (eds.): Frühmittelalterliche Machtzentren in Mitteleuropa. Mehrjährige Grabungen und ihre Auswertung, Internationale Tagungen in Mikulčice III, Brno, 213–260.
- Poláček, L. 1999: Talaue der March und die Erforschung der großmährischen Machtzentren, in: Poláček, L. – Dvorská, J. (eds.): Probleme der mitteleuropäischen Dendrochronologie und naturwissenschaftliche Beiträge zur Talaue der March. Internationale Tagungen in Mikulčice V, Brno, 227–232.
- Ruttkay, M. 2003: Mittelalterliche Siedlung und Gräberfeld in Bajč - Medzi kanálmi (Vorbericht), Slovenská archeológia L-2, 2002, 245-322.
- Silva De, M. – Pizziolo, G. 2001: Setting up a „Human Calibrated“ Anisotropic Cost Surface for Archaeological Landscape Investigation, in: Stančič, Z., Veljanovski, T. (ed.): Computing Archaeology for Understanding the Past – CAA 2000 – Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 28th Conference, Ljubljana, April 2000. Archaeopress BAR Oxford, 279–286.
- Sklenářová, Z. – Krušinová, L. – Baštová, D. – Volfík, P. 1996: Státní archeologický seznam verze 1.1. Uživatelská příručka. Praha.
- Šmejda, L. 2003: Možnosti využití techniky „multi-criteria evaluation“ v prostorové archeologii. In: Neustupný, E. (ed.): Příspěvky k prostorové archeologii 1. Plzeň, 230-247.
- Van Leusen, M. 1999: Viewshed and Cost Surface Analysis Using GIS (Cartographic Modelling in a Cell-Based GIS II), in: Barceló, J.A., Briz, I. and Vila, A. (eds): New Techniques for Old Times CAA98, BAR (International Series 757), 215-223.
- Vignatiová J. 1992: Břeclav-Pohansko II. Slovanské osídlení jižního předhradí. Brno.
- Žemlička, J. 1996: Entstehung und Entfaltung der Marktorganisation in Böhmen und Mähren, in: Hausbau und Raumstruktur früher Städte in Ostmitteleuropa, Památky archeologické – Supplementum 6, Praha, 17–27.

Summary

The economic hinterland of an early mediaeval centre in Pohansko near Břeclav

In the 9th century, Pohansko near Břeclav was undoubtedly, by the current criteria (e.g. Gringmuth-Dallmer 1999; Moździoch 1999), one of the central sites and one at the top of the hierarchy of settlements in Great Moravia. The results of systematic archaeological excavations provide evidence of all the functions attributed to settlements of this type (Dostál 1975; 1979; 1988; 1990; 1992; 1993; Macháček 2001a; 2005; Vignatiová 1992). Its administrative-political function can be linked to the so-called court of a magnate, interpreted as an emulation of the palatium, the centre of Carolingian-Ottonian pfalzes, and was very likely one of the residences of the Moravian ruler or his deputy. The military-defensive function of Pohansko is evident from massive fortification and the concentration of stand-by military troops in the outer ward. Intensive craft production left traces in the remains of workshop facilities, tools, unfinished products and production waste, concentrated in the residential/production homesteads inside the fortification. Evidence of trade or exchange is seen in the obvious imports of luxurious goods and articles of everyday need. Pohansko may have been established as the centre of a cult as early as the Pre-Christian period when a pagan shrine is thought to have existed there, later replaced by a Christian church with a nartex.

It is assumed that the densely populated agglomeration at Pohansko was not autarctic and could not sustain itself without its hinterland which catered for its needs in terms of food and other important raw materials (e.g. Vignatiová 1992, 98). This assumption is also upheld by the fact that the site is situated in a flood-plain enclosed by cut-off meanders of the Dyje (Goláň - Macháček 2004). A realistic estimate of the area of the hinterland of Pohansko (and the nearby centres), which is also corroborated by the fact that half of the distance between Pohansko and the neighbouring early mediaeval centres (half-distance between Pohansko - Nejdeč: 6.9 km, Pohansko - Mikulčice: 8 km) approaches the radius of a circle with an area of 110 square km ($r=5.9$ km).

To resolve the problem of the settlement structure in the hinterland of Pohansko and the neighbouring early mediaeval centres (Mikulčice, Nejdeč) we chose an area of 532.5 square km, delimited in the south by the confluence of the Morava and the Dyje, and in the north by the Hodonín - Dolní Dunajovice line. The area of interest is further delineated by the Czech-Austrian and the Czech-Slovak borders partly running alongside the Morava and the Dyje rivers. It is an artificially demarcated section of the landscape, selected mainly for practical reasons (e.g. restricted access to digital

mapping data from the neighbouring countries). The chosen outlines enclose 158 areas with archaeological finds from the Early Middle Ages, registered in the SAS database ("The official list of archaeological sites in the Czech Republic" (SAS - Státní archeologický seznam). For the purposes of further spatial analyses we made a narrower selection from the complete set. The selected sites tend to cluster into conspicuous concentrations in the surroundings of the centres under investigation. This conclusion can also be verified using quantitative data, based on the evaluation of the distance between the centres (Pohansko, Nejdek, Mikulčice) and sites of the settlement type in their surroundings. The cost distance model, derived from the digital elevation model (DEM), was used to assign each site a value indicating the time needed to negotiate the distance from the site to the centre (cost time distance). The method revealed that as much as 59% of all sites are found within an hour's walk from the nearest centre.

Research into the relationship between the settlement structure and the flood plain is of no less worth (for more details see e.g. Poláček 1999), as it was of profound significance for early mediaeval settlement in the area under investigation. Most sites are situated at a distance of 500 m from the flood-plain boundary, inside the so-called buffer zone. The relationship between the flood-plain edge and the early mediaeval sites of the settlement type can also be quantified by applying the cost distance model. A total of 46 sites (i.e. 75%) are found either within the flood-plain or fifteen minutes away from its boundary.

The result of the special analyses described above need to be further verified. The verification of the previous results can be seen in the application of the so-called analytical surface artefact collection. In this analytical approach the investigated space is divided up into small partitions, within which the data collection takes place, independent of the original idea of the spatial structure. Rather than a mere detection of "sites" as locations with a high concentration of archaeological sites, it is a method that enables the archaeologist to capture the quantitative aspects of surface collections of archaeological finds and identify the presence of less conspicuous components as well. Therefore, the results of the investigation can be analyzed without prejudice (Kuna et al. 200a, 25, 326).

Within the whole campaign, taking place between 2004 and 2007, a total of 674 polygons with an area of 50x50m (amounting to 168.5 ha altogether) were investigated by means of surface collection whereby 25 new early mediaeval settlement areas were discovered, which were most probably contemporary with the Great Moravian centres in Pohansko, Mikulčice and Nejdek. The number of

settlement areas known to us has thus increased by 46%.

In the reconstruction of the settlement structure during the Great Moravian period the settlement areas discovered by surface collection were combined with the areas of archaeological finds from the SAS database and with sites from the neighbouring countries (Austria, Slovakia). After the merger the map shows 122 archaeological points representing different settlement areas within the given region.

A comparison with a preliminary model revealed that in spite of the massive increase of data in the database the nature of the settlement structure has not significantly changed. The settlement areas continue to be clearly concentrated in the environs of the Great Moravian central places within a walking distance of one and a half hours from the centre. Their strong affinity to the edge of a terrace at the boundary of a large floodplain of great rivers is also conspicuous. However, the big picture has considerably changed with regards to quantity. A significant increase was recorded in the number of settlement areas in the hinterland of Pohansko which now exhibits by far the greatest settlement density in the region. The reconstruction of the settlement structure also shows that the central sites and their hinterland are always situated at the same bank of the river while only smaller outposts were built on the opposite side of the river as is proven by the example of Mikulčice and Pohansko. A remarkably large settlement concentration south of the confluence of the Morava and the Dyje near Hohenau an der March in Austria gives rise to an assumption that another early mediaeval centre, still to be discovered, was situated somewhere on the right-hand bank of the Morava.

If we accept the conclusions so far, some of which some still need to be verified, it is possible to state that a settlement structure fully subordinated to the needs of the centre was established in the 9th century in the immediate surroundings of Pohansko. Judging from the model created by Z. Kurnatowska for the early mediaeval Great Poland the settlement did not arise through natural local development in the region but artificially, by enforced centralization. The above outlined model is only valid for East Central and Eastern Europe. It differs quite substantially from the situation in the West (Henning 2004, 396-435; 2005, 41-59) where the structure of village settlements became stabilized as early as the beginning of the 6th century. It was so solid that it could not be affected by political or economic changes.

Analýza pravěkých a raně historických nálezů z povrchových sběrů v okolí Břeclavi - Michal Petr

Abstrakt

Text je vyhodnocením analýzy pravěké části archeologického materiálu získaného průběžnými povrchovými sběry v okolí Břeclavi. K analýze byla využita kombinace metod archeologických, statistických a prostředků GIS. Sledováno bylo především ověření validity predikčního modelu pro pravěké lokality, vztah osídlení v různých obdobích k sobě navzájem a ke struktuře krajiny.

The text is an evaluation of an analysis of the prehistoric part of archaeological material acquired by on-going field walking in the surroundings of Břeclav. The analysis was carried out using a combination of archaeological and statistical methods and GIS tools. The observation was focused on verifying the validity of the prediction model for prehistoric sites and the relationship of settlements in various periods to one another and to the landscape structure.

Klíčová slova

GIS, Břeclav-Pohansko, povrchový sběr, archeologická predikce, hustota událostí, areál aktivit, metodika, kontinuita osídlení

GIS, Břeclav-Pohansko, surface collection, field walking, archaeological prediction, event density, methodology, settlement continuity

Úvod

Souběžně s dlouhotrvajícím výzkumem hradiska Pohanska u Břeclavi probíhá v současné době i výzkum možného zemědělského zázemí Pohanska, ve kterém nachází uplatnění právě metoda analytického povrchového sběru v areálech, které s různou pravděpodobností výskytu raně středověkých nálezů predikoval již Jiří Goláň (Goláň 2003). Klíčovým je zde prostředkem technologie GIS (Geografické informační systémy). Povrchový sběr přinesl řadu informací, které byly již do jisté míry zpracovány (Dresler – Macháček 2007), ale pozornost zde byla věnována především nálezům datovaným do hradištního období (viz P. Dresler - J. Macháček v této knize). Vedle toho existuje početný soubor pravěkých a protohistorických nálezů, jejichž vztah k výskytu raně středověkých areálů a k samé pravděpodobnosti

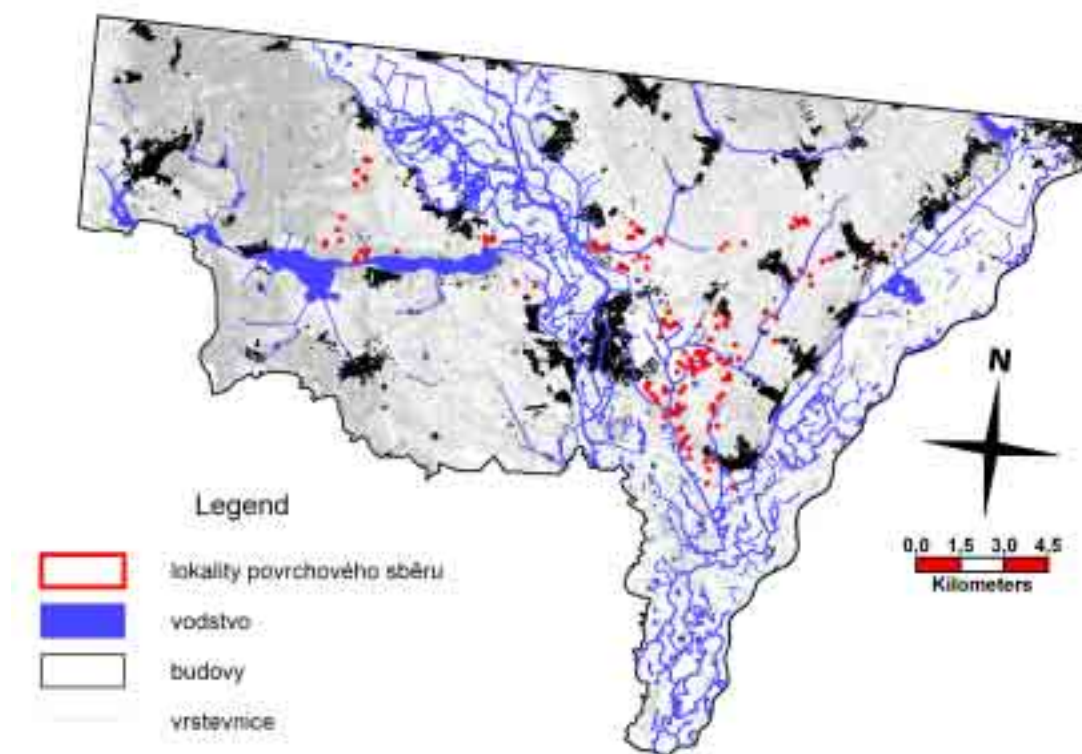
jejich výskytu, zpracované Goláněm, může být rovněž velice přínosný.

Cílem tohoto příspěvku, který je zkrácenou verzí textu oborové práce, je zanalyzovat výskyt pravěkého a protohistorického materiálu získaného ze sběrů v prostoru klínu sevřeného řekami Moravou a Dyjí, v okruhu dosahu hradiska Břeclavi – Pohanska. Do analýz nebudou zahrnuty nálezy spadající do raného středověku a mladší. Bohužel, nemohly být realizovány sběry na adekvátní části území Rakouska, které tvoří se zmiňovaným územím nedílný kulturní celek.

Součástí analýzy je zjištění souvislostí v projevech lidského působení v pravěku mezi jednotlivými obdobími a ověření pravdivosti predikčního modelu, který pro tuto oblast vypracoval Jiří Goláň. Vstupní data jsou doplněna i záznamy ze Státního archeologického seznamu (dále jen SAS), které pomohly rozšířit soubor do statisticky významnějšího celku, vhodného ke srovnání. Výsledky analýz jsou vizualizovány pomocí nástrojů GIS, které jsou rovněž nezastupitelné i jako prostředek dokumentace.

Vymezení sledované oblasti

Povrchové sběry probíhaly v zájmovém území jihovýchodní Moravy, resp. Dolnomoravského úvalu, jež je vymezeno klínem, který svírají řeky Morava a Dyje (viz *obr. 1*). Na severu je tento pomyslný trojúhelník vymezen linií Hodonín – Dolní Dunajovice. Toto území bylo zvoleno pro potřeby řešení otázky zemědělského zázemí Břeclavi – Pohanska, Mikulčic a Pohanska u Nejdku a zaobírá plochu 532,5 km². Kvůli obtížím se získáváním digitálních dat ze zahraničí a odlišnými majetkoprávními poměry nebylo možné provádět průzkum povrchovými sběry na území Slovenska a Rakouska, i když by byl pro výzkum zemědělského zázemí Pohanska velmi žádoucí. Zkoumané území je však několikrát větší, než je předpokládaná plocha zázemí hradiska Pohanska, která má činit zhruba 110 km². Předpokládáme-li Pohansko ve středu kruhu, z něž byly do centra distribuovány zemědělské výrobky, měl by tento kruh poloměr 5,9 km (Dresler – Macháček 2007, podle Dreslerové 1995). Území, ve kterém byl J. Goláněm předikován možný výskyt raně středověkých nálezů zahrnuje jen klín sevřený Dyjí a Moravou v rozsahu 207 km².



Obr. 1. Mapa oblasti s indikovanými pravěkými událostmi.

Teorie povrchových sběrů a její předpoklady

Pojem povrchový sběr může nabývat v rámci svého pojetí mnoha odlišných forem. Jako archeologická metoda stoupl sběr na významu ve značné míře po zveřejnění teorie sídelních areálů (např. Neustupný 1994) a v souvislosti s rozvojem komplexu dalších metod v rámci krajinné archeologie. Prostorová archeologie je při zapojení více metod zkoumání schopna rozpoznat další jevy, které by se při izolovaném výzkumu nemusely projevit.

Zejména metoda povrchového sběru, za současného zachování jistých pravidel v kvalitě jeho provádění, může sloužit jako samostatný pramen archeologických informací, se kterým je navíc možné dále pracovat. Tyto pravidla stanovil například Martin Kuna (2001), který se rovněž vyjadřuje k mnoha ryze praktickým otázkám povrchového sběru (Kuna 2004). Pro reprezentativní, kvantifikovaný a časově určený celek či jednotku tvořenou souborem nálezů jedné archeologické kultury se používá pojem „komponenta“. Aby mohly být rozpoznány komponenty, které jsou svým charakterem odlišné od určitého průměru¹, je nutné přistoupit metodicky k analytickému postupu povrchového sběru v protikladu k tradičnímu syntetizujícímu

¹ Například komponenty s malým počtem artefaktů, ekofakty, atd. (Kuna 2001).

přístupu. Typickým případem tohoto syntetizujícího přístupu je databáze SAS, která na místě s určitým minimálním počtem nálezů vytvoří polygon zvaný „území s archeologickými nálezy“, s nímž většinou není možné dále analyticky pracovat. Syntetický přístup je vhodný v případě, kdy potřebujeme rychle a efektivně získat základní přehled o struktuře osídlení v dané oblasti.

Analytický povrchový sběr naproti tomu pracuje s prostorovými jednotkami menšími, než je předpokládaná lokalita, postupuje nezávisle na předchozích zjištěních a artefakty dále laboratorně zpracovává. V případě sběrů kolem Břeclavi bylo uplatněno mapování hustoty a kvantity nálezů na předem definovaných (predikovaných) polygonech. Výsledky sběrů jsou navzájem porovnávány a statisticky zpracovávány. Polygony vhodné pro sběr byly vybrány náhodně, aby reprezentovaly predikované oblasti se všemi úrovněmi pravděpodobnosti výskytu raně středověkých nálezů. Velikost jednotky (čtverce) byla definována tak, aby dostatečně postihla predikované území a zároveň nebyla kontaminována materiálem z možných vedlejších komponent.²

Volba prostředí pro vytvoření komunity byla ve velké míře ovlivněna přírodní charakteristikou, nejčastěji umístěním u vodoteče, sklonem svahu, nadmořskou výškou a geologickým podložím (Golář 2003, 17-23). Podmínkou nutnou pro úspěšnou predikci a následné ověření povrchovými sběry je předpoklad, že dosavadní známé archeologické lokality respektují zmíněné přírodní faktory. Pro samotný sběr pak platí teze, že existuje přímá úměra mezi intenzitou osídlení v pravěku a hustotou, či počtem, povrchovým průzkumem zjištěných nálezů.

Sídelní areály se jistě ani v živé kultuře nevyskytovaly samostatně, byly sdruženy v rámci nějakého hierarchicky vyššího celku. Podle jednotčího faktoru, který momentálně zohledníme, se může jednat o region zemědělského zázemí, zohledníme-li přírodní podmínky, pak například o údolí řeky, ve kterém je nahromaděno několik sídelních areálů. D. Dreslerová (1995) rozpracovala pojem mikroregion, který byl zkoumán jako celek, například údolí vodního toku ve své plné délce. V těchto případech může být rozloha sídelního areálu ovlivněna geografickými podmínkami (šířka údolí, svažitost břehů). Podobný princip zavedl M. Kuna (2001), kde jeho termín „ekozóna“ měl vystihovat celek vzniklý výslednicemi působení geografických podmínek (zejména geologické podloží) a skutečnou hustotou osídlení, přičemž byla sledována vazba těchto podmínek na osídlení. Zde však byla ekozóna omezena rozsahem celého zkoumaného transektu. Pokud bychom chtěli definovat pravěký

² Jako komponenta se obecně chápe (Kuna 2004, 305) prostorový, chronologický a funkční celek, který je definován kumulací artefaktů a ekofaktů.

sídelní mikroregion, bude zřejmě třeba vycházet jak ze společných vymezení přírodních podmínek (údolí potoka, hradiště a jeho zázemí), tak z finálně zjištěné hustoty a struktury osídlení, čili s odkazem na dynamiku v živé kultuře v pravěku. V této práci se pokusím na základě zjištěných dat sídelní areál takto vymežit.

Na základě kvantitativních údajů získaných analytickým sběrem můžeme provádět řadu statistických a prostorových analýz za účasti prostředků GIS, ke kterým běžný prostorově omezený archeologický výzkum („výkop“) neposkytne vhodnou základnu. Touto metodou jsme schopni za poměrně krátkou dobu ovzorkovat velké území a udělat si hrubý přehled o osídlení na daném území, v kvalitě odvislé od intenzity a pečlivosti výzkumu. Jsou situace, kdy kvalitně provedený povrchový sběr má v některých otázkách větší informační hodnotu, než by mohla přinést tradiční metoda výzkumu. Může to být například přítomnost nálezů z rozrušených objektů, jež byly tak mělké, že je archeologický výzkum nezachytil (Kuna – Zvelebil – Foster – Dreslerová 1993, s literaturou). To souvisí i se zavedeným (a paradoxním) zvykem ornici před výzkumem odstranit, čímž může být ztraceno mnoho potenciálně využitelných důležitých informací.

S tím se dostáváme ovšem i k negativním stránkám této průzkumné metody (např. Vencel 1995). Domnívám se, že nedostatečná teoretická základna je dnes již překlenuta, nejvýraznější nevýhodou proto zůstávají zejména obtíže v dataci, protože jednoznačně datovatelné střepy tvoří v praxi minimum z kvanta získaného materiálu. Soubory nálezů získaných povrchovým sběrem nelze primárně označit za nálezový celek, ačkoli tomu tak může v praxi být, je proto nutné teoreticky posuzovat každý střep zvlášť. Rovněž struktura získaných dat je silně ovlivněna faktory, které se liší podle geografického položení, ať již bereme v úvahu rozdílnou hloubku orby, mocnost kulturních vrstev pod povrchem, jejich stratigrafii, hustotu artefaktů v jednotlivých vrstvách a v neposlední řadě lokální odlišnosti v typologickém schématu artefaktů.

Do kritiky dat je nutné zahrnout transformační procesy. Pro soubor povrchových sběrů musíme zohlednit fakt, že sesbíraný materiál je značně kvalitativně i kvantitativně zkreslen, proto nemusí prostý počet nálezů zcela jednoznačně vypovídat o intenzitě osídlení. Přehledný seznam transformací, jimiž prochází povrchové soubory přinesl například M. Kuna (1994). Kvantitativně podléhají všechny archeologické nálezy transformacím fragmentarizačním, kumulativním a redukčním (Neustupný 1986, 526). Pravěká keramika, jejíž životnost není na povrchu půdy velká (pohybuje se v řádu let), proto je relativně prostorově spolehlivá, nepodléhá v takové míře polohovým transformacím (Kuna 1998). Přesto můžeme pravděpodobně polohovým transformacím přičíst jisté mírné prostorové míjení se nálezů s areály, kde

J. Golář (2003) predikoval největší pravděpodobnost jejich výskytu. Tyto některé nálezy byly sesbírány na místech jen nepatrně vzdálené a nejčastěji níže položené od definovaného nejvyššího potenciálu.

Metodika sběru a datování nálezů

V zásadě lze říci, že metodika je zde dvojího druhu: jednak metoda samotného sběru a jednak postup zpracování získaného materiálu. Za účelem pozdějších kvantitativních vyhodnocování byly při provádění sběrů v okolí Břeclavi v praxi uplatněny analytické metody. Bylo tak umožněno odhalit místa s výskytem i nepočtených komponent a například i revidovat výsledky syntetického zpracování, jak je zveřejňuje SAS. Pro sběr jako takový byla zvolena metoda „dog-lead survey“ („na vodítku“), která spočívá v poměrně intenzivní práci v okolí předem určených bodů. Tento postup byl zvolen pro svou schopnost koncentrace pozornosti na menší území a díky nutnosti sbírat ve vhodném polygonu s předem prediktivně definovanou polohou.

Základní jednotku sběru a referenční jednotku analýzy tvořil čtverec o rozměru 50 x 50 metrů, kterému byl za pomoci GIS vytvořen tzv. centerpoint. Volba čtvercového polygonu byla inspirována Neustupného (1996) definicí uzavírajícího polygonu (enclosing polygon), která za jednotku považuje předem stanovený čtverec zasazený do čtvercové sítě pokrývající zájmovou oblast. Do výběru polygonů vhodných k povrchovému průzkumu³, vstupovaly na základě náhodného výběru čtverce všech úrovní pravděpodobnosti výskytu raně středověkých nálezů, v databázi označené pod čísly 1 (nízká), 2 (střední) a 3 (vysoká). Náhodně vybrané čtverce, resp. souřadnice jejich centerpointů, byly uloženy do paměti přístroje GPS Trimble GeoExplorer CE GeoXT a v terénu pak s jeho pomocí vyhledány. Samotný sběr prováděli čtyři lidé, kteří sbírali čtyřmi směry v kříži, jehož střed tvořil zadaný centerpoint. Osu chůze každého sběrače tvořil provázek o délce přesně 25 metrů uchycený na kolíku, zatlučeném ve středu čtverce. Po vysbírání jedné délky osy se kříž os posunul o 45 stupňů a sběr byl opakován. Tím bylo pro účely vzorku dosaženo dobrého pokrytí plochy čtverce. Předpokládáme-li průměrný rozhled sběrače v rozmezí dvou metrů do stran (Kuna 1998, 202), pak po výpočtu vychází část prozkoumané plochy čtverce na cca 17%.

Sbírané polygony byly nahodile rozmístěny po krajině a netvoří žádný hierarchicky a priori nadřazený celek. Tomu je nutno přizpůsobit i charakter otázek; v projektu

³ 24026 polygonů, které tvoří území zahrnuté v Golářově modelu, bylo podrobena zkoumání nástroji GIS, které určily čtverce vhodné k povrchovému sběru, tedy především s obdělávanou, ornou půdou.

ALRNB bylo např. možné sledovat prostorové vztahy v rámci většího prostoru. V našem případě se jedná spíše o zjištění aktivity na daném čtverci. Protože jsme však povrchovým průzkumem docílili nedostatečně četného souboru dat, kde nadto schází řada archeologických období, bude žádoucí doplnit tyto data dalšími údaji z předešlých průzkumů a výzkumů, registrovaných v databázi SAS.

Každému vysbíranému polygonu byl přiřazen jedinečný číselný identifikátor. Datování probíhalo čistě empiricky, nebyly prováděny žádné laboratorní rozborů ani další povrchové znaky, jako míra obroušení apod., což se může projevit na kvalitě určení. Nicméně, většinou byly soubory keramiky značně homogenní a chyběly výrazné chronologické prvky. Zjištěné údaje o jednotlivých „událostech“ byly vloženy do databáze MS Access. Za samostatný jev, či událost, jsem považoval stejně datovaný soubor nálezů z jednoho čtverce. Většinou jsou nekeramické předměty, například železné strusky, železných předmětů apod., blíže nedatovatelné nebo pocházející z období vrcholného středověku; zde jsou považovány za zvláštní události. To slouží k tomu, aby mohly být snáze filtrovány případné výrobní areály, jejichž mohou být tyto nekeramické nálezy pozůstatkem. Rovněž blíže neurčená pravěká keramika, vyskytující se vedle souboru s přesněji určenými artefakty, tvoří v databázi zvláštní jev.

Analýza pravěkého a protohistorického materiálu z povrchových sběrů.

V této části práce zmiňuji všeobecnou statistiku popisující vysbíraný materiál. Zpočátku jsem provedl několik základních deskripčních statistik, jako základnu pro případné další analýzy. S ohledem na možnosti dané kvantitativními aspekty dostupného materiálu jsem následně provedl některé jednoduché analýzy vycházející ze statistického zpracování, které měly řešit vybrané otázky. Mezi ně patří zjišťování, které kultury v pravěku spolu v jednom areálu korelují, z čehož lze vysledovat přehled o kontinuitě osídlení na tom kterém místě.

Každá položka v databázi má pomocí identifikátoru přiřazen vlastní záznam v geografickém informačním systému, aby bylo možné jej jednoznačně prostorově identifikovat. Záznam v GIS má podobu čtverce o rozměrech 50 x 50 metrů ve skutečnosti, jehož geometrický střed (centerpoint) se váže na souřadnice přesně určené pomocí přístroje GPS. Tento čtverec považuji za plochu výskytu komponenty, protože, vzhledem k metodice práce, není možné událost blíže lokalizovat v rámci čtverce. Hesla v databázi jsou povětšinou odpovídající hesláři SAS (Baštová – Krušinová – Sklenářová – Volfík 1996), pokud však SAS neměl odpovídající kód,

použil jsem heslo vlastní.

Co se týká získávání vstupních archeologických dat, vycházel jsem výhradně z nových sběrů (2004-2006) na Břeclavsku a z databáze SAS. SAS je velice chudý na kvantitativní údaje o nálezech, nejrelevantnější informací bude tedy vlastní výskyt komponenty, výhodou je mnohem přesnější datování. Velkým nedostatkem SAS je hrubé a předimenzované prostorové vymezení rozsahu komponenty. To samozřejmě souvisí s posláním SAS jako podkladu pro ochranu památek a s hrubým označováním lokality v minulosti například jen pomocí pomístního názvu polohy, číslem parcely, v nejhorším případě popisem typu „za posledním domem na východním konci vesnice XY“. Využití dat SAS je komplikováno rovněž obsahovou nejednotností, čímž jsou nepříliš kvantitativně srovnatelná s informacemi získanými povrchového sběrem.

Pro prostorovou dokumentaci i analýzu v prostředí GIS jsem používal software GeoMedia Professional a k zobrazení digitálního modelu terénu speciální nástavbu GeoMedia Grid. Všechny zjištěné záznamy o poloze komponenty byly v softwaru GIS vizualizovány jako vrstva polygonů, v několika případech bodů. V případě sběrů se jedná o čtverce o ploše 0,25 ha a v případě dat SAS o původní polygony z databáze SAS.

Posuzování dat proběhlo ve dvou fázích, nejprve byla analyzována samotná data získaná sběry v okolí Břeclavi, posléze byly k porovnání zahrnuty i data SAS. Z prostorového hlediska byly data SAS rozděleny na vrstvy podle datace. Některé hodnoty „Kultura“ jsem spojil pod jedno označení, případně úplně vynechal, pro potřeby této práce byly až příliš specifické a ve výsledku by působily zmatečně. Nadto se jednalo o soubory čítající maximálně do pěti kusů (viz *tab. 1*).

Jednotkou analýzy se v případě SAS stal polygon vymežující území s archeologickými nálezy. Je nutné připustit, že je to varianta značně informačně zkreslená, ale varianta jediná, neboť jiný údaj o poloze komponenty není znám. Základním porovnávacím faktorem mezi daty ze sběrů a daty SAS je proto počet polygonů (čtverců i polygonů SAS), ve kterých je prokázáno osídlení daného období.

Původní hodnota	Nová hodnota
pa.gra, pa.aur, pa.ml	pa.ml
ne.ml, ne.mm1, lengye	ne.ml
en.mm2, en.cas	en.cas
en.st, en.jor, en.mich, en.rbk	en.st
en.ml, en.kca, en.jev	en.ml
br.st, br.s-s	br.st
br.sd, br.moh	br.sd
br.m-h, br.ml, br.m-p, br.luz	br.ml
br.po, br.br.ha, br/ha	br.po
ha.po, ha-la	ha.po
la-rim, ri.st, ri.b	ri.st
rs.cas, rs.1	rs.cas

Tab. 1. Primárně sloučené kategorie datace v SAS.

Základní statistika získaných dat

Území ovzorkované čtvercovými polygony dosáhlo k roku 2006 rozlohy 11 055,25 ha (110,552 km²). Sledované území, které zabírá prostor výzkumu zemědělského zázemí Pohanska u Břeclavi, dosahuje rozlohy 532,5 km². Co se týká kvantitativní statistiky, do přehledu jsem zahrnul veškeré prozkoumané čtverce, pro ověřování predikčního modelu lokalit jsem byl nucen polygony omezit v rozsahu plochy zkoumané Jiřím Goláněm, protože pro ostatní území mi nebyl model znám. Z celkových 752 komponent spadá do prostoru s Goláněm definovanými hodnotami pravděpodobnosti (potenciály) celkem 515 polygonů.

Další aspekt je struktura dat, které vstupovaly do analýz. Pro kvantitativní analýzy jsem využil systém hesel datace v rozsahu, jaký je v **tab. 3**. Pro analýzy v GIS jsem jednotlivé chronologické kategorie sloučil do struktury v **tab. 4**, důvodem byla snaha o větší přehlednost obrázků a rovněž systém Golánových predikčních map, které jsou nakonec pouze tři pro celý pravěk.

V kampani let 2004-2006 bylo prozkoumáno 516 čtvercových polygonů v 19 dnech, celková prozkoumaná plocha zabírá 1 290 ha. Na 516 čtvercích sběrů na Břeclavsku bylo identifikováno 752 komponent („událostí“), čili souborů stejné datace a většinou i stejného materiálu. Celkem je v souboru 8091 nálezů, z nichž je 98,9%, tj. 8002 kusů, keramických střepů. Jiné než keramické nálezy byly častokrát zbytky cihel, struska, mazanice, železné předměty a štípaná industrie. S výjimkou jednoho případu (přezka z doby římské) se u železných předmětů jednalo o velice silně zkorodované a nedatovatelné zbytky předmětů, často hřebíky. Struska a mazanice zůstávají nedatované, přičemž u štípané industrie je většinou uváděna datace do širšího období pravěku a u některých sporných kusů je datace vynechána.

materiál	počet fragmentů	počet polygonů
keramika	7817	692
kámen (brousky, nátepní destička)	4	5
mazanice	17	8
kov (Fe, Pb, Cu)	16	12
sklo	1	1
struska	20	9
ŠI	25	14

Tab.2. Přehled materiálu získaného povrchovým sběrem.

Souhrnně řečeno, z celkového kvanta 752 komponent se vyskytlo 199 pravěkých nebo protohistorických událostí, což tvoří 26,5% počtu zjištěných jevů. Co se týká vlastního počtu prozkoumaných čtverců a náhodných výskytů, tvoří polygony s indikovaným pravěkým a raně historickým osídlením 28,2%. Nominálně je to počet 143 z celkových 516. V průměru bylo z každého čtverce získáno 15 artefaktů, v případě separace keramiky je tento počet prakticky stejný. Průměrná hustota artefaktů ve čtverci tedy činí pouze 0,006 artefaktu na 1 m².

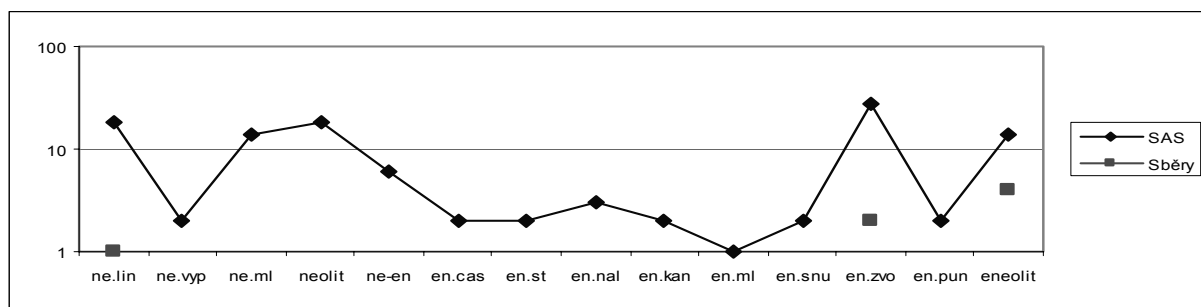
Co do datace nálezů, podle očekávání je většina (56,8%) artefaktů novověkého stáří. Pravěké a raně historické artefakty pak tvoří pouze 27,4% nálezů, v celkovém počtu 2265 kusů. Soustředíme-li zjištěné kategorie do skupin s ohledem na kategorie v predikčním modelu Jiřího Goláně, získáme následující hodnoty. Do širšího období neolit-eneolit lze datovat 7-10, čili 1,4-1,9% polygonů, do rozmezí bronz-halštát 22-27 (4,3-5,2%) polygonů a konečně do období latén-řím 60-62 (11,6-12%) čtverců. Celkově lze jako čtverce s pravěkými nálezy označit 126-139 polygonů (24,4-27%) a za protohistorické 60-72 (11,6-14%) polygonů.

Kategorie	Počet polygonů		
	SAS	sběr	celkem
ne.lin	18	1	19
ne.vyp	2	0	2
ne.ml	14	0	14
neolit	18	0	18
ne-en	6	0	6
en.cas	2	0	2
en.st	2	0	2
en.nal	3	0	3
en.kan	2	0	2
en.ml	1	0	1
en.snu	2	0	2
en.zvo	27	2	29
en.pun	2	0	2
eneolit	14	4	18
br.une	69	0	69
br.st	7	1	8
br.vet	17	0	17
br.msd	21	0	21
br.sd	6	1	7
br.vel	27	1	28
br.ml	19	0	19
br.pod	5	0	5
br.po	5	1	6
ppole	13	11	24
bronz	22	5	27
ha.hor	19	0	19
ha.po	0	1	1
halsta	14	2	16
la.a-b	5	0	5
la.b-d	9	0	9
laten	57	32	89
ri.st	5	6	11
ri.ml	2	3	5
rim	42	19	61
ri-sn	3	0	3
sn.st	1	0	1
sn.ml	1	0	1
snarod	4	0	4
rs.cas	12	0	12
pravek	46	105	151

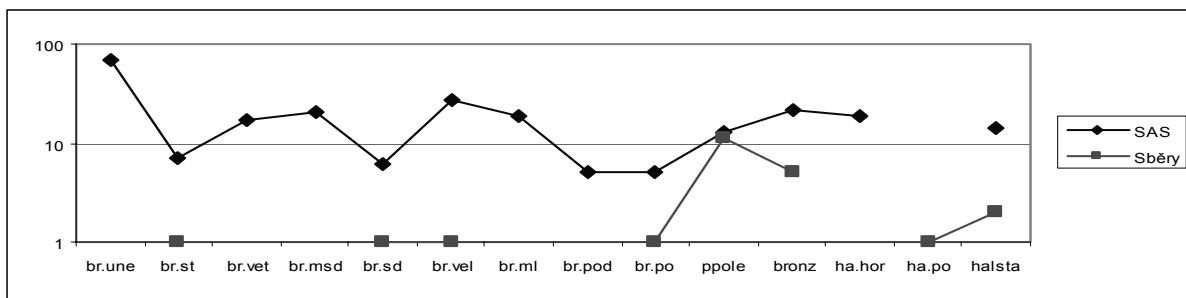
Tab.3. Úplná tabulka chronologických skupin registrovaných na základě povrchových sběrů a SAS.

	Počet událostí	
	SAS	sběr
ne.lin	18	1
ne.ml	14	0
neolit	20	0
ne-en	6	0
en.st	7	0
en.sd	2	0
en.ml	3	0
en.zvo	27	2
eneolit	14	4
br.une	69	0
br.st	24	1
br.sd	54	2
br.ml	29	1
ppole	13	11
bronz	22	5
ha.hor	19	0
halsta	14	3
laten	71	32
ri.st	5	6
ri.ml	2	3
rim	45	19
snarod	6	0
rs.cas	12	0

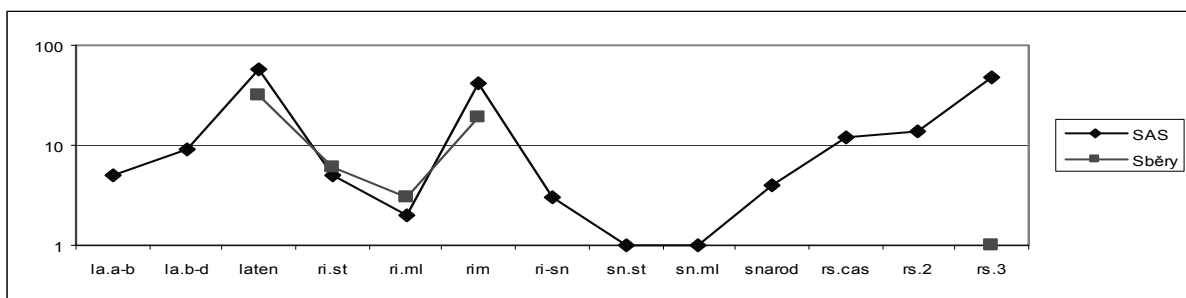
Tab.4. Počet událostí – sloučené kategorie.



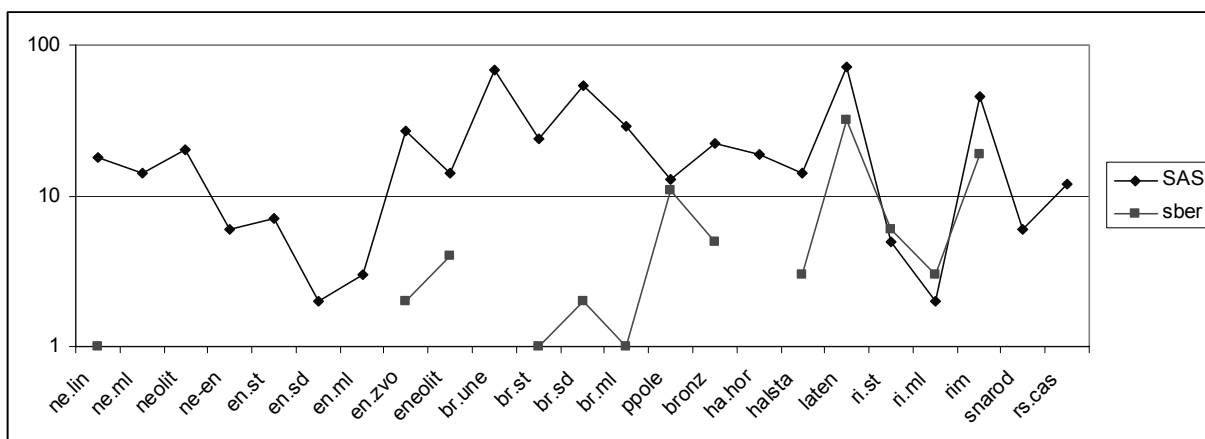
Graf 1. Křivka počtu polygonů. Neolit – eneolit.



Graf 2. Křivka počtu polygonů. Doba bronzová – doba halštatská.



Graf 3. Křivka počtu polygonů. Doba laténská – doba stěhování národů.



Graf 4. Křivky počtu polygonů v obou souborech. Redukovaný soupis podle období.

	počet artefaktů	počet polygonů	Průměr na 1 polygon
ne.lin	1	1	1
en.zvo	5	2	2,5
en-br	34	3	11,3
eneolit	23	4	5,75
br.st	1	1	1
br.moh	1	1	1
br.po	15	1	15
br.vel	13	1	13
bronz	81	5	16,2
ppole	76	11	6,9
br-rim	65	1	65
halsta	3	2	1,5
ha-la	1	1	1
laten	146	32	4,6
la-ri	194	6	32,3
ri.c	10	1	10
ri.ml	18	2	9
rim	767	19	40,4
rs.3	1	1	1
rs.4	278	14	19,9
rs.hra	29	5	5,8
rstred	52	5	10,4
stredo	235	12	19,6
vstred	1	1	1
novove	4488	435	10,31
st-no	530	29	18,3
vs.1	44	1	44
vs.2	10	1	10
pravek	713	105	6,8
nedatováno	71	29	2,4

Tab. 5. Přehled registrovaných chronologických skupin v souboru povrchových sběrů.

Tab. 5 dokumentuje základní chronologické kategorie nálezů registrované v databázi sběrů, počet artefaktů (zlomků) dané komponenty a ukazatel četnosti čtverců, ve kterých se kategorie vyskytla. Do této tabulky ještě nejsou zahrnuty údaje SAS. Z tabulky zcela jasně vystupují zřetelné intenzity v kategoriích bronz, latén, římský, raný středověk a novověk, což pro toto území není překvapením. Výskyt dokladů kultur starších, než doba bronzová, je velice sporadický. Bezpochyby to souvisí s více faktory, jako je skutečná hustota osídlení, původ fragmentů z objektů, či vrstev, nebo stupeň zachovalosti pravěké keramiky.

Do **tab. 6** jsem shrnul jednotlivé kultury do příslušných období, aby byl logaritmický graf četnosti kulturního výskytu na sledovaném území plynulejší (viz **graf 1-4**). Mezní kategorie „eneolit – bronz“, „bronz – římský“, „halštatský – latén“ a „latén – římský“ jsem byl nucen zavést z důvodu absence znaků, jež by vedly ke spolehlivému určení.

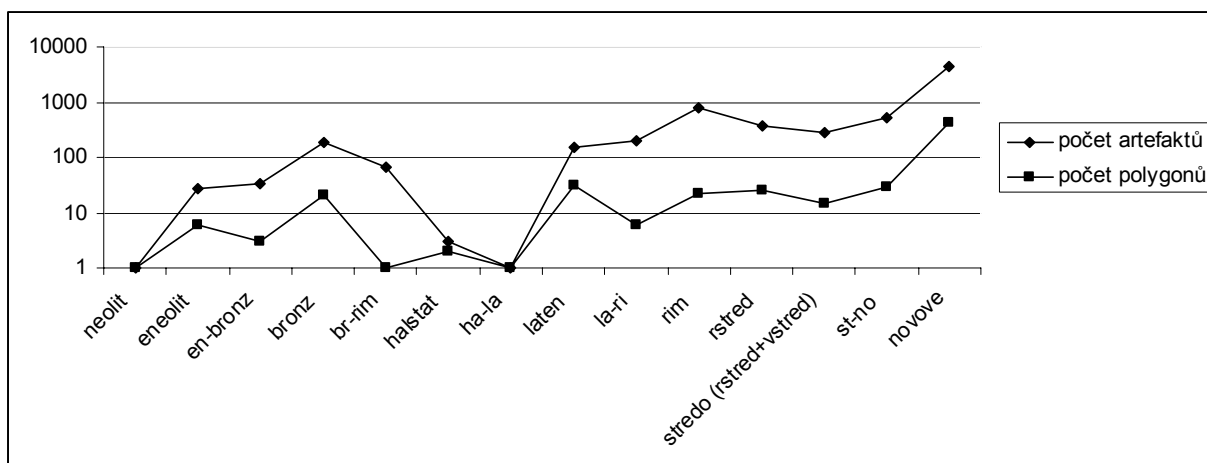
Obě křivky grafu mají v zásadě podobný průběh, ale vyskytnou se rozdíly zejména na poli mezních kategorií. Srovnání křivek **grafu 5** tedy mimo jiné dosvědčuje, že pouhé kvantum střepů nelze brát jako relevantní ve zjišťování intenzity osídlení, jako spolehlivější ukazatel se zdá míra zastoupení v polygonech.

Vynesením do grafu jsem chtěl rovněž zjistit, zda křivka hustoty osídlení vyjádřená opět počtem polygonů v oblasti bude mít podobný průběh v databázi SAS a na základě sběrů. Opět je nutné konstatovat, že soubor pravěké keramiky je malý a špatně datovatelný, podrobnější struktura kategorií datace v grafu nepřinesla smysluplnější výsledek (**graf 1-4**), společné tendence se daly vyzorovat jen v rámci struktury, v jaké pak byly prováděny analýzy v GIS (**graf 5**).

Z grafu můžeme vyčíst, že počet artefaktů se od neolitu postupně zvyšuje a jednoho maxima dosahuje v době bronzové, pak v halštatu opět klesá a další maximum pozorujeme na úrovni doby římské. Za těmito údaji se pravděpodobně skrývá jak počet zahloubených objektů pod povrchem, tak i hustota keramických fragmentů v objektech.

	počet fragmentů	počet polygonů
neolit	1	1
eneolit	28	6
bronz	111	9
eneolit-bronz	34	3
ppole	76	11
bronz-rim	65	1
halštat	3	2
halštat-latén	1	1
latén	146	32
latén-řím	194	6
řím	795	22
středověk - novověk	5668	504
pravěk	713	105

Tab.6. Počet fragmentů a polygonů povrchových sběrů.



Graf 5. Křivka intenzity osídlení.

Velice podobný průběh má i křivka počtu polygonů, ve kterých bylo osídlení daného období indikováno. Tyto úvahy souvisí s otázkami kontinuity v osídlení na sledovaném území. Povrchový sběr nemá přímé metody k tomu, aby zjistil stratigrafii osídlení na každém polygonu, ale do jisté míry se dá docílit obecných závěrů o návaznosti jednotlivých areálů pomocí statistických metod. Indikátorem je nám především společný výskyt fragmentů jednotlivých kultur na jednom polygonu.

Velikost areálů a hustota událostí

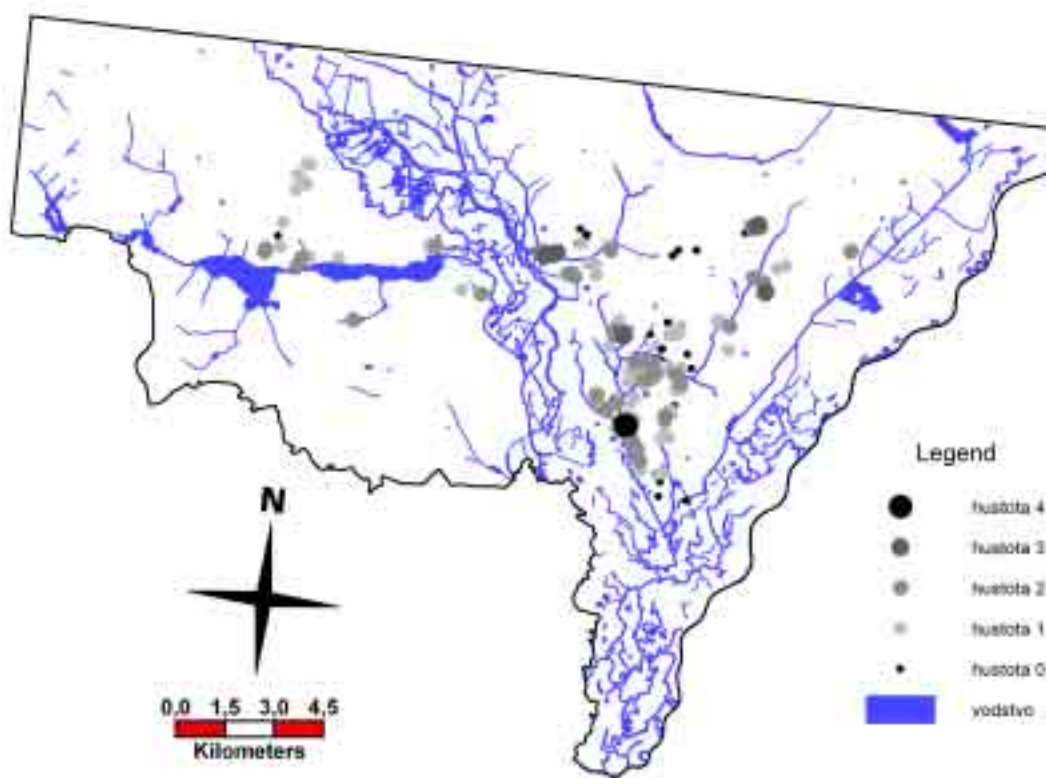
Pro orientaci jsem rovněž sestavil mapu velikostí souborů v prostoru. Vzhledem k tomu, že prostá kvantita nálezů znamená jistou kumulaci, pokusil jsem se vysledovat určité zóny intenzivnějšího osídlení. Nejprve jsem si stanovil pět intervalů četnosti pravěkých artefaktů označených parametrem 0-4 (viz *tab. 7*), podle kterých jsem pak filtroval soubory v GIS. Na mapě (*obr. 2*) jsem pro názornost rozlišil intervaly velikostí a barvou bodu, do tohoto přehledu jsem zapojil i čtverce s negativními nálezy.

hodnota	význam (počet artefaktů v komponentě)
0	0
1	1-10
2	11-50
3	51-100
4	100 a více

Tab. 7. Význam hodnot hustoty.

Hodnota v mapě	Počet událostí	Rozmezí hustoty událostí (na 1 ha)
0	0	0
1	1-5	0,005-0,0125
2	6-10	0,015-0,025
3	11-15	0,03-0,035
4	16-20	0,04
5	21-25	0,0575
6	26-30	0,075

Tab. 8. Hustota pravěkých událostí.



Obr. 2. Mapa hustoty artefaktů v komponentě na jeden polygon.

Budeme-li předpokládat, že každá zaznamenaná událost je projevem určité sídelní aktivity, pak platí, že prostorově náleží do nějaké sídelní struktury. N. Venclová (1995) udává jako minimální plochu zázemí jednoho sídliště v době halštatské hodnotu 30 ha, přičemž předpokládá analogické rozměry v jiných obdobích pravěku. Plocha 30 hektarů mi proto posloužila jako orientační hodnota obsahu obalových zón, které charakterizují přibližný rozsah sídelního areálu. Výsledkem je mapa povrchovým sběrem indikovaného pravěkého a protohistorického osídlení s velice orientačním rozsahem. Časté prolínání vygenerovaných obalových zón naznačuje možný posun sídlišť během různých období pravěku. Nejčastěji jsou na jednom místě indikovány fragmenty keramiky z doby bronzové spolu s dobou římskou, přičemž doba římská má na svědomí nejvyšší průměrný počet nálezů na jeden polygon.

Je ovšem zřejmé, že prostý počet nálezů není sám o sobě relevantní vypovídací hodnotou, neboť četnost nálezů může souviset se zcela jinými faktory, zejména frekvencí výskytu artefaktů v zahloubených objektech v živé kultuře, hustotou objektů v rámci jednoho areálu, fragmentarizací artefaktů apod. Jako věrohodnější statistický údaj se zdá být spíše hustota výskytu keramiky v rámci některé menší jednotky. Upustil jsem od původní myšlenky rozdělit území na politické katastry a použil jsem systém sektorů o stejném obsahu již ověřený M. Kunou (2001). Jako pomocnou referenční jednotku pro zobrazení hustoty výskytu keramiky jsem proto stanovil soustavu čtverců o straně 2 km rozprostřených nad zkoumaným územím.

V každém sektoru byl stanoven počet prozkoumaných čtverců, počet událostí, počet nálezů a vypočítán průměrný počet událostí na 1 ha pro jeden každý sektor (tzv. hustota událostí). Každému čtverci pak byla přiřazena hodnota této hustoty a patřičně graficky odlišena (viz *obr. 3*). Výsledkem pak jsou mapy počtu prozkoumaných čtverců v jednom sektoru a mapa hustoty událostí na 1 ha. Protože však těchto sektorů, které obsahovaly čtverce s pravěkými nálezy, je jen 27, byl jsem nucen přiřadit jim poměrně úzké rozmezí hodnot hustoty událostí (viz *tab. 8*). Hustota událostí „0“ znamená, že v sektoru neleží žádný prozkoumaný čtverec nebo se vyskytl polygon bez nálezů.

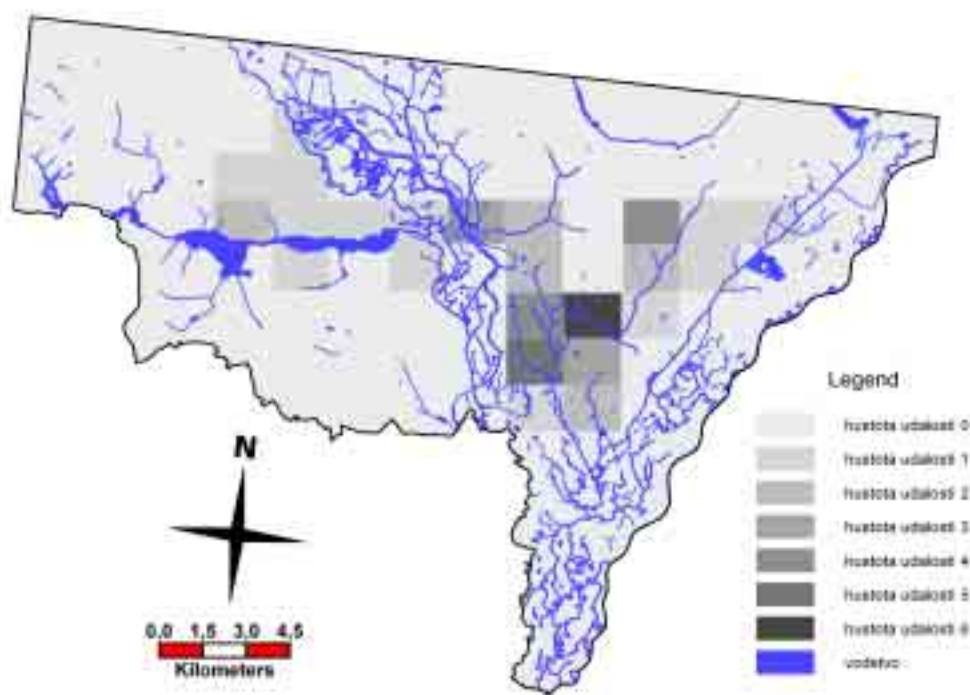
Z mapy hustoty událostí je patrné, že byla prozkoumána jen menší část oblasti, ale i z tohoto přehledu lze vyzorovat jistá nápadná seskupení polygonů s pravěkými a protohistorickými nálezy. Zde se do výsledku může silně promítat postup sběrů, resp. volba polygonů. Nelze odhadnout, nakolik jsou tato seskupení ovlivněna subjektivním preferováním určité oblasti, kterému nebylo možné se zcela vyhnout, pakliže sběry měly primárně směřovat k poznání zemědělského zázemí Břeclavi-Pohanska.

Nicméně se zdá, že podle údajů, které jsem měl v této době k dispozici, sběr odhalil souvislé pravěké osídlení na terasách Dyje a Moravy s nejméně třemi většími koncentracemi. V těchto místech můžeme předpokládat pravěká nebo protohistorická sídliště. Nej hustější výskyt pravěkých a protohistorických událostí je na toku říčky Svodnice, kde se na terase v klínu Moravy a Dyje vyskytlo enormní množství materiálu z doby římské. Na tomto místě se rovněž podle databáze SAS nachází osídlení z doby laténské, římské a starší sídliště únětické kultury, což prokazuje i nasbíraná keramika.

Dílčí závěry jednoduché konfirmatorní analýzy hustoty keramiky jsem se pokusil ověřit databází SAS. Mapa indikovaných pravěkých nálezů byla podložena vrstvou lokalit zaznamenaných v SAS a výsledek nebyl podle očekávání nijak překvapivý. Ve značné míře výsledky povrchových sběrů doplnily prázdná místa v prostoru neregistrovaném v SAS, a to zejména díky tomu, že byly posuzovány i polygony

s minimálním výskytem nálezů. V kritických oblastech největší hustoty povrchových nálezů SAS rovněž uvádí sídlištní aktivity. Tento postup může být užitečný i z hlediska možnosti podrobit hodnocení sběrů, zejména datování, nové kritice. O relevanci analýzy materiálu z povrchových sběrů může tedy zpětně vypovídat srovnání s daty SAS, jelikož výsledky sběrů i záznamy SAS se prostorově i kvalitativně shodují.

Z mapy je rovněž zřetelný výskyt negativních nálezů (20 čtverců). Pokusil jsem se do analýzy implementovat myšlenku výskytu jiných než sídlištních areálů, které se mohou v praxi jevit jako areály s minimálním nebo nulovým počtem nálezů, případně s nálezem nekeramickým (Venclová 1995). Jednalo by se v tomto případě pravděpodobně o zemědělské nebo výrobní areály. Pomocí GIS jsem zjišťoval prostorové vztahy a vzdálenost mezi čtverci s jedním až deseti fragmenty. Čtverce s malým počtem nálezů jsou často zachyceny spolu s polygony s větší koncentrací, leží mezi nimi nebo v nevelké vzdálenosti do 150 metrů. Tyto drobné soubory také mohou vypovídat o přítomnosti ekonomického zázemí. V případě, že leží tyto polygony relativně osamoceny, je na místě se domnívat, že jsou součástí jiné sídlištní nebo výrobní struktury, v každém případě se tím prokazuje skutečně plošné využívání krajiny. Ještě větší dopad na kvalitu výsledku by mělo zkoumání výskytu shluků na ploše jednoho polygonu a v rámci seskupení polygonů, což však nebylo, vzhledem k metodě, možné.



Obr. 3. Mapa hustoty událostí.

Kontinuita osídlení v pravěku

Obecný teoretický základ prostorové archeologie chápe krajinu jako systém s vysokou mírou kontinuity (Kuna 1998), dá se proto předpokládat, že osídlení v určitém období souvisí prostorově s osídlením v období navazujícím. K zjištění možné kontinuity areálů, resp. návaznosti kultur na jednom místě, jsem využil jednoduché statistické metody zjišťování korelace v softwaru STATISTICA. Analýzy používáme v případě, kdy chceme zjistit kvantitativní vztahy, které nám mohou být na pohled skryté. Statistické metody korelace, některých případech doplněné faktorovou syntézou zavedl do archeologie E. Neustupný (k metodě např. Neustupný 1997) a následně byla aplikována mnoha dalšími badateli v řadě projektů (Kuna 1993, Balík 2003).

Zjednodušeně lze testování předběžně interpretovat tak, že nejsilněji zachovává tradici pravěké volby sídelního prostoru právě doba laténská. Toto období nejvýrazněji navazuje na osídlení doby bronzové, zvláště pak popelnicových polí, přičemž halštatské nálezy na tom stejném místě sběrem zachyceny nebyly. Laténské období pak plynule přechází do osídlení doby římské, s jejímiž nálezy se laténský materiál vyskytuje rovněž značně často.

Do analýzy jsem zapojil jak jednotlivé komponenty SAS, tak nově získaná data ze sběrů. Ve své původní podobě však data SAS obsahovala velmi široké spektrum datovacích charakteristik, často v počtu jediné události. Považoval jsem proto za potřebné některé málo dominantní a nevýrazné soubory sloučit a některé vynechat a naopak zanechat charakteristické celky. Proto je z rámce doby bronzové vyčleněna zvláště kultura únětická a z eneolitu například kultura zvoncovitých pohárů, kterým náleží v souboru dat poměrně rozsáhlý prostor. Z analýz byl vynechán paleolit a mezolit, nejen na základě malého počtu událostí, ale i kvůli jinému ekonomickému systému a tudíž předpokládané nevýrazné kontinuitě. Referenční jednotkou byl i v tomto případě čtvercový polygon. Kontinuitu jsem zjišťoval vždy v rámci toho stejného polygonu, překryv polygonů SAS a čtverců sběru jsem zjistil dotazem Spatial Intersection v softwaru GeoMedia.

Pro další analýzu jsem sestavil matici, která obsahovala všechny zjištěné události dohromady. Matice byla dosazena do programu STATISTICA a zjištěny korelační koeficienty (viz korelační matice). Korelační hodnoty mohou nabývat velikosti od -1 do 1, přičemž hodnoty kolem nuly vykládáme jako žádnou korelaci, pokud hodnota koeficientu nabývá alespoň čísla 0,3, hovoříme o slabé korelaci. Koeficient v hodnotě 0,3-0,5 je středně silnou vazbou a nad 0,7 mají jevy silný vztah (přehledně například

Kuna 2004). Korelační vztah je tím silnější, čím se hodnota koeficientu blíží 1. Z matice vyplynulo několik závěrů. Především jsou patrné velmi slabé hodnoty korelace vůbec, což vypovídá o slabé závislosti, to může souviset i se stavem výzkumu. Na druhou stranu spolu mírně korelují i chronologicky vzdálená období. Ani v jednom případě hodnota koeficientu nepřesáhla hodnotu 0,4. Podle korelace jsme schopni vyčlenit nejméně dva signifikantní přechody, kdy lze tvrdit, že se jedná o kontinuitu areálu. Větší korelaci spolu vykazují kultury pozdního eneolitu (kultura se zvoncovitými poháry) a starší doba bronzová, můžeme se tedy domnívat, že tyto kultury používaly často společné areály. Podobně vystupuje do popředí slabá, nicméně možná, kontinuita doby laténské a starší a mladší doby římské, což v této oblasti není překvapením.

Ověřování predikčního modelu.

Predikční model, který byl Jiřím Golánem vypracován pro výše uvedené území jihovýchodní Moravy, se věnuje v největší míře raně středověkým komponentám, zjištěných částečně z povrchových sběrů, částečně z databáze SAS. Zjednodušeně byly predikovány ale i lokality spadající do období pravěku a protohistorie, jedním z účelů této práce je proto tyto data zkonfrontovat s aktuálně proběhlými povrchovými sběry. Území s vypracovanými potenciály pravěkého osídlení má rozlohu 206,77 km² a prostorově je vymezeno řekami Moravou a Dyjí. Největší pozornost J. Goláň věnoval raně středověkým lokalitám, ale základní predikční model je zpracován i pro pravěk a protohistorii, byť jen ve spojených kategoriích neolit-eneolit, bronz-halštát a latén-řím. Stejně jako pro raný středověk byly definovány zóny s třemi odstupňovanými hodnotami potenciálu pro osídlení. Hodnota 1 značí nejmenší potenciál, hodnota 2 střední a hodnota 3 největší potenciál výskytu.

potenciál	Podíl plochy v %		
	neolit a eneolit	bronz a halštát	latén a řím
1	63,95	56,88	60,27
2	23,24	27,84	25,78
3	12,81	15,28	13,95

Tab. 9. Podíl plochy s přiřazenými potenciály. Podle Goláň 2003.

Při prokazování validity predikovaného pravděpodobnostního modelu byly uplatněny nástroje GIS, konkrétně software GeoMedia Grid, který provádí analýzy rastrových vrstev. Ze soupisu pravěkých komponent identifikovaných sběry byly separovány

jednotlivé vrstvy podle období, které byly podloženy predikční mapou, kde byla každému pixelu, v reálu o velikosti čtverce o straně 20 m, přiřazena hodnota potenciálu výskytu osídlení příslušného období. Autorem predikčních map je Jiří Golán a ten je vypracoval pro pravěk ve zmíněných třech variantách. Podíly plochy s jednotlivými potenciály shrnuje *tab. 9*. K ověřování pravdivosti definovaných potenciálů jsem byl nucen využít pouze 515 z celkových 752 komponent. Prediktivní model byl později J. Macháčkem a P. Dreslerem (Dresler – Macháček 2007) stanoven i pro ostatní zájmové území, ale pouze pro lokality raného středověku. V této práci bylo zjišťováno procentuální zastoupení lokalizovaných komponent v kategoriích jednotlivých potenciálů predikčního modelu. Pokud by byl model úspěšný, mělo by se největší procento událostí nacházet na území s nejvyšším potenciálem 3.

Zpracování vstupních dat si žádalo zvláštní a individuální přístup a předem stanovenou rozhodovací strategii, při jejímž vytváření bylo nutné vzít v úvahu transformační procesy, kterými povrchové nálezy procházejí. V zásadě jsem postupoval způsobem, že pokud pixely s potenciálem 3 alespoň trochu zasahovaly do čtverce, hodnotil jsem čtverec potenciálem 3, pokud ovšem nebyl pixel s potenciálem 3 například osamocen v kvantu středních hodnot. Vycházel jsem přitom z předpokladu, že nálezy prošly nějakou polohovou transformací (rozoráním, splachem) a z faktu, že v rámci sběrů neexistovala větší přesnost lokalizace než právě čtverec 50 x 50 metrů, což mohlo teoreticky znamenat rozptýl nálezu dvou událostí právě až 50 metrů.

Při posuzování dat z databáze SAS se objevuje zásadnější rozpor. SAS, který je primárně orientovaný na funkci ochrany památek, příliš nebere ohled na přesnost lokalizace a pod status UAN zahrnuje plochu mnohdy několikrát větší než je skutečný výskyt komponenty. Příkladem může být areál historického centra některého města. Zde bylo nutné skutečně individuální posouzení každé komponenty, což bylo možné díky přiměřenému rozsahu vstupních dat, která bylo nutné rovněž zredukovat na rozsah území obsáhnutého predikcí. Zde došlo i na zhodnocení, zda se jedná o povrchový sběr, či výzkum. V případě, že se jednalo o komponentu nalezenou sběrem, postupoval jsem podobně jako v předchozím případě, pokud byl zdrojem výzkum, hleděl jsem více na poměr zastoupení jednotlivých pixelů s potenciálem. Pokud byl polygon SAS značného rozsahu a zahrnoval všechny tři úrovně potenciálu, přiřadil jsem zpravidla potenciál 3, za předpokladu, že tvořil nějakou souvislejší plochu přibližně ve středu polygonu SAS.

Nejprve jsem jako vstupní data zahrnul do analýzy informace získané pouze ze sběrů. Již na první pohled bylo ale jasné, že je to objektivně malý soubor k relevantní kritice predikčního modelu, proto jsem v další fázi zhodnotil zvlášť souhrn dat Státního

archeologického seznamu a v poslední fázi oba soubory dohromady. To bylo navíc motivováno snahou zhodnotit relevanci dat získaných sběrem srovnáním s přesnějším celkem. Jako nástroj k ověřování posloužil program GeoMedia, kde jsem si zobrazoval na podkladě predikční mapy jednotlivé vrstvy lokalit podle období a hodnotil jejich polohu v území s určitým potenciálem. Tento postup je možný jen v malém souboru. Pro velký počet nálezů by již bylo nutné nějakým způsobem standardizovat posuzování jejich polohy v území s určitým potenciálem a dále pracovat s některou analytickou funkcí softwaru GIS.

Testování v jednotlivých úsecích dějin poskytlo zcela rozdílné výsledky jak mezi obdobími, tak mezi sběry a databází SAS. Tyto disproporce ve výsledcích, jak jsou shrnuty v *tab. 10-12*, můžeme přičíst několika faktorům. Na úrovni vstupních archeologických dat je to jistě malý rozsah komponent identifikovaných sběrem, který je navíc napříč obdobími značně nevyvážený a který v důsledku ovlivňuje i statistickou spolehlivost výsledku. Na úrovni geografických dat můžeme nejednoznačnost výsledku přičíst snad odlišné struktuře krajiny v pravěku, kterou není možné spolehlivě rekonstruovat, což je důvod, který uvedl při vytváření modelu už J. Golán (2003, 103). Bez významu jistě nejsou ani procesy, jimiž na povrchu prochází artefakty, zejména změny polohy.

Ačkoli nejvyšší procentní hodnotu pro potenciál 3 vykazuje model pro neolit a eneolit (nálezy ze sběrů), jako nejvyváženější a podle mého názoru nejspolehlivější hodnoty vystupují procentní poměry v kategorii doby bronzové a halštatské a to ve všech kategoriích (sběry, SAS, celkem). Zde je, jak se domnívám, dobře prokázána pravdivost predikčního modelu. V ostatních případech jsou výsledky rozporuplné, což můžeme přičíst výše zmíněným faktorům. Jelikož je u doby bronzové posloupnost vyvážená, stěží to mohu přičíst subjektivitě v přiřazování potenciálů jednotlivým komponentám.

Bez zajímavosti není ani posouzení pravdivosti modelu pro nálezy hodnocené obecně jako „pravěké“. Zde se rovněž ukazuje větší spolehlivost u modelu pro dobu bronzovou. To se však dostává do rozporu se závěry Jiřího Goláně, který považuje za nejpřesnější model pro neolit a eneolit, přičítám to odlišné struktuře dat, obohacené o nové výzkumy povrchovými sběry. Pokud zvážíme souhrnný podíl událostí s jednotlivými potenciály pro všechna období, zjistíme podíl 60% pravěkých událostí s „pravěkým“ potenciálem 3. Pro raný středověk je výsledek testování ještě uspokojivější, J. Macháček (Dresler – Macháček 2007) uvádí ve své práci pro raný středověk necelých 71% lokalit ležících v oblasti „raně středověkého“ potenciálu 3. Model lze označit jako spolehlivý a případné nesourodosti lze přičíst transformačním procesům. Z toho rovněž vyplývá, že volba krajiny nebyla motivována pouze

geografickými faktory, ale i například faktory sociokultovními, tradicí a jinými společenskými proměnnými, které do predikčního modelu nebyly a nemohly být zahrnuty.

neolit a eneolit						
potenciál	počet událostí (sběry)	podíl v % (sběry)	počet událostí (SAS)	podíl v % (SAS)	počet událostí celkem	podíl v % (celkem)
1	1	12,5	8	27,6	9	24,3
2	0	0	4	13,8	4	10,8
3	7	87,5	17	58,6	24	64,9

Tab. 10. Výsledek ověření predikčního modelu pro neolit a eneolit.

bronz a halštát						
potenciál	počet událostí (sběry)	podíl v % (sběry)	počet událostí (SAS)	podíl v % (SAS)	počet událostí celkem	podíl v % (celkem)
1	3	15	5	8,9	8	10,5
2	5	25	12	21,4	17	22,4
3	12	60	39	69,7	51	67,1

Tab. 11: Výsledek ověření predikčního modelu pro dobu bronzovou a halštátskou.

latén a římské						
potenciál	počet událostí (sběry)	podíl v % (sběry)	počet událostí (SAS)	podíl v % (SAS)	počet událostí celkem	podíl v % (celkem)
1	10	22,72	13	25,4	23	24,2
2	10	22,72	12	23,5	22	23,1
3	24	54,54	26	51	50	52,7

Tab. 12: Výsledek ověření predikčního modelu pro dobu laténskou a římskou.

pravěk						
potenciál pro neolit a eneolit	počet sběr	podíl sběr v %	počet SAS	podíl SAS v %	počet celkem	podíl celkem v %
1	26	30,2	8	34,8	34	21,2
2	15	17,5	4	17,4	19	17,4
3	45	52,3	11	47,8	56	51,4
potenciál pro bronz a halštát	počet sběr	podíl sběr v %	počet SAS	podíl SAS v %	počet celkem	podíl celkem v %
1	20	23,3	5	21,7	25	22,9
2	32	37,2	4	17,4	36	33
3	34	39,5	14	60,9	48	44,1

Tab. 13: Výsledek ověření predikčního modelu pro blíže nedatované nálezy označené jako „pravěk“.

výsledek prediktivního modelování			
potenciál	podíl plochy v %	počet událostí	podíl událostí v %
1	60,36	40	19,23
2	25,62	43	20,67
3	14,02	125	60

Tab. 14: Celková statistika úspěšnosti predikčního modelu.

Charakter materiálu a jeho kritika.

Sběr plně potvrdil, jak velký vliv má archeologická transformace na povrchové nálezy, což bývá hlavní argument té části odborníků, která se staví ke sběrům skepticky. Nálezy jsou z větší části na povrchu poškozené působením povětrnostních i lidských faktorů (eroze, voda, mechanické poškození zemědělskou technikou) a jsou vytrženy ze svých původních kontextů. Tyto faktory a silná fragmentarizace nálezů se projeví na omezených možnostech datování. V případě pravěké keramiky je nepříznivý vliv přemístění vyvážen malou trvanlivostí keramiky na povrchu, která se předpokládá několik let, naproti tomu, raně středověká až novověká keramika je trvanlivější.

Je průvodním jevem výskytu pravěké keramiky na povrchu, že indikuje areály spíše sídlištního zaměření, přičemž ostatní areály (například pohřební, výrobní) jsou sběrem jen výjimečně zachytitelné. Objem pravěkých artefaktů se liší v závislosti na období a lokalitě, přičemž hustota nálezů ve vrstvách zůstává podle zjištění z výzkumů vesměs stejná (Kuna 1998). Četnost nálezů na povrchu tedy nutně nemusí odrážet bohatost vrstev a objektů, ale spíše míru jejich zachování. Dnes, zejména kvůli hluboké orbě, je původní kulturní vrstva tak silně rozrušena, že nálezy, které na povrchu nacházíme, musely pocházet z výplně zahloubených objektů. Soubor pak obsahuje spíše takový materiál, jenž byl vyprodukován kulturou, která měla ve zvyku budovat zahloubené objekty (Kuna 2001).

Analytický sběr nám však umožňuje odhalit výskyt objektu díky přítomnosti minimálního počtu nálezů, přičemž můžeme předpokládat, že se jedná o areál s malým počtem archeologických objektů. Tomu zcela odpovídá v databázi nečetný výskyt například eneolitických a mohylových kultur, které podle zjištění z výzkumů měly zahloubené objekty rozmístěné řídko na větším prostoru. Přesto je i toto nízké kvantum nálezů významnou informací. Tyto problémy by ovšem neměly vést k zavržení metody jako takové, ale spíše k jejímu přehodnocení, či lépe, zdokonalení. Není proto vhodné hodnotit nálezy podle počtu, ale spíše podle počtu jednotek (čtverců), ve kterých se daný jev vyskytl.

Problémy datace

V případě pravěkých a raně historických nálezů bylo málokdy možné datovat nález přesně, většinou jsou tyto, co do datace nejisté, artefakty v databázi označeny jako „pravěké“ nebo „raně historické“. Často byl pozorován nevýrazný celek, ve kterém se objevilo několik datovatelných nebo výjimečných zlomků (například zřejmý laténský střep).

Možnost přesné datace je obecně úskalím této nedestruktivní metody. Malá četnost jednoznačných diagnostických znaků na keramice vede k tendencím datovat nevýrazný zbytek souboru podle jednoho výrazného, čímž se homogenizuje i potenciálně nehomogenní soubor. Stanovisko omezené možnosti přesnějšího datování zastává například S. Vencl (1993, 43), který rovněž navrhl jakýsi systém sedmi kategorií spolehlivosti datování. Mám ovšem za to, že takový systém by značně komplikoval pozdější kvantifikaci nálezů a další práci s nimi. Spíše se přikláním k tomu, aby do procesu chronologického určování bylo zapojeno více zkušených osob s různými individuálními zaměřením.

V našem konkrétním případě bylo alespoň rámcově (na archeologické období) určeno 1525 z 2238 fragmentů, to je 68,14%. Zbytek, 31,86%, byl označen jako „pravěk“. V případě jednoho polygonu ale byl odhalen výskyt materiálu z období pozdního halštatu, které není například v SAS vůbec zastoupeno.

Obecné poznatky

Vyjevilo se, že rozsah pravěkého a protohistorického osídlení může být plošně mnohem větší, než se zatím jeví z jiných forem archeologického výzkumu a ze záznamů SAS. Do analýz byly totiž vzaty v úvahu i soubory s minimálním počtem pravěké keramiky, o kterých předpokládáme, že jsou průkazem jisté kulturní činnosti na daném prostoru. Můžeme jen potvrdit, že podle povrchových nálezů ve vzorkovaném území jihovýchodní Moravy není prostor pro další výzkum ještě zdaleka vyčerpán.

Vezmeme-li do úvahy proces transformace a problémy při datování pravěké keramiky, je možné, že se v rámci jednoho čtverce mohly vyskytnout jedna, ale i dvě a více komponent, které zřejmě nebude možné od sebe odlišit⁴. To je způsobeno lokalizací do středu polygonu, kde se nerozlišoval prostorový rozptyl nálezů. Stejně

⁴ Vzdálenost mezi nálezy těchto komponent mohla v extrémním případě činit až 50 m (strana čtverce), přičemž M. Kuna (2001) udává pro projekt ALRNB udává odstup již 20 metrů jako příliš velký na to, aby se jednalo o stejnou událost.

tak nebude kvůli obtížné dataci možné odhalit případnou horizontální stratigrafii v rámci jednoho archeologického období. Pokud bychom žádali od povrchového průzkumu větší přesnost, bylo by vhodné rozdělit čtvercový polygon na sektory, které by v dokumentaci mohly snáze mapovat a odhalit případné shluky nálezů v rámci jednoho polygonu. Ve stávající situaci bylo vzhledem ke vzdálenosti mezi zkoumanými polygony na místě považovat každou událost za samostatnou komponentu.

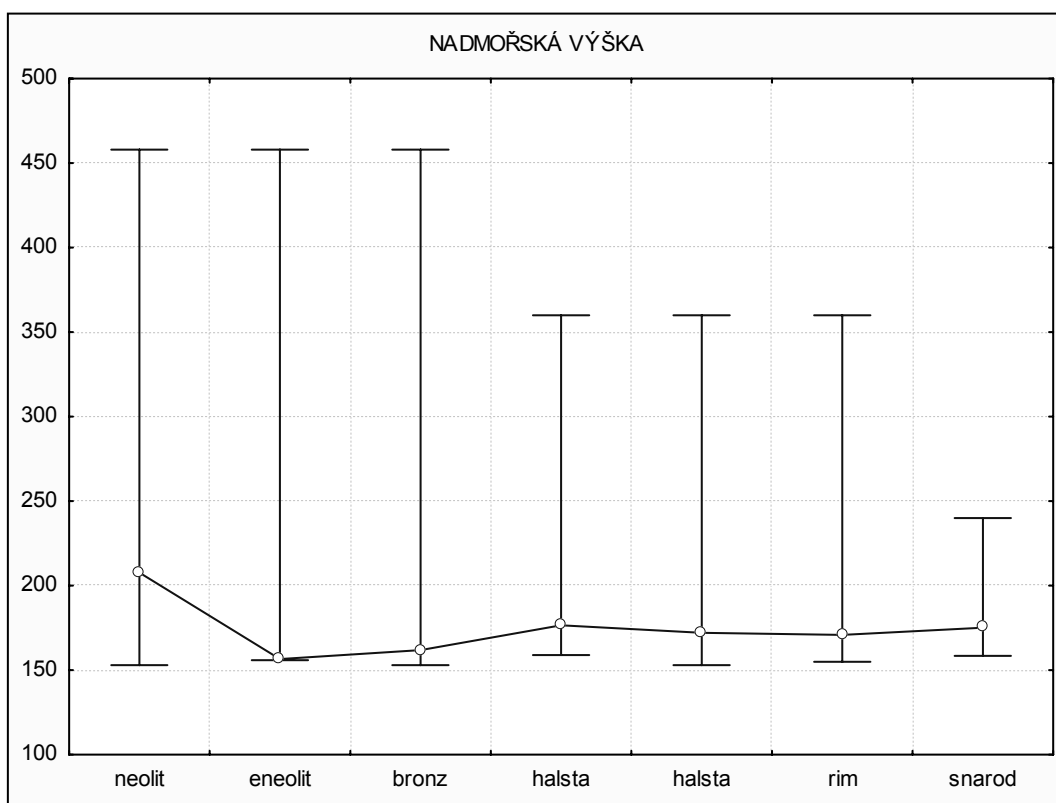
Metoda náhodně zvolených čtverců, rozmístěných po krajině, zkoumaných „na vodítku“ („dog-lead“) umožňuje intenzivně prozkoumat daný bod v krajině, proto byla vhodnou volbou pro účely ověření predikce. Naproti tomu s sebou nese nevýhody nekomplexnosti průzkumu většího území, jež by umožňovalo rozsáhlejší prostorová zkoumání, čili zkoumání rozsahu areálů, definování sídelních oblastí a jejich center. Keramika z povrchových sběrů rovněž tvoří relativně malý soubor, z něhož je nadto, jak je běžnou praxí, většina nálezů blíže nedatovatelná. To se projevuje na přesnosti kvantitativních analýz. Nicméně, i přesto vyšlo najevo, že hustota vyjádřená počtem polygonů a koneckonců i nálezů je nenáhodná a vyhovuje obecné předpokládané představě o rozsahu a poloze osídlení.

Obraz osídlení po zhodnocení povrchových sběrů

Z předchozího výzkumu oblasti je znám již určitý obraz osídlení. Bohužel není vždy možné zachytit všechny kvantitativní aspekty, zejména ze starších výzkumů. Předpokládáme, že sídelní areály byly v minulosti vybírány nenáhodně, většinou podle nějakého zažitého schématu, které zůstává pro různé oblasti stejné. Nadmořská výška polygonů, na kterých bylo sběrem zachyceno pravěké osídlení neklesá pod 153 m.n.m. a nepřekračuje 222 m.n.m (viz *graf 6*, kde jsou zapojeny i údaje SAS). Povrchový sběr se ovšem nekonal ve vyšších polohách, kde jsou pravěká sídla registrována SASem. Není sice dostatečný počet událostí k tomu, abychom mohli zřetelně definovat sídelní oblasti založené na jasných socioekonomických principech po celé ploše transektu, ale na podkladě mapy hustoty událostí můžeme vymezit alespoň jeden nebo dva takovéto regiony, které se jeví jako území s hustým a kontinuálním osídlením. V tomto případě je to konkrétně střední levobřeží říčky Svodnice a povodí Žižkovského potoka. Rozvrstvení sídlišť odpovídá poznatkům D. Dreslerové (1995) o velikosti a rozsahu sídelních areálů. Všechny zjištěné události se nacházejí do 1 km od těchto vodních toků a tvoří dva přirozené mikroregiony. V případě Žižkovského potoka se rozsah sběrem zachyceného osídlení pohybuje na zhruba 3 km vodního toku, kolem Svodnice pak území zabírá zhruba 12 km říční

délky, v obou případech pak do 1 km vzdálenosti od obou břehů vodoteče.

Abychom získali lepší představu o hustotě a rozmístění sídel, pokusil jsem se v návaznosti na zjištěnou hustotu osídlení (událostí) mechanicky rekonstruovat možné sídelní areály na základě poznatků D. Dreslerové (1995) a M. Kuny (1994), zjištěných pro dobu halštatskou a bronzovou. Není možné definovat sídelní areály pro úplně celé zájmové území, soustředil jsem se proto na oblasti nejhustšího výskytu komponent, především toky Svodnice a Žižkovského potoka, které můžeme díky zjištěné vysoké intenzitě výskytu archeologických událostí považovat za pravěký sídlištní mikroregion.



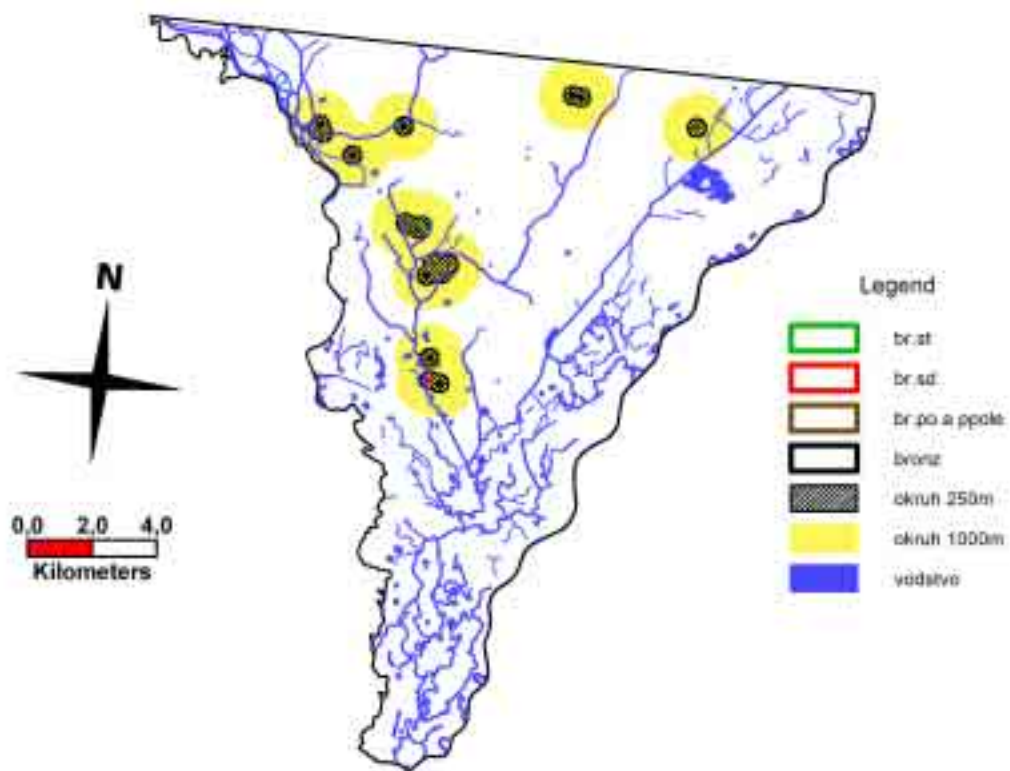
Graf 6. Rozsah minimálních, maximálních a průměrných nadmořských výšek.

Vhodný počet komponent máme k dispozici jen pro období doby bronzové. Na **obr. 4** jsou pomocí tzv. obalových zón (buffer zone) vymezeny okruhy o poloměru 250 m a 1000 m. První zóna (250 m) by měla odhalit pravděpodobné sídelní jádro⁵, přičemž vzdálenost 500 m mezi sídly je maximální vzdálenost, kdy ještě můžeme uvažovat o prostorovém posunu sídlišť a spoluzívání určitého ekonomického

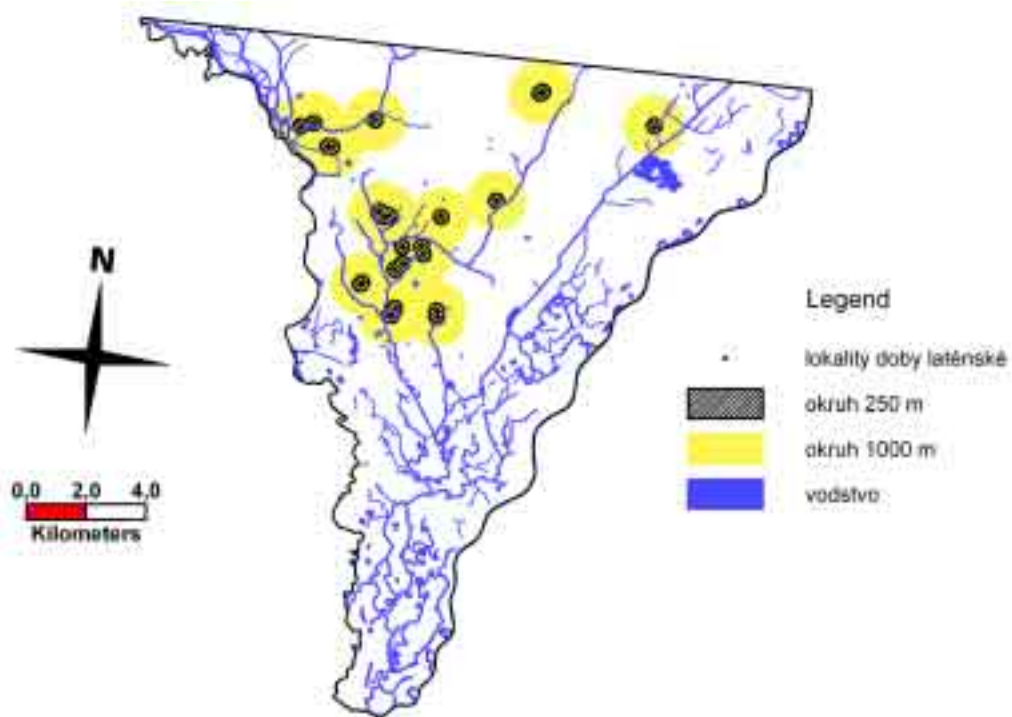
⁵ Jádrem sídelního areálu je myšleno seskupení několika sídel přináležejícím určité občině. (podle Kuna 1994, s. 88).

zázemí. Okruh 1000 m je pravděpodobnou minimální hranicí ekonomického zázemí sídelního areálu (Dreslerová 1995, 151). Vzhledem k tomu, že osídlení je situováno v ploché krajině s malým sklonem svahů, je pravděpodobné, že skutečná rozloha zázemí mohla být ještě větší. V obrázku jsou barevně odlišeny sídla různých fází doby bronzové, pokud je vůbec bylo možné rozeznat. Z tohoto důvodu musíme uvažovat mapu jako přehled osídlení celé doby bronzové s předpokládanou časovou nesouvislostí jednotlivých jader. Pro celou dobu bronzovou ukázala digitální mapa devět předpokládaných „jader“.

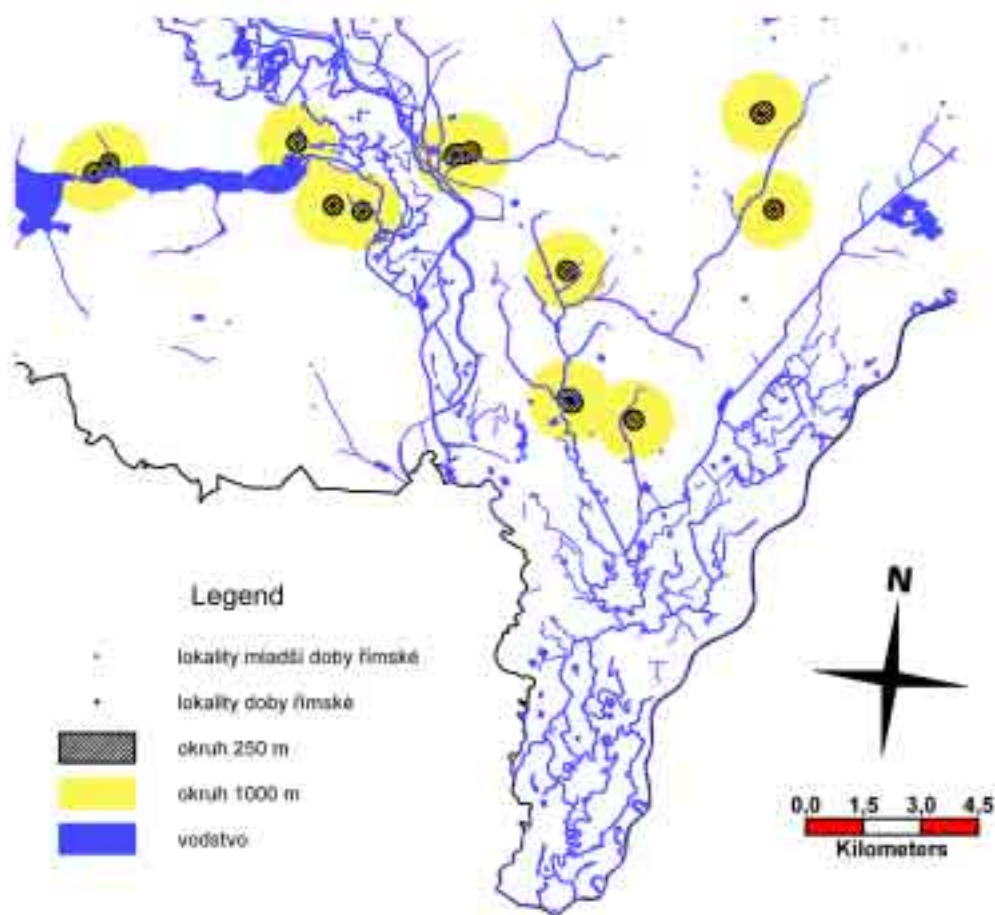
Stejně zkoumání jsem provedl i s laténskými nálezy ze sběrů. Výsledkem je **obr. 5**, který zachycuje 14 sídlištních jader. Komponenty doby laténské, které odhalil sběr jsou o poznání rozptýlenější. Naproti tomu indikované doklady doby římské tvoří poměrně husté shluky událostí. Lze tak uvažovat o dokladech několika zřetelných sídelních areálů, kde hustý výskyt událostí může indikovat spíše krátkodobý posun sídlišť (**obr. 6**). Největší množství komponent se nachází opět v prostoru obou výše zmiňovaných potoků a rozmístění blízko vodních toků odpovídá obecné charakteristice sídlišť doby římské. Komponenty ostatních období pravěku a protohistorie tvoří příliš malý soubor dat, aby byly výsledky nějakým způsobem relevantní. Do tohoto zkoumání nebyly rovněž zahrnuty nálezy SAS, jednak proto, že smyslem bylo posoudit výsledky samotného sběru, na druhé straně pak pro nevyhovující a nekompatibilní lokalizaci komponent v SASu.



Obr. 4. Sídelní areály doby bronzové.



Obr. 5. Sídelní areály doby laténské.



Obr. 6. Sídlní areály doby římské.

Návrhy na další postup

Celý průběh projektu analytických sběrů není v době vzniku této práce dokončen. Pro další práci se během zpracovávání materiálu objevilo několik podnětů. Není zřejmě třeba mluvit o tom, že bude vhodné rozšířit soubor nálezů dalšími sběry, ale především by se měla věnovat větší pozornost datování jednotlivých fragmentů. Jako perspektivní se mi jeví zapojení více osob se zvláštními znalostmi pro určitý úsek dějin, kteří by vyhodnocovali každý fragment individuálně. Rovněž velice nadějně by jistě bylo podniknout sběry i na přilehlém území Rakouska a Slovenska za spolupráce s místními úřady památkové ochrany.

Pokud se bude soubor z povrchových sběrů i okruh řešených problémů nadále rozšiřovat, bude vhodné tomu přizpůsobit i podobu geografických dat. Území Podyjí, které tvoří zkoumaný transekt, je jako celek poměrně rozsáhlé a bude nutné rozdělit ho na vhodné části, ve kterých bude snazší zkoumat strukturu osídlení. Na základě prozatím dostupných dat se nepodařilo spolehlivě rozdělit oblast na menší jednotky,

keré by dobře odrážely rozvrstvení sídlišť. Za nejvhodnější pokládám vymezení mikroregiony v určitém okruhu od vodních toků (Dreslerová 1995) nebo podle katastrů obcí, u nichž se předpokládají historické vazby k jejich dnešní rozloze (Kuna 1994). Abychom zajistili maximální informační hodnotu akce, bylo by pravděpodobně třeba souběžně nebo následně použít několika různých metod. Největší efektivita by jistě dosáhla kombinace sběru a následné zkušební sondáže, prosíváním půdy atd. (Kuna 1998).

Závěr

Během základního statistického a prostorového vyhodnocení souboru pravěkých a protohistorických nálezů z analytického povrchového sběru v okolí Břeclavi vyšlo najevo, že použitá metoda sběru je vysoce efektivní za účelem získání přehledného povědomí o osídlení oblasti a k ověření pravdivosti predikčního modelu osídlení. Méně vhodná je tato metoda k vyhodnocování podrobných prostorových a chronologických vztahů ve struktuře osídlení, neboť není schopna postihnout skutečný rozsah a hustotu komponent a neregistruje nálezy v rámci jednoho polygonu, který může teoreticky obsahovat pozůstatky více areálů.

Povrchový sběr je jako archeologická metoda kontroverzní otázkou. Často bývá poukazováno na malou spolehlivost a vypovídací hodnotu pramenů získaných sběrem. Přesto pozitivní výsledky řady analýz ukazují, že se jedná o metodu v určitém smyslu nenahraditelnou, zvláště v té části archeologie, jež se nazývá nedestruktivní. Proto by další výzkum měl směřovat ke zdokonalení metody povrchového sběru a vymezení okruhu problémů, jež je tato metoda schopna objektivně řešit.

Lteratura

- Balík, M. 2003: Vliv geografických faktorů na pravěké a středověké osídlení bílínského levobřeží. Využití prostředků GIS a statistiky v archeologii. In: E. Neustupný, Příspěvky k prostorové archeologii 1, Plzeň, 11-32.
- Baštová, D. – Krušinová, L. – Sklenářová, Z. – Volfík, P. 1996: Státní archeologický seznam, Uživatelská příručka, verze 1.1. Praha.
- Demek J. (ed.) 1987: Zeměpisný lexikon ČSR, Hory a nížiny. Praha.
- Dresler, P. – Macháček, J. 2007: The Hinterland of an Early Medieval Centre at Pohansko Near Břeclav. nepublikovaný rukopis.
- Dreslerová D. 1995: A settlement-economic model for a prehistoric microregion: settlement activities in the Vinoř-stream basin during Hallstatt period. In: Whither archaeology. Papers in honour of Evžen Neustupný. Praha, 145-160.

- Gojda M. (ed.) 2000: Archeologie krajiny. Praha.
 2004: Archaeology. Praha.
- Golář, J. 2003: Archeologické prediktivní modelování pomocí geografických informačních systémů na příkladu území jihovýchodní Moravy. rukopis disertační práce. Brno.
- Macháček, J. 1997: Počítačová podpora v archeologii. Brno.
 - 2005: Raně středověké Pohansko u Břeclavi: munitio, palatium nebo emporium moravských panovníků? AR 58, 100-138.
- Neustupný, E. (ed.) 2003: Příspěvky k prostorové archeologii 1. Plzeň.
 1986a: Nástin archeologické metody. AR 38, 525-548.
 1986b: Polygons in archaeology. PA 87, 112-136.
 1994: Settlement area theory in Bohemian archaeology. PA – Supplementum 1, 248-258.
- Konečný, M. 1997: Geografické informační systémy. In: J. Macháček (ed.), Počítačová podpora v archeologii, Brno, 127-144.
- Kuna, M. 1994: GIS v archeologickém výzkumu regionu: vývoj pravěké sídelní oblasti středních Čech. AR 48, 580-605.
 1994: Archeologický průzkum povrchovými sběry, Zprávy ČAS, Supplément 23. Praha.
 1997: Geografický informační systém a výzkum pravěké sídelní struktury. In: J. Macháček (ed.), Počítačová podpora v archeologii, Brno, 173-194.
 1998: Keramika, povrchový sběr a kontinuita pravěké krajiny. AR 50, s. 192-216.
 2001: Povrchový sběr a intenzita využití krajiny v pravěku. In: Kozłowski, J.K. – Neustupný, E. (eds.), Archeologia przestrzeni. Metody i wyniki badań osadniczych w dorueczach górnej Łaby i Wisły, Kraków (PANU), 27-54.
- Kuna, M. – Zvelebil, M. – Foster, P.J. – Dreslerová, D. 1993: Field Survey And Landscape Archaeology Research Design. Methodology of a Regional Field Survey in Bohemia. PA 84, 110-130.
- Kuna M. a kol. 2004: Nedestruktivní archeologie. Praha.
 In memoriam Jan Rulf, PA Supplementum 13.
- Květ, R. 2003: Duše krajiny. Praha.
- Vencl, S. 1995: K otázce věrohodnosti svědectví povrchových souborů. AR 47, 11-57.
- Venclová N. 1995: Settlement area, production and industrial zone. In: Whither archaeology. Papers in honour of Evžen Neustupný, Praha, 161-169.
- Weber, Z. 1997: Statistická analýza archeologických dat. In: J. Macháček (ed.), Počítačová podpora v archeologii, Brno, 197-214.

Seznam zkratk

- ALRNB Ancient Landscape Reconstruction in North Bohemia
AR Archeologické rozhledy
k. kultura
PA Památky archeologické
PSPB Prehistoric Settlement Patterns in Bohemia
SAS Státní archeologický seznam

Summary

An analysis of prehistoric and early historic finds from surface collections in the surroundings of Břeclav

Although surface collection as an archaeological method is sometimes a subject of controversy, positive results of many analyses show that it is a method which is often irreplaceable, especially in non-destructive archaeology. One of the results of working with analytical surface collections is this text.

I attempted to provide the basic statistical and spatial evaluation of a set of prehistoric and protohistoric finds almost exclusively acquired from surface collections in the surroundings of Břeclav during the campaigns between 2004 – 2006. Some of the analyses had an additional data input from the SAS database. The collections were primarily aimed at gathering a sufficient amount of sources for investigating the agricultural hinterland of the Břeclav – Pohansko fortified central place and for the verification of the prediction of archaeological sites in this area. The adopted method was the collection “on a dog-lead” on randomly selected square polygons.

It was found out, among others, that the collection method applied is in general highly efficient when used for the purpose of obtaining overall knowledge of settlement in the area and verifying the truthfulness of an existing settlement prediction model. Due to the dispersion of the polygons under examination the method is less suitable for evaluating detailed spatial and chronological relationships in the settlement structure.

As far as the evaluation itself is concerned, the whole set underwent statistical and spatial processing. Basic descriptive statistics highlighted the general shortcomings of archaeological findings obtained by surface artefact collection such as the low level of dating accuracy of prehistoric ceramics which is contributed to by transformation processes including decay, fragmentation and material displacement.

Other statistical analyses, in particular correlation matrices, showed that, in general,

there is a very low level of correlation between the individual indicated manifestations of settlement in the area. In this case it should be attributed to the state of investigation, i.e. low statistical significance. With some simplification the interpretation of the results suggests that the tradition of the prehistoric choice of the settlement area was upheld most strongly by the La Tene period which conspicuously copies the settlement from the Bronze Age, especially the Urn Field culture. Another significant relationship is maintained between the settlement from the La Tene and the Roman period.

An event density map identified at least two outstanding areas with a concentration of archaeological finds indicated both by the number and the density of finds. Specifically, they are the middle section of the left-hand bank of the Svodnice stream and the catchment basin of the Žižkovský brook. The settlement pattern correlates with the findings of D. Dreslerová on the magnitude and extent of settlement areas. All the identified events were located within 1 km from the two water streams and formed two natural microregions. It was found that the density expressed by the number of polygons, and/or finds, was not random and complies with the general idea of the extent and location of settlement. In the past, the settlement areas were not selected at random, but rather following a tried-and-tested scheme. From the arrangement of the squares with prehistoric finds it is obvious that, to a certain extent, geographical factors had an influence on how the landscape was used.

The testing of the prediction model of archaeological sites for the Dyje region produced varying results for different periods, sometimes even rather unbalanced. The overall successfulness of a model may perhaps be expressed as the per cent value of an area with indicated settlement situated inside the highest potential area – this value is 60%. Collections confirmed the highest accuracy in the model for the Bronze Age and the Hallstat Period. Possible negative results of the testing can be attributed to the insufficient archaeological source base of the developer of the prediction model and his only secondary interest in prehistoric events within a space which resulted in a significant generalization of prediction for the prehistory.

If we were to require greater accuracy from field walking and surface artefact collection it would seem beneficial to divide the square polygon into sectors which might reveal possible clusters of finds. On the contrary, the delimitation of the components within a space would be easier if a hierarchically greater unit was examined, e.g. a cluster of four squares. On the whole, analytical collection showed its potential, in some cases, to fully replace archaeological excavation and, at the same time, the shortcomings related to the nature of the material. In spite of all the obstacles, further investigation should definitely not lead to rejection of the method

itself, but rather to its improvement and to specifying the set of problems the method is capable of solving objectively.

Geografická a archeologicko-prostorová data z Rakouska a možnosti jejich využití - Michal Petr

Abstrakt

Příspěvek se zaměřil v širším smyslu na zpracování databáze archeologických lokalit se zřetelem na raný středověk na daném území Dolního Rakouska, vytvoření geografického informačního systému (dále jen GIS) z těchto dat a jejich základní analýzu. Užším smyslem pak byla snaha o zachycení možného zemědělského zázemí hradiska na Pohansku u Břeclavi i na rakouském území, zatímco původně předpokládaná predikce zatím nebyla provedena, zejména kvůli nevyhovující kvalitě vstupních dat. Motivem byla rovněž metodologie práce v příhraničních oblastech a kritika dostupných rakouských dat, jak archeologických, tak geografických.

At a general level, the contribution concentrates on the processing of a database of archaeological sites with a focus on the Early Middle Ages within a particular region of Lower Austria, the creating of a geographic information system (GIS) from the available data and a basic analysis of the data. At a more specific level, there was an attempt to capture the possible agricultural hinterland of a fortified central place in Pohansko near Břeclav including the Austrian territory, although the originally expected prediction was not made in the end mainly due to the insufficient quality of the input data. Additional motifs were the methodology of working in cross-border areas and a critical evaluation of available Austrian archaeological and geographical data.

Klíčová slova

GIS, Dolní Rakousko, Břeclav-Pohansko, Fundberichte aus Österreich, Bundesdenkmalamt Österreich, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, rakouská archeologie

GIS, Lower Austria, Břeclav-Pohansko, Fundberichte aus Österreich, Bundesdenkmalamt Österreich, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Austrian archaeology.

Úvod

Předložený příspěvek je shrnutím seminární práce s názvem „Analýza pravěkého a raně středověkého osídlení rakouského dolního Podyjí za použití prostředků GIS“, dokončené na Ústavu archeologie a muzeologie Filosofické fakulty v Brně v roce 2005. Tato práce byla součástí širšího projektu, který řeší pravěké a raně středověké osídlení Podyjí v oblasti hradiska Břeclavi – Pohanska. Rozsah území byl zvolen tak, aby se vhodně doplňoval se sledovaným územím JV Moravy a JZ Slovenska. Vzhledem k rozdílům v přístupu k evidenci archeologických dat mezi oběma republikami a i vzhledem k prostým technickým obtížím s dvěma různými koordinačními systémy se cíl práce zaměřil v širším smyslu na zpracování databáze archeologických lokalit se zřetelem na raný středověk na daném území Rakouska, vytvoření geografického informačního systému (dále jen GIS) z těchto dat a jejich základní vyhodnocení. Užším smyslem pak byla snaha o zachycení možného zemědělského zázemí hradiska i na rakouském území, zatímco původně předpokládaná predikce zatím nebyla provedena, zejména kvůli nevyhovující kvalitě vstupních dat. Motivem byla rovněž metodologie práce v příhraničních oblastech a kritika dostupných rakouských dat, jak archeologických, tak geografických.

Jako referenční soubor archeologických informací slouží databáze SAS ČR (Státní archeologický seznam), která ovšem nezasahuje i na přilehlé území Rakouska, o kterém předpokládáme, že rovněž náleželo do spádového území hradiska a tvořilo součást jednoho sídelního areálu. Úkolem pro tuto práci tedy bylo zpracovat dostupné archeologické informace o rakouském území a poskytnout tyto data pro další zpracování. Databáze archeologických lokalit na území Rakouska, stejně jako formulářové prostředí pro údaje SAS, byla vytvářena v aplikaci MS Access, pro vytváření GIS pak posloužil software GeoMedia Professional.

Stručná charakteristika území

Část území rakouského Weinviertelu, které byla databázově zpracována, zabírá plochu přibližně 577 km². Na severu je ohraničena tokem Dyje, resp. státní hranicí České republiky a na východě nejprve tokem Dyje a posléze Moravy. Jižní hranici vymezeného prostoru tvoří řeka Zaya, která je rovněž přítokem Moravy. Na západě je to pak spojnice Mistelbach – Mikulov. Hranice dnešní Moravy se ustálily až v průběhu 11.-12. století a do přibližně 10. století byla sledovaná oblast jedním kulturním celkem spolu s přilehlými příhraničními oblastmi Rakouska – Moravským polem a slovenským Záhořím (Měřinský 1980, Neugebauer 1995).

Weinviertel je územím, které se od západu na východ mění z povětšinou ploché

krajiny na silně zvlněnou pahorkatinu. Nadmořská výška se na sledovaném území pohybuje od 200 do 500 m.n.m., nejvyšším vrcholem je zde Galgenberg v zalesněné pahorkatině Falkensteiner Berge (492 m.n.m.). Hraniční toky Moravy a Dyje tvořily na obou svých březích přirozené a na obou stranách osídlované terasy, jako je například terasa na řece Moravě u Hohenau, popřípadě tvořil podobnou terasu potok Poybach. Z hlediska politického členění spadá mnou vytyčené území do správních obvodů Gänserndorf a Mistelbach.

Zdroje archeologických dat a tvorba databáze

Na rozdíl od České republiky, kde existuje dokonce několik projektů, které zpracovávají archiv archeologických informací v elektronické podobě (SAS, ARCHIV), v Rakousku podobný projekt není. Zde se přistupuje k evidenci jiným způsobem. Informace o archeologických lokalitách shromažďuje Památkový úřad (Bundesdenkmalamt Österreich, dále jen BDA), který je rozdělen do oddělení podle spolkových zemí. BDA vydává periodikum Fundberichte aus Österreich (dále jen FÖ), které bylo hlavním pramenem pro tvorbu databáze lokalit. Pro srovnání s českým prostředím bylo nutné získat i přehled o registrovaných lokalitách na jižní Moravě, pro tyto účely posloužila zapůjčená adekvátní část databáze SAS.

Pro editaci údajů z rakouských zdrojů jsem vytvořil databázi ve formátu MS Access. Při tvorbě jsem kvůli přehlednosti a snaze o jednotu vycházel ze struktury databáze SAS. Nejdůležitějším krokem před vytvářením vlastní databáze byla definice problému. Účelem bylo vytvoření souboru archeologických informací z daného území a jejich lokalizace do prostředí GIS za účelem možnosti pozdějšího provádění analýz. Alfou a omegou tohoto typu výzkumu je kvalita vstupních dat, na kterou musel být brán ohled při tvorbě databáze. Již teď je nutno předeslat, že ve srovnání s možnostmi SASu nebo Archeologické databáze Čech je kvalita dostupných archeologických dat z Rakouska nevalná. Těmto podmínkám jsem musel přizpůsobit celý systém otázek, který jsem si při definování cíle výzkumu stanovil.

Sledovanými problémy v rámci interpretace databázových údajů bylo zejména: 1. vysledování klíčové sídelní oblasti v regionu a podání přehledu o osídlení tohoto území, 2. srovnání kvality dat a stavu výzkumu pomocí základních statistických údajů s českou stranou hranice, 3. přehled stavu bádání v dané části Rakouska a návrh dalšího postupu v případě zájmu o rakouské archeologické data v rámci sledování zemědělského zázemí Pohanska, 4. návrh metodiky přeshraničního výzkumu. Největším nedostatkem vstupních dat byla jejich povrchnost. Při tvorbě databáze jsem tedy použil strukturu tabulek databáze SAS, přistoupil jsem však ke značnému

zjednodušení.

Druhy informací obsažené v databázi odrážejí druhy informací ve Fundberichte:

- Lokalizace naleziště. Tento celek zahrnuje údaje o katastru, čísla mapového listu, podrobnější slovní lokalizace a umístění lokality na mapě s pomocí milimetrové vzdálenosti od sekční čáry mapy, pokud byly tyto údaje dostupné.
- Rozdělení naleziště podle komponent.
- Údaje o movitých a nemovitých nálezech.
- Údaje bližší lokalizace. Jedná se o milimetrové souřadnice a parcelní čísla na daném katastru.
- Údaje o literatuře k tomuto celku. Uváděna je zde literatura, která byla použita při editaci záznamu.

Jednotkou databázového záznamu a prací s databází vůbec jsem stanovil tzv. komponentu. Komponenta je zde soubor archeologických informací, který pochází z jednoho naleziště, je shodně datován a souvisí s jedním druhem aktivit.

Pro pozdější snazší filtraci položek nevhodných pro prostorové analýzy jsem byl při vytváření databáze nucen zavést čtyřstupňovou charakteristiku přesnosti lokalizace. Jedná se o hodnocení, v němž číslo 1 znamená relativně nejpřesnější lokalizaci a 4 relativně nejhorší. Vzhledem k tomu, že BDA lokality vynáší do map v měřítku 1:50 000 je i kvalita vyjádřená parametrem „1“ relativně špatná a bude třeba na to brát při dalších analýzách ohled.

Charakteristiku hodnot jsem stanovil s přihlédnutím na kvalitu údajů takto: Úroveň 1 značí lokalizaci pomocí milimetrových souřadnic, ve FÖ nejpřesnější. Úroveň 2 znamená lokalizaci polygonem. Úroveň 3 pak lokalizaci „do středu“ polohy či tratě, když byl uveden jen název tratě. Nakonec číslo 4 značí lokalizaci do intravilánu obce, když byl uveden jen katastr (viz *tab. 1*).

Terminologie databázových hesel vychází z hesláře SASu (Baštová, D. – Krušinová, L. – Sklenářová, Z. – Volfík, P., 1996). Pro jednotlivé archeologické kultury jsem používal terminologii SAS. Zavedení zvláštní kolonky *Období* na rámec SAS bylo motivováno úsilím o snazší filtrování lokalit na základě jejich základní příslušnosti k údobí lidských dějin. Vzhledem k tomu, že je datování v literatuře občas velmi obecné, zavedl jsem nad rámec terminologie SAS zvláštní kategorie *br.cas* pro „časný bronz“ a *ne.cas* pro „časný neolit“.

Přesnost lokalizace	1	2	3	4
Počet komponent	186	70	60	89

Tab. 1. Rozdělení komponent podle přesnosti lokalizace.

Vlastní digitalizace

Pro zanášení lokalit do prostředí GIS jsem využíval mapy Österreichische Karte 1:50 000, do kterých se zaměřují lokality ve Fundberichte aus Österreich. Ke sledovanému území se vztahovalo pět mapových listů ÖK, čísla 10, 11, 24, 25, 26. Tyto mapové listy jsou referencovány na rakouský souřadnicový systém Gauss-Krüger. Rastrové objekty pro GIS lze vytvořit velkoformátovým skenováním mapy a jejím následným ořezem v některém grafickém editoru. Při této práci, stejně jako při pozdějším referencování, je nutné postupovat s maximální přesností. Referencování na zvolený koordinační systém lze dosáhnout několika způsoby; v programu GeoMedia pomocí funkce *Image Registration* nebo vytvořením koordinačního souboru. Funkce *Image Registration* spočívá ve ztotožnění zvoleného bodu na rastru s vektorem, v našem případě bodem, jehož souřadnice jsou odvozeny z daného rohu mapy (v Rakousku v systému WGS 84). Pro převod těchto souřadnic mezi souřadnicovými systémy slouží např. program VISUAL MATKART v bezplatné verzi Educational.¹ V programu byly použity moduly VB077 pro převod zeměpisných souřadnic do systému S-42 a modul VB085 pro převod S-42 na S-JTSK. Pomocí běžných funkcí softwaru GeoMedia jsem umístil rastry do systému S-JTSK. Tímto způsobem jsem dosáhl rozmezí odchylky 0 – 50 m oproti reálu.

Po zaměření lokality pravítkem na fyzické podobě mapy jsem vytvořil adekvátní vektor na podkladě její rastrové počítačové podoby, čímž vznikla digitální síť archeologických lokalit – bodů, které jsou však kvůli velkému měřítku mapy částečně polohově zkreslené.

Pro pozdější analýzy je zapotřebí rovněž vrstevnicový model území. Pro část území byl použit vrstevnicový model DMÚ Geografické služby Armády České republiky (dále jen GeoSI AČR), který kladem mapových listů zčásti zasahuje i na území Rakouska a pro zbývající území bylo nutno získat výškopisná data od hlavního rakouského poskytovatele Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (dále jen BEV).²

¹ www.kartografie.ic.cz/matkart/

² www.bev.gv.at

Zhodnocení archeologických dat

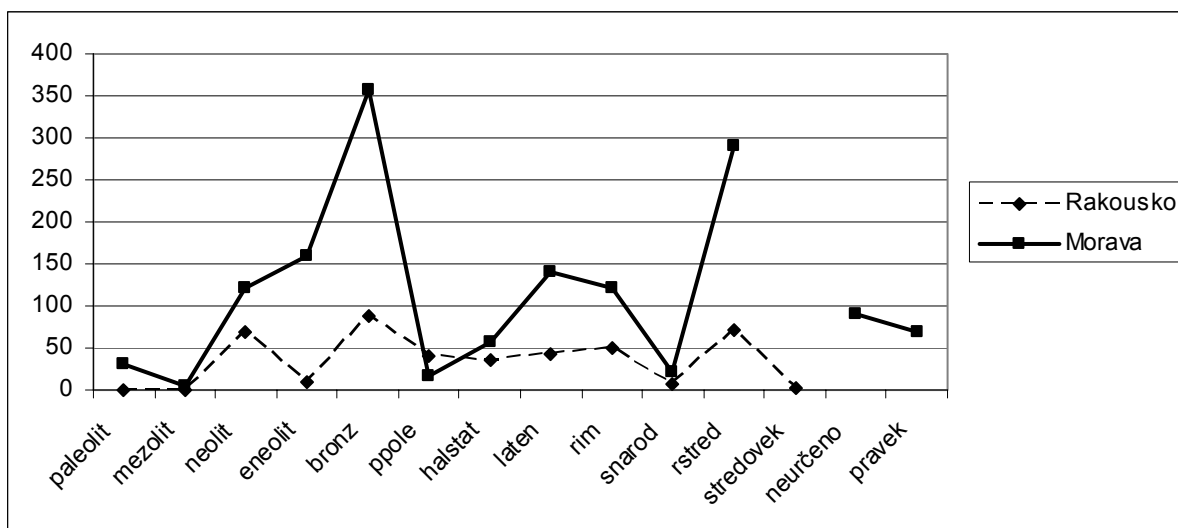
Při hodnocení získaného souboru jsem si položil otázku, které období má na obou územích největší zastoupení co do kvantity nalezišť. Můžeme tak vyvodit závěr o hustotě osídlení v tom kterém období. Může to zčásti vypovídat i o zájmu badatelů o určité období, ale pro přesnější přehled by bylo třeba důsledně odlišit způsob získávání nálezů. Svůj podíl na kvalitě informací nese také stav bádání. Vyšlo najevo, že panuje shoda na prvních dvou pozicích v pomyslném žebříčku. Největší počet nalezišť patří v obou oblastech době bronzové, na druhém místě stojí raný středověk a třetí nejvyšší zastoupení má na rakouské straně neolit a na české eneolit. Při pohledu na *graf 1* je na první pohled znatelný rozdíl v poznání jednotlivých období, vyjádřený počtem zastoupených lokalit. Za předpokladu, že obě strany nynější politické hranice tvořily v minulosti kulturní celek, by měly mít obě křivky podobný průběh. Na Moravě zaujme nápadný plusový výkyv u doby bronzové, v Rakousku naopak minusový u neolitu. Má to pravděpodobně co do činění se stavem výzkumu, resp. se zvýšeným zájmem badatelů o dané období nebo to odráží intenzitu osídlení? V případě eneolitu v Rakousku můžeme vzhledem k poměrně kontinuální křivce na Moravě vzít v úvahu spíše stav bádání.

	Morava	Rakousko
Paleolit	32	1
Mezolit	4	1
Neolit	122	70
Eneolit	160	10
Bronz	357	89
Ppole	17	40
Halstat	56	36
Laten	141	44
Rim	121	50
Snarod	21	7
Rstred	290	71
Stredove		2
Pravek	91	
Neurčeno	70	2

Tab. 2 Počet komponent podle období.

	1.	2.	3.
Morava	bronz (357 lokalit)	rstred (293 lokalit)	eneolit (161 lokalit)
Rakousko	bronz (89 lokalit)	rstred (71 lokalit)	neolit (70 lokalit)

Tab. 3. Pořadí zastoupení období podle počtu lokalit na Moravě a v Rakousku.



Graf 1. Frekvence osídlení na Moravě a v Rakousku.

Jedním z klíčových způsobů získávání dat pro prostorovou archeologii je průzkum povrchovými sběry. Jeho metodiku zpracoval například Martin Kuna (Kuna 1994). V současné době probíhá na Ústavu archeologie v Brně projekt, který pomocí povrchových sběrů v okolí Břeclavi ověřuje kvalitu predikčního modelu vytvořeného J. Goláněm (Golán 2003). Z toho, co víme o dějinách výzkumu v sledované části Rakouska, vyplývá, že systematické sběry probíhaly na katastrech Hohenau, Rabesburgu a Ringelsdorfu čtvercovou metodou v rámci systematického průzkumu sídelních oblastí podél Moravy v letech 1982 – 84 (FÖ 27, s. 121 a dále). V průzkumech byly zahrnuty všechny zorané plochy okolo dnešních nebo ještě patrných dřívějších vodních toků. Nebyly zkoumány plochy mezi ochrannými hrázemi a Moravou. Jako výstup bylo vytyčeno centrum (koncentrace) výskytu, ne celý rozsah výskytu nálezů. V roce 2001 proběhly na katastru Ringelsdorfu další systematické sběry (FÖ 42, s. 635). Pohlédneme-li hluboko do historie, je vcelku zajímavé, že mezi léty 1936-40 místní badatelé využívali ke sbírání artefaktů školní mládež v době vyučování (např. katastr Gaiselbergu, FÖ 4, s. 5).

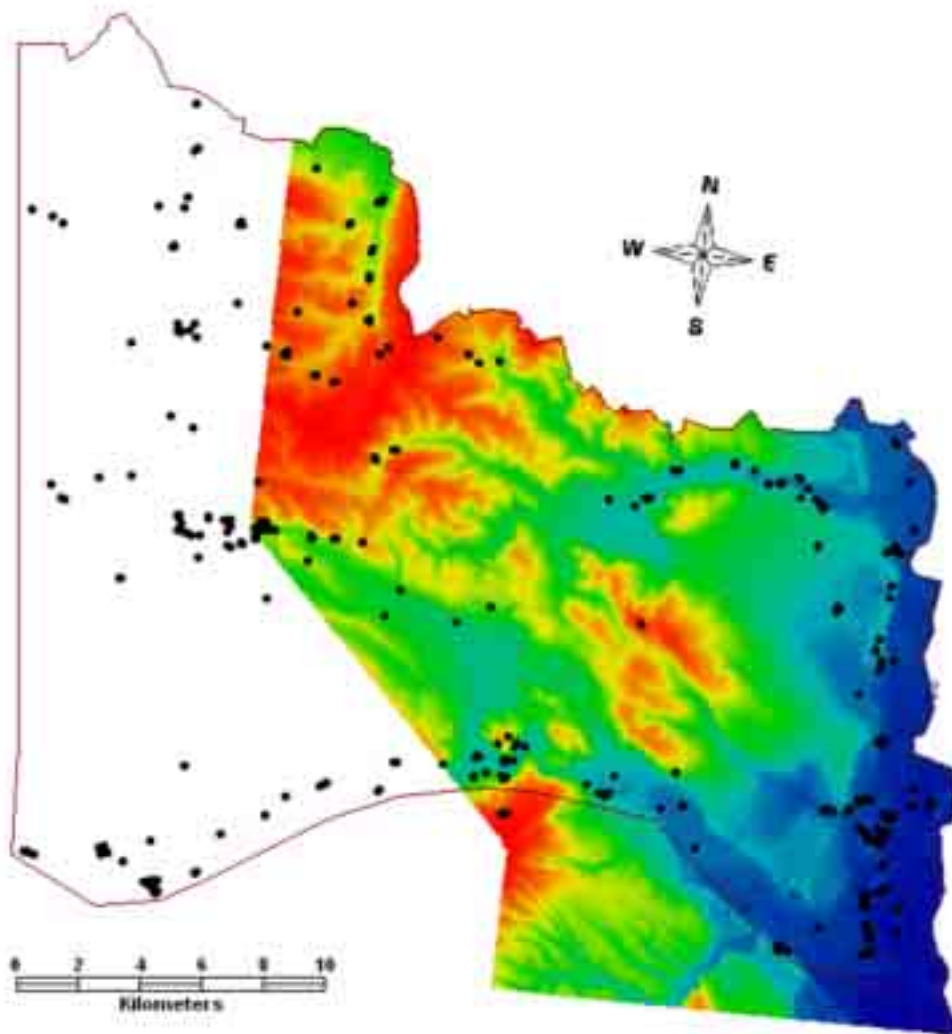
Ze všech rakouských archeologických komponent, které se mi ze zájmové oblasti podařilo shromáždit (*obr. 1*), tvoří nálezy s povahou sběru kolem 50% z celkového počtu 425 položek. Podíl systematických sběrů k náhodným nálezům je v rámci této skupiny je 1 : 3,16. Musíme přitom vzít v úvahu, že tento počet komponent vychází z 2-3 systematických akcí.

V databázi archeologických lokalit se vyskytuje více druhů lidských aktivit,

nejčastěji sídelního charakteru, reprezentované výskytem sídlištních objektů nebo nálezy keramiky a to i z povrchových sběrů. Méně četné jsou pohřební aktivity a výjimečně se vyskytují lokality s válečným nebo kultovním účelem (viz *tab. 4*).

Aktivita							
	sídlištní	pohřební	bojová	kultovní	jiná	neznámá	celkem
paleolit	1	0	0	0	0	0	1
mezolit	1	0	0	0	0	0	1
neolit	60	7	0	2	0	1	70
eneolit	9	1	0	0	0	0	10
bronz	58	24	0	0	7	0	89
ppole	36	3	0	0	0	1	40
halstat	26	10	0	0	0	0	36
laten	40	3	0	0	1	0	44
rim	46	3	1	0	0	0	50
snarod	1	6	0	0	0	0	7
rstred	49	21	0	0	0	1	71
stredovek	2	0	0	0	0	0	2
Celkem	331	79	1	2	8	3	

Tab. 4. Zastoupení aktivit podle počtu komponent.

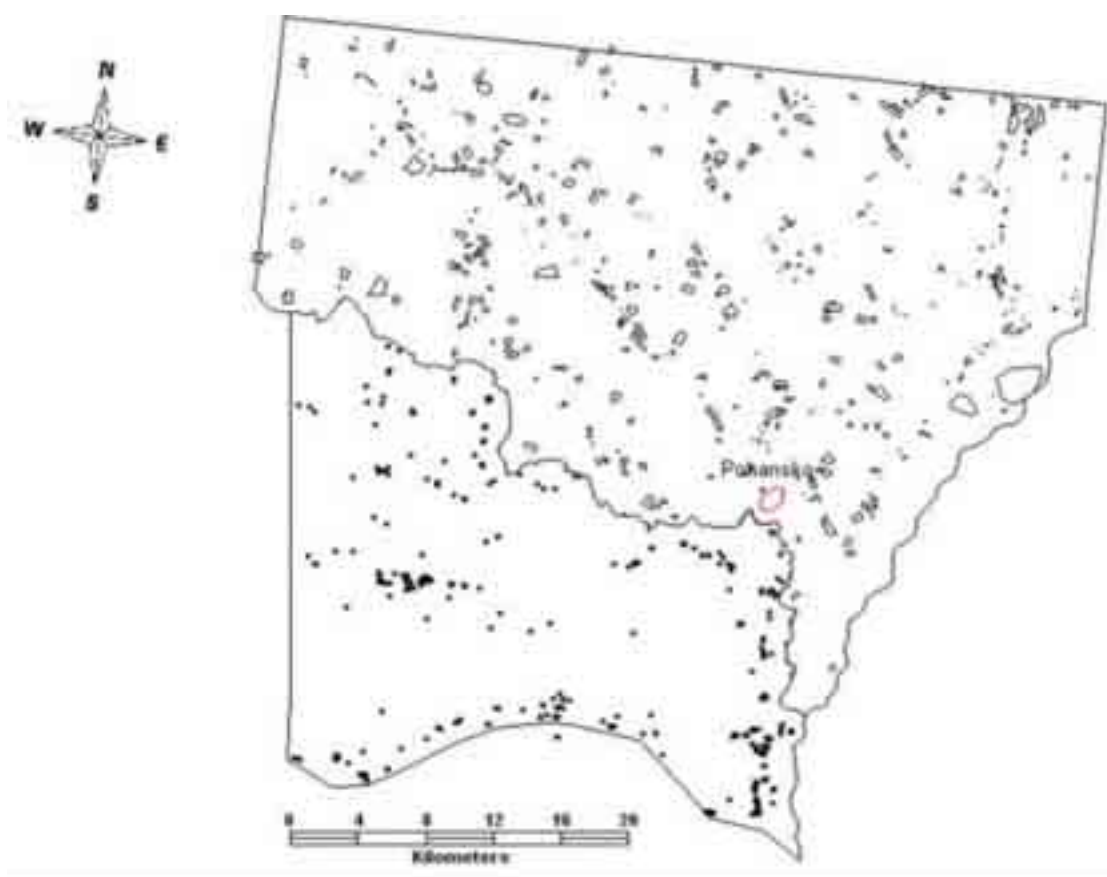


Obr. 1. Digitální výškopisný model (DEM) sledované oblasti s evidovanými archeologickými lokalitami.

Ze získané databáze vyplývá značný rozdíl ve stavu poznání na moravské a rakouské straně Dyje. Mezitím co čeští badatelé věnují plnou pozornost české straně hranice až k Dyji samotné, v Rakousku úroveň poznání, vyjádřená hustotou lokalit a charakterem jejich zkoumání směrem k Dyji klesá. Prostorově se zkoumané lokality koncentrují a až na jednotlivé výjimky chybí sofistikovaný archeologický průzkum. Sami badatelé kritizují mezery ve výzkumu (Neugebauer 1995, s. 86.; Friesinger 1978), zejména absenci systematických výzkumů, které např. v případě slovanských pohřebišť byly na území Weinviertelu prováděny jen zřídka a to ještě většinou jen jejich části (Friesinger 1978, s. 21). Zcela jiná situace je v okolí Dunaje, kde probíhaly kompletní systematické výzkumy slovanských pohřebišť.

Obecně vzato, registrované lokality tvoří v programu GIS na první pohled jasné enklávy, vázané zejména na povodí důležitých vodotečí. Zobrazíme-li si ve stejné

mapě i území s archeologickými nálezy podle databáze SAS (obr. 2), tak je zřejmé, že na česká straně jsou známé archeologické lokality rozloženy hustěji a rovnoměrněji. Až 50% nálezů z Rakouska má hodnotu sběrů (v SASu 39%), které mají podle údajů v literatuře většinou charakter ojedinělých nálezů učiněných vlastníky pozemku. Pro orientaci ve srovnání kvantity informací uvádím průměrný počet lokalizovaných komponent na jeden km²: SAS 1,294 lokality, Rakousko 0,736 lokality na 1 km².



Obr. 2. Rozložení archeologických lokalit ve sledované oblasti Dolního Rakouska a v přílehlající části České republiky (podle SAS).

Rakouská archeologie se v oblasti Weinviertelu soustředí na klíčové lokality, menším výzkumům již nevěnuje takovou pozornost, a to ani při vlastní terénní práci. Negativní roli zde zejména hrají i přírodní podmínky, díky nimž jsou mělce zahloubeného archeologické objekty, ale i žárové a některé kostrové hroby silně narušeny splachem půdy. Značný vliv na tyto procesy má antropogenní eroze a intenzivní zemědělství. To ovlivňuje i počet provedených záchranných výzkumů (Neugebauer 1995).

Chronickým problémem rakouských archeologických dat je úplná absence

centrální databáze. Získávání informací z periodika FÖ se ukázalo jako časově náročné a ve svém důsledku kvalitativně nedostačující. Značná část záznamů *nebyla kompletní*. Chyběly zde okolnosti nálezů, přesnější datování³ (37% položek), přesnější lokalizace⁴ (42% položek). FÖ je dobře přístupným zdrojem informací, ale jeho úskalím je slabá konzistence dat. U jednotlivých nálezů nebo méně důležitých lokalit se často popis polohy omezuje na hrubé označení trati. Pokud se jedná o výzkum, je zpravidla jeho přesná poloha uvedena v milimetrech od severní a západní sekční čáry mapy Österreichische Karte 1:50 000, někdy je však i v těchto případech popis neúplný. Je to logický důsledek snahy uchránit archeologická naleziště před nájedzy amatérských nadšenců. Vyskytují se zde i vyložené chyby v podobě duplicitních informací, špatné lokalizace či zařazení polohy do jiného katastru. Pro přesné analýzy pomocí aplikací GIS nejsou tyto data kvůli malé přesnosti příliš vhodné.

Exkurs: Lokality raného středověku

V původní seminární práci je popsáno každé archeologické období zvlášť, zde jen shrnuji slovanské období, na které byla kladena zvláštní pozornost. U lokalit ze slovanského období jsem vydefinoval osady, z nichž některé tvořily zemědělské zázemí hradiska (Bernhardsthal) a ostatní byly minimálně součástí obchodní sítě (Hohenau, Ringelsdorf). Na těchto katastrech jsou zřetelné značné koncentrace sídlištního materiálu i v místech, kde osada zatím zkoumána nebyla. Předpokládá se v těchto místech velká hustota osídlení. V případě katastru Ringelsdorfu můžeme zároveň uvažovat o zatím nepotvrzené existenci opevněné osady.

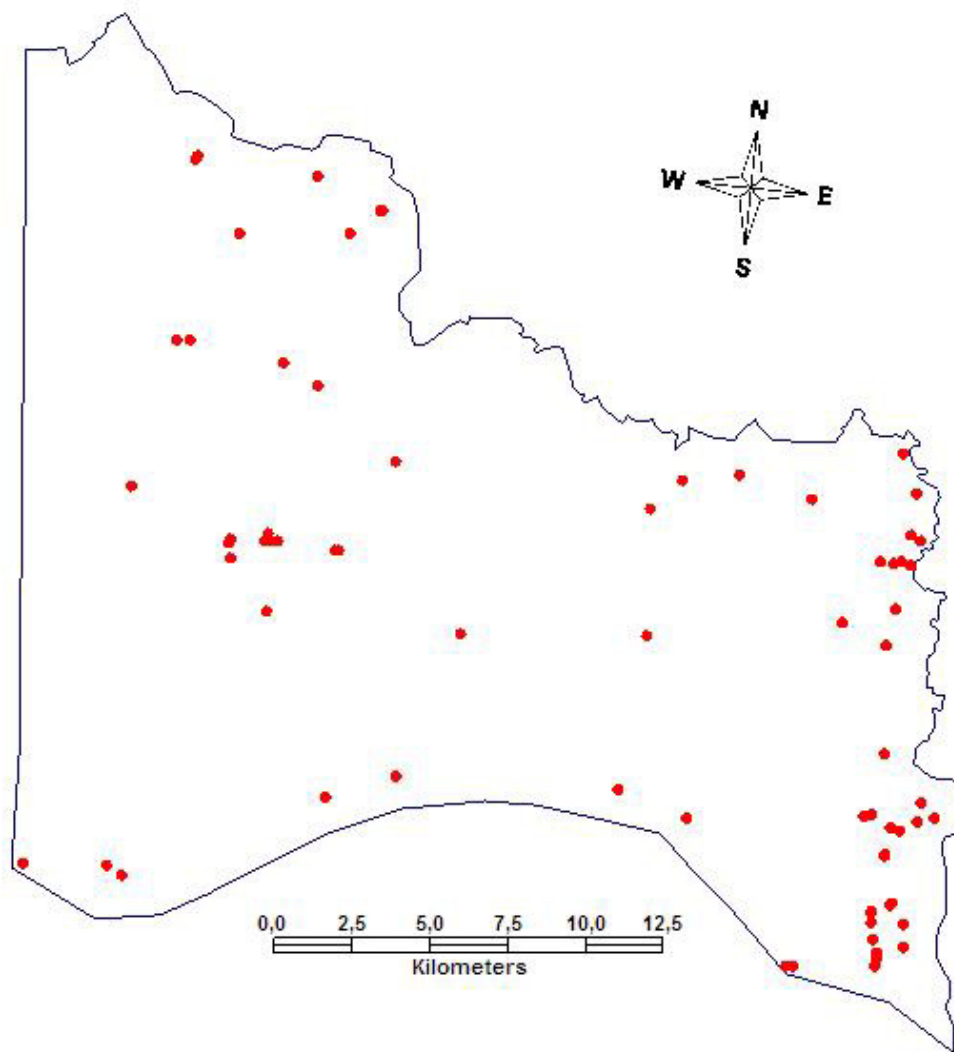
Trend uvolňování z avarského područí vyvrcholil u Slovanů vznikem Sámova kmenového svazu, jehož rozsah není přesně znám, ale předpokládá se jeho vliv i na území Weinviertelu. Dokladem nejstarší osídlovací vlny jsou časně slovanská sídliště a žárové pohřebiště s keramikou pražského typu v Hohenau a. d. March a v Poysdorfu a avarsko – slovanské pohřebiště v Mistelbachu v prostoru nemocnice (Justová 1990, Měřínský 1980, Neugebauer 1995, Friesinger 1978). Pro zodpovězení všech otázek je to však příliš malý soubor, obecně se předpokládá, že oblast severně od Dunaje byla v

³ Přesnějším datováním je myšleno zařazení ke kulturní příslušnosti nebo fázi v rámci archeologického období, případně absolutní datování.

⁴ Přesnější lokalizací je myšleno milimetrové odměření od sekční čáry nebo alespoň slovní popis, na základě kterého se dá naleziště úspěšně lokalizovat.

období avarského kaganátu v 6. – 8. století řídce osídlena a pro další studium chybí odpovídající sídlištní nálezy. H. Friesinger se v této souvislosti pozastavil nad stavem výzkumu v Rakousku a jako příklad uvádí „intenzivní, příkladné terénní práce na Moravě, kde mohly být vypracovány již dva předvelkomoravské sídlištní horizonty“ (Friesinger 1978).

Pro období 9. a 10. století jsou naše znalosti již rozsáhlejší, tato oblast náležela do sféry vlivu Velkomoravské říše. Jak lze názorně dokumentovat na **obr. 3**, raně středověké lokality se soustřeďují v údolní nivě Dyje a Moravy, což odpovídá dosud zjištěným obecným poznatkům. Síť zemědělských osad vznikala za účelem potravinového zásobování správních center, kterým bylo pro tuto oblast blízké hradiště Břeclav – Pohansko (např. Macháček 2005, Měřínský 1980). V nejbližším okolí Břeclavi - Pohanska se nalézá sídliště v trati Aulüssen u Bernhardsthalu, které tímto můžeme považovat za součást zemědělského zázemí. Poněkud dále na jih se nacházejí na terase řeky Moravy na okraji lužního lesa, na rozhraní nivy a terasy další doklady slovanského osídlení. I u nich můžeme předpokládat, když ne přímé zásobování, tak určitě živé obchodní kontakty. Jedná se o sídliště v katastrech Hohenau a Ringelsdorf odhalené systematickým povrchovým sběrem. V případě Ringelsdorfu vede enormní hustota slovanských nálezů k úvaze, jestli se v těchto místech nenacházela nějaká další opevněná poloha, což naznačil již Měřínský 1980, nebo alespoň další ze zemědělských osad sloužících k zásobování Pohanska, či jiného, zatím neodhaleného centra.



Obr. 3. Archeologické lokality raně středověkého stáří ze sledované oblasti.

Zdroje digitálních dat

Pro území Rakouska lze získat geografická data jen běžnou komerční objednávkou potřebných vektorových vrstev u úřadu BEV. Objednávka probíhá prostřednictvím webových stránek a předpokládá se vytvoření polygonu v podporovaném koordinačním systému, podle kterého pracovníci BEV vytvoří požadovaný soubor dat. Pro potřeby prostorové archeologie jsou vhodné zejména výškopisné vektory a vektory vodních ploch a toků. Cena mnou použité formy digitálního výškopisu (DGM – Höhenlinien) se pohybuje od 0,25 € (ekvidistance 20 metrů) do 2 € (ekvidistance 5 metrů) za km². V nabídce systémů, ve kterých se data poskytují, se nenachází S-JTSK, je proto zapotřebí si data převést.

Specifickým pramenem je letecká fotografie. Pracovištěm, které se touto metodou

zabývá je například Institut pro pravěk a raný středověk ve Vídni. V případě zájmu o jejich využití je nutné se obrátit přímo na jeho pracovníky.

Struktura dat poskytovaných BEV (výběr)

Ortofota

Barevné i černobílé v měřítku 1:25 000, 1: 50 000.

Systémy BMN a UTM.

Letecké fotografie

Digitální model krajiny (Digitales Landschaftsmodell, DLM)

Vrstvy: doprava, sídla, vodstvo, geografické názvy aj. Neobsahuje vektory vrstevnic, pouze údaje o nadmořské výšce.

Digitální výškopisný model (Digitales Geländehöhenmodell (DGM))

Ve formě výškopisného rastru (Höhenraster) vhodné pro kartografii, ochranu životního prostředí, práci v oblastech geologie, hydrologie a zemědělství. Spolupracuje s ortofotografiemi a podává detailní informaci o topografii Rakouska. Lze z něj interpolovat rastr ve zvolené velikosti. Standardně se dodává v systému MGI, projekce Gauß-Krüger, ale možná je volba systémů UTM, Lambert a další. Cena se pohybuje od 0,50 € za km² (velikost rastru 50 m) do 3 € za km² (velikost rastru 10 m).

Zřejmě nejvhodnější pro aplikace GIS v archeologii je forma vektorového výškopisu (Höhenlinien). Ten se dodává ve formátu DXF pro AutoCAD.

Digitální mapy

Kartografický model, rastrový i vektorový.

Odvozen z map 1:50 000. Skládá se z vlastní geometrie a jejích atributů (vrstevnice a hodnota nadmořské výšky).

Klasické fyzické mapy (1:25 000, 1:50 000)

mapy 1:25 000 jsou odvozeny ze základních map Österreichische Karte 1:50 000, liší se pouze značením cest. V krajním případě je možná manuální digitalizace.

Katastrální mapy

Katastrální mapy jsou zvláštním, ale důležitým zdrojem, který je k dispozici online na webových stránkách BEV. Fundberichte v množství případů lokalizují popisovanou situaci pomocí parcelního čísla. Obezřetnost vzhledem ke změnám, jež během času docházely v oblasti katastrální evidence, je na místě.

Projekt MUFDARCH

V minulosti proběhly pokusy uspořádat archeologická data v Rakousku do elektronické databáze. Tuto archeologickou databázi s názvem „MUFDARCH“ zpracovával Institut pro pravěk a raný středověk ve Vídni. Projekt nebyl zaměřen plošně, ale omezoval se na oblast údolí Kampy mezi Hornem a ústím Kampy do Dunaje (NIKITSCH 1989). Jako identifikátor naleziště fungovalo pětimístné číslo, které bylo generováno úřadem BEV pro každé katastrální území. Za pomlkou bylo doplněno trojmístným číslem, které označovalo číslo lokality v daném katastrálním území. Vzhledem k laxnímu označení naleziště z úst amatérských badatelů zejména ve starší literatuře se zavedla stupnice čtyř úrovní kvality lokalizace. Podobný systém je i v mé databázi. Struktura databáze ovšem, jak vyplývá z ukázek, dovozovala jen heslovitou charakteristiku (NIKITSCH 1989). Data byla propojena s mapovým záznamem v kvalitě odpovídající roku vzniku.

Shrnutí

Je nutné konstatovat, že ve srovnání s možnostmi SASu nebo Archeologické databáze Čech je kvalita dostupných archeologických dat z Rakouska nízká. Těmto podmínkám je nutné přizpůsobit celý systém otázek, který si badatel při definování cíle výzkumu stanoví. Rakouský BDA používá dodnes pro lokalizaci archeologických lokalit mapy v nevhodném měřítku 1:50 000. To lze chápat jako jeden ze zásadních nedostatků, které podmiňují stav aplikace prostředků GIS a počítačové podpory v rakouské archeologii vůbec. Možnosti analýz typických pro prostorovou archeologii jsou tím značně limitovány, neboť velké polohové zkreslení záznamu v tomto měřítku mapy dovoluje jen základní úvahy. Exaktní statistický přístup aplikovaný například Jiřím Goláněm pro predikci archeologických lokalit na základě informačních vrstev zde nemá uspokojivý výsledek.

Pro přesnější prostorově archeologické analýzy zatím není na sledovaném území Rakouska dostatečná pramenná základna. Vzhledem k probíhajícím systematickým sběrům v okolí Břeclavi by proto bylo nejvhodnější podniknout průzkum povrchovými sběry i na pravé straně Dyje. Vzhledem k systému lokalizace

archeologických lokalit podle parcelních čísel je dále pro důsledný výzkum potřebná konzultace s rakouskými katastrálními mapami. Tyto jsou k dispozici online na webových stránkách ústavu BEV.

Rovněž koncentrace na jeden pramen (Fundberichte), který je navíc nedůsledný, a zjevná neochota rakouského Památkového úřadu komunikovat, podmiňuje kvalitu práce českého badatele. Řada Fundberichte aus Österreich, spolu s dalšími tištěnými zdroji přesto zůstává pro českého badatele nejdostupnějším a nejvhodnějším pramenem. Podrobnější archeologická data z Rakouska nejsou v České republice dostupná a elektronická databáze obdobná našemu SASu, která by celý systém sjednotila a zpřístupnila, v Rakousku neexistuje (např. M. Doneus, Universität Wien, písemné sdělení).

Lepší situace není ani v oblasti geografických dat, jejichž pořízení bývá často nejnákladnější položkou v procesu shromažďování podkladů. Zde slouží úřad BEV opět jako jediný poskytovatel digitálních dat. Využití jeho služeb je však nákladná záležitost i pro domácí badatele. BEV nemá žádný systém výhod pro vědecké instituce jak domácí, tak zahraniční.

Z komplexu uvedených důvodů jasně vyplývá nedostatečná připravenost rakouské archeologie k aplikaci prostředků GIS a řešení problémů prostorové archeologie.

Literatura

- Baštová, D. – Krušinová, L. – Sklenářová, Z. – Volfík, P. 1996: Státní archeologický seznam, Uživatelská příručka, verze 1.1, Praha.
- Friesinger, H. 1965: Beiträge zur Besiedlungsgeschichte des nördlichen Niederösterreich im 9.-11. Jahrhundert., ArchA 37, s. 79-114.
- Friesinger, H. 1978: Die Slawen in Niederösterreich, Beiträge der Frühmittelalterarchäologie, St. Pölten – Wien.
- Golán, J. 2003: Archeologické prediktivní modelování pomocí geografických informačních systémů. Na příkladu území jihovýchodní Moravy, rukopis disertační práce, Brno.
- Justová, J. 1990: Dolnorakouské Podunají v raném středověku, Praha.
- Macháček, J. 1997: Počítačová podpora v archeologii, Brno.
- Macháček, J. 2005: Raně středověké Pohansko u Břeclavi: munitio, palatium nebo emporium moravských panovníků?, AR 58, s. 100-138.
- Měřínský, Z. 1980: Slovanské osídlení 6.-10. století na dolní Dyji a Moravě, In: Slované 6.-10. století: sborník referátů ze symposia Břeclav-Pohansko 1978, s. 191 – 202.

- Měřínský, Z. 2002: České země od příchodu Slovanů po Velkou Moravu. I., Brno.
- Mitscha-Märheim, H. 1962: Die Ur- und Frühgeschichtliche Besiedlung des nö. Weinviertels, MUAGW 13, s. 35 – 63.
- Neugebauer, J.-W. 1995: Archäologie in Niederösterreich, Poysdorf und das Weinviertel, St. Pölten – Wien.
- Neustupný, E. 2003: Příspěvky k prostorové archeologii, Plzeň.
- Nikitsch, R. 1989: Die archäologische Datenbank „MUFDARCH“, ArchA 73, s. 1 – 12.

Seznam zkratk:

BDA – Bundesdenkmalamt

BEV – Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

FÖ – Fundberichte aus Österreich

SAS – Státní archeologický seznam

Summary

Geographical and archaeological-spatial data from Austria and its possible application

The quality of archaeological and digital geographical data in Austria

The present contribution is based on a seminar work submitted at the Institute of Archaeology and Museology of the Faculty of Arts in Brno in 2005. It is part of a project studying the prehistoric and early mediaeval settlement of the Dyje region in the area of the Břeclav – Pohansko fortified site. The work was aimed at processing a database of archaeological sites within a given region in Austria, creating a geographic information system from the available data and a basic analysis of the data. It attempted to capture the possible agricultural hinterland of the fortified site, including the Austrian territory, prepare the methodology of working in cross-border areas and critically evaluate the quality of the available Austrian data.

Brief characteristics of the region

The area of the Austrian Weinviertel region, for which the database was processed is about 577 km². In the north it is delineated by the river Dyje (Thaya), or the Czech border, in the east first by the river Dyje and then the Morava. The southern boundary of the area under observation follows the river Zaya which is a tributary of the Morava. In the west it is delimited by the line connecting Mistelbach and Mikulov.

Archaeological data

Information concerning archaeological sites is gathered by the Bundesdenkmalamt Österreich (further as the BDA). The BDA publishes the *Fundberichte aus Österreich* journal (further as FÖ) which served as the principle, although not the only, source. The problem with FÖ is the scarcity of information on the circumstances of the find and its location. As far as excavation is concerned its exact location is usually plotted in millimetres from the north and west section line in the *Österreichische Karte 1:50 000* (further as the ÖK), although sometimes the description is also incomplete. This is due to the efforts made towards protecting archaeological sites against the raids of amateur enthusiasts. A great handicap is the absence of an electronic database of archaeological data which would unify the system and make it accessible, as well the concentration on a single source (*Fundberichte*) and the unwillingness of the Austrian Bundesdenkmalamt to communicate.

Extracting archaeological data from the *Fundberichte* journal proved to be insufficient in terms of data integrity. In 37% of records the circumstances of the find were not mentioned, 42% of records lacked exact dating. More detailed archaeological data from Austria is not available in the Czech Republic and with regards to its use in GIS extraction from the archive of the Bundesdenkmalamt it is not very helpful either. At the same time the available information should be approached cautiously as it may contain duplicate information, incorrect location or the location may be included within another cadaster.

From the viewpoint of locating the archaeological sites the Austrian BDA uses maps at the 1:50 000 scale which is inappropriate for this purpose. This is a crucial drawback which is at the heart of the current situation with the application of the GIS tools and computer support in Austrian archaeology as a whole. In order to facilitate easier future filtration of items unsuitable for spatial analysis it was necessary that a four level characteristics of the location detail was introduced. Level 1 is the most accurate level, number 4 is the most vague location detail (such as the name of cadastre only). Given that the BDA plots the sites into maps at the 1:50 000 scale even the quality attribute of "1" suggests inaccuracy as the map scale produces a bias.

The digitization process

The maps of sites in the GIS environment were created using large format scans of the *Österreichische Karte 1:50 000* map referenced to the Czech S-JTSK projection system. The transfer of coordinates between the different systems of coordinates can be facilitated, for example, by the VISUAL MATKART software. After locating the

site, by means of a ruler, in the physical map an adequate vector (point) was created based on its raster digital form.

Evaluation of the archaeological data

Compared to the potential of the SAS the quality of the available archaeological data from Austria is rather poor and there is a gap between the achieved level of knowledge on the Moravian and the Austrian side of the Dyje. Presently there is no sufficient source base for a more detailed spatial archaeological analysis in the Austrian region under observation. It would be beneficial to systematically investigate by surface collections the right-hand side of the Dyje as well. As a comparison, the average number of identified components per 1 km² is 1.294 site per km² in the Czech Republic (SAS) and 0.736 site per 1 km² in Austria. Apart from rare exceptions, sophisticated archaeological excavation is absent. Up to 50% of finds are collections (as opposed to 39% in the SAS), mainly with a nature of isolated finds.

Austrian archaeology concentrates on the key sites, and small scale investigations are not paid enough attention including the field work itself. The role of the external conditions in Weinviertel should not be underestimated (erosion, anthropogenous erosion and intensive agriculture).

The end result of the above conditions is that there is a low level of preparedness of Austrian archaeology to cope with the problems of spatial archaeology.

Digital data sources

Future analysis cannot do without an elevation model of the region. For areas in Austria the only way of obtaining geographical data is a standard commercial process by placing an order for the required vector layers with the main Austrian provider – the Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (further as the BEV). However, using its services is expensive even for local researchers. The BEV has no system of advantages for scientific institutions, either from home or abroad.

Spatial archaeology can take advantage mainly of elevation vectors and the vectors of water surfaces and streams. The price of the particular form of digital elevation map used (DGM-Höhenlinien) provided in the DXF format compatible with AutoCAD varies from 0.25€ (an equidistance of 20 metres) up to 2€ (an equidistance of 5 metres) per km².

The MUFDARCH project

In the past there were attempts to organize archaeological data in Austria into an electronic database. The “MUFDARCH” archaeological database was developed by

the Institute for Prehistory and the Early Middle Ages in Vienna. The project was restricted to the area in the Kamp valley between the town of Horn and the Kamp confluence with the Danube (NIKITSCH 1989) and also required the introduction of a scale of four levels of the location accuracy. The structure of the database only allowed for keyword characteristics (NIKITSCH 1989). The data was linked to a map record. There are no current attempts to revitalize the project.

Geografické a archeologické priestorové dáta z územia Slovenska - Tomáš Tencer

Abstrakt

Článok zhromažďuje informácie o tvorbe databáze komponent ležiacich na uzemí okresu Senica (Slovensko). Poskytuje prehľad informačných zdrojov dostupných pre toto územie. Zároveň upozorňuje na ich nedostatky.

The article sums up information on the creating of a database of archaeological components situated in the area of the Senica district (Slovakia). It provides an overview of the information sources available for this area and it also highlights their shortcomings.

Klíčová slova

archeologie, databáze, Senica, GIS, Slovensko

archaeology, database, Senica, GIS, Slovakia

Úvod

Nasledujúci príspevok je zhrnutím poznatkov získaných pri spracovaní seminárnej práce na Ústave archeológie a muzeológie na Masarykovej univerzite. Pôvodným cieľom mojej práce bolo tematicky naviazať na dizertačnú prácu Jiřího Goláňa (Goláň, 2003) a pokúsiť sa pomocou geografických informačných systémov (ďalej len GIS) na základe stanovených znakov osídlenia v daných obdobiach predikovať archeologické lokality na zvolenom území. Vzhľadom k odlišnému prístupu k evidencii archeologických nálezov a akcií, medzi Českou a Slovenskou republikou, sa cieľom mojej práce sa stalo vytvorenie databáze archeologických lokalít na území bývalého okresu Senica, spracovanie dostupných informačných zdrojov a teda príprava základov pre ďalšie práce a analýzy. Ďalším krokom sa stalo vytvorenie geograficko-informačného systému mnou spracovaného územia a základné analýzy získaných údajov. V práci som sa sústredil na územie Záhoria, ležiace na západnom okraji Slovenska, no poznatky, ktoré som nazhromaždil počas prípravy, vypovedajú o stave a dostupnosti archeologických a geografických dát v rámci celého územia Slovenska.

Vymedzenie oblasti

Mnou sledované územie sa rozkladá na východnom brehu rieky Moravy, konkrétne je to oblasť Záhoria. Vybrané územie potom tvorí oblasť, do roku 1996 spadajúcu pod správu okresu Senica. Dnes je Senický okres rozdelený na 4 časti, pričom centrálna časť zostala pod mestom Senica a následne vznikli okresy Skalica, Myjava a časť pripadla okresu Malacky. Vzhľadom ku skutočnosti, že archív Archeologického Ústavu SAV je radený podľa katastrov obcí, nedošlo ku komplikáciám. Mnou vybraná rozloha okresu je limitovaná na západnej strane hranicou s Českou republikou, kde prírodnú bariéru tvorí, v tej oblasti najväčšia rieka, Morava. Územie taktiež susedí s územím Rakúska, kde je opäť hranicou rieka Morava a to až po jej spojenie s ľavo brežným prítokom - riečkou Rudava. Tento malý vodný tok je čiastočne aj južnou hranicou územia, ktoré by sme mohli taktiež vymedziť umelou líniou Veľké Leváre – Rohožník. Východná hranica je tvorená Malými Karpatmi, ktoré pri prechode v Biele Karpaty uzatvárajú sledované územie na severe, spolu so štátnou hranicou s Českou republikou, približne na ose Myjava - Hodonín.

Územie bolo vybrané s ohľadom na oblasť Podyjí na Morave a oblasť Weinviertel v Dolnom Rakúsku. Na oboch územiach prebehol podobný zber informácií, aj keď na každom z nich v inej kvalite. Spolu s týmito oblasťami tvorí mnou skúmaný polygón akýsi celok, na ktorom možno predpokladať rovnaký charakter osídlenia, keďže v minulosti neexistovali hranice medzi štátmi, resp. ani štáty v týchto polohách. Hranice týchto území sa ustálili v 11. až 12. storočí a približne do 10. storočia bola táto oblasť jedným kultúrnym celkom spolu s priľahlými oblasťami Rakúska – Moravským poľom a Moravskou oblasťou Podyjí (Měřínský 1980, Neugebauer 1995).

Je jasné, že s narastajúcou vzdialenosťou sa aj sídliská dostávali do ovplyvnenia inými oblasťami. Skúmané územie bolo zámerne vyznačené až po maximálnu hranicu možného výskytu osídlenia, ktoré by mohlo byť ovplyvňované z oblasti Weinviertlu a JV Moravského Podyjí.

Pre možnosť porovnania, respektíve väčšej pestrosti nadmorských výšok, tu bolo začlenené aj územie západnej strany Malých Karpát, kde sa nachádzajú jaskynné lokality. Tým vznikla možnosť odskúšať analýzu v takto členitom teréne.

Prírodné prostredie

Na území Senického okresu stúpa nadmorská výška od povodia sútoku Moravy a Dyje, kde sa pohybuje v hodnotách okolo 150 m. n. m., až k výške 700 m. n. m. na vrcholoch Malých Karpát.

Územie Záhorskej nížiny sa dá rozdeliť na 2 časti: v severovýchodnej časti prevláda

krajinný typ zvlnenej roviny, tvorenej mocnými nánosmi naviatych pieskov. Ten je spestrený menšími plochami medzidunových zníženín, slatiných rašelinísk a močiarov s prevahou lesných spoločenstiev. Táto časť je ovplyvnená veternými procesmi súvisiacimi s prenosom piesku. Reliéf tvoria presypové valy, vetrom zvlnené pokrovy, bachrany, oblé presypy a duny polmesiacovitého tvaru. Piesok neobsahuje vápno, preto sa v ňom ťažko vytvára humus. V prírodnom stave je neúrodný, tvorí ho takmer čistý kremencový piesok, ktorý nezadržiava vodu. Je málo pravdepodobné, že táto oblasť bude obsahovať stopy osídlenia. Smerom k severu sa zo Záhorskej nížiny zdvíha Chvojnická a Myjavská pahorkatina, ktorá prechádza do masívu Bielych Karpát.

V západnej časti územia prevládajú dva typy krajiny. Nívná časť, tzv. dolnomoravská niva, je rovinatá s viacerými živými a mŕtvymi riečnymi ramenami a so spoločenstvami lužných lesov a lúk. Rozsiahle mokré kosné lúky so zachovalou prirodzenou skladbou trávnatých porastov na nive Moravy sú popri značnom ekonomickom prínose jedinečnou ukázkou krajiny lužných lesov a lúk, ktorá na Slovensku už nemá v súčasnosti obdobu. Východne potom prechádza krajina do mierne zvlneného typu so zvyškami riečnych terás Moravy, lokálnymi ostrovmi naviatych pieskov i menších dún a s prevažne upravenými vodnými tokmi a vodnými plochami. Práve tieto piesočné duny sú často považované za miesta vhodné na osídlenie a to hlavne v nive rieky Moravy. Jedná sa o eolitickú činnosťou vzniknuté terénne útvary, ktoré v Borskej nížine dosahujú výšky výnimočne až 25 metrov a tvoria spojené valy až 8 kilometrov dlhé.

Druhým regiónom sú Biele Karpaty, flyšové pohorie v dĺžke 80 km v oblasti Slovensko-moravských Karpát. Charakteristické sú mäkko modelované tvary flyšovej časti pohoria a morfológicky výrazné prvky bradlového pásma.

Posledný celok na sledovanom území sú samotné Malé Karpaty. Tento geomorfologický celok, ktorým sa začína veľký Stredoeurópsky oblúk, sa tiahne v dĺžke asi 100 km od Hainburgu v Rakúsku po Nové Mesto nad Váhom na Slovensku. Vznikol v druhohorách a preto sú preň charakteristické krasové fenomény. V plaveckom krase leží množstvo jaskynných archeologických lokalít.

Zdroje Archeologických dát

Ako prvý informačný zdroj pre tvorbu databáze, ktorá slúžila ako hlavný prameň, som vybral Pramene k dejinám osídlenia Slovenska z konca 5. až 13. storočia (Bialeková 1989). Pristúpil som k tomu jednak z dôvodu, že prameň obsahuje lokality z obdobia stredoveku, ktoré sú pre výskumný zámer spracovávaný na našej univerzite

najdôležitejšie a zároveň sa jedná už o spísané lokality s jednotnou lokalizáciou a popisom. Databáza a systém práce v GIS tak mohol byť odskúšaný na jednotnom celku a prípadne doladený. Práca je prehľadná, avšak chýba presná lokalizácia u niektorých starších nálezov a nejednotné je aj udávanie milimetrových súradníc na mape, či chýb pri čítaní čísla mapy. Po kompletizácii údajov z predošlého zdroja som pristúpil k spracovaniu 'Súpisu archeologických lokalít a nálezov' v zbierke Vladimíra Jamárika.

Vladimír Jamárik (*1921) je učiteľ v penzii, amatérsky archeológ, spolupracovník AU SAV a člen Slovenskej archeologickej a Slovenskej historickej spoločnosti. Počas pôsobenia na Záhori sa sústavne venoval archeologickému prieskumu Záhoria ako aj Myjavskej pahorkatiny. Medzi jeho najdôležitejšie objavy patrí nález troch mincových pokladov z Kunova, Senice a Hlbokého a neolitické nálezy z okolia obce Kunov (dnes časť mesta Senica), kde aj žil. Všetky nálezy, ako som sa mohol v archíve SAV sám presvedčiť, poctivo hlásil v početných listoch SNM či AU SAV. V roku 1983 daroval Záhorskému múzeu zbierku svojich archeologických nálezov, ktorú následne spracoval M. Říha. (Říha, 1986). Jedná sa o najrozsiahlejší prameň na území Senice, ktorý vznikol vďaka amatérskemu archeológovi. Možno povedať, že informácie uvedené v súpise sú pre moju prácu dostačujúce. Všetky obsahujú zameranie na mape mierky 1:10 000 a podľa vyjadrenia súčasnej riaditeľky múzea PhDr. Viery Drahošovej aj spôsob odčítania milimetrových súradníc z mapy je jednotný. Okrem udania obce, v ktorej katastrálnom území sa lokalita nachádza, názvu polohy, kultúrneho určenia a aktivity, súbor obsahuje aj záznamy o movitých nálezoch a ich uložení. Záznam o movitom náleze bol tiež zanesený do databáze, avšak vo forme postačujúcej pre bádanie a použitie v tejto práci. Tento súbor informácií pochádza až na výnimky z povrchových zberov. Súbor obsahoval 275 komponent z 32 obcí okresu Senica a tvorí 47 percent.

Medzi ďalšie mnou použité archeologické pramene patrili Archeologické výskumy a nálezy na Slovensku (AVANS). AVANS je neperiodickou sériou určenou na študijné, vedecké a informačné účely odborníkom v archeológii a formou odborných príspevkov poskytuje kompletnú informáciu a celkový prehľad o výsledkoch archeologických výskumov a prieskumov, ako aj prehľad o náhodných a ojedinelých nálezoch za uplynulý kalendárny rok z celého územia Slovenska. Z toho som predpokladal, že nálezy uskutočnené medzi rokmi 1972, kedy začalo AVANS vychádzať a rokom 2003 teda ostatným ročníkom, budú v nich obsiahnuté. V periodiku sa vyskytuje súbor kvalitatívne a hlavne kvantitatívne nesúrodých údajov. AVANS poskytuje prehľadný súbor, vhodný pre tvorbu mojej práce až do roku 1996, kedy z dôvodov utajenia archeologických nálezov pred „vykrádačmi“ bolo

nutné neuvádzať podrobnú lokalizáciu nálezísk. Hlavným problémom tohto informačného zdroja je jeho neperiodicita. Tá spôsobuje roztrieštenosť publikovania nálezov do viacerých periodík, čo vytvorenie celkového obrazu osídlenia len sťažuje. Pre overenie skutočnej existencie nálezísk a pre zistenie nálezísk nových je treba zažiadať o vstup do archívu.

Archív AÚ SAV čítajúci viac ako 15 000 nálezových správ od roku 1939, ďalej obsahuje hlásenia o terénnej aktivite, archív plánov a mapové diela z územia Slovenska v rôznych mierkach a evidenciu stavebných vyjadrení (zhromažďuje požiadavky stavebníkov a vyjadrenia k stavbám). Ako doplnok slúži Archív negatívov a diapozitívov, ktorý zhromažďuje fotodokumentáciu terénnych výskumov a jednotlivých nálezov. Tento archív obsahuje 136 500 kusov negatívov predmetov, 126 000 kusov negatívov terénu a okolo 30 000 kusov diapozitívov. Návštevník môže materiál študovať v priestoroch archívu s písomným súhlasom riaditeľa ústavu a v prítomnosti zodpovedného pracovníka. Pokiaľ ide o nepublikovaný materiál, je potrebný aj písomný súhlas autora. Treba sa riadiť ustanoveniami zákona č.395/2002 Z.z. a Autorským zákonom.

Celkovo možno systém zhromažďovania a prístupnosti archeologických dát na Slovensku považovať za nedostačujúci a v porovnaní s Českou republikou veľmi zastaralý. Na Slovensku doposiaľ neexistuje databáza archeologických lokalít. Snahy o jej vznik sa objavujú od 70. rokov, kedy sa objavila snaha o integráciu informačných technológií v archíve Archeologického ústavu SAV. Bolo vytvorené oddelenie vedecko-technických informácií (VTI) a vzhľadom na vtedy dostupnú technológiu a kvantitu zdrojov, bol pôvodne zvolený málo mechanizačný selekčný systém s priehľadovou lístkovnicou, ktorý s postupom doby zastarával a bol vymieňaný za novšie technológie. V priebehu rokov sa tvorili nové postupy a skúšali nové technológie. Základom bolo predovšetkým vytvorenie heslára (súpis sledovaných hľadísk a deskriptorov, hesiel). Pri jeho tvorbe sa zvolil postup po ročníkoch. Tento spôsob sa ukázal ako nevhodný predovšetkým kvôli skutočnosti, že jeden či viac ročníkov nemohlo obsahovať dostatočne reprezentatívnu vzorku hesiel. Výber tohto spôsobu znamenal, že súbor nemohol byť odovzdaný do praxe pred spracovaním celého existujúceho informačného fondu. Taktiež princíp regionálneho členenia, ktorý bol použitý aj pri organizovaní informačných zdrojov v dokumentačnom archíve, bol značne podcenený. Navyše, počas realizácie celého projektu sa zámery menili v závislosti od predstáv a prístupu aktuálneho vedúceho pracovníka VTI. Koncom 70. rokov sa ukázala aj v súčasnosti akceptovateľná požiadavka na širšiu obsahovú analýzu informačného zdroja. To znamenalo, že do

heslára museli byť zahrnuté tie nálezy - predmety, ktoré sú významné pre kultúrne, časové a etnické určenie. To sa však vzhľadom k technickému vybaveniu a hlavne k maximalistickým požiadavkám na archeologické hmotné pramene, stalo kameňom úrazu celého projektu.

V priebehu dlhoročnej realizácie projektu heslára výskumných správ, ktorý sa stal namiesto prostriedku pre tvorbu databázy, hlavným výstupom projektu, bola spochybnená reálnosť a odborná únosnosť celého projektu tvorby databáze. Centrálny heslár nemohol aj napriek svojej značnej obsiahlosti zachytiť celé sledované obdobie a vďaka zastaranému technickému vybaveniu je dnes viac ako neperspektívny.

Ďalší vývoj informačných technológií ukázal, že osobné počítače (PC) založené na koncepcii PC/AT sú ľahko dostupným a do budúcnosti stále viac perspektívnym prostriedkom na tvorbu užívateľsky prístupnej a profesionálne dostačujúcej databáze archeologických lokalít. Preto bola v 90. rokoch obnovená myšlienka na vytvorenie tejto databáze. Projekt Centrálny evidencie archeologických dát na Slovensku (CEANS) vznikol na pôde AÚ SAV v rámci spracovania dokumentačných fondov a tvorby informačného systému pracoviska (Bujna – Kuzma – Doliak – Jenis 1993). Zámer projektu CEANS spočíva predovšetkým vo vytvorení štruktúrovaného opisu a evidencie archeologických nálezísk. Ako grantový projekt bol prijatý v roku 1992. Ďalšou jeho úlohou bola revízia existujúcich informačných zdrojov a vytvorenie aplikačného vybavenia pre tvorbu centrálnej databázy s cieľom podľa možnosti úplného súpisu archeologických nálezísk na Slovensku.

Model bol vypracovaný na základe poznatkov a skúseností získaných pri doterajšom spracovávaní informačných zdrojov v dokumentačnom archíve AÚ.

Ďalej sa prihliadalo na z časti realizované alebo začaté projekty podobného charakteru z 90. rokov. Okrem rakúskych, nemeckých a talianskych bolo prihliadané aj na Návrh systému evidencie archeologických nálezísk v Archeologickom ústave Akadémie vied Českej republiky v Prahe (Kuna 1991). Napriek tomu, že poznatky z uvedených projektov predstavujú závažnú inšpiráciu, nemohli byť použité pre územie Slovenska, vzhľadom na isté špecifiká ako kultúrne tak aj geografické.

Základnú evidenčnú jednotku v databáze systému CEANS tvorí v priestore identifikovaný bod. V zmysle nemeckého Fundstelle je miesto nálezu identifikované buď na základe výsledku terénnych aktivít alebo prostredníctvom dohľadávania lokalizácie z iných informačných zdrojov. Druhý spôsob určenia polohy lokality je nevyhnutný predovšetkým u starších prameňov, alebo u ojedinelých a náhodných nálezov. Dôležitou skutočnosťou pre neskoršie priestorové analýzy je fakt, že

identifikačný bod sa značí na stred náleziska, resp. na predpokladaný stred.

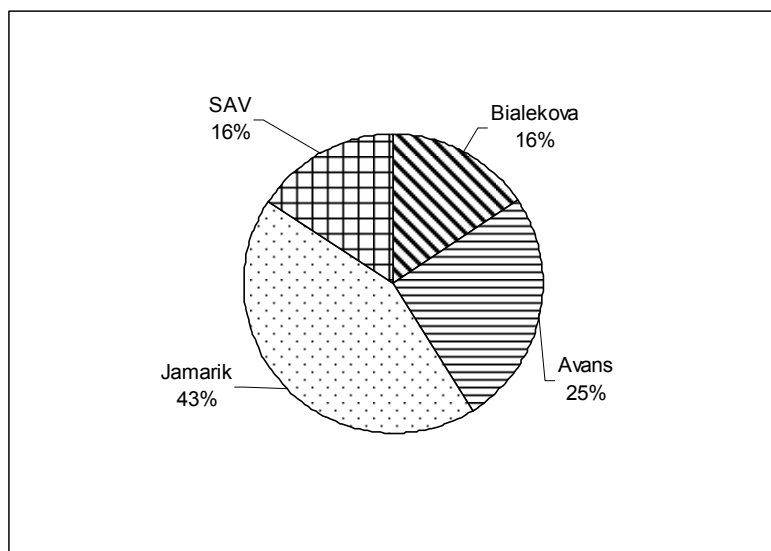
Karta CEANS by podľa informácií z roku 1993 (Bujna – Kuzma – Doliak – Jenis 1993) mala obsahovať všetky informácie potrebné pre evidovanie lokality. Pre priestorovú archeológiu bude dôležité, aby v systéme CEANS do budúca existovali presné lokalizácie nálezísk v zrozumiteľnom a hlavne jednotnom formáte. Zvoleným kartografickým formátom pre systém CEANS boli, na rozdiel od SASu, topografické mapy v mierke 1:25 000. Tento systém zobrazenia v topografických mapách (Gauss-Krüger) mal do budúca poskytovať kompatibilitu s projektami v Nemecku, Rakúsku a Českej republike. V súčasnosti je možnosť prevodu súradníc medzi zobrazeniami pomocou ako platených tak voľne dostupných softvérov.

Podľa dlhodobej stratégie načrtnutej v článku Centrálna evidencia archeologických nálezísk na Slovensku (Bujna – Kuzma – Doliak – Jenis 1993) je v súčasnosti projekt v etape spracovávania informačných zdrojov podľa regionálnych oblastí z dokumentačných fondov AÚ SAV. Projekt obsahuje prvotnú informáciu o lokalite a do budúca by mal byť interaktívne spojený s fotografickým archívom a archívom plánov a geodetických meraní. V roku 2006 bol projekt Ceans prvýkrát podporený finančne, čo by mohlo napomôcť k jeho rýchlejšej realizácii.

Problémy archeologických dát

Veľkým problémom sa ukázala byť nejednotnosť spôsobu lokalizácie. Ani v jednom informačnom zdroji som si nemohol byť istý spôsobom polohového určenia lokality na mape. Jednako sa vyskytujú rôzne druhy máp a aj spôsob odčítania. Na počiatku 70. rokov sa v Zprávach ČS spoločnosti archeologické, Geodesie v archeologickej praxi (Šimana, 1971) ako doporučený postup udáva spôsob „zľava doprava, zdola nahor“. Ďalej však ten istý zdroj mátie vetou: „v zásade je treba si uvedomiť nutnosť zadávať vzdialenosť v metroch a vždy pokiaľ možno najkratšiu úsečku.“ Nie je teda jasné ako sa k tomu ten - ktorý bádateľ postavil. V diele K dejinám osídlenia Slovenska z konca 5. až 13. storočia (Bialeková 1989) je uvedené, že nálezisko je fixované v Křovákovom systéme. Tento údaj však nemá žiadne opodstatnenie a v ničom nepomôže pri pátraní, z ktorého kraja sa milimetrové súradnice odčítali. Systémom pokus - omyl som u lokalít, ktorých polohu som poznal a u lokalít, ktoré boli detailnejšie vynesené na pláne určil, že náleziská sú lokalizované pomocou osi Y zprava doľava a osi X zhora nadol (východ - sever). Obdobná jednotná lokalizácia bola aj v 'Súpise nálezov' od Vladimíra Jamárika. Pri zdrojoch ako Avans a Archív SAV som bral za určujúci článok Fixovanie archeologických lokalít Křovákovým systémom (Anonym 1982). Pre jednoduchšiu filtráciu som každej komponente priradil pole označujúce možnú presnosť jej lokalizovania. **Graf 1** odráža skutočnosť,

akou mierou sú pramene zastúpené v databáze a teda zároveň akou mierou sú zodpovedné za ňou nastolený obraz osídlenia v skúmanom okrese.



Graf 1. Zastúpenie prameňov v databáze.

Na území okresu prebiehali alebo do neho aspoň zasiahli viaceré projekty kladúce si za hlavný cieľ rozšíriť pramennú základňu. Na konci 70. rokov uskutočnil v oblasti Chvojnickej pahorkatiny Dr. Juraj Bárta sériu zberov (Bárta, 1980). Jeho cieľom bolo hľadať paleolitické lokality. Hodnota týchto objavov je minimálna, vďaka zlej spätnej lokalizovateľnosti nálezísk. V roku 1983 sa uskutočnil prieskum zameraný na zistenie sídlisk zo začiatku doby bronzovej (Bátora, 1984). Jozef Bátora si za cieľ stanovil vyhľadať nové lokality v blízkosti tých známych patriacich ku kultúre Chlopice – Veselé a nitrianskej skupine. Prieskum bol zameraný na Trnavskú sprašovú tabuľu, severnú časť Záhorskej nížiny a západnú časť Podunajskej nížiny. Terénny prieskum vykonával aj Ondrej Ožďány (Ožďány, 1985), tiež za účelom získania poznatkov o nových lokalitách z doby bronzovej, konkrétne z obdobia Stredodunajskej mohylovej kultúry (SDMK). Našiel 8 nových lokalít, ale ani jedna nepatrila SDMK. Začiatkom 90. rokov, dvojica Hromada - Varsík uskutočnila zbery s cieľom preskúmať oblasť severného Záhoria a časti Slovenského pomoravia, kde sa snažili detekovať nové ranne stredoveké lokality (Hromada - Varsík 1991).

Asi o 5 rokov neskôr sa v spolupráci s Romisch - Germanische Kommission začalo s hľadaním rímskych poľných vojenských opevnení. Tento projekt tiež zasiahol okres Senica a odhalil existenciu 2 táborov na jeho území. Samozrejmosťou bola aj dokumentácia nových, ale aj známych starých nálezísk, avšak presné lokalizácie týchto objavov mi neboli dostupné. Preto časť zostala bez presného geografického

určenia.

Ďalším, do budúcnosti perspektívnym projektom je hľadanie lokalít v okolí kaplnky sv. Margity v Kopčanoch. Projekt sa sústreďuje na vyhľadávanie ranne stredovekých nálezísk v katastroch obcí Kopčany, Kátov, Holíč a Skalica. Má všetky náležitosti riadneho systematického povrchového prieskumu, vrátane presnej lokalizácie pomocou globálneho polohovacieho systému (GPS). V čase písania práce som však nemal možnosť zahrnúť jeho výsledky do databáze. Na základe referátu Renáty Glaser-Opitzovej z pracovného stretnutia archeológov doby hradištnej však usudzujem, že k zvýšeniu počtu lokalít nedošlo, ale potvrdili sa predpoklady o staršie publikovaných lokalitách a ich lokalizácii.

Zdroje Geografických dát

Dostupnosť a kvalita geografických dát je v porovnaní s archeologickými dátami o poznanie lepšia. Sú v štandardnej kvalite zodpovedajúcej dnešným trendom. V súčasnosti (stav v roce 2006) existuje skúšobný projekt GEOPortal Úradu geodézie, kartografie a katastra, kde sú voľne prezenčnou formou prístupné digitálne projekty. Ďalej je na internete zverejnený aj Katastrálny portál, kde je možné vyhľadávať informácie o katastri.

Ďalšími produktmi dostupnými archeológom sú:

Digitálny model reliéfu 3. generácie (DMR-3) - dáta na jeho tvorbu spracoval Topografický ústav v Banskej Bystrici (TOPÚ). Do distribúcie boli dané Geodetickým a kartografickým ústavom Slovenskej republiky. DMR-3 je digitálny súbor informácií o výškových údajoch terénu z územia Slovenskej republiky, ktoré sú reprezentované maticou výškových údajov terénu vo vzťahu k definovanému polohovému a výškovému systému.

Základným zdrojom pre tvorbu DMR-3 sú tlačové podklady topografických máp v mierke 1:10 000 (TM 10) a topografických máp v mierke 1:25 000 (TM 25). Aktuálnosť modelu teda zodpovedá stavu TM 10 a TM 25. Vrstevnice sú po 2m.

Jedná sa o rastrový obrázok, ktorý pozostáva z pixelov o skutočnej veľkosti 10x10 metrov. Každý pixel má ako svoju vlastnosť udanú hodnotu nadmorskej výšky. Tejto hodnote sa potom v programe ako je IDRISI, ktorí som použil, priradí farba a tou sa vyfarbí daný pixel.

Vektorové dielo 1:200 000 V Map SR. Pod pojmom vektorová mapa sa rozumie vektorový model územia SR, ktorý vznikol vektorizáciou a následnou aktualizáciou

vojenských topografických máp mierky 1:200 000. Model obsahuje viac ako 60 geografických tém. Štruktúra údajov vychádza z americkej vojenskej normy pre tvorbu produktu VMAP-1, ktorá je v krajinách NATO rešpektovaná ako medzinárodný štandard.

Spojité vektorové mapa, SVM 50, ktorá vznikla na báze Základnej mapy Slovenskej republiky v mierke 1:50 000 (ZM50). Je to grafické znázornenie časti zemského povrchu, založené na geograficko - kartografických základoch pomocou dohovorených značiek v rozsahu danej mierky. Topografická mapa poskytuje okrem iných informácií možnosť určovať pravouhlé rovinné a zemepisné súradnice v súradnicovom systéme S-42, prípadne S-42/83. Interval jej vrstevníc je 5m, čo je pre analýzy nedostačujúce. Vyhovuje však pre približné určenie lokality.

Geologickú mapu 1:50 000 spracoval a dal do distribúcie Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ). Jedná sa o zakrytú geologickú mapu.

Do budúcnosti sa ako veľmi zaujímavý projekt risuje Centrálne priestorová databáza (CPD) - jedná sa o počítačový vektorový model územia SR. CPD je bezošvová a vzniká pozorovaním reálneho sveta (napr. fotogrametrickými metódami, metódami pozorovania a merania vlastností objektov a javov v území), tzn. nevzniká odvodzovaním z iných modelov územia (napr. z máp). CPD obsahuje okrem informácií o hmotných objektoch reálneho sveta (domy, mosty, cesty, lesy, atď.) aj informácie o nehmotných objektoch, ako sú napr. hranice administratívneho členenia a pod. Objekty reálneho sveta sú v CPD modelované ako trojrozmerné, tzn. že prostredníctvom CPD je možné poznávať územie komplexne vo všetkých jeho troch priestorových rozmeroch. Súčasťou informácií o objektoch reálneho sveta je aj údaj o čase získania informácií, čo umožňuje posudzovať aktuálnosť jednotlivých informácií v CPD. CPD môže byť využitá pre účely geografických analýz, referencovania archeologických lokalít. Zatiaľ však je prístupná len Ministerstvu obrany SR.

Produkty boli uvoľnené Úradu geodézie, kartografie a katastra, ktorý ich bude distribuovať rovnako ako svoje produkty na základe licenčnej zmluvy, ktorú uzavrel s MO SR. Produkty budú distribuované Geodetickým a kartografickým ústavom a môžu byť poskytnuté len právnickým osobám so sídlom na území SR.

Postup pri tvorbe databáze

Po vyhľadání všetkých lokalít, dostupných resp. publikovaných vo vyššie uvedených

prameňoch, som pristúpil k tvorbe databázy. Pri tvorbe som použil všeobecne dostupnú aplikáciu Microsoft Access, ktorá je súčasťou kancelárskeho balíku Office. Viedla ma k tomu skutočnosť, že program Geomedia Professional, v ktorom som následne pracoval, primárne podporuje tento formát databáz.

Za základnú jednotku databáze som ustanovil tzv. komponentu. Komponenta bola zvolená zámerne, aby výstupy z databázy boli kompatibilné s dátami v databáze spracovanej Michalom Petrom, a zároveň s projektom SAS. Komponenta tu predstavuje súbor archeologických informácií majúcich rovnakú topografickú polohu, ležiacich teda na jednom nálezisku a zároveň majúcich rovnaké datovanie. Posledná uvedená vlastnosť je dôležitá pre rozlíšenie nálezísk s viacerými kultúrnymi vrstvami (polykultúrnych lokalít). Teda podľa Kuna komponentu chápeme ako „priestorové, chronologické a funkčné celky vzniknuté kumuláciou artefaktov a ekofaktov v bývalých areáloch aktivít“ (Kuna 2004, 305)

Databáza obsahuje tieto druhy informácií:

Tabuľka Lokalita: Obsahuje informácie o obci, v ktorej katastrálnom území sa komponenta nachádza: Obec, okres, slovný popis lokalizácie.

Tabuľka Komponenta: Je s tabuľkou Lokalita spojená pomocou ID_Lok (číslo) a obsahuje, ako to vyplýva z jej názvu, informácie o každej jednotlivéj komponente. Sú tu: Názov polohy, bližšia slovná lokalizácia získaná z literatúry, datovanie, spôsob bádania, predpokladaná aktivita na komponente, súradnice v milimetroch, číslo mapového listu, presnosť lokalizácie a poznámka, ktorá obsahuje informácie bližšie nezaraditeľného druhu.

Tabuľka Literatúra: Informácie o literatúre, ktorá bola pri editácii záznamu použitá.

Tabuľka Movitý nález: Zahŕňa použiteľné údaje o druhu, počte a materiálu nálezov movitého charakteru.

Tabuľka Nemovitý nález: Obsahuje údaje o druhu a počte nálezov nemovitého charakteru.

Tvorba prostredia GIS

K prepisu lokalít, zameraných na mapách, do súradnicového systému, v ktorom by bolo možné pracovať v programoch GIS, som použil aplikáciu UniTrans. Autorom je Ladislav Bečvař, pracovník Odboru informatiky Národného pamiatkového ústavu - ústredného pracoviska. Program bol vyhotovený vo viacerých verziách. Najnovšia verzia podporuje aj dávkový prepis milimetrových súradníc (zo súboru), avšak tento postup je možné použiť len v Českej republike pri štandardnom spôsobe vynášania na

mapu a to „západ – juh“. Vynikajúco pracuje so základnými mapami 1:10 000 v celej rozlohe Českej republiky a Slovenska. U topografických máp 1:25 000 pracuje len v rade M a stĺpci 33. Aj napriek tomu, že program je limitovaný na územie Českej republiky, okres Senica leží v páse 33 a údaje z máp 1:25 000 bolo možno použiť.

Ako základnú mapu v systémoch GIS som použil Spojitú vektorovú mapu v mierke 1:50 000. Na tento podklad boli následne vynášane všetky údaje, ktoré som pri tvorbe práce nahromadil. Pomocou programu UniTrans som z údajov o číslach mapy a milimetrových vzdialenostiach od sekčnej čiary zistil geografické súradnice lokalít. Tie som pomocou funkcie Geographical Coordinates v programe Geomedia Professional zobrazil ako vrstvu. Filtrom som odstránil lokality s nepresným lokalizovaním. Dostal som tak základnú vrstvu obsahujúcu 478 lokalít. Z tejto vrstvy som pomocou dotazu na datovanie vytvoril vrstvy obsahujúce komponenty z jednotlivých skúmaných období.

Základnú vrstvu lokalít som previedol do formátu akceptovateľnom programom IDRISI a po jej naimportovaní som ju podrobil ďalším analýzám. Jednalo sa o analýzu vychádzajúcu z DMR-3. Z tohto modelu boli vytvorené ďalšie dve obsahujúce informácie o svažitosti respektíve sklone terénu. Pomocou funkcie SLOPE som vytvoril model nesúci informácie o sklone svahov. Prostredníctvom funkcie ASPECT vznikol model reliéfu poskytujúci informácie o orientácii či obrátenia svahov. Základnej vrstve tak potom boli za pomoci funkcie EXTRACT pridelené hodnoty z týchto modelov a hodnota o nadmorskej výške z pôvodného DMR-3. Vzhľadom ku skutočnosti, že niektoré vektorové body (komponenty) sa vzájomne prekrývajú, nastáva problém pri prevode z vektorového formátu, v ktorom boli lokality vynesené v programe Geomedia do rastrovej podoby používanej pre funkciu EXTRACT v programe IDRISI. Rastrová podoba totiž nie je schopná túto skutočnosť¹ zobrazit' a zachovať. Preto bolo miesto 478 bodov zobrazených len 297 čo je aj skutočný počet lokalizácií (nálezísk). Zo vzájomne prekrývajúcich sa vektorových bodov boli tak zobrazené len tie, ktoré mali najvyššie poradové číslo. Po získaní hodnôt z analýz bolo teda nutné tieto hodnoty ručne priradiť nezobrazeným bodom. Takto získaná tabuľka bodov bola pripojená k základnej vrstve lokalít.

Vyhodnotenie a štatistický prehľad

Zo vzniknutej databáze vyplývajú tieto hodnoty:

¹ Existenciu viacerých bodov nad/pod sebou.

Celkový počet lokalít	297
Celkový počet komponent	592
Celkový počet lokalizovaných komponent	478

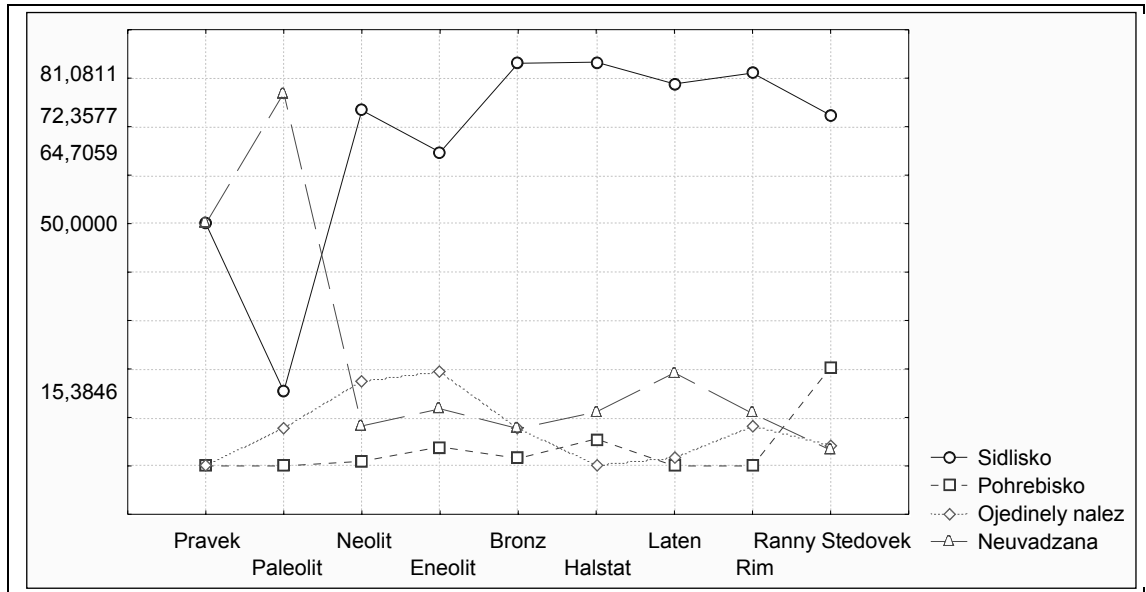
Tab. 1. Prehľad počtu prvkov

Databáza obsahuje údaje o viacerých druhoch ľudských aktivít. Najčastejšie sa na lokalitách vyskytujú sídliskové objekty. Druhú skupinu tvoria bohužiaľ bližšie nešpecifikovateľné aktivity. Jedná sa prevažne o komponenty obsahujúce presnejšie neurčiteľný keramický materiál. Treťou skupinou sú náhodné či ojedinelé nálezy pri zberoch, alebo pri stavebných prácach. Sú často bez presnejšej lokalizácie a dostali sa do rúk archeológovi len sprostredkovan. V celej databáze sú pohrebiská zastúpené len málo. Ich počet narastá len v období ranného stredoveku, čo je dozaista spôsobené stavom výskumu.

Datovanie	D	H	N	OJ	P	SS	S	T	Celkom
Pravek	0	0	2	0	0	0	2	0	4
Paleolit	0	0	10	1	0	0	2	0	13
Neolit	0	1	9	19	1	0	79	0	109
Eneolit	0	0	6	10	2	0	33	0	51
Bronz	2	3	5	3	1	1	50	0	65
Halštát	0	1	2	0	1	0	14	0	18
Latén	0	0	10	1	0	1	40	0	52
Rím	0	0	4	3	0	0	28	2	37
Stredovek_ra	2	2	4	3	25	3	84	0	123
Stredovek	1	0	4	1	3	3	23	0	35
Stredovek_vrch	2	0	2	0	1	4	15	0	24
Novovek	0	0	5	0	1	1	3	0	10
Nedatovane	0	1	27	7	2	0	14	0	51
Celkom	7	8	90	48	37	13	387	2	592

Tab. 2. Zastúpenie jednotlivých datovaní vzhľadom na aktivitu. D-Depot, H-Hradisko, N - Neuvádzaná OJ-Ojedinelý nález, P – Pohrebisko, SS-Sakrálna stavba, S – Sídlisko, T-Pochodový tábor)

Začlenením poľa „depot“ do poľa „ojedinelý nález“ a polí „hradište“, „sakrálna stavba“ a „tábor(rím)“ do poľa „sídlisko“, som dostal tabuľku, z ktorej som vypočítal percentuálne zastúpenie aktivít v rámci obdobia. Jej vizualizáciou je **graf 2**.

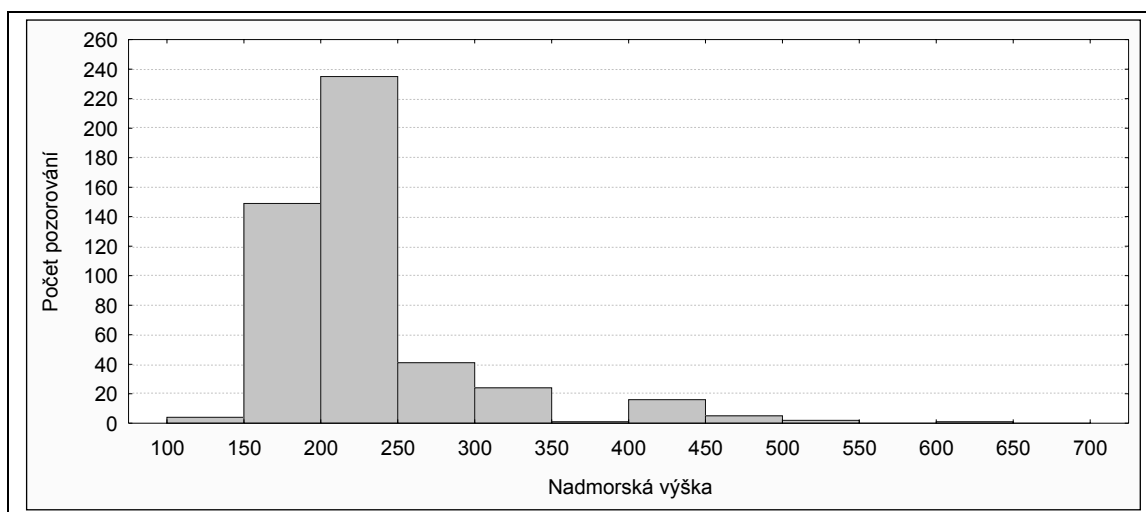


Graf 2. Percentuálne zastúpenie aktivít vzhľadom na obdobie.

Je vidieť že podiel sídlisk vysoko prevyšuje ostatné typy aktivít. Až na pokles podielu v období eneolitu, vďaka veľkému podielu skupiny ojedinelých nálezov, sa pohybuje okolo hranice 75% .

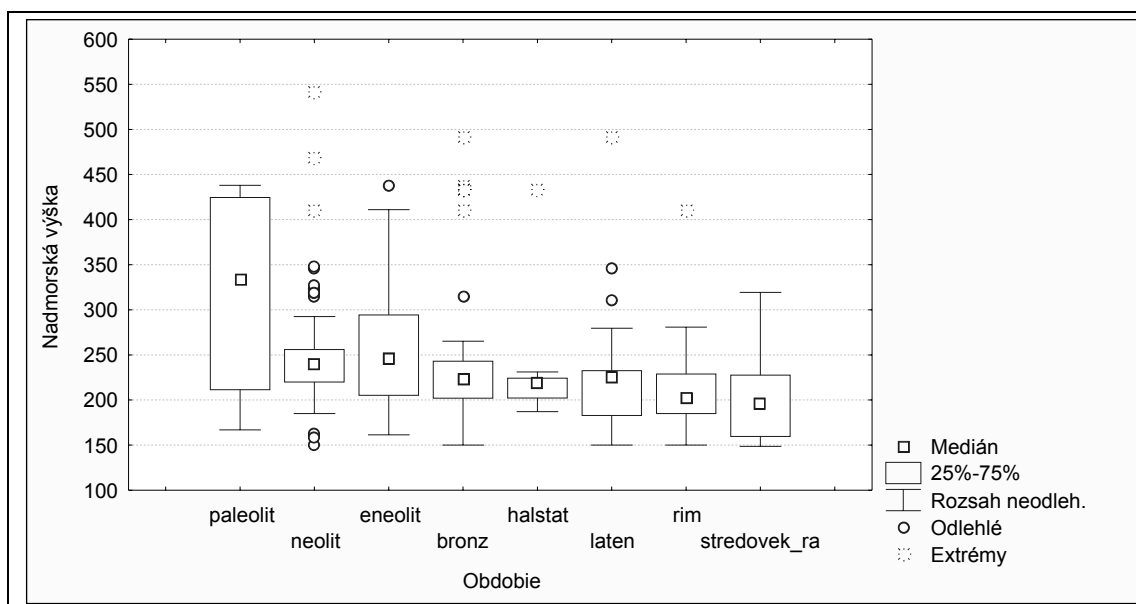
Ako som už vyššie spomenul, je rozloženie známych komponent očividne závislé od stavu výskumu. Lokality sa koncentrujú v miestach blízkych bydlisku archeológa, alebo v blízkosti výskumom overeného náleziska.

Nadmorská výška archeologických lokalít v oblasti sa pohybuje v rozmedzí od 100 do 650 m. n. m. Najviac lokalít sa však nachádza v pásme od 150 do 250 m. n. m. Bližšie túto skutočnosť ukazuje **graf 3**.



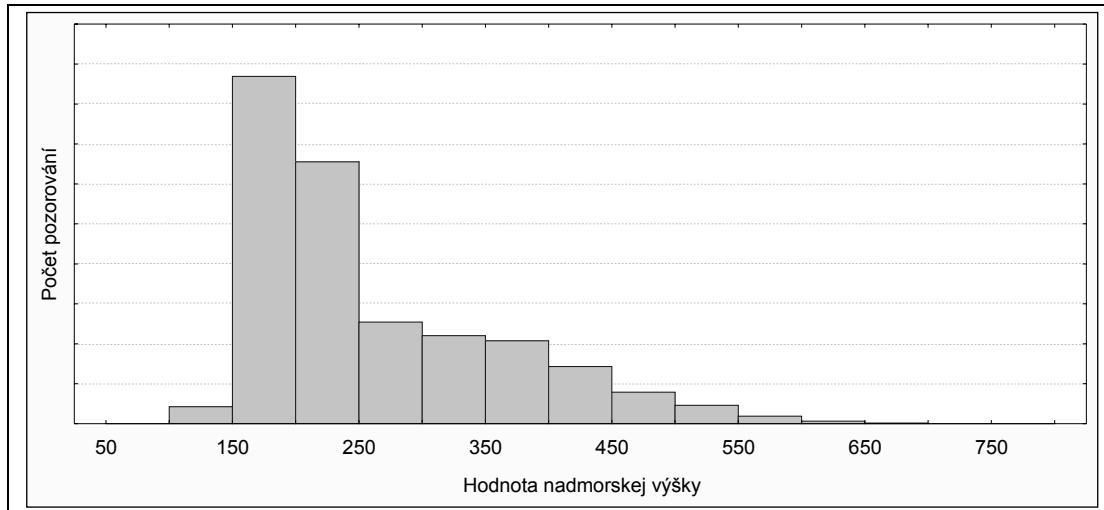
Graf 3. Histogram nadmorských výšok archeologických lokalít.

Len pre ukážku som zaradil **graf 4**, ktorý ukazuje rozloženie nadmorských výšok podľa obdobia. Vo všetkých obdobiach sa mediány hodnôt umiestňujú v spomínanom rozmedzí medzi 150 až 250 m. n. m. Výnimku však tvorí početne malá skupina lokalít z obdobia paleolitu, ktorá z veľkej miery prináleží lokalitám v Plaveckom krase s vysokými hodnotami nadmorských výšok. Druhou skupinou, ktorá sa vymyká z priemeru, je skupina lokalít datovaných do kategórie eneolit. Jedná sa hlavne o sídliská, no môžeme sem zaradiť aj kostrové pozostatky z jaskynnej lokality Dzeravá skala.



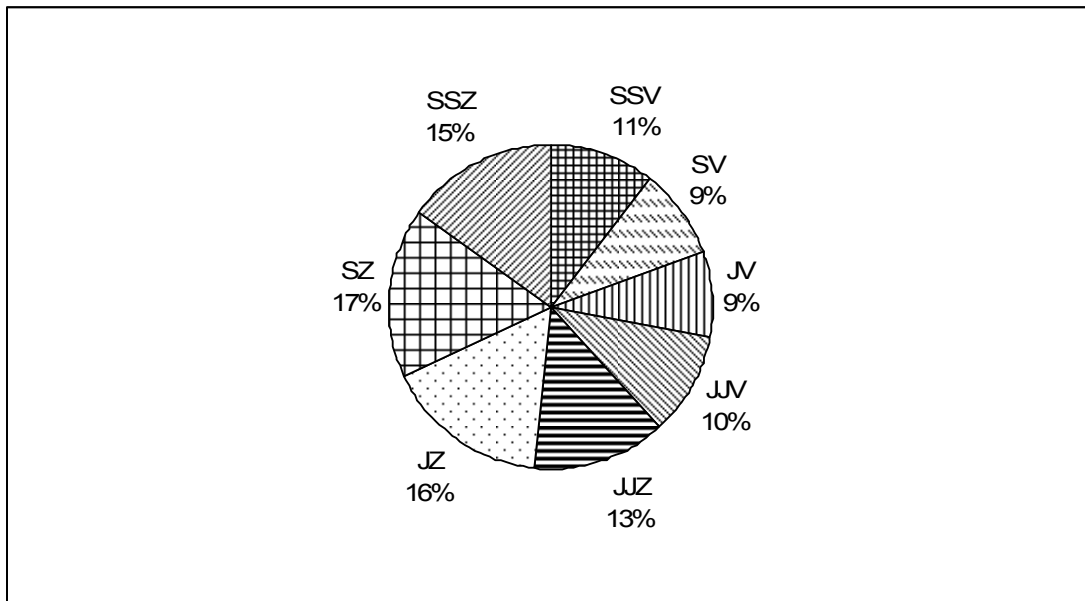
Graf 4. Nadmorské výšky lokalít podľa obdobia.

Pre zobrazenie nadmorských výšok v okrese som použil **graf 5**. Ako vidieť väčšina územia okresu Senica leží v pásme od 150 do 250 m. n. m. Je teda zrejmé, že aj väčšina lokalít spadá do tohto rozmedzia.



Graf 5. Zastúpenie nadmorských výšok v okrese Senica.

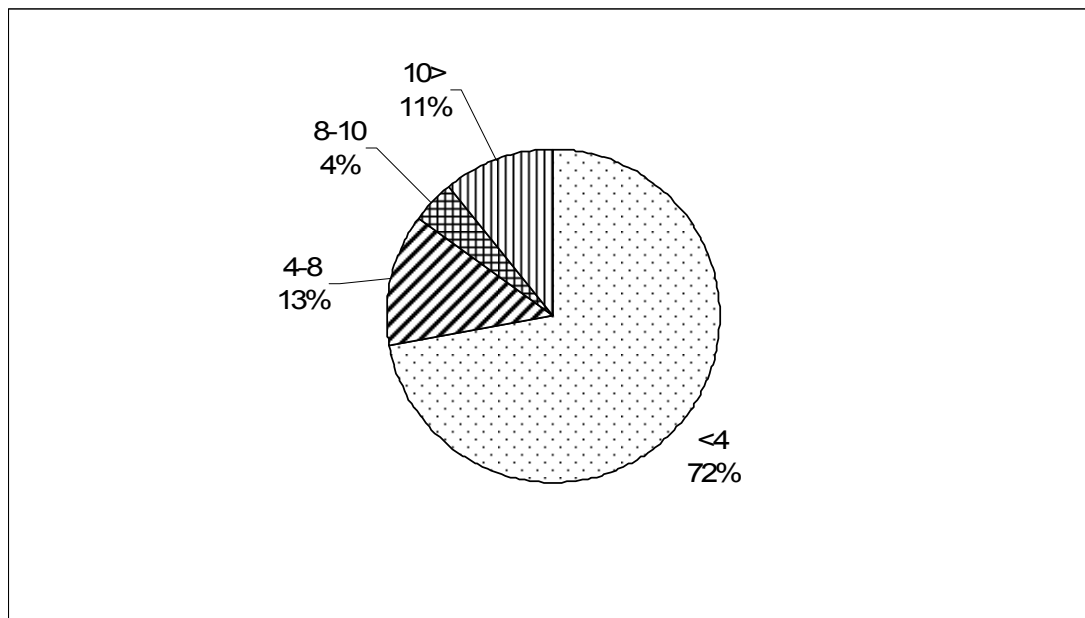
Ta istá situácia nastala pri analýze orientácií svahov na svetové strany. Asi polovica svahov v okrese je obrátená na južnú stranu. Orientácia lokalít na svetové strany je znázornená **grafom 6**, kde je vidieť, že viac ako polovičnú prevahu majú lokality obrátené na južné svahy.



Graf 6. Orientácia lokalít na svetové strany.

Na túto skutočnosť nadväzuje aj svažitosť lokalít. Až 66% leží na rovinate až mierne zvlnenom teréne so stúpaním do 4 stupňov, 26% leží na teréne s maximálne 8 stupňovým sklonom a len 9% lokalít sa nachádza na svahu so stúpaním väčším ako 10 stupňov. Pri extrémnych hodnotách musíme počítať s neschopnosťou DMR-3

vykresliť presne tvar územia s veľkou členitosťou, ako aj s viac problematickým zameraním polôh jaskynných lokalít. Osídlenie tak znovu kopíruje prírodné podmienky v okrese, kde 72% plochy má svažitosť menšiu ako 4 stupne (**graf 7**).



Graf 7. Stúpanie svahov v okrese Senica.

Zhodnotenie stavu s prihliadnutím k situácii v Dolnom Rakúsku a JV Morave

Pre lepší obraz pri porovnávaní daných oblastí som nadviazal na prácu Michala Petra (Petr 2006) a vypočítal som hustotu archeologických lokalít na km². Pritom som vychádzal z tabuliek, ktoré sú v jeho práci (Petr 2006). Z mojej databázy bolo najskôr nutné odfiltrovať komponenty datované do období, ktoré nie sú v Petrovej ani mojej práci bližšie zohľadnené. Jedná sa o obdobie vrcholného stredoveku a novoveku. Tieto dejinné etapy nemajú pre riešenie otázky roľníckeho zázemia hradiska Pohansko žiadny význam. Do databázy boli zaradené len v dôsledku ich existencie v mnou použitých prameňoch (Bialeková 1989; Říha 1986). Vzhľadom k ich množstvu by si vyžadovali samostatné spracovanie.

Pre vytvorenie predstavy o osídlení daného územia som využil myšlienku zistiť hustotu lokalít na km². Pri hodnotách týkajúcich sa lokalít z Moravy a Dolného Rakúska som použil hodnoty publikované v práci Michala Petra (Petr 2006).

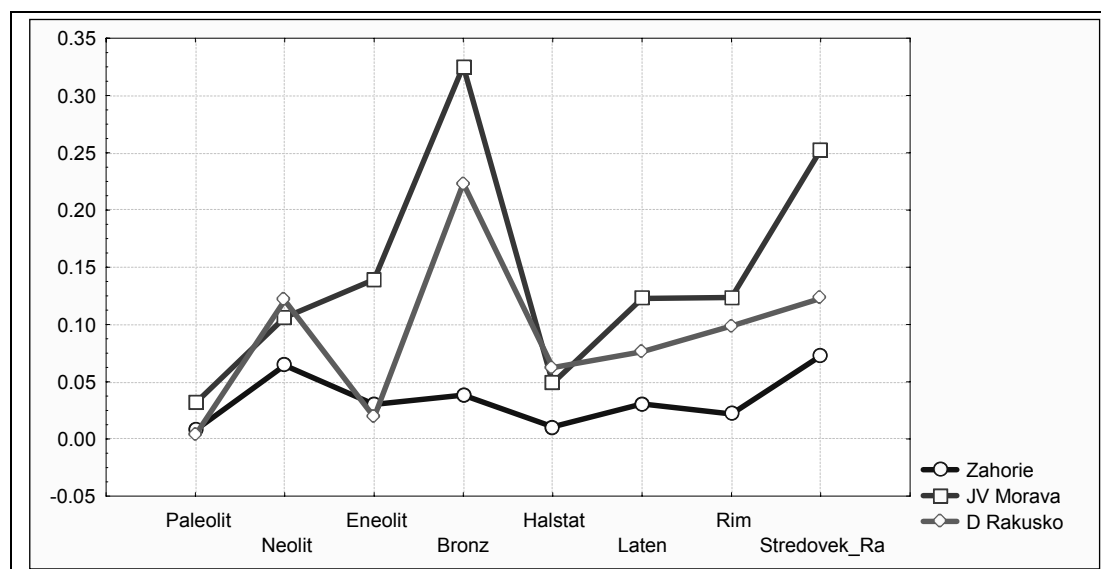
V programe Geomedia som vypočítal obsah polygónu znázorňujúceho okres Senica. Jeho rozloha je zo všetkých troch porovnávaných území najväčšia. Počet lokalít však ani zďaleka najväčší nie je. Približuje sa skôr množstvu uvádzanému na území

Dolného Rakúska. Z **tab. 3** vidíme, že hustota je len 0,31 lokalít na km². Čo je výrazne najmenej zo všetkých území. Obráz o rozložení lokalít na porovnávaných územiach nám podá **obr. 1**.

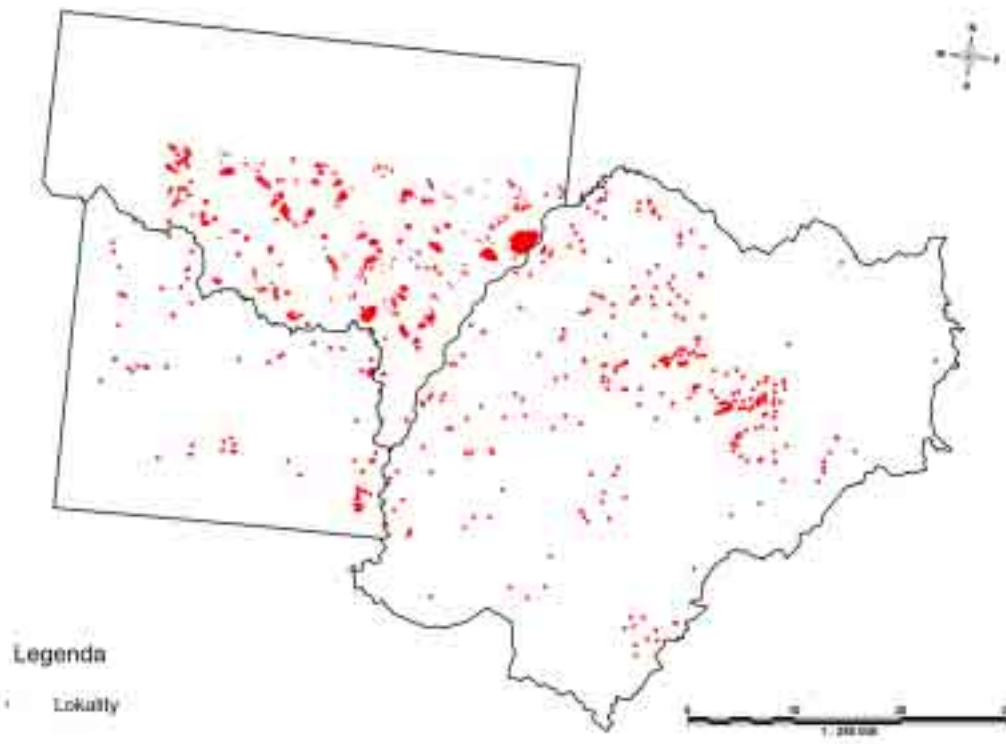
	SENICA	MORAVA	RAKUSKO
Počet komp.	523	1482	425
Rozloha/km2	1693,792	1148,741	577,826
Hustota	0,308774631	1,29010804	0,735515536

Tabuľka 3. Hustota lokalít na km².

Následne vypočítané hodnoty pre každé obdobie zvlášť, dávajú obraz aký poskytuje **graf 8**.



Graf 8. Hustota lokalít na km² v rámci historického obdobia.



Obr. 1. Rozložení lokalit na porovnávaných územiach Dolného Rakúska, Slovenska a Moravy.

Je pozoruhodné, že v obdobiach neolitu a ranného stredoveku sa zvýšila hustota osídlenia vo všetkých troch oblastiach. Platí to aj pre obdobie bronzu, aj keď nárast v okrese Senice nie je tak vysoký. Problém je dozaista opäť v stave bádania, pretože oblasť mnou skúmaná musela naväzovať na územie Moravy. Keďže 67 %² informácií pochádza z povrchových zberov, je možné, že materiál bol vďaka jeho nejednoznačnosti zaradený do iného obdobia. Túto možnosť ešte zväčšuje existencia obdobia popolnicových polí, ktoré autori vydelovali buď zvlášť, alebo materiál priradili k obdobiu bronzu (neskorý) či halštatu (včasný).

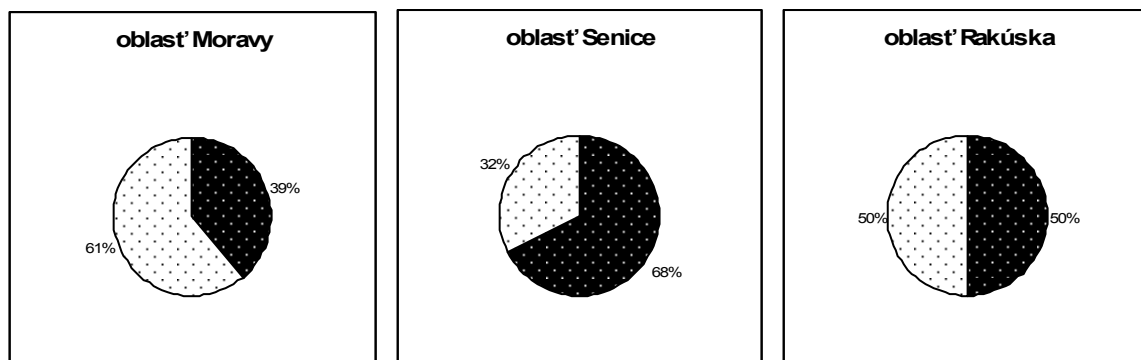
Graf 8 môže reflektovať skutočný nárast osídlenia v daných obdobiach, alebo čo je viac pravdepodobné skutočnosť, že niektoré obdobia sú pre archeológa viac či menej zaujímavé a archeologickým bádáním postrehnuteľné.

Všeobecne sa dá povedať, že obdobia ako halštát či latén sú v našich končinách menej skúmané, aj keď sa dá predpokladať, že hustota osídlenia v období halštatu mohla byť porovnateľná s obdobím neolitu.

Hlavným zdrojom dát pre priestorovú archeológiu sú systematické povrchové zbery. Pod pojem povrchový zber som zaradil všetky bádateľské aktivity, ktoré sa zhodovali s definíciou M. Kuny (Kuna a kol. 2004, 305). Informácie zo zberov tvoria väčšinu

² Z toho 69 % z prieskumov Jamárika.

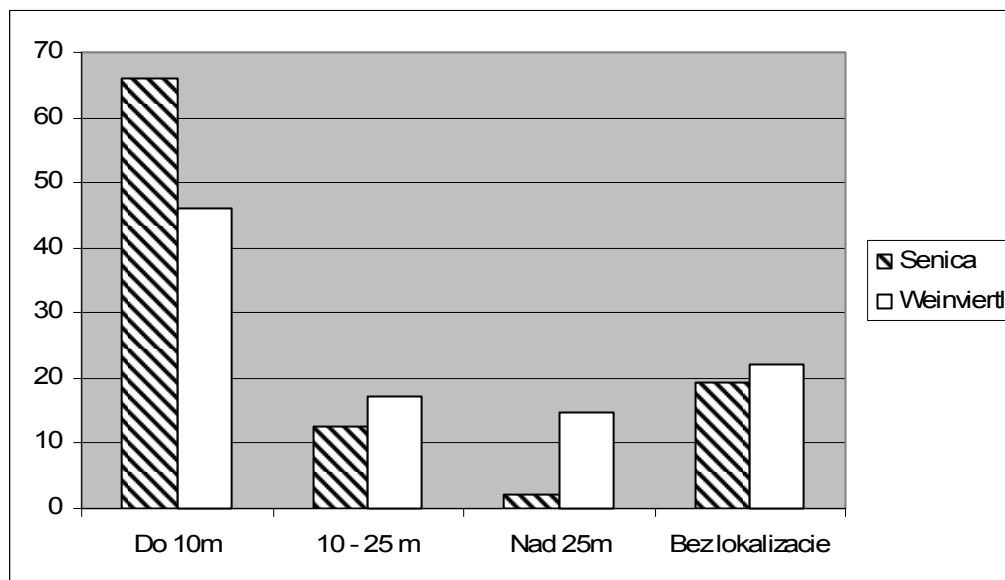
objemu databáze. Región Senice je tak spomedzi príľahlých regiónov najviac zmapovaný pomocou zberov.



Graf 9. Zastúpenie zberov v spôsobe bádania (čierna farba).

V minulosti boli podniknuté pokusy o systematizáciu povrchových zberov v okrese Senica (kapitola Problémy archeologických dát). No o systematičnosti zberov Jamárika a Bártu sa hovoriť nedá. V porovnaní s územím Weinviertlu, kde systematické zbery tvoria jednu tretinu, tvoria systematické zbery v okrese Senica zanedbateľnú menšinu.

Presnosť lokalizácie komponent je oproti stavu na Moravskej strane stále malá, ale v porovnaní s mierou presnosti lokalizácie na území Weinviertlu (oblasti spracovanej M. Petrom) sú komponenty v mnou skúmanom regióne Senice z viac ako 80% dobre lokalizované.



Graf 10. Presnosť lokalizácie komponent.

Pole PresnLok v databáze vyjadruje mieru presnosti, s akou možno lokalitu v reálnom

svete identifikovať s bodom v GIS. Stupeň 1 je vyhradený pre najvyššiu presnosť akú bolo možné zo zdrojov mne dostupných dosiahnuť. Jedná sa o komponenty vynášané na mape 1:10 000 a určené milimetrovými súradnicami, odchýlka sa pohybuje v rozmedzí 1-5 m a to len v prípade ak presnosť vynášania na mapový list nebude horšia ako 0,5mm.

V tabuľke (**tab. 4**) sú uvedené hodnoty odchýlky od reálneho umiestnenia, ktoré počítajú s faktom, že najtenšia čiara akú archeológ za poľných podmienok spraví má hrúbku 1mm. Stupeň 2 tak potom zodpovedá komponentám identifikovaným na topografickej mape 1:25 000 a tiež určenej milimetrovými súradnicami. Pri druhej kategórii sa presnosť určenia lokality v teréne môže líšiť až o 5 či 12, 5 m. Tretia kategória zahrňuje komponenty určené na mapách mierok 1:50 000, kde odhadovaná presnosť činí 10 až 25m. Posledná kategória je vyčlenená pre komponenty bez lokalizácie. Tu bola udaná buď neštandardná mapa, ktorú sa nepodarilo nájsť, alebo sa lokalizáciu nepodarilo dohľadať ani v Archíve SAV či chýbala úplne.

Kod	Odchýlka	Mapa, mierka	Počet komponent
1	Do 10m	<1:10 000	391
2	10-25m	1:25 000	74
3	Nad 25m	1:50 000	13
4	Bez lokalizácie		114

Tab 4. Hodnoty odchýlok pri lokalizácii komponent.

Na základe **tab. 4** je možné považovať úroveň lokalizácie komponent v okrese za vysokú. Pomáha tomu fakt, že Súpis Archeologických lokalít a nálezov v zbierke Vladimíra Jamárika (Říha 1986) a Pramene k dejinám osídlenia Slovenska z konca 5. až 13. storočia (Bialkeová 1989) boli už raz spracované.

Zarážajúcim faktom je, že len 56 komponent bolo skúmaných archeologickým výskumom. To však predstavuje len 26 skúmaných lokalít a to je na územie o rozlohe 1 692,3 km² v celku málo. Do budúca by sa malo postupovať pri zberoch systematicky, aby mohli byť bez problémov začlenené do priestorových analýz, pretože na prvý pohľad neprírodné koncentrácie lokalít sú pri pokuse modelovania rozsiahlejšieho územia skôr prekážkou.

Vzhľadom na skutočnosť, že slovenčina je pre našich študentov stále zrozumiteľnejší jazyk ako nemčina, tak prístup k archeologickým dátam uchovávaným na Slovensku je jednoduchší ako v Rakúsku. AVANS poskytujú základný prehľad o nálezoch od roku 1972, ale problém nastáva pri hľadaní nálezov starších. K nemu sa pripája aj problém lokalizácie starších nálezov, čo je niekedy bez originálnej dokumentácie skrátka nemožné. V porovnaní so stavom a dostupnosťou archeologických dát na Morave resp. v celej Českej republike je na Slovensku čo doháňať. Teoretická, trinásť

rokov trvajúca, existencia pracovnej verzie projektu CEANS by sa mala čo najskôr dokončiť. Mohlo by sa totiž stať, že tak ako zastaral malomechanizačno - selekčný systém s priehľadovou lístkovicou, mohol by zastarať aj systém magnetického záznamu a projekt CEANS by musel začať odznova.

Zhrnutie

Hustota komponent na km² na území okresu Senica sa ukázala ako výrazne nižšia v porovnaní s okolitými územiaми. Zhruba 1/3 územia okresu tvoria Malé Karpaty. Osídlenie je v tejto oblasti až na výnimky (oblasť Plaveckého krasu) ojedinelé. Pri výpočte hustoty komponent na km² len na území, ktorého nadmorská výška nepresahuje 250 m. n. m., teda územie okrem M. Karpát., nám vyjde číslo, ktoré je oveľa optimistickejšie. Tabuľka 5 ukazuje detailnejší prehľad. Na rozdiel od regiónu JV Moravy sa na Slovensku neuskutočňujú žiadne systematické zbery³. Amatérske zbery, ktoré uskutočňujú čo aj spolupracovníci múzeí prinášajú síce stále nový materiál do depozitárov, ale len s veľkými problémami je možno dohľadať presnú lokalizáciu komponent.

	Senica	bez Malých Karpát a oblasti pieskov
Počet komponent	523.00	523.00
Rozloha v Km2	1693.79	1000.00
hustota na Km2	0.31	0.52

Tab. 5. Hustota lokalít na km².

Aj napriek ťažkostiam som vytvoril funkčnú databázu komponent pre 3,5% územia Slovenska. Sprístupnil som tak územie k ďalšiemu bádaniu. Verím, že veľkým prínosom pre územie by bolo overenie neistých komponent a lokalizácia polôh pomocou moderných metód.

Literatura

Anonym 1982: Fixovanie archeologických lokalít Křovákovým systémom, Avans v roku 1981. Nitra. s. 22.

Bárta, J.1980: Výskum paleolitických nálezisk v Sobotišti, Avans v roku 1979, 31.

Bátora, J.1984: Prieskum zameraný na zistenie sídlisk zo začiatku doby bronzovej,

³ S výnimkou zberov v oblasti Kopčan, Holiča a Skalice. Tieto však neboli publikované.

- Avans v roku 1983, 34- 35.
- Bialeková, D.1989: Pramene k dejinám osídlenia Slovenska z konca 5. až 13. storočia, Zväzok II, 291-317.
- Bujna, J. – Kzuma, I. – Doliak, D. – Jenis, J. 1993: Centrálna evidencia archeologických nálezisk na Slovensku, Sl.A. 41, 367 – 386.
- Hromada, J. - Varsík, V. 1991: Prieskum v severozápadnej časti zahoria, Avans v roku 1989, 39.
- Goláň, J. 2003: Archeologické prediktivní modelování pomocí geografických informačních systémů. Na příkladu území jihovýchodní Moravy, rukopis disertační práce, Brno.
- Kuna, M. 1991: Návrh systému evidence archeologických nálezišť, Archeol. Forum 2, 1 - 19, Praha.
- Kuna, M. a kol. 2004: Nedestruktivní Archeologie. Praha.
- Macháček, J. 1997 :Počítačová podpora v archeologii, Brno.
- Měřinský, Z. 1980: Slovanské osídlení 6.-10. století na dolní Dyji a Moravě, In: Slované 6.-10. století, Sborník referátů ze symposia Břeclav-Pohansko 1978, 191 – 202.
- Neugebauer, J.-W. 1995: , Archäologie in Niederösterreich, Poysdorf und das Weinviertel, St. Pölten – Wien.
- Ožd'ány, O. 1985: Terénny prieskum v okrese Senica, Avans v roku 1984, 180-181.
- Petr, M. 2006: Analýza pravěkého osídlení rakouského dolního Podují za použití prostředku GIS, (rkp. Seminárnej práce, uložené na ÚAM FF MU). Brno, Masarykova Univerzita.
- Říha, M. 1986: (rkp. Uložené v Záhorském múzeu v Skalici), Súpis archeologických lokalít a nálezov v zbierke Vladimíra Jamárika.
- Šimana, M. 1971: Geodesie v archeologické praxi, Zprávy Čs společnosti archeogické, 96.

Skratky

GIS – Geograficko informační systém

SAV – Slovenská akadémia vied

SNM – Slovenské národné múzeum

AÚ – Archologický ústav

AVANS - Archeologické výskumy a nálezy na Slovensku

VTI - oddelenie vedecko-technických informácií

CEANS - Projekt Centrálnej evidence archeologických dát na Slovensku

DMR-3 - Digitálny model reliéfu 3. generácie

TOPÚ - Topografický ústav v Banskej Bystrici
TM - topografická mapa
SVM - Spojitá vektorová mapa
ŠGÚDŠ - Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
CPD - Centrálna priestorová databáza
GKÚ - Geodetickým a kartografickým ústavom

Summary

Geographic and archaeological spatial data from Slovakia

Geographic and archaeological spatial data from Slovakia

This contribution sums up the knowledge acquired when preparing a seminar work at the Institute of Archaeology and Museology of the Masaryk University. The aim of the work was to create a database of archaeological sites within the area of the former Senica district, processing the available information sources and therefore providing for future work and analyses.

Geographical delimitation

The work concentrated on the Záhorie region situated on the western edge of Slovakia on the eastern bank of the Morava. The selected area is delineated, on the western side, by the border with the Czech Republic, constituted by the natural barrier of the largest river in the area – the Morava – up to its confluence with the Dyje. The region also adjoins the Austrian territory with the Morava as the border until it is joined by its left-hand side tributary – the Rudava. This stream forms part of the southern border of the region. The eastern border is made up of the range of the Malé Karpaty which becomes the Biele Karpaty enclosing the region in the north together with the Czech border, roughly along the Myjava – Hodonín line.

The region was selected with regards to the neighbouring Dyje region in Moravia and the Weinviertel region in Lower Austria where a similar gathering of information took place, although the quality of the work varied. Together with the two regions mentioned above the investigated polygon forms a greater area where similar settlement characteristics could be expected. The elevation above the sea level in the region ranges from a minimum of 150 m in the Morava floodplain to 700 m on the top of the Malé Karpaty range.

Sources of archaeological data

Information on archaeological finds in Slovakia is gathered by the Institute of Archaeology of the Slovak Academy of Science in Nitra. Its archives contain more than 15000 find reports of varying quality. Since 1972, the issued AVANS has been

informing us of new finds and investigations from the previous period but it is the non-periodicity which is its great disadvantage followed by an overspill of information on new finds into other periodicals. In the Senica area, the teacher Vladimír Jamárik, a long-term collaborator with archaeologists, was responsible for a list of finds containing almost a half of all the finds within the region. A source of similar importance was the work of D. Bialeková et al. – Sources of the History of Settlement in Slovakia from the End of the 5th to the 13th Century.

With regards to the needs of spatial archaeology the CEANS project looks promising as it mainly aims to create a structured description and records of archaeological sites and to review earlier information sources. Unfortunately, after 13 years the project is still not ready for use.

Problems with archaeological data

The greatest problem is the inadequate locating of the find. This is due to the lack of unification in reading from the section line in the map. By applying the trial-and-error method to each information source (author) on the sites with a known location or on sites with a more detailed plot it was determined whether the sites were located using the Y axis from right to left and the X axis from top to bottom (east – north) or vice versa.

Sources of geographical data

Compared to archaeological data the availability and quality of geographical data is significantly better. They offer standard quality relevant to the current trends. At the time of writing this contribution the following options were known.

3rd generation digital relief model (DMR-3) created from topographical maps at a scale of 1:10 000 (TM 10) and 1:25 000 (TM 25). The model is therefore as up-to-date as TM 10 and TM 25. Continuous vector map, SVM 50, created based on the Basic Map of the Slovak Republic at a scale of 1:50 000 (ZM50). Geological map 1:50 000, developed and distributed by the State Geological Institute of Dionýz Štúr (ŠGÚDŠ). This is an uncovered geological map.

Creating a GIS environment

In spite of all the efforts only 80% of components were located. This was followed by creating a layer of the components where each was assigned a value its aspect and the terrain gradient. The values were calculated from the DMR-3 provided by the GKU.

Evaluation

Among the components, the most frequent in number were settlements. They represented more than 60% of components from the given period (Diagram 3). Most of the sites were found within the belt from 150 to 250 m above sea level which corresponds to the morphology of the terrain (Diagram 5). A half of the components

were situated on southern slopes with a gradient of up to 4 degrees (Diagram 6,7).

Comparison with the situation in Lower Austria and SE Moravia

Among the other analyzed regions (Austria – Weinviertel, Moravia – the Lower Dyje region) the area of the investigated region was the largest but site density was the lowest (Table 3). The component density increased, as in the other regions, in the Neolithic, Early Middle Ages and the Bronze Age (Diagram 8). However, the increase in the latter is minimal compared to Austria and Moravia. As 67 % of the data comes from surface collections it is possible that due to its indefiniteness it was classified into another period.

Počítačová dokumentace a vizualizace v archeologii

Využití trojrozměrného laserového scanneru v archeologii - Dagmar Dreslerová, Jan Frolík, Tomáš Mikolášek

Abstrakt

Příspěvek prezentuje výsledky prvních aplikací trojrozměrného laserového scanneru na českých pravěkých a středověkých archeologických lokalitách. Laserové scanování představuje novou úroveň v dokumentaci, virtuální konzervaci a interpretaci památek. Pomocí scanneru bylo dokumentováno zdivo a podlahy románského kostela neznámého zasvěcení na III. nádvoří Pražského hradu, chodba, která ho spojovala s přilehlou románskou bazilikou sv. Víta, dále sklepy středověkého městského domu v Chrudimi a vápenická pec z přelomu 17. a 18. stol. v Kutné Hoře. Poslední ukázka přibližuje dokumentaci a analýzu kamenného ohrazení výšinné lokality Boudy ze starší doby železné.

The contribution presents the results of the first applications of a 3D laser scanner on Czech prehistoric and mediaeval archaeological sites. Laser scanning is a new dimension in the documentation, virtual conservation and interpretation of heritage monuments. The scanner was used to document the masonry and floors of a Roman church of unknown consecration in the 3rd courtyard of Prague Castle; the corridor which connected it to the adjoining Roman Basilica of St. Vitus; the cellars of a mediaeval town house in Chrudim and a lime burning kiln from the turn of the 17th and 18th century in Kutná Hora. The last example describes the documentation and analysis of a stone wall around the Boudy hill site from the Early Iron Age.

Klíčová slova

3D laserový scanner, virtuální konzervace, trojrozměrné modelování, dokumentace archeologických a historických památek

3D laser scanner, virtual conservation, three-dimensional modelling, documentation of archaeological and historical monuments

Úvod

Otázka dokonalé technické dokumentace stavební památky, archeologické lokality nebo průběhu archeologického výzkumu by měla stát vždy v popředí zájmů badatelů. Vedle klasických metod geodetického zaměřování nivelačním přístrojem či totální stanicí mají nyní archeologové možnost využít výsledků nejnovějších technologií v podobě trojrozměrného laserového scanneru. Zavedení laserového scanování v geodetické praxi lze významem srovnat

s využitím parního stroje jako zdroje neživé síly. Laserové scanování, původně jako vojenská technologie, je známo již dvě desetiletí. Do civilní praxe bylo uvolněno koncem 80. let minulého století, ale masivní rozvoj proběhl až během posledních deseti let, kdy se tato metoda dostala také do České republiky. Díky tradiční vnímavosti geodetů k technickému pokroku a jejich snaze hledat nová uplatnění techniky pro geodetické aplikace, se podařilo v minulých letech navázat spolupráci s archeology a metodu trojrozměrného laserového scanování otestovat na několika aplikacích, které budou dále předvedeny jako případové studie.

Základní idea geodézie je tvorba obrazu (modelu) reálného světa. Prakticky je však sběr dat, popisujících zájmový předmět, určený jednotlivými body (x,y,z) , velmi pracný. Tradiční metody popisu byly založeny na zobecnění reálných objektů. Model reálného světa byl tvořen z jednotlivých selektovaných bodů, které daný objekt charakterizují. Oproti tomu je metoda laserového scanování metodou neselektivní. Laserové scanovací systémy využívají nejmodernější pulsní laserovou technologii pro měření délek a určují polohu bodu prostorovou polární metodou. Detekují přirozený povrch na určitou vzdálenost a spolu s optickým systémem dovolují provést až milion měření (bodů) v několika minutách. Určené body jsou rozmístěny v pravidelném rastru a tedy obecně nejsou měřeny charakteristické body objektu, jako v tradičních metodách. Tyto body ale mohou být následně získány modelováním.

Přesnost určení polohy bodu a dosah přístroje jsou vlastnosti, podle kterých se scanery typově rozdělují. V současnosti je k dispozici řada typů scannerů pro snímání objektů od malých rozměrů (řádově v cm) až ke snímání celých krajinných celků.

V případě následujících ukázek byl použit laserový scanovací systém firmy Leica CYRAX 2500 (*obr. 1*). Výrobce garantovaná přesnost určených bodů do vzdálenosti 50 m je +/- 3 mm. Dosah scanneru je cca. 150 m v závislosti na klimatických podmínkách a vlastnosti povrchu scanovaných objektů. Detailní technické údaje systému jsou uvedeny na stránkách firmy Leica (www.leica.com).



Obr. 1. Laserový scanner CYRAX 2500 v terénu. Foto D. Dreslerová.

3D laserové scanování v archeologické terénní praxi

Většina úloh využívajících laserové scanování vychází z navykklých přístupů ke způsobu popisu reality. S využitím zřejmě vlastnosti modelu, získaného scanováním – při velké hustotě snímaných bodů, potažmo detailním záznamu 3D reality – získáme kvalitní dokumentaci stávajícího stavu. Tuto dokumentaci lze chápat jako „virtuální konzervu“, nebo ji lze využít pro virtuální prezentaci s pomocí vymožeností IT technologií.

To, co však dělá z metody laserového scanování metodu budoucnosti, a ne pouze nástroj pro zvýšení kvality modelu reality, je nový přístup k jejím výsledkům. Vlastnost 3D modelů, reprezentovaná množstvím jednotlivých bodů, umožňuje zkoumání různých geometrických vztahů bodů či skupin těchto bodů, vyhledávat v „mraku bodů“ jevy ve skutečném světě neviditelné, či jen tušené, protože překryté mlhou nedokonalosti lidského vnímání. Otvírá se prostor pro invenci uživatele modelu se vznikem nových vazeb k možnému zapojení dalších profesních disciplín pro hledání nových aplikací této metody.

Dokumentace a virtuální rekonstrukce původního stavu historických

památek

Spolupráce archeologů s geodety pracujícími metodou laserového scanování začala na nalezištích a objektech, u nichž převažoval dokumentační účel, tj. zachycení a „konzervování“ aktuálního stavu památky. Samozřejmým cílem bylo také ověření možností metody samé. Příkladem může být dokumentace zdiv a podlahy románského kostela neznámého zasvěcení na III. nádvoří Pražského hradu (*obr. 2*). V literatuře je znám pod (nesprávným) zasvěcením sv. Bartoloměji (Borkovský 1969; Frolík – Smetánka 1997). Objekt byl objeven již v roce 1920 a posléze zkoumán archeologickými metodami v letech 1925-6. Uchován je pod betonovou deskou, kryjící III. hradní nádvoří jako součást rozsáhlého areálu vykopávek. Pro klasické měřičské zachycení představuje určitý problém zejména podlaha z opukových dlaždic, nepravidelně kryjící loď kostela. Dlaždice jsou zčásti rozlámané a podlaha sama se prosedá do předpokládaných starších archeologických situací. Druhou dokumentační možností představuje v této situaci fotogrametrie, která však nezachycuje na rozdíl od laserového scanování konkrétní hloubku (např. spár mezi dlaždicemi nebo mezi kvádríky románského zdiva). Jiným specifickým problémem je odstup od dokumentovaných ploch (podlah a zdiv). Na rozdíl od fotogrametrie bylo možno provést dokumentaci i z velmi šikmého úhlu. Problém se zákryty některých detailů (paprsek scanneru „nevidí“ na místa např. za nosnými konstrukcemi stropu apod.) lze překonat snímáním z několika míst. Nasnímaný obraz kostela neznámého zasvěcení slouží jako dokumentace stavu a do budoucna umožní srovnání stavu památky, která přes veškerou péči podléhá určité degradaci a erozi.

V dalším stupni bylo rozhodnuto zdokumentovat tímto způsobem další části téhož stavebního komplexu (*obr. 3*), tedy nejen kostela neznámého zasvěcení, ale i chodbu, která ho spojovala s přilehlou románskou bazilikou sv. Víta a také zachované a přístupné části této baziliky (*obr. 4*). Uvedené památky jsou dnes částí tří nepropojených areálů, a získat představu o původních prostorových vztazích je velmi obtížné (k románské bazilice sv. Víta: Frolík – Maříková-Kubková – Růžičková – Zeman 2000, s. 209-218). Po skončení tohoto projektu bude nejen možné získat třídímní představu o dochovaném stavu v reálných prostorových vztazích, ale využít ji pro rekonstrukci původního stavu. Výsledný elaborát názornějším způsobem dokumentuje nejen vlastní zdiva a jejich detaily, ale také výškové vztahy. Kostel neznámého zasvěcení je situován níže než bazilika sv. Víta a spojovací chodba se musela s touto skutečností vyrovnat.

Architektonické památky Pražského hradu nabízejí ještě další dokumentační pole. Jsou jím obtížně přístupné, ale důležité součásti památkových prostorů, např. gotické žebrové klenby. Vysokou výpovědní hodnotu mají také snímky zdiv natolik rozrušených (erodovaných), že jejich běžné měřičské zachycení vždy obsahuje interpretační moment.

Stejný dokumentační záměr mělo nasnímání pozůstatků vápenické pece (*obr. 5*), objevené a zkoumané v letech 2002-2003 na horním (jižním) nádvoří Jezuitské koleje v Kutné Hoře

(Blažková-Dubská – Frolík 2005; Frolík 2007). Uvedená pec představuje unikátní technické zařízení z 2. poloviny 17. a starší části 18. století, dochované s velkým množstvím stavebních detailů a vnitřního vybavení. Během dalšího výzkumu se druhotně přidružil i aspekt záchranný. Přestože investor souhlasil se zachováním pece a jejím zakomponováním do nově upravovaného nádvoří, problém s financemi na restaurování zdiva a stavbu ochranného přístřešku znamená, že pec je již čtvrtým rokem chráněna provizorním zakrytím a snadno se může stát, že výstup z laserového scanování bude jediným svědectvím původního nálezového stavu. Pokud by k tomu došlo, může se naopak stát podkladem pro rekonstrukci původního stavu památky samotné.

Ryze záchranný aspekt převážil v případě záchranného archeologického výzkumu v Chrudimi – Hradební ulici, provedený v roce 2006 (nepublikovaný výzkum J. Frolíka a J. Musila). Objeveny byly mimo jiné sklepy zaniklého městského domu, který se vyvíjel v několika fázích od konce 13. století až do třicetileté války, kdy zanikl (*obr. 6*). Z hlediska Chrudimi je podstatné, že se zde poprvé podařilo doložit kamennou měšťanskou architekturu (staršího?) 14. století, která není jinde v historickém městském jádru průkazně dochována. Investor se k požadavku zachovat alespoň část objevené situace stavěl od počátku negativně a za vydatné netečnosti městských orgánů se mu tento záměr podařilo prosadit, neboť v momentu, kdy svitla naděje na zachování, nechal sklepy vybagrovat. Vzhledem k tomu, že toto nebezpečí bylo latentně přítomno od počátku, byly sklepy dokumentovány všemi dostupnými metodami (kresebně, fotograficky, fotogrammetricky), tedy i metodou laserového scanování. Scanování nejlépe dovoluje utvořit si představu o prostorových vztazích všech základních etap, tj. nejstaršího zděného sklepa ze 14. století s lomenou vstupní šíjí, sousedního sklepa s původně valenou klenbou a schodišťovou šíjí z 15. století a konečně nejmladšího sklepa křížového půdorysu dodatečně zahlobeného v pokročilém 15. nebo počátkem 16. století pod úroveň podlahy sklepa předchozího. Elaborát laserového scanneru umožňuje do budoucna studovat i detaily, jejichž význam nebyl během výzkumu dostatečně doceněn či rozeznán. Zároveň bude možné srovnání s podobně utvářenými strukturami, pokud budou v Chrudimi ještě objeveny.

Samotné měření v terénu lze rozdělit na laserové scanování a na podpůrné geodetické metody jako je např. založení bodového pole, měření GPS a jiné. K tomu, aby si uživatel mohl udělat představu o časové náročnosti měření a zpracování dat, uvádíme v tabulkách na stručný přehled hodin, věnovaných konkrétním úlohám.

Zaměření skutečného stavu vykopávky kostel sv. Bartoloměje (2002)	
druh činnosti	počet hodin cca
podpůrné geodetické metody	3
3D laserové scanování	6
vizualizace	14

Tab. 1. Časová náročnosti měření a zpracování dat při laserovém scanování.

Zaměření skutečného stavu vykopávek v areálu tzv. malých vykopávek (2002-2006)	
druh činnosti	počet hodin cca
podpůrné geodetické metody	3
3D laserové scanování	70
vizualizace	170

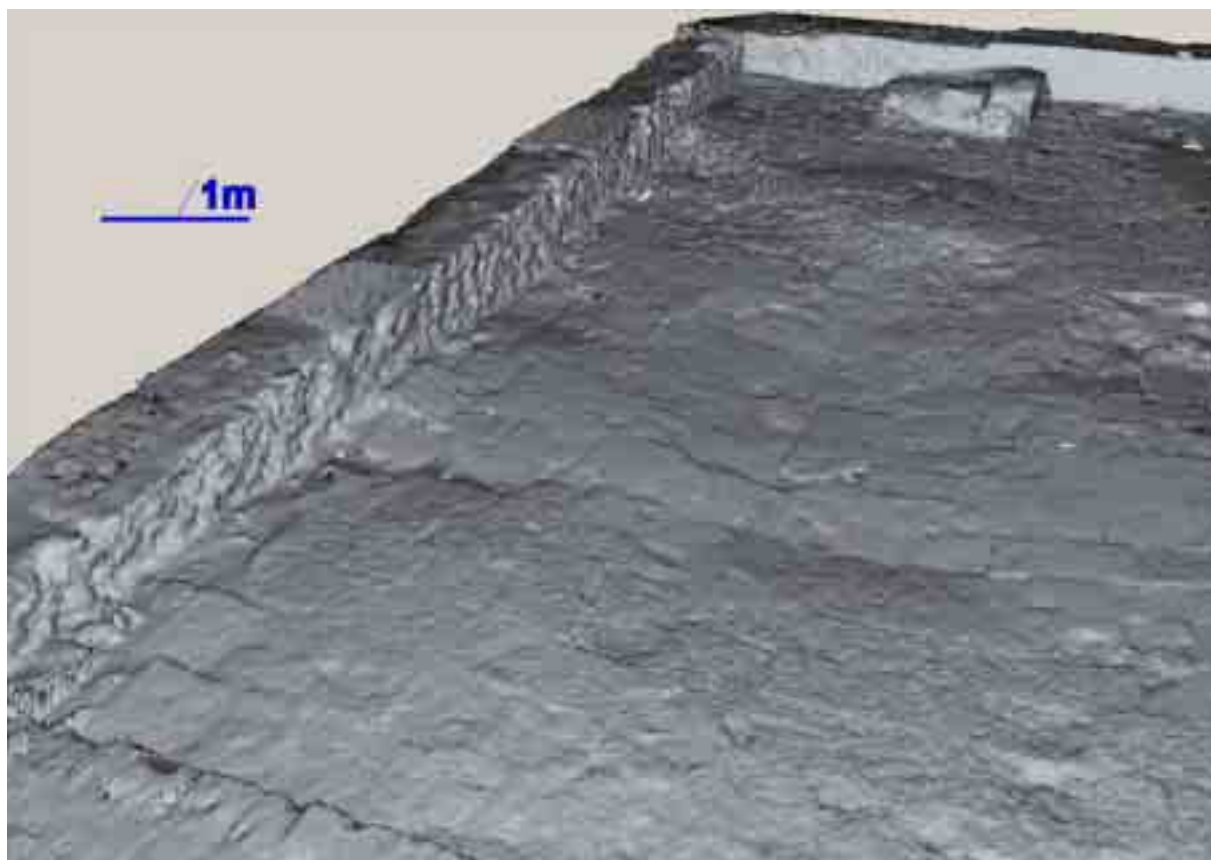
Tab. 2. Časová náročnosti měření a zpracování dat při laserovém scanování.

Zaměření skutečného stavu vykopávek pozůstatků vápenické pece na horním (jižním) nádvoří Jezuitské koleje v Kutné Hoře (2003)	
druh činnosti	počet hodin cca
podpůrné geodetické metody	2
3D laserové scanování	7
vizualizace	16

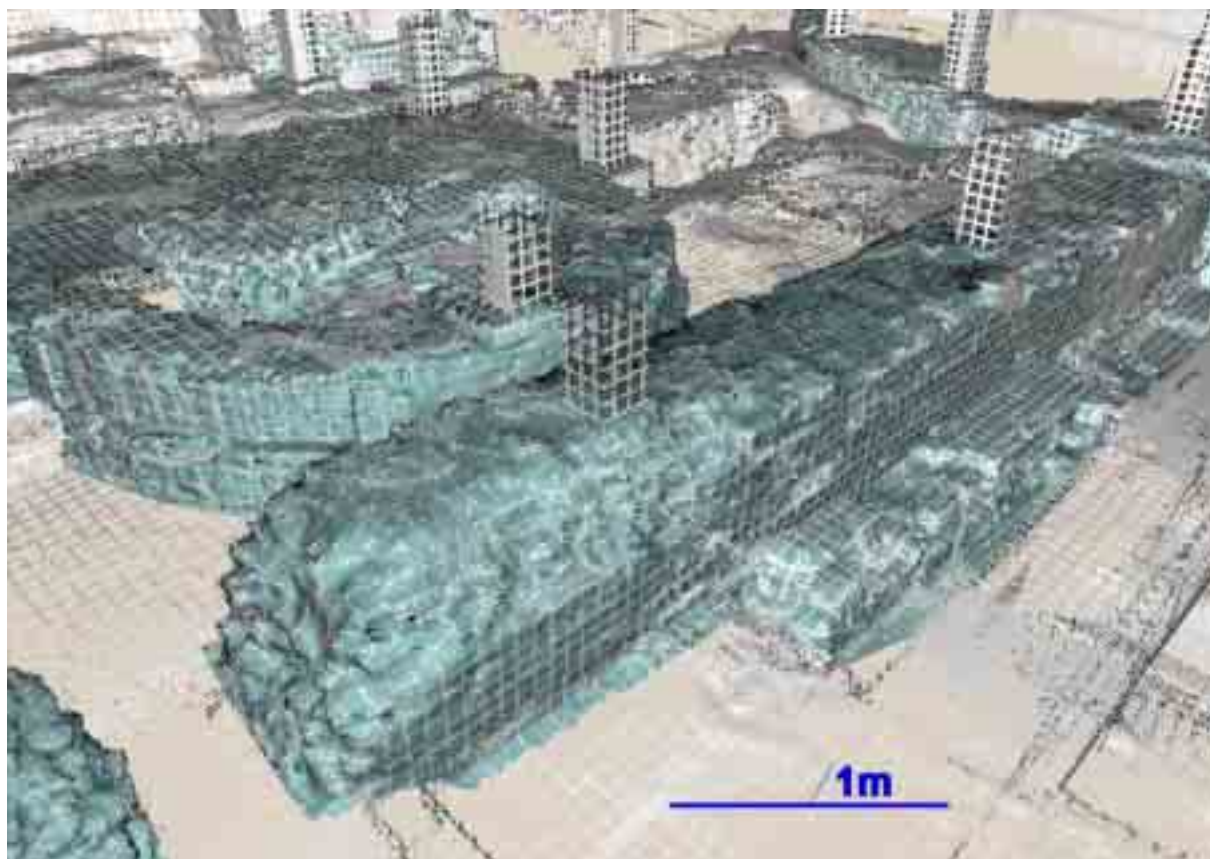
Tab. 3. Časová náročnosti měření a zpracování dat při laserovém scanování.

Zaměření skutečného stavu vykopávek v Chrudimi – Hradební ulici (2006)	
druh činnosti	počet hodin cca
podpůrné geodetické metody	2
3D laserové scanování	6
vizualizace	20

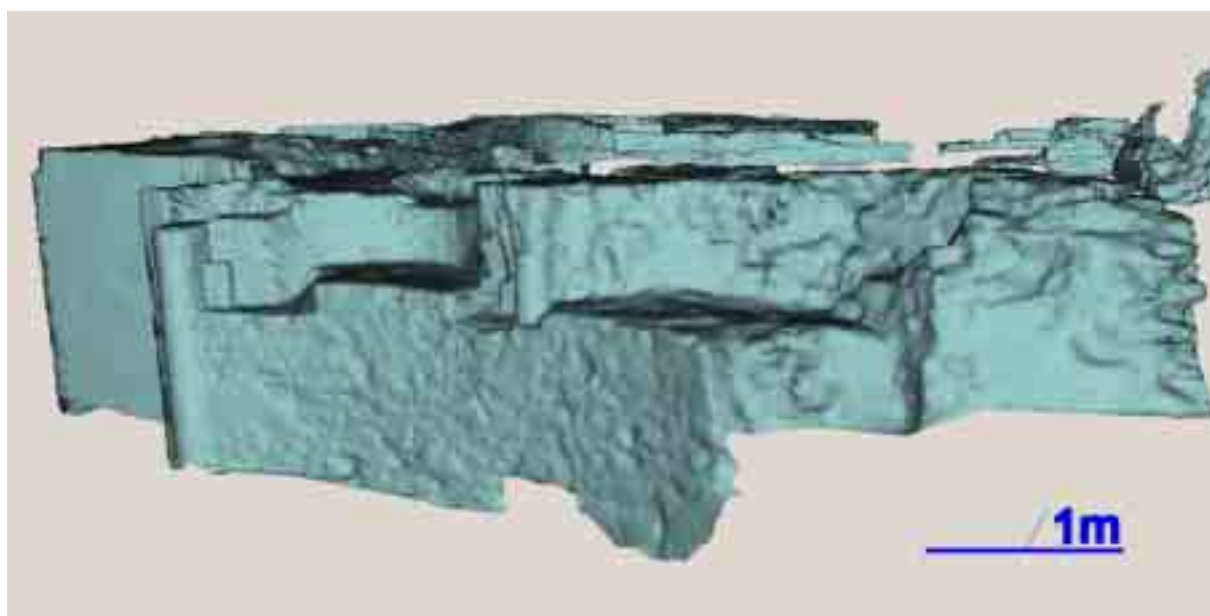
Tab. 4. Časová náročnosti měření a zpracování dat při laserovém scanování.



Obr. 2. Kostel neznámého zasvěcení na Pražském hradě. Detail dlaždicové podlahy. Pohled na model v podobě trojúhelníkové sítě. Zobrazení: I. Koloušek.



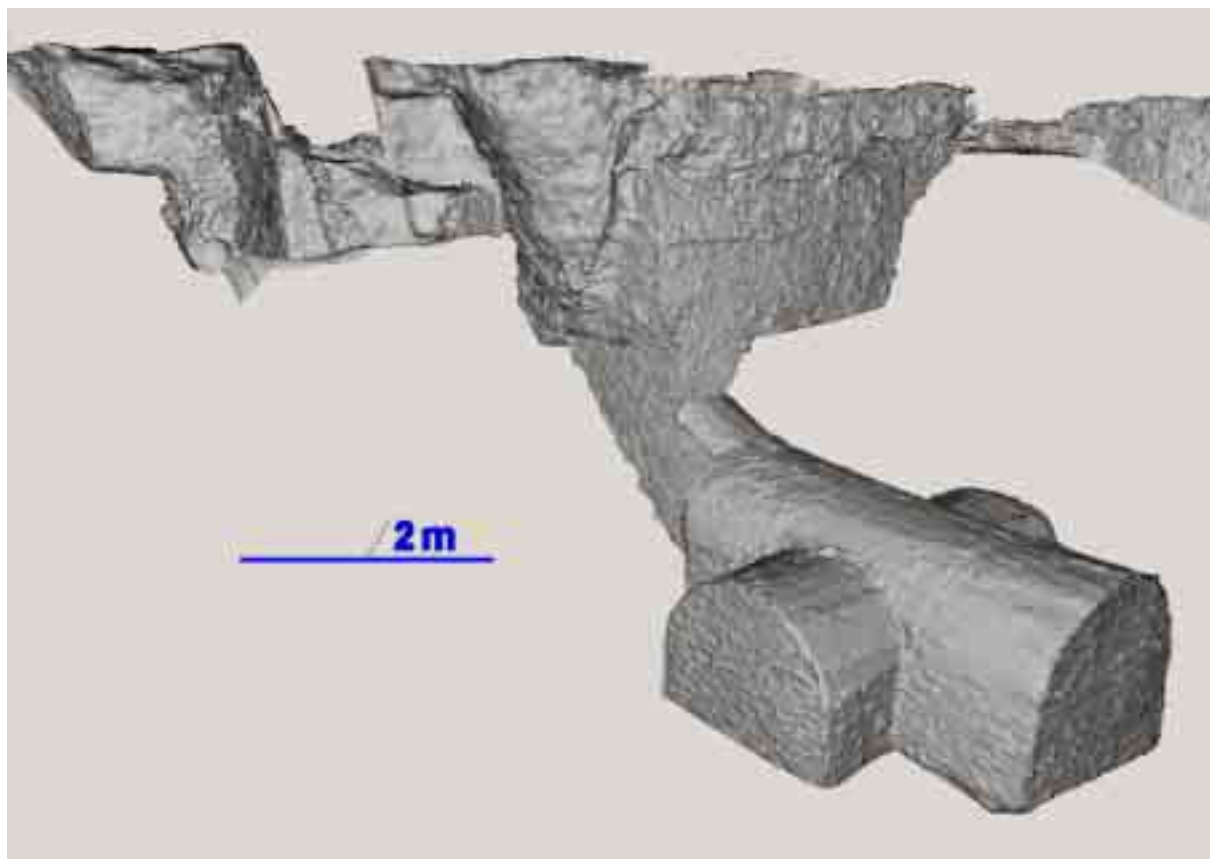
Obr. 3. Praha - Hrad, areál tzv. malých vykopávek na III. hradním nádvoří. Pohled na areál s částí jižního křídla transeptu románské baziliky sv. Víta (vpředu) a románskou biskupskou kaplí sv. Mořice (vzadu vlevo). Vyobrazení metodou trojúhelníkové sítě. Pohled od jihovýchodu. Zobrazení: I. Koloušek.



Obr. 4. Praha - Hrad, areál tzv. malých vykopávek na III. hradním nádvoří. Dochovaná část interiéru západní krypty románské baziliky sv. Víta. Vlevo a uprostřed románské sloupy, překryté mladší přizdívkou. Vyobrazení metodou trojúhelníkové sítě. Pohled od severu. Zobrazení: I. Koloušek.



Obr. 5. Kutná Hora - Jezuitská kolej. Výzkum vápenické pece. Pohled v podobě trojúhelníkové sítě. Zobrazení: I. Koloušek.



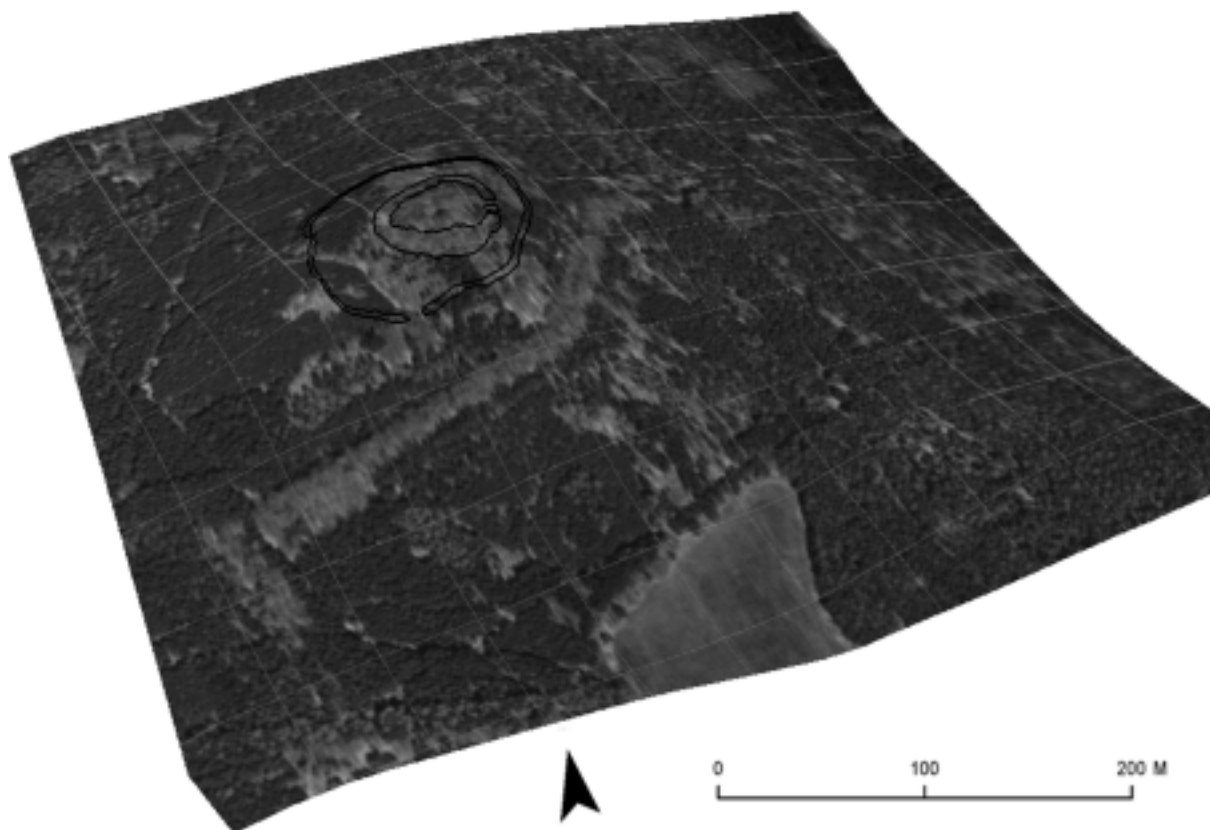
Obr. 6. Hradební ulice v Chrudimi. Pohled na sklepy v podobě trojúhelníkové sítě. Zobrazení: I. Koloušek.

Analýza geometrické struktury pravěkého kamenného ohrazení

Výšinná ohrazená lokalita Boudy (okr. Písek) je známa archeologické veřejnosti přes 150 let. Poprvé ji popsal Josef Dastich v r. 1867 a ve shodě s tehdejší tradicí ji připsal Slovanům. Tento omyl odhalil v letech 1927 a 28 Bedřich Dubský, který zde kopal a zmapoval systémy kamenných valů. Lokalitu zařadil do mladohalštatského období (HD -LTA) a klasifikoval ji jako hradiště. O jejím pevnostním charakteru nepochyboval a tomu podřídil i interpretace všeho, co v terénu objevil (Dubský 1949).

Popis lokality: Kamenné ohrazení v nadm. výšce 574 m na vrcholu pravidelného kupovitého kopce. Na jihozápadní straně se připojuje nižší vrcholek, oddělený od hlavní vrcholové partie plochým sedélkem. Vrchol kopce je obehnan dvěma liniemi kamenných valů. Plocha vymezená vnějším ohrazením je 2,26 ha, vnitřní ohrazení uzavírá plochu 0,54 ha. Vnější val obkružuje vrcholek kopce v nepravidelné vzdálenosti od vnitřního valu, ale tak, že vzdálenost od středu monumentu zůstává stejná. Ve srovnání s vnitřním valem je zachovaná hmota nasucho navršených kamenů vnějšího valu asi poloviční až třetinová. Na západní straně se nalézá původní průchod vnějším valem, kdy dvě křídla valu dělí 4m široká mezera. Průchod vnitřním valem, byl-li nějaký, byl nejspíš v místě dnešní cesty na východní straně ohrazení. Vnitřní val má obvod 244m, v nejširším místě je 13m široký a maximální zachovaná výška je asi 1,5m. V základech valu jsou dvě linie kamenů, které tvoří vnitřní

a vnější líc hradby. Prostor mezi nimi je vyplněn nasucho kladenými kameny bez jakékoliv další vnitřní konstrukce. Ve východní a severní části leží ve vzdálenosti 5m od vnitřního valu směrem do středu lokality torzo kamenné zdi o šířce asi 1,5 m, rovněž postavené z nasucho kladených kamenů. Na západní straně je na místě podobného útvaru řada velkých kamenů či skal, na jižní straně val a zeď splývají v jedno těleso. V severní části vnitřního areálu nasedala na zeď uměle vyrovnaná plocha asi 10x4m. Pokud byly na hradišti nějaké obytné objekty, ležely na východní a jižní straně v prostoru těsně přiléhajícím k vnitřní zdi.



Obr. 7. Pravěké ohrazení Boudy, okr. Písek. Zobrazení: Č. Čišecký .

Jako k hradišti jsme přistupovali k lokalitě i na začátku revizního výzkumu, který probíhal v rámci projektu Pathways to Cultural Landscape v letech 2001-2003 (Dreslerová 2004, Dreslerová -Hrubý 2004). Zjištěné okolnosti nás však přiměli tuto myšlenku přehodnotit a to na základě následujících faktů: zjištěná konstrukce a průběh vnějšího valu by pravděpodobně neumožnila smysluplnou obranu. Ani v destrukci vnitřního, mnohem mohutnějšího valu nebyla výzkumem prokázána vnitřní zpevňovací konstrukce ani jiné prvky, nasvědčující existenci hradby. Zdá se, že původně val vypadal dosti podobně dnešnímu stavu, totiž jako hromada kamení, která hrála v jasně vymezeném ohrazení prostoru spíše symbolický než praktický význam. Vnitřní val nemá také prokazatelný původní vchod nebo bránu. Uvnitř ohrazení nebyla zjištěna žádná vnitřní zástavba. Konečně, do vzdálenosti několika stovek

metrů není zdroj pitné vody.

Tyto a další úvahy nás vedly k myšlence, že hradiště sloužilo nejspíš jako centrální místo, na kterém se určitá komunita scházela při výjimečných událostech, prováděla slavnosti nebo obřady. Mohlo také sloužit jako svatyně. Tuto myšlenku také podnítil výsledek podrobného geodetického zaměření lokality, které zde v roce 2002 provedla firma Geonet Praha. V prostoru vnitřního valu bylo naměřeno 4841 geodetických bodů a byl vytvořen vrstevnicový plán s vrstevnicemi v intervalech 20 cm a hustších. Kromě topografie vytvořili zaměstnanci firmy interpretační zakreslení průběhu a obrysů valu, jak se jim v té době jevily při zaměřování. Na plánu byl nápadný nepravidelný průběh vnější linie vnitřního valu a to zejména na nejlépe přístupné západní straně. Zde očekávaný nepravidelný průběh destrukce přechází ve více či méně pravidelné zubovité zahrocení (*obr. 8*). Po bližším ohledání destrukce shledala spoluautorka tohoto příspěvku, že destruované zdivo skutečně na několika místech tvoří jakési šípovité výběžky či paprsky. Pokusy o kresebné či fotografické zdokumentování tohoto jevu však selhaly, stejně jako snaha přesvědčit o existenci výběžků některé skeptické kolegy. Z těchto důvodů se pátralo po možnosti nezávislého objektivního zaměření a zobrazení reality, které vyústilo ve spolupráci s firmou Geotechnika a.s. a v použití trojrozměrného laserového scanneru.

Prvních 100 m budského valu se v terénu zaměřovalo pouhý den. Následné laboratorní zpracování však bylo zdoluhavé, protože se nejprve musel obraz vyčistit od šumů a nežádoucích objektů. Další zpracování a příprava hrubých dat pro analýzu pomocí programů CAD systémů tvoří asi pětinasobek času stráveného v terénu.

Obvod vnitřního valu byl snímán ve dvou kampaních po různě velikých segmentech ze kterých se pak spojil celkový obraz. Velikost snímáných scén se řídila dohledností snímací kamery. První snímek, tzv. mrak bodů (*obr. 9*) byl následně počítačově vyčištěn (tzn. byla virtuálně vykácena vegetace, *obr.10*) a byla provedena homogenizace mraku bodů. Pro potřeby analýzy celého objektu bylo nutno od modelu valu, získaného scanováním, odečíst model okolního terénu, získaného klasickým geodetickým měřením. Výsledkem byl model valu, kde výšky bodů byly vztaženy k nulové ploše definované modelem okolního terénu. Tím došlo ke zviditelnění relativních výškových rozdílů jednotlivých částí valu. V takto upraveném modelu byly hledány předpokládané útvary byly také nalezeny. První vizualizace byla provedena programy Atlas a Cyklon. Program Atlas vykreslil jednotlivé segmenty s velkou plasticitou a kýženým efektem: paprskovité útvary byly dobře patrné (*obr. 11*). Při zpracování dat pomocí programu Cyklon naopak nebyl výsledný snímek nijak přesvědčivý. Nejlepšího zobrazení se podařilo dosáhnout v programu Surfer (úpravy dat a zobrazení Alžběta Danielisová) a to jak ve dvourozměrné, tak samozřejmě i trojrozměrné verzi (*obr. 12, 13*).

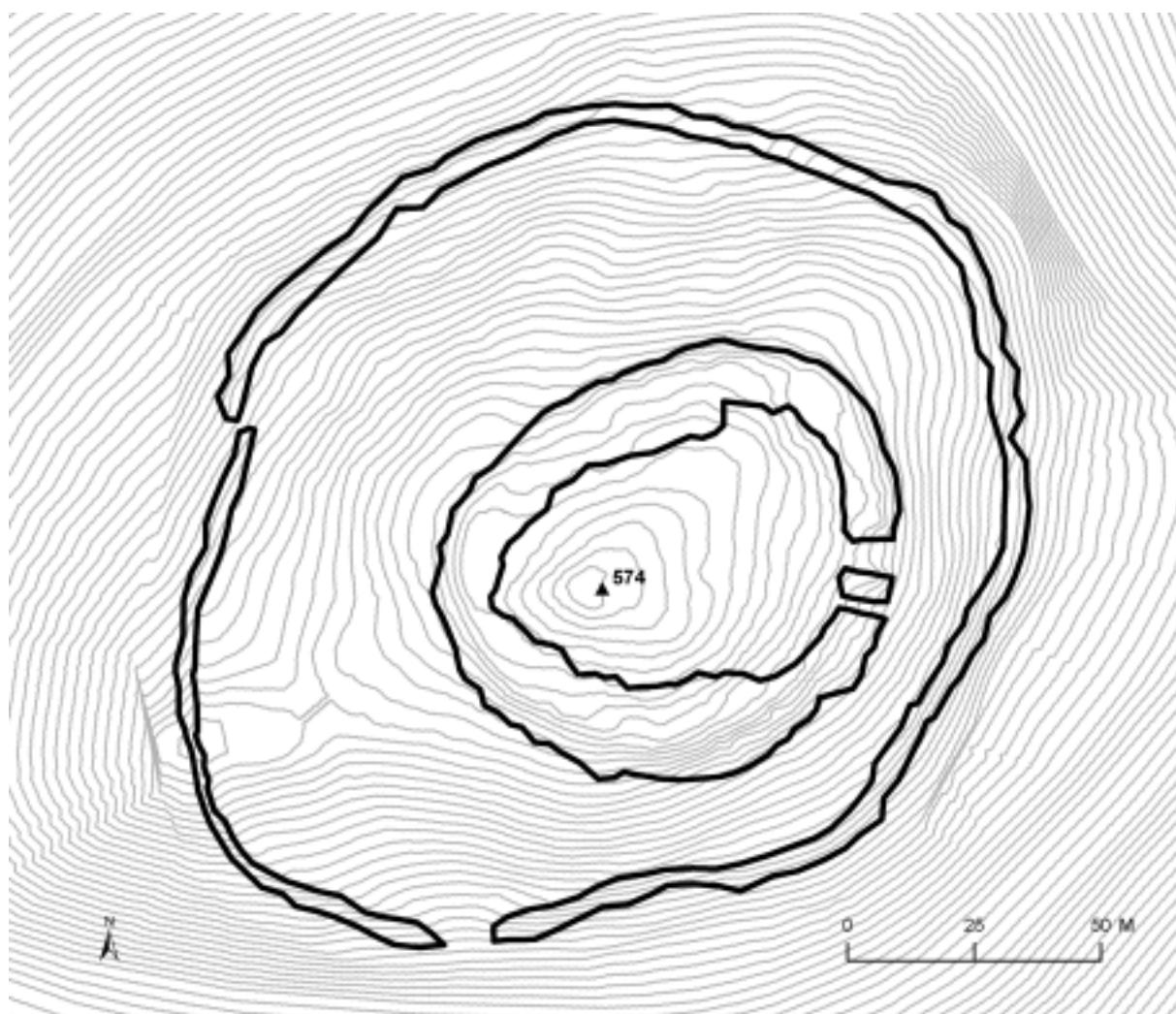
Krátce před uzávěrkou tohoto článku byly tvar a struktura vnitřního valu ověřeny výzkumem. Val byl na západní straně protnut řezem, který odhalil ve vzdálenosti 2,5 m od vnějšího okraje

destrukce jednoduchou, necelý metr vysokou vnitřní zeď z nasucho kladeného kamene, stavěnou pouze na šířku jediného kamene a lícovanou vně. Zeď byla zachycena v souvislém pásu asi 14 m a tvořila nikoli výběžky, ale měla pravidelný kruhový - oválný průběh. Pouze na jednom místě přiléhal ke zdi (a byl s ní zdivem svázán) jakýsi pilíř, či opěrák, postavený zjevně v místě, kde se zeď bortila. Paprskovité útvary mohly být výsledkem buď pozdější přestavby (v masě valu se ojediněle vyskytují zlomky keramiky ze 12. stol.) nebo spíše výsledkem pozdějšího rozebírání valu za účelem získání kamene na stavbu okolních vesnic. Hmota kamenů, která mezi jednotlivými segmenty „chybí“ by mohla odpovídat velikosti fůry kamene tažené volským spřežením.

Přestože se teorie původního paprscitého tvaru vnitřního valu nepotvrdila, přinesla analýza dat pořízeným 3D scannerem jiné zajímavé výsledky. Dnešní maximální zachycená výška valu od terénu nepřesáhla 140 cm (potvrzeno výzkumem). Mohutný vizuální dojem, který hradba vyvolává, je ve skutečnosti způsoben jeho založením na prudkém svahu, který ho opticky zvyšuje. Stejný princip byl použit i při konstrukci mnohem skromnějšího vnějšího valu. V tomto případě evokuje dojem hradby prakticky jen několik řad kamenů, rovněž situovaných na prudkém podkladu.

Jinou zajímavostí zjištěnou interpretací modelu je fakt, že úroveň koruny valu byla po celém obvodu zachována v relativně stejné výšce, lišící se mezi 10-20 cm. To ukazuje, že i při soustavném ničení památky je celá destrukce vnitřního valu zřejmě bližší své původní podobě, než jsme předpokládali. Výzkum totiž ukázal, že prostor za zdí, která nemohla vzhledem ke své chatrné konstrukci o mnoho překročit výšku jednoho metru, byl po celé šířce valu vyplněn naházenými kameny, původně navršenými nad výšku zdi. Konečně, celá koruna valu byla rozdělena více či méně pravidelnými mělkými prohlubněmi asi na 6 segmentů (*obr. 13*).

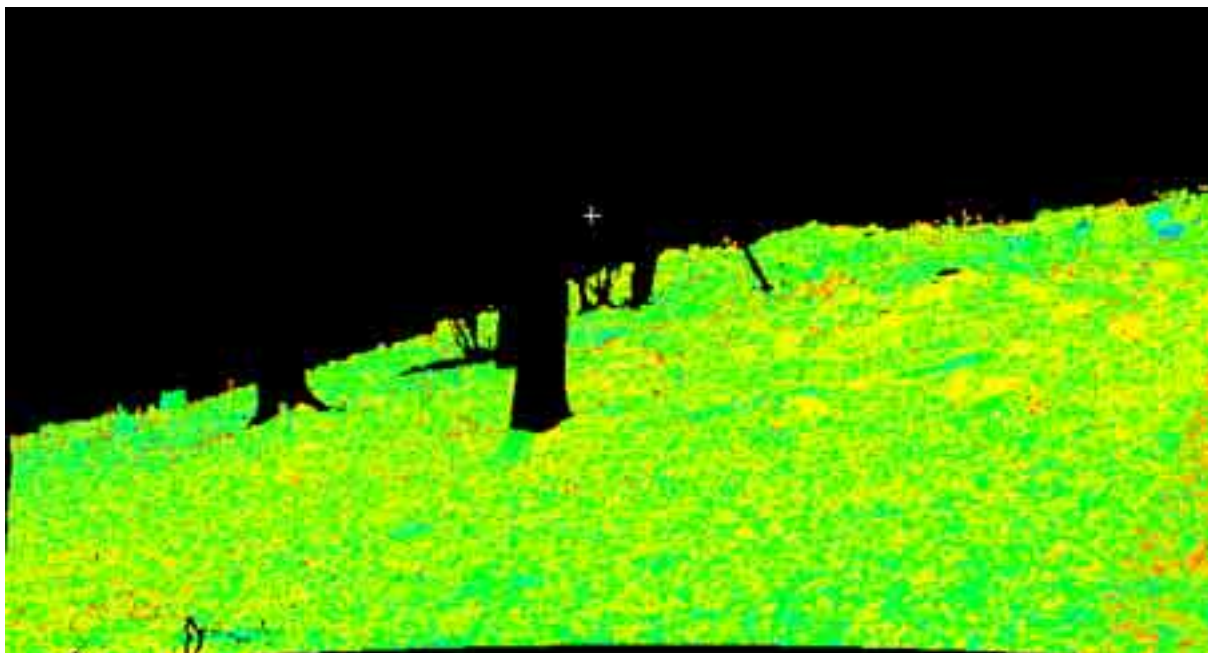
Další zpracování 3D modelu umožní výpočet původní kubatury kamene, použitého ke konstrukci vnitřního valu a snad i následnou rekonstrukci možné původní podoby této jedinečné pravěké stavební památky.



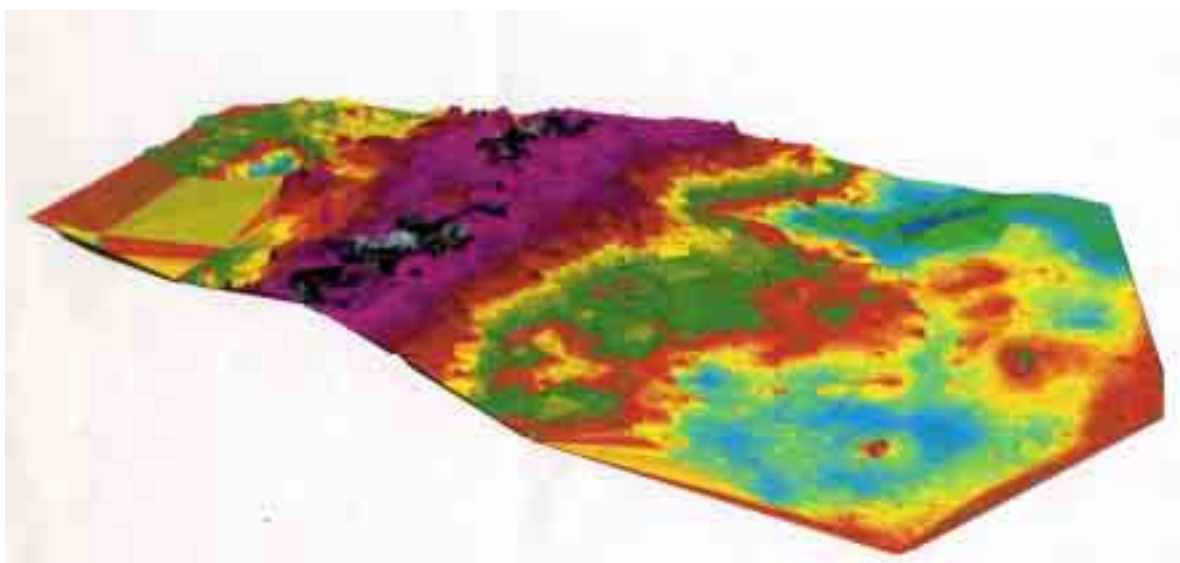
Obr. 8. Boudy, okr. Písek. Interpretální zakreslení průběhu valů. Zobrazení: P. Sankot.



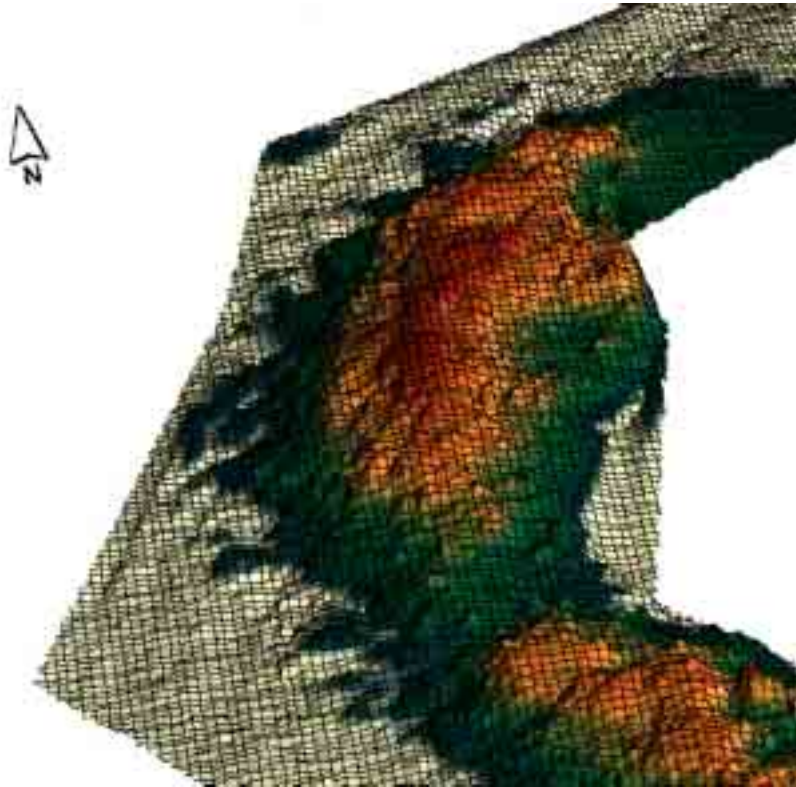
Obr. 9. Boudy, okr. Písek. Snímek segmentu valu v podobě tzv. mraku bodů. Zobrazení: I. Koloušek.



Obr. 10. Boudy, okr. Písek. Vyčištění tzv. mraku bodů od nežádoucího šumu. Zobrazení: I. Koloušek.



Obr. 11. Boudy, okr. Písek. Segment valu s paprčítým výběžkem. Zobrazení v programu Atlas T. Mikolášek.



Obr. 12. Boudy, okr. Písek. Segment valu s paprčtíým výběžkem. Zobrazení v programu Surfer A. Danielisová.



Obr. 13. Boudy, okr. Písek. Celkový pohled na vnitřní val. Zobrazení v programu Surfer A. Danielisová.

Poděkování: firmě Geonet Praha (zejména panu P. Hulíkovi a P. Sankotovi) a firmě SG Geotechnika a.s. (zejména I. Kolouškovi, V. Kudláčkovi a M. Burdovi) za provedené měření a následné zpracování a za přátelské vztahy, které tato spolupráce přinesla.

Článek vznikl v rámci výzkumného záměru **XXXXXX**

Literatura

- Blažková-Dubská, G. – Frolík, J. 2005: Architektura odhalená archeologickým výzkumem a problémy s její památkovou ochranou – Die durch archäologische Erforschung freigelegte Architektur und Probleme mit ihrem Denkmalschutz, *Archaeologia Historica* 30, s. 29-46.
- Borkovský, I. 1969: Pražský hrad v době přemyslovských knížat – Prager Burg zur Zeit der Přemyslidenfürsten. Praha.
- Dreslerová, D. 2006: Maková hora – novodobý příklad pravěké opevňovací techniky. *Archeologické výzkumy v jižních Čechách* 19, České Budějovice, 341-348.
- Dreslerová, D. 2004: The North Prácheňsko region in prehistory. In: Gojda, M. (ed): *Ancient Landscape, Settlement Dynamics and Non-Destructive Archaeology*, Praha, Academia, 342-364.
- Dreslerová, D. – Hrubý, P. 2004: Halštatské výšinné lokality v jižních Čechách - Nové výzkumy dvou hradišť. – Hallstattzeitliche Höhensiedlungen in Südschechien – Neue Grabungen auf zwei Burgwällen. In: *Študijné zvesti AÚ DAV* 36, Nitra, 105-129.
- Dubský, B. 1949: *Pravěk jižních Čech*. Jihočeské nakladatelství bratří Římsové, Blatná.
- Frolík, J. 2007: Jesuit college in Kutná Hora: courtyards and their layouts in the 17th-19th century. *Archaeological excavations in 1998-2005. – Jezuitská kolej v Kutné Hoře: nádvoří a jejich vybavení v 17.-19. století. Archeologický výzkumu v letech 1998-2005. Studies in Post-medieval Archaeology* 2, v tisku.
- Frolík, J. – Maříková-Kubková, J. – Růžičková, E. – Zeman, A. 2000: Nejstarší sakrální architektura Pražského hradu. *Výpověď archeologických pramenů. – Die ältesten Kirchenbauten der Prager Burg aufgrund der archäologischen Quellen. Castrum Pragense* 3. Praha.
- Frolík, J. – Smetánka, Z. 1997: *Archeologie na Pražském hradě*. Praha – Litomyšl.

Summary

Application of a 3D laser scanner in archaeology

Perfect technical documentation of a historical building, archaeological site or the progress of archaeological excavation is an essential requirement for the work of the researcher. The traditional methods of geodetic surveying have now been extended by the option of three-dimensional laser scanning. 3D laser scanning, originally developed as military technology, has found a use outside the military in particular during the last ten years when this method also reached the Czech Republic. The presented applications in the field of archaeological monuments and historical buildings are the result of a collaboration between Geotechnika a.s. and the Prague Archaeological Institute of the Czech Academy of Sciences.

Three-dimensional laser scanning ensures high quality documentation of the existing condition which can serve as the background for a perfect virtual presentation, and can also be used for a virtual reconstruction of the original appearance. A 3D model of the scanned object permits investigating various geometrical relationships of points or clusters of points, and highlighting phenomena, in the “cloud of scanned points”, invisible, or only felt, in the real world as they are enshrouded in the fog of imperfections of human perception.

The case studies describe the application of the scanner in archaeological investigation of a prehistoric and mediaeval structure and in documenting historical monuments. The first example shows the documentation of the masonry and floor of a Roman church of unknown consecration in the 3rd courtyard of Prague Castle. Traditional surveying records have a problem with the flooring of arenaceous marl tiles, irregularly covering the church nave. Photogrammetry does not capture the actual depth (e.g. of the gaps between the tiles or the rectangular stones of the Roman masonry) and requires a sufficient distance from the documented surfaces (floors and masonry). A 3D scanner permits making the documentation even from an acute angle. The problem of hidden details (the ray of the scanner does not see spots behind the load-bearing structures of the ceiling, etc.) can be resolved by scanning from several locations. The scanned image of the church of unknown consecration serves as the documentation of the current condition and in the future will make it possible to compare the condition of the historical monument which suffers from degradation and erosion regardless of the care.

The second application documents the church of unknown consecration including the corridor connecting it to the adjoining Roman Basilica of St. Vitus and the surviving and accessible parts of the basilica. Today, these monuments are part of three distinct precincts and it is very difficult to get an idea of the original spatial relationships. After the project's completion it will be possible to create a three-dimensional image of the surviving state in real spatial relationships, and to use it for the reconstruction of the original state.

The next task is scanning the remains of a lime burning kiln uncovered and investigated in the courtyard of the Jesuit College in Kutná Hora. The kiln is a unique technological device from

the 2nd half of the 17th and the early part of the 18th century surviving including a quantity of construction details and internal furnishing. The problems with securing the funding for the restoration of the walls and building a protective shelter suggest that the kiln might not be preserved for the future and the output from the laser scanning will be the only evidence of the original condition of the kiln at the time of its discovery providing data for the reconstruction of the technical heritage monument itself.

Rescue archaeology was at the heart of the excavation in Chrudim – Hradební St. The discoveries also included cellars of a vanished town house, which had developed in several phases from the end of the 13th century until the Thirty Years' War when the house went into decline. This success is important for the town of Chrudim as it is the first evidence of 14th century stone burgher architecture which is not reliably proven elsewhere in the historical core of the town. As the historical monument was to be destroyed later, it was documented using all the available methods. Scanning is the best option for obtaining an idea of the spatial relationships between all the principal stages, i.e. the earliest walled cellar from the 14th century with a entrance neck, the neighbouring cellar with the original barrel vault and the staircase neck from the 15th century and finally the latest cellar with a cross-shaped plan additionally dug, in the late 15th or early 16th century, below the level of the floor of the previous cellar. The elaborate output of the laser scanner also permits the future study of details the importance of which was not sufficiently recognized or appreciated during the excavation.

The last example is the documentation of a dry stone rampart which is part of the enclosure of a hill top site from the Hallstatt Period - Hrad near Boudy (Písek district). In this particular case it was to verify the unusual shape of the destruction of the stone rampart. In several locations the more or less circular path of the destruction jutted out into irregular pointed spoke-like structures which were virtually impossible to capture on a photograph or by any other method. After exposing the rampart to a 3D scanner a model was created where the point elevations were related to the zero surface determined by the model of the surrounding terrain. This ensured that the relative elevation differences of the different parts of the rampart became visible and the expected structures were clearly readable. Although the following archaeological excavation showed that the structures are probably the result of the later destruction of the rampart, especially of "quarrying" the stone for buildings in the surrounding villages, the additional facts thus obtained supported the idea that the whole stone enclosure was rather symbolic in meaning as the structure could not warrant efficient defence. The site was re-classified – from an earlier functional determination of a fort to a central site of the region with a possible cult or ritual significance.

Poznámky k možnostem 3D rekonstrukcí v archeologii - Ondřej Malina

Abstrakt

Text se věnuje oblasti 3D modelování a jeho možnostem v archeologii. Úvodní pasáž přibližuje způsoby uplatnění modelů a obvyklé důvody jejich pořizování. Druhá část naznačuje některé obecné zásady pro jejich tvorbu a je doplněna popisem konkrétních zkušeností s modely kostela sv. Jana Křtitele ve Starém Plzenci a předhradí hradu Libštejna.

The text deals with 3D modelling and its applicability to archaeology. The introductory section describes the methods of the application of models and the most frequent reasons for their development. The second part outlines the general principles of their development accompanied by a description of practical experience gained with the models of St. John the Baptist's Church in Starý Plzenec and the outer ward of Libštejn Castle.

Klíčová slova

3D modelování, dokumentace, vizualizace, rekonstrukce, presentace

3D modelling, documentation, visualization, reconstruction, presentation

3D rekonstrukce v archeologii

Rozsah využití 3D modelů v archeologii lze zatím pro jejich malé rozšíření spíše odhadovat, existují ale minimálně dva důvody, proč jim věnovat alespoň částečnou pozornost. Nepochybně je zde potřeba předat výsledky své práce veřejnosti – tj. lidem s představivostí nevyvíčenou dlouhodobým působením v oboru a zároveň narůstá i grafická kvalita výstupů, zamýšlených primárně pro „vnitřní potřebu“ oboru.

V následujícím textu bych se rád zmínil o základních vlastnostech těchto modelů a jejich možnostech v archeologii. Další část zahrnuje několik obecných poznámek k jejich tvorbě a závěrem se věnuji konkrétním zkušenostem z tvorby modelu kostela sv. Jana Křtitele ve Starém Plzenci a předhradí hradu Libštejna.¹

Vlastnosti 3D modelů lze rámcově rozdělit do dvou skupin, na analytické a vizuální. Prvně zmíněné slouží jako zdroj dat o objektu, který je reprezentován modelem. Mám zde na mysli například výpočty kubatur zdiva nebo vytěženého materiálu z příkopů, velikosti ploch

¹ Za spolupráci při zaměření kostela sv. Jana Křtitele děkuji Mgr. Petrovi Křištofovi a za poskytnutí dat libštejnského předhradí Bc. Filipovi Kaslovi.

složitějších objektů nebo sledování prostorových souvislostí objektů tam, kde by to z běžné 2D dokumentace bylo obtížné nebo vůbec nereálné. Podmínkou je zde samozřejmě dostatečná přesnost modelu, závislá například na metodě měření podkladů v terénu. Výstup je pak v zásadě dokumentací objektu. Problémy se zaměřením samozřejmě odpadají u hypotetických rekonstrukcí bez konkrétní předlohy.

Vizuální vlastnosti představují opačný pól a souvisejí úzce s pojmem vizualizace. Ten se vyskytuje poměrně často, téměř vždy však bez přesnějšího vysvětlení. Ve 3D modelování ji chápou jako proces, kde je nejdůležitějším výstupem vnímání zpracovaného objektu, které může být do značné míry nezávislé na jeho objektivních vlastnostech. Jedná se tedy o situaci odlišnou od kupříkladu vizualizace číselných dat pomocí grafů. Díky dobrým vizuálním vlastnostem je možné získat co nejnázorněji co nejlepší přehled o základním prostorovém uspořádání objektu a všech dalších podstatných charakteristikách, které model dokáže zobrazit.

Vizuální vlastnosti tak nachází uplatnění především v prezentaci výsledků a tam, kde výstupy nebudou sloužit jako podklad pro další analýzy. V dalším textu se budu věnovat již pouze těmto vlastnostem.

Nejrozšířenějším důvodem užití 3D modelů v archeologii je možnost presentace variant nebo vývoje objektu, protože tato věda obvykle pracuje s více možnými interpretacemi jednoho kontextu. Častá je i potřeba překonat fragmentárnost získaných poznatků alespoň při presentaci. Výhodou je pak i možnost pohledů z libovolného směru, případně s odstraněním částí modelu (stěny u domu, jedné poloviny u pece apod.). Zároveň tím někdy můžeme ušetřit počet obrázků, potřebných pro zobrazení všech popisovaných skutečností.

Spíše jako inspiraci pro budoucí vývoj lze zatím chápat sdílení modelů na internetu, například pro účely výuky, podobně jako se dnes sdílí texty nebo obrázky. V případě většího rozšíření lze použitím již existujících modelů ušetřit čas, například použitím stromů pro doplnění modelu archeologické lokality. S tím samozřejmě souvisí i problematika autorských práv, častým řešením je například zakoupení modelů. K internetu patří i možnost presentace na webových stránkách, které se stávají čím dál důležitější výkladní skříní archeologických institucí. Jednoduchost modelů je zde pak velkou výhodou. 2D obrázky lze doplnit animační nadstavbou, od prostého otáčení objektem a prohlídky ze všech stran po možnost dynamického řezu, kde uživatel kurzorem myši odkrývá plynule jednotlivé vrstvy objektu a seznamuje se s jeho vnitřním uspořádáním.

Strategie tvorby trojdimenzionálních modelů vyžaduje samozřejmě především zkušenosti, což může být v archeologické obci nemalý problém. Nicméně na základě dosavadních výsledků lze uvést několik úvodních doporučení. Snad nejdůležitější je přípravná fáze, tedy výběr objektu (respektive problému), který se bude zmíněným způsobem prezentovat, eventuálně

dokumentovat. Do třírozměrného modelu lze převést valnou většinu archeologických objektů, přesto je vhodné, je-li tvorba modelu součástí širšího presentačního záměru. Při výběru je třeba mít představu o výsledných pohledech, ze kterých bude objekt snímán. Není optimální postupovat tak, že nejdříve vytvořím model a pak uvažuji o tom, z jakého pohledu budou výsledné 2D obrázky. Při renderingu, tedy tvorbě 2D záběrů z 3D modelu, vyžaduje obvykle každý pohled minimálně zvláštní nastavení světel. Konečně je v přípravné fázi nutné zvážit podrobnost výsledného modelu. Z ní se odvíjí i podrobnost zaměření podkladů nebo požadavky na kvalitu pořízení fotodokumentace. V případě, že chceme model texturovaný, je třeba ještě zvolit metodu fotodokumentace povrchů, které budou přeneseny na model. Škála možností je poměrně široká, od přesné fotogrammetrie po šikmé snímky z ruky.

Závěrem zmíním zásadu tzv. low - poly modelování, tedy snahu dosáhnout co nejlepšího výsledku s co nejmenším počtem polygonů. S počtem polygonů modelu totiž narůstají při renderingu a ještě více při animaci nároky na hardware počítače.

Od obecných poznámek můžeme nyní přejít ke konkrétním výsledkům. Tvorba 3D modelu kostela sv. Jana Křtitele měla na svém počátku několik otázek. Přestože model není dosud dokončen, dosavadní práce přinesla odpověď na všechny. Prvním cílem bylo vyzkoušet možnosti pokročilého modelovacího softwaru Cinema 4D od firmy Maxon a jeho možnosti vizualizace konkrétního složitěho archeologického (v širším smyslu) objektu. Důležitou podmínkou bylo ověření vstupu dat z totální stanice, použité k dokumentaci v terénu. Otestovat bylo třeba i časovou náročnost jednotlivých úkonů. Přestože jedním z cílů bylo také zjistit možnosti texturovaného modelu, bude na témže modelu po úpravách pravděpodobně testována i presentace výsledků stavebně historického průzkumu, kdy budou textury odstraněny.

Vytvoření modelu sestávalo ze dvou částí. Vlastní měření v terénu bylo provedeno totální stanicí Leica TCR 407 a trvalo zhruba dva dny plus půl dne na drobnější doměření a opravy. Měření bylo prováděno bez odrazného hranolu, v interiéru se zároveň často využilo i laserové stopy. Jako vhodné se ukázalo, když vlastní měření provádí budoucí tvůrce modelu, který má nejlepší představu o optimálním rozmístění dokumentovaných bodů anebo jejich potřebné hustotě. S výjimkou přenášení stanoviště je to práce pro jednoho pracovníka, druhý může zatím provádět fotodokumentaci nebo ručně zaměřovat detaily. Menší problém představovala v této fázi pouze sanktusníková věžička pokrytá plechem, který z některých úhlů znemožňoval měření díky špatnému odrazu laserového paprsku. V případech, kde jsou body blízko u sebe a zároveň reprezentují změnu tvaru, je vhodné jejich čísla a polohu zachytit do náčrtu, nejlépe do vytištěné fotografie.

Zpracování výsledků z terénu začalo importem dat z totální stanice do softwaru MS Excell a úpravou jejich formátu. Jednalo se o redukci číslic, které se v celém souboru neměnily – na

trojmístná čísla, neboť použitý software 6ti a 7mi místná čísla neakceptoval. Dále byly nahrazeny záporné hodnoty kladnými a prohozeny x a y souřadnice.

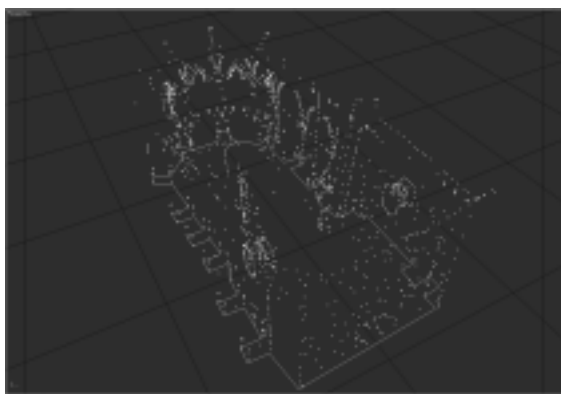
Následoval import dat do Cinema 4D, který je možné provádět pro větší přehlednost postupně. Lze tak například vložit jen prvních 50 bodů, spojit je polygony a pak teprve pokračovat v importu dalších bodů. Alternativou ke spojování bodů polygony (tvorbě ploch) je tvorba křivek, které budou následně vytaženy do prostoru (tvorba těles). Dalším krokem je segmentace vytvořených polygonů za účelem vzniku plynulejší (reálnější) plochy a doplnění detailů, které v terénu nebyly z různých důvodů zaměřeny.

Zvláštní kapitolou je příprava a aplikace textur. Kvalitní textury lze zhotovit i ze šikmých snímků pořízených z ruky. Snímky jsou obvykle upraveny tak, aby měly rovnoměrný jas a kontrast a vzájemně navazovaly v případě, že se budou na modelu dlaždicově opakovat. Zároveň platí, že čím propracovanější je model, tím jednodušší mohou být textury a naopak. Poslední fází bylo vytvoření řezů, při kterém byly odstraněny části modelu, doplnění jedné varianty vítězného oblouku a rozmístění světel pro výsledný rendering.

Podobným způsobem byl vytvořen i model předhradí hradu Libštejna, kde jsou v reliéfu dochovány relikty jednotlivých staveb. Po spojení všech bodů polygony byly testovány vyhlazovací procedury pro dosažení reálnějšího povrchu. Pro usnadnění interpretace bylo zkoušeno nasvětlení modelu z různých směrů a jeho výškové převýšení. V poslední fázi byly zkušebně zvýrazněny dva objekty podle pravděpodobného vnitřního uspořádání.

Práce na modelech kostela sv. Jana Křtitele a libštejnského předhradí podle mého názoru dobře ukázala základní rysy zvolené metody. Hlavní nevýhodou je pracnost – takto složitý model se nevyplatí dělat pouze jako alternativu klasické dokumentace. Vhodnější uplatnění 3D modelů spatřuji při presentaci rozsáhlejších nebo dlouhodobých archeologických akcí, kde budou náklady na modely ve srovnání s celkovými náklady přijatelné. Další nevýhodou je cena vybavení, především totální stanice. Dokumentaci lze sice provádět například pomocí teodolitu v kombinaci s laserovým dálkoměrem, celková pracnost tak ale značně narůstá. Metoda je tak vhodná spíše pro pracoviště, které již zmíněným vybavením disponují nebo si jej mohou alespoň krátkodobě obstarat. Ceny vhodných softwarů jsou dnes již na poměrně přijatelné úrovni, ve srovnání s cenou totální stanice je jejich cena zanedbatelná.

Naproti tomu je hlavní výhodou metody možnost průběžné interpretace a redukce nadbytečných informací, což vynikne zejména při srovnání s laserovým skenováním. Lze ji tak chápat jako alternativu mezi klasickou "papírovou" 2D dokumentací a laserscanningem.



Obr.1. Kostela sv. Jana Křtitele ve Starém Plzenci. Kompletní mračno bodů po importu dat z totální stanice, doplněno obrysem půdorysu.



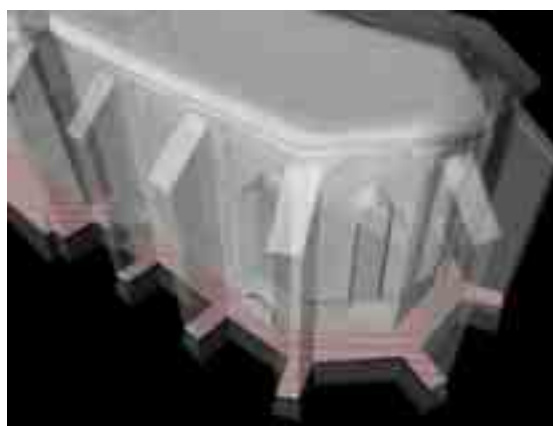
Obr.2. Kostela sv. Jana Křtitele ve Starém Plzenci. Východní okno v presbytáři, část bodů je již doplněna polygony.



Obr.3. Kostela sv. Jana Křtitele ve Starém Plzenci. Východní okno v presbytáři, vytvořeny všechny polygony, záklenky oken upraveny segmentací.



Obr.4. Kostela sv. Jana Křtitele ve Starém Plzenci. Východní okno v presbytáři po aplikaci textur.



Obr.5. Kostela sv. Jana Křtitele ve Starém Plzenci. Model bez textur, poloprůhledný, doplněna vrstva s půdorysem.



Obr.6. Kostela sv. Jana Křtitele ve Starém Plzenci. Pohled do interiéru, doplněna rekonstrukce vítězného oblouku.



Obr.7. Kostela sv. Jana Křtitele ve Starém Plzenci.
Řez, jižní polovina modelu.



Obr.8. Kostela sv. Jana Křtitele ve Starém Plzenci.
Celkový pohled, jako podklad použita katastrální
mapa.



Obr.9. Předhradí hradu Libštejna. Model po
propojení všech bodů polygony.



Obr.10. Předhradí hradu Libštejna. Model po
vyhlazení a náznakovém doplnění 2 objektů.

Použité zdroje

<http://www.digital-archaeology.com>

<http://www.archaeologica.cz>

<http://www.asehs.com>

Summary

Notes on the potential of 3D reconstruction in archaeology

The text deals with 3D modelling and the possibilities of its application to archaeology. Three-dimensional models can be basically divided into analytical and visualization models where the former can be taken as a type of documentation and used for further analysis. The principal role of the latter is to mediate and to form the perception of an object and to describe, in the easiest way, its principal characteristics. The range of the possible application

of 3D models in archaeology is quite varied. It starts with sharing the models via the internet and their use on the web sites either in the static form or with additional animations extending the knowledge of the depicted object. Most frequently, the models are used for the presentation of the possible alternatives of the appearance of an object or its parts or to show its development. Cross-sections or views from various perspectives, or reconstructions of non-existing sections are also popular.

Creating a 3D model should be preceded by a careful consideration of the level of detail and the future views from which it will be recorded. A textured model requires that the type and level of detail of the textures are selected. The model of St. John the Baptist's Church in Starý Plzenec was used for the testing of the combination of documenting an existing building by means of a totalling station followed by importing the data into advanced modelling software where the points were connected by polygons including the test of the creation and application of textures and the final rendering. The model of the outer ward of the Libštejn Castle served as the testing ground for the possibilities of simplifying the interpretation of a surveyed relief by means of illuminating from different angles or the exaggerated elevation scale of the model.

Although the described method is rather demanding regarding the cost of equipment and the relative amount of work, it offers an alternative to the simple methods of documentation and laser scanning and may find application in extensive projects or when the results need to be presented to the public.

Metody terénní antropologie a dokumentace kosterních nálezů: příklad hřbitova u kostela Sv. Ducha ve Všerubech - Vladimír Sládek, Patrik Galeta, Daniel Sosna, Martin Čechura

Abstrakt

Metody terénní dokumentace kosterních nálezů hrají klíčovou roli při rekonstrukci pohřebních zvyklostí. V příspěvku ukazujeme některé z postupů dokumentace koster na příkladu nálezů ze zaniklého hřbitova u kostela Sv. Ducha ve Všerubech (Plzeň-sever) datovaného do 13.-18. století. Výzkum je organizován pracovníky laboratoře biologické antropologie KSA, FF, ZČU v Plzni ve spolupráci s Oddělení záchranných archeologických výzkumů Západočeského muzea v Plzni v rámci projektu „Metody výzkumu kosterních pohřebišť“ (<http://www.oba.zcu.cz/laborator.htm>). V pěti sezónách jsme rozpracovali postupy terénní dokumentace pro dospělé a nedospělé jedince. Dokumentace vychází z digitálních dat, prostorového měření a pozorování. V grafických programech později digitalizujeme objekty a rozdělujeme do hierarchických celků. Díky hierarchizovanému uspořádání můžeme rychle a efektivně vybírat oblasti zájmu. Využití digitalizovaných kreseb jsme ukázali na kostře dospělého jedince (VSE-K501) a z části i na kostře nedospělce (VSE-K500). Věříme, že podobné postupy terénní dokumentace pomohou nově vymezit zájmy při výzkumu pohřebních zvyklostí.

The methods of the field documentation of skeleton finds play an essential part in the reconstruction of burial rituals. The contribution shows some of the procedures in documenting the skeletons on the case study of finds from the defunct cemetery of the Church of the Holy Ghost at Všeruby (Plzeň-north) dating back to the 13th –18th century. The investigation is organized by the staff of the Laboratory of Biological Anthropology of the KSA, FF, ZČU in Pilsen in collaboration with the rescue archaeological survey of the West-Bohemian Museum within the “Methods of Investigating Skeleton Cemeteries” project (<http://www.oba.zcu.cz/laborator.htm>). During the five campaigns we have developed procedures for the field documentation of adult and non-adult individuals. The documentation is based on digital data, spatial measurements and observation. Graphic software is used later to digitize the objects and classify them into hierarchical groups. The hierarchical arrangement makes it possible to quickly and efficiently choose the areas of interest. The application of digitized drawings was illustrated on a skeleton of an adult (VSE-K501) and, partly, on a skeleton of a non-adult individual (VSE-K500). It is hoped that similar field documentation procedures will be of assistance in re-defining the interests when investigating burial rituals.

Klíčová slova

terénní antropologie, tafonomie, pohřební rituály, kostra
field anthropology, taphonomy, burial rites, skeleton

Úvod

„ ... the arguments to be presented regarding contextual assumptions archaeologists frequently make, coupled with the lack of controlled information about bones, render many interpretations strongly suspect.“

(Binford 1981)

Již z úvodního citátu je zřejmé, že význam kosterních nálezů pro výzkum minulosti člověka se jen pomalu prosazuje v archeologické praxi. Je ale také zřejmé, že bez informací získaných z kosterních pozůstatků zůstanou naše úvahy o lidské minulosti jen nepřesnými aproximacemi. Můžeme proto předpokládat, že posun ve výzkumu pohřebních zvyklostí, respektive té části lidského chování týkajícího se smrti, nebude možný bez přijetí předpokladu, že kostra je významným ukazatelem vázaným k pohřebním zvyklostem.

Význam kosterních pozůstatků byl pro archeologii „objeven“ relativně dávno. Například ve 40-tých letech Krogman (1935) prezentuje vizi, ve které jsou kosterní pozůstatky člověka pracovní doménou obou disciplín: antropologie i archeologie. Bohužel, podobně jako Krogmanova vize, tak i mnohé další zůstaly na půl cesty. Kosterní pozůstatky jsou podle Krogmana pro antropologii zajímavé až v okamžiku, kdy se objeví v laboratoři. Sféra odpovědnosti za výzkum proto odděluje archeologům doménu terénního výzkumu a antropologům naopak doménu dalšího postexkavačního studia kostry.

Oddělení kompetencí neprospívá výzkumům pohřebních zvyklostí. Při výzkumu kosterních situací v terénu se oddělila archeologie a antropologie snad nejvíce. S dichotomií souvisí i neschopnost klást otázky, které by přiměřeně vyčerpaly informace kosterních nálezů. Přitom výzkum kostry je víceúrovňový a výzkum kosterních pozůstatků nelze jakkoliv oborově dělit (srov. Chesson 2001; srov. Gillespie – Nichols 2003).

Pro pochopení procesů spojených s kosterní archeologií je nutné nejen zvládnout archeologické metody a zachytit archeologické souvislosti, ale doložit také souvislosti spojené s kosterní biologii. Jedná se především o znalosti anatomických souvislostí jako je identifikace kosti, její poloha a vztah k ostatním částem kostry či izolovaných kostí, nebo vztahy mezi patologickými změnami a prostorovými transformacemi (srovnej např. Sládek – Galeta – Sosna – Čechura – Friedl 2006). Jak ukážeme později, právě anatomické a antropologické informace tvoří páteř terénního výzkumu kostry. V laboratoři nejsme schopni rekonstruovat nálezkové okolnosti kostry, stejně jako neurčíme stupeň zachovalosti.

Archeologie a antropologie musí úzce spolupracovat ne na bázi přesunu odpovědnosti (tj.

členění kompetencí), ale na bázi otevřené spolupráce. Nejde o to, aby antropolog plně vyčerpал archeologické souvislosti nebo aby archeolog bezesbytku zvládal biologické pozadí výzkumu kostry. Naopak, jde o komunikaci. Archeolog i antropolog by měli nahlížet kosterní situaci natolik široce, že budou schopni klást fundované otázky. Fundovanými otázkami myslíme takové, které budou za prvé souviset s výzkumem pohřebních zvyklostí a projevů. Zadruhé, se nebude jednat o samoučelný sběr dat s předpokladem, že data mají hodnotu sama o sobě, aniž by musely být vztaženy k otázce, hypotéze nebo modelu. Za třetí bude fundovaná otázka taková, která bude metodicky uskutečnitelná.

Jestliže se Krogmanova vize uplatnila v rozšíření zájmu antropologie o kosterní pozůstatky v laboratorním výzkumu, pak terénní praxe zůstává podhodnocena. Badatelé zabývající se výzkumem pohřebních zvyklostí se sice shodnou, že je nutné kostru v terénu „zachránit“, přesto není jasné, jak při záchraně postupovat a za jakým cílem či účelem se má kostra zachraňovat. Chtělo by se říct, že záchrana je často, jak upozornil v Brně na konferenci o „Počítačové podpoře v archeologii 2006“ kolega Marek Peška, vlastně „odborná likvidace“ nálezu.

Údaje získané z kosterních výzkumů nepřekročily v současnosti tradici počátku dvacátého století. Snímají se informace s pochybnou hodnotou zejména z důvodů minimální znalosti o anatomii a biologii kosterního systému a minimu znalostí o kontextuálních informacích na kostře. Výsledkem je pak sada neužitečných informací, totiž těch, které nepřekračují zaběhnutý rámec poznatků. Z těchto dat nejsme schopni adekvátně rekonstruovat roli člověka v tafonomických procesech nebo komplexitu pohřebních zvyklostí a projevů.

Cesta, která vede z tohoto začarovaného prostoru, není jednoduchá. Nejde jen o to analyzovat současný stav, ale také ukázat alespoň některé z kroků, které by mohly vést k lepšímu zakotvení kosterního bádání v terénu. Předpokládáme, že terénní antropologii nutně čeká několik metodických posunů. V první kroku musíme doložit, zda jsme schopni se současnými metodami kostru lépe v terénu zaznamenat, než jaký je standard archeologické praxe. V textu se proto zaměříme na některé ze současných možností dokumentace terénního výzkumu kostry rozvíjených v laboratoři biologické antropologie na Filosofické fakultě ZČU v Plzni (<http://www.oba.zcu.cz/laborator.htm>). Údaje, které použijeme pro ukázkou, pochází z výzkumu hřbitova u kostela Sv. Ducha ve Všerubech.

Zaniklý hřbitov u kostela Sv. Ducha ve Všerubech: modelový výzkum

Klíčovou lokalitou terénních aktivit laboratoře biologické antropologie KSA, ZČU v Plzni je sonda na zaniklém hřbitově u kostela Sv. Ducha ve Všerubech. Všeruby (okr. Plzeň-sever) je menší obec vzdálená přibližně 17 km od Plzně. Kostel Sv. Ducha se nachází v západní části náměstí v mírném svahu. Vznik kostela je datován do 2. poloviny 14. století, ale pohřbívání zde bylo zahájeno pravděpodobně dříve neboť stavba kostela Sv. Ducha ze 2. poloviny 14. století navazuje na starší farní kostel (Rožmberský – Novobilský 1998). Ze záchranných sond

z let 1999-2001 se potvrdilo, že některé z kosterních nálezů byly narušeny základovým zdívkem přestavby ze 14. století (Čechura 2000). Předpokládáme proto, že pohřbívání v oblasti zaniklého hřbitova u kostela Sv. Ducha započalo dříve, pravděpodobně ve 13. století. Pohřbívání na hřbitově u kostela Sv. Ducha končí ve druhé polovině 18. století s nařízením Josefa II přesunout hřbitovy mimo intravilán obce. Ve Všerubech byl hřbitov od druhé poloviny 18. století přesunut ke kostelu Sv. Martina. Přesné datum přesunu všerubského hřbitova nelze v tuto chvíli určit. O rušení hřbitovů v intravilánech obcí bylo vydáno několik nařízení v rozmezí 1780-1784 (např. 1784: Dritte Sammlung der k. k. Landesfürbtllichen Berordnungen und Gesetze in materiis publico-ecclebiasticis oder Joseph des II. Bebehle in Kirchenbachen. Zweiter Theil. Prag 1784, s. 66.). Stejně tak není zřejmé, zda v druhé polovině 18. století bylo pohřbívání u kostela Sv. Ducha skutečně ukončeno a zda nemohl být hřbitov použit pro pohřeb některých jedinců (např. nedospělých jedinců) i po tomto datu.

Na konci minulého století byla plánovaná rekonstrukce kostela, zejména pak stavba vysoušecího kanálu, která vede po severním obvodu kostela a zasahuje do pohřebních horizontů zaniklého hřbitova. V roce 1999 byl proto zahájen předstihový záchranný výzkum vedený E. Kamenickou (Čechura 2000). V tomto období bylo provedeno několik sond v severním obvodu kostela. Během sondáže se potvrdilo, že stavba vysoušecího kanálu poruší pohřební horizont s vysokou četností kosterních nálezů. Od roku 2000 přebíral výzkum Martin Čechura z Oddělení záchranných archeologických výzkumů Západočeského muzea v Plzni (Čechura 2000). V tomto období byly rozšířeny čtyři původní sondy a zahájen výzkum ve třech nových sondách. V dalším roce 2001 prozkoumal Martin Čechura další tři sondy a dvě sondy z minulé sezóny byly rozšířeny (Čechura 2001). V roce 2001 se poprvé účastní výzkumu pracovníci laboratoře biologické antropologie KSA, ZČU v Plzni pod vedením Vladimíra Sládka. Byla prozkoumaná sonda cca 2x2 metry na severní straně kostela u západní strany věže.

Vzhledem k počtu nálezů, zachovalosti a hlavně charakteru pohřebních situací v kontrolní sondě z roku 2001 jsme se rozhodli zahájit ve Všerubech souvislejší výzkum zacílený na metody výzkumu kosterních nálezů a studium tafonomických procesů spojených s rekonstrukcí pohřebních zvyklostí. Výzkum je organizován laboratoří biologické antropologie KSA, ZČU v Plzni pod vedením Vladimíra Sládka a za odborného archeologického dohledu Martina Čechury z Oddělení záchranných archeologických výzkumů Západočeského muzea v Plzni. V roce 2002 jsme odkryli novou sondu velikosti 7x7 metrů na severní straně kostela při východní straně věže (sonda VSE02), kde je plánované pokračování vysoušecího kanálu. Výzkum sondy pokračoval i v dalších letech a předpokládáme, že bude cílem i pro příštích několik let (tzn. sonda VSE02-současnost). Výzkumu se účastní dva antropologové, Vladimír Sládek kromě organizace výzkumu se soustředí na kosterní (asociované) nálezy, Patrik Galeta na sběr dat izolovaných nálezů a prostorových měření. Dále se výzkumu účastní Daniel Sosna s cílem dokumentace archeologického kontextu nebo sběru stratigrafických a

environmentálních dat, Martin Čechura soustředící se na výzkum archeologických souvislostí spojených zejména se stavbou kostela Sv. Ducha. Výzkum ve Všerubech je součástí letní praxe studentů magisterských a bakalářských oborů Antropologie populací minulosti, Sociální a kulturní antropologie a Archeologie. Každou sezónu pracuje na lokalitě okolo 18 lidí, výzkum probíhá vždy v srpnu (<http://www.oba.zcu.cz/projekty/vyzkumy/Vseruby/index.htm>). Během posledních pěti výzkumných sezón (VSE02-06) jsme narazili na množství významných kosterních situací dospělých a zejména nedospělých jedinců. Získali jsme ojedinělý soubor terénních dat tafonomických, environmentálních a prostorových souvislostí mezi kostrou a pohřebními zvyklostmi. Data jsou významným předpokladem pro rozšíření znalostí o způsobu rekonstrukce pohřebních zvyklostí. Detailní průzkum kosterních situací nás také přivedl k novému zakotvení antropologie v rámci terénního výzkumu, zejména pak z pohledu dokumentace nálezů.

Teoretická východiska výzkumu etážových hřbitovů

Zásah do kosterního nálezů je v terénu destruktivní a rekonstrukce pohřbu je závislá na zachycení prostorových souvislostí mezi částmi kostry a jejím okolím (Duday 2005). Neznamená to ale soustředit se jen na konečnou (resp. zkoumanou) strukturu prostorové distribuce kostí a anatomických vztahů, ale také na průběh či procesy, které k této struktuře a dislokaci vedly (srov. Schiffer 1972; Schiffer 1996).

Etážové uspořádání kostelních hřbitovů (*churchyard*) je co do rozmístění kostí nejsložitější výzkumná situace, se kterou se terénní antropolog v praxi setkává. Kostelní hřbitovy jsou charakteristické vysokou četností zásahů po pohřbení jedince, neboť jsou omezeny prostorem (Ariès 2000). Kosterní pozůstatky jsou vtěsnány do malé plochy, nezachovávají individuální hranice pohřební jámy a nutně se v prostoru překrývají. Kostelní hřbitov je zároveň v centru života obce podobně jako hřbitov ve Všerubech u kostela Sv. Ducha na náměstí. Důležité je upozornit, že distribuce kosterních elementů není výsledkem jen pohřebních zvyklostí, ale důsledkem dalších aktivit. Hroby jsou na etážových pohřebištích narušeny mnoha různými procesy. Do prostoru hrobu a pohřbeného těla je zasahováno z důvodu sakrálních (přepohřbení jedince, pohřeb nového jedince, atd.) a profánních (stavební úpravy, zásahy po zániku hřbitova, atd.). Skutečností etážových hřbitovů je, že si kostry zřídka zachovávají asociovanou polohu. Antropolog se na etážovém pohřebišti setká s různým stupněm narušení souvislostí původních kosterních pozůstatků v rozmezí od zlomků izolovaných kostí až po nenarušené kostry.

Právě různorodost funkcí prostoru kostelního hřbitova ukazuje, že rekonstrukce původní polohy těla při pohřbu je sice nutným předpokladem pro analýzy pohřebních zvyklostí zkoumaného období a lokality, ale není postačujícím. Výzkum zaniklého hřbitova není z pohledu retrospektivní vědy vyčerpán jen znalostí pohřebních zvyklostí, ale také znalostmi, které nesouvisí se sakrální funkcí hřbitova. Kosterní pozůstatky vypovídají o lidském chování

komplexně, prostor může například měnit svoji funkci od profánní k sakrální a je v zájmu antropologa posun v chápání okolí kostela a hřbitova popsat a pochopit.

Rozmístění kosterních nálezů je na etážových pohřebištích ovlivněno mnoha tafonomickými a environmentálními činiteli (např. Lyman 1994; např. Duday 2005). Zjišťujeme ale, že činitelé, kteří ovlivnili prostorové rozmístění a anatomické souvislosti kostry, mají často ekvifinální účinek. Ekvifinalita v případě faktorů ovlivňujících rozmístění kostí znamená, že shodný nálezový kontext ovlivňují rozdílní činitelé. Nelze proto jednoduše určit kauzální a jedinečný vztah mezi činitelem a jeho prostorovým nebo anatomickým důsledkem. V antropologickém výzkumu to znamená, že nemůžeme bezpečně určit, které z evidencí jsou kauzálně spojeny s pohřebním chováním.

Studium rozmístění kostí a anatomických souvislostí je na etážovém hřbitově dále metodicky omezeno. Současná antropologie nezná terénní metodou, jak určit příslušnost kosterních nálezů jinak než z anatomického kontextu kloubních spojení. Antropolog má spolehlivý anatomický model odvozený od živého těla člověka. Pomineme-li některé z vývojových anomálií, pak každý jedinec sestává přibližně ze stejného počtu kostí. I když je kostra v růstu dynamicky proměnlivá a počet kosterních částí se během růstu mění, máme anatomický model i pro vývojová stádia. Dále víme, jak je kostra sestavena, například víme, jaké kosti spolu artikulují. Zde ale výhoda anatomického modelu končí. Zánikové transformace kloubních spojení a prostorové transformace kostí mimo jejich anatomickou polohu často znamenají i ztrátu znalostí ohledně příbuznosti kosterních elementů. Odkryjeme-li například hrob, ve kterém budou čtyři pažní kosti, je jisté, že nepatří jen jednomu jedinci. Které pažní kosti ke zkoumané kostře patří a zda vůbec můžeme některou z nich ke kostře připojit, není schopn antropolog po ztrátě informací kloubních spojení rozpoznat. Mohou sice pomoci některé nepřímé doklady, například rozdílný stav vývoje a růstu kostí, některé patologické anomálie, ale s jistotou v terénu pracovat nemůžeme. Je tedy skutečností etážových hřbitovů, že máme v hrobě často „více kostí než jedinců“.

Vidíme, že základní informace o kosterním nálezu, kterou potřebujeme pro rekonstrukci pohřebních zvyklostí, je terénní souvislost o poloze kostí. Z anatomického modelu vyplývá, že terénní antropologie by měla být více zacílena na studium kloubních spojení než na pouhou identifikaci kostí v terénu. Pro analýzu procesů souvisejících s rozmístěním kostí a s transformací původního anatomického uspořádání potřebujeme podrobnosti vztahu kosti ke svému celku (kostře) a dále kostry k širšímu celku dalších neasociovaných kosterních nálezů a archeologických nebo environmentálních evidencí.

Základní metodická strategie výzkumu ve Všerubech

Jen stručně můžeme představit postup, který jsme zvolili při výzkumu zaniklého hřbitova u kostela Sv. Ducha ve Všerubech. V první fázi pracujeme s jednoduchým binárním rozdělením nálezů. Každou kost zařadíme do kategorie izolovaných kostí nebo do kategorie asociovaných

kostí (resp. kategorie označená jako kostra, byť se může jednat jen o spojení dvou kostí). Studium izolovaných kostí se věnujeme v jiném příspěvku (Galeta et al. v tomto sborníku), našim dalším cílem textu je ukázat postupy spojené s asociovanými kostmi.

Asociovanými kostmi myslíme dvě a více kostí, které spolu zachovávají anatomicky těsné resp. anatomicky volné kloubní spojení (definice anatomicky těsného a anatomicky volného spojení viz Duday – Courtaud – Crubezy – Sellier – Tillier 1990; Courtaud 1996). Je jasné, že v terénní praxi nemůžeme tento požadavek vždy naplnit. U nedospělých jedinců jsou například oblasti kloubních spojení tvořeny pojivovými tkáněmi, které nemají schopnost se zachovat (vazivo, chrupavka). Kostí nedospělých jedinců si zachovávají anatomicky těsné kloubní spojení, i když z nálezového kontextu jsou oblasti kloubu „prázdné“ a kosti od sebe vzdálené (resp. vizuálně hodnotíme spíše jako anatomicky volné kloubní spojení; viz např. **obr. 10 a 11**). Jde tedy o to, za asociované kosti považovat i ty, které si zachovávají alespoň část původních anatomických souvislostí.

Za asociované kosti můžeme ale považovat i nálezy, u kterých kloubní spojení chybí a kost je vzhledem ke kloubu přemístěna. Jsou to ty případy, kdy je z okolního kontextu zřejmé, že se jedná o součásti kostry, které byly v důsledku tafonomických činitelů přemístěny. Nejlepším příkladem jsou nálezy koster ruky, které se v primárních dutých prostorech přemisťují vlivem explozivní expanze tělesných dutin (Duday 2005). O asociovaném nálezů tedy rozhoduje okolní kontext a celková znalost terénní situace. Právě zde se odkrývá úskalí binárního členění kosterních nálezů při terénním výzkumu.

Byť je binární rozdělení výzkumu kosterních nálezů teoreticky přehledné, přesto má slabé místa. Ne vždy je jasné do jaké kategorie nálezy zařadit. Přitom odlišit izolovaný nález od asociovaného, je prvním krokem k pochopení kosterního nálezů, protože v každé kategorii uplatníme jiný postup sběru dat. Z dat sejmutých u izolovaných kostí nelze rekonstruovat kloubní vztahy mezi sousedními kostmi. Naopak, u asociovaných kostí se mimo identifikaci kosti více zaměřujeme na kloubní spojení a kosterní struktury (např. poloha lebky, tvar hrudního koše, vztah prvního žebra k poloze klíčních kostí, poloha lopatek vzhledem k rozložení hrudníku, atd.). Slabá místa binárního členění dále ukážeme na konkrétním příkladu kostry VSE-K501.

Příklad VSE-K501: dospělí jedinci

Jedním z příkladů, jak ovlivňuje rozpoznání asociovaných a izolovaných nálezů kostí metodu výzkumu, je kostra odkrytá ve Všerubech v roce 2006 s pracovním označením VSE-K501. Právě u jedince VSE-K501 se ukázalo, jak zavádějící je hodnotit kosterní nález bez znalosti kontextu a stratigrafických souvislostí. Jedinec VSE-K501 je ale také příkladem omezení retrospektivních věd a významu dokumentace s cílem zpětné rekonstrukce nálezů. O výběru pracovního postupu rozhodne až konečná úroveň, kdy se nemůžeme k počátku výzkumu vrátit jinak než z našich záznamů. Předmět našeho zájmu neexistuje v živém světě a nelze tedy

použít strategii experimentálních věd (tzn. provést nové experimentální pozorování, protože předmět našeho zájmu přestal existovat). V záplavě různorodých evidencí je skryto nepatrné množství těch, které poukazují k našemu cíli, tj. k rekonstrukci pohřebních zvyklostí.

V první úrovni výzkumu VSE-K501 jsme narazili na shluk kostí narušený kořenovým systémem prorůstajícím od SV k JZ (*obr. 1*). Odkryté kosti jsou na první pohled v sekundární poloze bez asociovaných vztahů. Růst kořene ovlivnil prostorovou transformaci některých z nich. Vliv kořene lze pozorovat zejména na lebce a levé pažní kosti. Příčina sekundárního přemístění dalších kostí je ale nejasná. Poloha části pravé horní čelisti a krčních a hrudních obratlů v západní části zkoumané oblasti nemůže být ovlivněna růstem kořene. Například SJ rozmístění částí lebky od severní polohy dolní čelisti po polohu části pravé horní čelisti až k jižně umístěným zbylým částem lebky nemá charakter zásahu kořene. Dále, z promíšení velkých kamenů a stavební keramiky s kostmi v SZ oblasti usuzujeme, že kosterní elementy byly dislokovány podstatnějším zásahem než například vlivem fauny (nora, atd.). Z dosavadních poznatků Všerubské lokality se nabízí dvě vysvětlení pro toto uspořádání: buď se jedná o izolované kosti náhodně seskupené v jednom prostoru sondy, anebo se jedná o sekundární přemístění v důsledku druhotného zásahu při výkopu nového hrobu a pohřbení nového jedince. Obě tyto situace nasvědčují, že jde o izolované nálezy a bude proto nutné pro ně použít postup jako u izolovaných kostí.

Výběr postupu sběru dat je v počáteční fázi začišťování kumulace kostí rozhodující. Pokud sejmeme údaje jen pro izolované kosti, budou nám chybět některé údaje pro interpretaci asociovaných nálezů. Rozhodli jsme se proto, že nejdříve prozkoumáme nižší úrovně.

Ve druhé úrovni jsme odkryli asociovanou kostru levé ruky, dále pak asociované části pravé horní končetiny. Ke kostem horní úrovně jsme proto přistoupili jako k asociovaným nálezům. To se ukázalo po začišťování druhé úrovně oprávněné (*obr. 2*). V druhé úrovni jsou asociované nejen části horní končetiny, ale rýsovala se i kostra hrudníku. Po průzkumu polohy těla jsme zjistili, že lebka je v opačné poloze než orientace kostry. Patří proto lebka k nálezu kostry? Neslučujeme izolované kosti v první úrovni s dalším kosterním nálezem? Jinými slovy, nepodařilo se nám i po odkrytí druhé úrovně vyloučit sekundární původ dislokováných kosterních elementů v první úrovni a zejména vyloučit vliv kořenu při dislokaci lebky a části kostí horních končetin. Nepodařilo se nám také vysvětlit příčiny SJ dislokace kostí.

K nálezům dislokováných a asociovaných kostí jsme přistoupili jako k jedné kosterní jednotce, i přesto že nemáme jistotu, které kosterní elementy patří k sobě. Každý z kosterních elementů byl analyzován co do prostorových a kontextuálních informací stejně jako asociovaný nález (viz níže). Teprve po sejmutí dat z první a druhé úrovně byly kosti odňaty a postoupili jsme k začišťování třetí úrovně.

V třetí úrovni jsme odkryli část trupu s kostrou hrudníku, zbytky kostry pravé a levé horní končetiny a také návaznost na kostru dolních končetin (*obr. 3*). Bylo zřejmé, že se jedná o kosterní nález, jehož základní interpretace je v této úrovni přehledná. K interpretaci pomůže

poloha části osově kostry, zejména pak uložení dolních končetin. Tělo jedince VSE-K501 tedy leželo při pohřbu na zádech (*decubitus dorsalis*) (**obr. 3, 7**) s horními končetinami zkříženými nad hrudníkem (viz **obr. 2, 6, 7**). Zaměříme se dále na analýzu trupu. Na první pohled zarazí rozmístění hrudních obratlů v kraniální části hrudního úseku páteře. Jedná se o úsek přibližně mezi třetím až osmým hrudním obratlem (Th 3-8). Zakřivení páteře neodpovídá normálnímu anatomickému modelu. Zjišťovali jsme původ zakřivení hrudního úseku páteře. Již v terénu jsme diagnostikovali nejméně u dvou hrudních obratlů (Th 4-5) znaky patologických změn těl, které později v laboratoři diagnostikoval Jakub Likovský jako deformační změny způsobené pravděpodobně kompresní zlomeninou. Z těl obratlů byly nejvíce postiženy Th4 a Th5, které nesly známky deformace, rotace a snížení obratlových těl. Patologické změny se však neomezily jen na oblast Th4 a Th5 ale byly patrné i na dalších hrudních obratlích a v důsledku těchto změn vykazovala páteř jedince VSE-K501 známky dextrokonvexní skoliózy.

Předpokládáme, že patologická změna prostorových souvztažností pohřbeného těla v osově kostře je další faktor, který ovlivnil postdeposiční proces a prostorové transformace. Při poloze na zádech bylo tělo v horní části trupu a hlavy nad očekávanou výškovou úrovní standardních pohřbů. Jakým způsobem bylo tělo vtlačeno do relativně úzké a hlavně nízké hrobové jámy, ale znamená ověřit vztah mezi prostorovou změnou patologické polohy páteře s izolovanými kostmi v první úrovni začištěného prostoru. V každém případě máme jedinečnou možnost pochopit pohřební zvyklosti i u jedinců, kteří vykazují známky tělesné odchylky od normálních anatomických poměrů. Pohřební ritus tohoto jedince například skrývá i sociální percepce odchylek od anatomického „standardu“.

Situace výzkum VSE-K501 poukazuje na jedno z metodologických specifíků terénního výzkumu. Interpretace kosterního nálezu se postupně mění s odkrýváním stratigrafických úrovní. Jednak některé z hypotéz můžeme vyvrátit (např. náhodná seskupení kostí v podobě „skládky“), ale také některé nové hypotézy je třeba ověřit i ve stratigraficky vyšších úrovních, které jsou již odebrány. V případě VSE-K501 teprve poslední úroveň objasňuje příčiny přemístění kostí v první úrovni. Znamená to, že teprve poslední úroveň vymezí, jaký postup jsme měli zvolit od počátečního začištění nálezu. Pomineme-li další rozbor pohřební situace VSE-K501, který není cílem tohoto příspěvku, upozorníme na tomto příkladu, že terénní dokumentace musí zachovat informace o posloupnosti začištění tak, abychom se mohli k jednotlivým úrovním a oblastem začištění vracet.



Obr. 1. VSE-K501: začišťení první úrovně exkavace. Pravá polovina lebky v oblasti čelní kosti a obličejové části (a) a distální část levé pažní kosti (b) je poškozena růstem kořene. Růst kořene neovlivnil dislokaci proximální části levé pažní kosti (c) spíše se jedná o podobný faktor dislokace jako v případě posunu krčních a hrudních obratlů (d, e, f). Dislokace krčních a části hrudních obratlů (d, e, f) vykazuje známky náhodné kumulace například při sekundárních zásazích u druhotných pohřbů nebo při kumulaci kostí v podobě „skládky“. Lidský zásah do původního pohřbu potvrzuje oddělený *processus spinosus* hrudního obratle (e). Spojení části krčních obratlů (f) poukazuje na možnou asociaci některých kosterních elementů či pozůstatky původní kostry. Podrobnosti viz text, srovnej Obr. 4-9.



Obr. 2. VSE-K501: začistiění druhé úrovně exkavace.

Asociovaná části kostry levé ruky (a) jsou prvním dokladem, že je VSE-K501 asociovaná kostra. Poloha pažní kosti a předloktí v *art. cubiti* (b) je dokladem intencionálního pohřbu. Pro intencionální pohřeb svědčí i poloha článků prstů levé ruky (a). Lebka je vůči poloze trupu (c) dislokovaná, ale není zřejmé, zda tuto dislokaci mohla zapříčinit růst kořene. Podrobnosti viz text, srovnej Obr. 4-9.



Obr. 3. VSE-K501: začištění třetí úrovně exkavace.

Podle polohy páteře (a), pravé lopatky (b), oblasti pánve (c) a návaznosti na dolní končetiny v pravém *art. coxae* (d) můžeme interpretovat polohu pohřbu na zádech (*decubitus dorsalis*). Zakřivení páteře (e) vzniklo vlivem patologických změn hrudních obratlů přibližně Th4 a 5 (f), výsledkem je dextrokonvexní skolióza. Část páteře byla přitom poškozena růstem kořene (g). *Manubrium sterni* (h) svědčí o dislokaci vlivem sekundární duté prostory otevřené po rozkladu měkkých tkání v oblasti hrudního koše. Tato dislokace proběhla dříve než dislokace levé horní končetiny v důsledku druhotného zásahu při úpravě povrchu kostela. Podrobnosti viz text, srovnej Obr. 1 a Obr. 4-9.

Postup sejmutí terénních dat u jedince VSE-K501

V příkladu VSE-K501 jsme ukázali, že data terénního výzkumu musí být snímána s vědomím retrospektivního pohledu a pozdější rekonstrukce. Při dokumentaci se nejčastěji používá kresba na milimetrovém papíře. Z mnoha důvodů je to metoda nedostačující. Ruční kresba je především zdlouhavá, často to znamená přerušit terénní práci. Co je ale důležité, kresba je těžkopádná pro vizualizaci kontextu a pro analýzu tafonomických charakteristik.

Během poslední pěti let rozvíjíme na Všerubské lokalitě alternativní postupy sběru dat. Naším cílem je připravit metodiku terénních výzkumů kostry, která by zohlednila teoretické i praktické potřeby. Chceme zajistit, aby každá kost byla dostatečně dokumentovaná, dále aby metoda sběru dat byla rychlá s možnostmi přesunout časový vklad mimo terénní výzkum. Dále chceme metodu, ve které dokážeme jednoduše vizualizovat zkoumané vztahy. Jednoduché a rychle ovládnutí je důležitým požadavkem tafonomické analýzy. Objasnění prostorových vztahů kosterních nálezů závisí na nepatrných odchylkách od anatomického modelu (např. poloha lopatek vůči horní končetině a hrudníku nebo poloha čěšek vůči dolní končetině).

Sběr dat a přípravu dokumentace nálezu jsme rozdělili do terénní a laboratorní části. Při terénním výzkumu postupujeme následujícím způsobem:

a) pomocí digitální fotografie snímáme každou situaci, při které se objeví, respektive je odňata nová kost. Snažíme se fotografovat ve standardizovaných podmínkách pro následné slučování fotografií (například na fotografii zůstávají rektifikační body, snaha je fotografovat z jednoho místa co možná nejvíce v kolmé rovině, atd.).

b) pro každou kost sejmeme prostorová data v ose X, Y a Z. Dále snímáme tafonomická data sestávající z hodnocení například aspektu kosti, kloubních spojení nebo informací větších kosterních celků jako je poloha končetin, typ oploštění kostry hrudníku atd. (Courtaud 1996). K terénním poznámkám připojujeme kresby situací, u kterých jsou mezi kostmi a okolním nepřehledné vztahy. Tyto kresby jsou spíše rychlými schématy než podrobnou kresbou na milimetrovém papíře.

c) digitální fotografií zachytíme nejbližší kontext kostry. V případě sondy ve Všerubech je to sektor 1x1 metr. K okolnímu kontextu snímáme další sadu hodnot týkajících se zejména stratigrafických a půdorysných vztahů (analýza hrobové jámy či půdorysný rozsah sekundárních zásahů, vztah artefaktů jako je například stavební keramiky k poloze kostry, atd.)

V těchto třech krocích získáme údaje pro rekonstrukci nálezu. Je ale zřejmé, že rozsah potřebných údajů je ovlivněn mnoha skutečnostmi. Již od prvního zásahu do struktury nálezu musí mít výzkumník jasno, čeho chce dosáhnout, musí tedy znát svou primární vědeckou otázku. Informací, které může na kostře v terénu získat je nekonečné množství. Terénní situaci se nám proto nepodaří informačně vyčerpat. Ne všechna pozorování zachytí fotografie či standardizovaný formulář. Zde vidíme nezbytnou roli školeného antropologa a tafonoma.

Jen antropolog má znalosti pro rozhodnutí, které informace mimo standardizovaný postup je nutné získat.

Byť se zdá, že se jedná o malý balík dat, přesto je dokumentace kostry v terénu zatím časově nákladná. Důležité ale je, že se nám podařilo větší část rekonstrukce nálezu přesunout mimo terénní výzkum. V dalším laboratorním zpracování postupujeme v následujících krocích:

a) digitální fotografie rektifikujeme a převádíme do grafického programu rozděleně do stratigrafických úrovní. Jako grafický program používáme např. ArcView nebo Adobe Illustrator.

b) v grafickém programu digitalizujeme objekty (například kosti, archeologické nálezy, atd.). Při digitalizaci využíváme všech informací o digitalizovaném objektu, včetně kosterního nálezu, který je v této etapě již umyt a označen.

c) v grafickém programu vytváříme výběry vztahů díky strukturovanému uspořádání digitalizovaných objektů. Úrovně tvoří samostatné vrstvy digitální kresby, v každé vrstvě pak členíme objekty do logických celků (např. spojujeme objekty, které náleží ke končetinám nebo kostře hrudníku).

Tafonomická analýza VSE-K501 a výběry studovaných oblastí

Díky strukturované digitalizaci objektů se můžeme vrátit do jakékoliv úrovně začištění nálezu. V grafickém editoru označíme hodnocené objekty a zobrazíme. Díky strukturovanému uspořádání je výběr přehledný a rychlý. Grafický software generuje z každého zobrazení kresebný výstup, což proti kresbě na milimetrovém papíře znamená, že základní „kresbu“ (resp. digitalizaci) provedeme jen jednou a pak automaticky modifikujeme grafické výstupy.

Příklad, jak využíváme digitalizovanou kresbu, ukážeme alespoň částečně u kostry VSE-K501. Nejdříve si zobrazíme sloučené stratigrafické úrovně všech digitalizovaných objektů v oblasti trupu (*obr. 4*; zobrazení oblasti dolních končetin se v tomto příspěvku nevěnujeme). Výsledkem je nepřehledné seskupení kostí, přesto je ale patrné, že se střídá dislokovaná část s kostmi intencionálně pohřbeného jedince a dále to, že jedinec není ve standardním anatomickém uspořádání.

V dalším kroku si označíme digitalizované objekty první úrovně (*obr. 5*). Stratigraficky je to nejvyšší úroveň začištění jedince VSE-K501. V první úrovni se objeví dislokované kosti bez anatomických vztahů. Víme již, že jde pravděpodobně o kosti jednoho jedince, jehož zbytek objevíme ve druhé a třetí úrovni. Z uspořádání kostí v první úrovni je patrný vliv kořene (viz rozdrčená lebka a poškozená levá pažní kost). V první úrovni můžeme zobrazit i jiné aspekty dislokace. Jedná se o SJ přemístění zlomků lebky (tzn. dolní čelisti, zlomku pravé horní čelisti a lebky), ze kterého můžeme usoudit, že druhotný zásah na povrchu hřbitova byl veden v této části pohřbu v SJ směru. Pro další hodnocení nálezu je důležité se zaměřit na skupinu krčních obratlů v oblasti dolní čelisti. Obratle nesou asociované vztahy, z čehož odvozujeme, že dislokované kosti patří kostře, která se může nacházet v nižší úrovni. Dále můžeme

z asociovaných obratlů usuzovat na charakter sekundárního zásahu (např. vztah mezi skeletizací kostry a časem zásahu).

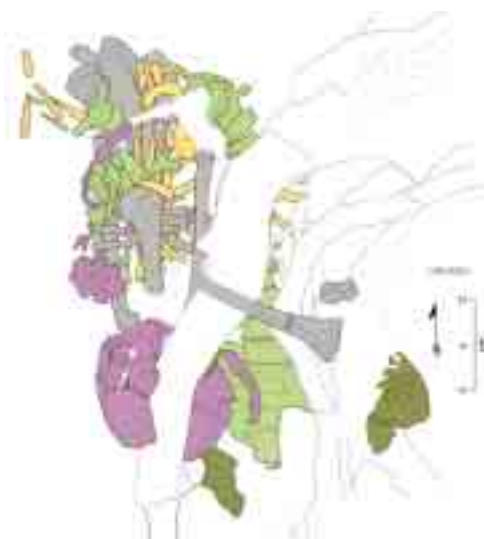
Ve druhé úrovni si ukážeme doklady o asociovaných částech kostry VSE-K501 (**obr. 6**). Na asociovanou kostru ukazuje asociace kostí pravé ruky. Pravá ruka byla umístěna nad pažní kostí. Ze zobrazení zatím není jasná, jak vysoko na pažní kosti levá ruka ležela, anebo rozsah překřížení horních končetin. Ruka mohla ležet na paži při pohřbu výše, než jak ji máme dokumentovanou v terénním záznamu. Vlivem dekompozice měkkých tkání se mohla ruka sesunout po těle pažní kosti do dnešní polohy. Ověřit tento vztah by znamenalo využít jiné údaje, zejména pak výškovou nivelaci proximálního a distálního konce pažní kosti. Z kresby levé horní končetiny můžeme odvodit další poznatky o pohřbu. Například poloha článků prstů levé ruky vymezuje hranici hrobové jámy (tzv. *wall effect*). Hranice hrobové jámy lze od prstních článků protáhnout až k proximálnímu konci pažní kosti a k poloze *spina iliaca anterior superior* (**obr. 7**). Pro zkříženou polohu horních končetin nad hrudníkem svědčí artikulace pažní kosti a kostí předloktí na pravé straně, dále úhel, který paže a předloktí svírají (**obr. 7-8**). Navíc, jak kostra levé ruky, tak i flexe pravé horní končetiny v *art. cubiti* je dokladem intencionálního pohřbu a dokladem pohřební péče o mrtvého. Zkřížená poloha horních končetin jedince VSE-K501 je na Všerubském hřbitově obvyklá. Tato skutečnost by mohla sloužit pro interpretaci sociální percepce tělesných odchylek jedince VSE-K501 v živé komunitě.

Ve třetí úrovni jsme zobrazili vztahy mezi částmi páteře, hrudního koše, polohu pravé lopatky a pažní kosti a návaznost trupu na dolní končetiny (**obr. 7-9**). Z digitálního výstupu je patrná dextrokonvexní skolióza páteře v oblasti kraniální částí hrudních obratlů a destrukce těl hrudních obratlů jednou ze západních ramen kořene (**obr. 8-9**). Poloha klíční kosti a prvního žebra pravé strany nasvědčuje, že jedinec byl pohřben vzhledem k dextrokonvexní skolióze s vyvýšeným levým ramenem a levou polovinou těla. Po pohřbu došlo k dekompozici obsahu hrudního koše. Do prázdné sekundární prostory dutiny hrudního koše se přesunuly některé z kostí (např. *manubrium sterni*). Zdá se tedy, že skeletizace kostry proběhla dříve, než došlo k dislokaci kostí první úrovně. Narušení kostry ve vyšší úrovni pravděpodobně souvisí s úpravou povrchu hřbitova. Snad díky nečekané vyšší poloze části těla narazili při vyhlubování hrobu na kosti a práci zastavili nebo dokončili, aniž by poškodili nižší etáže. Je ale možné, že úprava povrchu hřbitova proběhla až v době, kdy se na hřbitovu nepohřbívalo. Z distribuce kostí ale víme, že povrch byl urovnáván v SJ směru (viz nálezy lebky a rozmístění kostí kraniální části páteře, **obr. 8**).

Další otázkou interpretace VSE-K501 je zjistit, zda byl tento jedinec pohřben volně v zemi nebo v rakvi. Všerubská lokalita nás překvapila tím, že jsme na malé ploše odkryli různorodé pohřby: objevili jsme pohřeb v rakvi (např. VSE-K506), volně v zemi (např. VSE-K505) a v sezóně VSE06 také pohřeb na podložce (VSE-K602). Vše v relativně malém prostoru do hloubky přibližně 40 cm rozsahu cca 2x2 metry. Kostra VSE-K501 i přes značnou dislokaci

některých částí svědčí pro pohřeb přímo v zemi bez primárních dutých prostor rakve nebo pohřební podložky. Oporu pro tato tvrzení máme zejména v artikulaci levé ruky, která si zachovává spojení i prstních článků obemýkajících tělo pravé pažní kosti **obr. 6**). Pohřeb volně v zemi je patrný také z polohy dolních končetin, které zde ale nezobrazujeme. Rozporné evidence, které by mohly svědčit na pohřeb v rakvi, jako je například posun pravé pánevní kosti vůči křížové kosti (**obr. 7**), dislokace levé horní končetiny (**obr. 6**) a zejména dislokovaná poloha klíčních kostí (**obr. 7**) interpretujeme jako důsledek změny prostorových standardů polohy těla na zádech vlivem patologického zakřivení páteře. Jedinec VSE-K501 byl v hrobové jámě vtěsnán s primárními dutinami (např. mezi okrajem hrobu a pravou pánevní kostí), které ale vznikly jako místo mezi tělem a hrobovou jámou a ne jako prostor vymezený rakví. Do menších primárních dutin se nedostala jílovitá zemina a vznikl proto prostor pro další dislokace uvolněných kostí. Celkový charakter pohřbu volně v zemi navíc zastínil zásah v první úrovni pohřbu při úpravě povrchu hřbitova.

Cílem našeho příspěvku není provést vyčerpávající interpretaci nálezu VSE-K501, ale ukázat, jak můžeme s dokumentací nakládat. Výhoda digitalizované kresby zajišťuje, že i některé z budoucích otázek můžeme ověřit samostatným výběrem digitalizovaných objektů a novým uspořádáním nálezu. Například můžeme vybrat jen části páteře nebo lebky a ty vizualizovat (srovnej výběry v **obr. 8 a 9**). Otevírá se tedy cesta, jak v budoucnu kosterní nález dále využít i v těch případech, na které jsme při výzkumu nemysleli (např. jako zdroj srovnávacích dat pro další výzkumy).



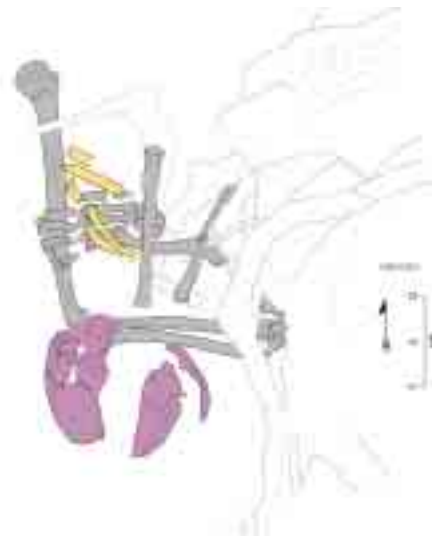
Obr. 4. Kresebná rekonstrukce nálezu VSE-K501: souhrn úrovní.

Barevně jsou zvýrazněny nálezy zlomků lebky (fialově), páteře (zeleně), žeber (žlutě), horních končetin (šedě), pánevních kostí (tmavě zeleně) a části kořene (bíle). Poloha levé pažní kosti pod kořenem je vyznačena tečkovaně. Vysvětlení nálezové situace viz text, srovnej Obr. 1-3.



Obr. 5. Kresebná rekonstrukce nálezu VSE-K501: první úroveň exkavace.

Barevné odlišení kosterních oblastí viz Obr. 4. Vysvětlení nálezové situace viz text, srovnej Obr. 1-3.



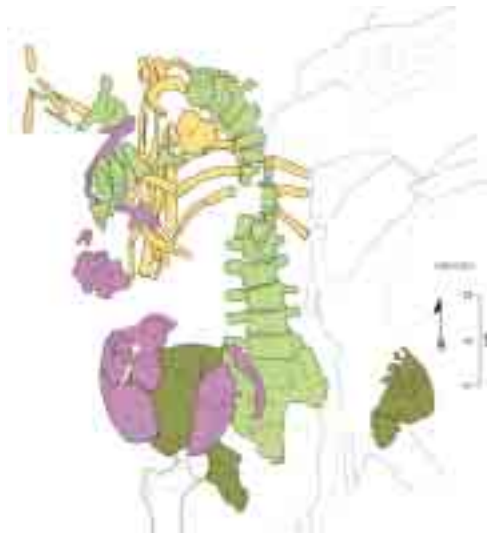
Obr. 6. Kresebná rekonstrukce nálezu VSE-K501: druhá úroveň exkavace.

Barevné odlišení kosterních oblastí viz Obr. 4. Vysvětlení nálezové situace viz text, srovnej Obr. 1-3.



Obr. 7. Kresebná rekonstrukce nálezu VSE-K501: třetí úroveň exkavace.

Barevné odlišení kosterních oblastí viz Obr. 4. Vysvětlení nálezové situace viz text, srovnej Obr. 1-3.



Obr. 8. Příklad analýzy distribuce kostí jedince VSE-K501: postdepoziční zásahy.

Kresebný rozbor první až třetí úrovně odhaluje SJ směr zásahu do polohy lebky a kaniální části páteře. Podrobněji viz text. Barevné odlišení kosterních oblastí viz Obr. 4, srovnej Obr. 1-3.



Obr. 9. Příklad analýzy polohy žeber a obratlů jedince VSE-K501: vztah mezi dextrokonvexní skoliózou a distribucí kostí páteře a hrudníku po sekundárním zásahu do polohy kostry.

Podrobněji viz text. Barevné odlišení kosterních oblastí viz Obr. 4, srovnej Obr. 1-3.

Příklad VSE-K500: nedospělí jedinci

Zvláštnost Všerubské lokality je vysoká koncentrace nálezu nedospělých jedinců zejména z perinatálního období a raného období *Infans*. Rozsah příspěvku nám neumožňuje se podrobněji věnovat těmto nálezům. Přesto chceme ukázat, že metody dokumentace zmíněné u dospělců lze úspěšně použít i pro nedospělé jedince.

Terénní výzkum nedospělých jedinců je složitým úkolem. Růst kosti je dynamickým procesem. Během ontogenetického vývoje se mění velikost, tvar, ale i počet kostí. Kosti perinatálních jedinců jsou navíc nepatrných rozměrů, z velké části jsou tvořeny vazivovými a chrupavčitými tkáněmi, které podléhají rozkladu. U kostry nedospělých jedinců nemáme proto zachyceny přesné vztahy kloubních spojení. Z hlediska hodnocení kloubního spojení se u nedospělých jedinců jedná nejčastěji o anatomicky volné spojení, neboť chrupavčité komponenty epifýz v terénním záznamu zmizí. O to víc je důležité zachytit popisné informace o každé samostatné kosti (resp. části dospělé kosti; například samostatného těla a dvou oblouků v případě budoucího dospělého obratle). Začištění nálezu a sběr dat sice můžeme nahradit z části digitální fotografií, ale je nezbytné, aby školený pracovník prováděl i terénní dokumentaci ve schématech a popisech nálezu již při exkavaci.

Příkladem dokumentace nedospělých jedinců je kostra VSE-K500, kterou jsme zkoumali v sezóně 2005 (VSE05). Postup dokumentace byl shodný s dospělcem VSE-K501. Opět jsme vztahy každé kosti či zkoumané úrovně zachytili v digitální fotografii (*obr. 10*). Problémem u VSE-K500 nebylo sesadit stratigrafické úrovně jako u VSE-K501, ale malé rozměry kostí. Vyfotografované objekty kostry VSE-K500 jsme digitalizovali (*obr. 11*) a posléze připravili pro kresebný rozbor (např. *obr. 12a, b*). Spolu s kostrou jsme digitalizovali i okolní kontext

sektoru, ve kterém se kostra nachází (**obr. 13**). Jsme proto schopni zasadit kostru jedince VSE-K500 do širších souvislostí zkoumaného sektoru a lokality.

Dokumentace jedince VSE-K500 je připravena pro analýzu, kde se můžeme zaměřit například na prostorové transformace spojené s růstem kořenů; vlivem sekundárních zásahů v oblasti dolních končetin, které byly poškozeny výkopem ve východní části sektoru; dislokace kostí ruky způsobené pravděpodobně environmentálním faktorem. U VSE-K500 můžeme například spojit západní přemístění lebky se zvykem podkládat lebku nějakými předměty nebo zavinovat tělo a hlavu do rubáše či zavinovačky. Nejdůležitější ale je, že takto vedená dokumentace umožňuje analýzu nejen jedince VSE-K500, ale srovnání i s dalšími nálezy nedospělců ze Všerub a tedy obecně studium pohřebních zvyklostí u nedospělých jedinců. Otevírá se nová perspektiva antropologického bádání o pohřebních zvyklostech nedospělců, která z hlediska terénního výzkumu vykazuje malý zájem badatelů. Většina našich znalostí o povaze dislokačních změn a jejich vztahu k pohřebním ritům je u perinatálního období nedostatečná. Nová terénní pozorování mohou tuto situaci změnit.



Obr. 10. Začištění jedince VSE-K500.

Ukázka preparace první úrovně jedince VSE-K501 z perinatálního období. Rektifikační body jsou použity pro pozdější sloučení preparačních úrovní (viz Obr 11: body A-D).



Obr. 11. Kresebná rekonstrukce VSE-K500.

Mozková část lebky (střední šedá), obličejová část lebky (světle šedá), kostra horních končetin (černá) bílé části kostry ruky označují prostorové vztahy na ose Z (bílé části jsou v hlubší úrovni), osová kostra a kostra pánve (bílá). Rektifikační body A-D jsou použity pro sloučení preparačních úrovní.



Obr. 12. Příklad kresebného rozboru nálezu VSE-K500: vztah mezi obličejovou částí lebky a kostrou páteře a hrudníku (a) a mezi kostrou horních končetin a kostrou páteře a hrudníku. (b). Barevné odlišení kosterních oblastí viz Obr. 11.

N 400
E 100

Sektor C-3, úroveň 40







N 400
E 200

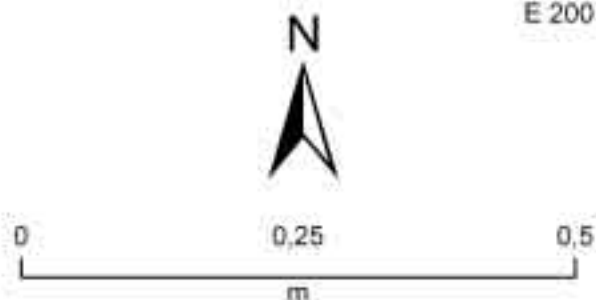


N 300
E 100

N 300
E 200

Legenda

	Ko-C3-40		Kor-C3-40
	Ka-C3-40		C3-1-40
	Pz-C3-40		C3-2-40



Obr. 13. Sektor C3 (úroveň 40cm): půdorysný kontext nálezu VSE-K500.

V SJ směru probíhá hranice mezi dvěma půdorysnými strukturami. Východní struktura je mladším zásahem, který byl veden v době, kdy byl jedinec VSE-K501 skeletizován. Zásah lze odvodit i od sekundární polohy pánevní oblasti (viz Obr. 11), dislokace stehenních kostí a zlomu těl stehenních kostí přibližně v proximální třetině.

Závěr

V příspěvku jsme se zaměřili na metodická hlediska výzkum etážového hřbitova u kostela Sv. Ducha ve Všerubech. V rámci výzkumných aktivit laboratoře biologické antropologie KSA, FF, ZČU v Plzni zkoumáme metody terénního výzkumu kosterních nálezů. Během posledních pěti let jsme rozpracovali nové postupy výzkumu kosterních nálezů v terénních situacích jak pro dospělé, tak i pro nedospělé jedince. Metody jsou založeny na digitálních datech získaných v terénu, prostorových zaměření a klasických pozorování. V dalším postupu dále využíváme grafické programy, kde digitalizujeme zkoumané objekty do strukturovaných celků. Díky uspořádání objektům můžeme rychle a efektivně selektovat oblasti, které nás zajímají při tafonomické analýze. Využití digitalizovaných kreseb jsme ukázali zejména na kostře dospělého jedince VSE-K501 a okrajově jsme se zmínili o aplikacích u nedospělých jedinců na příkladu VSE-K500.

V závěru se nabízí poukázat znovu na význam terénního antropologického výzkumu pro současnou archeologickou a antropologickou praxi. Bylo by zajímavé adekvátně podpořit výzkum terénní antropologie grantem zejména takového týmu, který má ambice a schopnosti dosáhnout významných výsledků v kontextu nejnovějších poznatků. Zajímavé by také bylo podobný tým začlenit do výzkumných záměrů archeologických výzkumů především komplexnějších a větších lokalit. Jsme přesvědčeni, že by se jednalo o pozitivní počín pro výzkum chování lidských komunit spojených se smrtí a zvyklostmi v pohřbívání. Současný stav terénních výzkumů totiž nenabízí adekvátní rozvoj a získání nových poznatků

Poděkování

Výzkum zaniklého hřbitova u kostela Sv. Ducha ve Všerubech se neobejde bez podpory mnoha lidí. Za podporu výzkumu děkujeme starostovi Všerub Václavu Primasovi, vedoucímu katedry antropologie Filozofické fakulty Západočeské univerzity v Plzni Ivo Budilovi a vedoucímu oddělení biologické antropologie Filozofické fakulty Západočeské univerzity v Plzni Vladimíru Blažkovi. Erice Průchové a Lukáši Friedlovi děkujeme za pomoc při exkavaci jedince VSE-K500 a VSE-K501. Za pomoc při vyhodnocení patologie jedince VSE-K501 děkujeme Jakubu Likovskému. Dále děkujeme studentům studijních programů Antropologie populací minulosti, Kulturní a sociální antropologie a Archeologie, kteří s námi spolupracovali během výzkumných sezón. Příspěvek vznikl za podpory Specifického výzkumu Západočeské univerzity v Plzni na rok 2007 s názvem *Terénní antropologie a metody výzkumu lidských kosterních pozůstatků*.

Literatura

Ariès, P. 2000: Dějiny smrti II. Praha: Argo.

Binford, L. R. 1981: Bones: Ancient men and modern myths. New York: Academic Press.

- Courtaud, P. 1996: "Anthropologie de sauvetage": Vers une optimisation des méthodes d'enregistrement. Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris, n.s. 8, 157-167.
- Čechura, M. 2000: Všeruby, kostel sv. Ducha. Předběžná nálezová zpráva za rok 2000. Plzeň. čj. 44/2000 OZAV.
- 2001: Všeruby, kostel sv. Ducha. Předběžná nálezová zpráva za rok 2001. Plzeň. čj. 82/2002 OZAV.
- Duday, H. 2005: L'archéothanatologie ou l'archéologie de la mort. In: O. Dutour – J.-J. Hublin – B. Vandermeersch (ed.), Objets et méthodes en paléoanthropologie. Bordeaux: Comité des travaux historiques et scientifiques, 153-207.
- Duday, H. – Courtaud, P. – Crubezy, E. – Sellier, P. – Tillier, A. M. 1990: L'anthropologie "de terrain": reconnaissance et interprétation des gestes funéraires. Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris 2, 29-50.
- Gillespie, S. D. – Nichols, D. L. 2003: Archaeology is Anthropology. Arlington: American Anthropological Association.
- Chesson, M. ed. 2001: Social memory, identity, and death: anthropological perspectives on mortuary rituals. Arlington: American Anthropological Association.
- Krogman, W. 1935: Life histories recorded in skeletons. American Anthropologist 37, 92-103.
- Lyman, R. L. 1994: Vertebrate taphonomy. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rožmberský, P. – Novobilský, M. 1998: Hrad Všeruby. Edice zapomenuté hrady, tvrze a místa. Plzeň: Nadace České hrady.
- Schiffer, M. B. 1972: Archaeological Context and Systemic Context. American Antiquity 37, 156-165.
- 1996: Formation processes of the archaeological record. Salt Lake City: University of Utah Press.
- Sládek, V. – Galeta, P. – Sosna, D. – Čechura, M. – Friedl, L. 2006: Pathology as a factor influencing taphonomy of human burials: Covered space versus delineated empty space assessment. 71st Annual Meeting of Society of American Archaeology.

Summary

Methods of field anthropology and documentation of skeleton finds: a case study of the cemetery of The Church of the Holy Ghost at Všeruby

The field techniques of excavation and documentation of skeletal finds are the key factors that influence analyses of burial practices. A new approach to skeletal documentation in the field is discussed using examples from the abandoned churchyard of Sv. Duch in Všeruby (Pilsen-

North). Všeruby is located approximately 17 km north-west of Pilsen. The churchyard of Sv. Duch dates from 13th to 18th century. The new approach of skeletal documentation was developed during the last five years of archaeological and anthropological excavations of both adults and subadults. The approach takes advantage of the digital imagery, 3D measurements of skeletal features, and fieldnotes. During the laboratory phase of the research, we digitize the skeletal finds in a vector-based software into hierarchical layers. The hierarchical arrangement is used for the effective selection of studied anatomical and taphonomic features. To demonstrate this new approach, we used examples of one adult individual (VSE-K501) and partly also one subadult individual (VSE-K500). We argue that this new strategy of field documentation of skeletal finds is a necessary prerequisite for the specification of new research questions in mortuary studies.

Digitální dokumentace archeologického výzkumu opevnění - Petr Dresler, Jiří Macháček

Abstrakt

Článek je věnován systému digitální dokumentace raně středověkého opevnění, jehož odkryv patří z metodologického hlediska k nejnáročnějším formám archeologického terénní výzkumu. V článku je popsána metoda převádění trojrozměrných dat do počítačových programů na bázi GIS, které pracují v dvojrozměrném prostoru

The article deals with a system of digital documentation of an early mediaeval fortification the uncovering of which, from the methodological point of view, is one of the most difficult forms of excavation. It describes a method of converting three-dimensional data into GIS-based computer software which works in a two-dimensional space.

Klíčová slova

archeologický terénní výzkum, GIS, dokumentace, fortifikace, raný středověk
excavation, GIS, documentation, fortification, Early Middle Ages

Úvod

Odkryv destrukce opevnění patří k nejnáročnějším druhům archeologického výzkumu z hlediska fyzického, časového a především metodologického. Aplikace Harrisovy kontextuální metody popisu vrstev sice usnadňuje orientaci ve složitých terénních situacích, avšak samotná kresebná dokumentace a její propojení s popisnou složkou je, v případě vertikálně-horizontálních komplexů, složitým problémem. V době invaze výpočetní techniky do všech vědních oborů je třeba vytvořit metodiku k převádění trojrozměrných dat do programů, které pracují s dvojrozměrným prostorem, jež navíc umožní udržet systém v konzistentním stavu. Jakým způsobem můžeme využít digitálních prostředků v terénu? Usnadní, urychlí a zpřehlední náš výzkum? Na tyto a další otázky jsme se pokusili najít řešení před zahájením a v průběhu archeologického odkryvu destrukce opevnění na velkomoravském hradisku Pohansko u Břeclavi v letech 2005-2007.

Cíle

Vlastní terénní výzkum měl několik cílů podřízených řešení problémů vědeckovýzkumného záměru Ústavu archeologie a muzeologie. Primárním cílem bylo získat dostatečně kvalitní a

početná data pro upřesnění datace počátku výstavby opevnění. Druhým cílem byl popis konstrukce opevnění v doposud nezkoumané části hradiska. Sledování vztahu hradby a její destrukce s geologickými, pedologickými a antropogenními uloženinami je mezioborově řešený třetí problém. Posledním úkolem v pořadí, nikoliv však podle významu, byla právě tvorba systému dokumentace archeologické terénní situace, která by plně využívala prostředků digitální a výpočetní techniky.

Před samotným výzkumem jsme stáli před několika klíčovými problémy, které se objevují v okamžiku, kdy archeolog vstupuje do neznámého a komplikovaného terénu. Máme se za všech okolností držet přirozených vrstev, které nelze v horizontální rovině vždy jednoznačně rozlišit, nebo je lepší v případě nejasností postupovat v umělých úrovních? Je potřeba dokumentovat každou situaci, nebo jenom „ty zajímavé“? Budeme schopni zdokumentovat a převést vertikální složku a profily do počítačových programů pracujících čistě na bázi dvou rozměrů? Výsledkem snah o řešení těchto otázek je systém terénní digitální dokumentace, který umožňuje kombinovat přirozené i umělé vrstvy a dokumentovat je v horizontálním i vertikálním směru. Výchozím pojmem celé metody je tzv. dokumentační úroveň.

Dokumentační úroveň

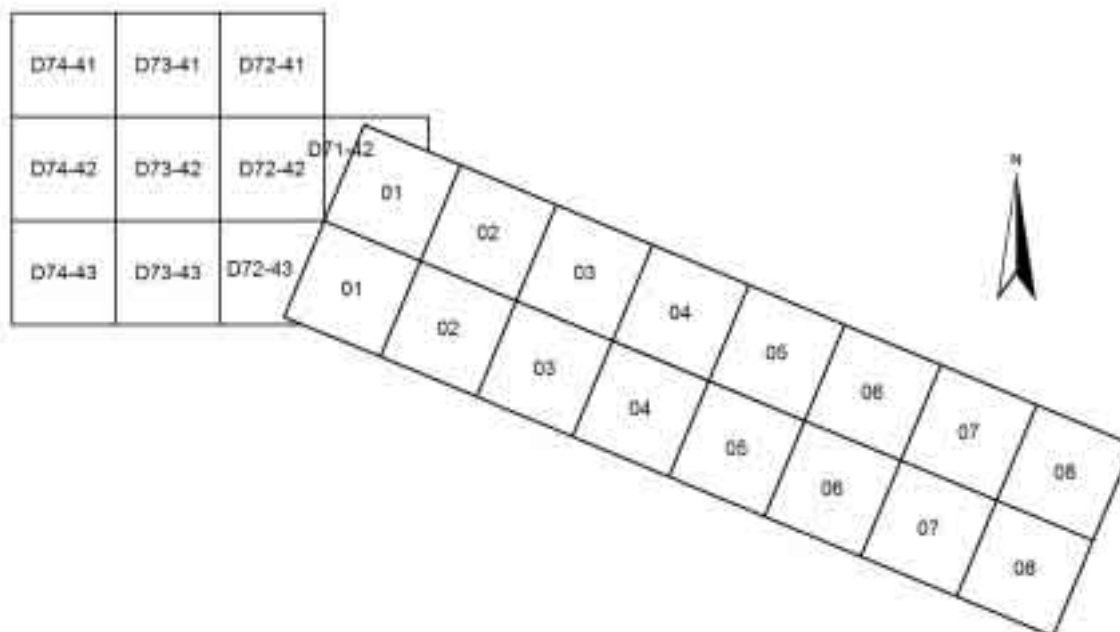
Dokumentační úroveň je umělá (ad hoc definovaná) nebo přirozená terénní úroveň (vrstva, stavební fáze), která je za pomoci kolmého snímkování digitálním fotoaparátem a podrobného trojrozměrného zaměření totální stanicí převedena v počítači do digitální vektorové podoby v programu pracujícím na bázi GIS. Dokumentační úroveň může zachycovat situaci na rozhraní dvou přirozených vrstev anebo i uvnitř vrstvy (konstrukční prvek apod.). Je označena jedinečným číselným identifikátorem, který se nesmí v dané sondě opakovat. Počet dokumentačních úrovní není omezen. V případě, že výzkum lokalizujeme do předem připravené čtvercové sítě, je dokumentační úroveň této sítě nadřazena, přičemž je této sítě využíváno pro identifikaci pořízených fotografií a naměřených bodů.

Orientace v ploše

I v dobách „neomezené“ totální stanice je v případě archeologických výzkumů komplikovaných terénních situací nezbytná čtvercová síť, která slouží při základní orientaci v prostoru. V případě Pohanska je hlavní jednotkou čtverec 5 x 5 metrů s jedinečným identifikátorem kombinujícího základní síť s určením sloupce a řádku daného čtverce. Tato základní síť je od roku 1995 doplněna o síť se čtverci 1 x 1 metr, s jejíž pomocí jsou v současnosti kromě vlastních nálezů lokalizovány i kolmé snímky. Číslování metrové sítě je stabilní a je podřazené číslu základního čtverce.

Pro potřeby výzkumu destrukce opevnění musela být sonda orientována kolmo na podélnou osu destrukce a tak bylo vytvořeno speciální číslování hlavních čtverců. Označení čtverce je

číselné, začíná čtvercem 01, tj. prvním z levé strany sondy (*obr. 1*).



Obr. 1. Základní a specifická čtvercová síť na Pohansku u Břeclavi v prostoru výzkumu fortifikace v letech 2005-2007.

Kroky dokumentace a použité prostředky

V okamžiku, kde je rozhodnuto, že určitá fáze výzkumu bude zdokumentována (začištěná destrukce, vybraný objekt nebo hrob atd.), je situaci přiřazeno číslo dokumentační úrovně. Obecně je současný povrch označen jako úroveň 00. Nejprve je úroveň zdokumentována šikmým snímkováním (*obr. 2*) na klasický kinofilm, diafilm a digitálním fotoaparátem v libovolném, přesto ekonomicky nejlepším rozlišení a kvalitě. Na fotografii jsou kromě čísla označujícího úroveň i čísla základních čtverce(ů), ve kterých je dokumentační úroveň definována. Pořizování šikmých snímků není pouhým anachronismem, ale nutností pro přehlednou dokumentaci dané situace.

Poté začíná proces vytyčování a zaměření vřícovacích bodů nezbytných pro kolmé snímkování. Již před samotným výzkumem musí být do paměti totální stanice vloženy souřadnice průsečíků metrových čtverců dokumentační čtvercové sítě (*obr. 3*). Díky tomu je polohová informace vytyčeného vřícovacího bodu dvou nad sebou dokumentovaných úrovní identická. Tytéž body jsou vloženy do počítače a tam používány jako pevné transformační body kolmých fotografií. V případě, že není možné vřícovací bod vytyčit (v daném místě je

kámen, popřípadě důležitý nález), je snahou umístit do jeho blízkosti pomocný vřícovací bod. Ten je následně zaměřen a je mu tak přiřazena polohová informace. Pomocné vřícovací body jsou umístěny také na okrajích dokumentační úrovně, když je úroveň ukončena kdekoli mezi dvěma liniemi metrové sítě nebo přesně na hranici metrové sítě a hrozí tak posunutí nebo vypadnutí vřícovacího bodu. Odlišení použitých barev vřícovacího bodu, žlutá – vytýčený, bílá – zaměřený, napomáhá identifikaci těchto bodů při transformaci kolmých snímků v počítači.

Po vytýčení a zaměření vřícovacích bodů je celá dokumentační úroveň dokumentována za pomoci kolmého snímkování. Základní jednotkou kolmého snímkování je prostor jednoho metru čtverečního, který je vymezen vřícovacími body (*obr. 4*). K pořízení kolmého snímku je použito jednoramenného závěsu s digitálním fotoaparátem vyváženým tak, aby vždy směřoval kolmo k zemi. Za pomoci dálkové infračervené spouště jsou následně pořizovány snímky. Na každém snímku musí být umístěna cedulka s údaji o výzkumu, sondě, úrovni a metrovém čtverci, resp. severka pro orientaci (*obr. 5*). Digitální fotoaparát je nastaven tak, aby byla dosažena co nejlepší ostrost a barevnost snímku. Dobré je využití funkce bracketing, kdy je každý čtverec snímán ve třech stupních expozice: normální, přes- a podexponovaná. V podmínkách s horší světelností a pro lepší ostrost snímku je dobré používat aparát s funkcí redukce vibrací. Tak lze dosáhnout velmi dobrých, ostrých a detailních snímků i při delších expozičních časech. Digitální fotoaparáty umožňují ukládat snímky do uživatelem vytvořených adresářů organizovaných v rámci systému čtverců a dokumentačních úrovní. V praxi se osvědčil systém focení dokumentačních úrovní po sloupcích metrové sítě. Série patnácti snímků z jednoho sloupce metrových čtverců je uložena v jednom adresáři, jehož název je kombinací označení dokumentační úrovně, velkého čtverce a sloupce metrové sítě.

Po ukončení kolmého snímkování je celá dokumentační úroveň polohově a výškopisně zaměřena totální stanicí v metrové síti, v případě složitějších a zajímavějších situací i v podrobnější půlmetrové síti. Smyslem tohoto měření je nejenom identifikovat dokumentační úroveň na přehledném plánu sondy, ale především pro identifikaci dokumentační úrovně ve vertikálním směru, na profilech příčných i podélných. Nakonec jsou polohově a výškově zaměřeny archeologické nálezy (kameny, keramika, kosti atd.). V případě kamenných destrukcí je zaměřeno až 75% kamenů minimálně jedním bodem. Větší kameny a kameny položené šikmo jsou zaměřeny více body pro možnost výpočtu jejich sklonu. Každý bod je identifikován nejenom svými trojrozměrnými souřadnicemi, ale i identifikačními a popisnými informacemi. Ovládací software používaný totální stanicí umožňuje vložit do identifikátoru bodu, o šesti pozicích v numerickém formátu, (tzv. náčrt) informace o rámcové lokalizaci bodu. Jedná se o rok výzkumu, sektor, objekt, číslo dokumentační úrovně apod. Informace o druhu zaměřeného objektu (kámen, kost, vřícovací body) je zaznamenána v kódovaném

popisu (textový formát) nacházejícím se na konci záznamu. Seznam používaných kódů viz příloha č. 1.

Po dokončení podrobného měření totální stanicí přichází ke slovu dokumentace terénní situace za pomoci Harrisovy kontextuální metody. Popisy uloženin, výkopů, hrobů a dalších kontextů se provádí s pomocí kapesního počítače (PDA) v předefinovaných formulářích v programu TerraSync od firmy Trimble. Tento program umožňuje nejenom za pomoci formulářů rychle popsat terénní situaci, ale také načrtnout tuto situaci a vytvořit si náčrt situace popisovaných kontextů. Po dokumentaci kontextů nastupuje na řadu opět tradiční postup fyzického odkrývání archeologických vrstev.

Po vytyčení a zaměření vlíčovacích bodů a kolmém snímkování dokumentační úrovně jsou všechna digitální data vložena do počítače k finálnímu zpracování. Kolmé snímky jsou přejmenovány tak, aby bylo možné z jejich názvů rozpoznat základní lokalizační údaje, jakými je rok výzkumu a označení sondy, základního čtverce, metrového čtverce a dokumentační úrovně (**obr. 6**). Přejmenované snímky jsou archivovány v adresářích jedinečných pro každý metrový čtverec. Z každé série snímků jednoho metrového čtverce konkrétní dokumentační úrovně je vybrána nejkvalitnější fotografie, která je posléze upravena v grafických programech tak, aby s ní bylo možno při následné vektorizaci co nejlépe manipulovat. Jedná se o oříznutí, zmenšení, otočení a někdy i o úpravu a vyvážení barev, stínů a světla. Takto upravený snímek je ve svém názvu doplněn o identifikátor (T), který indikuje, že se jedná o snímek určený k transformaci a vektorizaci.

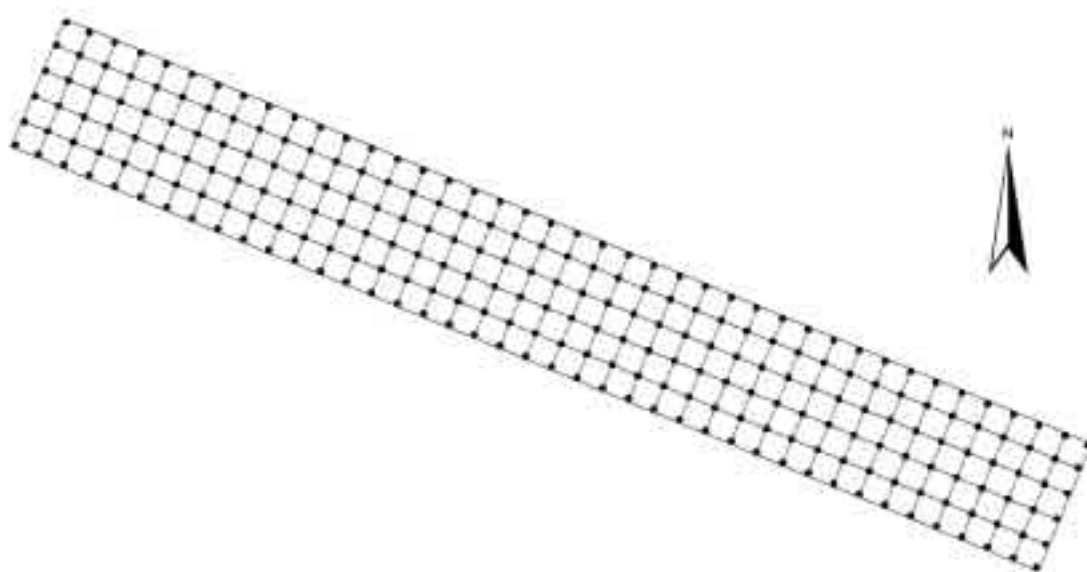
Zaměřené vlíčovací body a ostatní body dokumentační úrovně jsou rovněž uloženy do počítače a upraveny tak, aby je bylo možné vizualizovat v programu GIS. Naměřené, importované body jsou v programu filtrovány podle kódovaného označení, předem připraveného a používaného již v terénu.

V programu Geomedia jsou za pomoci základních funkcí vizualizovány naměřené hodnoty a především vlíčovací body. Na stabilní a zaměřené vlíčovací body jsou následně transformovány (georeferencovány) kolmé snímky. K tomu používáme proces tzv. rastrové registrace. Každý vlíčovací bod na kolmém, rastrovém, snímku, který byl importován do programu, je identifikován s odpovídajícím vektorovým vlíčovacím bodem, předem definovaným nebo zaměřeným. Na základě těchto údajů je software schopen kolmý snímek lokalizovat, natočit, zvětšit, zmenšit nebo zkroutit tak, aby vzdálenost mezi vlíčovacím bodem na rastrovém kolmém snímku a vektorovým vlíčovacím bodem byla co nejmenší (**obr. 7**). Po transformaci (rastrové registraci) jsou archeologické informace zaznamenané na kolmém rastrovém snímku převedeny ruční vektorizací (digitalizací) do předem připravených vektorových vrstev (**obr. 8**) a tím je vytvořen finální výsledek – digitální vektorový plán (**obr. 9**). Na rozdíl od transformace a přípravy terénních dat pro digitalizaci nemusí ruční vektorizaci dokumentační úrovně provádět pouze jedna osoba. V případě náročných terénních situací

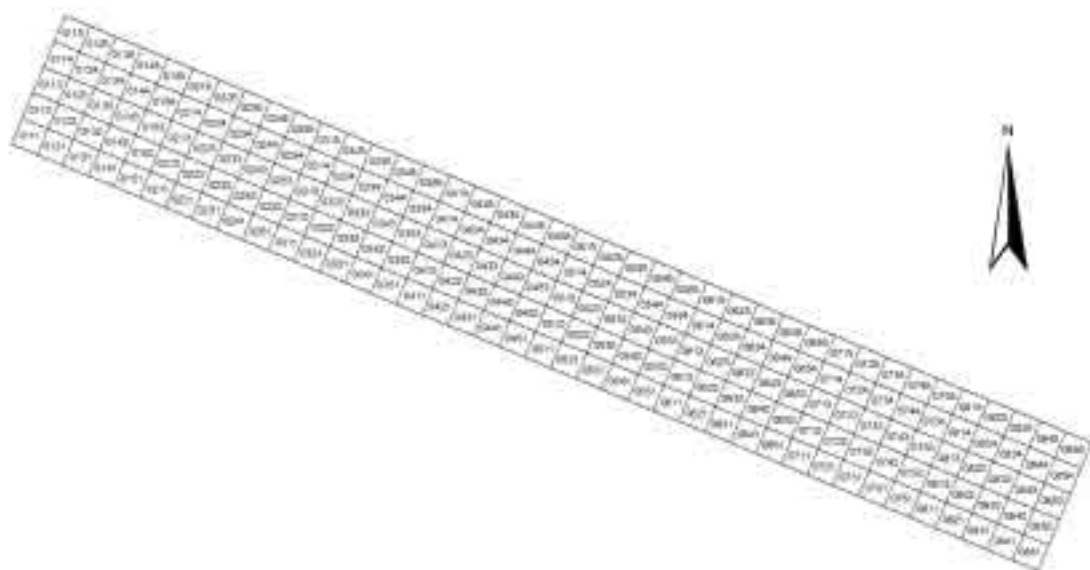
(např. plošně rozsáhlá dokumentační úroveň kamenné destrukce) je možné využít výhod síťového propojení několika počítačů, a zapojit tak do vektorizace jedné dokumentační úrovně (*obr. 10*) několik pracovníků najednou.



Obr. 2. Šikmé foto dokumentační úrovně UR27 (výzkum řezu R19).



Obr. 3. Pozice vřícovacích bodů vytyčovaných totální stanicí.



Obr. 4. Systém kódování čtvercové sítě 1 x 1 m.



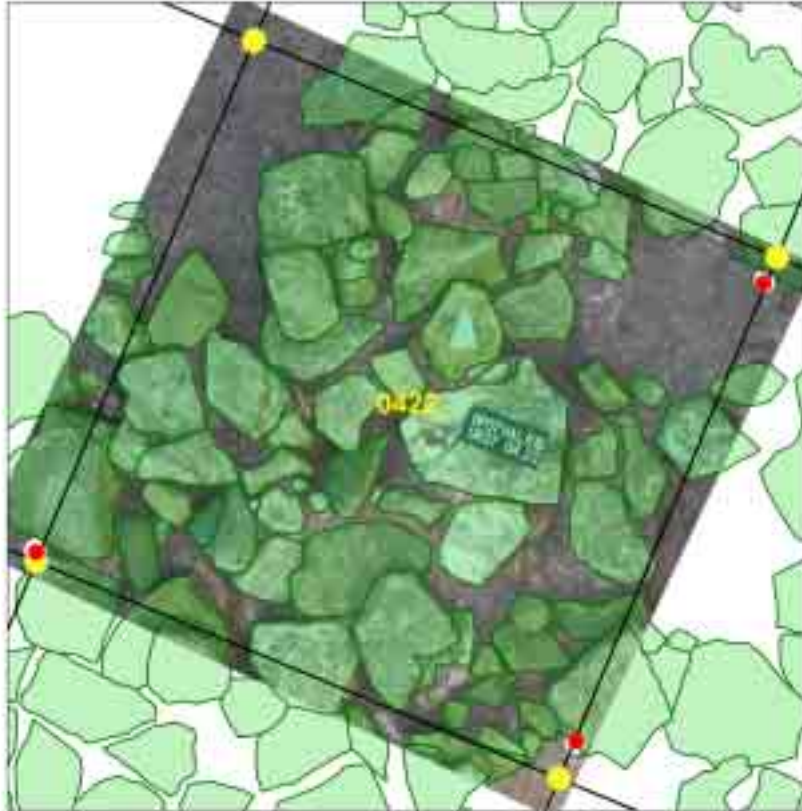
Obr. 5. Terénní pracovní kolmé foto čtverce. 0422. Barevně odlišeny vlčovací body (žluté - vytýčené, bílé - zaměřené).



Obr. 6. Kolmé foto upravené k transformování (georeferencování).



Obr. 7. Georeferencované kolmé foto na základní metrovou síť v programu GeoMedia Professional. Barevně odlišeny vlícovací body (žluté - vytýčené, bílé - zaměřené).



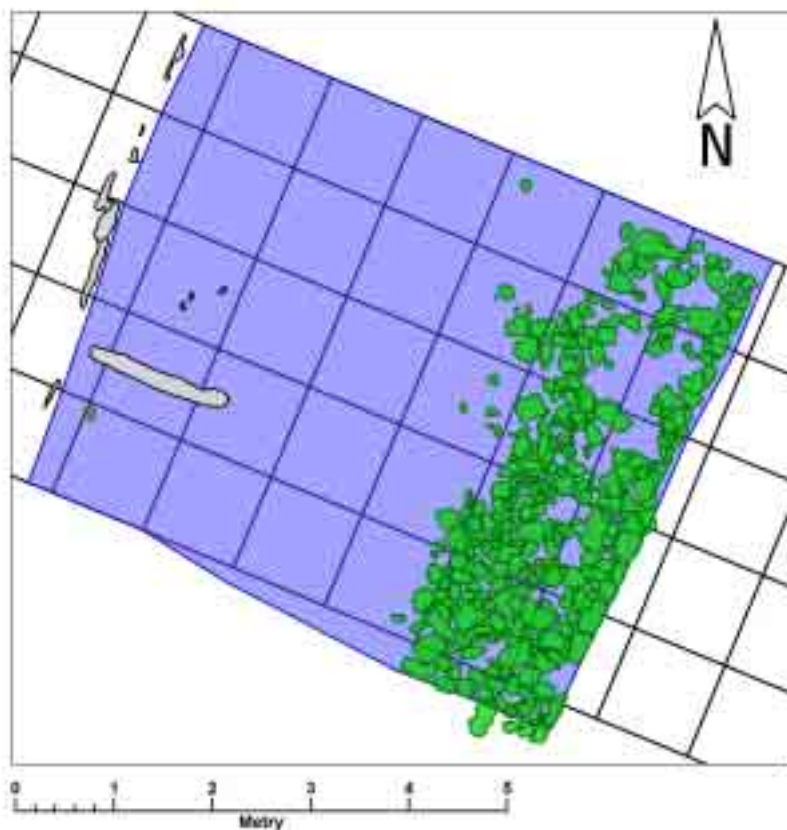
Obr. 8. Vektorizované kameny.



Obr. 9. Vektorizovaný plán čtverec 0422 bez kolmé fotografie.

Břeclav - Pohansko
Val R19
2007

Dokumentační úroveň 27



Obr. 10. Finální vektorový plán dokumentační úrovně UR27 připravený k archivačnímu tisku.

Profily

Digitalizace profilů je jedním z nejnáročnějších kroků dokumentace, pořizované s pomocí výpočetní techniky přímo v terénu. Při této činnosti se můžeme setkat s celou řadou úskalí vyplývajících z omezení aplikované metody. Zatímco při kolmém snímkování horizontální plochy není dokumentátor většinou ničím omezen, mohou při snímkování profilů nastat problémy s prostorem, které je nutný pro manipulaci s používanou technikou. Komplikace se objevují především u zahlučených objektů nebo křivých jam, u kterých mohou být pořízené snímky příliš šikmé, a tím i výrazně zkreslené. Tyto potíže můžeme do jisté míry eliminovat použitím tzv. šuplíku, který umožní lepší přístup k profilu.

Mnohem příznivější situace je u velikých, lépe přístupných profilů, které získáváme např. v širokém řezu valem. Zde je možnost dosáhnout požadované kolmosti za pomoci stativu nebo konstrukce zajišťující vyváženost fotoaparátu.

Postup digitální dokumentace je v základních rysech shodný s horizontální dokumentací. Dokumentovaný profil je pokryt vřícovacími body v síti 1 x 1 metr. Body nejsou přesně geodeticky vytyčovány, ale pouze zhruba vyměřeny měřicím pásmem a poté totální stanicí přesně zaměřeny.

Zaměření vřícovacích bodů je nezbytné provést tak, aby první zaměřený vřícovací bod byl na profilu co nejvíce na pravé nebo levé straně profilu. Od tohoto prvního bodu budou později odečítány přímé vzdálenosti mezi body pro potřebu převrácení vertikální roviny na rovinu horizontální, s níž lze pracovat v běžných počítačových programech na bázi GIS.

Každý čtverec je označen jedinečným identifikátorem vycházející ze základní čtvercové sítě. Poté co všechny čtverce zdokumentujeme snímkem kolmým k vertikální rovině profilu, jsou digitální snímky zkopírovány do počítače a přejmenovány dle stanoveného klíče.

Body naměřené totální stanicí musí být před transformací kolmých snímků přepočítány do horizontální roviny.

Přepočet vřícovacích bodů z vertikální roviny profilu do horizontálních souřadnic se provádí za pomoci vzorce pro zjištění vodorovné vzdálenosti dvou bodů s absolutními geografickými souřadnicemi viz vzorec 1 (Čada 2007). Potom je tato přímá vzdálenost (od prvního pravého nebo prvního levého vřícovacího bodu) použita jako nová osa X a nadmořská výška jako osa Y pro lokální pravoúhlé zobrazení.

$$s_{12} = \frac{y_2 - y_1}{\sin \sigma_{12}} = \frac{x_2 - x_1}{\cos \sigma_{12}} = \sqrt{\Delta y_{12}^2 + \Delta x_{12}^2}$$

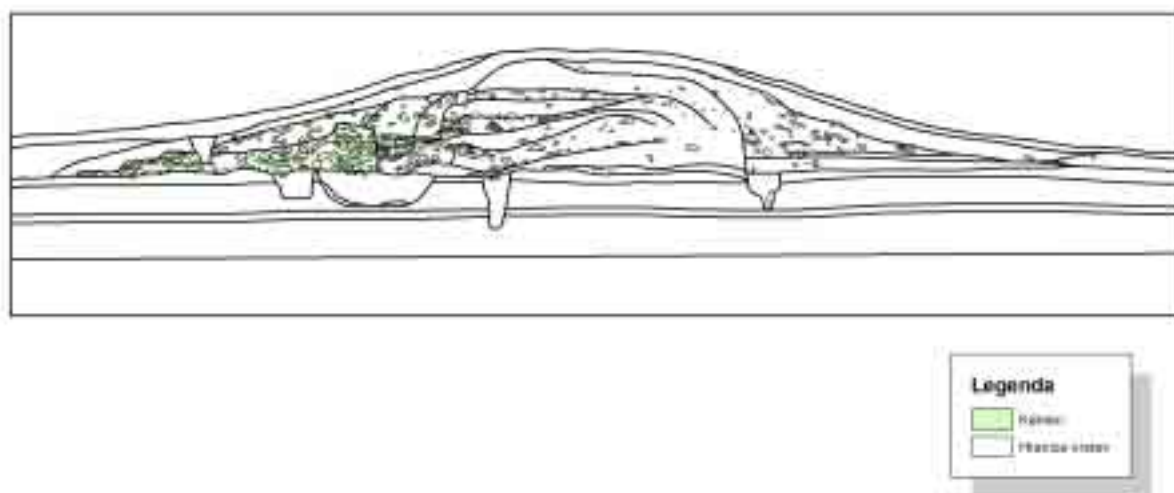
Vzorec 1

S pomocí vizualizovaných vřícovacích bodů jsou následně transformovány kolmé snímky.

Stejně jako u horizontální dokumentační úrovně je i v tomto případě vytištěn pracovní přehledný plán, do něhož jsou přímo v terénu zaznamenány zkušeným pracovníkem rozhraní vrstev, kamenné a mazanice kumulace a další poznámky k terénní situaci.

Kolmé snímky jsou použity jako podklad pro vektorovou digitalizaci. Digitalizovány jsou kameny, mazanice, kusy zuhelnatělých dřev a rozhraní vrstev. Liniová rozhraní jsou transformována do polygonů, které reprezentují jednotlivé kontexty. K těmto polygonům jsou následně připojeny odpovídající databázové záznamy z formulářů, vyplňovaných v kapesním počítači (PDA) (*obr. 11*).

Do takto digitalizovaných profilů je možné (po přepočtu) promítnout i jednotlivé dokumentační úrovně, zaměřené v horizontální rovině. Princip přetočení souřadnic je shodný. Na základě výsledného plánu si lze vytvořit dobrou představu o postupu výzkumných prací a propojení rozhraní přirozených vrstev s dokumentačními úrovněmi.



Obr. 11. Finální vektorový plán jižního profilu řezu destrukce opevnění R18.

Archivace dat

Získaná data jsou ve všech fázích svého vzniku ohrožena možnou ztrátou, související s jejich digitální podstatou. Je proto důležité vytvořit takový systém zálohy, který data nejenom ochrání, ale také umožní opětovnou rekonstrukci dat do stavu před havarijní událostí. Kromě pravidelných záloh v digitální formě na pevná média je nutné používat i zálohování v analogovém formátu, na papír. To je dvojí. První papírové zálohování začíná v okamžiku, kdy jsou všechny kolmé snímky jedné dokumentační úrovně úspěšně transformovány v počítači. Takto vytvořená virtuální rastrová dokumentační úroveň je vytištěna na papír a použita ke komentování terénní situace. Na tento přehled jsou přímo v terénu zvýrazňovány plošná rozhraní vrstev, méně časté druhy kamenných surovin, špatně od sebe odlišitelné druhy artefaktů a jiné poznámky usnadňující následnou vektorizaci. Druhá papírová archivace probíhá paralelně s vytvářením virtuální dokumentační úrovně. Jsou tištěna plošná vymezení a výšky dokumentační úrovně. Poslední papírovou zálohou je finální vektorový plán dokumentační úrovně v každém základním čtverci se všemi hranicemi vrstev, kameny a dalšími archeologickými komponentami v měřítku 1:20. Plán je opatřen legendou a jeho podoba vychází z klasických terénních plánů ručně zaměřených a kreslených na milimetrovém papíře v měřítku 1:20.

Digitální archivace je prováděna každý den na záložních počítačích a každý týden je celý soubor dat zálohován na DVD nosiče. Do budoucna je plánovaná on-line záloha na datovém serveru Pohan Data Server Ústavu archeologie a muzeologie FF MU.

Závěr

Výše uvedené kroky umožňují velmi rychle a přehledně dokumentovat nejenom složité situace, ale i stratigraficky méně náročné terény. I když se může popsaná metodika jevit na první pohled jako příliš komplikovaná, praxe ukázala, že zaučení pracovníci zvládají a chápou celý technologický postup bez větších problémů. Základní podmínkou úspěchu je ovšem motivovaný a zodpovědný realizační tým, bez něhož se i sebelépe promyšlený systém dokumentace mění jen v hromádku idejí a posléze i neuspořádanou zmeř' nekonzistentních dat.

Literatura

Čada, Václav 14.11.2007: Přednáškové texty z geodézie, Západočeská univerzita, Fakulta aplikovaných věd, Katedra matematiky.

<http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch07.html#id349331>

Příloha: Systém digitální dokumentace archeologického výzkumu Břeclav – Pohansko

Měření totální stanicí

Co se měří:

- lícovací body
- hrany objektů (horní, dno a vnitřní lomy)
- stojící profily (lokalizace 2 až 4 body)
- virtuální profily (3 x 4 podlouhlý tvar, resp. 2 x 2 - centrální tvar a tvarová specifika) ve výkopu
- ploché předměty z materiálů jedním bod na střed, šikmé větších rozměrů dvěma body (který zachycuje sklon a směr) – pro výškopis
- v případě kumulací mimo objekt mapovat hranici kumulace

Systém označování měření

Kódování bodů PBPP výzkumu:

NNNNNN#####popis

Kódování lícovacích bodů: náčrt začíná vždy 10

NNVVCC#####

Příklad:

101801#####

NN – první dvě pozice vždy **10**

VV – pozice vyjadřující číslo sondy (řezu) - 18

CC – číslo čtverce 5 x 5 m

Lícovací body jsou vytyčovány s přesností do 0.5 cm za pomoci malého hranolu.

Lícovací body u okraje výzkumu jsou vzdáleny 10 cm od něj a proto čtverce u okraje nemají čtvercový rozměr 1 x 1 m, ale obdélníkový **0.9 x 1 x 0.9 x 1 m**.

Pomocné lícovací body: náčrt začíná vždy 11

NNVVUU#####

Příklad:

111801#####

NN - první dvě pozice vždy **11**

VV – pozice vyjadřující číslo sondy (řezu) - 18

UU – číslo dokumentační úrovně 01 – 00 (1 – 100)

Kódování bodů dokumentační úrovně: náčrt začíná vždy 20

NNVVUU#####

Příklad:

201801#####

NN – první dvě pozice vždy **20**

VV – pozice vyjadřující číslo sondy (řezu) – 18

UU – číslo dokumentační úrovně 01 – 00 (1 – 100)

Dokumentační úroveň je měřena v pravidelné síti 1 x 1 m podrobným měřením. V případě kamenných destrukcí a složitých situací v síti 0.5 x 0.5 m.

Kódování bodů dokumentace hlavních profilů: náčrt začíná vždy 30

NNVVM#####popis

Příklad:

301800#####PRS

NN – první dvě pozice vždy **30**

VV – pozice vyjadřující číslo sondy (řezu) – 18

MM – poslední dvě pozice vždy 00

popis – v jednom čtverci jsou dokumentovány minimálně dva profily, proto je nutné v popisu odlišit, o který se jedná – **PRJ** (profil jižní), **PRS** (profil severní), **PRZ** (profil západní), **PRV** (profil východní)

Kódování bodů dokumentace pomocných profilů: náčrt začíná vždy 40

NNVVcc#####popis

Příklad:

401801#####PO01 (PR10)

NN – první dvě pozice vždy **40**

VV – pozice vyjadřující číslo sondy (řezu) – 18

CC – číslo čtverce 5 x 5 m

popis – označení druhu profilu a jeho umístění v metrové síti. Je-li profil podélný (souběžný s průběhem valu) je označen **PO** a číslem pásu čtverce 1 x 1 m ve kterém se profil nachází tj. číslo sloupce **01, 02**. Je-li profil příčný (kolmý průběhu valu) je označen **PR** a číslem pásu čtverce 1 x 1 m ve kterém se profil nachází tj. číslo řádku **10, 20**

Kódování bodů dokumentace čelní kamenné plenty: náčrt začíná vždy 50

NNVVDD#####

NN – první dvě pozice vždy **50**

VV – pozice vyjadřující číslo sondy (řezu) – 18

DD – dokumentační fáze plenty – **01 a 02**

01 - nejprve je plenta podrobným měřením za pomoci štítku nebo laserového dálkoměru zaměřena tak, aby bylo možné vyjádřit její plošný charakter (vyboulení, prohnutí apod.). Toto měření necht' je **označeno v náčrtu číslem 01.**

02 – zaměření lícovacích bodů kolmému snímkování čelní kamenné plenty **je vždy označeno v náčrtu číslem 02.**

Kódování podrobných bodů archeologických situací na dokumentačních úrovních a v zahloubených objektech:

Vždy jeden náčrt v Psionu pro jeden objekt, hrob, čtverec apod. V rámci náčrtu bude průběžná řada čísel podrobných bodů.

RSTIII XXXX - objekty, hroby, kulové jamky

RSIII XXXX – čtverce

RSVVCC XXXX – řezy valem

R – rok

S – sektor

T – typ objektu

I – identifikace

X – podrobné body

V – číslo sondy

C – číslo čtverce 5 x 5 m

S:

1 – A

2 – B

3 – C

4 – D

5 – Val

T:

1 – objekt

2 – kulová jamka

3 – hrob

4 – žlab

5 – recent

Další specifikace – Popis (Psion):

Čtverce:

LBN(X – pořadí úrovně) – lícovací body nadloží

LBP – lícovací body povrch podloží

PZ – zásah v podloží

MK – mazanice kumulace

KK – kamenná kumulace

JK – jiná kumulace

HV – hranice vrstev

Líčovací body – objekty:

LBZ – základní lícovací body (okolo objektu na úrovni podloží)

LBV(X – pořadí úrovně výplně) – lícovací body z výplně

Výplň – objekty, hroby:

VHH – horní hrana

VHV – hranice vrstev

VPR(X – číslo profilu) – profil

Výplň – nálezy:

MAZ – mazanice

KER – keramika

KOZ – kost zvířecí
 KOL – kost lidská
 KAM – kameny

KAO – kameny opracované
 UHL – uhlíky
 JINE – jiné

Výkopy:

KHH – horní hrana
 KHD – hrana dna
 KVH(X – číslování od shora) – vnitřní hrany
 KVP(X – číslování profilů) – virtuální profily

Úrovně:

MAZ_U##	– mazanice	KAO_U##	– kameny opracované
KER_U##	– keramika	UHL_U##	– uhlíky
KOZ_U##	– kost zvířecí	HVS_U##	– hranice vrstev
KOL_U##	– kost lidská	JIN_U ##	– jiné
KAM_U##	– kameny		

- číslo dokumentační úrovně – 01 – 00 (1 – 100)

Profily

Dokumentace profilů je prováděna za pomoci kolmé fotografie ze stativu na lícovací body umístěných do profilů tak, aby body byly od sebe vzdáleny maximálně 1 metr, minimálně tak aby nebyla situace rušena body.

Lícovací body jsou zaměřovány totální stanicí metodou bez hranolu, případně se štítkem v systému S-JTSK s **výškopisnými údaji!!!**

Po zaměření všech bodů jsou po importu dat z txt do excellu souřadnice Y a X použity k výpočtu vzájemné vzdálenosti bodů profilu od prvního bodu profilu na zvoleném konci profilu (pro lepší přehlednost doporučuji levý, nejvzdálenější bod (není rozhodující zda horní či dolní). Za pomoci vzorce pro výpočet vzdálenosti dvou bodů v rovinném pravoúhlém zobrazení vypočítáme vzdálenosti všech bodů od zvoleného. Tyto vzdálenosti potom použijeme v GIS softwaru jako osu X a nadmořskou výšku jako osu Y v ortografickém zobrazení.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
ID	JTSK_X	JTSK_Y	X	Y	Z	f1	Q	Xn	
2	1000020001	-582356.957	-1214614.703	582356.957	1214614.703	155.08			0
3	1000020002	-582356.02	-1214615.062	582356.02	1214615.062	155.095	$=\sqrt{(D3-D6)^2}$	0.126881	1.003419
4	1000020003	-582355.099	-1214615.439	582355.099	1214615.439	155.108	3.452164	0.541696	1.998464
5	1000020004	-582354.176	-1214615.865	582354.176	1214615.865	155.154	7.733961	1.350244	3.014001

krok 1.

ODMOCNINA = (E3-E\$2)*2										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	ID	JTSK_X	JTSK_Y	X	Y	Z	f1	f2	Xn	
2	1000020001	-582356.957	-1214614.703	582356.957	1214614.703	155.08				0
3	1000020002	-582356.02	-1214615.062	582356.02	1214615.062	155.096	0.877969	= (E3-E\$2)*2		1.003419
4	1000020003	-582355.099	-1214615.439	582355.099	1214615.439	155.108	3.452164	0.541696		1.998464
5	1000020004	-582354.176	-1214615.865	582354.176	1214615.865	155.154	7.733961	1.350244		3.014001
6	1000020005	-582353.22	-1214616.211	582353.22	1214616.211	155.197	13.96517	2.274064		4.029793
7	1000020006	-582352.311	-1214616.63	582352.311	1214616.63	155.211	21.58532	3.713329		5.029776

krok 2.

ODMOCNINA = ODMOCNINA(G3+H3)										
	A	B	ODMOCNINA(Ziska)	D	E	F	G	H	I	
1	ID	JTSK_X	JTSK_Y	X	Y	Z	f1	f2	Xn	
2	1000020001	-582356.957	-1214614.703	582356.957	1214614.703	155.08				0
3	1000020002	-582356.02	-1214615.062	582356.02	1214615.062	155.096	0.877969	0.128881	= ODMOCN	
4	1000020003	-582355.099	-1214615.439	582355.099	1214615.439	155.108	3.452164	0.541696		1.998464
5	1000020004	-582354.176	-1214615.865	582354.176	1214615.865	155.154	7.733961	1.350244		3.014001
6	1000020005	-582353.22	-1214616.211	582353.22	1214616.211	155.197	13.96517	2.274064		4.029793

krok 3.

Ortofotografie

Co se fotí:

- 1) Kumulace uvnitř nadložních vrstev
- 2) Čtverec po začištění
- 3) Vnitřní struktury objektů, hrobů atd. (kostry s nálezy, kamenné destrukce apod.)
- 4) Negativy výkopů

System označování fotografií

PPRR_TIIIII_####

PPRR_TUUCc_#### - Val

Příklad:

LH04_PD0039_0035 – povrch podloží ve čtverci D100–39, poloha Lesní hrúd, rok 2004

LH04_VO101_0442 – výplň objektu č. 101, poloha Lesní hrúd, rok 2004

VO05_U010323_0023 – dokumentace úrovně 1 ve čtverci 03 a čtverečku 23, výzkum opevnění řez 18, rok 2005

- | | | | |
|---|-----------------------------|---|-----------------------------------|
| P | – plocha | # | – číslo fotografie, průběžná řada |
| R | – rok | v | – v jednom roce |
| T | – typ fáze | | |
| U | – číslo dokumentační úrovně | | |
| C | – číslo čtverce 5 x 5 | | |
| c | – číslo čtverce 1 x 1 | | |
| I | – identifikace | | |

P(locha):

- LS – Lesní školka
- VD – Velmožský dvorec
- JP – Jižní předhradí
- SP – Severní předhradí
- LH – Lesní hrúd
- ZP – Žárové pohřebiště
- VO – Valové opevnění

T(yp) fáze:

- N – nadloží, kulturní úrovně, kumulace
- P – povrch podloží
- V – výplň
- K – výkop
- R – řez (profil)
- U – dokumentační úroveň (val)

Pozn: Čtverec 100 se zapisuje jako 00

Jak se fotí:

- severka
- bez trasírek
- identifikace cedulkou
- rozdělovat fotografie do předdefinovaných adresářů na digitálním fotoaparátu podle čísla objektů, resp. typu fotografie
- používat prefix ve fotoaparátu
- fotky pojmenovávat na desktopu, co nejdříve
- archivují se všechny fotografie pořízené na výzkumu a pojmenovávají se
- z každého záběru výběr pouze jedné nejkvalitnější pro další zpracování
- soubory z jednoho čtverce se ukládají do adresáře s jeho řetězcem a je jim přiřazen atribut –a zabraňující jejich smazání a –r pouze pro čtení.

Zpracování fotografií:

- transformace podle lícovacích bodů
- tisk transformované fotografie s lícovacími body s uvedením koordinátů X, Y a čísla lícovacího bodu
- kresba bude komentována v terénu:
druhy kameny – zeleně kam. opracované – zeleně šrafovaný

kosti	– žlutě	Fe předmět	– modře šrafovaný
mazanice	– oranžově	uhlíky	– černě
keramika	– červeně	dřevo	– hnědá
struska	– modře	ostatní	–komentář

- fixou se zakreslují hrany (i s označením a číslováním hran, tyto musí být zaměřeny totální stanicí !!!!) i spádnice.
- komentovat i povrch čtverců, kde budou obtaženy tvary kúlových jam, objektů apod.
- zrušené kulové jamky se škrtají v komentované fotografii
- komentována fotografie se archivuje

Summary

The article describes a system of digital documentation on an early mediaeval fortification applied during an excavation in Pohansko near Břeclov between 2005-2007. The fundamental notion of the whole method is the so-called documentation level. It is an artificial (defined ad hoc) or natural terrain level (layer, building phase) which, after perpendicular photographing using a digital camera and after detailed three-dimensional surveying using a total station, is converted in the computer into a digital vector form in GIS-based software. The documentation level may capture the situation at an interface of two natural layers or inside a layer (a structural element, etc.). It is assigned a unique numerical identifier which may not be repeated in the particular trench.

Each documentation level is first documented by inclined photographing. This is followed by the staking out and surveying of alignment points by means of a total station necessary for perpendicular photographing. The basic unit of perpendicular photographing is the area of one square metre delineated by the alignment points. The perpendicular photograph is taken using a single-arm boom with the digital camera balanced so that it always points perpendicularly to the ground. Once the perpendicular photographing is finished the whole documentation level is surveyed using a total station in order to define its location and elevation within a metre grid. Finally the location and elevation of archaeological finds (stones, ceramics, bones, etc.) is surveyed. In the case of stone accumulations up to 75% stones are surveyed by a single point at the minimum. The data obtained is fed into the computer for final processing. The measured values and, most importantly, the alignment points are visualized in the Geomedia program. In the next step, the perpendicular images are transformed (georeferenced) to the stable and surveyed alignment points. After the transformation the archaeological information recorded on the perpendicular image is transferred by manual vectorization (digitizing) to pre-defined vector layers whereby the final result – a vector plan – is created. A similar method is used to document cross-sections.

Počítačová podpora dokumentace terénních reliktů v archeologii - Jan John

Abstrakt

Text poukazuje na možnosti, které archeologii přináší dokumentace antropogenního reliéfu terénu pomocí digitálních modelů terénu. Jsou zde stručně popsány základní kroky a problémy s nimi spojené, obzvláště z hlediska interpolačních metod.

The text highlights the possibilities for archaeology offered by documentation of the anthropogenic terrain relief using digital terrain models. The basic steps and their related problems are briefly described with a special regard to interpolation methods.

Klíčová slova

digitální model terénu (DEM), archeologická dokumentace, vizualizace archeologických terénních reliktů

Digital Elevation Model (DEM), archaeological documentation, surface feature visualization

Úvod

Zejména v zalesněných částech naší krajiny se můžeme často setkat s archeologickými památkami, které jsou dochovány nejen pod zemí, ale též nad úrovní povrchu ve formě rozličných terénních reliktů, konkávních či konvexních. Jedná se především o násypy mohylových pohřebišť, valy a příkopy hradišť, stopy zaniklých středověkých vesnic a jejich polí, ale i doklady různých těžebních a výrobních činností (blíže viz Kuna – Tomášek 2004).

Tyto památky zůstaly zpravidla zachovány v terénu díky tomu, že jejich plocha nebyla zemědělsky využívána a lesní příkrov je chránil před erozí i rušivými zásahy ze strany lidí. Bohužel jsme v dnešní době často svědky ničení a poškozování tohoto druhu památek nelegálními výkopy a velké škody přináší rovněž intenzivní lesní hospodářství spojené s používáním těžké techniky a nešetrných postupů při těžbě dřeva (cf. Neustupný 2006). Potřeba zaměřovat a dokumentovat dochované památky pro potřeby dalšího studia, památkové péče a ochrany kulturního dědictví proto zůstává velmi aktuální.

Jelikož jsou zmíněné památky často situovány v nepřehledném terénu a chráněny hustým vegetačním pokryvem, lze jen v omezené míře využít tradiční dokumentační metody, mezi něž patří kupříkladu dokumentace fotografická. V zalesněném prostředí je velmi obtížné pořídit fotografický snímek, který by poskytl celkovou představu o podobě lokality. Ani letecké snímkování nebývá v těchto případech vždy úspěšné. Mezi další osvědčené avšak

limitované postupy patří slovní popis a kresebná dokumentace.

Rozšíření moderních geodetických přístrojů a výpočetní techniky zpřístupnilo v posledních letech i další možnosti dokumentace terénních reliktnů, a to formou digitálních výškopisných modelů terénu (DEM – Digital Elevation Model). Velkou výhodou této metody je možno kdykoliv znovu zobrazit terén v libovolném pohledu, a to i poté co byl archeologicky prozkoumán či jiným způsobem zdevastován. Zároveň je možno použít DEM k dalším analýzám (měřit výšky, vzdálenosti, počítat plochy, objemy, provádět libovolné řezy) a odvozovat z něho celou řadu dalších map (např. mapu svažitosti, viditelnosti apod.).

S digitálními modely terénních reliktnů se v naší archeologii setkáváme poprvé v 70. letech minulého století, kdy spolupráce geodetů a archeologů přinesla použitelné vizualizace antropogenního reliéfu na zaniklých středověkých vesnicích Drnek-Svidna (okr. Kladno), Jedomělice – ostrov (okr. Kladno) a Potálov (okr. Tábor). Stejným způsobem byly zaměřeny relikty hradu Kožlany-Angerbach (okr. Plzeň-sever). Sběr a zpracování dat u těchto akcí probíhaly v rámci tzv. systému LISPÚ – lokalizační informační systém pro projektové účely (Eisler – Smetánka 1980, Eisler – Smetánka – Durdík 1981, Krajíc – Eisler – Soudný 1984).

V praxi dochází nejčastěji k vytváření modelů menších území, v zahraničí se ale můžeme setkat i s podrobnými výškopisnými plány zachycujícími terénní relikty v rámci velmi rozsáhlých lokalit. Jako příklad možno uvést velmi podrobný vrstevnicový plán oppida Bibracte o rozloze 400 ha (Guichard 2003, 48-49). Takovéto akce však vyžadují intenzivní nasazení měřičských týmů po dobu několika let.

Zhotovení digitálních modelů terénu v zásadě probíhá ve třech krocích. Prvním krokem je sběr dat terénu (může být nahrazen digitalizací papírových podkladů), dále následuje interpolace izolovaných dat do spojitého povrchu, který je následně vybraným způsobem vizualizován.

Práce v terénu

Vrstevnicové plány a jejich řezy lze samozřejmě vytvářet i ručně z bodů, které jsou v terénu výškopisně a polohopisně zaměřeny, např. s pomocí nivelačního přístroje a pásma, anebo teodolitu (viz Janšák 1955, 122 – 143). Jedná se však o dosti zdlouhavý a pracný postup jak ve fázi terénního měření, tak ve fázi zpracování dat. Užití nivelačního přístroje dosti pracné i navzdory tomu, že jsou dnes k dispozici digitální stroje, které automaticky odečítají data z latě opatřené čárovým kódem a tato data ukládají v paměti. Rovněž při použití teodolitu je vytváření podrobných výškopisných map rozsáhlých reliktnů nepřijatelně pracné i pro profesionální geodety (cf. Šimana 1999, 184 – 186).

Velmi zajímavé zařízení usnadňující fázi sběru dat vynalezl Antonín Majer v rámci svého působení na hradištích Závist a Svržno – Černý vrch v 80. letech minulého století. Pomocí tzv. plošné hydraulické nivelace byl schopen měřit v pravidelné síti výšku bodů s centimetrovou přesností pomocí dotykového čidla, kdy na výšku měřeného bodu bylo

usuzováno z tlaku kapaliny v měřicí trubici (přístroj byl plněn vodou a rtuťí). Touto metodou bylo možno proměřit 100 m² za 10 - 40 minut a výsledek potom pomocí počítačové grafiky převést na trojrozměrnou vizualizaci terénu (Majer 1989).

Nejužitečnějším nástrojem pro terénní měření jsou však v současné době totální stanice, vybavené elektronickým dálkoměrem. S jejich pomocí lze rychle zaměřovat a registrovat v paměti hodnoty vodorovných a výškových úhlů, vzdáleností a jejich přepočty na pravouhlé souřadnice. Standardně lze dnes ukládat do paměti tisíce zaměřených souřadnic.

Některé typy totálních stanic umožňují jak měření na hranol (kdy se paprsek infračerveného dálkoměru odráží od odrazného hranolu či štítku), tak přímé měření laserovým paprskem, který se může odrážet od povrchu terénu. Nevýhodou laserového dálkoměru bývá menší dosah (u cenově dostupných strojů jsou to desítky metrů) a rovněž riziko odrazu o nějaké překážky (např. větve) ještě než paprsek dopadne na povrch terénu. Během jednoho pracovního dne lze v prostoru s nepřilíhající hustou vegetací zaměřit více než 1 000 bodů. Co se týče plochy, odhadují produktivitu měření v lese na 1 ha za den. Rychlost měření ovlivňuje jak zkušenost měřičského týmu, který tvoří minimálně dvě osoby, tak hustota vegetace na lokalitě. Proto je v hodné provádět měření především v době vegetačního klidu.

Měření samotné lokality probíhá v polygonové síti, už z toho důvodu, že zpravidla není možno celou lokalitu obsáhnout z jednoho stanoviště. Je žádoucí, aby tato polygonová síť byla připojena k nějakému souřadnicovému systému. V ideálním případě je možno síť měření připojit k jednotné trigonometrické síti astrální (JTSK) s použitím trigonometrických a zhušťovacích bodů, jejichž detailní popis lze rychle a zdarma získat v databázi přístupné na internetových stránkách Zeměměřičského úřadu (<http://dataz.cuzk.cz/>).

Novým trendem v této oblasti jsou totální stanice s integrovaným přijímačem GPS, který poskytuje neocenitelné služby při určování polohy stroje. Odpadá tak mnohdy zdoluhavé vyhledávání připojovacích bodů a provádění polygonových pořadů. V kombinaci s referenční stanicí GPS je možno rychle získat polohu stroje s centimetrovou přesností, pokud vzdálenost od referenční stanice nepřesáhne cca 50 km. U nás jsou dostupné od roku 2005, ovšem dosud jsou dosti nákladné.

Technologický pokrok přináší celou řadu nástrojů, jejichž obsluha je natolik nenáročná, že ji zvládnou i lidé bez hlubšího vzdělání v geodézii. S tím se sice objevuje riziko určitého diletantství, ale na druhou stranu tím stoupá produktivita dokumentačních prací v archeologii, neboť lze pracovat i tehdy, kdy není možno z finančních či časových důvodů zajistit spolupráci s odborníkem na geodésii.

Důležitým faktorem ovlivňujícím věrnost výsledného vrstevnicového plánu či DEMu je volba hustoty a rozmístění bodů, zaměřovaných na povrchu terénního reliktu. Data mohou být z povrchu snímána v pravidelné síti, tento způsob však není zpravidla nejvhodnější. Lepší výsledky přináší postup, kdy jsou měřená data zhušťována v místech, kde je neklidný terén s proměnlivou výškou a v naopak v oblastech s malými výškovými změnami je ponechána síť

řidší (cf. Kolář 2003, 79). Přitom je třeba dbát na to, aby nevznikaly velké prázdné plochy (viz *obr. 1*).

Jako konkrétní příklad zde použijeme data naměřená na terénním reliktu vrcholně středověkého tvrziště na katastru Ústrašín (okr. Pelhřimov). Sběr dat jsem provedli společně s Petrem Hrubým 28. dubna 2006. Celkem bylo na povrchu tvrziště zaměřeno 700 bodů (*obr. 2*).

Interpolace dat a vizualizace

Výsledkem měření v terénu jsou zpravidla seznamy a souřadnice naměřených bodů. Ty je většinou možno exportovat z paměti totální stanice do počítače v textovém výměnném kódu (ASCII - American Standard Code for Information Interchange), který je velmi úsporný z hlediska datové velikosti a je dobře stravitelný pro prakticky všechny počítačové programy. Textový výstup vhodný pro další zpracování se skládá minimálně ze čtyř sloupců znaků, z nichž jeden představuje identifikátor (číslo) bodu a další pak souřadnice X, Y a Z.

V současné době je k dispozici celá řada programů, které dokážou různými metodami interpolovat izolované body do podoby kontinuálního povrchu terénu. Pravděpodobně nejrozšířenější interpolační metodou je TIN (Triangulated Irregular Network – nepravidelná trojúhelníková síť). V tomto případě je povrch reprezentován trojúhelníky, jejichž vrcholy tvoří naměřené body. Platí přitom tzv. Delaunayovo pravidlo, podle kterého nesmí být v kružnici opsané kolem trojúhelníka žádné další body. Pro naše účely tato metoda není vždy nejvhodnější, neboť často produkuje ostré hrany, které neodpovídají pozvolným změnám terénu (*obr. 3*).

Některé softwary z rodiny geografických informačních systémů jsou pro modelování terénu přizpůsobeny lépe, jiné hůře. Široce rozšířené programy, jako je např. ArcGIS, mívají v tomto směru spíše omezené funkce, existují ale sofistikované programy zaměřené přímo na zpracování výškopisných dat, např. český produkt ATLAS DMT. Poměrně dobré zkušenosti jsme získali se specializovaným programem SURFER, který nabízí celkem dvanáct interpolačních metod. Z těchto metod můžeme polovinu úspěšně použít k interpolaci terénních modelů:

1. Krigování (Kriging) – je velmi používaný, univerzální algoritmus, u něhož je možno kontrolovat množství parametrů. Hodí se pro prostorově nepravidelně rozložená data, v nichž se snaží postihnout hlavní trendy s využitím různých typů variogramů. Tato metoda dává přesné výsledky, je ale zároveň náročná na výpočet.

2. Metoda minimální křivosti (Minimum Curvature) – je rovněž velmi často používaná, a to zejména ve geografických aplikacích. Algoritmus spočívá ve vytvoření plochy, která prochází vstupními body a zároveň je co nejméně zakřivená. Tento postup není tak přesný jako kriging, ale je rychlejší, velmi dobře vystihuje celkový trend vstupních dat a vytváří

„vyhlazený povrch“.

3. Modifikovaná Shepardova metoda (Modified Shepard's Method) – vychází z výpočtu vážené vzdálenosti, které je doplněna vyrovnáním metodou nejbližších čtverců. U této metody došlo našem případě k nejvýraznějšímu zkreslení výsledku.

4. Radiálová funkční báze (Radial basis function) – tento nástroj zahrnuje několik interpolačních metod, které produkují podobné výsledky jako kriging, avšak se silnějším vyhlazováním terénu.

5. Triangulace s lineární interpolací (Triangulation with Linear Interpolation) – přesná metoda, která vychází z Delaunayovy triangulace. Jedná se o vyhlazený TIN, který se hodí pro pravidelně rozmístěná data s velkou hustotou.

6. Metoda přirozeného souseda (Natural Neighbor) – tato metoda používá výpočet vážené vzdálenosti, vychází však přitom z thiessenových polygonů. Nevykresluje tedy vrstevnice za hranicemi těchto polygonů, což pro nás může být výhoda, neboť nejsou extrapolovány okrajové části plánu, kde mohou chybět naměřená data. Je to opět metoda vhodná spíše pro nepravidelně rozložené body.

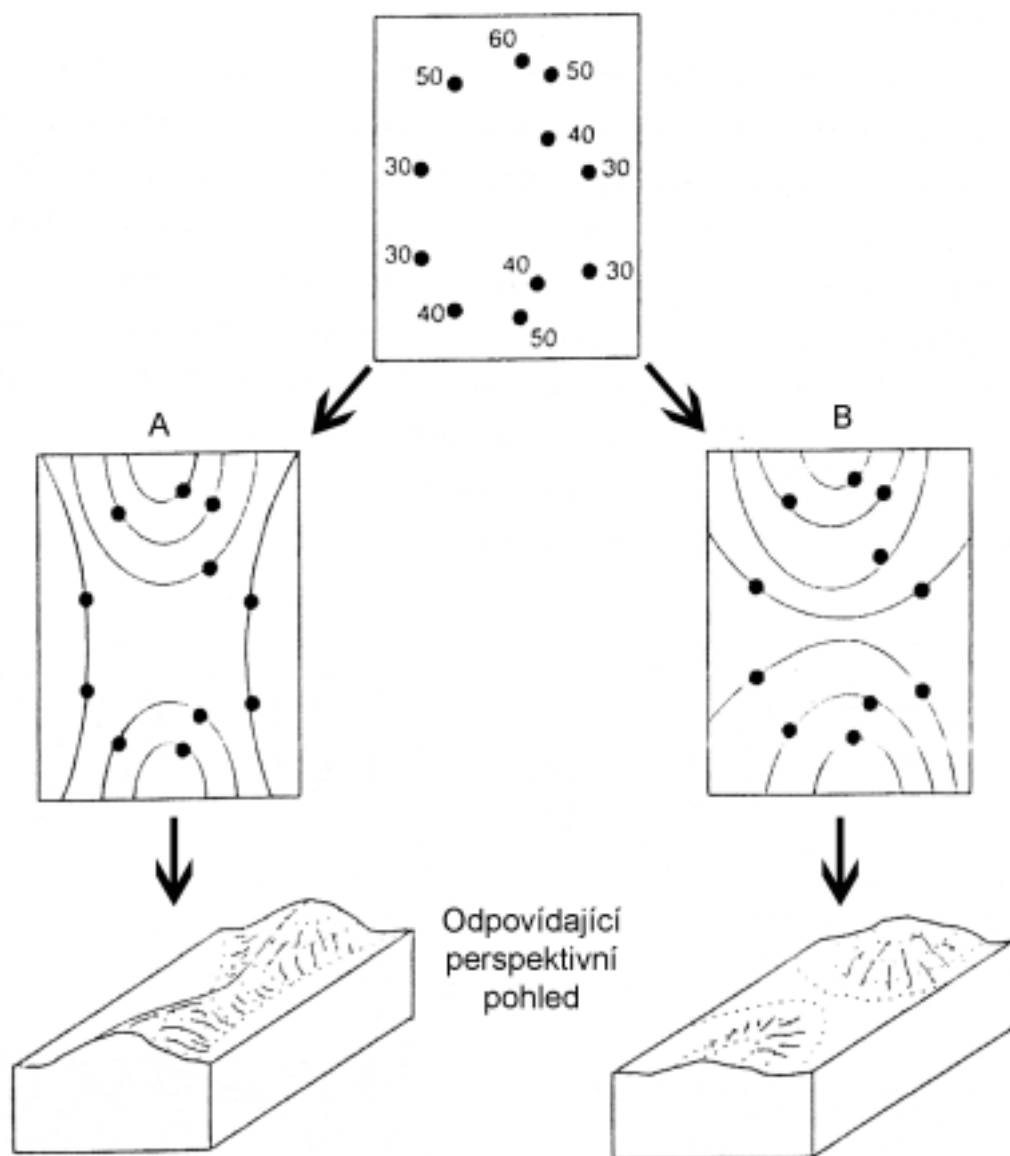
Není snadné rozhodnout, která metoda je pro potřeby modelování terénu v archeologii nejvhodnější (viz *obr. 4*). Jednotlivé postupy jsou vhodné pro různé objemy vstupních dat a požadovanou přesnost. Situaci je tedy nutno posuzovat v každém případě individuálně, s ohledem na množství a hustotu na měřených bodech. Při velké hustotě naměřených bodů lze doporučit tzv. přesné algoritmy, které striktně kopírují naměřená data. Do této skupiny patří krigování, triangulace a metoda přirozeného souseda. Naopak při menší hustotě bodů vystihujících terén může být někdy výhodnější použít tzv. vyrovnávací metody (např. Shepardova metoda, metoda minimální křivosti nebo radiálová funkční báze), které vytvářejí plynulejší přechody v prostoru chybějících dat. Tyto metody přinášejí určitou generalizaci terénu, neboť vstupní data zde mohou mít různou váhu. To ale nemusí být vždy nevýhoda, neboť průběh výsledného modelu terénu je hladší a dochází k vyrovnání lokálních nerovností. Posledním krokem je samotná vizualizace digitálního modelu terénu. Ten může být reprezentován (vizualizován) pomocí vrstevnicového plánu, „drátěného“ modelu, stínovaného či barevně škálovaného povrchu apod. (*obr. 5*).

Závěr

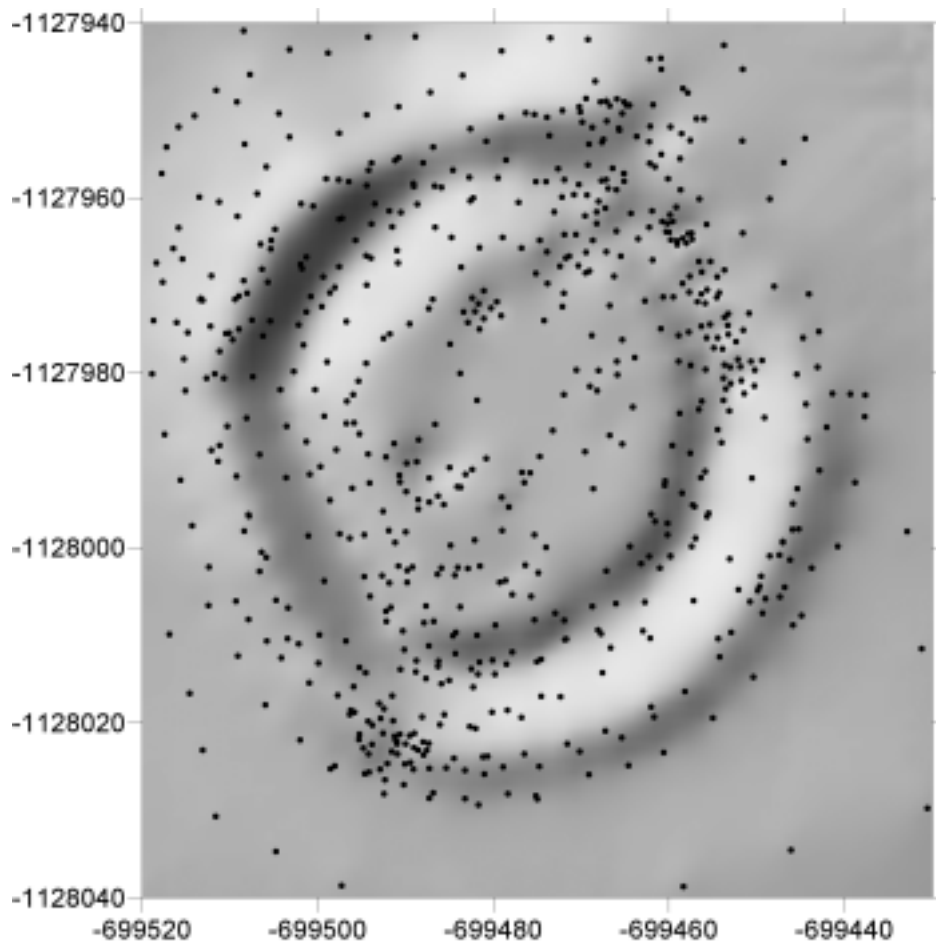
Věnovali jsem se zde stručně základním fázím vzniku DEMu konkrétní archeologické lokality. Ve všech krocích se dnes díky měřičské a výpočetní technice jedná o poměrně rychlý a snadný postup. Lze předpokládat, že během překotného technologického vývoje se začnou ve fázi terénního sběru dat objevovat nové metody a přístroje, jako jsou např. letecké (LIDAR – cf. Gojda 2005) či pozemní laserové skenery. Naopak interpolační metody pravděpodobně již tak bouřlivým vývojem procházet nebudou.

Digitální modely terénu jsou nejen atraktivní metodou dokumentace a prezentace, ale

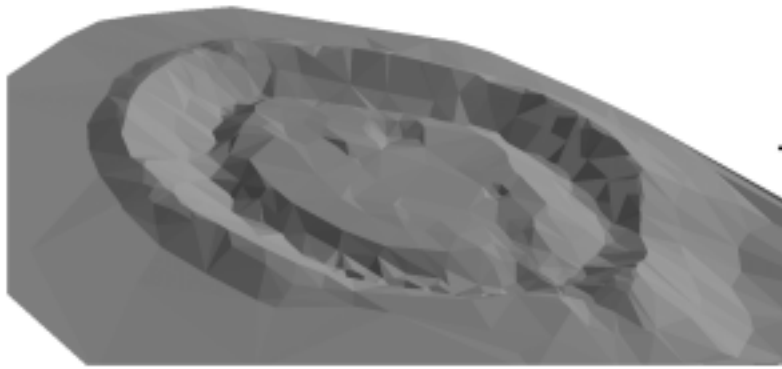
především poskytují možnost dalších analýz a simulací na zachyceném reliéfu. Spolu s rozšířením totálních stanic na archeologických pracovištích bude pravděpodobně stoupat i počet tímto způsobem dokumentovaných lokalit, což lze koneckonců pozorovat již nyní, kdy je vytváření DEMů terénních reliků součástí značného počtu bakalářských a diplomových prací na plzeňské katedře archeologie.



Obr. 1. Příklad dvojí možné interpretace jednoho nevhodně zvoleného souboru bodových výškových dat. Oba postupy jsou přitom z technického hlediska správné (Podle Kolář 2003, 134).

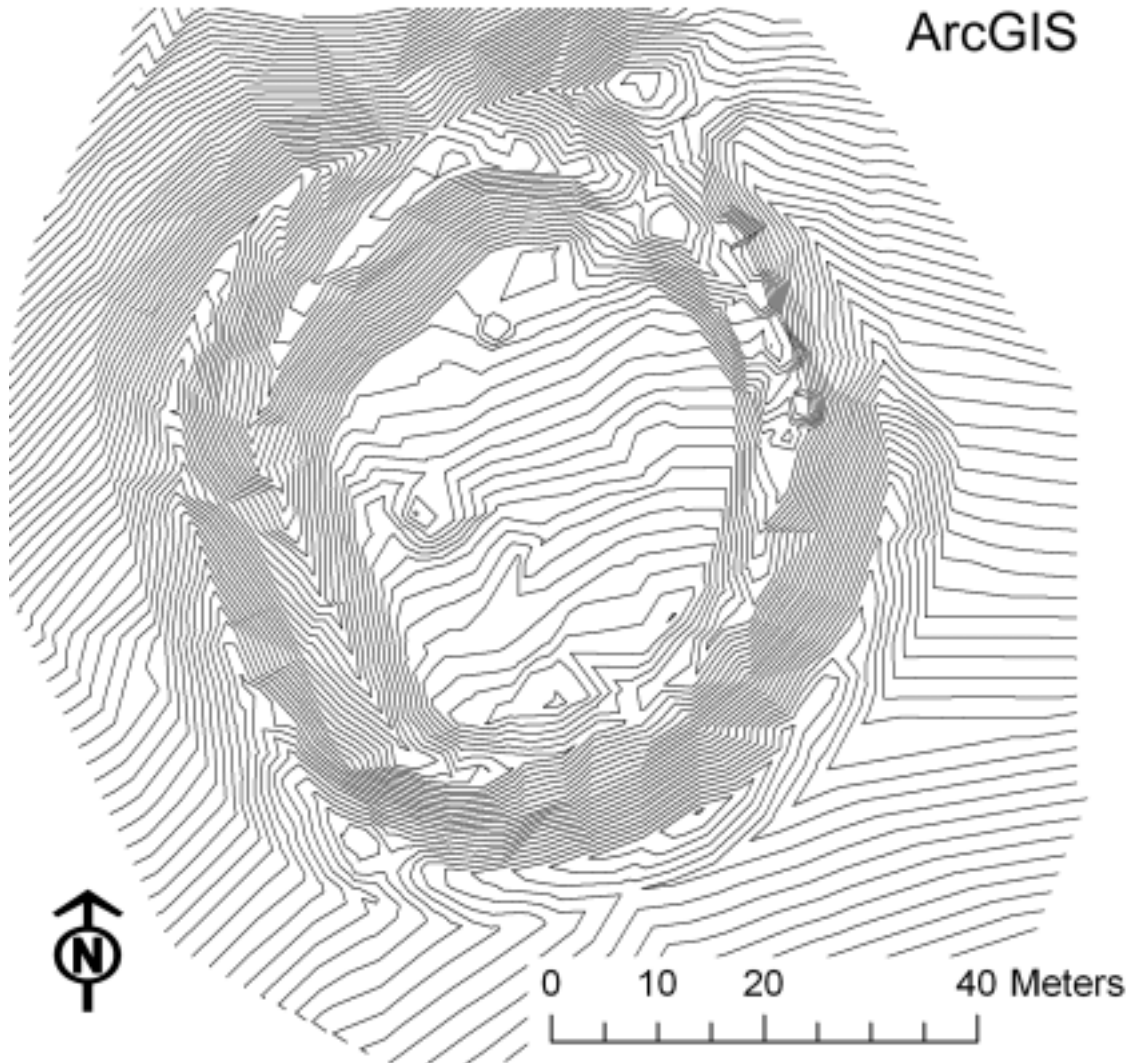


Obr. 2. Příklad nepravidelného rozmístění měřených bodů v závislosti na členitosti terénu tvrzeště Ústrašín.



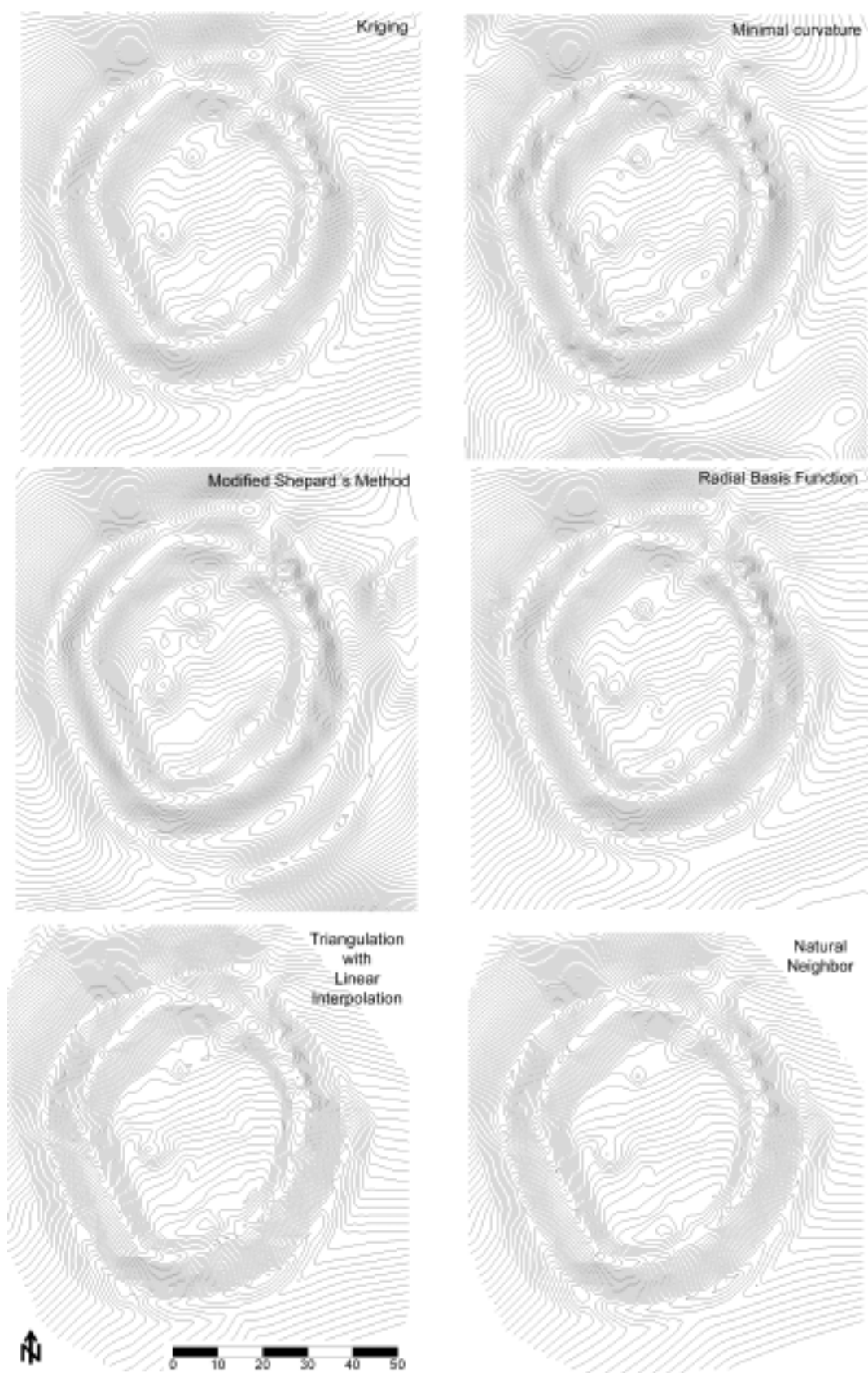
TIN

Triangulated
Irregular
Network

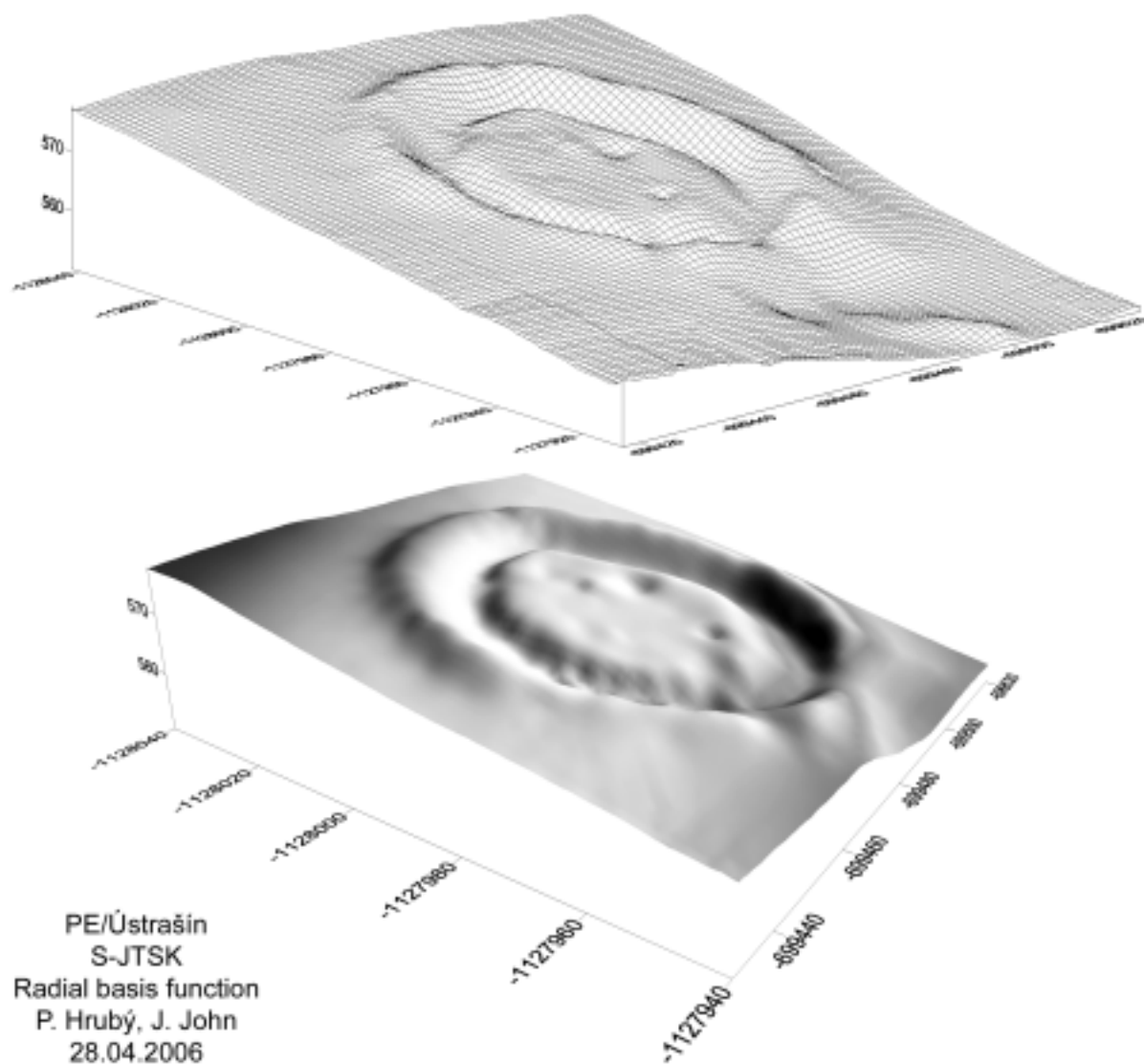


ArcGIS

Obr. 3. Digitální model terénu tvrziště Ústrašín interpolovaný metodou TIN v programu ArcGIS 9.



Obr. 4. Vrstečnicové reprezentace tvržiště Ústrašín vytvořené hlavními interpolačními metodami programu SURFER 8. Stejná vstupní data zde poskytují více či méně odlišné výsledky v závislosti na metodě.



Obr. 5. Vizualizace tvrzště Ústředí pomocí drátěného modelu terénu (nahore) a stínovaného reliéfu (dole). Interpolace proběhla vyrovnávací metodou radikálové funkční báze.

Literatura

- Eisler, J. – Smetánka, Z. 1980: Nová metoda zobrazování drobných reliéfních tvarů. *Archaeologia historica* 5, 217 – 219.
- Eisler, J. – Smetánka, Z. – Durdík T. 1981: Možnosti využití počítačové grafiky v archeologii. *Archeologické rozhledy* 33, 109 – 208.
- Gojda, M. 2005: LIDAR a jeho možnosti ve výzkumu historické krajiny. *Archeologické rozhledy* 57/4, 806-810
- Guichard, V. 2003: Un aperçu des acquis récents des recherches sur l'oppidum de Bibracte (1997-2002). *Revue archéologique de l'Est* 52, 45 – 90.
- Janšák, Š. 1955: Základy archeologického výzkumu v teréne. Archeologický ústav SAV, Bratislava.

- Kolář, J. 2003: Geografické informační systémy 10. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Vydavatelství ČVUT.
- Krajíc, R. – Eisler, J. – Soudný, M. 1984: Metodika a aplikace prospekčních metod a počítačové grafiky při archeologickém výzkumu zaniklé středověké vesnice Potálov, okr. Tábor. In: Nové prospekční metody v archeologii (Výzkumy v Čechách – Supplementum). Praha.
- Kuna, M. – Tomášek, M. 2004: Povrchový průzkum reliéfních tvarů. In: M. Kuna a kol. (eds.): Nedestruktivní archeologie, 237 - 296. Academia, Praha.
- Majer, A. 1989: Plošná hydraulická nivelace v archeologické geodézii a dokumentaci. In: V. Hašek (ed.): Geofyzika v archeologii a moderní metody terénního výzkumu a dokumentace, 300 – 306. Brno.
- Neustupný, Z. 2006: Les – ochránce, či nepřítel archeologických památek? Zprávy památkové péče 66/2, 137.
- Šimana, M. 1999: Geodetická dokumentace mohylových pohřebišť. In: A. Beneš – J. Michálek – P. Zavřel (eds.): Archeologické nemovité památky okresu České Budějovice I., 184 – 192.

Summary

Computer-aided documentation of surface features in archaeology

A significant number of archaeological sites are manifested on the surface by various surface features, such as embankments of tumulus cemeteries, ramparts and ditches of hillforts, traces of vanished mediaeval villages and their fields, as well as evidence of mining and manufacturing activities (for more details see Kuna – Tomášek 2004).

The contribution presents one of the forms of their documentation – creating digital models of the terrain in this case applied to a castle from the 13th century (Ústrašín). The models enable the user to display the terrain at any time viewed from any angle even after it has been excavated or otherwise damaged. At the same time, digital models of the terrain can be used for further analyses (measurement of elevations, distances, areas and volumes, producing cross-sections and creating derived maps (slope aspect, visibility, etc.).

Generally, the process of developing a digital model of the terrain is performed in three steps – (1) data collection in the field, (2) interpolation of the data measured into a continuous surface and (3) an appropriate method of visualization.

In the first phase, data collection is today facilitated mainly by totalling stations equipped with an electronic distance measurement device and optional storage of the co-ordinates measured in the memory. The measured data is then interpolated using various methods which provide slightly different results. Experiments described in this contribution were made employing exact (Kriging, Triangulation and natural Neighbor) and weighed (Minimal Curvature,

Modified Shepard's method and Radial basis function) interpolation methods. Weighed methods are predominantly used to produce a smoothed surface of terrain models. The individual methods are suited for different input data volumes and required accuracy. This requires an individual assessment of the situation with regards to the number and density of the points measured.

When there is a great density of the measured points it is recommendable to use the so-called/accurate algorithms which strictly copy the measured data while with a low point density it may be more beneficial to use levelling methods in order to create a smoother surface.

Archeologie a internet

Muzejní archeologické sbírky na internetu - utopie či reálná věc? - Pavlna Kalábková, Jarmila Podolníková, Zdeněk Lenhart, Pavla Jankovičová

Abstrakt

V úvodu je stručná charakteristika současných prezentací českých muzeí na internetu se zaměřením na databáze sbírkových předmětů. Následuje představení univerzálního nástroje ProMuS pro internetovou prezentaci jakýchkoliv tabulkových dat. Dále je zmíněna archeologická aplikace systému Demus pro dokumentaci muzejních sbírek. Zdůrazněno je použití jednotných slovníků, heslářů a číselníků v Demusu. Těžištěm příspěvku je přiblížení projektu Národní autority v muzeích, jeho hlavních cílů a prvních realizovaných kroků.

The introduction provides brief characteristics of the currently available presentations of Czech museums on the internet concentrating on the databases of collection items. It is followed by introducing the ProMuS universal tool for an internet presentation of any tabular data. The article continues by mentioning an archaeological application of the Demus system for documenting museum collections, emphasizing the use of unified dictionaries and codelists in Demus. The most important part of the contribution is the description of the National Authorities in Museums project, its principal goals and the first realized steps.

Klíčová slova

Muzeum, ProMuS, Národní autority, databáze, internet, archeologie
Museum, ProMuS, National Authorities, database, internet, archeology

Úvod

Muzea jsou specifické instituce. I když se tváří jako jedny z nejméně progresivních paměťových institucí, existuje řada projektů, které se snaží tento nelibý příměr zvrátit. Velmi dobře je to sledovatelné na muzejních webových stránkách¹.

¹ K muzeím na internetu se lze dostat přes rozcestníky, nejlépe:

<http://www.knihovna.upm.cz/index.php?page=muzea><http://www.zcm.cz/knihovna/index.html>

<http://www.cz-museums.cz/mag/adresar/index.asp>

<http://www.mkcr.cz/ces/>

Stávající stav

Archeologie patří k frekventovaným muzejním oborům na webu. Má nejčastější samostatné odkazy. Jejich kvalita je ovšem různá, od jednoduchého odkazu na archeologa až po ucelený informační systém (*obr. 1*, Jihlava). Nejčastější formou archeologické muzejní prezentace je prezentace expozic a výstav. Z činnosti jednotlivých muzejních oddělení dominují zprávy o archeologických výzkumech. Důraz je kladen i na archeologickou památkovou péči, při níž se objevují například i informace pro stavebníky. Ojedinele jsou pak prezentovány seznamy nálezových zpráv, dlouhodobé projekty, vydávané publikace, bibliografie muzejních archeologů, dějiny regionálních archeologických výzkumů či přehledy nemovitých archeologických památek. Prezentace sbírek se omezuje většinou pouze na obecný popis fondu, často je přejata pouze charakteristika vytvořená pro CES (Centrální evidence sbírek na MK ČR). Ojedinele se objevují i významné či zajímavé sbírkové předměty jejich obrázků a popis (*obr. 1*, Hradec Králové). K dispozici jsou však již "první vlaštovky" webových databází muzejních archeologických sbírek, k nimž patří databáze Národního muzea v Praze (úctyhodná část sbírky - cca 140 000 předmětů, *obr. 1*, Národní muzeum) a Regionálního muzea ve Vysokém Mýtě (celá sbírka, *obr.1*, Vysoké Mýto).



Obr. 1. Náhledy na webové stránky muzejí v Jihlavě, Hradci Králové, Národním muzeu Praha a Vysokém Mýtě.

ProMuS

Pro prezentaci archeologických muzejních sbírek na webu může sloužit program ProMuS (CITeM - MZM Brno, 2005²). Původně šlo o Prohlížeč Muzejních Sbírek, ve skutečnosti je to prohlížeč libovolných tabulek, a nejen prohlížeč, ale hlavně "vystavovač" (*obr. 2*, ProMuS 1). ProMuS umožňuje vystavit cokoliv, co má podobu tabulky (dbf, Access, Paradox, SQL, Excel, Word). Je nezávislý na její struktuře a nemá omezení ani v počtu záznamů. Lze v něm vyhledávat a řadit podle kteréhokoliv sloupce v tabulce, podle jakékoliv kombinace jakýchkoliv částí údajů z různých sloupců. Ke každému záznamu (řádku v tabulce) může být pak připojeno několik obrázků. ProMus zvládne i odkazy do jiných tabulek a jeho vzhled lze nastavit podle vlastního vkusu. Tento prohlížeč lze provozovat i na samostatném počítači. Určen je však prvotně pro internet. Návštěvník si pak může přepínat z tabulkového zobrazení na detailní zobrazení zvoleného záznamu včetně obrázků. Možné jsou i odkazy na jiná URL.

Příprava dat pro ProMus zahrnuje čtyři kroky:

1. Sestavení popisu struktury tabulky (seznam polí s jejich typy a délkami)
2. Export dat z tabulky do textu s oddělovači (většina databázových systému nabízí)
3. Import těchto dvou souborů do ProMuSu
4. Nastavení parametrů určujících vzhled tabulky, úvodní a doprovodné texty, výběr zobrazovaných polí, počet kritérií pro filtrování atd. atd.

I když je už ProMuS k dispozici dva roky, ještě bohužel na webu nenajdete nikoho, kdo by jej použil pro prezentaci archeologie. Přitom prezentace archeologických sbírek jednotlivých muzeí je relativně snadná, většina dnešních muzejních archeologických sbírek je již alespoň částečně evidována v počítačové databázi (Demus, BACH...). Současný stav tedy umožňuje "jít dál", buď zveřejnit archeologické sbírky jednotlivých muzeí nezávisle, samostatně, izolovaně (např. pomocí ProMuS), nebo je zveřejnit již s možností propojení muzejních sbírek v jeden informační systém - pracovní označení MSIS (muzejní sbírkový informační systém).

Demus01 - Archeologie

S myšlenkou budoucího propojení archeologických sbírek vznikala i archeologický Demus (viz příspěvek Kalábková - Lenhart - Jankovičová v tomto svazku³). Hlavním motivem bylo připravit databázi tak, aby v budoucnu bylo možné najednou získat informaci např. o všech aquamanilích ze 14. století v muzejních sbírkách. Prvořadou podmínkou pro to jsou jednotné slovníky. Demus je používá pro většinu údajů - názvy předmětů počínaje, přes kultury a

² ProMuS je dostupný na:

http://www.citem.cz/mambo/index.php?option=com_content&task=view&id=21&Itemid=37

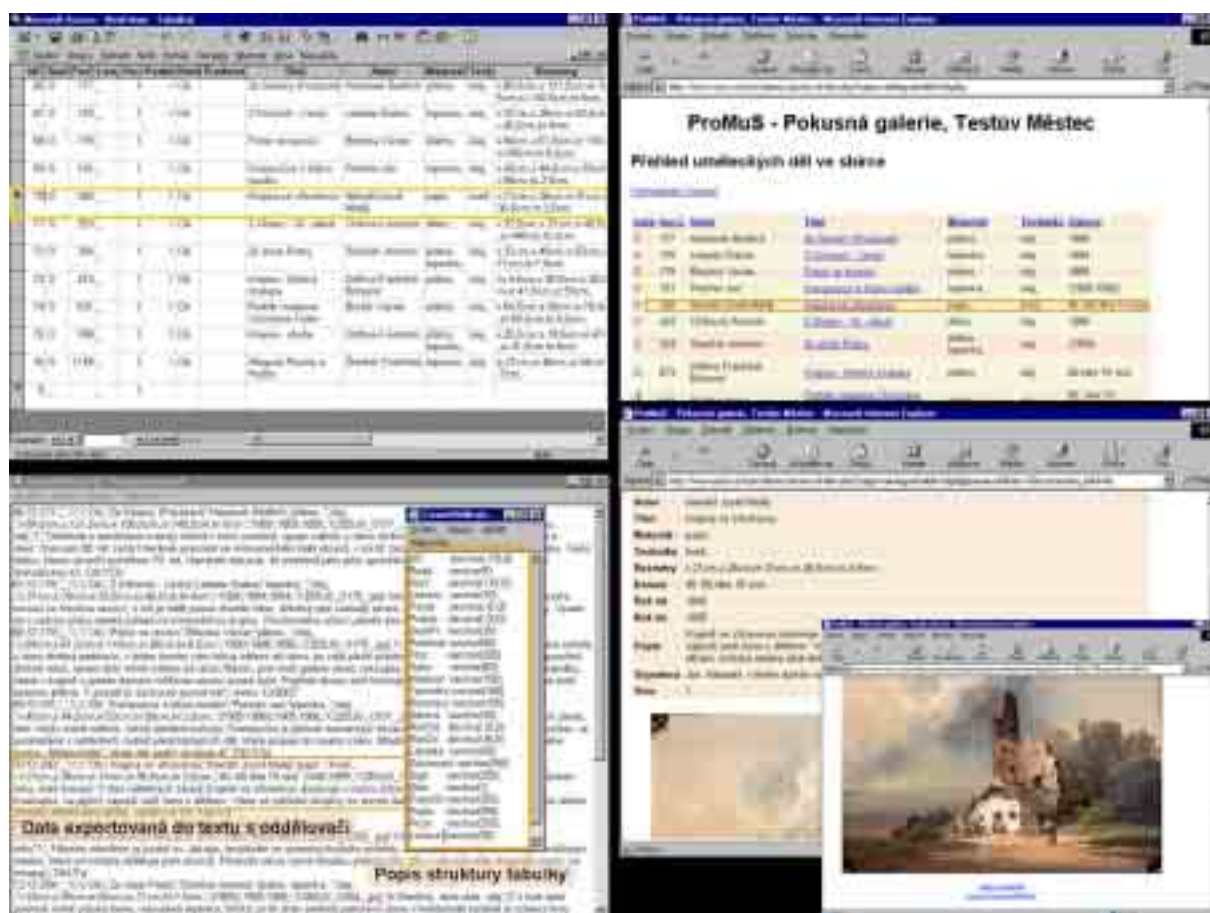
³ Domovská stránka Demus:

http://www.citem.cz/mambo/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=2&Itemid=44

výzdoby až třeba ke způsobům akvizice či názvům katastrů. Slovníky pro Demus vznikaly v širší pracovní skupině, často přebíráním již zavedených heslářů a číselníků. Většina z nich je při práci pevná a závazná.

Národní autority

Systém národních autorit funguje pro (české) knihovny od roku 2001⁴. Je to webová databáze jmen osob a korporací, věcných témat, geografických lokalit a dalších termínů, která nyní obsahuje na 400 tisíc hesel. Nejpočetnější jsou autority jmenné a korporáčnické. Připojeno je nyní asi 50 knihoven, přičemž do tohoto systému jsou zapojeny všechny hlavní knihovny v České republice.



Obr. 2. Náhled na webové stránku program ProMuS.

Projekt Národní autority v muzeích

Slovo autority vyvolává v českém muzejním prostředí často nesprávné asociace. V

⁴ K národním autoritám v knihovnách nejlépe přes databázi Národní knihovny v Praze <http://www.nkp.cz/>
http://sigma.nkp.cz/F/A6IYTH64TAK38P96KX2FCXU5164476XHXYLHQMFUGXEXSX14YB-01904?func=file&file_name=find-a&local_base=AUT

připravovaném projektu nejde však o další "policejní sbor", ani o "galerii velikánů", ale o společné slovníky (hesláře) přístupné on-line, které budou sloužit jako pomůcka pro jednotné vyplňování katalogizačních záznamů v muzeích, a následně pro vyhledávání v nich. Vytvořením systému národních autorit ve všech paměťových institucích by se pak výrazně racionalizovalo zpracovávání sbírek knihoven, muzeí i galerií a dosáhlo by se unifikace selekčních údajů v bázích paměťových institucí. Abychom vytvořili funkční model kooperace při tvorbě a využívání báze národních autorit je nutné nejprve stanovit SW a HW podmínky pro tvorbu a využívání existující báze personálních autorit Národní knihovny ČR (dále jen NK ČR), shromáždit existující tezaury/slovníky (dále jen T/S) používané v systémech sbírkové evidence muzeí a galerií, porovnat je s národními autoritami NK ČR a analyzovat jejich datové struktury. Dále bude nutné identifikovat T/S udržované na mezinárodní úrovni, otestovat možnosti harmonizace používaných lokálních variant T/S a jejich začlenění do systému národních autorit, vytvořit a dále udržovat servisní kapacitu pro správu národních autorit využívaných v muzeích a galeriích a nakonec i prosazovat používání národních autorit v prostředí muzeí a galerií namísto lokálních variant T/S.

Prvními uskutečněnými kroky v tomto projektu byl soupis a popis slovníků a heslářů používaných ve všech oborových modulech Demusu a v jiných muzejních systémech (BACH, papírové karty). Dále pak pracovní setkání více než 20 odborníků z muzejního, galerijního a knihovního prostředí ve dnech 27. - 29. 11. 2006 na chatě Barborka pod Pradědem. Závěry z tohoto zasedání jsou následující: Používání autorit je ve vlastním zájmu knihoven. Systém práce v muzeích je však poněkud odlišný, ale dá se předpokládat výrazné rozšíření informačních služeb umožněné vzájemnou interoperabilitou. Cílem muzeí by tedy mělo být převzetí a rozšíření existujícího modelu používání národních autorit o funkcionality vlastní muzejnímu prostředí. Nasazení autoritního systému v muzeích by mělo vést k usnadnění přístupu k maximálnímu možnému množství dat odborné, resp. laické veřejnosti. Použitý dokumentační systém nesmí omezovat hloubku odborného popisu. Autoritní databáze jsou obecně použitelné v jakékoli paměťové instituci jako zdroj vstupních údajů pro tyto dokumentační systémy. Oboustranná kooperace knihoven a muzeí může být výrazným přínosem pro obě tyto sféry. Vhodné bude začít u jmenných autorit (personálních a korporálních), jejichž zpracování se jeví jako nejjednodušší. Úplné propojení věcných autorit zřejmě nebude v nejbližší budoucnosti možné. Organizační struktura terminologických komisí by měla být inspirována členěním vědeckých disciplin v MDT a tradičním rozdělením muzejních oborů. Předpokládá se dvou- až třístupňové organizační uspořádání.

Národní autority a archeologie

V navrhovaném projektu Národních autorit má samozřejmě své místo i archeologie. Jako nejjednodušší se nyní jeví vycházet při tvorbě autoritních T/S ze standardů užívaných v databázích Demus01 - Archeologie, SAS ČR (Státní archeologický seznam České republiky,

NPÚ Praha) a Systém Archiv (Archeologické databáze Čech, AÚ Praha Akademie věd ČR). Pro úspěšné spuštění projektu je však nutná nejen vzájemná komunikace mezi zainteresovanými pracovníky jednotlivých institucí, ale i širší odborná diskuse. Jako podklad k této diskusi by mohl sloužit návrh těchto autoritních polí s jejich slovníky:

SkupinaMat - materiálová skupina (slovník Demus)

SkupinaFce - funkční skupina (slovník Demus)

Kompl - kompletnost předmětu (stupeň zachovalosti) (slovník Demus)

Předmět - zařazení předmětu (slovník Demus)

Materiál - materiály, ze kterého je předmět vyroben (slovník Demus)

Technika - způsoby výroby předmětu (slovník Demus)

Výzdoba - výzdoby na předmětu (slovník Demus)

Povrch - povrchy na předmětu (slovník Demus)

Úprava - úpravy jednotlivých povrchů (slovník Demus)

Kultura - obecné datování (slovník Archiv, SAS)

DruhyObjektu - druh objektu (slovník Archiv, SAS)

CharObjektu - charakteristika objektu (slovník Archiv, SAS)

Stratum - typ stratigrafické jednotky (slovník Demus)

Lokalita - název lokality (slovník Archiv, SAS)

Aktivita - typ aktivity na lokalitě (slovník Archiv, SAS)

Areál - typ zjištěného areálu (slovník Archiv, SAS)

Teren - slovník terénních útvarů (slovník Demus)

Literatura

Kalábková, P. - Jankovičová, P. - Lenhart, Z. 2007: Demus - dokumentace a evidence muzejních sbírek. Představení modulu Demus01 Archeologie, in: Počítačová podpora v archeologii. Sborník z konferencí, Brno, v tisku.

Summary

Museum archaeological collections on the internet – a utopia or a realistic goal?

Introduction

Museums seem to be very conservative. In spite of this, there are several projects which aim to change this unpleasant situation. One can see it on museums' web pages.

Situation

Archaeology is one of most frequent museum branches on the web. The level varies from a simple link to an archaeologist to a complex information system. (pict. 1: Jihlava).

Presentations of exhibitions are very common. Other activities are dominated by reports on archaeological research. Stress is put on archaeological monument care, eg. guides for builders etc. Sometimes lists of research reports are to be found, as well as long term projects, publications, bibliography, history of regional research activities, lists of archaeological monuments, etc. The presentation of collections is mostly limited to general characteristics of the collection, originally conceived for CES (Central Evidence of Collections at the Czech Ministry of Culture). Images of single items are very rare (pict.1: Hradec Králové). Only a few first-rank museums have databases placed on the web. The biggest one is that of the National Museum in Prague (140 000 objects, pict.1: Národní muzeum), typical is that of the Regional Museum in Vysoké Mýto. (pict.1: Vysoké Mýto)

ProMuS

The Internet presentation of collections on the web may be managed by ProMuS (CITeM - MZM Brno, 2005). The acronym comes from Prohlížeč Muzejních Sbírek (Museum Collection Browser, actually this viewer covers any table and is not only a mere viewer, but rather an exhibitor (Pict 2: ProMuS). ProMuS enables the exhibiting of anything in the form of a table (dbf, Access, Paradox, SQL, Excel, Word), no matter what structure, no limit for record number. One can search and sort by any column in the table, by any combination of any parts of several different columns. Several images may be attached to every record (line in the table). Links to other tables are possible. The presentation outlook may be designed to suit individual needs. ProMuS may run on a single PC, but primarily it is intended for the Internet. The visitor may switch from the table to the detailed view of the selected record with images. Links to other URL's are possible.

Four steps are needed for ProMuS presentation.

1. Table structure description (list of fields, their types and lengths)
2. Data exported as delimited text (most database systems offer this)
3. Import of those two files to ProMuS
4. Setup of parameters describing the design of the table, introductory and explaining texts, selection of depicted fields, number of criteria for filtering, etc.

Unfortunately two years of ProMuS existence were not enough to use it for any archaeological collection. This is surprising as it would be rather easy - most archaeological collections in museums are now (at least partially) listed in computer databases (Demus, BACH...). So it is possible to take the next steps: to publish the museum collections either independently, isolated, or connected somehow into one information system, provisionally called MSIS (muzejní sbírkový informační systém - Museum Collections Information System).

Demus01 - Archaeology

The idea of future links and integration of archaeological collections was present when

archaeological Demus was designed. The main goal was to create the database in such a way that would, in the future, enable users to obtain information let's say about all aquamaniles from the 14th century in all museum collections. The first condition for this are unified vocabularies. Demus uses controlled vocabularies for most fields: object names, cultures, decorations, acquisition modes, cadaster names and many many others. Vocabularies for Demus were created by a broad working group, overtaking or adopting existing thesauri or code lists whenever possible. Most of the vocabularies are fixed and obligatory for users.

National Authorities

The system of the National Authorities for the Czech libraries has been working since the year 2001. It is a web database of personal and corporate names, subject themes, geographical localities and other terms. Currently, there are about 400 000 records in the base, personal names being the biggest part. Some 50 libraries are involved, all of the leading libraries in the Czech Republic being among them.

Project National Authorities in museums

The word "authority" often evokes in the Czech museum world unfounded unpleasant associations. The project concerns neither a new "police body" nor a "gallery of titans". The subject is common vocabularies accessible on-line, which should serve as an assistant for unified filing of museum records, and for their subsequent retrieval. The creation of National Authorities for all memory institutions will rationalise the description and usage of collections in libraries, museums, galleries, and it will unify the selection terms in databases of memory institutions.

When constructing a functional model of cooperation in creating and using a national authorities base, the following steps are necessary: to state the SW and HW conditions for the creation and usage of the existing base of personal authorities of the National Library, to pick up all existing thesauri/vocabularies (further T/V) used in the systems of collection documentation in museums, to compare them with national authorities of the National Library and to analyse their data structures. Next, it will be necessary to identify T/Vs which are held on the international level, to test the possibilities of harmonising local variants of T/Vs and their integration into national authorities, to create and permanently conduct a service capacity for management of national authorities. It will be necessary to promote the usage of national authorities in the museum environment instead of local T/Vs.

The first step of this project was listing, describing and classifying the T/Vs used in all branch modules of Demus and in other museum systems (BACH, paper cards). The second step was the meeting of more than 20 experts from museums, galleries and libraries at the end of 2006 at Barborka in the Jeseníky mountains. The following conclusions were reached: The usage of authorities is in the interest of the libraries themselves. The working system is slightly different in the museums, nevertheless a significant expansion of information services enabled by interoperability is expected. The goal for the museums should be to overtake the existing

model of national authorities and to extend it with functions typical for museum conditions. The introduction of the authority system in museums should lead to an easier access to a maximum amount of data for both expert and laic public. The used documentation system should in no way limit the depth of the scientific description. Authority databases are generally applicable in any memory institution as a source of input data for those systems. A reciprocal cooperation of libraries and museums may be profitable for both sides. Name authorities (personal and corporative) will be suitable for the beginning, as they are simpler. A full linkage of object authorities will probably not be possible in the nearest future. The organisational structure of terminology committees should be inspired by the international decimal classification of scientific disciplines and by the traditional division of museum branches. A two or three level organisational model will probably be used.

National Authorities and archaeology

Archaeology has naturally its place in the proposed project of National Authorities. The simplest way seems to be starting from standards used in existing databases Demus01 - Archeology, SAS ČR (State archaeological system of the Czech Republic), and the "Archiv" system (Archaeological databases of Bohemia, Archaeological Institute Prague, Czech Academy of Sciences). For the successful launch of the project not only is interactive communication of the staff of various institutions necessary, but also an endeavour on the part of the experts to attain a more illuminatory level of debate. The following proposal of fields controlled by authority vocabularies could serve as a base for this discussion:

Category of the object according to its material (Demus vocabulary/controlled lists)

Category of the object according to its function (Demus vocabulary/controlled lists)

Entirety of the object (conservation state) (Demus vocabulary/controlled lists)

Object type (Demus vocabulary/controlled lists)

Material of the object (Demus vocabulary/controlled lists)

Technology used for the creation of the object (Demus vocabulary/controlled lists)

Decoration of the object (Demus vocabulary/ controlled lists)

Object surface (Demus vocabulary/controlled lists)

Surface preparation (Demus vocabulary/controlled lists)

Culture - general dating (Archiv, SAS vocabulary/controlled lists)

Type of immovable object (Archiv, SAS vocabulary/controlled lists)

Characteristics of immovable object (Archiv, SAS vocabulary/controlled lists)

Type of stratigraphical unit (Demus vocabulary/controlled lists)

Lokality name (Archiv, SAS vocabulary/controlled lists)

Type of activity on the locality (Archiv, SAS vocabulary/controlled lists)

Type of area (Archiv, SAS vocabulary/controlled lists)

Terrain feature - vocabulary of terrain configurations (Demus vocabulary/controlled lists)

Best access to museums on the Internet:

<http://www.knihovna.upm.cz/index.php?page=muzea>

<http://www.zcm.cz/knihovna/index.html>

<http://www.cz-museums.cz/mag/adresar/index.asp>

<<http://www.mkcr.cz/ces/>>

National Authorities for libraries are accessible from the National Library in Prague

<http://www.nkp.cz/>

http://sigma.nkp.cz/F/A6IYTH64TAK38P96KX2FCXU5164476XHXLYHQMFUGXEXSX14YB-01904?func=file&file_name=find-a&local_base=AUT

ProMuS is on:

http://www.citem.cz/mambo/index.php?option=com_content&task=view&id=21&Itemid=37

Demus home page:

http://www.citem.cz/mambo/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=2&Itemid=44

Bibliografická databáze na internetových stránkách plzeňské katedry archeologie <http://www.kar.zcu.cz/bibliografie/index.php> - Jan John, Kamil Eckhardt

Abstrakt

Text podává základní informaci o bibliografické databázi, kterou provozuje Katedra archeologie na Filozofické fakultě Západočeské univerzity v Plzni. Databáze přístupná přes internetové rozhraní slouží k uchování editaci a vyhledávání bibliografických záznamů publikací z oboru archeologie a příbuzných věd.

The text provides basic information on the bibliographical database operated by the Department of Archaeology at the Faculty of Arts in Pilsen. The database which can be accessed via an internet interface is used for storing, editing and retrieving bibliographical records of publications from archaeology and related sciences.

Klíčová slova

archeologie, bibliografie, databáze, internet
archaeology, bibliography, database, internet

Vznik aplikace a její plnění daty

Využití veřejně přístupných databázových systémů pro usnadnění manipulace s bibliografickými daty se v naší archeologii objevilo relativně pozdě a v podstatě je až záležitostí 21. století (cf. Neustupný 1994, 121). Již v 90. letech minulého století však u nás byly přes internet dosažitelné databázové katalogy větších knihoven (viz Macháček 1997, 84). Smyslem toho příspěvku je základní informace o databázové aplikaci, která funguje na webových stránkách Katedry archeologie FF-ZČU od roku 2003, kdy se na jejím vzniku kromě autorů článku podílel rovněž ing. Václav Mařík. Tato veřejně přístupná databáze slouží k evidenci bibliografických záznamů zejména archeologické literatury, a to převážně z českých zemí. Jejím hlavním cílem je poskytnout možnost rychlého a pohodlného vyhledávání v co možná nejobsáhlejší kolekci bibliografických záznamů co největšímu počtu uživatelů. Proto byla zvolena databáze volně přístupná přes celosvětovou síť internet.

Svým rozsahem a rychlostí plnění tento systém přirozeně nemůžeme konkurovat komplexním bibliografiím, které jsou zpracovávány odborníky na pracovištích jako je Bibliograficko-informační oddělení Archeologického ústavu AV ČR. To ostatně ani není naším cílem. Spíše se snažíme postupně vyvíjet databázi, která sice není zcela dokonalá, ale zato jednoduchá,

uživatelsky přívětivá a šitá na míru použití v archeologii.

V prvních fázích plnění jsem jako prozatímní řešení testovali shromažďování dat v prostředí MS Access a poté jejich import do databáze na serveru. V současné době jsou již všechna data vkládána, editována a vyhledávána přes formulářové rozhraní na internetových stránkách katedry (*obr. 1*). Jako zdroj dat slouží např. publikované osobní bibliografie, či obsahy sborníků a časopisů, které jsou zpravidla skenovány a převáděny do textové formy prostřednictvím technologie OCR (optical character recognition). Tím se jednak zjednodušuje a urychluje samotné zadávání (např. názvy článků je možno jednoduše zkopírovat a vložit do formuláře) a zároveň jsou redukovány chyby vznikající při ručním přepisování.

Nová bibliografická data jsou doplňována zejména studenty v rámci prosemináře, kdy se seznamují s archeologickou literaturou, způsobem citací, využíváním elektronických zdrojů informací a zároveň menším objemem dat obohacují bibliografickou databázi. Tyto nově zadané záznamy se neobjevují ihned ve veřejně přístupné části databáze ale dostávají automaticky příznak „nezkontrolované“ do doby, než projdou procesem kontroly. Ani tak ale nelze docílit naprosté bezchybnosti.

V současné době (počátek roku 2007) je v databázi něco přes 12 000 záznamů, přičemž lze jen těžko odhadnout jaké procento dosud vyprodukované archeologické literatury toto množství tvoří. Vzhledem ke stále intenzivnější publikační činnosti to ale zřejmě nebude příliš mnoho.

třhlásit.se

Vyhledání publikací

příjmení, jméno autora	<input type="text"/>	Zadejte příjmení a/nebo první písmeno křestních jmen autora, pokud jiný chcete zobrazit.
název	<input type="text"/>	Zadejte název knihy nebo článku.
periodikum	<input type="text"/>	Vyberte název periodika nebo sborníku.
oblast	<input type="text"/>	Vyberte oblast, ve které se nachází zločinná lokalita.
chronologie	<input type="text"/>	Vyberte chronologii. Pro vícenásobný výběr použijte klávesu CTRL.
aktivita	<input type="text"/>	Vyberte aktivitu. Pro vícenásobný výběr použijte klávesu CTRL.
klíčová slova	<input type="text"/>	Vyberte klíčová slova. Pro vícenásobný výběr použijte klávesu CTRL.
klíčová slova	<input type="text"/>	Zadejte klíčová slova oddělená čárkou.
seřadit dle	<input type="text"/>	Vyberte podle čeho a jak chcete seřadit vybrané publikace.

katedra.archeologie | ustroostar

Obr. 1. Vstupní formulář pro vyhledávání záznamů (zjednodušená verze).

Struktura databáze a technické řešení

Při návrhu struktury databáze jsme se rozhodli nepoužít zavedené knihovnické aplikace, ale pokusili jsme se vytvořit vlastní prostředí, který by byl co nejjednodušší a zároveň dobře přizpůsobené praktickému použití v archeologii. Kupříkladu pro chronologický heslář jsme proto převzali systém zavedený a používaný v Archeologické databázi Čech (viz např. Kuna – Křivánková 2006).

Pokud se blíže podíváme na strukturu databáze, nalezneme v ní jednotlivé tabulky. Již ze samotných názvů je v podstatě jasné co tabulky obsahují. Ty tabulky, v jejichž názvu se vyskytuje podtržítka, zajišťují vazbu M:N. Struktura databáze je dobře patrná z ER (entity relationship) diagramu na **obr. 2**. Celkem se jedná o 11 tabulek z nichž 5 má propojovací funkci (tabulky 8–11):

1. **Publikace** – hlavní tabulka obsahující informace o citaci (identifikační číslo, název práce, rok a místo vydání, ročník, číslo, vydavatel, počet stran apod.). Některá pole, např. ISBN, nejsou zatím plněna. V této tabulce jsou rovněž ukládány případné poznámky k záznamu.

2. **Autoři** - tabulka jmen autorů publikací.

3. **Chronologie** - tabulka obsahující informaci o chronologickém období, kterého se práce týká. Heslář byl převzat z Archeologické databáze Čech (viz výše).

4. **Oblasti** – tabulka vymezuje geografickou oblast, které se práce týká, a to nejpodrobněji na úrovni okresů. Sloupec superior určuje nadřizenou oblast (např. kraj, stát).

5. **Sborníky** – seznam časopisů a sborníků v nichž se nacházejí sledované publikované práce.

6. **Uživatelé** – tato tabulka řeší přístupy jednotlivých uživatelů a jejich práva. V databázi existuje několik úrovní oprávnění ke vkládání a editaci dat. Zatímco funkce vyhledávání a exportu jsou samozřejmě komukoliv volně přístupné, vkládání a editace dat je umožněna pouze registrovaným uživatelům (po zadání přihlašovacího jména a hesla).

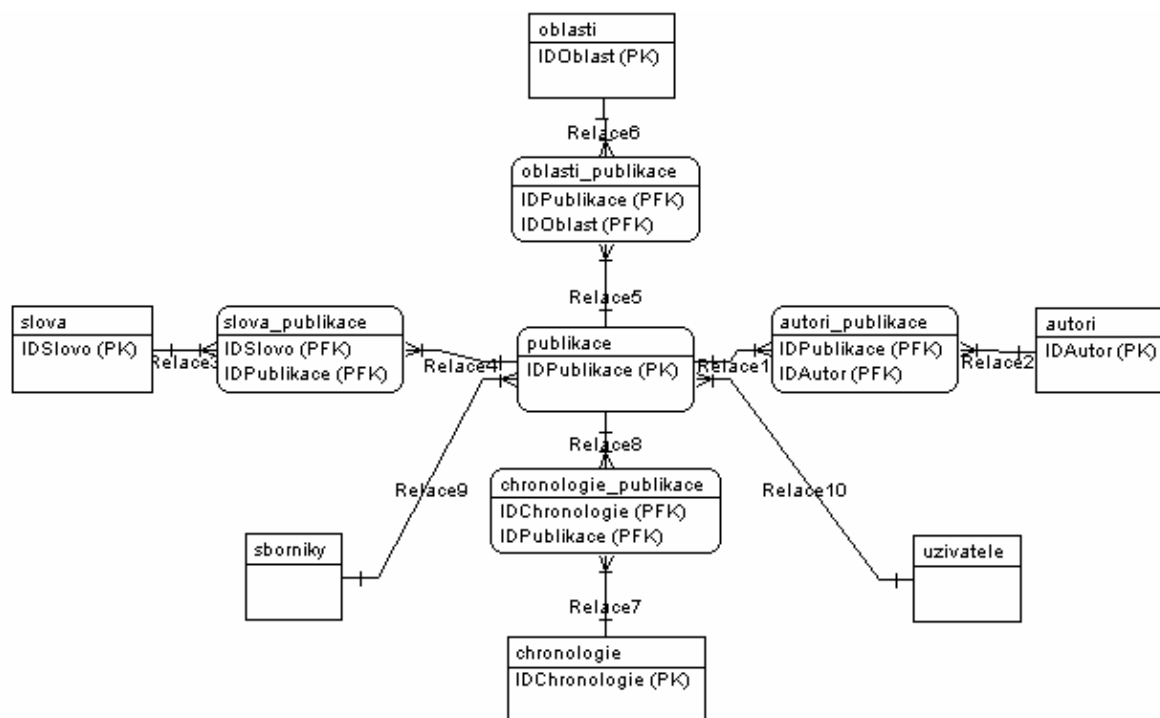
7. **Slova** - tabulka klíčových slov přiřazených jednotlivým záznamům.

8. **Autoři_publicace**

9. **Chronologie_publicace**

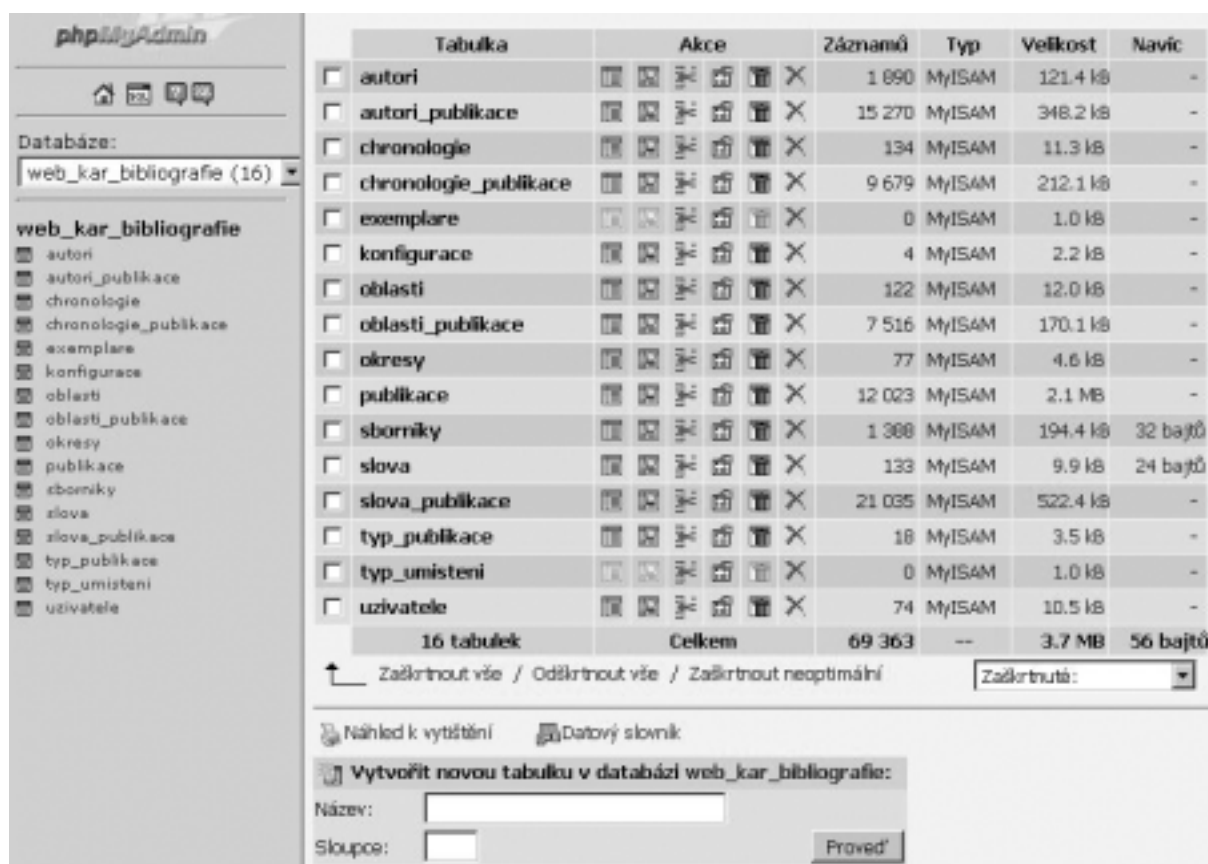
10. **Oblasti_publicace**

11. Slova_publicace



Obr. 2. ER (entity relationship) diagram tabulek a jejich vztahů v bibliografické databázi.

Data aplikace spravuje databázový server MySQL aktuální verze 4.0.24 (blíže např. Smutný 1997, 22), pro výběr a úpravu dat získaných z databáze jsou používány skripty v jazyce PHP. Aplikace je provozována na velmi výkonném serveru Eryx na Západočeské univerzitě v Plzni. Po vytvoření databáze vznikl problém jak tento systém udržovat, zálohovat a jednoduše vytvářet nové tabulky. U serveru Eryx je zakázán jakýkoli přístup k databázi SQL z jiných PC z důvodu její bezpečnosti, a tak výběr padl na „opensource“ program PhpMyAdmin v aktuální verzi 2.6.0, který je opět napsán v jazyce PHP a tedy funguje přímo na serveru. Tento program poskytuje veškerý komfort přístupu k datům a zároveň umožňuje i export do několika textových formátů. Náhled pracovního prostředí tohoto programu ukazuje **obr. 3**. V našem případě jsme provedli zaheslování adresáře s programem PhpMyAdmin. Před spuštěním programu je potřeba v konfiguračním souboru config.inc.php nastavit jméno databáze, jméno uživatele a heslo. Správa databáze je potom možná přes internetový prohlížeč a počítač připojený k internetu.



Obr. 3. Pracovní prostředí „opensource“ programu PHPMYADMIN pro zprávu databází MySQL.

Možnosti aplikace a její využití

Databáze poskytuje tyto základní funkce:

1. Evidence bibliografických záznamů ve formě, která se v naší archeologii běžně používá pro citaci literatury.
2. Přiřazování dalších vlastností záznamům – geografická oblast, chronologie, klíčová slova, obor apod.
3. Vyhledávání podle autora, klíčových slov, názvu, roku vydání, atd. Dotaz je možno poměrně podrobně specifikovat kombinací různých polí (např. hledat publikace o neolitické broušení industrii z okresu Český Krumlov). Čím je dotaz podrobnější, tím je samozřejmě i menší počet záznamů které mu odpovídají. V některých polích lze volit z nabídky, jiná jsou určena k přímému zapisování požadavku. V některých z nich (autor, název) je možno vyhledávat fulltextově, tedy pokud je např. do pole název zadáno slovo „spon“ budou vyhledány publikace v jejichž názvu se objevuje slovo spona, ale také třeba spony, spondylus, korespondence atd.
Pokud je v rámci dotazu zvoleno více klíčových slov, jsou svázána operátorem AND. Pokud

tedy uživatel volí klíčová slova *depot* a *broušená industrie*, výsledkem dotazu by měly být publikace o depotech broušené industrie. Pokud by byl vložen operátor OR, došlo by k výpisu všech publikací s přiřazeným klíčovým slovem *depot* a zároveň všech s klíčovým slovem *broušená industrie*.

4. Prohlížení vybraných záznamů, které mohou být řazeny podle libovolného parametru (zpravidla abecedně podle jmen autorů a podle roku vydání).

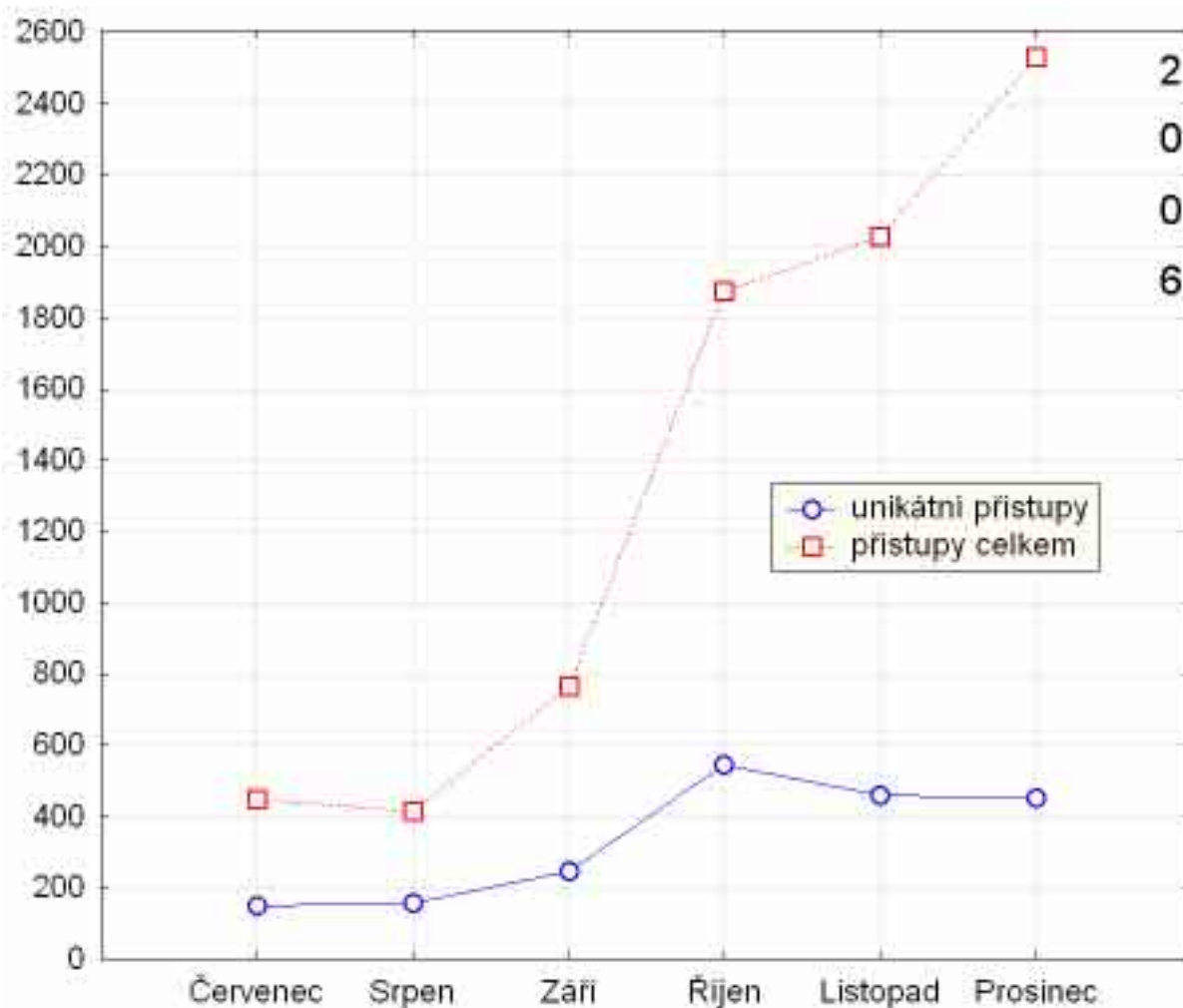
5. Export vybraných záznamů v podobě, která se může bez velkých úprav stát základem citačního aparátu či soupisu literatury. Je možno zvolit formát .rtf nebo .txt.

6. Přihlášení registrovaného uživatele – možnost přidávání a úpravy záznamů.

7. Evidence „kdo zadal záznam“ – kontrola po nezkušených uživateliích

Pro posouzení vytížení bibliografické databáze jsem na její stránky umístili samostatné počítačové přístupy. Výsledky zjištěné za druhé pololetí roku 2006 ukazuje **obr. 4**. V tomto období neprobíhalo plnění databáze, a tak počty nejsou ovlivněny přístupy studentů, kteří by na stránky přistupovali v rámci přidávání nových záznamů. Graf zobrazuje celkový počet přístupů i přístupy unikátní. V případě unikátních přístupů je možno každý počítač (respektive jeho IP adresu) v konkrétním dni započítat jen jednou. Velmi často však během dne dochází k více přístupům z jednoho počítače a ty jsou pak započítávány do celkového množství přístupů.

Z grafu je dobře patrný rozdíl mezi letními měsíci a závěrečným obdobím roku, kdy se počet unikátních přístupů stabilizoval kolem 500 měsíčně. Naopak celkové využití od srpna neustále stoupalo. Na širší hodnocení těchto prvních výsledků je však zřejmě ještě brzy.



Obr. 4. Graf počtu unikátních a celkových přístupů na stránky bibliografické databáze za druhé pololetí roku 2006.

Závěr a otázka budoucího vývoje

Budeme nadále sledovat intenzitu využití této aplikace a pokud bude mít vzrůstající tendenci, bude to pro nás dostatečný signál o její užitečnosti nutnosti dalšího rozvoje. Bude-li tomu tak, lze očekávat rozšiřování fondu databáze, a také implementaci dalších funkcí a algoritmů, jakými jsou např. protokol Z39.50, který je často využíván v knihovnických databázových systémech. Tento protokol umožňuje přes internet prohledávání vzdálených databází různých institucí např. prostřednictvím osobních bibliografických softwarů jako je EndNote, ProCite apod. Uživatel by tam mohl z databáze získávat data, který by se v jeho softwaru ukládala a přetvářela v libovolný formát bibliografických záznamů.

Jiným předpokládaným trendem je vytváření specializovaných bibliografií např. letecké archeologie, archeobotaniky, konzervátorství apod.

Vývoj databáze zatím pokračují tempem, jenž je úměrné nepřiliš velké pracovní kapacitě, kterou jsou na ni schopni vyčlenit autoři tohoto článku. Přesto se domníváme, že má naše práce smysl, a to nejen jako cvičení pro studenty, ale i jako praktický zdroj informací z něhož

mohou čerpat i profesionální archeologové.

Literatura

- Kuna, M. – Křivánková, D. 2006: Archiv 3.0. Systém Archeologické databáze Čech. Uživatelská příručka. Archeologický ústav AV ČR, Praha.
- Macháček, J. 1997: Archeologie a internet - Archäologie und Internet. Sborník prací Filozofické fakulty brněnské university M 1, 81-89.
- Neustupný, E. 1994: Role databází v archeologii - The role of databases in archaeology. Archeologické rozhledy 46, 121-128.
- Smutný, J. 1997: Databázové systémy. In: J. Macháček (ed.): Počítačová podpora v archeologii, 15-32. Brno.

Užitečné odkazy

<http://www.phpmyadmin.net/>

<http://www.mysql.com>

<http://www.stk.cz/ZIG/>

Summary

Bibliographical database on the web pages of the Department of Archaeology in Pilsen

Since 2003, the Department of Archaeology at the Faculty of Arts of the West Bohemian University in Pilsen has been developing a bibliographical database which should serve to enable quick and easy retrieval of bibliographical data on Czech archaeological publications. Information can be searched by multiple criteria (author, title, magazine, year of issue, subject, chronology, key words, etc.), sorted, exported and, for registered users, entered and edited. The application data is administered by the MySQL database server, while data retrieved from the database is selected and modified using PHP scripts. The database consists of 11 tables some of which contain the actual data on bibliographic records and their attributes while others fulfil the linking function. Data entry, editing and search is made possible via a form interface on the web pages of the Department of Archaeology (<http://www.kar.zcu.cz/bibliografie/index.php>). Currently the database contains over 12,000 records.

