

STUDIE K DÁLKOVÉMU PRŮZKUMU V ARCHEOLOGII

Martin Gojda

Martin Gojda a kolektiv

**STUDIE K DÁLKOVÉMU
PRŮZKUMU V ARCHEOLOGII**
Studies in Remote Sensing for Archaeology

Plzeň 2010

 ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI



STUDIE K DÁLKOVÉMU PRŮZKUMU V ARCHEOLOGII

Studies in Remote Sensing for Archaeology

Martin Gojda a kolektiv

*Roman Brejcha
Michal Brož
Lucie Čulíková
Kristýna Chybíková
Kateřina Krejčová
Ondřej Malina
Lenka Starková
Ladislav Šmejda*

Katedra archeologie Fakulty filozofické
Západočeská univerzita v Plzni

Plzeň 2010

Recenzoval / Reviewed by:

Profesor PhDr. Vladimír Podborský, DrSc., *Masarykova univerzita (Brno)*

Prezentovaná publikace je výstupem výzkumného záměru **Opomíjená archeologie**
(ev. č. MSM 4977751314)

© Martin Gojda a kol., 2010

První vydání, 2010

First Edition, 2010

ISBN 978-80-7043-922-7



OBSAH

Předmluva (<i>M. Gojda</i>)	6
1. Vývojové trendy dálkového průzkumu v archeologii střední Evropy (<i>M. Gojda</i>)	8 – 12
2. Metodika transkripce prostorových informací z leteckých snímků do mapy (<i>L. Šmejda</i>)	13 – 20
3. Kvantitativní analýzy v letecké archeologii – příklad z Kolínska (<i>O. Malina</i>)	21 – 36
4. Letecká archeologie a informační potenciál kolmých leteckých snímků na internetových mapových portálech – údolí středního Labe (<i>M. Brož</i>)	37 – 48
5. Internetové zdroje v letecké archeologii – příklad z Kolínska (<i>O. Malina</i>)	49 – 59
6. Využití volně dostupných dat dálkového průzkumu Země k identifikaci archeologických komponent: čtyři příklady z polského území (<i>R. Brejcha</i>)	60 – 68
7. Porovnání výskytu lokalit na internetových mapových portálech a šikmých snímcích (<i>L. Čulíková</i>)	69 – 76
8. Informační potenciál výsledků letecko-archeologického průzkumu v oblasti jihozápadního Mělnicka (<i>K. Krejčová</i>)	77 – 87
9. Vyhodnocení výsledků letecké archeologie ve vybrané části Poohří a zhodnocení jejího potenciálu pro výzkum osídlení (<i>K. Chybíková</i>)	88 – 103
10. LIDAR. Potenciál a využití laserového skeneru na příkladu studie národního parku České Švýcarsko (<i>L. Starková</i>)	104 – 111

CONTENT (English summaries)

Preface (<i>M. Gojda</i>)	7
1. Past and present in the development of archaeological remote sensing in Central Europe (<i>M. Gojda</i>).....	12
2. Methods of transcription of spatial information from aerial photographs to maps (<i>L. Šmejda</i>)	20
3. Quantitative analyses in aerial archaeology – the Kolín region case study (<i>O. Malina</i>)	36
4. Aerial archaeology and the potential of vertical aerial photographs on the internet map servers. The middle Labe basin case study (<i>M. Brož</i>)	48
5. The internet aerial photography data sets for archaeology. The Kolín region case study (<i>O. Malina</i>)	59
6. The use of internet remotely sensed data for identification of archaeological components. Four examples from Poland (<i>R. Brejcha</i>)	68
7. Comparing the quantity of buried sites on internet servers and on oblique photographs (<i>L. Čulíková</i>).....	76
8. Information potential of results of the aerial survey in the area of southwest Mělník region (<i>K. Krejčová</i>).....	87
9. Aerial archaeological survey in the lower Ohře valley. The application of its results for local prehistoric settlement study (<i>K. Chybíková</i>)	103
10. LIDAR. Potential and using laser scanning in the National Park České Švýcarsko (Czech Switzerland); a case study (<i>L. Starková</i>)	111

Předmluva

Tento tématicky zaměřený svazek je výsledkem desetiletého rozvíjení znalostí speciálního oboru – dálkového archeologického průzkumu (dále též DAP) na Katedře archeologie Západočeské univerzity v Plzni. Přispěli do něj jak akademičtí zaměstnanci katedry, tak především posluchači, kteří problematice DAP věnovali zvýšenou pozornost již na bakalářském stupni, hlavně však během magisterského studia (většina kapitol v tomto svazku vychází z diplomových prací svých autorů). Dlužno dodat, že někteří z nich tématu z oblasti DAP zůstali věrni i na doktorandském studiu.

Do rámce DAP se obvykle řadí poměrně široká škála rozmanitých postupů, které spojuje absence fyzického kontaktu zkoumaného (měřeného, snímkovaného) místa s aparaturou, pomocí níž se výzkum provádí. Za součást dálkového průzkumu v archeologii se v první řadě považuje letecká archeologie, která je nejčastěji spojována s prováděním cíleného vizuálního průzkumu krajiny z výšky několika set metrů prostřednictvím malého letounu, s fotografickou dokumentací objektů archeologického zájmu identifikovaných přitom na povrchu země a s jejich dalším zpracováním (analýza snímků a interpretace na nich zachycených liniových a bodových objektů). Vedle toho zahrnujeme do dálkového průzkumu postupy zaměřené na analýzu obrazových dat, tj. analogových (diapozitivy, negativy, kontaktní či zvětšené fotografie) a digitálních panchromatických (orto)snímků, které jsou pořizovány z velkých výšek, resp. ze vzduchu (letadla pohybující se ve výšce několika km nad terénem) a z vesmíru (družice létající na oběžných drahách Země vzdálených od ní několik set kilometrů) a které slouží k tvorbě a inovaci map a k rozmanitým potřebám vědy a výzkumu. Spolu s daty získávanými nejmodernějšími metodami tzv. dálkového průzkumu Země (DPZ), v nichž se uplatňují jak pasivní snímače, tak především aktivní radiometry (zařízení emitující vlastní zdroj záření, tedy radary a lidary), jsou tyto technologie založeny primárně na analýze dat prostřednictvím algoritmů zpracovávajících naměřené hodnoty elektromagnetického záření v různých částech spektra.

Oproti vcelku logické představě, jíž sémantika slova „dálkový“ vyvolává, jsou v současnosti do oblasti DAP řazeny i takové metody, které jsou sice bezdotykové, nicméně vzdálenost mezi předmětem zájmu (archeologickými situacemi na povrchu terénu a pod ním) a zařízením, které jej detekuje, je relativně velmi malá (většinou v řádu centimetrů). Z důvodů bezdotykového principu se sem řadí většina geofyzikálních metod, takže DAP dnes reprezentuje velmi obsáhlý soubor terénních postupů.

Tento tématicky zaměřený svazek však zůstává u původního pojetí dálkového průzkumu a přináší studie, postihující jak tradiční, tak aktuálně diskutovaná témata v oblasti leteckého průzkumu a interpretace leteckých a družicových snímků. Do prvně jmenované skupiny bychom zařadili kapitoly, které hodnotí potenciál existujících souborů letecko-archeologických dat pro poznání pravěkého osídlení, jeho hustoty, případně dynamiky v konkrétní zájmové oblasti. V souvislosti s výskytem indikátorů sídelních komponent, resp. porostových příznaků nad zahloubenými objekty, se jedná o oblasti v tzv. starém sídelním území. K tématům, která jsou poměrně nová a dostávají se v současnosti do popředí zájmu, patří především rozbor možností nabízených vertikálními snímky z velkých výšek (z letadel a družic), komparace výhod a omezení, které tyto snímky představují. Jejich význam je zásadním způsobem umocněn faktem, že jsou zdarma dostupné na internetových portálech, a to v kvalitativně rozmanitém prostorovém rozlišení podle geografické oblasti. Této problematice je v naší práci věnováno nejvíce prostoru.

Konečně je třeba vyzdvihnout pozornost, již se v krátkosti věnujeme pokročilému způsobu velkoplošného trojrozměrného mapování povrchu terénu (přírodního a antropogenního reliéfu) pomocí tzv. ALS (airborne laser scanning – skenování zemského povrchu laserovými paprsky) jak v otevřeném prostředí, tak především v zalesněné krajině. Pomocí leteckého laserového skeneru (LiDAR) bylo i na území České republiky naskenováno několik malých území, z nichž pro archeologii má primární význam oblast Děčínských stěn (resp. CHKO České Švýcarsko). Možnosti využití stávajících lidarových dat pro evidenci a dokumentaci antropogenních reliéfních tvarů v tomto dynamickém krajinném typu jsou pro nejbližší budoucnost velkou výzvou. Budiž poznamenáno, že v této oblasti je katedra prvním archeologickým pracovištěm na území České republiky, která získala finanční podporu na projekt lidarového snímkování a zahájila v letošním roce dvouletý projekt, jehož cílem je výškopisné mapování vybraných krajinných polygonů s výskytem archeologických situací a zhodnocení potenciálu ALS v podmínkách české kulturní krajiny.

Po tématicky zaměřeném svazku Archeologických rozhledů (roč. 48/1996), věnovaných prvním výsledkům letecké archeologie na území bývalého Československa, a po monografii o letecké archeologii v Čechách (*Gojda 1997a*) je předkládaná práce třetím svazkem českého původu, zaměřeným výhradně na dálkový archeologický průzkum. Prezentuje zároveň výsledky bádání nejmladší archeologické generace – výsledky, které se zdají být zdařilé a pro perspektivní rozvoj oboru velmi nadějně.

Preface

This volume is result of a ten years development of knowledge in the special field of archaeological remote sensing (ARS from this point on) at the Department of Archaeology at the University of West Bohemia in Pilsen. Academic members of the Department as well as students contributed to this volume. Students have been dealing with questions of the ARS during their Bachelor studies but mainly during their Master studies (majority of the chapters in this volume originate in Diploma theses of the authors). It is remarkable that some of them are dealing with the topics of the ARS during their doctoral studies as well.

Content of this volume is based in original conception of remote sensing when for example geophysical methods are neglected, and brings new studies involving traditional as well as currently discussed topics in the field of aerial survey and aerial and satellite data interpretation. The first group of topics will contain chapters assessing potential of already existing sets of aerial-archaeological data concerning prehistoric settlement structure, its density and dynamics in the area of interest. There are several relatively new areas of interest which are becoming leading topics; these topics are

analyses of vertical photos taken from airplanes and satellites, comparison of advantages and limitations provided by these pictures. Their significance is enhanced by the fact that they are freely accessible on the web portals in various qualitative spatial resolutions depending on geographic area. Questions mentioned belong to those widely discussed in presented volume.

Finally, it is necessary to emphasize attention which has been recently paid to the advanced way of large-scale 3D terrain mapping (anthropogenic and natural surface) by means of so called ALS – airborne laser scanning in open as well as forested areas.

After thematically focused volume of the *Archeologické rozhledy* (48/1996) dedicated to the first results of the aerial archaeology in the former Czechoslovakia, and the monography on aerial archaeology in Bohemia (Gojda 1997a), the presented work is the third volume in Czech focused on the archaeological remote sensing. This volume also presents achievements of the youngest generation of archaeologists – results which seem to be successful and with a wide perspective for development in this field.

Martin Gojda, April 2010

Vývojové trendy dálkového průzkumu v archeologii střední Evropy

Past and present in the development of archaeological remote sensing in Central Europe

V roce 1999 byla do nabídky kurzů Katedry archeologie Západočeské univerzity v Plzni (Fakulta filozofická) zařazena přednáška „Letecká archeologie a dálkový průzkum“. Jejím obsahem jsou teoretické a metodologické aspekty oboru, který se v zemích bývalého sovětského bloku jen s velkými obtížemi (a spíše nárazově, nikoli dlouhodobě a systematicky) uplatňoval v tehdejší archeologii. Vedle legislativních a administrativních překážek, které bezpochyby sehrály rozhodující roli v absenci tohoto oboru v zemích za tzv. železnou oponou, se na nezájmu o jeho rozvoj podílel také tradiční přístup většiny archeologických komunit v zemích středoevropského prostoru. V duchu poválečného typologicko-chronologického přístupu k archeologickým pramenům, který byl ze své podstaty založen na terénních výzkumech pomocí odkryvu (exkavace), se pozornost věnovala detailním výzkumům jednotlivých památek, resp. koncentrací tzv. komponent, nazývaných obvykle termíny naleziště či lokalita. Výzkumy prováděné na těchto místech byly vedeny destruktivními postupy, pomocí nichž se získávaly movité artefakty. Jejich chronologické určení a typologická analýza byly alfou a omegou výzkumných cílů (cf. *Kuna et al. 2004*, kap. 1.1).

Metodám, jejichž cílem je mapovat rozsah pohřbených archeologických areálů (lokalit) na velké ploše, nebyla dlouho věnována dostatečná pozornost. Teprve s nastolením témat spjatých s výzkumem větších územních celků, a v souvislosti s technickým rozvojem přístrojů a zařízení, umožňujících jejich využití v bezkontaktním terénním výzkumu a konečně v souvislosti s novými pohledy na etiku archeologických (destruktivních) výzkumů se od poslední třetiny minulého století potenciál nedestruktivních metod v archeologii začal výrazněji prosazovat.

Současná středoevropská archeologie zemí bývalého sovětského bloku byla ovlivněna výraznou akcelerací sociálních procesů, nastartovanou po pádu evropských komunistických režimů. Archeologii více než kdy předtím začaly ovlivňovat faktory přicházející zvenčí, jímž se musela rychle přizpůsobit a reagovat na ně. Nároky moderní společnosti v oblasti bydlení a komunikace, jejichž důsledkem je trvalý tlak na životní prostředí, resp. krajinu, v níž tato společnost žije, staví do popředí významný aspekt archeologie – ochranu archeologického dědictví (podrobně *Gojda 2008a*).

Shodou okolností byla tato situace zahájena v době, v níž se nakumulovaly důležité inovace v technologické a softwarové

oblasti, a to především takových, které jsou využitelné v archeologii a jako takové výrazně ovlivňují poznávací proces a metodologii oboru. V posledních dvou desetiletích se tyto inovace zásadní mírou promítly do pokroku na poli speciální průzkumné disciplíny – letecké archeologie (prospekce, fotografie) – a to do té míry, že i její název může být považován za neadekvátní (*Gojda 2010*). Tato pochybnost odráží míru, jíž se v posledním desetiletí těší pozornosti specialistů data tzv. dálkového průzkumu (v zahraniční odborné terminologii *remote sensing*; u nás se nejčastěji používá označení *dálkový průzkum Země* – dále jen DPZ).

Za zakladatele letecké archeologie je považován britský badatel O. G. S. Crawford, který stanovil základní principy zviditelňování reliktních minulých sídelních aktivit a rozvinul metodu jejich shromažďování a zpracování (podrobněji *Gojda 2008b*). Pominout ale nelze přínos některých dalších průkopníků letecko-archeologického průzkumu, zejména Francouze A. Poidebarda.

Zatímco první letecké fotografie archeologických, architektonických a urbanistických památek začaly být pořizovány na konci 19. století, systematicky vedené průzkumy krajiny, jejichž cílem byla letecká fotodokumentace a mapování většinou silně porušených antických staveb, se uskutečnily během první světové války v pouštních oblastech Blízkého východu. Mnohé z civilních staveb a vojenských zařízení byly tehdy evidovány vůbec poprvé (podrobně naposledy *Gojda 2009*). Velmi brzy po ukončení války rozvinul letecký průzkum Crawford, který – mimo jiné – zorganizoval první systematicky vedený a publikovaný projekt letecké archeologie v Evropě (resp. v jižní Anglii; *Crawford – Keiller 1928*).

Ve střední Evropě (bývalé Československo, Maďarsko, Německo, Polsko) se letecká archeologie v meziválečném období omezovala na fotografování pravěkých reliéfně zachovaných lokalit (hlavně hradišť) a středověkých architektonických památek; nemalá pozornost byla věnována také letecké fotodokumentaci známých lokalit, na nichž se v té době prováděly výzkumy odkryvem. Nejvíce v tomto směru vyniká rozsáhlá kolekce balonových fotografií, které byly pořízeny nad hradištěm v polském Biskupinu v letech 1935 – 1939. V Německu se viditelné pozůstatky památek systematicky snímkovaly péčí společnosti Hansa Luftbild (od roku 1928) a prostřednictvím německé Luftwaffe (od r. 1935; *Braasch 1997; Kobylinski 2005; Krasnodębski 2005*). Pozornost zaslouží také pokusy Rakušanů, kteří začali ve 20. a 30. letech pořizovat letecké fotografie,

interpretovat kolmé snímky a vynášet objekty a areály na nich zachycené do map (*Doneus et al. 2001*, 12-13).

Slibnou příležitostí pro rychlý rozvoj leteckého průzkumu ve střední Evropě se jevil pozvání O. G. S. Crawforda Lilienthalovou společností do Berlína, kde měl roku 1938 přednést přednášky o principech letecké archeologie a o dosavadních výsledcích, jichž tato metoda archeologického průzkumu dosáhla v Anglii. Crawfordovy přednášky se staly základem svazku „Luftbild und Vorgeschichte“. V ní publikované britské (zejména Crawfordovy) úspěchy a německé letecké fotografie významných archeologických památek mohly rozhybat praktický rozvoj letecké archeologie ve středoevropském regionu – tím spíše, že práce vyšla v němčině, která tehdejší odborné veřejnosti u nás i v sousedních zemích byla bližší než angličtina. Potenciál celého tohoto podniku zůstal nevyužit, protože brzy propukla mnichovská krize, okupace a světový válečný konflikt, události, které nedovolily další rozvoj archeologie jako takové, natož letecké.

První šikmé letecké fotografie pořízené z iniciativy českých archeologů – největší zásluhy lze v tomto směru připisat A. Stockému a J. Böhmovi – pocházejí z let 1929 – 1932. Byly exponovány nad významnými lokalitami, a to jak nad pravěkými (např. Stehelčevy-Homolka), tak středověkými (Ostrov u Davle, Libušín; na Moravě zejména Staré Hradisko). První série leteckých snímků pořízených z ruky z malé výšky vznikla v souvislosti s terénními odkryvy, které na uvedených polích byly tehdy prováděny ve spolupráci s americkou archeologickou expedicí (univerzita v Chicago), která v Československu – navzdory světové hospodářské krizi – vyvíjela poměrně rozsáhlé aktivity (*Gojda 2004c*). Nicméně již v této době si byl například právě J. Böhm dobře vědom možností, které archeologům nabízí letecký průzkum (*Böhm 1939*; mimochodem v této práci použil snímky publikované v *Luftbild und Vorgeschichte*, která evidentně byla pro Böhma hlavním inspiračním zdrojem).

V poválečném období byla střední Evropa svědkem počátku rozvoje leteckého archeologického průzkumu a letecké fotografie v Německu (I. Scollar) a v Rakousku (G. Spitzer a H. Friesinger) od počátku 60. let (*Deuel 1979*; *Doneus et al. 2001*). Několik málo pokusů bylo učiněno i v českých zemích, na Slovensku, v Polsku a Maďarsku (*Visy 1997*). Od konce 40. let bylo na Moravě vůbec prvním archeologickým objektem odkrytým ve 20. století řádným terénním výzkumem na základě pozorování změn v růstu, zbarvení a výšce vegetace, byl hrob kultury se zvoncovitými poháry, nacházející se na místě obytného areálu z doby římské u jihomoravských Prosiměřic. Porostových příznaků si všiml R. M. Pernička v létě roku 1957 při průzkumu ze země a identifikoval je později také na leteckých snímcích, pořízených po dohodě s vojenskou akademií v Brně jejich pilotem při cvičném letu. Výsledky terénního odkryvu zmíněného objektu i zajímavá historie tohoto objevu byly následně

publikovány (*Pernička 1961*; *Bálek – Podborský 2001*, 72-75 – zde též podrobně k historii leteckoarcheologických pokusů na Moravě před r. 1989, v nichž převládalo snímkování z leteckých dálkově řízených modelů zkoumaných lokalit, zejména Pohanska, Mikulčic a Těšetic-Kyjovic).

V souvislosti s tímto „prvním“ výzkumem pravěkého objektu identifikovaného pomocí vegetačních příznaků je však třeba zdůraznit, že zatím nejstarší známé publikované zprávy o pozorování změn na rostlinách (výška, zbarvení, hustota), které nad zahluobenými objekty způsobují jejich humózní výplně, byly publikovány v české odborné literatuře, resp. v prvním ročníku *Památek archeologických*, téměř přesně o století dříve. První z nich se týká zprávy o zviditelnění (pravděpodobně hromadných) hrobů z míst spjatých s bitvou u Kolína. Zpráva K. V. Zapa nazvaná lakonicky *Bojiště kolínské* hovoří o tom, jak „....podnes pozorují rolníci v polích čtyřhranná místa, kde padlí v jamách pochováni byli, a kde obilí beze všeho mrvení půdy vždy ještě bujněji roste nežli na ostatních místech“ (*Zap 1855*, 305). Z pozdějších zpráv se dozvídáme o pozorování porostových příznaků na vojtěšce, která na pravěkém sídlišti u Knovíze indikovala místa s „popelovitými jámami“ (*Schmidt 1896*, 244). J. L. Pič provedl v Čechách zatím nejstarší známý odkryv objektů, dohledaných při pozorování ze země pomocí porostových příznaků. Stalo se tak v areálu stradonického areálu, kde „Letos pole to bylo úhorem a za velikého sucha pole vyprahlé vykazovalo na 200 svěže zelených kulatých míst, jakoby na důkaz, že kořeny travin našly vespod kyprou a výživnou půdu“. Autor z nich více než 20 prokopával a v hloubce kolem 50 cm v nich našel jámové pohřby obsahující spálené kosti a popel (*Pič 1903*, 9).

Vraťme se zpátky do poválečného období. Další dva lety, které zorganizovali čeští archeologové v době před rokem 1989, vyzněly spíše jako akce, které jednak měly zhodnotit nově nabytou zkušenost, jíž archeologovi přináší pohled na známé památky – zejména hradiště a oppida – z ptáčích perspektiv, a jednak pořídit jejich fotodokumentaci (*Turek – Břeň 1961*; *Sedláček – Vencl 1975*). Zejména v případě druhého pokusu, který byl původně připravován jako průzkumný let a jenž směřoval na Kolínsko, se ukázaly těžkosti, které snahy uvést leteckou prospekci do praxe u nás tehdy doprovázely. Teprve od konce 70. a zejména v 80. letech se začaly ojedinelé pokusy o uvedení DAP mezi metody terénního výzkumu v tehdejším Československu měnit v systematictější vedenou kampaň, která nakonec vedla k zahájení několika na sobě nezávislých projektů. Na Slovensku se u příležitosti zahájení výstavby dunajského vodního díla Gabčíkovo-Nagymáros uskutečnilo několik prospekčních letů, ale systematický dálkový průzkum z malých letadel začal až ve druhé polovině dalšího desetiletí (*Kuzma et al. 1996*). Na Moravě se první průzkumný let uskutečnil roku 1983. Omezení daná legislativními a administrativními normami sice ztěžovala jejich praktické fungování, nicméně některých pozoruhodných výsledků při nich dosaženo bylo

(zejména objevy rondelů, a to jak při vlastních letech, tak při studiu kolmých měřických snímků z archivu leteckých fotografií Vojenského topografického ústavu v Dobrušce; *Bálek 1995; Kovárník 1996*). Navíc tyto rané aktivity moravských archeologů znamenaly, že možnosti, které se pro urychlené uvedení DAP do praxe otevřely po pádu komunistického režimu (zejména díky liberalizaci zákona o ochraně státního tajemství), našly moravské kolegy připravené k bezodkladnému zahájení intenzivního a efektivního leteckého průzkumu. Výsledky v podobě mimořádně významných objevů dočasných táborů římských vojenských kontingentů na jihu Moravy (a dalších zajímavých lokalit, např. zaniklých středověkých panských sídel a vesnic, pravěkých rondeloidů a hrobů vymezených kruhovými příkopy) na sebe nenechaly dlouho čekat (např. *Bálek – Šedo 1998; Bálek – Unger 1996; Kovárník 1998*).

Teprve po té, kdy se koncem 80. let středoevropské země sovětského politického bloku dokázaly zbavit svěrací kazajky komunismu můžeme hovořit o začátku historicky nové éry letecké archeologie. Rozsáhlá území se stala cílem průzkumu místních archeologů, kteří měli touhu odhalit v těchto krajích – leteckou prospekci nedotčených – stopy po dosud neznámých sídelních areálech, identifikovat dosud nepoznané druhy nemovitých památek, objevit prostřednictvím nedestruktivního dálkového průzkumu zaniklou podobu pravěké, středověké a novověké krajiny. Někteří z nich si počátkem 90. let pozvali zkušené zahraniční experty ze zemí s dlouholetou tradicí (Velká Británie, Německo a Francie), kteří je zacvičovali do tajů letecké archeologie, především do její praktické stránky: do činnosti při průzkumném letu a do letecké navigace pomocí map (stanice GPS se např. u nás začaly uplatňovat až od poloviny devadesátých let) a učili je zejména rozlišovat porostové a půdní příznaky antropogenního původu od příznaků přirozených či způsobených současnou exploatací krajiny.

Pro začátečníky ze střední Evropy měla neopomenutelný význam pomoc Němce Otto Braasche, bývalého vojenského pilota s patnáctiletou praxí leteckého fotografa a průzkumníka. S velkou vytrvalostí a ochotou – a většinou na vlastní náklady – zaslavoval zájemce, většinou profesionální archeology bez speciálního vyškolení a praktických zkušeností s DAP, do principů letecké prospekce. Byl to právě on, kdo inicioval a spolu s představiteli *Výzkumné skupiny pro leteckou archeologii (AARG)* organizoval první mezinárodní konferenci o DAP ve střední Evropě. Uskutečnila se roku 1994 v Kleinmachnowě u Postupimi a lze ji bez nadsázky označit za událost, která nastartovala kvalitativně nový vývoj oboru. Na tomto setkání byly prezentovány první výsledky letecké archeologie ve středovýchodní Evropě, které vyvolaly velké naděje na její další smysluplné rozvíjení. Západoevropští kolegové ocenili úsilí, a v jistých případech i inovativní přístup svých nových kolegů z Německa, Čech, Slovenska, Polska a dalších zemí a přislíbili podporu dlouhodobě rozvíjeným

projektům letecké archeologie. Ta měla spočívat zejména v pravidelném organizování letních škol. Jak pozdější vývoj ukázal, tato spolupráce se rozvinula do té míry, že jen obtížně hledáme paralelu této skutečnosti u dalších oborů archeologie posledních dvou desetiletí (*Kunow ed. 1995; Bewley et. al. 1997; Gojda 1997b*). Během posledních patnácti let se uskutečnil prakticky nepřetržitý řetěz mezinárodních projektů, podporovaných nejčastěji prostřednictvím programů Evropské unie Raphael a Culture 2000. Pravidelně se v jejich rámci i mimo něj organizovaly (a dodnes organizují) letní kurzy letecké archeologie, v nichž jejich frekventanti prošli/procházejí teoretickým školením na učebně (tzv. ground school) a v letadle (air school), dále semináře, workshopy, konference a výstavy. Výstupem z těchto projektů jsou četné sborníky a monografie (zejm. *Bewley – Raczkowski 2002; Burgeois – Meganck eds. 2005; Gojda 2007; Nowakowski et al. eds. 2005*) a také třídílný filmový dokument (<http://www.kar.zcu.cz/videoarchiv.php>). Všechny tyto hmatatelné výsledky komentované mezinárodní spolupráce pomáhají rozšiřovat povědomí o DAP a jeho nezastupitelné roli mezi profesionálními archeology, studenty a širokou veřejností.

Pro rozvoj DAP a zejména vlastního leteckého průzkumu z malých výšek v Evropě má také význam úsilí Středoevropanů o „otevřené nebe“ (open sky), směřované k odstranění legislativních překážek, bránících v některých zemích praktikovat letecký průzkum, resp. fotografovat z výšky a publikovat letecké snímky (*Braasch 2002*).

Vedle řady projektů, které jsou v zemích střední Evropy zaměřené na identifikaci kvalitativně nových památek a dosud neznámých lokalit a na jejich evidenci v národních památkových registrech (archivech a databázích) probíhalo několik komplexněji pojatých projektů. Ty byly založeny na potenciálu, který přináší kombinace různých druhů nedestruktivních a tradičních terénních metod, včetně plošně omezeného odkryvu areálů a objektů, objevených leteckou prospekci a studiem fotogrammetrických (měřických, kolmých) leteckých snímků. Tento postup byl obvykle uplatňován u projektů, které směřovaly k výzkumu regionální sídelní historie, struktury a dynamiky osídlení (v Čechách např. *Smrž 1999, Gojda ed. 2004c; v Německu např. Schwarz 2003*). Pozornost byla obrácena také na sledování efektivity leteckého průzkumu ve srovnání s tradičními metodami vyhledávání a sběru pramenů (např. *Smrž 2000*).

Pominout nelze ani oblast teoretického výzkumu, který byl v minulosti reflektován v odborné diskuzi a literatuře pouze okrajově (např. *Palmer 1989*). Toto téma však bylo výrazně oživeno především iniciativou středoevropských, resp. polských badatelů, konkrétně W. Rączkowského (současný předseda AARG) z poznaňské univerzity, který je autorem dosud jediné monografie o teorii a metodologii letecké archeologie (*Rączkowski 2002; cf. též Rączkowski 2005*), a jeho žáků (např. *Zuk 2005*).

Zdá se tedy, že očekávání, která byla profesionální komunitou spojována s rozvojem letecké archeologie po pádu železné opony, se naplnila. Od té doby se pro tento obor otevřely nové možnosti spjaté především s novými či výrazně vylepšenými technologiemi, resp. se zařízeními určenými ke sběru dat (jejich efekt spočívá zejména ve výrazném zvýšení prostorového rozlišení dat dálkového průzkumu) a se softwarovými produkty využitelnými k jejich analýze a ukládání. Ve stručném přehledu uvedme alespoň družicové snímky s velmi vysokým (submetrovým) rozlišením, které pořizují soukromé družicové systémy (např. IKONOS, QuickBird) a které se také u nás konečně dočkaly zasloužené pozornosti (Gojda – John 2009), laserové letecké snímače známé pod označením LiDAR či ALS (Gojda 2005; viz též L. Starková v tomto svazku) a skenery pro termovizní infračervené snímání terénního povrchu (Shell 2002). Nezpochybitelný význam má také zveřejnění a bezplatná dostupnost dat dálkového průzkumu Země (letecké fotogrammetrické a satelitní snímky) na internetových serverech (např. Google Earth, <http://www.mapy.cz>) prezentovaných většinou formou (georeferencovaných) ortofotomap (Šmejda 2007). Velkou důležitostí pro zefektivnění práce během průzkumných letů mělo uvolnění systému GPS z režimu vojenského využití do sféry civilní. Významně zkrátilo letový čas potřebný k monitorování určitého prostoru (odpadla potřeba permanentního sledování trasy navigací pomocí papírových map), umožnilo ukládat zájmové body (objevených a dokumentovaných míst na zemském povrchu) do paměti stanice GPS a také zaznamenávat (a následně do mapy vynášet) trasu každého letu, eventuálně si trasu včetně zájmových bodů v přístroji předem připravit a nechat se pak po ní přístrojem navigovat. Vývoj GPS pokročil do té míry, že dnes se používají příruční stanice napojené na fotoaparát (zatím jen na některé typy), které slouží k ukládání polohy snímače v okamžiku expozice snímku do jeho datové karty.

Připomenout je také třeba zásadní rozšíření možností pro zpracování dat dálkového průzkumu prostřednictvím geoinformačních systémů, zakomponovaných do studia krajiny a přírodního prostředí v minulosti před zhruba dvěma desetiletími. Konečně opomenout nelze ani nástup digitální fotografie, která umožňuje pořizovat prakticky nekonečné množství vysoce kvalitních snímků během letu, jejich okamžité a rychlé zpracování bezprostředně po přistání, a samozřejmě i možnost rychlého kopírování původních fotografií v kvalitě originálu a jejich uchovávání v různých typech databází a fotoarchivů.

Současná intenzita vzájemného vztahu archeologie a přírodních věd může být označena za pokračování či druhou vlnu rozsáhlého přijetí přírodovědných a technicky špičkových nástrojů (tzv. novou) archeologií poválečných – 60. a 70. – let. Ony (v minulém odstavci uvedené) nové technologie využitelné v DAP jsou samozřejmě nástroji, které byly zkonstruovány pro potřeby jiných

oborů vědy a výzkumu než je archeologie, avšak jejich účinnost a efektivita jsou takové, že je současná archeologie dokáže beze zbytku využívat pro potřeby studia minulých společností (naposledy např. Parcak 2009; Lasaponara – Masini 2008 eds.). Dokonce lze bez nadsázky říci, že vedle archeologie bychom stěžejně našli jiný obor humanitních věd, který je tak široce propojen s přírodovědou jako archeologie. Tato skutečnost má pochopitelně kladný vliv na její hodnocení jak uvnitř vědecké komunity, tak mezi širokou veřejností. Je ale potřeba vidět také nebezpečí, které pro archeologické dědictví aplikace sofistikovaných technologií může v důsledku znamenat (cf. Gojda 2008a).

Archeologický dálkový průzkum se vyvinul do relativně autonomního oboru archeologie jako soubor postupů, které jsou zaměřeny do dvou hlavních oblastí. Je to v první řadě identifikace a evidence nových památek. Po mnoho desetiletí (od Crawfordových pionýrských pokusů ve dvacátých letech minulého století, definitivně od systematického průzkumu G. Alena v jižní Anglii v letech třicátých) je v tomto ohledu nejběžnějším způsobem detekce stop minulých lidských aktivit pomocí vizuální prospekce povrchu země archeologem z malého letadla a jejich dokumentace pořizovaná fotografickým přístrojem držným v ruce. Druhou oblastí, v níž se letecká archeologie realizuje, je systematické či nahodilé fotografování památek zachovaných v podobě antropogenního reliéfního tvaru, historických staveb, urbánních celků, případně dalších kategorií historické krajiny. Jeho účelem je monitorování stavu archeologických a historických památek, sledování změn, které je transformují (většinou negativně) a které jsou způsobeny jak přirozenými procesy, tak lidským faktorem.

Od sedmdesátých let se objevil zcela nový druh obrazového pramene, využitelný pro výzkum v rozličných oborech vědy, které jsou zaměřeny na výzkum povrchových vrstev Země, tedy i archeologie. Jsou jím snímky pořizené nikoli ze vzduchu, nýbrž z vesmíru, a to prvními družicemi, fungujícími pro civilní účely. Pro metodu pořizování kontinuálního obrazového záznamu zemského povrchu se od roku 1960 začal používat termín *dálkový průzkum* (Hnojil 2005). Tento termín byl později uveden také do archeologické terminologie jako víceméně ekvivalent *družicové archeologie*. Od devadesátých let se tohoto označení začalo používat v širším smyslu – označovaly se jím jak družicové snímky, tak letecké kolmé fotografie pořizované sice ze vzduchu, ale z mnohem větších vzdáleností než je tomu u snímků šikmých (tedy řádově kilometry). V současnosti se tento termín používá v ještě širším smyslu, jako zastřešující označení pro všechny metody archeologického průzkumu, při jejichž použití nedochází k fyzickému kontaktu mezi měřeným (snímaným) předmětem (objektem archeologického zájmu) a přístrojem, které tuto činnost provádí. Proto se pod tímto označením rozumí také např. archeogeofyzikální metody. Z jazykového hlediska je ovšem použití termínu *dálkový průzkum* v uvedeném smyslu nesprávné, protože vzdálenost mezi měřeními (pohřbenými) archeologickými kontexty a geofyzikál-

ním přístrojem (ať je to magnetometr nebo pozemní radar) je zanedbatelná, rozhodně neodpovídající představě, které evokuje slovo dálkový. Snad proto se občas můžeme setkat s výstižnějším „neoficiálním“ pojmenováním průzkumu pomocí geofyzikálního měření – near sensing.

Ve skutečnosti je rozdíl mezi různými senzory zaznamenávajícími povrch terénu formou obrazu čistě technickou záležitostí. Elektronický skener, radar, digitální či analogový fotoaparát jsou zařízení, jejichž posláním je zobrazit situaci v povrchových vrstvách Země v co největším rozlišení. I když existují algoritmy, jimiž lze zpracovávat (spektrální) obrazová data, což umožňuje jejich nepřímou interpretaci (bez toho, aby musela být hledaná fakta zachytitelná lidským okem), v archeologii jsou nejčastěji používány fotografie (panchromatické snímky), které je třeba analyzovat a interpretovat přímo – vizuálně. Tyto skutečnosti je třeba brát v úvahu v současných diskuzích o tom, jak současné pokroky ve fotografické a snímací technice ovlivňují význam tradičně chápané letecké archeologie (velmi výstižně k tomu cf. *Hanson 2008*).

Problém priority (tradiční versus moderní) resp. kompatibility obou přístupů má dva aspekty:

1. Srovnávání hodnoty vertikálních (fotogrammetrických) snímků a šikmých fotografií z hlediska přesnosti jejich polohopisu/půdorysu, resp. transkripce do map a plánů. Pouze okrajově připomeňme na tomto místě, že striktně vzato všechny uvedené druhy obrazových pramenů (snímků) pořizovaných z výšky jsou šikmé a všechny je třeba (orto)rektifikovat, i když výsledek takového procesu je samozřejmě přesnější u snímků kolmých.

2. Metodologický problém týkající se rozdílných způsobů archeologické interpretace povrchu terénu –

- a) odborníkem provádějícím jeho průzkum z letadla a fotografujícím (aparátem držným v ruce) ty areály/lokality, objekty, které pokládá za relevantní, přičemž toto pozorování je negativně ovlivněno časovými možnostmi, proměnlivostí některých faktorů za letu (světlo) a konečkonců i znalostmi a zkušenostmi pozorovatele;

- b) interpretem, který analyzuje snímky (pořízené obvykle nikoli jím) – kolmé či šikmé, letecké a družicové – které byly pořízeny pro celou řadu oborů a nikoli speciálně pro potřeby výzkumu zaniklých sídel a krajin. Na tomto místě není prostor jmenovat jednotlivé výhody a omezení těchto dvou metod, každopádně má smysl je obě rozvíjet a nebylo by moudré vyloučit jednu ve prospěch druhé. Mohou být vzájemně kombinovány a zároveň jsou natolik specifické, že plně jedna druhou nemůže nahradit. Z mnoha příkladů ukazujících na tento fakt uvedme jeden: šikmé fotografování archeologických, architektonických a dalších památek praktikované z malých výšek ve velmi specifických podmínkách zimního období (nízké sluneční paprsky zimního odpoledne, které na povrchu země pokryté tenkou sněhovou vrstvou produkují dlouhé stíny zvýrazňující sebemenší

reliéfní nerovnost; zviditelnění reliéfních struktur v listnatém lese) nemá alternativu ve fotogrammetrickém či satelitním snímkování. To se provádí bez ohledu na sezónní specifikaci a denní dobu potřebnou k dosažení kvality, jíž takové dokumentační snímky vyžadují (stranou ponechme faktor detailu, který prostě z velkých výšek bez ztráty kvality na snímcích neuvidíme, a faktor perspektivy šikmého pohledu, který sice zkrusluje, nicméně pro anatomii lidského oka je přirozenější).

V souhrnu konstatujeme, že všechny prameny archeologického poznání, které identifikujeme na leteckých, družicových či lidarových snímcích jsou výsledkem naší interpretace, založené na vizuálním pozorování/analýze zemského povrchu, který byl zachycen pomocí rozličných senzorů. Jako taková tato data jsou výsledkem dálkového průzkumu, bez ohledu na to, zda uskutečňovaném z malé výšky (letecké fotografie, lidarová data) nebo z vesmíru (satelitní snímky). Z toho vyplývá, že aktivity týkající se obrazových pramenů pořizovaných z výšky a používaných k různým archeologickým účelům (výzkum, ochrana památek, resp. prospekce, dokumentace a mapování) jsou data dálkového průzkumu. Z tohoto pohledu se jeví jako nevhodnější termín označující tyto aktivity *dálkový archeologický průzkum*. Zahrnuje leteckou archeologii (vizuální letecký průzkum a šikmé snímkování), analýzu a interpretaci vertikálních fotografií, panchromatických, multispektrálních a hyperspektrálních snímků a lidarových (event. dalších) dat, jejich transformaci do map a plánů a konečně ukládání do archivů a databází.

Summary

The introductory chapter of the volume is aimed at three areas of archaeological remote sensing. Major part of the text is dedicated to a commented summary of the process of development of this discipline; the attention is primarily connected with history of aerial archaeology in central Europe during the last two decades, after the end of communist regimes in this territory when restrictions on flying and photographing have been canceled. Stressed is the importance of assistance by experienced scholars from west European countries at the early stage of the process of introduction of aerial reconnaissance into the practice of central European archaeologies. This assistance contributed to the formation of a large-scale continuous cooperation over Europe in the field of archaeological remote sensing since mid-1990's until currently. Second part of the chapter is focused on the terminology, specifically on how the term *remote sensing* has been understood traditionally and today. Final part of the text is briefly discussing the characteristics of traditional aerial survey on one side and of the use of vertical aerial photographs (including the orthophotos now available on the internet) and satellite images on the other. The conclusion is that they both are useful as a source of information, each of them in a different way, and that their potential is enhanced largely once they are used in combination.

2

Metodika transkripce prostorových informací z leteckých snímků do mapy

Methods of transcription of spatial information from aerial photographs to maps

1. Úvod

Počáteční etapy vývoje letecké archeologie byly až do druhé světové války úzce propojeny s vojenským leteckým průzkumem, neboť armáda měla často na snímkování krajiny z výšky faktický monopol. V dějinách archeologie bychom našli řadu případů, kdy byla materiální a technická podpora ze strany leteckých složek armády klíčovým faktorem pro efektivní vyhledávání nových nalezišť a dokumentaci významných památek v rozsáhlých oblastech Blízkého a Středního východu a ve vybraných oblastech Evropy (Poidebard 1934; Crawford 1954). Tato úzká spolupráce vedla nejen k získání samotných fotografií, ale inspirovala některé badatele i k aplikaci speciálních technik vyhodnocení snímků, jež vedly k dalšímu významnému rozšíření poznatků o snímkaných oblastech. V rámci vojenské, a o něco později i civilní kartografie, byla totiž podrobně rozpracována metodika fotografování krajiny za účelem tvorby map, a to způsobem, který je při vysoké kvalitě výsledku časově i finančně úsporný. Navíc kladla zpravodajská interpretace leteckých snímků velký důraz na podrobnou analýzu terénu, vedoucí k odhalování i velmi nenápadných stop činnosti člověka. Primární motivací byl opět vojenský strategický a taktický průzkum (mapování vojenského a hospodářského potenciálu nepřítele, odhalování maskovaných objektů, instalovaných překážek atd.). Proto nepřekvapuje, že řada výrazných postav archeologické letecké prospekce, jako byl například O. G. S. Crawford nebo J. Bradford, prošla právě tímto typem vojenské služby (Crawford 1955; Bradford 1957). Druhá polovina 20. století přinesla řadu technických novinek, které celý proces mapování dále zefektivnily a zpřístupnily širšímu spektru uživatelů. Zmínit můžeme například dalekosáhlý dopad programů snímkování Země z velkých výšek, nástup výpočetní techniky, nebo poměrně nedávný rozmach digitální fotografie.

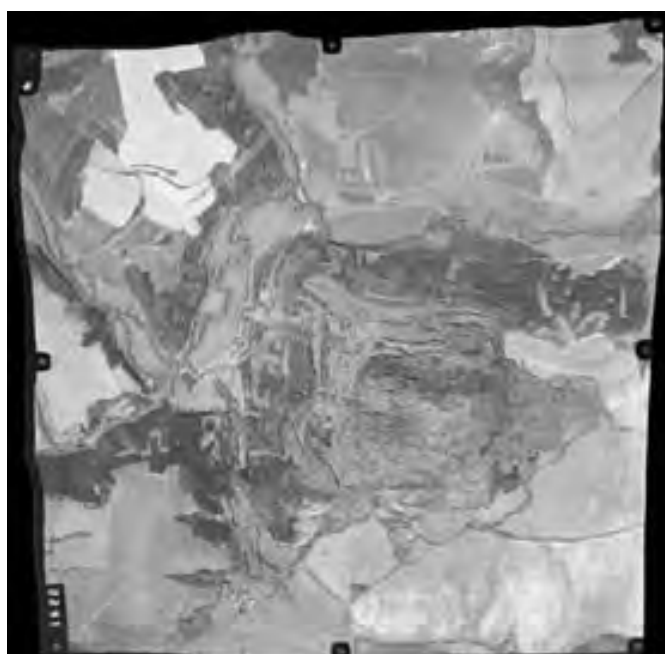
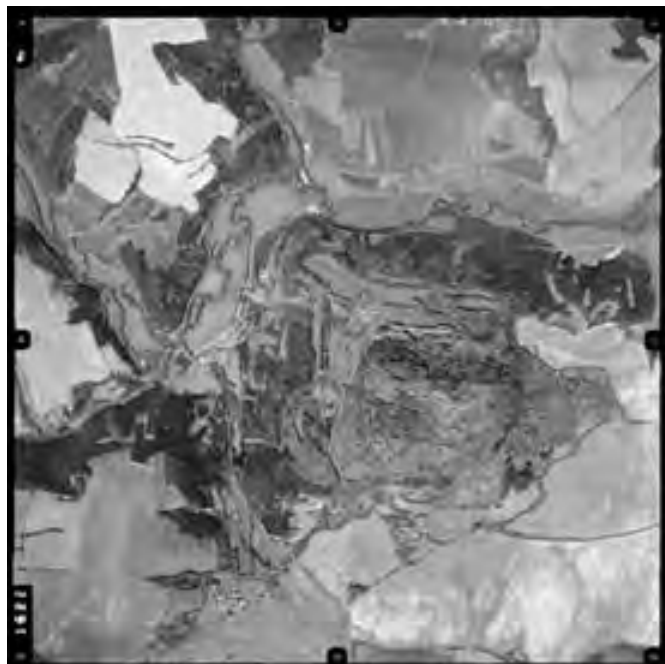
Data pořizovaná v rámci širokého spektra metod dálkového průzkumu Země senzory nesenými leteckými či satelitními nosiči lze vedle celé řady dalších oborů použít i pro vyhodnocování archeologického potenciálu krajiny (Gojda – John 2009; Šmejda 2009). Ačkoliv v celosvětovém měřítku má tento způsob analýzy pramenů pro studium historie osídlení dlouhou, přibližně stoletou tradici, ve střední a východní Evropě, zejména v zemích bývalého socialistického bloku, došlo k výraznějšímu nástupu letecké archeologie mnohem později (Rajewski 1975; Bálek et al. 1986). Potřebná moderní metodologie a technické zázemí se zde rozvíjí hlavně až v posledních dvou desetiletích (Kunow (ed.) 1995; Nowakowski – Prinke – Rączkowski

2005). Ze zpětného pohledu na celou historii využívání fotografického záznamu z výšky v památkově orientovaných oblastech vyplývá, že po sběru empirických dat musí následovat jejich pečlivá analýza a interpretace, typicky vyjádřená vedle slovního popisu i pomocí plánů a map (Palmer 2005a). Cílem tohoto příspěvku je proto podání stručného přehledu hlavních metodických aspektů procesu, jenž vede k prostorovému vymezení archeologicky významných informací na základě leteckých snímků.

2. Letecké snímky

Letecké snímky se obvykle dělí na šikmé a kolmé, pořizované v prvním případě obvykle z volné ruky kamerou malého či středního formátu a v případě druhém velkoformátovou kamerou zabudovanou do podlahy letadla. Mohlo by se zdát, že z technického hlediska toto dělení odpovídá nějakým dramatickým rozdílům mezi oběma kategoriemi snímků, proto je vhodné na tomto místě poukázat na skutečnost, že základní principy snímání obrazu fotografickou kamerou zůstávají stále stejné. Pro transkripci informací z fotografií do map proto také platí stejné zásady, konkrétní situace jen vyžadují volbu nejvhodnějšího přístupu k tomuto úkolu. Hlavní úkol ale vždy spočívá v převodu fotografického způsobu zobrazení (středová projekce obrazu pomocí objektivu na záznamové médium) na ortogonální projekci, která je základem konstrukce mapových děl (Scollar et al. 1990).

Z praktického hlediska mapování výsledků prospekce by bylo vhodnější dělit snímky v první řadě na měřické a neměřické (k vysvětlení pojmu měřického snímku podrobněji níže), protože do budoucna bude mít nepochybně stále větší váhu otázka spolehlivé transformace snímků do kartografických podkladů. To souvisí s rychle narůstajícím významem geografických informačních systémů v oblasti evidence a analýzy archeologických dat, kde neustále se zkvalitňující digitální topografické podklady vyžadují odpovídající přesnost a spolehlivost prostorového vymezení objektů archeologického zájmu. Z toho vyplývají i rostoucí nároky na vlastnosti snímků pořizovaných během archeologické prospekce. Právě měřické snímky lze pomocí moderních počítačových technologií zpracovat poměrně snadno, aniž by zásadně záleželo na tom, zda se jedná o snímek kolmý či šikmý. Hraje zde ovšem roli ještě několik dalších podmínek, přičemž u extrémně šikmých snímků se stává jejich narovnání do ortogonálního mapového zobrazení (ortofota) velmi obtížným až prakticky nemožným. Zpracování kolmých



2.1. Rozdíl mezi originálním (A) a ortorektifikovaným (B) kolmým snímkem. Je patrné, že směrem k okrajům fotografie dochází k radiálním posunům umístění bodů. Bez provedené korekce tohoto typu by se do mapování podle leteckých snímků vnášely značné nepřesnosti. To platí stejně pro kolmé snímky, které zdánlivě připomínají hotovou mapu, i pro snímky šikmé, kde vedle radiálního zkreslení působí navíc ještě perspektivní deformace (snímek pořídila společnost Geodis Brno, zpracoval autor).

2.1 Difference between original (A) and orthorectified (B) vertical photo. We can observe radial shifting of points' position towards edges of the photo. Considerable inaccuracy would be reflected in following mapping made after the aerial photographs if this correction was not carried out. Same conditions are valid for vertical photos only seemingly looking like a real map as well as for oblique photos where we can observe radial distortion and also perspective deformation (photo by Geodis Brno, elaborated by the author)

snímků je z hlediska mapování nepochybně nejsnazší představitelnou variantou a proto se dříve automaticky pojednávaly jako zcela specifická skupina. Přesto však z geometrického hlediska nemůžeme ani kolmé snímky až na výjimky považovat za rovnocenné mapovému obrazu a jejich geometrii je nutno také do určité míry korigovat (obr. 2.1). Nabízejí totiž kolmý pohled na snímkaný terén jen ve svém středu, směrem k okrajům narůstá „šikmost“ pohledu, přičemž běžně používané širokoúhlé letecké kamery způsobují, že v rozích „kolmého“ snímku se již jedná o šikmý pohled pod úhlem až 45 stupňů. Z toho je patrné, že teprve po nezbytné transformaci (ortorektifikaci) by na nich bylo možné věrohodně měřit vzdálenosti, plochy a úhly.

Ačkoliv v řadě zemí, včetně Česka, je letecká prospekce v archeologii převážně spojována s malými sportovními letouny a fotografováním památek z malých výšek okolo 500 m nad terénem, v některých zemích (zejména ve Velké Británii) jsou již dlouho aktivně využívány i snímky pořízené z větších výšek pomocí speciálních letounů, vybavených pro fotogrammetrické mapování (Bradford 1957; Hampton 1978). V poslední době se pak tento přístup šíří i do střední Evropy a postupně nabývá na významu. Dobře etablován už je v Rakousku (Doneus 2000) a využívá se ho do určité míry v archeologii polské, slovenské a české (Nowakowski – Prinke – Rączkowski 2005; Šmejda 2009). Narůstá rovněž počet studentů oboru archeologie, kteří se kolmému snímkování věnují ve svých kvalifikačních pracích; ačkoliv zde se většinou jedná, i z důvodu snazší dostupnosti, o analýzu ortofotomaps (tj. produktů odvozených z primárních kolmých snímků).

3. Měřické snímky

Jako měřický snímek označujeme takový snímek, jehož vnitřní orientace je známa. Vnitřní orientace snímku je pak pojmem z fotogrammetrické teorie, patří tedy mezi základní stavební kameny oboru, který se zabývá měřením objektů prostřednictvím fotografií (Pavelka 2003). Vnitřní orientací (viz obr. 2.2) rozumíme popis geometrie průchodu paprsků optikou kamery na záznamové médium. Jedná se zejména o přesnou znalost ohniskové vzdálenosti (konstanty) kamery, kterou byl snímek pořízen, a dále znalost polohy hlavního bodu na snímku (průsečík paprsku procházejícího středem promítání a dopadajícího kolmo na rovinu snímku). Hlavní bod bývá na snímku specifikován pomocí systému kartézských souřadnic, definovaných u profesionálních měřických kamer pomocí tzv. rámových značek (obvykle v počtu čtyř nebo osmi, jsou patrné po obvodu fotografií na obr. 2.1), které zároveň pomáhají stanovit rozměry záznamového média (políčka filmu nebo digitálního senzoru). Pokud kamera rámové značky nezaznamenává, mohou jejich roli převzít rohové body (rohové pixely) fotografie. Vedle těchto parametrů do vnitřní orientace snímků patří ještě údaje o průběhu deformace obrazu (distorzi), která je zapříčiněna konstrukcí objektivu a kvalitou materiálů, ze kterých je vyro-

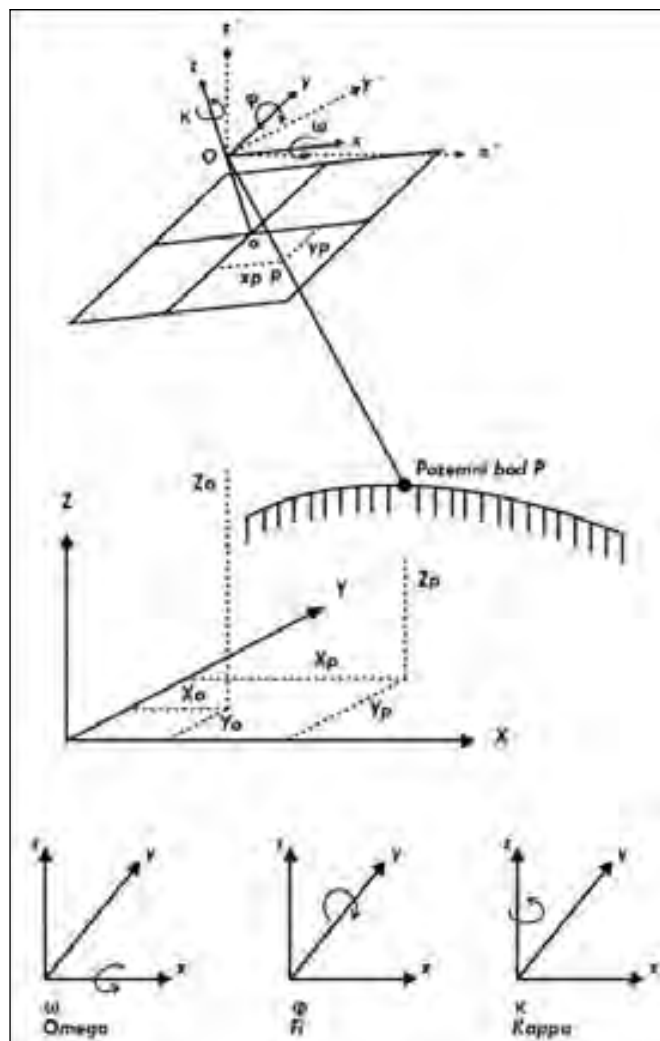
ben. Rozlišujeme přitom distorzi radiální a tangenciální, přičemž druhá jmenovaná má v praxi relativně malý význam a u kvalitních objektivů ji lze zanedbat.

Všechny zmíněné parametry vnitřní orientace (tj. ohnisková vzdálenost, poloha hlavního bodu ve snímkových souřadnicích a průběh distorze obrazu) se experimentálně měří během kalibrace měřických kamer. Kalibrovat lze v zásadě jakýkoli fotoaparát, u něhož lze zafixovat ohniskovou vzdálenost na konstantní hodnotu. Běžné nespécializované modely kamer lze rovněž kalibrovat a používat pro sběr fotogrammetrických dat, ale spolehlivost výsledků může být pochopitelně nižší. To je způsobeno zejména faktem, že levnější fotoaparáty pro běžné použití nezaručují stabilitu hodnot vnitřní orientace a může u nich docházet k drobným změnám ohniska a směru průchodu paprsků optikou v důsledku proměnlivých fyzikálních podmínek a mechanického namáhání součástí kamery (Scollar *et al.* 1990, 78-121). Chyby v měření či překreslování objektů do mapy z fotografií pořízených středně kvalitními fotoaparáty by ale pro potřeby leteckého průzkumu v archeologii obvykle měly zůstat v přijatelných mezích. I pro šikmé snímkování prováděné za účelem rektifikace a překreslení zájmových objektů do mapy by však bylo vhodné použít fotoaparáty pro zvýšení dosažené přesnosti kalibrovat.

4. Vnější orientace snímků

Vedle vnitřní orientace je zapotřebí stanovit další zásadní parametry, označované jako vnější orientace snímků. Pro tento úkol existují různé varianty postupu, které se uplatňují podle konkrétních okolností a technických možností. Obecně řečeno je třeba pro každý snímek zjistit hodnoty šesti proměnných, udávajících co nejpřesněji polohu kamery v okamžiku expozice. Těchto šest proměnných odpovídá šesti stupňům volnosti, ve kterých se může letecký nosič s kamerou pohybovat. Kromě tří geodetických souřadnic X , Y a Z , definujících polohu středu promítání, je třeba určit ještě úhly náklonu kamery ve třech možných osách (obr. 2.2). Tyto úhly se obvykle označují řeckými písmeny ω (omega), φ (fi), κ (kappa). Úhel ω definuje stočení podle osy X , φ podle osy Y , a konečně κ podle osy Z (κ tedy na snímku udává azimut letu).

Tyto údaje nejsou obvykle vůbec k dispozici u starších kolmých snímků a stejně tak u naprosté většiny snímků šikmých. Kolmé snímkování prováděné v současnosti specializovanými firmami (např. Geodis Brno) tyto informace zaznamenává pro každý snímek automaticky pomocí speciálního zařízení (kombinace diferenciální GPS pro měření aktuálních souřadnic a inerciální navigační jednotky pro zjišťování náklonu kamery v okamžiku expozice). Znalost těchto dat výrazně usnadňuje a urychluje přesné vyhodnocení získaných snímků. Ve Švýcarsku již archeologové absolvovali úspěšné pokusy se záznamem hodnot vnější orientace šikmých snímků během letu, kdy byl fotoaparát pro snímkování z volné ruky napojen na potřebná měřicí zařízení (Nagy – Schlenther 2007). To je nicméně řešení



2.2. Vnitřní orientace snímků umožňuje identifikovat každý bod na fotografii párem lokálních souřadnic a určit relativní směr, ve kterém se nacházel jeho reálný předobraz vůči kameře. Vnější orientace pak stanoví, kde se nacházela kamera vůči Zemi v okamžiku expozice (v geodetických souřadnicích X , Y , Z) a kam směřovala osa záběru (pomocí náklonů měřených podél tří os souřadnicového systému). Podle materiálů společnosti Leica Geosystems, graficky zpracoval Pavel Bárta.

2.2 Inner orientation of the photos enables us to identify every point on the photographs by a pair of local coordinates and define the relative direction in which the real picture was situated in relation to camera. Outer orientation can help to state position of camera in relation to Earth in moment of exposition (geodetic coordinates X , Y , Z) and show direction of the shot axis (with help of tilt measured in three-axis coordinate system). Graphics elaborated by Pavel Bárta after the materials provided by Leica Geosystem.

pro běžnou praxi archeologického leteckého průzkumu stále ještě značně komplikované a technicky náročné.

I snímky pořízené bez podobných záznamů lze ovšem přesně zorientovat, pokud jsou k dispozici ve stereopárech nebo větších blocích fotografií pořízených s dostatečně velkými překryty záběrů (obr. 2.3). To lze provést v prvním kroku vyřešením relativní orientace snímků, tj. provázáním snímků tvořících stereoskopický pár homologickými body (*tie points*). Tak se vytvoří stereoskopický trojrozměrný model, kterému ale chybí umístění do souřadnicové sítě a měřítko. K těmto para-



2.3. Schéma bloku kolmých leteckých snímků s laterálními a příčnými překryty (zpracoval autor).

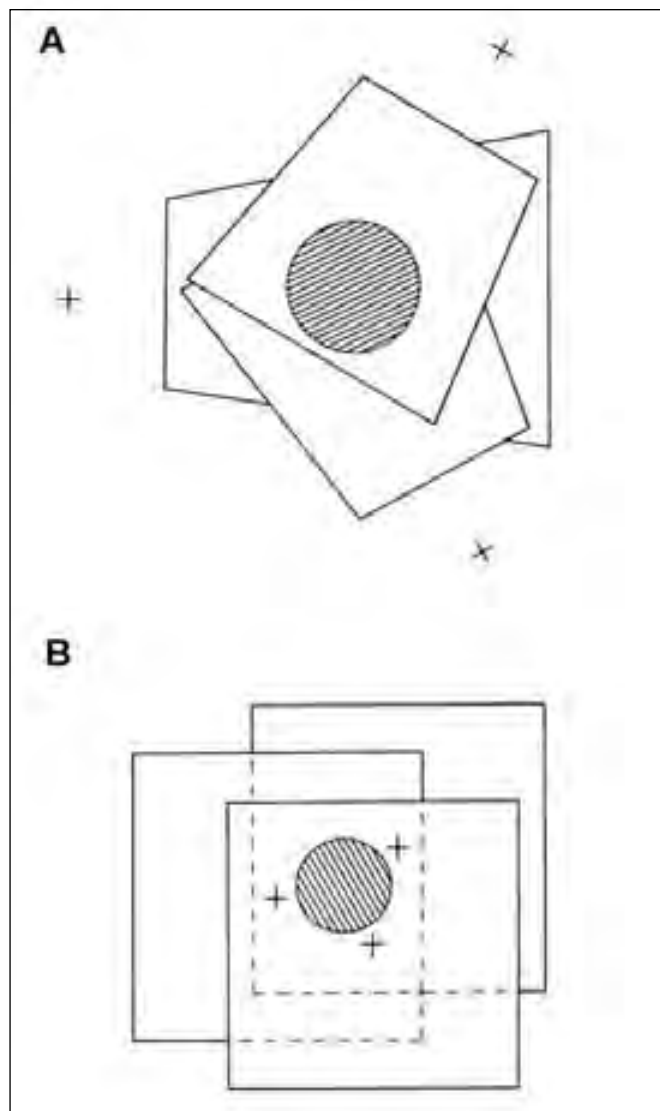
2.3 Scheme of vertical aerial photos including lateral and transverse overlapping (elaborated by the author)

metrům lze dospět definováním minimálně tří vhodně rozmístěných bodů (nesmí ležet na přímce) se známými pozemními souřadnicemi. Dva z těchto bodů musí mít známy všechny tři souřadnice (XYZ) u třetího stačí hodnota výšky Z. Použitím vyššího počtu kontrolních bodů (*control points, check points*) ovšem získáme možnost kontroly přesnosti výpočtu vnější orientace pomocí reziduálních odchylek těchto bodů od výsledného vyrovnaného modelu. Celý výpočet se dnes nejčastěji řeší metodou svazkového vyrovnání (*bundle adjustment*). Postup je založen na řešení soustav kolineárních rovnic, což pro dnešní výkonné počítače nepředstavuje nijak náročný úkol. Proces výpočtu probíhá obvykle iterativním způsobem, kdy se postupně upřesňují neznámé hodnoty proměnných. Při dostatečné redundanci dat (dané překryty obrazu na snímcích) lze takto upřesnit nejen vnější, ale i vnitřní orientaci snímků, odstranit distorzi objektivu apod. Tyto moderní a do značné míry automatizované postupy již ani nerozlišují relativní a absolutní orientaci snímků a provádějí přímo transformaci do geodetických souřadnic (Pavelka 2003, 179).

5. Rektifikace leteckých snímků

Rektifikací leteckých snímků rozumíme jejich transformaci z centrálního zobrazení, které je vlastní fotografii, do ortogonálního zobrazení plánu či mapy. Ideální pro jakýkoliv typ metrické analýzy fotografií je použití kalibrované kamery, jejímž prostřednictvím jsou získány měřické snímky se známou vnitřní orientací. Již výše bylo uvedeno, že měřením trojrozměrných objektů prostřednictvím jejich dvourozměrných obrazů se zabývá obor fotogrammetrie. Zde je třeba rozlišit fotogrammetrii jednosnímkovou a vícesnímkovou, což je dělení důležité i pro archeologickou praxi.

Většina šikmých snímků, pořízených samotnými archeology, spadá do kategorie jednosnímkové fotogrammetrie. To znamená, že snímány jsou jednotlivé záběry zájmových ob-



2.4. Schéma dokumentace zájmového území (vyšrafováno) pomocí (A) konvergentních šikmých snímků a (B) kolmých paralelních snímků. Takto pořízené šikmé snímky by mohly být trojrozměrně vyhodnoceny průřezovou fotogrammetrií, kolmé snímky pak stereofotogrammetrií. Obrysem je zakresleno území zachycené na fotografiích, křížkem jsou označeny nadiry snímků – půdorysné průměty míst, z nichž byly záběry pořízeny (podle Hamptona 1978, Fig. 9).

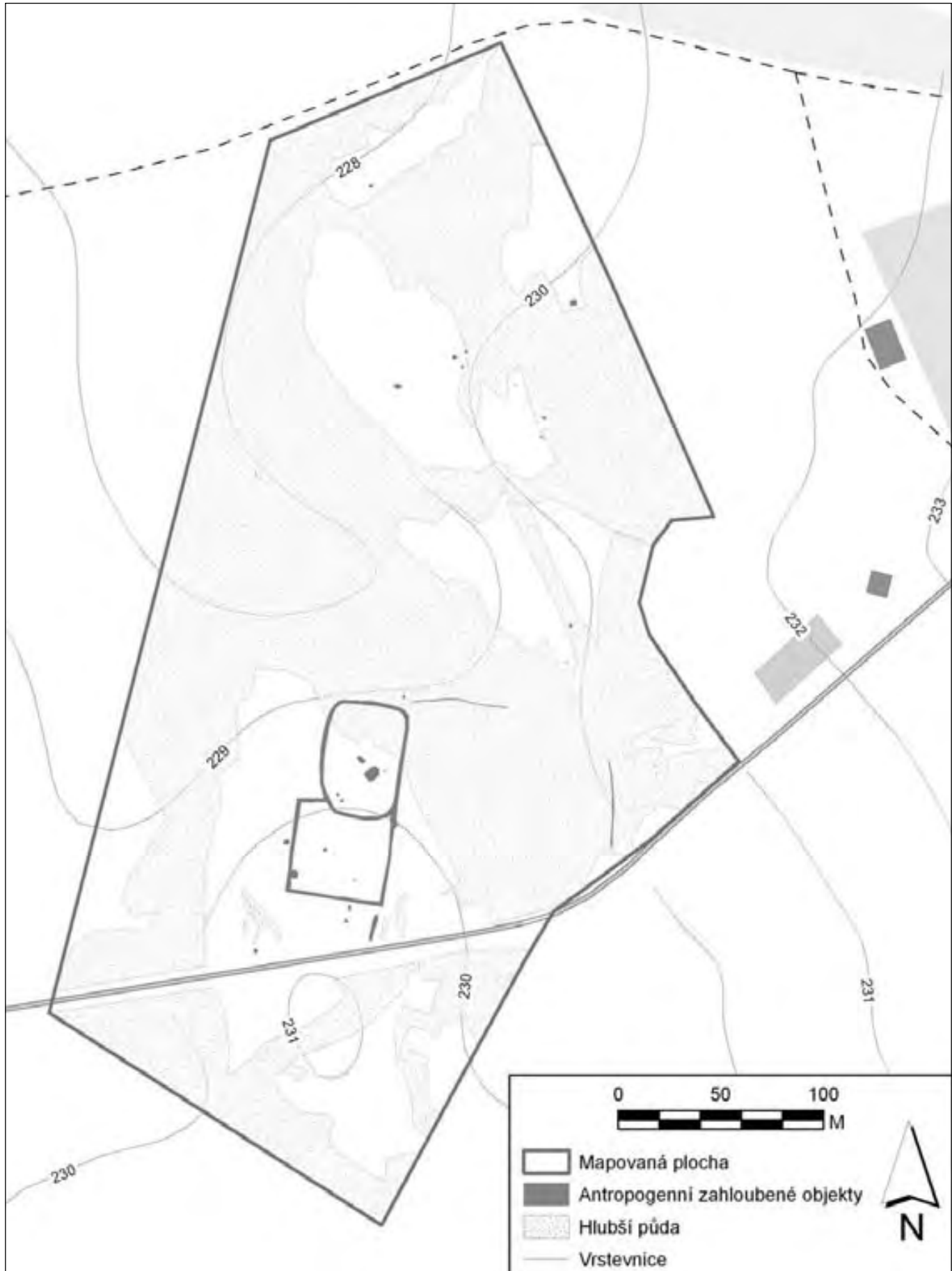
2.4 Scheme of documentation of area of interest (hatched area) with help of (A) convergent oblique photos and (B) vertical parallel photos. Photos made in the way mentioned could be evaluated in 3D by transect photogrammetry and oblique photos by means of stereophotogrammetry. Area photographed is highlighted; photographs' nadirs are shown in crosses – ground plan projections of places from which the area was photographed (after Hampton 1978, Fig. 9)

jektů, sice s cílem dobrého zachycení jejich umístění a tvaru, ale bez ohledu na pravidla pořizování stereoskopických párů fotografií. Jednotlivé snímky lze jako dvourozměrné obrazy transformovat do mapy či plánu bez problémů pouze za předpokladu, že dokumentovaný terén je víceméně plochý (může být skloněný). Pak se jedná o prostou kolineární transformaci mezi dvěma rovinami. Šikmé snímky se většinou rektifikují právě tímto způsobem. Tradiční řešení této úlohy předsta-

	<i>Scales 1:5,000 & larger</i>	<i>Scales 1:10,000 & smaller</i>
UPSTANDING FEATURES		
Earthworks		
Stonework (walls etc.)		
'Hollow way'		
Ditches		
Pits		
SOIL AND CROP MARKS		
Ditches		
Banks/lynchets		
Pits		
'Hollows'		
'Hollow way'		
BACKGROUND INFORMATION		
Modern boundaries		
Contour lines		
Negative areas with potential		
Negative areas – destroyed		

2.5. Jedna ze zavedených mapových legend pro tradiční ruční kresbu interpretačních map (Riley et al. 1985, Fig. 4).

2.5 One of the common map legends used for traditional hand drawing of interpretative maps (Riley et al. 1985, Fig.4)



2.6 Example of interpretative map of growth marks, created in ArcGIS Desktop (elaborated by the author)

2.6. Ukázka interpretační mapy porostových příznaků, vytvořené v programu ArcGIS Desktop (zpracoval autor).

vuje grafická proužková metoda, dnes se však již běžně využívá dostupných počítačových programů. Mezi nejrozšířenější v archeologické obci patří například programy Air-Photo či Aerial (Palmer 1978; Scollar 1978; Haigh 1989; Smrz – Majer 1995). Poměrně častým problémem při rektifikaci jednotlivých šikmých snímků může být nedostatek společlivých vlíčovacích bodů v záběru, nebo jejich geometricky nevhodné umístění.

Pokud je terén ve skutečnosti zvlněný, jsou zmíněné metody jednosnímkové fotogrammetrie nepřesné. Vertikální členitost terénu a její vliv na zkreslení tvaru a rozměrů objektů nelze jediným snímkem popsat; jednoduchá transformace v takovém případě podává chybné výsledky, např. ve skutečnosti kruhové objekty se budou po rektifikaci jevit jako oválné. Jako řešení takové situace se nabízí rektifikace s využitím digitálního modelu terénu zachyceného území, při které se vliv vertikální členitosti sledovaného území do značné míry vykompenzuje. Software zmíněný v předchozím odstavci tuto možnost rovněž nabízí. Některé části šikmých snímků však mohou být tak silně zkreslené, že jejich kvalitní vypapování je takřka nemožné. Když nelze použít nějakou exaktnější metodu, je rovněž možné se pokusit vlíčovacím šikmým záběrem do podkladové mapy pomocí transformací, dostupných v geografických informačních systémech (např. ArcGIS) pod rubrikou *georeferencování rastrových dat*. Obvykle se zde setkáme s nabídkou transformace afinní, polynomiální několika řádů a typu spline. Bez využití informací o výškopisu se však stále jedná jen o přibližné řešení, nicméně často dostačující pro daný účel.

V archeologické praxi se běžně pořizují šikmé snímky konkrétní polohy z různých úhlů pohledu během kroužení letounu nad zájmovým územím (obr. 2.4A). Zde by mohlo být využito vícesnímkové fotogrammetrie technikou protínání (resekce) konvergentních záběrů. Tímto způsobem lze určit polohu jednotlivých, dobře signalizovaných bodů, které definují tvar archeologických objektů. I zde zůstává důležitou podmínkou existence vhodně rozmístěných vlíčovacích bodů na fotografiích a vedle toho rovněž přijatelná konfigurace úhlů os jednotlivých záběrů (Pavelka 2003, 18-19). Další komplikací může být používání transfokátoru (zoomu) mezi jednotlivými záběry, způsobující změnu parametrů vnitřní orientace snímků. Tomu je lepší se v každém případě vyhnout a používat raději objektivy bez transfokátoru nebo se zoomem nastaveným v jedné krajní poloze se zaostřením na nekonečno.

Nejrozsáhlejší analytický potenciál nabízejí série kolmých záběrů s dostatečně velkými vzájemnými překryty. Ty většinou pořizují specialisté, kteří jsou vyškoleni právě pro tuto činnost a mají k dispozici nákladné technické vybavení. Až na výjimky to nejsou přímo archeologové, ti se obvykle zabývají až hodnocením a interpretací shromážděných fotografií a mapováním jejich obsahu pro účely vlastních odbor-

ných projektů. Protože se běžně vyhodnocují snímky archivní, pořízené původně za jiným účelem, než je archeologická prospekce, nemusí na nich být památky čitelné optimálním způsobem (Šmejda 2009). To je jejich citelnou nevýhodou, ale z technického hlediska jsou jako opora pro mapování naopak zdaleka nejvhodnější. Standardně jsou pořizovány jako snímky měřické kalibrovanými velkoformátovými kamerami s vysokým rozlišením, umožňují provádět vizuální trojrozměrnou analýzu pomocí stereoskopie (to je důležité i pro studium antropogenních tvarů reliéfu), lze z nich odvozovat digitální modely terénu atd. Některé archivy těchto snímků mají vysokou historicko-dokumentační hodnotu, např. Vojenská geografická služba se sídlem v Dobrušce spravuje asi jeden milion těchto fotografií, z nichž nestarší pocházejí už z doby před druhou světovou válkou (Břoušek – Laža 2006); v oborech zaměřených na památky a vývoj krajiny jsou proto poměrně často využívány. Pro jejich přesné fotogrammetrické vyhodnocení bylo postupně zavedeno několik hlavních metod, v současné době se pochopitelně pracuje takřka výhradně s počítačovými programy (např. ERDAS IMAGINE), které jsou schopny provést komplexní řešení svazkového vyrovnání i značně rozsáhlých bloků snímků. Obvykle jsou k dispozici snímky vytvářející pravidelné řady fotografií s (většinou) 60% laterálními překryty a menšími překryty příčnými, jako je to patrné na obr. 2.3, ale jsou možné i jiné, méně obvyklé konfigurace (např. obr. 4B).

6. Kartografické zásady

Finální zpracování archeologické interpretace leteckých snímků má nejčastěji podobu mapy či plánu a písemné zprávy (podrobněji viz Šmejda 2009, kap. 6). Kromě vhodného měřítka je pro zhotovení kartografických výstupů rovněž třeba nadefinovat legendu s grafickými symboly. Mapové značky se obvykle vztahují ke třem základním druhům informací (Riley et al. 1985). První skupinou jsou symboly popisující antropogenní reliéf terénu, kde se uplatňují linie vyznačující terénní hrany a stavební konstrukce, směr sva-hu bývá podle možností vyznačen spádnice-mi či příslušným typem šrafování. V závislosti na velikosti měřítka výsledné mapy se tímto způsobem vyznačují valy a příkopy, komunikace projevující se v reliéfu, terasy, meze polí, relikty staveb a případně též jednotlivé jámy a okrouhlé násypy menších rozměrů (mohyly, relikty pecí apod.). Druhá hlavní skupina značek rozlišuje archeologické komplexy identifikované pomocí porostových či půdních příznaků na zemědělsky obdělávaných plochách. Jedná se o podobné typy objektů jako v předchozí skupině (příkopy, jámy, násypy, meze), rozdíl spočívá hlavně ve způsobu jejich dochování. Tady lze ještě podle potřeby rozlišovat vegetační příznaky pozitivní a negativní, a půdní příznaky ve formě základů zdiva či výplní zahloubených objektů. Poslední kategorie symbolů představuje recentní kontext mapovaných památek. Sem patří

například moderní hranice pozemků a další pomocné čáry (například vrstevnice).

Pokud to konkrétní situace umožňuje, mělo by se součástí každého mapování rovněž stát vyznačení ploch, kde zatím pozitivní stopy přítomnosti archeologických pramenů nebyly zjištěny, ale nelze je zde vyloučit (akumulace hlín, zalesněná území, aktuální využití krajiny bránící identifikaci památek). Podobně je vhodné zaznamenat místa a polygony, kde došlo k úplné destrukci nadložních vrstev v důsledku těžby a stavební činnosti a proto již tady nelze budoucí archeologické objevy předpokládat. Podle podrobnosti mapování a charakteru sledovaného území mohou být zmíněné kategorie rozpracovány podrobněji nebo částečně sloučeny, či dokonce zcela vypuštěny. Stejně tak se konkrétním požadavkům na výsledný produkt přizpůsobuje vlastní kresba, kde je možné klást důraz na přesnost detailu nebo naopak na přehlednost generalizovaného zobrazení.

Konkrétní symboly vyjadřující polohu a charakter archeologických objektů, případně popisující další kontextuální informace, se volí podle účelu mapy, jejího měřítka a dostupných technických prostředků. Dříve byly interpretační mapy kresleny většinou ručně v omezené škále barev (často jen černou). Tomu odpovídala škála grafických značek, které mohly být snadno reprodukovány (příkladem může být obr. 2.5).

Dnes příprava map obvykle probíhá v počítači, kde jsou možnosti grafické úpravy prakticky neomezené a navíc je velmi snadné zaměňovat symboly podle aktuální potřeby. Jednotné podoby mapové legendy proto asi nebude dosaženo, i když její struktura bude obvykle z dříve zavedených zvyklostí nadále vycházet (obr. 2.5).

Summary

This chapter is focused on summary of the main methodological aspects of archaeological interpretation of aerial photographs by means of map or plan. It is emphasized that technique of the aerial survey was originally developed in military field which was source of inspiration of archaeological application for many of the first pioneers of aerial photography. Author is also shortly dealing with determination of aerial photographs on the base of process of their taking (vertical and oblique) and technical carrying out (geodetically and non-geodetically). Described is importance of inner and outer orientation of camera (shots) for authentic mapping and the main procedures of photogrammetric data conversion are mentioned. After adjustment of the photos, attention is paid to their content according to given criteria. Selection of the appropriate map symbols is adapted to this purpose too.

3

Kvantitativní analýzy v letecké archeologii – příklad z Kolínska

Quantitative analyses in aerial archaeology – the Kolín region case study

1. Úvod

Letecká archeologie je metodou již natolik zaběhnutou, že se nelze vyhnout otázkám jejího dalšího směřování. Neznamená to vyčerpání jejího potenciálu při tvorbě pramenné základny, kterému nenasvědčuje ani dále popsané zkoumání nárůstu počtu nově objevených lokalit. Spíše je za tím snaha o další využití nashromážděné pramenné základny, zejména lepší predikci letecko-archeologicky „citlivých“ území, nebo o kvantifikaci přínosu metody nejen co se týče počtu lokalit, ale i jejich kvalitativních charakteristik. Pozornost si zaslouží i možnosti jejího dalšího využití v oblastech, pro které zatím není intenzivně využívána. Přestože heuristický potenciál letecké prospekce zatím není vytěžen, je pravděpodobné, že s pokračujícím nasazením se bude snižovat. Pak bude vhodné stanovit další cíle a prozkoumat odpovídající možnosti rozvoje. Podrobnější zpracování výsledků dosažených na konkrétním území nevelkého rozsahu by mělo v tomto směru napomoci.

Hlavním cílem předkládané práce je systematické zpracování možností a výsledků letecké archeologie na konkrétním území. Pozornost se soustředila na detailní poznání faktorů, které nejčastěji limitují možnosti dálkového průzkumu země a jejich kvantifikaci. Jde o stálé faktory, jako geologické poměry nebo modelace terénu, a posouzení faktorů proměnlivých, především množství srážek. Zpracovány tak byly nejen vlastní letecko-archeologické fotografie, ale i jejich metadata – údaje o době pořízení nebo frekvenci leteckého průzkumu v daném období.

Studium vlastních snímků si klade za cíl zmapovat spektrum památek, kvantifikovat výskyt jednotlivých typů nebo množství přímo interpretovatelných objektů.

2. Výběr území a metody

Základním krokem pro detailní analýzu je výběr vhodného vzorku. Vzhledem k záměru práce vyhodnotit výsledky letecké archeologie na přesně vymezeném území se volba týkala pouze jeho velikosti a umístění v rámci České republiky.

Obecně se kritéria výběru vhodného území dají rozdělit na dvě skupiny. Nejsme-li limitováni určitým regionem či oblastí, můžeme výběr optimalizovat například podle vhodného geologického podloží nebo jiných teoretických otázek. Výhodou je zde možnost vybrat oblasti s reprezentativním množstvím dat, nevýhodou obvykle menší znalost kontextu a regionálních specifik. Omezení na konkrétní region vyvolává nutnost vzít

v úvahu i „prázdné“ oblasti bez letecko-archeologických dat, nicméně může být vyváženo výhodou (větší) znalosti prostředí a možnosti objevit nové typy památek, nevyskytující se v tradičních oblastech letecké prospekce.

Hlavním kritériem pro výběr sledovaného území byla přítomnost dostatečného počtu lokalit objevených leteckou prospekci při zachování rozumné velikosti transektu, která umožňuje věnovat celé ploše dostatečnou pozornost. Reprezentativní počet poloh vyžadují zejména různé kvantifikace a statistická zpracování. Požadavek dostatečné reprezentativnosti se vztahoval i na data z Archeologické databáze Čech (dále jen ADČ), který byl však pohodlně splněn vzhledem k tomu, že se jedná o území tzv. staré sídelní zóny (Gojda 2000, 144-149). Výběr se tak logicky zúžil na širší okolí niv velkých řek. Nakonec bylo zvoleno Kolínsko jako krajina, kam se již nesoustředila hlavní pozornost projektu SPPČ. Přesné vymezení území pak bylo zvoleno mechanicky – polygonem mapového listu vojenské topografické mapy 1:50 000. List M-33-67-C zabírá zhruba 75 katastrů, plochu 18 x 18 km, tj. 324 km² (viz obr. 3.1.). V transektu je zachycen přechod mezi ekozónou labské nivy a sázavskou vrchovinou.¹ Ta sice obsahuje citelně menší počet poloh dokumentovaných leteckou prospekci než níže ležící území se šterkopísky, nicméně z hlediska osídlení byl tento přechod pravděpodobný. Možnost srovnání možností letecké archeologie ve dvou výrazně odlišných zónách je tak jednou z předností zvoleného území (viz barev. tab. I.1.). Pro ilustraci lze uvést kritéria, která zmiňuje Z. Smrž. Hlavními faktory jsou sféra působnosti Ústavu archeologické památkové péče severozápadních Čech (ÚAP-PSZČ) v Mostě, míra destrukce krajiny těžbou a souvisejícími činnostmi a rozšíření vhodných geologických podloží (Smrž 1996, 214).

3. Charakter sledovaného území

3.1. Geografie

Nejvyšší bod zvoleného transektu leží u Křečhoře poblíž středu jeho jižní hranice – 333,2 m n. m., nejnižší u Píst v severozápadním rohu – 183 m n. m.. Geologicky je oblast tvořena několika hlavními druhy. Od jihu do území zasahují pararuly a ortoruly kutnohorského krystalinika, které se směrem na se-

1 Jedná se o rozdíl již na úrovni provincie – konkrétně Českou tabulí a Českomoravskou subprovincií (http://geoportal.cenia.cz; cenia_geomorf).



3.1. Lokalizace zkoumaného transektu.

3.1. Localization of the researched transect.

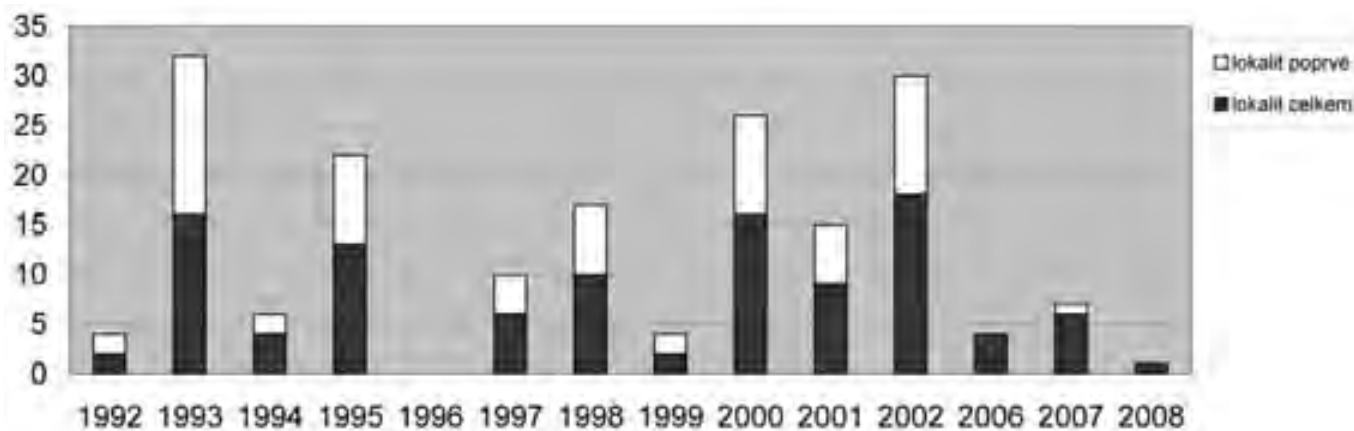
ver noří pod horniny svrchní křídly – pískovce, vápnité pískovce, slíny a slínovce, doplněné ještě ostrůvky krystalinika v Kolíně. Při Labi jsou z velké části překryty šterkopískovými terasami a plochami vátých písků, jižně od linie Dobřichov – Velim – Kolín pak pásem spraší (Němec *et al.* 1996). Z hlediska letecké archeologie má větší význam svrchní geologie (podrobněji viz oddíl 6.1.). Geomorfologicky zabírá valnou část Středolabská tabule, resp. Nymburská tabule, a na severovýchodě výběžek Chlumecké tabule. Na jihozápadě se zvedá plochá pahorkatina Českobrodské tabule a na jihovýchod zasahuje výběžek Kutnohorské plošiny (viz barev. tab. III.1.). Podnebí je velmi teplé, přitom však mírně suché s průměrnou roční teplotou až 9° C (Liblice 9,2° C) a úhrnem srážek okolo 600 mm (Liblice 582 mm).

Významnou a z hlediska letecké archeologie nejdůležitější část sledovaného transektu představuje širší okolí labské nivy (viz barev. tab. I.2., III.2.). Tomuto specifickému prostředí byla již několikrát věnována bližší pozornost, např. (Dreslerová 2004b). Charakteristická je pro něj kombinace dlouhodobého intenzivního osídlení a dynamických přírodních procesů, které mají podstatný vliv na dochování archeologických objektů. Původní povrchy aktivit v jednotlivých fázích osídlení mohou být pohřbeny i v několikametrové hloubce, horizontální posuny až několik set metrů zapříčinila naopak boční eroze, kdy

jsou vertikální akumulační i erozní procesy v rovnováze. Na dnešním povrchu a blízko při něm tak zůstává jen malá část reliktních minulých lidských aktivit, které se v daném prostoru odehrály. Větší část jich je pod sedimenty, značná část jich je zcela zničena erozí nebo silně transformována tak, že již mají jen zlozvěk své původní vypovídací funkce (Dreslerová 1995). Je to problém například některých nálezů, ležících na současném povrchu, které však pocházejí z erozí zničených, původně výše a polohově jinde ležících terénů (Gojda 2004a). Významná část potenciálního nálezového fondu tak zůstává skryta jak letecké archeologii, tak povrchovým sběrům.

3.2. Osídlení

Popsané geomorfologické situace odpovídá i situace osídlení ve sledovaném prostoru. Respektovalo samozřejmě více faktorů, přičemž s jistotou dnes dokážeme popsat jen některé z nich. Vzhledem k rovinatému terénu byla přednostně osídlena místa bytí jen nepatrně vyvýšená, mimo dosah povodní, ideálně s možností vizuální kontroly alespoň nejbližšího okolí. V prostoru labské nivy se nejčastěji jedná o zbytky starších šterkopískových teras nebo písečných dun. Takové polohy dnes vlivem dynamických erozních a akumulačních procesů mohou být obtížně čitelné. Terénní rozdíly jsou často znivelizované akumulací povodňových hlín a dnešní vodní tok může



3.2. Graf poměru dokumentace nových a již známých lokalit.

3.2. Plot showing relation of documentation of new and already known sites.

navíc ležet ve značné vzdálenosti od sledované polohy (Gojda *et al.* 2002).

Důležitá byla zároveň i blízkost labského říčního toku, důležité komunikační tepny (Zápotocký 1969). Vhodnost nivní ekozóny pro komunikaci mohla být umocněna její dobrou průchodností. Přestože se zřejmě jednalo o členitý terén, absence rozsáhlejší vegetace ji minimálně ve starším pravěku pro tuto funkci předurčovala (Rulf 1994, 59).

Posuzujeme-li lokalizaci z hlediska hospodářského využití, nabývá na významu faktor diverzity prostředí. Při studiu umístění sídel z období původních amerických kultur v prostoru nivy řeky Mississippi byla prokázána důležitá úloha variability přírodních zdrojů (Schroeder 2004). Sídelní areály, rozdělené navíc podle přítomnosti či absence příkopových ohrazení, zde reagovaly svou velikostí, trváním sídelních aktivit a stavební náročností (ohrazené, neohrazené) na variabilitu přírodních zdrojů ve svém okolí. Nejdéle osídlené areály s nejrozsáhlejším příkopovým ohrazením ležely na rozhraní všech tří dostupných ekozón a mohly využívat zemědělskou produkci výše položených suchých poloh, ryby a další lovené živočichy z níže položených periodicky zaplavovaných slepých ramen i zdroje trvale zaplavených ploch samotného vodního toku.

Přítomnost několika zdrojů obživy, eventuálně směny, hrála největší roli v období nedostatku jednoho z nich. Rozrůzněnost dostupných biotopů, existující i v labské nivě a její blízkosti, byla ale významná i v období běžné existence lokality (Sádlo – Storch 2000).

Podle stavu dosavadních znalostí se zdá, že niva nebyla nikdy osídlována se stejnou intenzitou. Nižší nivní polohy byly intenzivněji osídlovány v mladším neolitu, době popelnicových polí, mladším a pozdním latěnu a době římské. Těmto periodám nasvědčují i nárůsty četnosti říčních nálezů, ve své většině uložených jako votivní depoty (Rulf 1994, 60).

4. Vstupní data a jejich zpracování

4.1. Geobáze

Sestavení databáze dnes patří ke standardním krokům při každém významnějším zpracování dat. První cíl je vůbec umožnit zpracování a evidenci informací z různých zdrojů. Hlavní cíl je pak samozřejmě vhodným řazením, selekcí a analýzou údajů získat nové informace.

Vzhledem k tomu, že jedním z cílů je porovnat informační potenciál letecké archeologie s informacemi archeologie „pomezí“, reprezentované daty z ADC, bylo třeba vytvořit prostorovou reprezentaci letecko-archeologických dat, konkrétně datovou vrstvu v geografických informačních systémech.² Porovnání pramenů, které jsou svou kvalitou srovnatelné pouze na úrovni prostorových vlastností, je efektivně řešitelné pravděpodobně pouze v rámci GIS. I proto je používán nadále termín geobáze.

4.2. Šikmé snímky

Základním vstupem pro práci byly šikmé snímky z let 1992 – 2008 (viz graf 3.2.) uložené v digitální podobě v Archivu leteckých snímků Archeologického ústavu AVČR Praha a k nim příslušná databáze³. Importem souřadnic z ní byla vytvořena bodová vrstva lokalit v GIS a jejich poloha byla zkorigována podle situace zachycené na fotografiích. Získané geografické informace o lokalitách, jako třeba druh geologického podloží nebo typ půdy, byly evidovány jako atributy jednotlivých bodů a poté opět uloženy ve formátu MS Access. Pro účel analýz pak byly exportovány do MS Excell a případně dále do programu Statistika.

² Dále jen GIS; konkrétně se jednalo o ArcGIS 9 od firmy ESRI a Idrisi 3.2 od Clarc Labs.

³ Za poskytnutí šikmých snímků děkuji M. Gojdovi a ARÚ Praha.

Při tvorbě databáze byla respektována filosofie prostorového vymezení lokalit podle databáze ADC. Polohy s nálezy (eventuelně bez nálezů, v případě negativních zjištění) jsou sledovány v rámci jednotlivých archeologických akcí a evidovány jako 1-x komponent. Do prostorových jednotek – „naleziště“ jsou údaje slučovány až při výběru dat pro konkrétní účel (Gojda 2004c, 422).

Nejdříve bylo třeba upravit databázi leteckých fotografií, evidující informace ke skenovaným diapositivům. Jak je již patrné z jejího názvu, záznamem je zde fotografie, ve vztahu 1:1 jsou k ní evidovány informace o lokalizaci, tj. okres a katastr a poloha v souřadném systému S42, zaokrouhlená na desítky metrů. Informačním jádrem jsou položky „obsah“ s podrobnou klasifikací v terénu identifikovaných komponent. Nechybí informace o datu pořízení včetně určení měsíce a dne a pole „popis“ s dalšími upřesňujícími informacemi, např. druhu zviditelnění nebo další údaje, které se nehodí do žádného připraveného deskriptoru.

Vzhledem k tomu, že cílová databáze má jako záznam polohu a výše zmíněnou fotografii, bylo třeba databázi upravit. Dalším problémem bylo, že každá poloha byla jednoznačně určená pouze kombinací dvou polí – katastr a číslo polohy. Protože z databáze bez relací měla vzniknout databáze relační, kde záznamem bude poloha a k ní ve vztahu 1: ∞ záznamy fotografií, bylo v databázi fotografií vytvořeno nové pole – *ID POLOHY*. U každého záznamu pak bylo *ID POLOHY* ručně dopsáno. Přes toto pole pak byly tabulky z obou databází propojeny. Zvolený postup má menší nevýhodu v tom, že např. poloha Kanín 2 má *ID POLOHY* 10, ale poloha Kanín 3, byla-li doplněna později kupříkladu z dat z digitálních fotografií, má pak *ID POLOHY* 76.

4.3. Struktura a využití databáze

Nejvýše v databázi stojí tabulka *Katastr*, evidující údaje o bonitě a počtu poloh, tj. informace, které lze sledovat pouze na této úrovni. K této tabulce je relací 1: ∞ připojena přes pole *ID polohy* tabulka *Polohy*. Ta je nejrozsáhlejší a je základem databáze. Obsahuje jednak nezávislé proměnné – souřadnice, svažitost nebo druh geologického podloží (svrchní geologie), dále binární údaje o klasifikaci objektů tvořících tuto polohu a údaje o současném a minulých land-use, jak je lze vysledovat na vojenských mapováních. Nechybí údaje o měsících a letech (oba údaje v jednom poli – kód roku), kdy byla lokalita dokumentována, získané z o 2 úrovně níž připojené tabulky „roky“. K této tabulce jsou ve dvou větvích připojeny údaje o šikmých snímcích a srážkových poměrech měsíců, kdy byly pořízeny, a údaje o komponentách a akcích ADC, které v místě či okolí poloh proběhly. Tabulka *Letfoto* eviduje již pouze evidenční informace fotografie, druh materiálu a podobně. Klasifikační informace o objektech a jejich další popis byly přepsány na úroveň poloh, resp. do tabulky *Polohy*. Tabulka „měsíce“ pak kromě údajů o srážkách a srážkových algoritmech eviduje i proměnné, hodnotící vhodnost toho kterého měsíce pro leteckou pro-

spekci a údaje o letech. Větev informací z ADC začíná tabulkou *ADC akce*, evidující formální údaje výzkumu, jeho charakteru apod. K této tabulce je připojena tabulka *ADC komponenty*, s informacemi o přesnosti prostorového vymezení – PIAN, chronologii a funkčním vymezení.

Základem využití dat v databázi jsou jednoduché nástroje jako je sestupné/vzestupné řazení, filtrace a dotazy na více tabulek najednou. Seřazení dat umožňuje rozlišit jedním pohledem rámcové počty jednotlivých kategorií a je tak již jakousi explorační analýzou. Lze tak například seřadit polohy podle svažitosti a zjistit eventuální anomálie. Filtrace je pokročilejší způsob, jak vstupní datový soubor omezit podle určitého kritéria a dále s ním pracovat.

Tabulky však lze propojovat podle potřeby i jinak, než jak je to určeno relacemi. Chceme-li například připojit k tabulce *Katastry* tabulku *ADC komponenty*, abychom zjistili počet a druh komponent určených PIAN4 pro katastry s polohami dokumentovanými leteckou archeologií (dále jen LET polohami), stačí ve vlastnostech této tabulky nastavit patřičné propojení. Konečně nejpokročilejším využitím je dotazování na více tabulek, možné díky jejich propojení. Příkladem je třeba dotaz na katastry, obsahující polohy s výskytem maculae, dokumentované v měsících s úhrnem srážek, nepřesahujících určitou hodnotu.

5. Archeologie letecká a pozemní – srovnání na základě dat ADC

5.1. Základní statistika ADC

Ve srovnání s leteckou prospekci je obvykle největší předností záznamů získaných pozemní archeologií jejich chronologické určení. Cílem dalších analýz tak bylo především maximálně propojit výsledky obou metod a pokusit se dát zjištěným sídelním strukturám chronologický rámec.

Základem analýzy bylo propojení údajů z ADC s daty leteckého průzkumu. Vzhledem k tomu, že data jsou v ADC poměrně složitě uspořádána tak, aby struktura vyhovovala potřebám souhrnné archeologické databáze, bylo nutno i v tomto případě upravit počet tabulek a jejich vzájemné relace.

Základní evidenční jednotkou je v ADC archeologická akce. Tedy jakékoliv archeologické zjištění s prostorovým určením, nálezovými okolnostmi, autorem a časovým vymezením tohoto zjištění. Tato archeologická akce se dělí na komponenty, tedy nálezové jednotky, vymezené funkčně (např. sídliště) a chronologicky (např. halštat). V rámci jedné větší akce může být i více prostorově vymezených jednotek. Podobně v rámci dlouhodobějších výzkumných kampaní byly jednotlivé roky evidovány jako jednotlivé archeologické akce, přestože se jednalo o stále stejnou plochu (*Kuna – Křivánková – Krušinová 1995*).

Ze záznamů ADC byly pro účely této práce postupně vytvořeny 4 tabulky. První z nich obsahuje dokumentované body. Každá archeologická akce je prostorově vymezena jedním až x body, samozřejmě s různou přesností, podle klasifikace PIAN 1 – 4. Nejhůře dokumentované akce (PIAN 4) jsou určeny jed-

ním bodem – na střed katastru, naopak nejlépe doložené (PIAN 1) jedním bodem – typ určení „okolí bodu“, nebo více body, tvořícími linií nebo polygon.

Z databáze ADC byla pomocí přípravného dotazu z tabulek *Akce*, *Komponenty*, *Pian* a *Souřadnice* získána tabulka *body*, zachycující všechny dokumentované body archeologických akcí s údaji o komponentách a prostorovém určení. Po importu této tabulky do GIS projektu Kolínsko byla vytvořena vrstva ADC body. Účelem této vrstvy bylo vizuální srovnání s následující vrstvou ADC podklad. Problémem předchozí vrstvy totiž bylo, že všechny akce se jeví jako body, tzn. i akce, prostorově vymezené linií nebo polygonem. Proto následoval (Access) další krok – seskupení pomocí křížového dotazu. Z tabulky *body* byly vypsány všechny akce tak, aby každá byla zastoupena jedním záznamem. Výsledkem byla právě vrstva ADC podklad, kde byla každá akce dokumentovaná jen jedním bodem, který byl v případě linií a polygonů vypočítán jako průměr se všech souřadnic dané akce. Nakonec byla vytvořena tabulka *ADC komponenty*, prostorově určená také jedním bodem. Každá akce je zde ale zastoupena tolika záznamy, kolik má funkčních a chronologických komponent.

Takto připravené tabulky byly exportovány z MS Access do GIS. Stále obsahovaly údaje z celých okresů Kolín a Nymburk, na jejichž území leží sledovaný transekt. Příčinou bylo zjednodušení vstupního dotazu na výše zmíněné okresy, kterým byla dotazována data z celé ADC, tedy z celé ČR. Tyto tabulky pak byly v softwaru ArcMap vloženy do samostatných vrstev. Celý soubor byl pak pomocí příkazu CLIP oříznut podle ořezového polygonu sledovaného transektu. Upravený, prostorově zredukovaný soubor byl pak exportován zpět do Accessu jako dbf tabulky.

Dále bylo třeba propojit tabulku polohy s tabulkou *ADC akce* – pomocí nového pole *ID POLOHY*, vyplněného u všech akcí. V případě, že akce (a s ní 1 – x komponent) ležela do vzdálenosti cca 300 m od polohy dokumentované leteckoarcheologicky, byla považována za totožnou polohu – dostala stejné *ID POLOHY*. Všechny ostatní akce na katastru dostaly nová ID, a vzdálenost cca 300 metrů opět rozhodovala, zda dvě a více akcí bude považováno za jednu polohu nebo nikoli. Rozhodování nebylo zcela striktní a bylo prováděno ručně, u každého sporného případu polohy bylo přihlíženo k současnému ortofotosnímku a eventuálně k vojenským mapováním, ve snaze rozlišit případnou potenciální hranici – například i nepatrný nebo zaniklý vodní tok (*Smrž 2000, 239*). Polohy ležící v intravilánech byly navíc sjednoceny pod jediné ID bez ohledu na prostorové rozmístění. Pro určení intravilánu byla rozhodující vrstva „zastavěná území“ DMÚ 25, porovnaná s vrstvou „ADC akce“ v projektu Kolínsko v ArcMap. Konečně ADC akce na katastrech bez leteckoarcheologických dokladů dostaly všechny společné ID polohy. Nové ID nebylo přiřazováno polohám tvořeným jen komponentami s negativním zjištěním a s prostorovým určením na celý katastr – PIAN 4.

K tabulce *ADC akce* byla ještě přes pole *AKCE KOD* připojena relací 1: ∞ tabulka *Komponenty*. Stejnou relací byla tabulka *Polohy* propojena přes pole *KATASTR* s tabulkou *Katastry*. Obdobně jako u větve *Polohy – ADC akce – ADC komponenty* bylo postupováno i u větve *Polohy – letfoto – roky*, založené na stejných relacích.

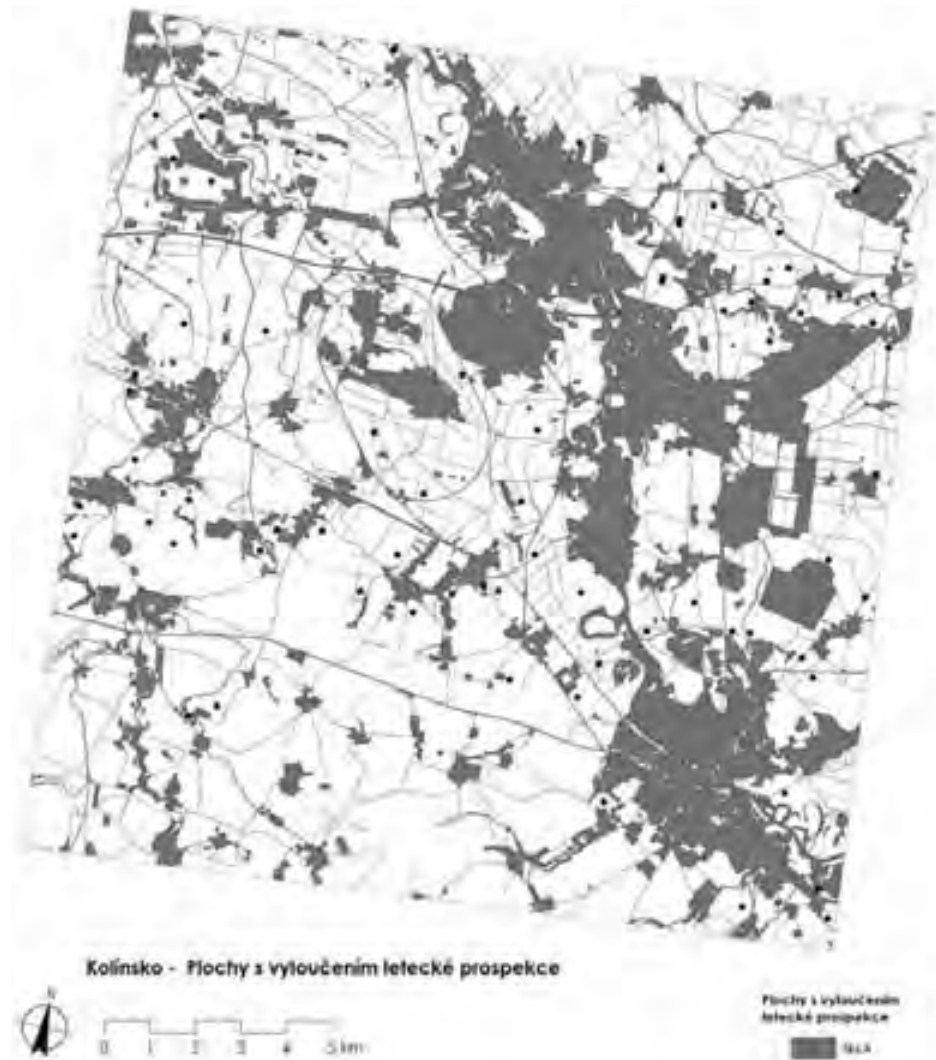
Vlastní relevantní data tvoří záznamy 1924 komponent, po vyloučení 146 záznamů typu „negativní zjištění“ zbývá 1778 záznamů. Dále byly vypuštěny záznamy bez jakéhokoliv určení chronologie, takže zůstalo 1759 případů. Tento soubor byl dále rozdělen na dobře polohově určené – PIAN 1 a 2 (515 záznamů, 29,3 %) a špatně určené – PIAN 3 a 4 (1244 záznamů, 70,7 %). Záznamy PIAN 3 byly do druhé skupiny zařazeny s ohledem na to, že je jich málo (30 případů) a v drtivé většině spadají do zastavěných území. Tyto 2 soubory byly později zpracovány odděleně.

Pro základní přehled o četnosti výskytu jednotlivých kultur a období v transektu byly ze souboru komponent (PIAN 1 – 4) vyloučeny komponenty jen hrubě chronologicky vymezené (pravěk, středověk, eneolit – bronz atp.). Ze zbývajících 1029 položek (60 %) uvádím nejvíce zastoupené kultury a období (pořadí podle zastoupení):

Eneolit – kultura se šňůrovou keramikou 11 záznamů (0,65 %, počítáno z celého souboru 1701 případů), období stěhování národů 14 (0,82 %), raný středověk – doba starohradištní 15 (0,88 %), paleolit 17 (1 %), eneolit – kultura jordanovská 21 (1,23 %), raný středověk – doba časně slovanská 23 (1,35 %), eneolit – kultura řivnáčská 24 (1,41 %), doba bronzová – kultura únětická 25 (1,47 %), eneolit – kultura s keramikou zvoncovitých pohárů 30 (1,76 %), eneolit – kultura s keramikou nálevkovitých pohárů 33 (1,94 %), raný středověk – doba středohradištní 41 (2,41 %), neolit – LnK a raný středověk – doba mladohradištní 49 (2,88 %), neolit – StK 55 (3,23 %), halštát – kultura bylanská 81 (4,76 %), latén 95 (5,58 %), vrcholný středověk 104 (6,11 %), doba bronzová – kultura knovízská 106 (6,23 %), doba římská 134 (7,87 %), doba bronzová – kultura lužická 151 (8,88 %).

Cílem další analýzy bylo vytvořit skupiny se zhruba stejně podrobným chronologickým vymezením, které představují reprezentativní část souboru. Nejmenší počet případů byl 14 a nejhrubší vymezení byl latén a doba římská. Pro druhou chronologickou klasifikaci (pole KULT 2) byl zvolen stejný přístup, pouze se změnila podrobnost chronologického určení. Zastoupení je následující (pořadí podle chronologie):

17 případů tvoří paleolit, 49 – neolit starší a střední, 65 – mladší neolit, 89 – eneolit časný, starší a střední, 43 – mladší eneolit, 43 – starší a střední doba bronzová, 288 – mladší a pozdní doba bronzová, 93 – HD, 96 – latén, 134 – doba římská, 14 – doba stěhování národů, rs1 23 (1,35 %), rs2 15 (0,88 %), rs3 41 (2,41 %), rs4 49 (2,88 %), 104 – vrcholný středověk, 55 – novověk. Celkem 1158 (68 %). Jak vidno, nejpočetněji zastoupeným obdobím je mladší a pozdní doba bronzová –



3.3. Mapa ploch s vyloučením letecké prospekce.

3.3. Map of areas excluding aerial prospecting.

17 % komponent. Časté jsou i nálezy z doby římské (cca 7,9 %), z laténu (5,6 %) a z období HD (5,5 %). Nad hranici 5 % patří ještě časný, starší a střední eneolit s 5,2%.

5.2. Vyhodnocení záznamů PIAN 1 a 2

První soubor (PIAN 1, 2) byl exportován do projektu Kolínsko v ArcMap a následně testován s vrstvou „noLA“ (viz oddíl 6.4). Cílem bylo zjistit kolik (a jakých) jeho komponent leží v oblasti přístupné letecké prospekci (limity tohoto přístupu jsou diskutovány v oddílu 6.1).

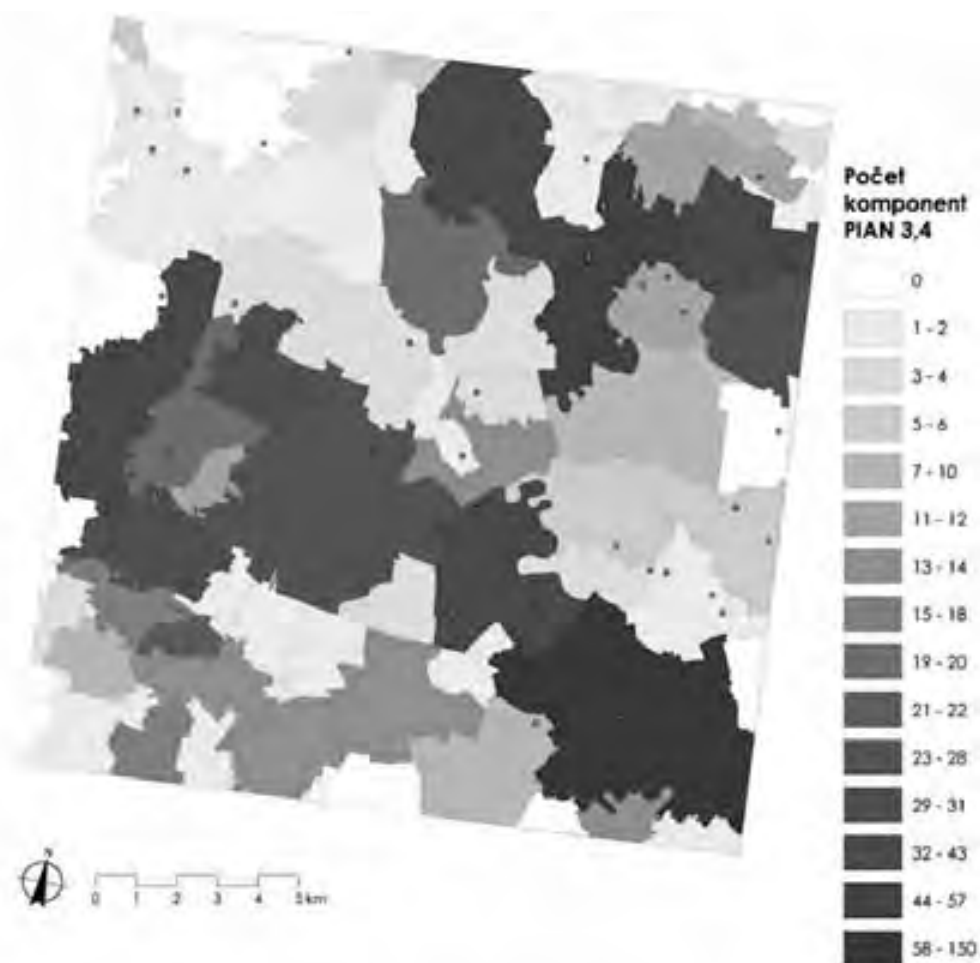
Z komponent určených PIAN 1 a 2 pochází z plochy primárně nepřístupné letecké prospekci 306 záznamů z 515, tedy zhruba 60 %.

V další analýze následovala snaha zjistit, jak velká část toho kterého období se nachází na ploše nepřístupné letecké prospekci (viz. obr. 3.3.). Z následujícího přehledu je patrné, že vybraná období byla na této ploše zastoupena velmi rozdílně. I když přesnost není velká, především kvůli malému počtu případů, lze vymezit zhruba tři skupiny. Za předpokladu, že by zjištěné komponenty (a zanesené do ADC) té které kultury (období) odrážely svou distribucí distribuci minulých aktivit v krajině

(v teoretickém rámci úvah se vychází z *Neustupný 1986*), byly by šance letecké prospekce na jejich postižení u sledovaných kultur (období) rozdílné. Tato skutečnost je doložena např. u metody povrchového sběru (*Neustupný 1993*, 152). Nejlepší, jak se zdá, by byly u doby římské, halštatu D, starší a střední doby bronzové a neolitu. Tato období mají procento svých komponent v letecké prospekci nepřístupných plochách relativně nízké, resp. blízké 29 %, což je zastoupení těchto ploch ve sledovaném transektu. Hůře jsou na tom latén, mladší a pozdní doba bronzová, doba středohradištní a mladohradištní a novověk. Konečně poslední skupinu s nejhorsími vyhlídkami tvoří vrcholný středověk a časně slovanské období a doba starohradištní.

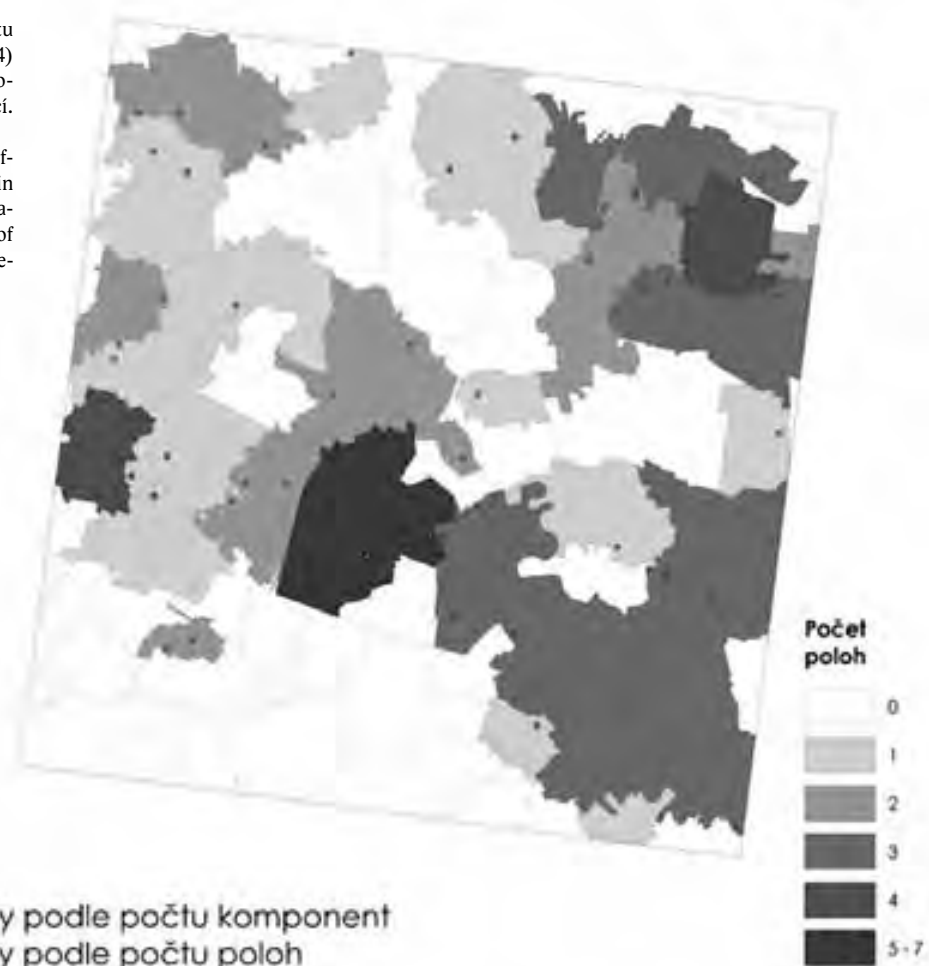
K uvedenému přehledu se podle mého názoru nabízí dvojí interpretace. Buďto období s velkým procentem nepřístupných komponent byla pozemní archeologií zachycena reprezentativně a ve zbylé části krajiny fungovaly sídelní areály s daleko menší intenzitou, nebo se na oněch 29 % plochy vyskytují komponenty, které jediné pozemní archeologie dokáže přesvědčivě zachytit.

Tento fakt je již samozřejmě znám, když je jisté, že například intenzivní středověké osídlení razantně ovlivnilo celou



3.4. Mapa katastrů podle počtu komponent v ADČ (PIAN 3 a 4) a mapa katastrů podle počtu poloh zjištěných leteckou prospekci.

3.4 Cadastres map elaborated after number of components in ADČ (PIAN 3 a 4) and map of cadastres elaborated by number of areas identified by aerial prospecting.



Katastry podle počtu komponent
Katastry podle počtu poloh

krajinu (*Sádlo et al. 2005*) a jeho komponenty v citovaných 71 % krajiny pozemní archeologie registruje špatně, resp. nejsou zanášeny do ADC. Nicméně bude do budoucna vhodné mít tento fakt na zřeteli tam, kde se v tomto směru sleduje více různých období nebo kultur.

Jinou otázkou je, zda vyloučení některých oblastí z letecké prospekce postihuje více některé druhy komponent. Testováno to bylo na nejlépe reprezentovaných typech sídelní a pohřební komponenty (které se ovšem částečně překrývají) v souboru *ADC KOMPONENTY-PIAN 1 – 2*. V databázi jsou tyto označeny hodnotou ANO v poli *SID*, resp. *POH*. Vyloučeny byly opět záznamy s určením „negativní zjištění“ a „město“ v poli *AREAL*.

„Sídelních“ záznamů bylo 441, z toho 264 (60 %) je na plochách s vyloučením letecké prospekce (226 *PIAN 1*, 38 *PIAN 2*). „Pohřební“ záznamy se na těchto plochách vyskytují méně, z 56 je to 14 případů (25 %). Zdá se tedy, že pohřební komponenty mají větší šanci, že budou zachyceny leteckou prospekci.

Pro třetí chronologickou klasifikaci (pole *KULT 3*) byl soubor rozdělen již jen na pravěk (pravěk a raný středověk po rs4) a středověk (středověk a novověk). Celkem zahrnuje 1599 případů (94 %) z 1701; 1481 (cca 87 %) – pravěk a raný středověk, 118 (cca 7 %) – středověk a novověk.

Nepřístupnost určitých ploch pro leteckou archeologii postihuje hrubě chronologicky vymezené komponenty značně nerovnoměrně i v této kategorii. Týká se 100 % středověkých komponent a jen 56 % pravěkých a raně středověkých nálezů. Komponenty bez dostatečného chronologického vymezení jsou dotčeny ze 42 %. Je přitom samozřejmě logické, že tak intenzivní osídlení jako je středověké muselo zanechat své stopy i na zbylých cca 71 % krajiny, přístupných letecké prospekci.

5.3. Vyhodnocení záznamů *PIAN 3* a *4*

Soubor komponent s prostorovou identifikací *PIAN 3* a *4* byl podle období a podle počtu komponent na katastru zobrazen do jednotlivých map v projektu Kolínsko v ArcMap). Následně byla provedena korelační matice z tabulky katastry. Vztah počtu komponent a počtu poloh definuje korelace 0,41⁴, částečně tedy platí, že čím více je na katastru komponent, tím více poloh zachytí letecká prospekce (viz obr. 3.4.). Korelace lze sledovat i pro jednotlivé kultury, nejvíce si počet poloh na katastru a počet komponent té které kultury odpovídají u doby bronzové (0,50, resp. 0,38). Opět se tedy potvrzuje a upřesňuje teorie, že některá období, respektive objekty z těchto období, jsou pro leteckou prospekci lépe čitelné než objekty období jiných. Za pozornost stojí i korelace mezi jednotlivými obdobími, které se dají vyčíst z již zmíněné matice, ale spadají již mimo rámec této práce.

4 Korelace jsou v rozsahu 1 (maximální korelace) přes 0 (žádná souvislost) až po -1 (proměnné se vzájemně maximálně vylučují).

5.4. Polohy s kombinací obou metod

Při srovnávání výsledků letecké archeologie a ostatních archeologických metod jsou nejdůležitější ty archeologické akce, které lze ztotožnit s některou z poloh zachycených leteckou prospekci. Rozhodujícím kritériem byla vzdálenost. Komponenty ADC, ležící do vzdálenosti cca 300 metrů byly ztotožněny s příslušnou polohou. Tento výpis však vychází z chudě zastoupené kategorie *PIAN 1* a *2* (30 % komponent).

Konkrétní zjištění přibližuje následující výpis:

CERHENICE 2 – archeologické doklady pochází převážně z pískovny v těsné blízkosti polohy. 4 sondy a 2 orientační zjištění zachytily sídelní komponentu z doby bronzové (mohylová kultura), 2 z doby halštatské (bylanská kultura) a po jedné z doby římské a raného středověku.

KANÍN 3 – pouze orientační zjištění při stavbě dálnice, středohradištní a mladohradištní kulturní vrstva s nálezy zemědělského pravěku, cca 300 m.

KLIPEC 2 – z povrchového sběru pochází zlomky keramiky starší doby bronzové a z vertikálního řezu nevýrazné pravěké nálezy.

ODŘEPSY Oškobrň 1 – orientační zjištění přineslo doklady sídliště doby bronzové až halštatské ze severního svahu jižního vrcholu kopce Oškobrň.

OPOLANY 1 – z povrchového sběru pochází ojedinělý raně středověký nález.

OPOLANY 2 – povrchové sběry našly doklady osídlení z doby bronzové (únětická kultura) a římské, sběr iniciovaný objevením polohy – ohrazující linie – leteckou prospekci přidal doklady sídliště ze zemědělského pravěku.

OPOLANY 3 – povrchový sběr a geofyzikální průzkum vycházel z objevení kruhového ohrazení na této poloze leteckou prospekci. Magnetometrií dohledán celý půdorys kruhového objektu o průměru cca 70 m, vstupy se vymezit nepodařilo. Další segment obdobného vzhledu v nižší západní části plochy patří podle téhož průzkumu zaniklému meandru. Sběry doložily sídelní komponenty zemědělského pravěku a raného středověku.

PLAŇANY 1 – ověřovací magnetometrický průzkum podnícený leteckou prospekci. Části obloukovitých linií nepatří pravděpodobně příkopovým systémům, povrchové sběry doložily jen ojedinělé zlomky pravěké a novověké keramiky.

RADIM Chroustov 1 – povrchové sběry iniciované leteckou prospekci – dokumentací přepažujícího ohrazení ostrožny – přinesly doklady osídlení raného středověku a zemědělského pravěku.

RADIM 1 – povrchové sběry doložily na vrcholové partii paleolitickou štípanou industrii a níže v sedle raně středověké nálezy.

SÁNY 1 – podrobný ověřovací magnetometrický průzkum polohy doložené leteckou prospekci. Potvrdil její výsledky s pravděpodobnou interpretací – kostrové pohřebiště s orien-

tací hrobů S-J a koncentrací do 2 skupin. Situaci navíc dále upřesnil, předpokládat lze různou hloubku hrobů, eventuálně různou výplň, což z šikmých snímků nebylo patrné. Doprovodné sběry doložily pravěkou a raně středověkou keramiku.

VELIM 2 – množství dokumentačních akcí (22 komponent) převážně v souvislosti s výstavbou domků a inženýrských sítí doložilo doklady osídlení a ohrazení patřící k hradišti Skalaka. Nálezy pochází z období od paleolitu po latén, přičemž nejpočetněji je zastoupena střední doba bronzová, do které spadají i hlavní sídelní horizonty velimského hradiště. Jedná se o jedinou polohu, kde byly objekty dokumentované leteckou prospekci zkoumány terénními zásahy.

VELIM 6 – ověřovací průzkum opět iniciovaný leteckou prospekci – detekcí rozsáhlého okrouhlého ohrazení s přiléhající částí dalšího. Ověřena část průběhu příkopu, doprovodné povrchové sběry doložily pravěké a raně středověké osídlení.

Ze 13 případů, kde jsou z polohy kromě informací letecké archeologie i nálezy z pozemních akcí, byly u 6 poloh vyvolány tyto akce zjištěními letecké prospekce. U dalších 2 poloh (Opolany 3, Kanín 3) je souběh způsoben spíše náhodou než koncentrací minulých sídelních aktivit, která by přilákala zájem letecké, resp. pozemní archeologie.

Z časových důvodů a vzhledem k předpokládanému nízkému vlivu na již zjištěné výsledky nebyla data ADČ aktualizována oproti souboru zpracovanému v roce 2006.

6. Možnosti letecké prospekce – testování potenciálu na příkladu Kolínska

6.1. Geologické limity, rozšíření vhodného podloží

Východiskem pro poznání geologických limitů letecké archeologie v transektu se stala rastrová geologická mapa 1: 50 000, přístupná na internetových stránkách <http://www.cgu.cz>. Vybrána byla především kvůli dostupnosti, je to nejpodrobnější mapa, kterou se podařilo sehnat pro celý transekt. Osvědčenou metodou snímání obrazovky byl celý žádoucí polygon postupně nasnímán a jednotlivé díly byly složeny ve Photoshopu. Výsledný obrázek ve formátu tiff byl georeferencován – vložen jako podklad pro další vrstvy – do projektu Kolínsko v GIS (viz barev. tab. I.2.). Odečtením z obrazovky (špatná kvalita obrázku neumožňovala automatickou proceduru) byla každé ze 70 lokalit přiřazena hodnota podloží. Teoreticky by bylo možno použít dokonalejší způsob, aplikaci tzv. fuzzy logic, která by tyto situace vyhodnotila citlivěji. Vzhledem k tomu, že pro takovou úroveň detailu je již podle názoru autora mapa příliš málo podrobná, bylo od této varianty upuštěno. Tento soubor dat, tj. lokalita + druh podloží, byl pro dostupnou část transektu doplněn, resp. revidován údaji z taktéž rastrových map z CD *Geologické mapy ČR 1: 25 000*. Ty jsou již mnohem podrobnější, nicméně porovnání odečtených podloží u lokalit s daty z obou zdrojů neukázalo větší rozdíly. Také u podrobnějších map byl použit stejný postup vložení do projektu v ArcMap.

Pro následující srovnání a analýzy bylo vycházeno již jen z dat z map 1: 50 000. Evidováno bylo 11 kategorií, které byly pro další procedury zjednodušeny na 5 souhrnných kategorií. Další deskriptor v tabulce „polohy“, kde byly informace evidovány, uváděl místo svahových a fluviálních hlín a vyvěřelin již jen kategorii „jiné“ (dohromady 5 případů ze 70), dále zjednodušil šterkopisky s údajem doby vzniku (mindel 1, riss1, riss 2, würm 1 – 36 případů ze 70).

Základem analýzy vlivu podloží na zviditelnění archeologických objektů bylo statistické srovnání plošného zastoupení jednotlivých druhů podloží v celém transektu s geologickými daty pro jednotlivé lokality, získanými postupem popsáním v předchozím oddílu. Vzhledem k absenci vektorové mapy a značné pracnosti vektorizace použité rastrové mapy byla použita aproximace na základě vzorkování.

Pro vzorkování byl opět zvolen režim „Stratified random“ modulu SAMPLE v GIS Idrisi a soubor 200 bodů. Ke každému bodu byly přiřazeny do atributové tabulky hodnoty – druhy – geologického podloží z podkladové mapy, použity byly stejné kategorie jako v předchozím případě. Kvalita podkladové mapy bohužel neumožňovala použít dokonalejší proceduru EXTRACT, která by hodnoty přiřadila automaticky podle barvy patričních obrazových bodů mapy. V ideálním případě platí, že co druh geologického podloží, to jedna barva ze škály. V případě použité mapy, která byla získána z internetu, tomu tak bohužel není. Tak například spraš je reprezentována i 4 různými hodnotami, z nichž některé se dokonce vyskytují i na plochách reprezentujících šterkopisky.

Výsledkem popsání vzorkování je představa o plošném zastoupení základních typů geologického podloží (viz tab. 3.5.).

Dlouhodobě známý fakt vazby porostových příznaků na lehké písčité půdy se potvrdil i na území Kolínska. Nenáhodnost rozmístění potvrdil s velkou jistotou i provedený Chí-kvadrát test. Na šterkopiskovém podloží leží 2,5 x více poloh, než kolik by odpovídalo jejich plošnému zastoupení (52 % ku 20 %), tedy více než polovina všech poloh. Naproti tomu nepatrný rozdíl je u vátých písků, zřejmě tedy nebyly tak vyhledávány, případně se na nich lokality hůře dochovávají nebo zviditelnějí. Problém se zviditelněním poloh na spraších odráží i negativní poměr 21 % ku 29 %. Sprašové podloží má tedy 0,7 x více poloh, ve srovnání s očekávanými hodnotami. Nejhorší vlohy pro tvorbu porostových příznaků projeví svahové a fluviální hlíny (1 % proti 6 %, resp. 1 % proti 17 %, kde je ale 1 % u dokumentovaných poloh tvořeno jen 1 polohou), rozdíly u ostatních kategorií jsou zanedbatelné.

Vliv podloží naznačují především korelace v korelační matici tabulky LA_měsíce. Svědčí o něm především kvalitativní deskriptory, popsané v oddíle 7.3. Vztah čím větší *ÚČINNOST_2*, tím více dokumentovaných poloh však platí statisticky významně jen pro spraše, podobně vztah čím větší *ÚČINNOST_1*, tím více dokumentovaných poloh, dostatečně platí zase jen pro šterkopisky (viz obr. 3.6.). Deskriptor

typ podloží	plocha v %	počet poloh	%	počet očekávaných poloh	index významnosti
naváté písky	14	9	12,86	9,8	0,92
šterkopísky	20	36	51,43	14,0	2,57
fluviální hlíny	17	1	1,43	11,9	0,08
svahové hlíny	5,5	1	1,43	3,9	0,26
spraše a sprašové hlíny	30	15	21,43	21,0	0,71
slínovce, vápnité prachovce, vápnité jemnozrnné pískovce, vápnité jílovce	10,5	6	8,57	7,4	0,82
jiné	3	2	2,86	2,1	0,95
	100	70	100	70	

bonita katastru	plocha v %	počet poloh	%	počet očekávaných poloh	index významnosti
1	0,99	7	10,00	0,69	10,10
2	1,98	0	0,00	1,39	0,00
3	10,89	8	11,43	7,62	1,05
4	29,70	11	15,71	20,79	0,53
5	23,76	26	37,14	16,63	1,56
6	20,79	11	15,71	14,55	0,76
7	5,94	4	5,71	4,16	0,96
8	5,94	3	4,29	4,16	0,72
	100	70	100	70	

3.5. Tabulka ukazující vztah typu podloží a bonity katastru a počtu poloh zjištěných leteckou prospekci.

3.5 Table showing relation between character of subsoil and soil class in cadastre and number of site identified by means of aerial prospecting.

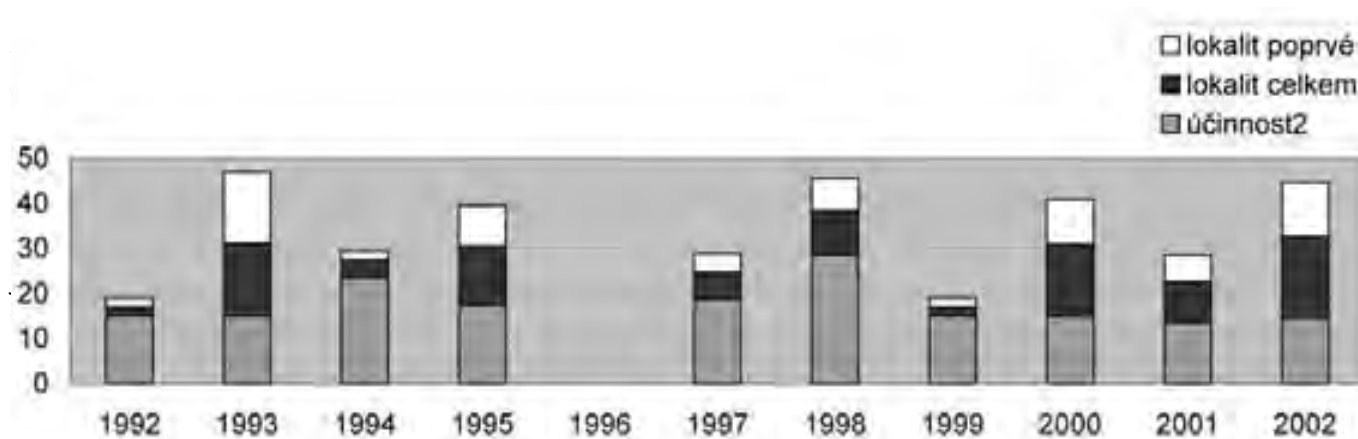
popisující počet nově objevených lokalit *LOKALIT POPRVÉ* záleží na podloží nejvíce u prachovců a šterkopísků – 0,92, resp. 0,76. Jen u šterkopísků a prachovců platí: Čím více nalétaných minut, tím více lokalit (0,57). Šterkopísky a prachovce jsou tedy zřejmě nejméně náchylné k proměnlivým faktorům. Naopak vyšší náchylnost je možné předpokládat na základě analýz údajů souvisejících s monitoringem sucha u navátých písků.

Jisté výsledky přinesla i analýza vztahu podloží – roční období, respektive podloží – měsíc v roce. Fotografie pocházejí z měsíců února, března, dubna, května, června a července. Vzhledem k tomu, že ke zviditelnění archeologických objektů se nejčastěji využívají porostové příznaky dozrávajících zemědělských plodin, počtem poloh převládají letní měsíce. Absenci poloh na písčitém – šterkovitém podloží v únoru, březnu a dubnu lze snad vysvětlit výše zmíněným spojením s dozráváním plodin, podobně nápadný výskyt spraší v březnu souvisí patrně s využitím půdních příznaků.

Nicméně z 29 poloh na spraších jich 20 bylo dokumentováno i s vegetačními příznaky, takže nelze vyloučit, že dokumentace poloh na základě porostových příznaků by mohla být na spraších úspěšnější právě v jarních měsících.

S podlozím souvisí také problematika charakteru půdního pokryvu. V nedávné době byly na internetu zpřístupněny 4 mapy, popisující hloubku, skeletovitost, typ půdy a její význam z hlediska úrodnosti (<http://ms.sowac-gis.cz>). Informace z těchto map byly uloženy jako atributy jednotlivých poloh v GIS. Údaje skeletovitost a hloubka jsou si velmi podobné (korelace 0,76). Z kvalitativních deskriptorů byla korelace zjištěna u výskytu maculae (korelace 0,25 se skeletovitostí půdy – čím více šterku a kamení v ornici, tím méně maculae). Vztah čím horší kvalita (úrodnost) půdy, tím větší plocha s dokumentovanými objekty má váhu 0,28. Co se týče půdních typů, ty hrají roli jen u černozemí – výskyt jam⁵ na lokalitě se s nimi mírně vylučuje (-0,25) a lužních půd – s nimi naopak jámy na lokalitách korelují (0,32) a lokality jsou na nich více rozptýlené (0,25). Skeletovitost patrně částečně (0,28) ovlivňuje i to, zda je lokalita viditelná i na ortofotomapě ze serveru Google.cz (<http://maps.google.cz>). Subjektivně definovaná kvalita (viz oddíl 7.3) je naopak spíše menší na nivních půdách (-0,26).

5 Zde druh maculae s vyloučením těch, které lze pravděpodobně interpretovat jako relikt domů.



3.6. Graf poměru dokumentace nových a již známých lokalit a proměnné ÚČINNOST2.

3.6 Plot showing relation of documentation of new sites and already know sites and variable ÚČINNOST2 (EFFECTIVITY2)

jsou zřejmě natolik odlišné, že jejich výsledky spolu nemají téměř nic společného.

6.2. Vliv bonity katastrů

Jednou z nemnoha charakteristik, které lze získat pro celá katastrální území, jsou údaje o bonitě (viz tab. 3.5.). Přestože se v principu jedná spíše o subjektivně získávané údaje, jejich relativní dostupnost vybízí k analýze jejich korelace s relativním počtem dokumentovaných poloh. Tím spíše, přihlédneme-li k vlivu zemědělství na možnosti letecké prospekce. Údaje získané z tereziánského katastru mají především určit potenciál daného katastrálního území pro rostlinnou výrobu (Lipský 2000, 29). Škála je v rozmezí 1 – 8 a vyjadřuje získané násobky osiva, přičemž hodnota 1 znamená nejlepší úrodnost pozemku, hodnota 8 nejhorší. Tereziánský katastr (Chalupa et al. 1964) je organizován do dvou svazků rustikálu, evidujícího poddanskou půdu, a jednoho dominikálního s půdou panskou. Záznamy z let 1748 – 1757 (Semotanová 2002, 28) jsou uspořádány podle tehdejších krajů (Boleslavský, Bydžovský, Čáslavský, Chrudimský a Kouřimský) a dále podle panství. Situaci mírně komplikuje fakt, že jedna vesnice (resp. její část) mohla patřit pod více panství a v některých z těchto případů spolu informace o bonitě kolidují. Naštěstí se tento problém týkal pouze 3 případů z celkových 75. Dále bylo třeba vyhledat někdejší názvy dnes přejmenovaných obcí podle místopisného slovníku (Kotyška 1895), respektive dohledat patřičnou správně nadřazenou obec v případě osad. Údaje se podařilo shromáždit pro všechny sledované katastry s výjimkou tří, kterým byla přiřazena střední hodnota 4.

Analýza korelace bonity s počtem dokumentovaných poloh byla opět provedena pomocí chí kvadrát testu se snahou potvrdit nebo vyvrátit nulovou hypotézu tvrdící, že presence/absence poloh je nezávislá na bonitě příslušného katastru. Posuzovány zde byly četnosti výskytu jednotlivých bonitních tříd ve třech souborech. Soubor očekávaných hodnot představovaly

tedy vztah čím vyšší bonitní číslo, tím méně poloh (viz obr. 3.7.).

6.3. Vliv srážek na možnosti letecké prospekce

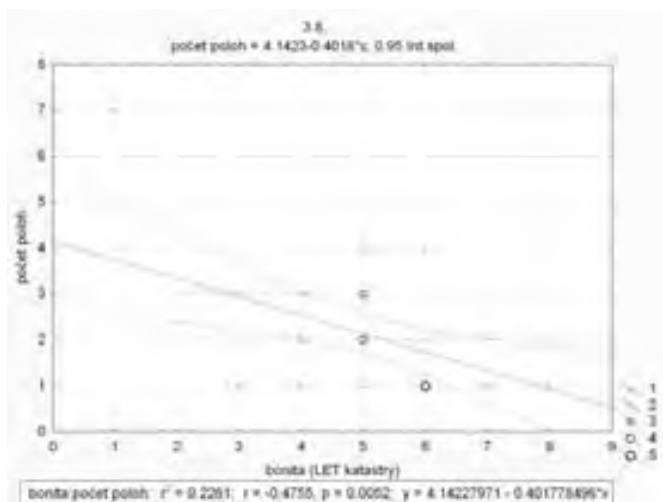
Důležitou roli na presenci či absenci zviditelňujících příznaků mají klimatické faktory. Jedná se především o množství srážek, kde je možné předpokládat největší vliv na tvorbu porostových příznaků. Jejich úhrn se projevuje v závislosti na podloží, nejvíce na lehkých písčitéch půdách, kde se vyskytuje až 75 % objevených lokalit (Gojda 2003, 67). Pro viditelné vykreslení zaniklých archeologických objektů je důležitý rozdíl mezi jejich výplní a okolím, kdy schopnost držet vodu bývá větší u zásypu než u okolní půdy (Gojda 2004a, 79). Vliv srážek však může být zkreslen hloubkou ornice, s její přibývajícím mocností klesá výraznost porostových příznaků.

V regionech s každoročním leteckým průzkumem bylo zjištěno, že žádná z dokumentovaných lokalit nebyla zachycena ve všech letech, v lepších případech každý druhý až třetí rok, v horších každý třetí až pátý (Gojda 2003, 66).

Pro analýzu vlivu srážek na zviditelnění archeologických objektů byly získány údaje o měsíčních úhrnech srážek z období 1992 – 2002 pro nejbližší monitorovací stanici – Liblicí u Českého Brodu⁶. Spíše pro kontrolu byly získány i údaje pro stanici Úvaly, pro Liblicí navíc i měsíční průměrné teploty. Pro představu o lokální podmíněnosti byly tyto údaje porovnány s daty pro střední Čechy. Srovnání na příkladu roku 2000 však neukázalo výraznější rozdíly.

Posouzení vlivu srážek by však nebylo možné bez vytvoření dalších kritérií, zohledňujících vhodnost určitého měsíce s patřičným srážkovým úhrnem a dalšími parametry pro leteckou prospekci. V první řadě lze tuto kvalitu posuzovat například po-

6 Za poskytnutí dat děkuji pracovníkům Českého hydrometeorologického ústavu.



3.7. Korelace mezi bonitou katastru a počtem poloh zjištěných leteckou prospekci. (soubor katastrů s alespoň jednou dokumentovanou polohou)

3.7 Correlation between soil class in cadastre and number of areas identified by aerial prospecting (set of cadastres containing at least one documented area).

čtem poloh dokumentovaných v tom kterém měsíci – proměnná *LOKALIT CELKEM*. Při tom je ale třeba vzít v úvahu i počet nalétaných hodin, aby se měsíce s mimořádnými srážkovými parametry oddělily od měsíců s mimořádným nasazením techniky a lidských zdrojů. Ze záznamů letů pro sledované období, laskavě zapůjčených M. Gojdou, byly zjištěny údaje o datu a trase letů a době jejich trvání. Doba strávená nad transektem byla odhadnuta podle popisu trasy a seznamu dokumentovaných poloh a vychází na 22,5 hodiny, nalétaných během 28 letů. Kombinací údajů byla vytvořena proměnná *ÚČINNOST 1*, kde bylo jednoduše vypočítáno, kolik času vychází na 1 dokumentovanou lokalitu v tom či onom měsíci (počet nalétaných minut v měsíci byl vydělen počtem lokalit), podobně *ÚČINNOST 2* byla vypočítána obráceně (počet dokumentovaných lokalit byl vydělen počtem nalétaných minut). Jako další, diskutabilnější proměnná byl zvolen počet nově objevených poloh *LOKALIT POPRVÉ*. Tyto 3 nové proměnné byly spočítány a zapsány do tabulky *Měsíce* v databázi Kolínsko.

Výše popsání deskriptory „kvality měsíců“ byly posuzovány nejen s úhrnem srážek za daný měsíc (dále jen srážky), ale především se třemi dalšími proměnnými (S1, S2, S3), které různým způsobem zohledňují množství srážek za uplynulé 3 měsíce. Spočítány byly podle třech algoritmů, popsanych v tabulce. Pomocí softwaru Statistica byla zkoumána i korelace těchto proměnných. Žádná z kombinací však nepřinesla uspokojivý výsledek, když testovány byly jak samotné proměnné S1 – S3, tak další proměnná S1b – S3b, kdy bylo započítáno, jak se jejich hodnoty liší od dlouhodobých průměrů z období 1992 – 2002. Konkrétní hodnoty korelací lze vyčíst z tabulky – matice korelací. Výsledky se nezlepšily ani po zredukování

vstupního souboru o měsíce únor a březen, které mohly vykazovat zkreslující odchylky. M. Gojdou zmiňovaný výjimečný rok 2000 (Gojda 2003, 67) lze sice v datech detekovat, nicméně podobně, ne-li více úspěšně, se jeví i roky 1993 a 2002.

Kromě dat s měsíčním intervalem byla testována i méně početná data s denní přesností, získaná z Českého hydrometeorologického ústavu. Vstupní soubor představovaly dny s provedenými průzkumnými lety, pro které byly i záznamy z měřicí stanice Brandýs nad Labem. Zjištěné výsledky však nebyly o mnoho přesvědčivější, jediná korelace se týkala proměnné SREF (efektivní srážky). Čím byla pro ten který den větší, tím byla větší i pravděpodobnost že ten den dokumentované lokality jsou viditelné i na ortofotomapě ze serveru (<http://www.bn-help.cz>; viz též oddíl 7.3). Ostatní proměnné – potenciální evapotranspirace, aktuální evapotranspirace, vlhkost půdy v mm, vlhkost půdy pod daným povrchem v % využitelné vodní kapacity, vlhkost půdy pod daným povrchem v % objemu, gravitační odtok vody do hlubších vrstev a indikace výskytu kritického sucha neukazovaly významnější vztah ke kvalitativním proměnným lokalit dokumentovaných ten který den. Tento způsob je patrně vhodnější než práce s měsíčním intervalem, absenci významnějších korelací lze patrně přičíst malému počtu (24) vstupních případů.

Závěrem tedy lze konstatovat, že na zviditelnění objektů pravděpodobně nemají vliv dlouhodobější úhrny srážek v řádu měsíců, alespoň se to tak jeví z provedených analýz. Spíše záleží na vývoji v řádu týdnů či dnů před vlastním fotografováním, nicméně k průkaznosti je třeba rozsáhlejší nebo lépe strukturovaný soubor.

6.4. Prostorové limity letecké prospekce

Jako každá metoda z rodiny nedestruktivní archeologie se i letecká prospekce může uplatnit jen na části území, které potřebujeme sledovat. Nedá se především použít na zastavěných plochách sídel nebo výrobních areálů, v širokých pásech pod komunikacemi nebo zalesněnými plochami. Pro vyhodnocení těchto hlavních prostorových limitů byla v projektu Kolínsko postupně vytvořena binární mapa ploch, prvoplánově vyloučených z uplatnění letecké prospekce.

Jako vstup posloužily plošné mapové vrstvy z dmú 25⁷ – lesy, zastavěná území a vodní plochy. K nim byly pomocí nástroje *Buffer*, vytvářejícího obalové zóny kolem objektů, vytvořeny různé široké pásy nad komunikacemi a vodními toky. Obalová zóna dálnice má šířku 40 m (20 metrů od osy na každou stranu), silnice I. třídy 24 m, ostatní silnice 8 m, polní cesty 6 m, železnice 20 m a vodní toky 6 m. Všechny tyto vrstvy byly postupně sjednoceny a vznikla tak souhrnná binární mapová vrstva reprezentující zastavěné území, lesy, vodní toky, vodní

7 Digitální model území pro měřítko 1 : 25 000, za poskytnutí dat děkuji ARÚ Praha.

plochy a komunikace (viz obr. 3.3.). Prostorově zabírá tato vrstva ploch trvale vyloučených z uplatnění letecké prospekce 97,18 km², tedy 29,13 % sledovaného transektu. Ve skutečnosti existuje samozřejmě řada dalších ploch k letecké prospekci nepoužitelných, jako louky, pole s nevyhovujícími plodinami apod., ty už ale nebylo možno se stávajícími daty vzít v úvahu. Vzniklou mapovou vrstvou tak lze chápat jako základ dalších analýz, které ji budou dále zpřesňovat.

Za zmínku snad stojí i to, že od roku 1992 do roku 2008 byly již 4 lokality (cca 6 % souboru) zničeny rozrůstající se zástavbou. Jde o stavbu rodinných domů – Velim 2, automobilky TPCA – Sendražice 1 a Ověčáry 4 a přeložku silnice – Radim 3.

7. Vypovídací možnosti a interpretace šikmých snímků

7.1. Analýza poloh – základní statistika, klasifikace a kvantifikace

Soubor fotografií, pro analýzu vybraných podle katastru, byl nejprve zredukován o lokality s intravilánem jako předmětem dokumentace. Jednalo se o historická jádra Poděbrad a Kolína a návrší Skalka ve Velimi, dnes rovněž součást intravilánu. Zbylých 336 snímků bylo pro usnadnění práce a sjednocení pojmenování názvem lokality, tedy jménem katastru a číslem polohy, avšak nový název byl předřazen původnímu číslu, které zůstalo v názvu zachováno pro identifikaci snímku. To se týkalo pouze fotografií z prvního zdroje – skenovaných diapositivů z Archivu leteckých snímků ARÚ AVČR. Digitální snímky již byly pojmenovány názvy lokalit. Tyto dva soubory byly takto sjednoceny a názvy digitálních snímků byly přidány do tabulky snímků z ARÚ, kde jim byl všem přiřazen identifikátor – ID polohy. Pomocí něj byly propojeny s tabulkou polohy relací 1: ∞.

V tabulce Polohy bylo postupně vytvořeno 43 deskriptorů, popisujících různé vlastnosti lokalit. Ty byly získány prohlídkou šikmých snímků v původní velikosti (zoom 100 %).

Významné jsou především čtyři skupiny informací, klasifikační, deskriptory kvality, údaje o geomorfologii a proměnách land-use. Hodnoty všech zmíněných a některých dalších deskriptorů byly společně korelovány pomocí korelační matice v programu Statistica. Vybrané korelace byly podrobněji zkoumány na základě bodových dvourozměrných grafů.

7.2. Popis lokalit – morfologické a kvantitativní deskriptory

Do první skupiny spadají údaje o morfologii, tedy presenci/absenci maculae (bodové/plošné objekty), linií obecně, zaniklých cest, ohraničujících linií a ohrazení okrouhlých, event. pravoúhlých. Tyto skupiny vykazují mezi sebou určité rozdíly, zachycené níže v tabulce, srovnávající průměry sledovaných hodnot (viz. tab. 3.8.).

Maculae jako nejčastější objekt se vyskytují na 42 polohách (60 %), linie jiného druhu než zaniklá cesta nebo ohraničující linie jsou přítomny u 31 (44 %) případu, zaniklá cesta je doku-

mentována na 14 polohách (20 %), ohraničující linie na 9 (12 %) a konečně na 8, resp. 7 polohách bylo doloženo okrouhlé, resp. pravoúhlé ohrazení. Na 42 polohách s výskytem maculae lze na 27 (64 %) z nich zároveň detekovat i reliktu obydlí. Nejvýraznější korelací maculae je vztah k rozptylu objektů – 0,66, maculae tedy zřejmě vykazují tendenci k rozptýlenějšímu uspořádání.

Maculae jsou jedinou z morfologických kategorií, kde se dá omezeně (0,30) hovořit o závislosti na podloží. Druh podloží zřejmě ovlivňuje rozptyl komponent více na spraších než na šterkopiscích a má slabý vliv i na celkový počet komponent (0,30), při bližším pohledu se zdá potvrzovat teorii, že váté písky nebyly příliš vyhledávané – komponenty na nich jsou vždy malé.

Další, nepřekvapující tendencí je společný výskyt maculae s reliktu domů – 0,59 a tendence domů vyskytovat se ve větším počtu (0,38). Tendenci k výskytu sídlišť spíše na rovnějších plochách naznačuje i slabá záporná korelace domů se svažitostí – 0,37, podobný vztah platí i pro maculae. Jejich vztah k rozptylu je silnější, částečně platí (0,50) čím větší rozptyl, tím více domů.

Méně korelací, zřejmě také vzhledem k jejich menšímu zastoupení, vykazují linie. Jediné významné, nicméně slabé korelace (0,29) jsou s kvalitativními deskriptory, konkrétně pole *KVALITA CENIA* (viz oddíl 7.3). Snad to souvisí s tím, že ortosnímky cenia spíše zachytí linii, než bodové objekty, resp. se snazší detekcí linií než bodů.

Tendence -0,34 ohraničujících linií k výskytu spíše v západní části transektu je způsobena nejspíše jen malým počtem 9 případů, nicméně je statisticky velmi významná (0,0059).

Malý počet případů negativně ovlivňuje i korelace okrouhlých a pravoúhlých ohrazení. Zajímavá je snad jen záporná korelace (-0,40) pravoúhlého ohrazení se subjektivně definovanou kvalitou polohy, tj. pravoúhlá ohrazení mají tendenci vyskytovat se spíše na polohách, které se jeví jako nadějnější, což možná více svědčí o tendencích při hodnocení než při skutečném výskytu. Ohraničující linie se jeví odlišně od ostatních morfologických skupin i v tabulce průměrů (viz. tab. 3.8.).

Dalšími sledovanými kategoriemi byla velikost dokumentované plochy (1 menší než 1 ha, 2 1 – 10 ha, 3 větší než 10 ha), rozptyl komponent (1 – do 10 m, 2 – 10 – 50 m, 3 – více než 50 m), jejich počet (1 – jednotky, 2 – desítky, 3 – stovky), přítomnost reliktu obydlí a doklady současnosti mezi komponentami. Klasifikační deskriptory byly vybrány podle metodiky M. Gajdy (např. Gajda 2003).

Čistě teoretickou úvahou by se dalo předpokládat, že s velikostí dokumentované plochy vzroste i počet komponent, korelace je zde však jen 0,48, podobně se má velikost plochy k rozptylu – 0,40. Slabá je i tendence větších areálů k výskytu spíše v severní části transektu, nejspíše související s třetí příčinou, svažitostí nebo podložím (0,30). Podobně nevýrazný je i vztah počtu komponent ke svažitosti, tendence čím menší svažitost,

	počet	svažitost	geošance ø	kvalita 1	bnhelp počet	cenia počet	šterkopisky	spraše	navaté písiky	slínovce	jiné
maculae	43	1,428	36,86	2,548	4	14	12	8	4	4	1
linie	31	1,613	36,29	2,645	7	16	18	6	5	2	0
zaniklá cesta	14	1,786	37,57	2,429	2	8	8	5	1	0	0
ohraničující linie	9	2,444	28	2,333	1	3	3	4	0	1	1
ohrazení okrouhlé	8	1,25	37,13	2,5	2	2	5	1	1	1	0
ohrazení pravoúhlé	7	1,857	30	2,714	2	4	3	2	0	1	1
celek		1,696	33,49	2,652	14	25	36	15	9	6	4

3.8. Tabulka výskytu jednotlivých morfologických typů objektů ve vztahu k dalším deskriptorům.

3.8 Table of individual morphologic types of features occurrence in relation to other descriptors.

tím více komponent má sílu $-0,31$. Poněkud silnější je tendence u rozptylu komponent, kde platí $(-0,39)$ čím menší svažitost, tím větší rozptyl komponent.

7.3. Deskriptory kvality

Deskriptory kvality byly vytvořeny za účelem posouzení možnosti detekce polohy leteckou prospekci, chápat ji lze třeba jako šanci, že bude viditelná i v příštích letech. Primárním důvodem zavádění těchto deskriptorů je přispět k poznání zviditelňujících faktorů a jejich kombinací a dosáhnout lepší predikce vhodných terénů. První deskriptor je objektivní – eviduje, zda poloha byla dokumentována jen v jednom měsíci (hodnota 0), ve dvou různých měsících (obvykle také letech, hodnota 1), nebo třikrát (hodnota 2). To, že nějaká poloha nebyla v daném měsíci dokumentována, samozřejmě neznamená, že nebyla zviditelněna, nicméně je to jedna z mála možností, jak popsat „kvalitu polohy“.

Další dva binární deskriptory evidují, zda je alespoň část lokality viditelná i na ortofotomape z serveru <http://www.bnhelp.cz> (dále jen *bnhelp*) resp. <http://geoportal.cenia.cz>⁸ (dále jen *cenia*). Poslední z nich je subjektivní, autorem na něm byla hodnocena „kvalita kresby“ (1 – nejlepší, 3 – nejhorší), zejména ostrost obrysů, která je zřejmě úměrná mocnosti ornice či hloubce objektů, samozřejmě s přihlédnutím k tomu, zda není celý snímek rozostřen.

Vzájemný vztah mezi popsány deskriptory lze sledovat také pomocí korelační matice. Dokladem odlišnosti informace na ortosnímčích *cenia* a *bnhelp* je i jejich vzájemná slabá korelace $-0,31$. Podobně slabá je i korelace polí *KVALITA CENIA* a *KVALITA 1* $-0,31$. Střední korelace je mezi poli *KVA-*

LITA CENIA a *KVALITA S* $-0,49$. Na to, aby byla lokalita zachycena i ortosnímky *cenia* má určitý vliv velikost komponent (vztah $0,32$).

Za určitý znak kvality lze považovat i celkový počet fotografií (míněno pouze šikmých). První úvaha by zřejmě dala tuto hodnotu do přímé souvislosti s tím, kolikrát byla poloha fotografována. Tento vztah však má sílu pouze $0,47$. Na celkový počet fotografií mají kladný vliv spíše reliktby obydlí než jámy ($0,44$ resp. $0,32$). Těžko interpretovatelná je i korelace $0,42$ vystihující vztah poloh, pro než nebo pro jejich nejbližší okolí je i záznam databáze ADČ (PIAN 1-3), a počtu fotografií.

Z hlediska zviditelňujících příznaků naprosto převažují porostové – 58 z 71 případů. Ze 71 poloh bylo pouze 7 dokumentováno na základě půdních příznaků. S výjimkou jedné polohy na slínovcích leží všechny na spraších a byly dokumentovány v březnu nebo v únoru. Jejich vypovídací hodnota je s jedinou výjimkou velmi nízká. 1 poloha – Radim 1 – byla dokumentována na základě stínových příznaků, jedná se zřejmě o relikt přepažení ostrožny příkopem.

Vypovídací schopnost snímků kolísá od nejasných stop, u kterých není antropogenní původ jistý, po snímky, které lze předběžně a relativně spolehlivě interpretovat minimálně v kategorii komponent. K prvnímu extrému náleží lokality jako Polepy 1, Štítary 1, Cerhýnky 1 nebo Plaňany 1. Patří sem i polohy, kde je přítomnost osídlení doložena destruktivními archeologickými metodami, ale nejsou na povrchu zviditelněné. K nejlepším v této kategorii se řadí snímky z polohy Radim 2 (viz obrazová příloha), pravděpodobně řadového pohřebiště, a Sány 1 se stejnou interpretací, kde byla situace ověřena geofyzikální prospekci (ADČ). Nejlépe lze obvykle uspět s předběžnou interpretací u cest, dají se dobře a relativně přesně konfrontovat s mapami vojenských mapování a jejich účel prozradí i logická návaznost na rozcestí v krajině a podobně. Charakteristickými příklady jsou třeba Choťanky-Vrčeni 1 a 2. Dobře

8 Viz též kapitolu 5 – Internetové zdroje v letecké archeologii – příklad z Kolínska

rozlišitelné jsou i linie zrušených odvodňovacích struh, ve sledovaném transektu dosti hojné, např. Zvěřínek 2, Klipec 2, Kostelní Lhota 1 nebo Opolany 1.

Co do velikosti komponent, nejčastější hodnota je střední – 1 – 10 ha. U rozptylu komponent je tomu stejně, převažuje střední hodnota – zhruba 10 až 50 metrů. Nepravidelnější rozložení má počet komponent, nejčastěji v řádu jednotek, přičemž rozložení je na histogramu vychýlené vpravo.

8. Možnosti a výsledky kvantitativních analýz

Určitou slabinou se ukázala velikost zvoleného transektu, respektive spojení dvou tématických okruhů, z nichž každý má jinou optimální velikost záběru. Pro postupy vyhodnocující morfologii a klasifikaci bylo 70 sledovaných lokalit v podstatě málo. Především početně málo zastoupené typy jako okrouhlá a pravouhlá ohrazení nestačily k získání reprezentativních výsledků. Větší soubor a tím i větší krajinný záběr by však zkomplikoval částí práce s podrobnějším měřítkem, například získávání informací o podloží nebo land-use vzorkováním apod., nebo sledování lokalit na pěti alternativních pramenech.

Jako optimální řešení tohoto problému se jeví vybrat vstupní soubor jen s ohledem na několik málo konkrétních otázek, například jen pro analýzu morfologie objektů, tj. tak, aby i nejméně početně zastoupený typ objektu představoval alespoň dvojnásobek případů, než bylo možné použít na sledovaném území.

Dlouhodobě známý fakt vazby poloh detekovatelných leteckou prospekci na druhy podloží byl poněkud upřesněn. Rozdíl byl pozorován u štěrkopísků a vátých písků. Přestože jejich pojmenování svádí k zařazení do jedné skupiny, naváté písky vykazují méně poloh doložených leteckou prospekci než štěrkopísky. Podle názoru autora je to tím, že byly méně osídleny, snad z důvodu větší nestability, než štěrkopísky, protože jejich propustnost se od štěrkopísků asi nijak výrazně neliší. Navíc se zdá, že jsou citlivější k vlivu srážek než jakýkoliv jiný z hodnocených druhů podloží. Druhý nejlepší potenciál pro zviditelnění lze předpokládat u slínovců a prachovců, i když je bude nutné ověřit s početnějším souborem. Podloží slabě ovlivňuje i některé klasifikační kategorie, jako je rozptyl komponent na lokalitě nebo jejich celkový počet.

Nejednoznačně vyzněl i vliv bonit na presenci a počet poloh na katastru. Vliv lze pozorovat jen v rámci souboru s doloženými polohami. Vztah čím horší kvalita půdy, tím méně poloh odráží spíše intenzitu osídlení těchto katastrů.

Protože jedním z cílů práce bylo komplexně zpracovat a kvantifikovat výsledky letecké prospekce v konkrétním transektu, bylo důležitou součástí práce definování kvalitativních kritérií měsíců, kdy byla provozována letecká prospekce, a jednotlivých poloh. U prvně jmenovaných se však prokázal vztah pouze k podloží, to znamená, že vhodnost některých měsíců ve srovnání s jinými závisí podle analýz prokazatelně jen na podloží. Předpokládaný vliv srážek se ukázal být těžko postizitel-

ný, minimálně při měsíční přesnosti sledování, když sledování dlouhodobějších úhrnů nepřineslo přesvědčivé výsledky.

V případě poloh byly korelace s kvalitativními kritérii komplexnější, ale ve většině případů se jednalo o nepříliš průkazné vztahy. Například presence pravouhlých ohrazení je středně závislá na subjektivně definované kvalitě, vyskytuje se tak spíše na polohách, které byly označeny jako nosnější. Zajímavé je, že pro okrouhlá ohrazení to již neplatí.

Klasifikační charakteristiky souboru byly vyčísleny v oddílu 7.2. Tyto souborné charakteristiky mají větší význam teprve při srovnání několika různých transektů. Nicméně se například prokázalo, že různé typy objektů reagují na svažitost, což by mohlo usnadnit jejich interpretaci a to i přesto, že byl použit relativně nepřesný výškopis s pětímetrovými rozestupy vrstevnic.

Porovnání pramenů letecké archeologie s prameny „pozemní archeologie“ poukázalo především na rozdíl v prostoru krajiny, který je těmito metodami sledován. 60 % prostorově dobře určených komponent pochází z částí krajiny zcela nepřístupné letecké prospekci. Navíc tato disproporce postihuje jednotlivá období s různou mírou.

Přínos letecké prospekce na sledovaném území je proměnlivý podle měřítka záběru. V případě jednotlivých lokalit nabízí letecká prospekce (a často také ortofotosnímky) především informaci o celkové distribuci komponent, velikosti, rozmístění anebo tvaru. Tento fakt je již dlouho znám a dostatečně publikován, nicméně podrobnější analýza může interpretaci objektů dále upřesnit, když budeme sledovat jejich vlastnosti jako je svažitost terénu, na kterém se polohy nacházejí, druh podloží nebo zastoupení morfologických typů na lokalitě. Tyto analýzy je však nutné provádět na větších souborech z pokud možno rozdílných transektů. Nejvíce usnadňuje interpretaci objektů jejich tvar a jednotlivé kvalitativní komponenty se právě tvarem definují. U větších objektů je letecká archeologie jedinou metodou, která je může lépe popsat. Geofyzikální metody se stejnými/podobnými možnostmi, byly na sledovaném území použity až po aplikaci letecké prospekce k ověření detekovaných objektů.

Při sídelních analýzách je třeba počítat s tím, že letecká archeologie pracuje s poněkud odlišným prostorem a nezřídka eviduje jiné komponenty než pozemní archeologie. Tato disproporce se navíc týká i chronologických období. Zároveň je však možné se domnívat, že bude-li tento fakt podrobněji zkoumán, může nakonec napomoci letecké archeologii v datování zjištěných komponent.

Prameny letecké archeologie lze s úspěchem integrovat do studia osídlení i u katastrů, kde nejsou nálezy přesně polohově určeny. Často totiž dokáže detekovat zaniklé krajinné prvky, na které bylo osídlení vázáno, jako drobné vodoteče anebo terénní vyvýšeniny. Jiným případem jsou často zviditelněné asanované hlínky a pískovny, ze kterých pochází mnoho nálezů s prostorovou lokalizací PIAN 4.

Sledované území je pro leteckou prospekci optimální především pro rozšíření vhodných půd, se kterým pravděpodobně souvisí dlouhodobě praktikované orné zemědělství a tím i množství odkrytých ploch. Intenzivní zemědělství zde navíc zpřístupnilo letecké prospekci i části dříve zarostlé, setřelenou páteř vodotečí a nevyužívaných ploch. Umožnilo tak nahlédnout „pod povrch“ a vidět najednou více vrstev krajinného palimpsestu než dříve nebo jinde.

Na Kolínsku také vynikla schopnost letecké archeologie vidět struktury v širším kontextu, především vzhledem ke geomorfologii. Valná část území je dnes značně plochá a přestože v minulosti byla členitější, jakékoliv terénní vyvýšeniny zde hrály vždy důležitou roli. Klíčová místa byla zejména na terasách při hranici se zaplavovaným územím. Zatímco pod nimi jsou nánosy nivních hlín a pouze vrty nebo sondáže mohou něco říci o jejich osídlení, polohy na terasách jsou zase doménou letecké archeologie. Podobně je to s pásem území, kde Hornosázavská pahorkatina přechází do labské nivy. Také zde je řada „ostrožných“ poloh, v minulosti hustě osídlených. Množství poloh dokumentovaných leteckou prospekci v těchto oblastech tak reflektuje podle názoru autora skutečnou intenzitu osídlení a nejen vhodnost geologického podloží.⁹

Summary

The main topic of this contribution is conversion of possibilities and results of the aerial archaeology in chosen region. In the first part, attention is paid to detail understanding of factors which are the most limiting for possibilities of remote sensing and their quantification.

Influence of geological characteristics is observed in relation to sites identified by means of aerial prospection. Not only a complete set of all sites is being tested but also particular groups created on the basis of the elementary morphology which is one of the most important directly observable chara-

cteristics of the features identified. Related to geology, efficiency of the aerial prospection or more precisely number of sites according to the types of subsoil is being analyzed. In doing so, it was possible to distinguish larger settlement preferring gravelous sand in contrary to aeolian sand or relatively good potential of siltstone as subsoil visualizing archaeological features.

Similarly, influence of pedological features has been researched. Various relations have been observed on the set of all sites and also on particular morphologic types where we can presume variety of original functions and so help to understand and interpret the features analyzed. As part of this task, influence of soil quality as a traditional characteristic of soil fertility in the cadastre given has been tested. Its influence has been discussed on a long term basis in the frame of the settlement history. In this paper, it was used also as an indicator of intensity of agricultural exploitation of the region given.

Scope chosen has also enabled us to compare data basis created by the aerial archaeology to results of traditional archaeology represented by the archaeological database ADČ. This comparison showed similar disproportion in the case of number of archaeological cultures and chronological phases as it is known thanks to the destructive researches, nevertheless, structure found was different. Lay-out of areas where the aerial archaeology is carried out, is also related to the fact mentioned earlier. Significant part of the most settled areas is built-up or inaccessible in other way which forbids research of some parts of landscape and also maybe some of the archaeological cultures or feature types.

Except of the steady factors represented by geology or terrain morphology, also changing factors have been observed, most of all the amount of rainfall. Specific descriptors were designed for this purpose, describing often changing quality of site visualization in particular years of prospection. More significant influence of the rainfall has not been proven in the area analyzed.

Final part consists of a catalogue containing description showing in detail specter of analyzed monuments and possibilities of particular bases used.

⁹ Tento text vznikl na základě diplomové práce obhájené v roce 2006. Pro účel této publikace byla vstupní data z větší části aktualizována o informace z nových pramenů, které se objevily v letech 2007 – 2009.

4

Letecká archeologie a informační potenciál kolmých leteckých snímků na internetových mapových portálech – údolí středního Labe

Aerial archaeology and the potential of vertical aerial photographs on the internet map servers.
The middle Labe basin case study

1. Úvod

Jedním z dynamicky se rozvíjejících směrů současné archeologie je využívání mapových portálů, respektive analýza a interpretace kolmých leteckých snímků na nich poskytovaných, k identifikaci objektů archeologického zájmu na sledovaných území. Pokud máme pro zájmové území k dispozici také šikmé snímky pořizované z malých výšek, je z heuristického i metodologického hlediska vhodné komparovat data z obou zdrojů a využívat jejich odlišný potenciál. Frekvencovanost tohoto postupu stále vzrůstá a díky kvalitnějšímu a intenzivnějšímu snímkování se stává velkým příslibem pro budoucí archeologické bádání.

Oblast labského údolí, respektive jeho část, byla zvolena záměrně kvůli komplexnímu pokrytí území šikmými leteckými snímky. Tyto snímky mají významnou funkci pro srovnání s pozorováními z kolmých leteckých snímků. Dlouhodobé systematické využívání letecké prospekce ve středních Čechách má samozřejmě příznivý vliv na počet objevených objektů archeologického zájmu. Do budoucna lze předpokládat, že veřejně dostupné zdroje kolmých leteckých snímků by mohly být běžně využívány jak pro identifikaci nových lokalit s archeologickým potenciálem, tak pro dokumentaci těch již objevených.

Z hlediska stanovených cílů považuji za velmi důležitou analýzu kolmých leteckých snímků sledovaného území, která byla provedena na vybraných veřejně dostupných mapových portálech. Samotná analýza vertikálních leteckých snímků posloužila k identifikaci struktur archeologického zájmu. Těmito strukturami jsou jak liniové a bodové (geometrické) útvary zjevně antropogenního původu, tak i útvary původu přírodního (např. zaniklá říční koryta, mrazové klíny ad.), vytvořené přirozenými procesy. Dle všeobecně uznávaného schématu M. Gojdy byly objekty rozděleny na linie, bodové objekty, ohrazení kruhová a ohrazení pravoúhlá (Gojda 1997a, 37-40). Toto schéma bylo doplněno o přírodní útvary, falešné příznaky a nezařazené objekty. Součástí postupu je rovněž pokus o interpretaci těchto útvarů.

Další významný krok představuje porovnání identifikovaných objektů tak, jak je zachycují šikmé a kolmé letecké snímky. Jedná se o autorem identifikované objekty z veřejně dostupných mapových portálů a o objekty zachycené na šikmých leteckých snímcích pořizovaných M. Gojdou. Tento krok by měl

ukázat na využitelnost veřejně dostupných ortofotomapových vrstev pro potřeby archeologie v Čechách. Tento postup byl kladně hodnocen například americkým antropologem S. Madrym, který uvedl, že za prvních 7 hodin práce s aplikací Google Earth objevil ve Francii v oblasti Burgundska více archeologických lokalit než za 25 let tradičním povrchovým průzkumem a leteckou archeologií (Clabby 2006, [online]).

Důležitý pramen pro tento postup představují šikmé letecké snímky archívu ArÚ pořizené v letech 1992 – 2008 M. Gojdou. Při analýze se autor této práce zaměřil především na porovnání informací mezi kolmými a šikmými leteckými fotografiemi z hlediska lokalizace (ztotožnění) a statistického vyhodnocení mezi použitými mapovými portály.

Součástí tohoto projektu je také pokus o porovnání jednotlivých mapových portálů mezi sebou a vyhodnocení, který ze zdrojů – a do jaké míry – je vhodný pro identifikaci objektů archeologického zájmu. Současně byla vytvořena databáze identifikovaných objektů na kolmých snímcích v závislosti na veřejně dostupných mapových portálech, a obrazová databáze, která má přímý vztah k objeveným objektům kolmého snímkování. Určitý prostor je věnován také identifikaci falešných příznaků, které mohou být zkreslujícím faktorem při pozorování kolmých leteckých snímků.

2. Zájmové území

Práce se věnuje oblasti středního Polabí, respektive jeho části, kde autor zkoumal plochu 35 katastrů.

Tyto katastry jsou geograficky vázány na tok řeky Labe, kde lze predikovat množství zachytitelných objektů v souvislosti se sídelními procesy a jejich vztahem k vodním tokům. Sledovaná oblast je definována pomyslnou hranicí, která se nachází ve vzdálenosti 1,5 km od obou břehů Labe.

Oblast zájmu byla kvůli přehlednosti rozdělena na tři úseky 1, 2, 3, přičemž každý z úseků je dále rozdělen na pravobřežní a levobřežní část *P* a *L*. Sledovaných úseků je tedy celkem šest – *P1*, *P2*, *P3* a *L1*, *L2*, *L3*.

3. Střední Polabí

3.1. Charakteristika krajiny

Čechy jsou územím, které je z hlediska členitosti krajiny poměrně různorodé. Vymezený segment středního Polabí lze situovat do oblasti Polabské nížiny, kde se jeho nadmořská výška

pohybuje v průměru kolem 190 m n. m. Na tomto území se všude setkáváme se stopami po činnosti člověka, neboť se jedná o klimaticky příhodnou oblast, již si lidé odedávna vybírali k osídlení (Souček – Čejka 1996, 5). Je však nutné podotknout, že míra zachování těchto stop je vysoce ovlivněna intenzivním zemědělstvím, které je pro střední Polabí charakteristické. Pokud hovoříme o Polabí jako komplexu, lze konstatovat, že tato oblast patří k územím s nejvyšším přírodním potenciálem pro zemědělství (Mackovič 2004, 15).

Reliéf středního Polabí je převážně rovinatý, mírně zvlněný v oblasti pahorkatin. Nadřazeným geomorfologickým celkem je Česká tabule, respektive Středolabská tabule. Průměrné roční teploty převyšují v této oblasti 8° C a srážkový úhrn se pohybuje na hranici 552 mm (Souček – Čejka 1996, 5).

Ve sledované části středního Polabí se nacházejí převážně hlinité půdy. V zásadě se jedná o nivní půdy a hnědé půdy s podzoly na terasových uloženinách. V nižších labských partiích je možné zaznamenat hnědé půdy se surovými půdami, rendziny a pararendziny.

Tok řeky Labe je po celé své délce charakteristický výskytem lužních lesů, které byly samozřejmě s nástupem moderní doby značně redukovány. Ze šikmých leteckých snímků je patrné, že v mnoha případech pozůstatky tohoto ekosystému obklopují stará (slepá) říční ramena, jako stopy po regulaci říčního toku. Současně lze v oblasti toku Labe zaznamenat staré říční meandry. Ty byly často zaváženy a zarovnávány materiálem pocházejícím z okolních polí (Dreslerová 1998, 164).

Hydrologická úroveň je zastoupena především tokem Labe. Mezi další elementy vodní sítě ovlivňující sledované území lze zařadit pravé přítoky Labe – Cidlinu, Mrlinu, Vlkavu a Jizeru. Pokrytí vodní plochy doplňují levé přítoky Labe – Výrovka a Výmola. Široké okolí labského toku je protkáno četnými melioracemi, které byly často budovány bez ohledu na jejich negativní vliv na krajinu (Lekeš et al. 1990, 2). Na základě tohoto poznatku lze při průzkumu kolmých leteckých snímků objekty tohoto (liniového) tvaru očekávat.

3.2. Střední Polabí jako sídelní prostor

Je známo, že Čechy jsou z geografického hlediska uzavřeným celkem a přímo modelovým územím, které je vhodné ke studiu procesu pravěkého a historického osídlení (např. Gojda 1997a, 13). Oblast středního Polabí má převážně nížinný ráz, který je vhodný svými příznivými podmínkami pro osídlení. Toto geografické území bylo již od pravěku využíváno jako sídelní prostor. Stopy intenzivního osídlení klasické české sídelní oblasti, jejíž je údolní část středního Polabí součástí, historicky přetrvávají od mezolitu do současnosti (Gojda 2004c, 456).

Pokud se sídelní aktivity týká, hraje v zájmové oblasti, respektive v oblasti středního Polabí, výraznou roli tok řeky Labe. Je všeobecně známým faktem, že sídla minulých populací byla často situována v blízkosti vodních toků a to především kvůli zemědělské činnosti. Obecně se má za to, že řeka byla

současně využívána jako dopravní tepna, zdroj obživy i jako místo pro ukládání votivních darů (např. Gojda 2004c, 457). Komplexně lze o oblasti středního Polabí říci, že patří, respektive patřila, k oblastem s výraznou hustotou osídlení, kterou lze zaznamenat od období pravěku po středověk (Dreslerová 1998, 161).

3.3. Letecká archeologie

Na rozdíl od veřejně dostupných kolmých snímků (např. Google), které jsou v dnešní době z hlediska přínosu pro archeologii stále podceňovány, patří letecká archeologie v současné době již k etablovaným nedestruktivním archeologickým metodám, jejíž pozitivní přínos je nezpochybnitelný (Kansa 2008, [online]). Obecně lze říci, že letecká archeologie svým potenciálem a progresivním vývojem již dnes patří k nejdůležitějším zdrojům archeologických dat (Kuna et al. 2004, 49).

Pozorováním zemského povrchu z letadla je možné identifikovat komponenty z časového rozpětí od neolitu po novověk, často i takové, jaké „pozemní“ archeologie odhalila jen výjimečně, či vůbec ne (např. Smrž 2002, 212). Je zřejmé, že za pomoci systematického šikmého leteckého snímkování lze zkoumat krajinu v širokém prostorovém i chronologickém měřítku. Je však nutné podotknout, že chronologické zařazení je u zmíněných snímků, bez následného povrchového průzkumu či exkavace, do jisté míry problematické.

Nejvíce pozornosti z hlediska letecké archeologie bylo dosud věnováno středním Čechám (Gojda 1997a, 7). Konkrétně střední Polabí, respektive Polabí celkově, představuje jednu z nejlépe letecko-archeologicky zkoumaných částí výše zmíněných středních Čech. Letecká archeologie je v oblasti středního Polabí systematicky aplikována po více než 10 let a dá se říci, že významně přispěla k poznání „starého sídelního území“. Bez tohoto druhu prospekce by poznání pravěkého osídlení Středolabské tabule bylo zásadním způsobem ochuzeno (Kuna et al. 2004, 110).

4. Mapové portály

V poslední době se u nás zásadním způsobem rozšířila dostupnost tzv. kolmých snímků zemského povrchu (Šmejda 2007, 255). V souladu s tímto tvrzením bylo pro analýzu sledovaného území použito 6 veřejně dostupných mapových portálů, které celkově poskytují 8 vrstev kolmých leteckých snímků, respektive ortofotomap. U zmíněných ortofotomap se konkrétně jedná o kolmé letecké snímky transformované polohově do souřadnicové sítě (Šmejda 2008, 91). Americký antropolog S. Madry zastává názor, že kolmé letecké snímky umožňují v dnešní době průzkum povrchu krajiny v dříve nepředstavitelném rozsahu (Handwerk 2006, [online]). Z vybraných mapových podkladů byly identifikovány zájmové objekty. Současně se selekcí objektů byla vytvořena databáze fotografií, které se vztahují k příslušným identifikovaným objektům/areálům.

Prvním použitým mapovým portálem jsou *Mapy.cz* (<http://www.mapy.cz>), na kterých jsou poskytovány kolmé satelitní snímky v kombinaci se snímky leteckými ve dvou samostatných vrstvách v rozlišení pixelu až 0,5 m. Satelitní snímkování se na portálu pohybuje v úrovni přiblížení 1 až 10. Kolmé letecké snímkování se pohybuje na úrovních 11 až 16 (<http://napoveda.seznam.cz> [cit. 21-2-2009]). Vlastní data poskytuje společnost Geodis Brno, která v současnosti patří k vůbec nejvýznamnějším dodavatelům dat dálkového průzkumu Země u nás (*Šmejda 2007*, 255).

První analyzovanou vrstvou je ortofotomapa vytvořená mezi roky 2002 a 2003. Ortofotomapa vznikala snímkováním na okraji vegetačního období, a tudíž lze v krajině pozorovat jak vegetační, tak půdní příznaky. Druhou zprostředkovanou vrstvou je vrstva mladší, pořizovaná dlouhodobě v letech 2004, 2005 a 2006. Mapový podklad byl vytvářen ve vegetačních obdobích.

Obě využití vrstvy jsou v klasickém barevném provedení a využívají geografické souřadnice (zeměpisná šířka, zeměpisná délka) na elipsoidu WGS-84 (<http://napoveda.seznam.cz> [cit. 3-3-2009]).

Dalším z použitých internetových mapových portálů je portál *Help Service – Remote Sensing* (<http://bnhelp.cz>), který na svých webových stránkách poskytuje dvě vrstvy ortofotomap. První vrstva vznikala mezi lety 1998 až 2001 a je v rozlišení px 0,5 m (<http://bnhelp.cz/mapserv/> [cit. 17-2-2009]). Jejím poskytovatelem je ÚHÚL (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů) Brandýs nad Labem a byla realizována v černobílém provedení. Druhá, mladší vrstva, byla pořizována mezi lety 2004 až 2006 v klasickém barevném provedení a s rozlišením px 1 m (<http://bnhelp.cz/mapserv/> [cit. 17-2-2009]). Jejím poskytovatelem je Cenia (Česká informační agentura životního prostředí). Předdefinovaným souřadnicovým systémem u všech vrstev je S-JTSK Krovak.

Další mapový portál provozuje *Česká informační agentura životního prostředí, Cenia* (<http://geoportal.cenia.cz>). Poskytovaná ortofotovrstva je shodná s mladší vrstvou na portále *Help Service – Remote Sensing (bnhelp)*. Jelikož autor této práce pracoval s portálem bnhelp, mapový portál Cenia již nebyl využit. Do tohoto projektu však byl zařazen jako jeden z možných prostředků pro vyhledávání lokalit potenciálních archeologických nemovitých památek. Značnou výhodou tohoto internetového mapového zdroje je služba IMS, která zajišťuje propojení poskytovaných vrstev se specifickým softwarem, který pracuje s prostorovými daty (např. ESRI ArcGIS).

Svůj význam v této práci má i mapový portál *Amapy* (<http://amapy.atlas.cz>). Ortofotomapa je poskytována ČÚZK (Český úřad zeměměřický a katastrální) v hustotě 508 dpi a rozlišení 0,5 m (<http://geoportal.cuzk.cz> [cit. 11-2-2009]). Zájmové území se geograficky rozkládá na území, které je pokryto kolmými leteckými snímky z roku 2007. Poskytované geografické souřadnice jsou ve formátu WGS84.

Server *1188* (<http://mapy.1188.cz>) má shodný mapový podklad ortofotomapy jako *Amapy*, poskytovaný ČÚZK (viz výše). Jelikož bylo pracováno se serverem *Amapy*, nebyly využity služby mapového serveru *1188*. I přesto byl tento server zahrnut do této práce jako jeden ze zdrojů informací pro sledování objektů archeologického zájmu (v souvislosti s kolmým leteckým snímkováním).

Mapový server společnosti *Google* (<http://maps.google.cz>), se kterým bylo pracováno prostřednictvím aplikace *Google Earth*, poskytuje v současné době nejvyšší prostorové rozlišení na úrovni veřejného přístupu. Toto tvrzení však není v našich geografických podmínkách zcela jednoznačné, protože mapový podklad je srovnatelný s novější vrstvou na serveru *Mapy.cz* (mimo Prahu). U serveru společnosti *Google* je však větší kontrast, saturace snímků a možnost zvětšení měřítko. Území České republiky je v dnešní době na tomto mapovém serveru zobrazováno ve vysoké kvalitě díky společnosti *Geodis Brno*, která poskytla společnosti *Google* kolmé letecké snímky k pokrytí této geografické oblasti.

V současnosti společnost *Google* využívá služeb družice *Quickbird*, pomocí které poskytuje panchromatické snímky (citlivé k celému viditelnému spektru kromě modré) na úrovni rozlišení 0,61 – 0,72 m a multispektrální na úrovni 2,44 m (*Challis et al. 2002 – 2004*, 140). Lze zde získat velice užitečné informace z hlediska studia krajiny a při větší trpělivosti i systematicky pátrat po archeologických lokalitách (*Palmer 2005b*, 38).

Lze podotknout, že využívání veřejně dostupných mapových portálů pro archeologické účely je v zahraničí v pokročilejší fázi než u nás. Lze se zmínit například o projektu S. Madryho „Applications of Geomatics for Long Term Regional Archaeological Settlement Pattern Analysis“, který již delší dobu realizuje na území francouzského regionu Burgundska (*Madry – Henley 2007*, [online]). V této oblasti mimo jiné využívá program *Google Earth* k identifikaci nových potenciálních archeologických lokalit.

Na našem území se však toto odvětví začíná velice rychle integrovat mezi již tradiční nedestruktivní metody a díky svému značnému potenciálu se dle názoru autora brzy stane nedílnou součástí metod pro evidenci již známých, respektive identifikaci nových archeologických lokalit, a to zejména v souvislosti s možnostmi, které k jejich zpracování nabízí GIS.

V blízké budoucnosti zřejmě bude prudce stoupat trend satelitního snímkování vypuštěním družic *GeoEye 1* – rozlišení 50 cm, *GeoEye 2* – rozlišení 25 cm (*Čížek 2008*, [online]).

5. Analytická část projektu

Základ analýzy představuje databáze, která byla vytvořena v programu *Microsoft Office Access 2007* a která obsahuje důležité informace z hlediska analýzy kolmých leteckých snímků, resp. ortofotomap.

5.1. Databáze

V databázi bylo vytvořeno 6 relačních tabulek, rozdělených do dvou skupin, a navíc 8 samostatných tabulek bez přímého vztahu. Základem databáze jsou tedy popisné tabulky, jejichž řádkami jsou objekty a sloupci deskriptory (*Neustupný 1994*, 124). První relační skupinu tvoří 4 tabulky propojené mezi sebou v poměru 1: N, což znamená, že k jednomu deskriptoru se může vztahovat až nekonečně záznamů. Hlavní tabulku představuje tabulka *Úseky Labe*, která je základním rozdělením sledované oblasti Labe na autorem zvolené úseky. Další tabulkou je tabulka *Katastr*, v níž jsou zanesena veškerá katastrální území, se kterými bylo pracováno. Další tabulkou je tabulka *Objekt*, ve které jsou sumarizovány veškeré objekty, které byly zachyceny na kolmém snímkování. Poslední tabulkou z první relační skupiny je tabulka *Identifikované polohy na ŠLS*, do které byly zahrnuty veškeré polohy šikmého leteckého snímkování, autorem ztotožněné s polohami nalezenými na kolmém snímkování.

Druhou relační skupinou je soustava dvou tabulek, zohledňující polohy šikmého leteckého snímkování, které nebylo možné identifikovat na kolmých leteckých snímcích. Hlavní tabulkou je zde tabulka *Katastr*, vyskytující se již výše a představující opět všechny katastry, se kterými bylo při pozorování pracováno. Druhou tabulkou je tabulka *Neidentifikované polohy na ŠLS*, ve které jsou shromážděny veškeré polohy šikmého leteckého snímkování, které nebylo možné ztotožnit či identifikovat na kolmých snímcích.

Pro potřeby práce s Geografickými informačními systémy bylo navíc vytvořeno 7 samostatných tabulek. Každá tabulka přísluší konkrétnímu typu identifikovaného objektu. Pod příslušnou tabulkou jsou shromážděny objekty daného typu, které se podařilo na kolmých leteckých snímcích identifikovat. Těmito tabulkami jsou: *bodové objekty*, *linie*, *nezařazené*, *falešné příznaky*, *ohrazení pravouhlé*, *ohrazení kruhové* a *přírodní útvary*. Tabulky, jak už je zmíněno výše, byly použity pro výstupy koordinátů do map v prostředí GIS. V tomto případě musíme chápat externí zařízení (GIS) jako extenzi databázových systémů, bez nichž nemají smysl, neboť tak velká množství dat, jaká poskytují, nelze bez nich účelně zvládnout (*Neustupný 1994*, 124).

5.2. Koordináty a vrstevnice

Zeměpisné souřadnice jsou pro tento výzkum významné jak z hlediska následné dohledatelnosti evidovaných objektů/areálů (kolmých leteckých snímků), tak pro práci v prostředí GIS. Většina použitých koordinátů byla získána v souřadnicovém systému WGS84 (Google, Mapy.cz, Amapy, 1188). Na ostatních serverech (HS – Remote Sensing, Cenia) jsou souřadnice poskytovány ve formátu Krovak S-JTSK.

Pro práci a tvorbu map v prostředí GIS je pro geografickou polohu naší země vhodnější souřadnicový systém S-JTSK, se kterým je možné snadno pracovat v programu ESRI ArcGIS

9.2, v němž byla vytvořena část výstupů z databáze. V závislosti na tomto faktu tedy bylo nutné veškeré koordináty typu WGS84 převést v programu UniTrans do požadovaného formátu S-JTSK.

Na základě vrstevnicových podkladů pro sledované území byl vytvořen digitální výškopisný model terénu (DEM), který opticky pracuje s rozdílnými nadmořskými výškami. Zmíněný model byl vytvořen v programu ESRI ArcGIS 9.2, v extenzi ArcScene. Digitální výškopisný model se obecně uplatní především v oblastech s trvalým pokryvem mračen, který negativně ovlivňuje kolmé snímkování (*Sherratt 2004*, [online]). 3D model lze samozřejmě aplikovat i v našich podmínkách a jeho využitím tak získat některé zásadní informace, především o sklonu svahu a poloze sledovaného objektu/areálu ve vztahu ke krajině. Těchto možností však pro autorovo pozorování nebylo využito. DEM tak posloužil především z hlediska identifikace objektů ve výrazných polohách.

5.3. Metoda vyhledávání potenciálních archeologických lokalit

Je důležité zmínit, že k analýze kolmých leteckých snímků bylo přistupováno tak, že autor nejdříve prošel sledované mapové portály a teprve poté získané výsledky porovnal se šikmými leteckými fotografiemi M. Gojdy. Zaujal to stanovisko, že vhodnějším způsobem přístupu k analýze kolmých leteckých snímků je nezaujaté a ničím neovlivněné vyhledávání lokalit s archeologickým potenciálem před primárním studiem šikmých leteckých snímků a teprve následným vyhledáváním možných archeologických lokalit.

Veřejně dostupné ortofotomapy byly analyzovány na základě předdefinovaného zájmového území. Postupováno bylo dle předem vytyčených úseků, které na kolmých leteckých snímcích bylo postupně zkoumáno ve směru toku Labe. To znamená, že jako první byl analyzován úsek P1 až po úsek P3 a dále proti směru toku Labe úsek L3 až po úsek L1.

Samotné vyhledávání potenciálních archeologických lokalit spočívá v procházení sledovaných ortofotovrstev v určitých úrovních přiblížení. U bodových objektů to znamená na maximální přiblížení, naopak z větší výšky byly sledovány objekty větších rozměrů (linie, přírodní útvary ad.). Z hlediska analýzy sledované ortofotovrstvy představuje přiblížení důležitý faktor, kdy je nutné střídát jeho úrovně jak pro orientaci v krajině, tak pro identifikaci komplexů, které se případně na objevený soliterní objekt/areál dále mohou vázat.

Po dokončení analýzy všech veřejně dostupných mapových portálů byly identifikované objekty/areály zaevidovány pod originálním evidenčním názvem a následně porovnány mezi aplikovanými portály. Poloha objektů/areálů objevených na jednom mapovém serveru byla zrevidována na všech ostatních serverech, aby se předešlo její případné absenci, způsobené přehlédnutím na sledované ortofotomapě.

5.4. Analýza kolmých leteckých snímků

Kolmé letecké snímky byly získány z veřejně dostupných mapových portálů. Sledovanou oblast byla autorem na použitých mapových vrstvách podrobně studována a selektivní metodou byly determinovány objekty jak možného antropogenního, tak přírodního původu. Následně byly identifikované objekty rozděleny do předdefinovaných skupin na *linie*, u kterých jde většinou dobře interpretovat pouze staré cesty, *ohrazení kruhová*, *ohrazení pravoúhlá*, u kterých se může v případě výskytu centrálního bodového objektu jednat o mohyly, *bodové objekty (maculae)*, které většinou indikují část pravěkého – raně středověkého sídliště (Gojda 1997a, 37). Dále byly si vymezeny *přírodní útvary* (říční meandry, niva, mrazové klíny, eroze ad.), *falešné příznaky* a objekty *nezařazené*, které bylo těžké jejich morfologií a charakteristikou začlenit do jedné z předdefinovaných skupin. Současně s každým objeveným objektem byla pořizována jeho obrazová dokumentace, která byla kvůli autorským právům omezena na kopírování výřezu (screenshotu) mapy přes funkci Print Screen.

5.4.1. Klasifikace a interpretace zachycených objektů/areálů

Jak bylo již výše zmíněno, bylo předdefinováno 7 tříd objektů, do kterých byly posléze zachycené objekty/areály řazeny. Klasifikaci a následnou interpretaci autor prováděl na základě znalostí získaných z literatury a přednášek M. Gojdy o využití letecké prospekce v archeologii. Je nutné říci, že interpretace pouze na základě kolmé snímky je velice složitá, protože přiblížení a rozlišení vrstvy ani zdaleka nedosahuje úrovně šikmé letecké snímky, na kterém je ve většině případů dobře identifikovatelný přesný tvar objektu. I když je pravdou, že česká kotlina má vysoký potenciál pro identifikaci archeologických poloh za pomoci kolmé (satelitního, leteckého) snímky (Gojda 2004b, 38).

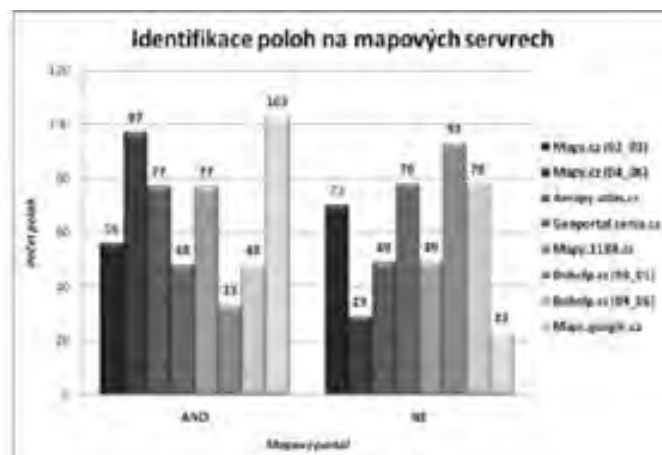
5.4.2. Falešné příznaky v krajině

Při analýze kolmých snímků byly rozlišeny objekty, které svým tvarem připomínají objekty antropogenního původu předmoderního stáří. Jejich původ však souvisí s recentní činností člověka.

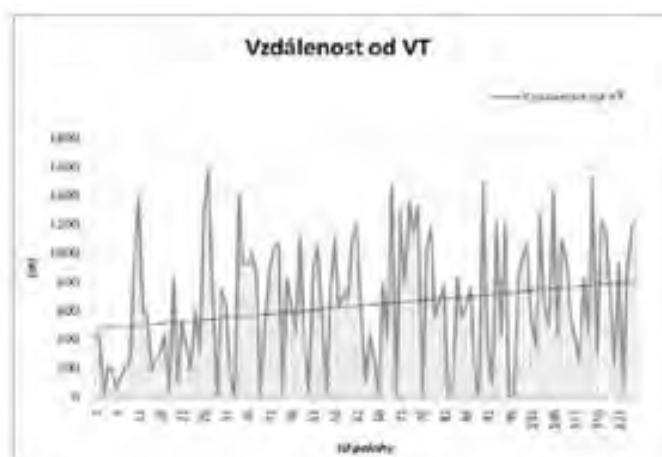
Pokud se týká falešných příznaků, setkali jsme se s těmito případy:

Závlahový systém, kdy se jedná o objekty kruhového půdorysu, které se vyskytují jak soliterně, tak ve skupinách. Velikost objektů se liší. Nejčastěji se však jejich průměr pohybuje od 30 m do 40 m. U některých poloh byla navíc na kolmých leteckých snímcích zachycena vodní tryska, která je jasným důkazem, že se opravdu jedná o závlahový systém.

Výtrusné houby („čarodějné kruhy“), kdy se jedná o podhoubí určitých druhů hub, která vytvářejí celkem pravidelné kruhové útvary, tzv. čarodějné kruhy (Kuna et al. 2004, 96). Tyto houby se vyskytují především na zatravněných plochách, přičemž se rozměry kruhů značně liší.



Graf 5



Graf 6

4.1. Střední Polabí. Horní graf (5): kvantifikace zachycených potenciálních archeologických objektů/areálů mezi jednotlivými veřejně dostupnými mapovými servery. Dolní graf (6): vzdálenost lokalit evidovaných pomocí letecké prospekce od vodního toku

4.1 Middle Labe region. Upper plot (5): quantification of identified potential archeological features/areas on publicly accessible internet map servers. Lower plot (6): distance from the water stream of sites documented by means of aerial prospecting.

Stopy po secím stroji, jejichž tvar je pravidelný, obdélníkový, o konstantní šířce přibližně 5 m a délce pohybující se od 5 m do 10 m. Pravděpodobně se jedná o místa, nad nimiž nedošlo vinou poruchy secího stroje k uvolnění osiva. Stopy/objekty se vyskytují přesně v řadách ve směru pohybu secího stroje.

Experimentální pole, která slouží pro testování odrůd ploidin a jejich odolnosti. Rozměry objektů mohou být rozmanité, na sledovaném území jsem zachytil experimentální pole, u kterých se velikost stran pohybovala kolem 100 m až 200 m po délce a 50 m až 100 m na šířku.

Parcelové úpravy, jejichž tvar bývá pravidelného obdélníkového tvaru, či úhlové dispozice. Rozměry objektů se liší, přičemž jejich poloha je často situována na okraj městské či obecní zástavby.



4.2. Kostomlaty nad Labem 5, okr. Nymburk, kolmé letecké snímkování, maculae – sídelní aktivita? (zdroj Google Maps – Google Earth, 10. 2. 2009)

4.2 Kostomlaty nad Labem 5, Nymburk region, vertical aerial photographs, maculae – settlement activity? (source: Google Maps – Google Earth, 30. 11. 2008)

Recentní zásahy do krajiny – meliorace, které jsou pro oblast středního Polabí, jak už jsem dříve uvedl, typické. Jedná se o soustavu linií, jejichž odstup v rámci jednoho systémového celku je konstantní. U identifikovaných poloh se odstup melioračních linií pohybuje přibližně od 8 m do 14 m.

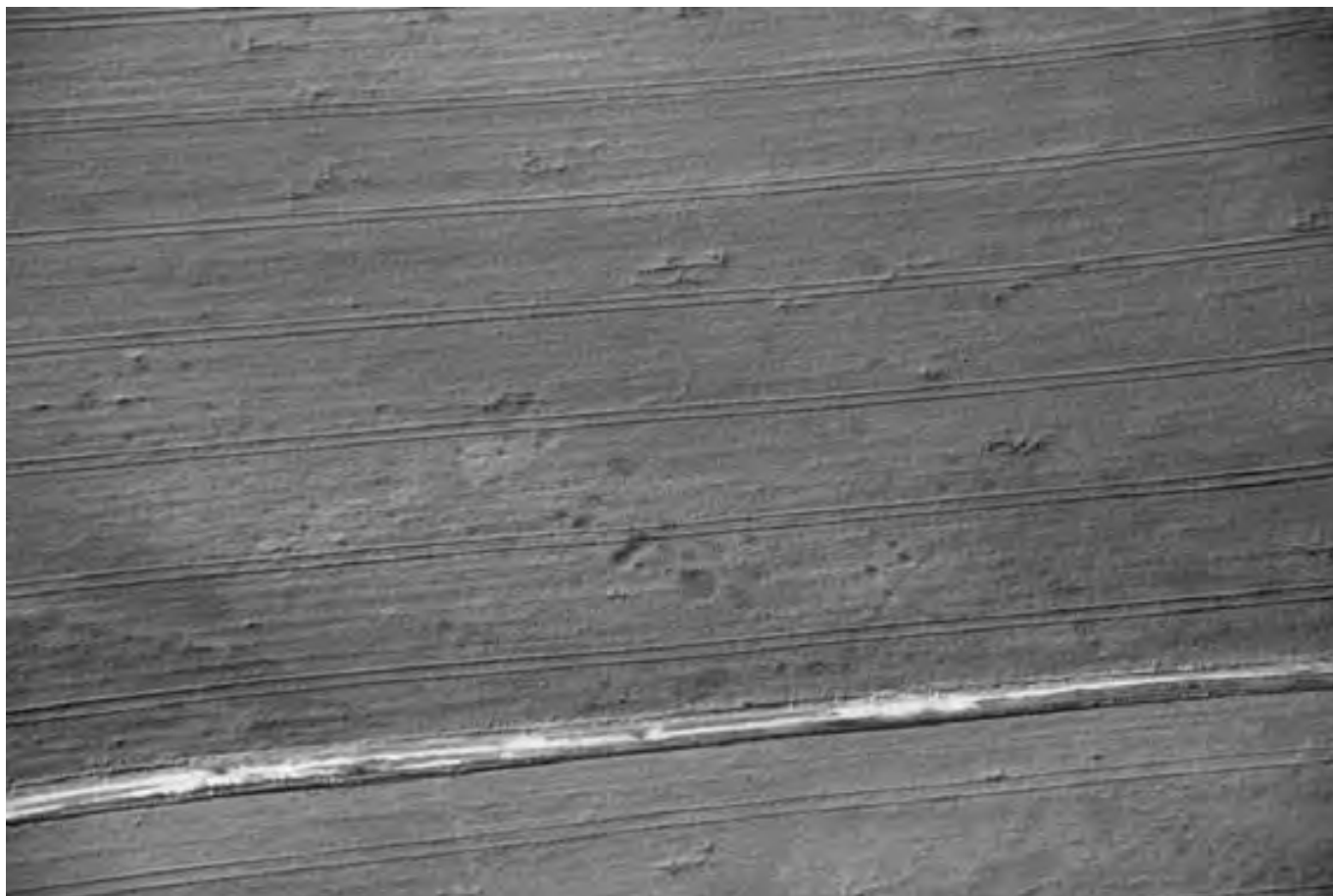
5.5. Obrazová databáze

Jediným způsobem, jak získat fotodokumentaci objeveného objektu/areálu na kolmých leteckých snímcích, je využití funkce Print Screen a následné uložení výřezu přes grafický editor (*Palmer 2005b*, 39). Všechny pořízené výřezy byly ukládány ve formátu JPEG. Následovně byly zaznamenány veškeré objekty/areály, objevené na kolmých leteckých snímcích. Každou „fotografii“ lze identifikovat na základě originálního evidenčního názvu (název lokality, číslo polohy).

6. Výstupy z databáze

6.1. Ztotožnění lokalit šikmého a kolmého leteckého snímkování a nárůst lokalit objevených na mapových serverech

Porovnání kolmých leteckých snímků se šikmými leteckými snímky by mělo být signifikantní z hlediska určení míry identifikovatelnosti objektů/areálů ze šikmých leteckých snímků na mapových portálech. Významné je porovnání také z hlediska



4.3. Kostomlaty nad Labem, poloha 5, okr. Nymburk, šikmé letecké snímkování (foto M. Gojda 2008)

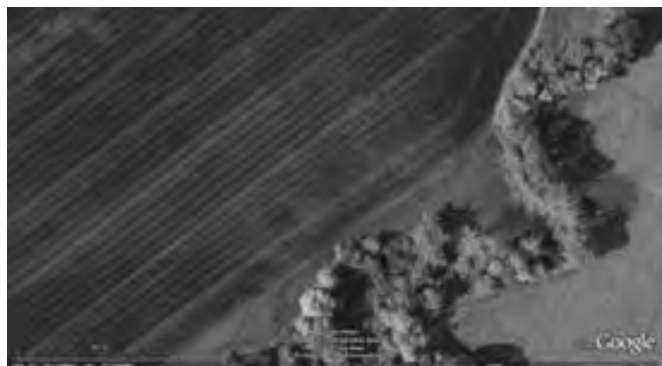
4.3 Kostomlaty nad Labem 5, Nymburk region, oblique aerial photographs (photographed by M. Gojda 2008)

vyjádření o kolik se navýšil počet nově objevených poloh identifikovaných na kolmých leteckých snímcích.

Na sledovaném území bylo po eliminaci falešných příznaků zaznamenáno na kolmých leteckých snímcích (KLS) celkově 126 možných archeologických lokalit. Leteckou prospekci (ŠLS) bylo v předdefinované oblasti zachyceno celkem 43 potencionálních archeologických lokalit. Z grafu na obr. 4.6. je zřejmé, že větší počet možných archeologických lokalit byl ve zvolené oblasti identifikován díky kolmým leteckým snímkům.

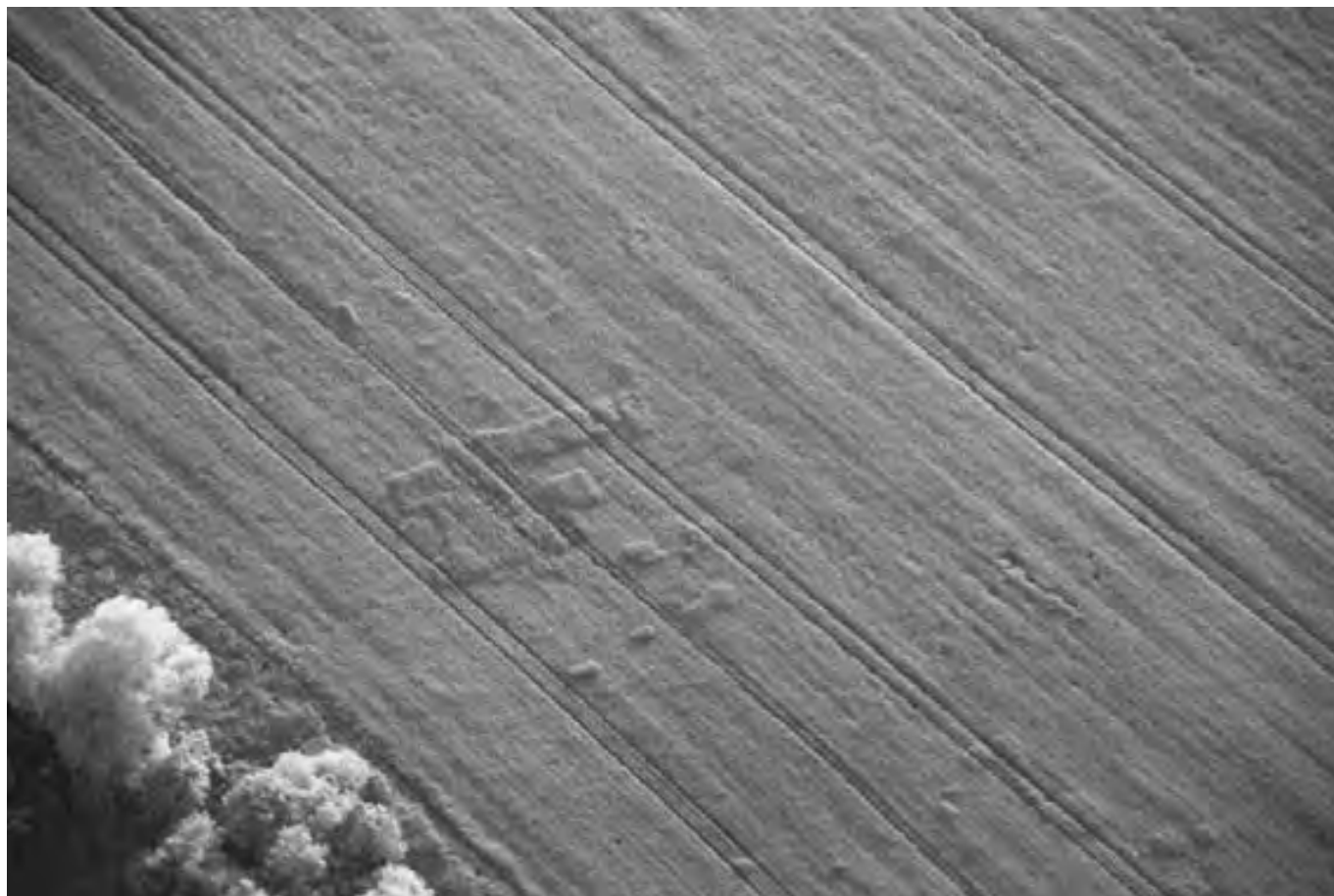
Tento fakt je však mírně nadhodnocen skutečností, že autor na rozdíl od M. Gojdy evidoval každý zachycený objekt pod originálním evidenčním názvem. Také interpretace identifikovaných objektů je v několika případech nejasná a pro potvrzení zaznamenané lokality, jakožto objektu archeologického zájmu, by byl nutný následný archeologický výzkum, který by autenticitu objektu potvrdil či vyvrátil.

Z celkového počtu objektů/areálů zachycených na kolmých snímcích bylo s polohami šikmého leteckého snímkování ztotožněno celkově 21 lokalit (obr. 4.2., 4.3., 4.4., 4.5., barev. tab. IV.2.). Po odečtení ztotožněných objektů/areálů se ukázalo, že na zvoleném území bylo díky analýze kolmých leteckých snímků nově objeveno 105 pravděpodobných objektů/areálů arche-



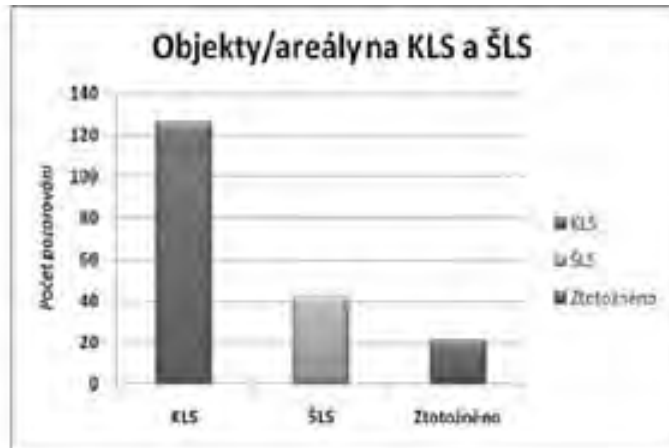
4.4. Opolánky 4, okr. Nymburk, kolmé letecké snímkování, nezařazené – zaniklá obytná konstrukce? (zdroj Google Maps – Google Earth, 30. 11. 2008)

4.4 Opolánky 4, Nymburk region, vertical aerial photography, not categorized – deserted settlement construction? (source: Google Maps – Google Earth, 30. 11. 2008)

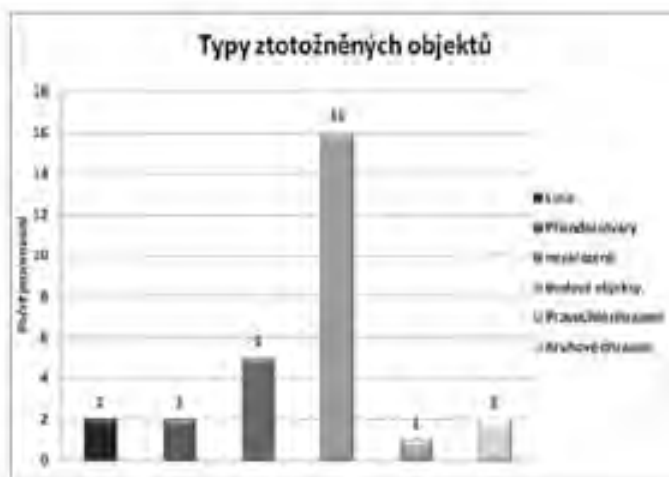


4.5. Opolánky, poloha 1, okr. Nymburk, šikmé letecké snímkování (foto M. Gojda 2008)

4.5 Opolánky, area 1, Nymburk area, oblique aerial photographs (photographed by M. Gojda 2008)



Graf 1



Graf 2

4.6. Střední Polabí. Graf 1: kvantifikace objektů kolmého a šikmého leteckého snímkování a vzájemného ztotožnění identifikovaných objektů. Graf 2: vizualizace míry zastoupení jednotlivých typů objektů na lokalitách objevených ze vzduchu a ztotožněných s areály známými z pozemních výzkumů.

4.6 Middle Labe region. Plot 1: quantification of features of interest from oblique and vertical aerial photography and mutual identification of features found. Plot 2: visualization of level of occurrence of individual feature types at sites discovered from the air and identified with areas found during field research.

ologického zájmu. Ve statistickém zhodnocení autor aplikoval data v úrovni řazení M. Goidy (tj. 43 poloh šikmého leteckého snímkování, respektive 50 ztotožněných objektů/areálů).

Na základě těchto výsledků je třeba konstatovat, že na mapových portálech, respektive kolmých snímcích, lze identifikovat téměř polovinu poloh, které byly zachyceny šikmým leteckým snímkováním. Nezpochybnitelným faktem je, že bylo na veřejně dostupných mapových portálech zaznamenáno množství objektů převyšující počet dosud zachycených poloh šikmého leteckého snímkování (o 62 případů). Je však nutné podotknout, že kvantita pozitivních pozorování se může lišit v závislosti na sledované oblasti, kvalitě poskytovaných snímků

(i rozlišení snímků), zviditelňujících podmínkách a podmínkách, při kterých jsou samotné snímky pořizovány.

Existuje tedy mnoho faktorů, které ve výsledku mohou analýzu kolmých leteckých snímků ovlivnit. Mezi výše uvedené faktory patří samozřejmě také profesní zkušenost pozorovatele při samotném vyhledávání, ale i při následné interpretaci zachycených objektů.

6.2. Poměr identifikace objektů/areálů mezi mapovými servery

Celkový počet všech identifikovaných objektů/areálů na kolmém snímkování je 223. Samozřejmě, že míra identifikace objektů se liší v závislosti na aplikaci druhu mapového portálu. Pro porovnání počtu zachycených objektů mezi jednotlivými mapovými servery byly eliminovány falešné příznaky (97 objektů), jejichž výpovědní hodnota je pro archeologii nulová.

Z analyzovaných dat, která byla vizualizována za pomoci grafu na obr. 4.6. je zřejmé, že zdrojem největšího počtu identifikovaných objektů je mapový portál společnosti *Google*. Celkový počet zviditelněných objektů/areálů z tohoto zdroje je 103, neboli 82 %. Naopak zde nebylo zachyceno plných 23 objektů/areálů, což činí 18 %.

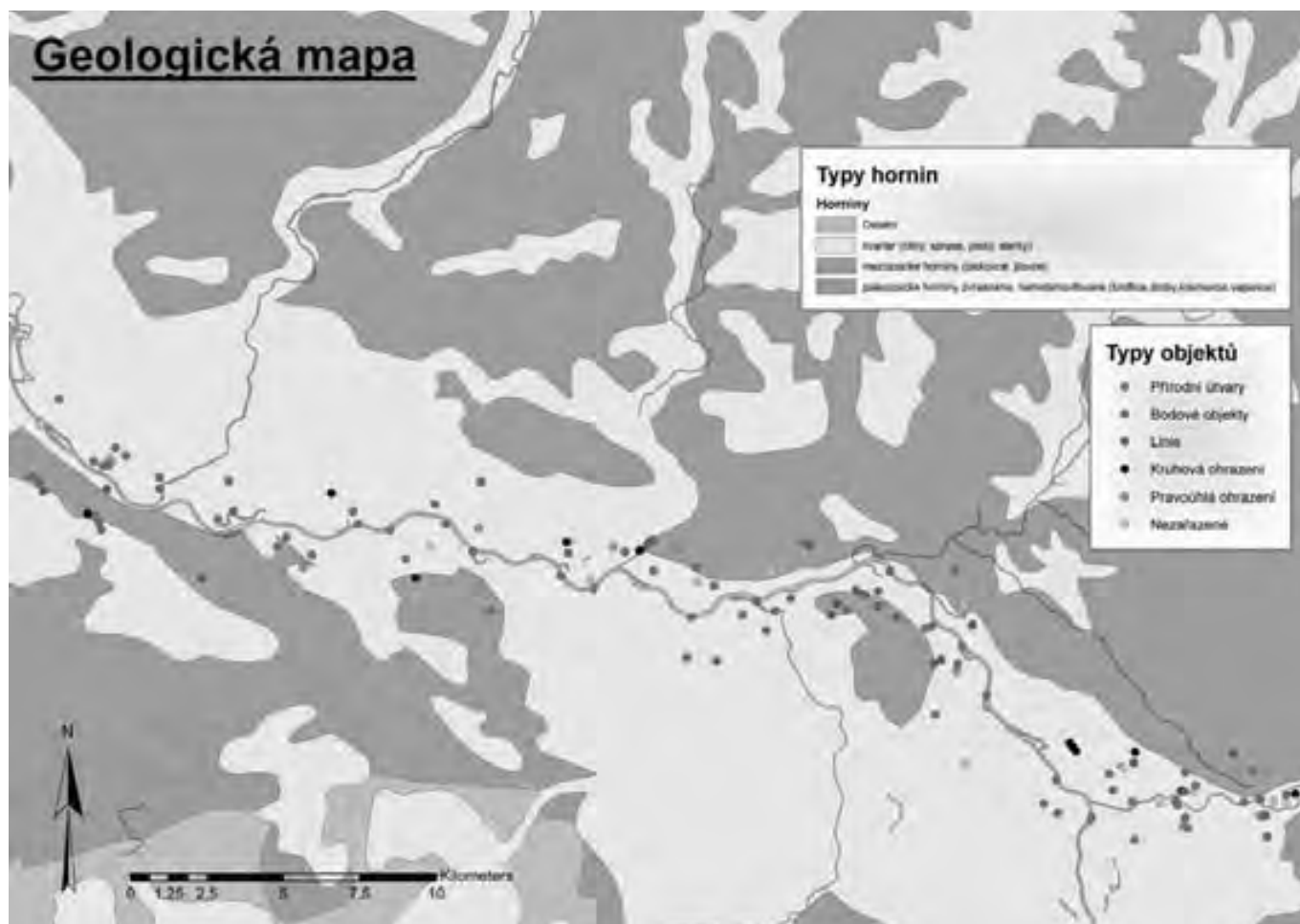
O 6 objektů/areálů méně než u prvního serveru, tedy 97, bylo zaznamenáno na mapovém portálu *Mapy.cz*, konkrétně na vrstvě kolmého snímkování z let 2004 až 2006. Procentuálně se jedná o 77 %. Neidentifikovaných objektů/areálů této vrstvy je 29, což činí 23 %. Na mapovém portálu *Mapy.cz* byla analyzována také vrstva z let 2002 až 2003, na které jsem identifikoval 56 objektů/areálů, respektive 44 %. Z hlediska objektů, které nebyly na této vrstvě zaznamenány, se jedná o 70 případů, které jde také vyjádřit jako 56 %.

Dalším analyzovaným veřejně dostupným mapovým portálem jsou *Amapy*, u kterého bylo definováno 77 pozitivních zjištění – 61 %. V případě objektů/areálů, které na této vrstvě nejsou viditelné, se jedná o 49 případů, které lze procentuálně vyjádřit jako 39 %.

U mapového serveru *1188* se poskytovaná ortofotovrstva shoduje s výše zmíněným serverem *Amapy*. Statistické výsledky se tudíž shodují: 77 pozitivních zjištění – 61 %, 49 negativních zjištění – 39 %.

Na mapovém portálu společnosti *Help Service – Remote Sensing*, konkrétně na poskytované ortofotovrstvě z roku 2004 až 2006, bylo identifikováno celkově 48 pozitivních zjištění, 38 %. Z hlediska negativních zjištění bylo určeno 78 případů, 62 %. Na mapovém portálu společnosti *Help Service – Remote Sensing* byla analyzována i druhá poskytovaná vrstva z roku 1998 až 2001, na níž bylo zachyceno 33 objektů/areálů, což procentuálně představuje 26 %. Současně nebylo nalezeno na sledované vrstvě 93 potenciálních archeologických lokalit, 74 %.

Posledním využitým zdrojem dat byl podklad kolmých snímků na serveru *České informační agentury životního prostře-*



4.7. Střední Polabí. Vizualizace potenciálních archeologických objektů/areálů v souvislosti s geologickými poměry

4.7 Middle Labe region. Visualization of potential archaeological features/areas in relation to geological conditions.

dí, *Cenia*, kde se však jedná o totožnou vrstvu jako vrstva z roku 2004 až 2006 na portálu společnosti *Help Service – Remote Sensing*. Statistické údaje se tedy mezi těmito dvěma zdroji neliší. Jedná se o 48 pozitivních zjištění – 38 % a 78 negativních zjištění – 62 %.

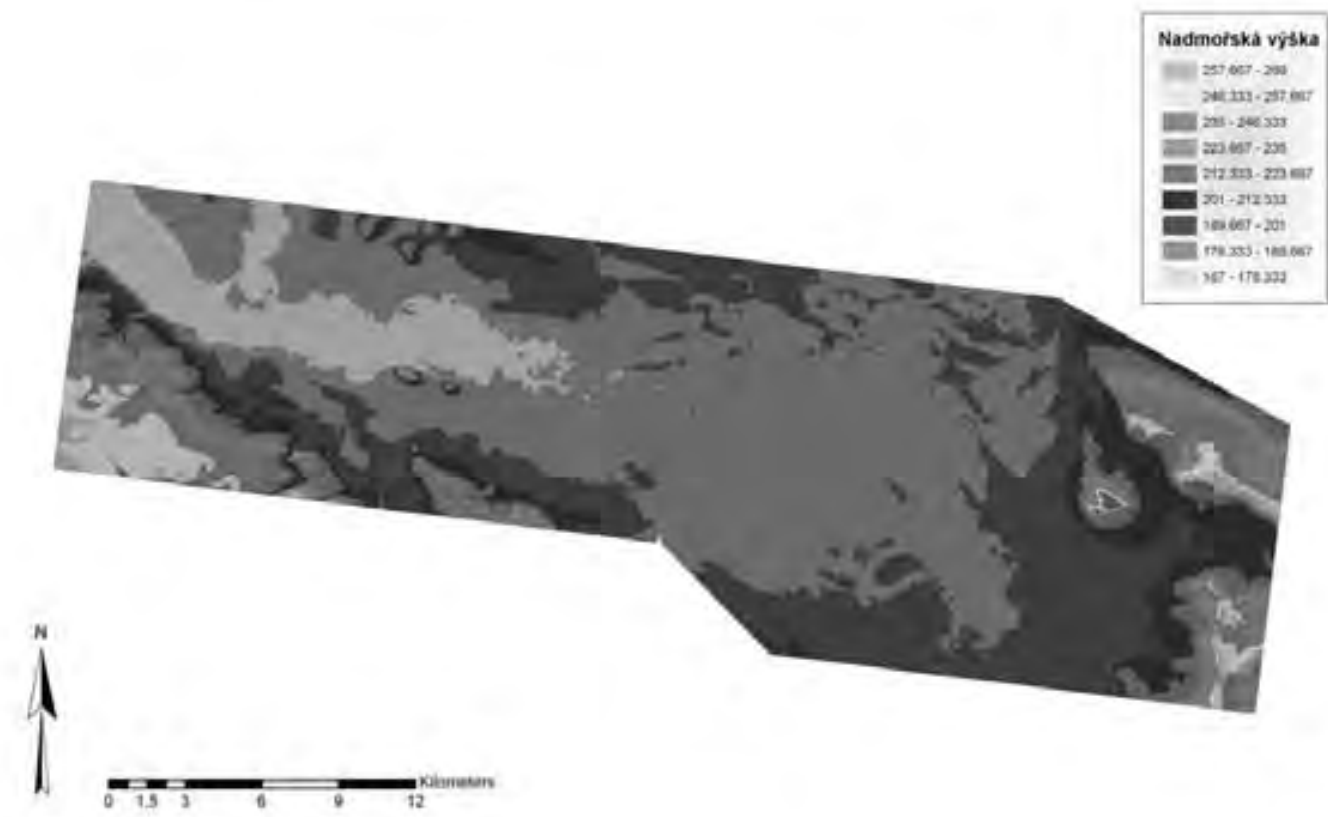
Po statistickém vyhodnocení jednotlivých zdrojů dat, pokud se kvantita objevených objektů týká, je možné konstatovat, že lze zaznamenat diametrální rozdíl mezi kolmými leteckými snímky společnosti Google a kolmými snímky poskytovanými společností *Help Service – Remote Sensing – vrstva 1998 až 2001*. Zmíněný rozdíl je možné odůvodnit faktem, že Google v dnešní době poskytuje nejkvalitnější veřejně dostupné kolmé letecké snímky (na našem území ve spolupráci s Geodis Brno). Oproti tomu vrstva na mapovém serveru společnosti *Help Service – Remote Sensing (bnhelp)* z roku 1998 až 2001 není ani zdaleka v takové kvalitě rozlišení a navíc byla vytvořena v černobílé podobě (což však může být z hlediska zviditelnění u vysoce kontrastních poloh výhodou). Vrstvu z let 2004 – 2006 na serveru *Mapy.cz*, lze statisticky i kvalitativně srovnávat s mapami společnosti *Google*. Dále lze vyzdvihnout mapové

server *Amapy a 1188*, jejichž ortofotomapa je totožná a míra pozitivních zjištění se nachází v pomyslné střední skupině (potenciálu) ze všech portálů. Výrazně méně pozitivních pozorování již lze zaregistrovat u zbývajících mapových portálů *Mapy.cz (2002 – 2003)*, *Cenia/HS Remote Sensing (2004 – 2006)* a výše zmíněný *HS Remote Sensing (1998 – 2001)*.

Objektivně lze říci, že z hlediska aplikace kolmých leteckých snímků pro archeologické účely je výběr vrstvy kolmého snímání velice citlivou záležitostí a míra pozitivních a negativních zjištění v zájmovém území se tak může výrazně lišit. Ideální a zároveň nej přesnější volbou je kombinace maximálního množství zdrojů dat.

Dle výsledků statistického vyhodnocení je zřejmé, že nejlepší volbou pro archeologické použití je mapový server společnosti Google a *Mapy.cz*, konkrétně vrstva z let 2004 až 2006. U serveru *České informační agentury pro životní prostředí* sice není míra pozitivních zjištění tak vysoká, ale jeho výhodou je snadná propojitelnost s prostředím GIS přes IMS službu a možnost analýzy ortofotomapy v kombinaci s dalšími vrstvami (horniny, půdy ad.)

DEM (Digital Elevation Model)



4.8. Digitální výškopisný model zkoumané oblasti středního Polabí, zobrazující členitost terénu sledované oblasti

4.8 Digital elevation model of the researched Middle Labe area showing articulation of terrain in the area of interest.

6.3. Evidence identifikovaných objektů/areálů na kolmých leteckých snímcích

Vytvořená mapová vrstva (mapa 1, barev. tab. IV.1.) představuje zachycené objekty/areály na kolmých leteckých snímcích, které byly vyneseny do oblasti zájmového území, kterou představují buffery LP1, LP2 a LP3.

Z mapy je patrná zvýšená kumulace zachycených objektů na hranici úseků LP2 a LP3. Tato kumulace je ve značné míře způsobena výskytem falešných příznaků, což by mohlo v případě zavlažování ukazovat na intenzivnější zemědělskou činnost v této oblasti v dnešní době. V úsecích LP2 lze zaznamenat zvýšený výskyt slepých ramen a zaniklých říčních meandrů, způsobený výraznou regulací labského toku člověkem, která je však typická, i když v menší míře, pro celou zkoumanou oblast.

6.3.1. Ztotožněné lokality šikmého a kolmého leteckého snímkování

Mapa č. 2 (barev. tab. IV.2.) vytvořená v prostředí GIS představuje grafické znázornění ztotožnění objektů/areálů kolmé-

ho leteckého snímkování, které byly identifikovány na veřejných mapových portálech, a objektů/areálů šikmého leteckého snímkování, které zaznamenal M. Gojda při průzkumu z nízko letícího letadla. Zmíněné případy jsou na mapě zasazeny do předdefinované oblasti, která je navíc rozdělena do úseků P1 až L3.

Z vytvořené mapy je zřejmé, že ztotožněné objekty/areály se koncentrují především okolo řeky Cidliny v úsecích LP1 a v oblasti Staré Boleslavi v úseku LP3. Ztotožněné objekty jsou snadno dohledatelné podle originálního evidenčního čísla, kterým jsou označeny a pod kterým jsou rovněž evidovány v databázi.

6.3.2. Geologická mapa

Za pomoci geologické mapy (mapa na obr. 4.7.) byly v zájmovém území identifikovány kvartérní horniny – hlíny, spraše, písky a štěrky (80 % objektů). Do oblasti zájmového území současně zasahují mezozoické horniny – pískovce a jílovce (19 % objektů), respektive paleozoické horniny zvrásněné, nemetamorfované (1 % objektů) – břidlice, dro-

by, křemence a vápence. Z výpočtů i mapového zobrazení byly stejně jako u půdní mapy záměrně eliminovány falešné příznaky, které mají z hlediska archeologie nulovou vypovídací hodnotu.

Z hlediska bodových objektů se 78 % objektů nachází na kvartérních horninách (hlíny, spraše, písky, štěrky). Přibližně 20 % se nachází na mezozoických horninách (pískovce, jílovce) a 2 % objektů se rozkládají v místě výskytu paleozoických hornin zvrásněných, nemetamorfovaných (břidlice, droby, křemence, vápence).

Zachycené přírodní útvary se zhruba v 91 % pozorování nacházejí na území výskytu kvartérních hornin (hlíny, spraše, písky, štěrky). Zbývajících 9 % objektů se nachází na mezozoických horninách (pískovce, jílovce).

U objektů liniového typu se míra výskytu na kvartérních horninách (hlíny, spraše, písky, štěrky) pohybuje na úrovni 62 %, zbývajících 38 % implikuje objekty s výskytem na mezozoických horninách (pískovce, jílovce).

Z hlediska výskytu nezařazených objektů je možné říci, že 83 % se jich vyskytuje na kvartérních horninách (hlíny, spraše, písky, štěrky) a 17 % na mezozoických horninách (pískovce, jílovce).

Kruhová ohrazení se svou polohou nacházejí v 82 % na kvartérních horninách (hlíny, spraše, písky, štěrky) a ve zbývajících 18 % je jejich poloha situována na území s výskytem mezozoických hornin (pískovce, jílovce).

Poslední skupinu tvoří pravouhlá ohrazení, jejichž výskyt je v 89 % na území kvartérních hornin (hlíny, spraše, písky, štěrky) a v 11 % se nacházejí na území mezozoických hornin (pískovce, jílovce).

Z výsledků je zřejmé, že převážná většina zachycených objektů se nachází na kvartérních horninách (hlíny, spraše, písky, štěrky). Obecně lze říci, že se jedná o horninový podklad, na kterém jsou potenciální archeologické lokality nejlépe zviditelňovány.

6.3.3. Digitální výškopisný model (DEM)

V případě DEM (Digital Elevation Model) se jedná o digitální mapu, která každému bodu v prostoru přiděluje konkrétní nadmořskou výšku (Kuna et al. 2004, 431). Z vrstevnicových podkladů sledovaného území byl vytvořen digitální výškopisný model terénu (obr. 4.8.), který důsledně kopíruje skutečný reliéf krajiny.

Z hlediska výškových rozdílů v krajině byly sledovány jednotlivé objevené objekty/areály a u významných poloh tento model napomohl při interpretaci, např. identifikace liniového opevnění na lokalitě Přerov nad Labem 10, kde byla po vytvoření DEM výrazně zviditelněna hradištní poloha (barev. tab. V.1., viz též kolmý snímek téže lokality na barev. tab. V.2.). Současně lze z vytvořeného modelu přesně spočítat svažitost terénu, za jejíž pomoci je možno podepřít tvrzení o sídelní aktivitě identifikovaných objektů/areálů.

7. Syntéza

Základním cílem výzkumu bylo provést analýzu sledovaného území využitím kolmých leteckých snímků na vybraných veřejně dostupných mapových portálech a identifikovat struktury archeologického zájmu s pokusem o jejich interpretaci. Z hlediska interpretace objektů/areálů objevených na kolmém leteckém snímkování lze říci, že se jedná o úkol velice obtížný a u většiny případů nemožný. Výjimkou jsou liniové objekty, u kterých byla na základě komparace s historickými mapami (II. vojenské mapování) s vysokou mírou pravděpodobnosti definována řada zaniklých komunikací. Druhou výjimkou jsou objekty recentního stáří, které byly klasifikovány jako falešné příznaky a lze je interpretovat celkem přesně v závislosti na současných analogiích. Třetí výjimku tvoří přírodní útvary, konkrétně zaniklé říční meandry a slepá ramena, která lze rovněž celkem přesně identifikovat. Z důvodu nedostatečného rozlišení kolmých snímků však v této práci u zbývajících objektů došlo k omezení na obecnou interpretaci objektů jako stopy po sídelní, pohřební či těžební aktivitě.

Dalším stanoveným cílem bylo analyzovat a porovnat výsledky průzkumu z jednotlivých zdrojů (mapových serverů). Ze zjištěných výsledků je zřejmé, že mezi analyzovanými zdroji kolmého leteckého snímkování existují diametrální rozdíly a to především v kvalitě rozlišení poskytovaných snímků. Od tohoto faktu se odvíjí míra objevených objektů/areálů. Po porovnání statistických dat mezi jednotlivými servery bylo zjištěno, že pro analýzu reliéfu krajiny kolmým leteckým snímkováním za účelem identifikace potenciálních archeologických lokalit je nejlépe využitelný server společnosti Google a ortofotomapa z let 2004 až 2006 poskytovaná na portále Mapy.cz.

Dále byla snaha identifikovat vybrané lokality ze šikmých leteckých fotografií (Archiv leteckých snímků AÚ AV ČR v Praze) na kolmých leteckých snímcích sledovaných portálů. Po porovnání obou zdrojů dat (jak kolmých, tak šikmých leteckých snímků) autor dospěl k závěru, že na kolmých snímcích lze bezpečně identifikovat přibližně polovinu potenciálních archeologických lokalit, které byly prvotně zachyceny na šikmých snímcích a téměř dvojnásobek nových potenciálních objektů/areálů archeologického zájmu, než bylo objeveno leteckou prospekci. Veřejně dostupné mapové portály by tak mohly být v kombinaci se šikmým leteckým snímkováním významným přínosem pro archeologické bádání.

Další kroku se zaměřil na vynesení identifikovaných objektů/areálů do geologické mapy sledovaného území v prostředí GIS. Pokud se geologického podloží týká, tak většina zaznamenaných objektů/areálů se rozkládá na kvartéru – hlínách, spraších, píscích, štěrcích, které jsou ideálním podkladem pro zviditelnění archeologických objektů.

V neposlední řadě se práce věnovala vytvoření digitálního výškopisného modelu sledovaného území, díky kterému došlo ke zvýraznění významných prvků v krajině, za jejichž pomoci se podařilo upřesnit interpretaci vybraných objektů.

8. Závěr

Z výsledků práce je zřejmé, že veřejně dostupné mapové portály disponují velkým potenciálem pro objevování nových archeologických objektů/areálů či evidenci již známých lokalit. Z tohoto hlediska je všeobecný přínos veřejně dostupného kolmého snímkování nezpochybnitelný. V současné době lze sledovat rychle se rozvíjející trend využívat této metody v archeologii, obzvláště v zahraničí. Na druhou stranu je třeba zdůraznit fakt, ke kterému autor dospěl analýzou jednotlivých zdrojů dat, že kolmé letecké snímky z veřejně dostupných mapových serverů jsou již dnes velice přínosné pro archeologii, ale zatím nemožnou plnohodnotně nahradit šikmé letecké snímkování.

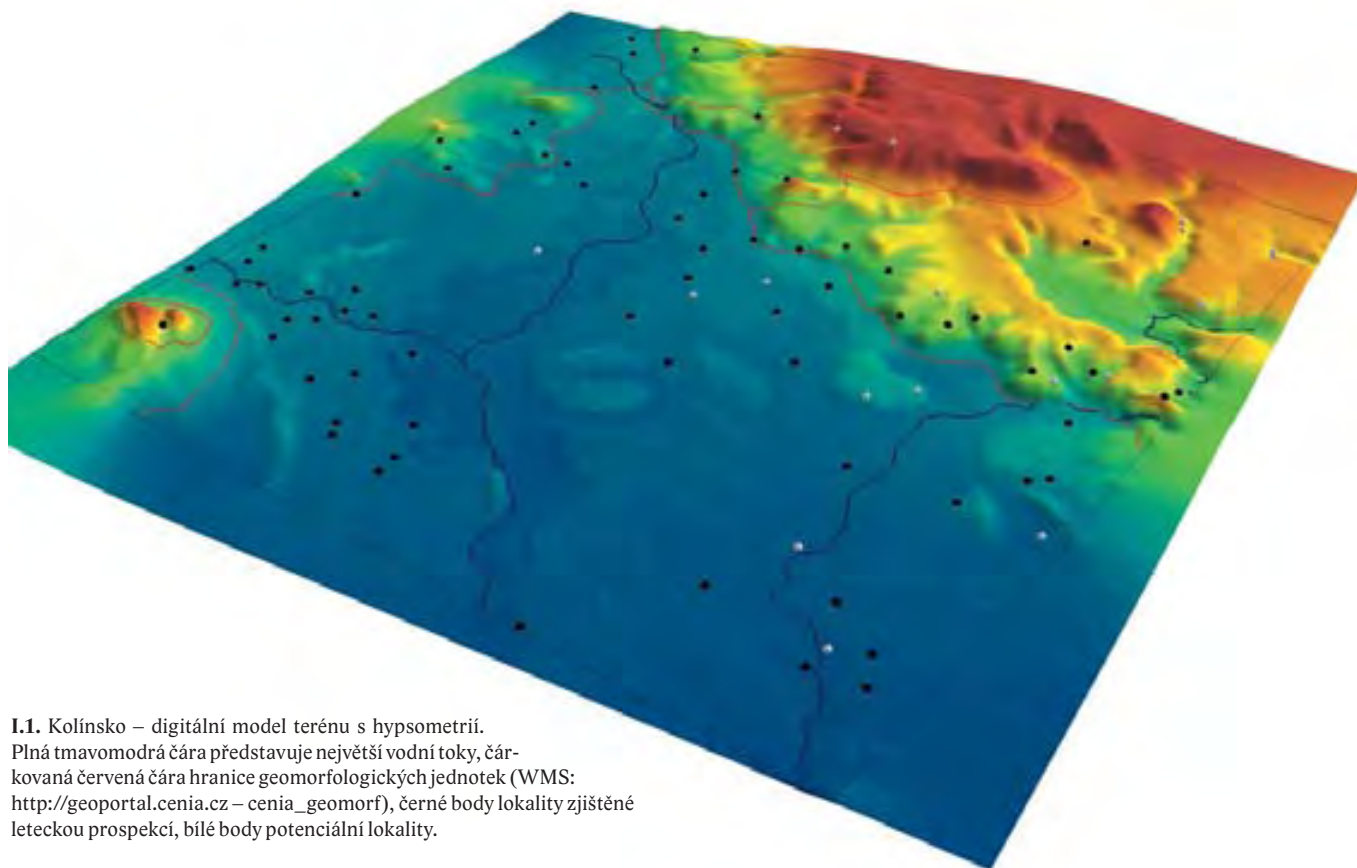
Pokud se identifikace objektů/areálů v krajině týká, lze konstatovat, že šikmé letecké snímkování je zvýhodněno z hlediska dlouhodobého systematického výzkumu, prováděného od roku 1992, a do budoucna může současné množství objevených objektů/areálů ještě narůstat. Domnívám se, že množství objevených objektů/areálů za pomoci šikmého leteckého snímkování není ještě zdaleka vyčerpáno. V této práci však bylo prokázáno, že za pomoci kolmého leteckého snímkování je možné rovněž identifikovat velké množství potenciálních archeologických lokalit. Kolmé letecké snímkování navíc pracuje s prostorem komplexněji než šikmé letecké snímkování a dají se za jeho pomoci sledovat prostorové vztahy v širším krajině měřítku. Naopak šikmé letecké snímkování poskytuje detailnější pohled na konkrétní sledovaný objekt/areál.

Hlavní výhodou veřejně dostupných mapových portálů, respektive poskytovaných ortofotomap, je nenáročnost příprav před analýzou zvoleného území (řešitel může analyzovat krajinu z tepla domova), finanční požadavky (technické vybavení) a možnost okamžité práce se získanými daty (GIS, databáze ad.).

Do budoucna je možné předpokládat, že integrace dat DPZ do archeologického bádání napomůže k navýšení pramenné základny a jejich využití se v naší archeologii stane běžnou součástí heuristiky (sběru dat).

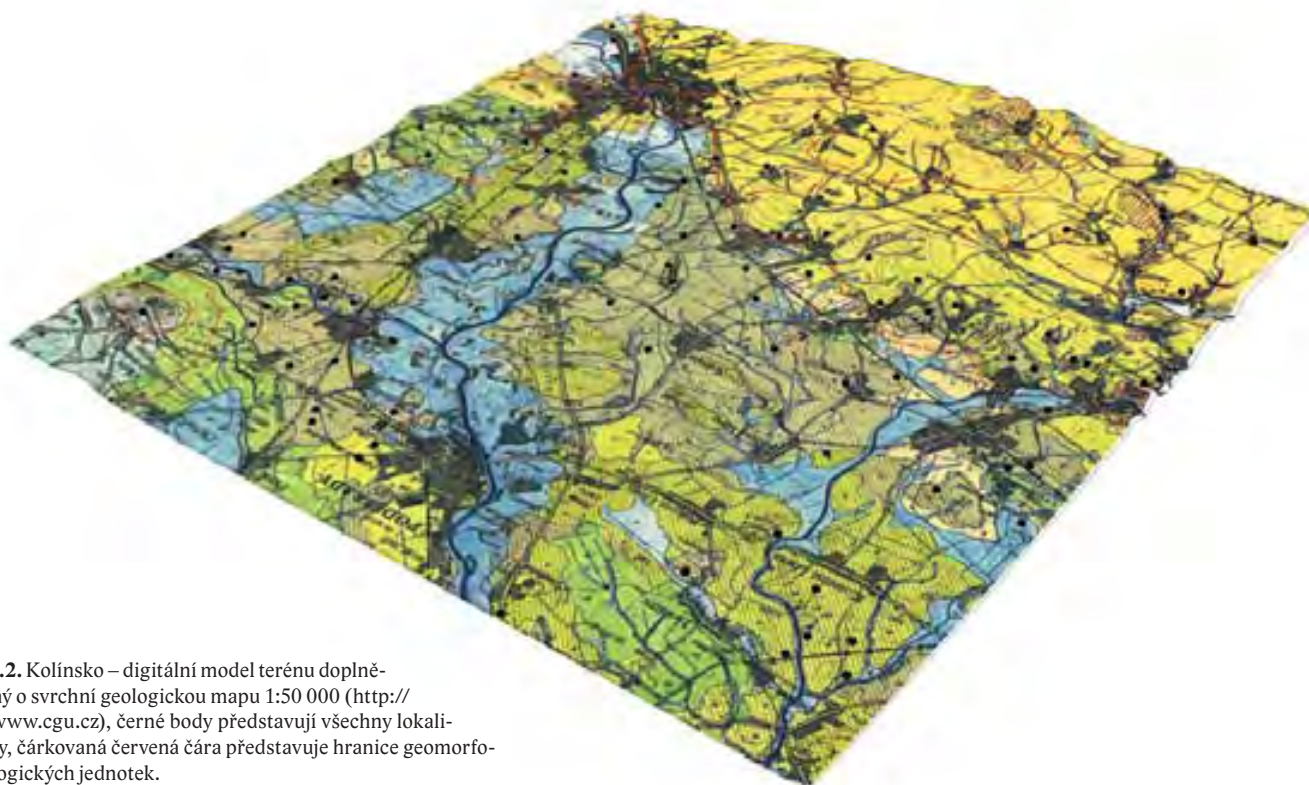
Summary

The main intention of this work is to analyze the selected area of the middle Labe with the help of free map internet servers. Features of anthropogenic and nature origin with the application of provided layers of remote sensing were identified there. The other aim is to attempt explicate registered objects in light of the function and age in the landscape context. Important step is to compare the data from the free map servers and evaluate the potential for archaeological research. The significant part of this work tends to identify the features registered with the remote sensing and the archaeological sites discovered from the air by the aerial archaeology. This step also shows how many features were generally discovered by the remote sensing. The identified objects were interpreted in light of the type of object as well (maculae, circle enclosure etc.) The heed was given to elimination of the false appearances, which can negatively influence the remote sensing analysis. The parts of this work are the map layouts created in the Geographic information system with intent to observe the remote sensing discovered objects in relation to the geological base. The objects registered with the remote sensing were intent also in relation to elevation. From the detected results is obvious, that remote sensing, or more precisely the provided layers on the free map servers, afford a high potential for future archaeological survey and the application of this method still increases. In the future, this method could help to amplify the source base of the immovable archaeological monuments.



I.1. Kolínsko – digitální model terénu s hypsometrií. Plná tmavomodrá čára představuje největší vodní toky, čárkovaná červená čára hranice geomorfologických jednotek (WMS: http://geoportal.cenia.cz – cenia_geomorf), černé body lokality zjištěné leteckou prospekci, bílé body potenciální lokality.

I.1 Kolín region – digital terrain model including hypsometry. Full dark blue line represents largest water streams, dashed red line represents boundaries of geomorphologic units (WMS: http://geoportal.cenia.cz – cenia_geomorf), black points represent sites discovered during aerial survey and white point represent potential sites.



I.2. Kolínsko – digitální model terénu doplněný o svrchní geologickou mapu 1:50 000 (<http://www.cgu.cz>), černé body představují všechny lokality, čárkovaná červená čára představuje hranice geomorfologických jednotek.

I.2 Kolín region – digital terrain model including geological map 1:50 000 (<http://www.cgu.cz>), black points represent all sites, dashed red line represents boundaries of geomorphologic units.



II.1. Cerhenice 2, foto M. Gojda.

II.1 Cerhenice 2, photographed by M. Gojda



II.2. Libice nad Cidlinou 1 – hradiště, foto M. Gojda.

II.2 Libice nad Cidlinou 1 – hillfort, photographed by M. Gojda



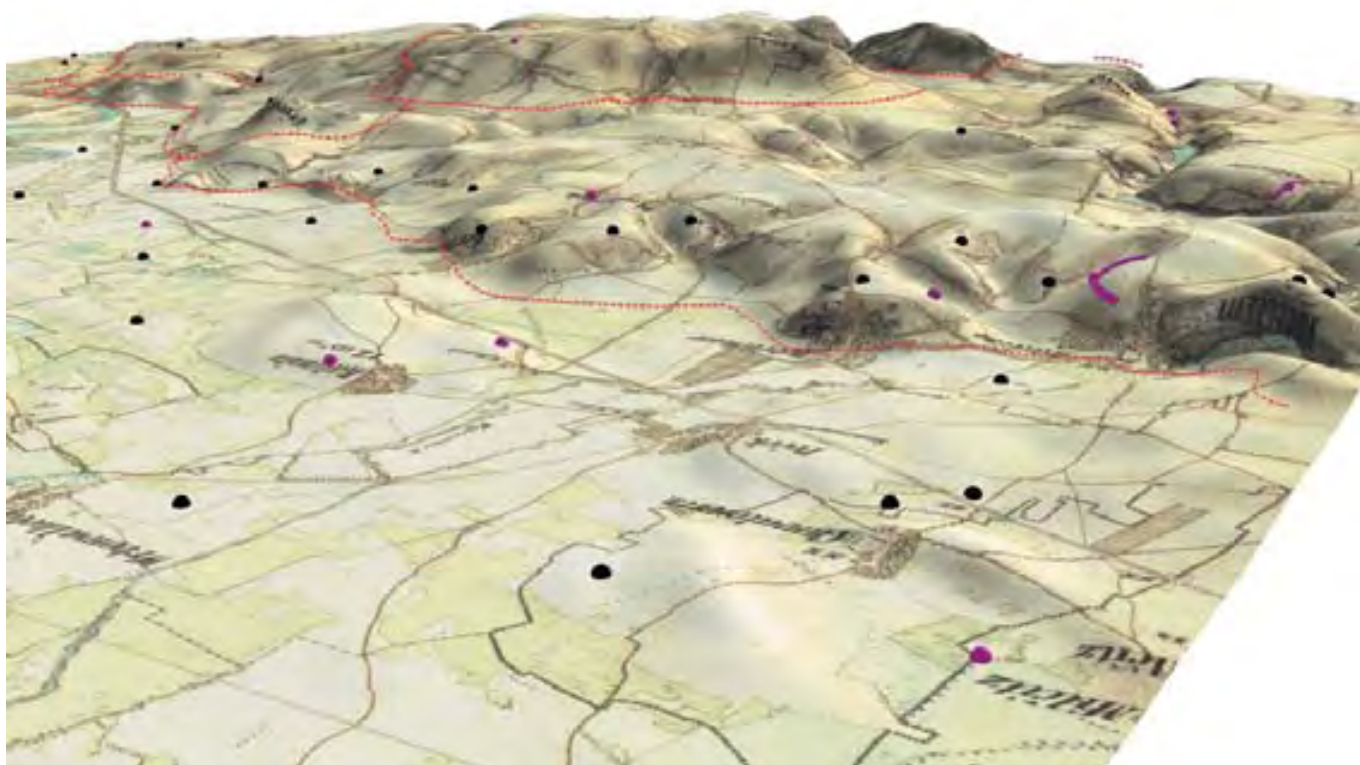
II.3. Opolany 2, foto M. Gojda.

II.3 Opolany 2, photographed by M. Gojda



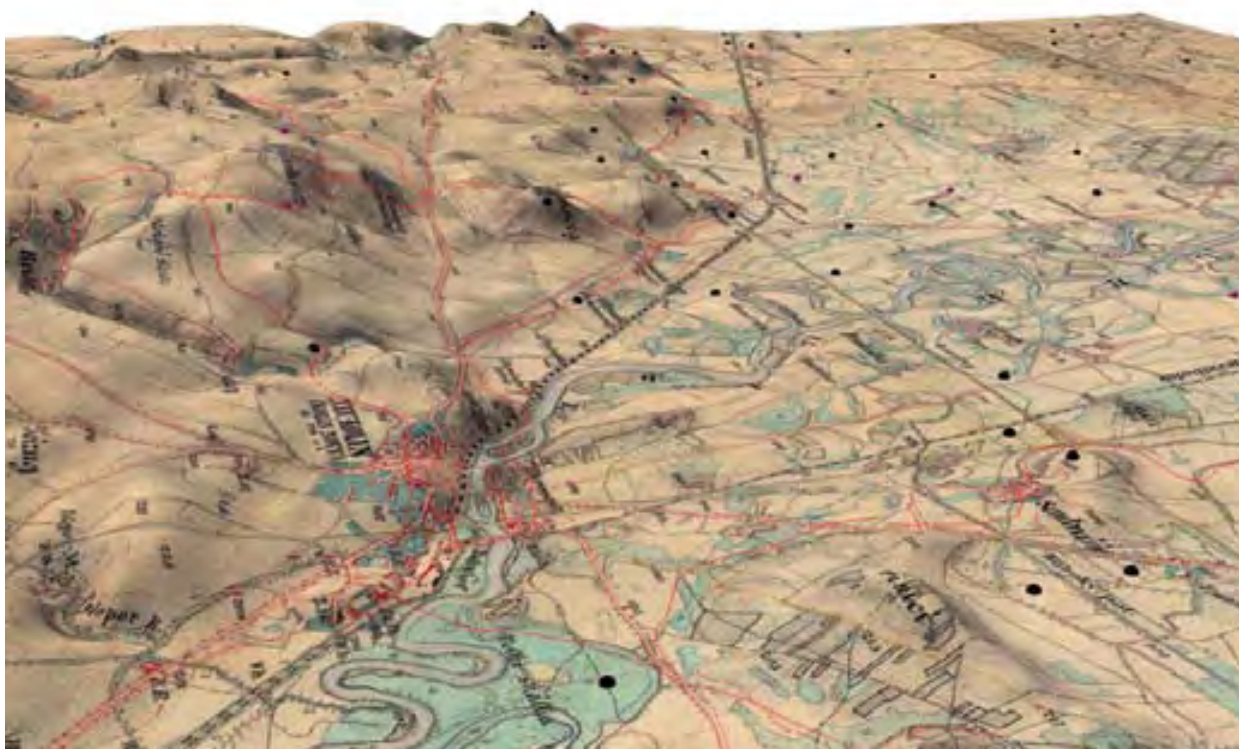
II.4. Poděbrady 3, foto M. Gojda.

II.4 Poděbrady 3, photographed by M. Gojda



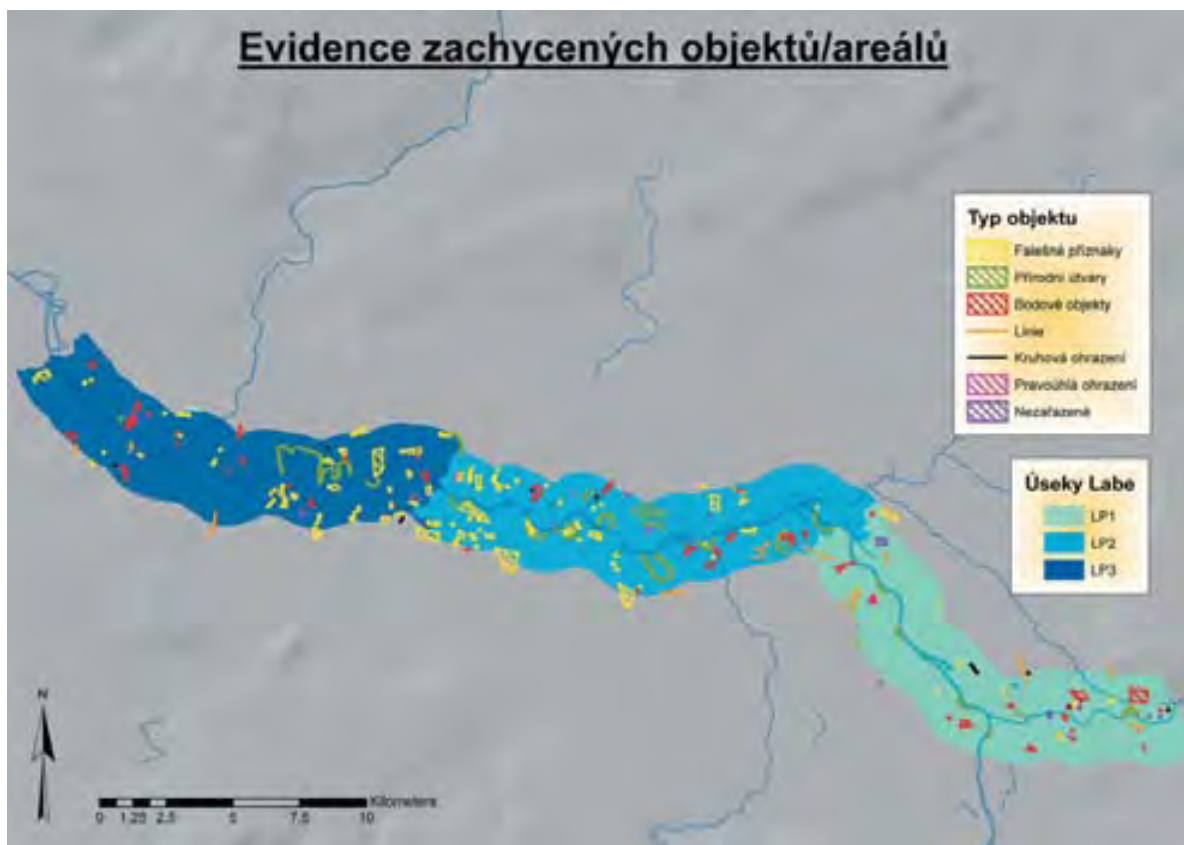
III.1. Kolínsko – detail digitálního modelu terénu doplněného o mapu II., vojenského mapování (www.oldmaps.geolab.cz), černé body lokality zjištěné leteckou prospekci, fialové body a linie potenciální lokality, čárkovaná červená čára představuje hranice geomorfologických jednotek. Převýšení osy Z = 5.

III.1 Kolín region – digital terrain model including the Second Military Mapping (www.oldmaps.geolab.cz), black points represent sites discovered during aerial prospecting, violet points and lines represent potential sites, dashed red line represents boundaries of geomorphologic units. Axis elevation Z = 5.



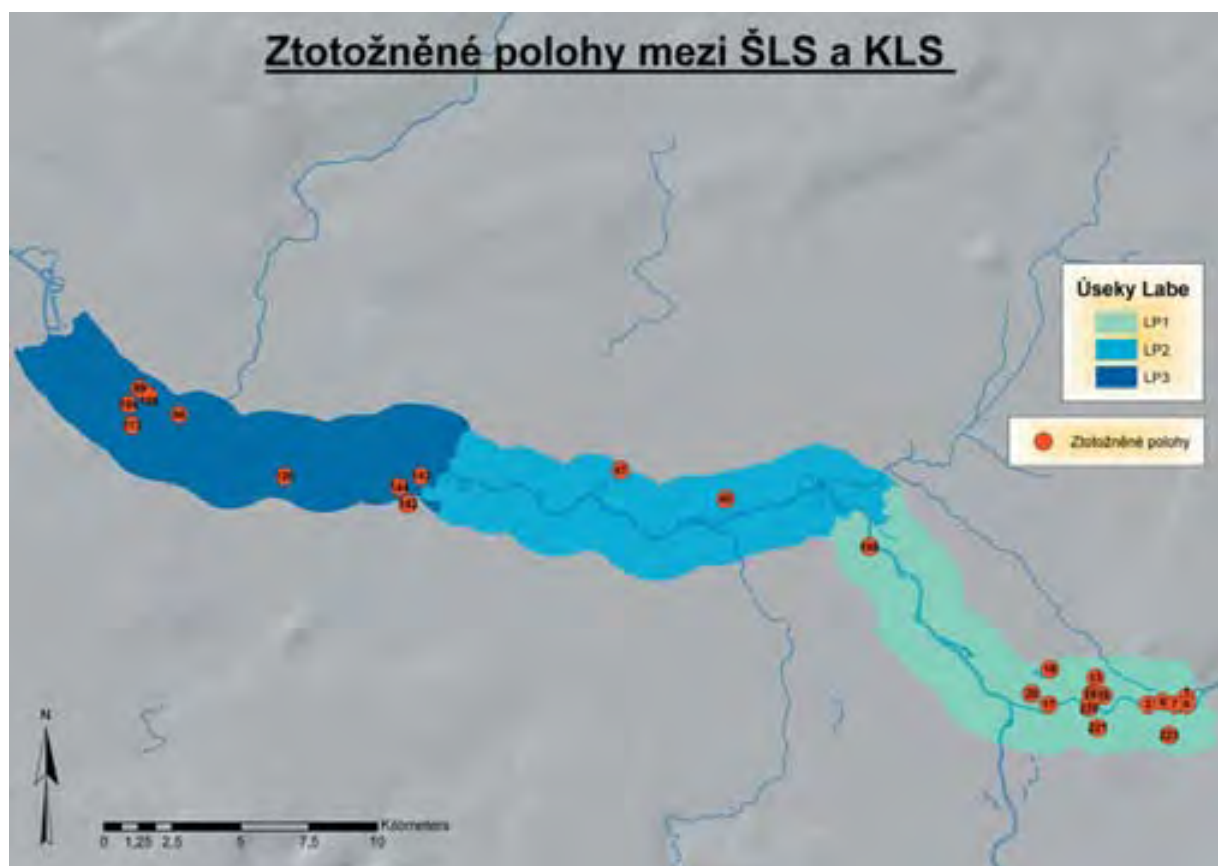
III.2. Kolínsko – detail digitálního modelu terénu doplněného o mapu III., vojenského mapování (www.oldmaps.geolab.cz), černé body lokality zjištěné leteckou prospekci, fialové body a linie potenciální lokality, čárkovaná červená čára představuje hranice geomorfologických jednotek. Převýšení osy Z = 5.

III.2 Kolín – region, digital terrain model including the Third Military Mapping (www.oldmaps.geolab.cz), black points represent sites discovered during aerial prospecting, violet points and lines represent potential sites, dashed red line represents boundaries of geomorphologic units. Axis elevation Z = 5.



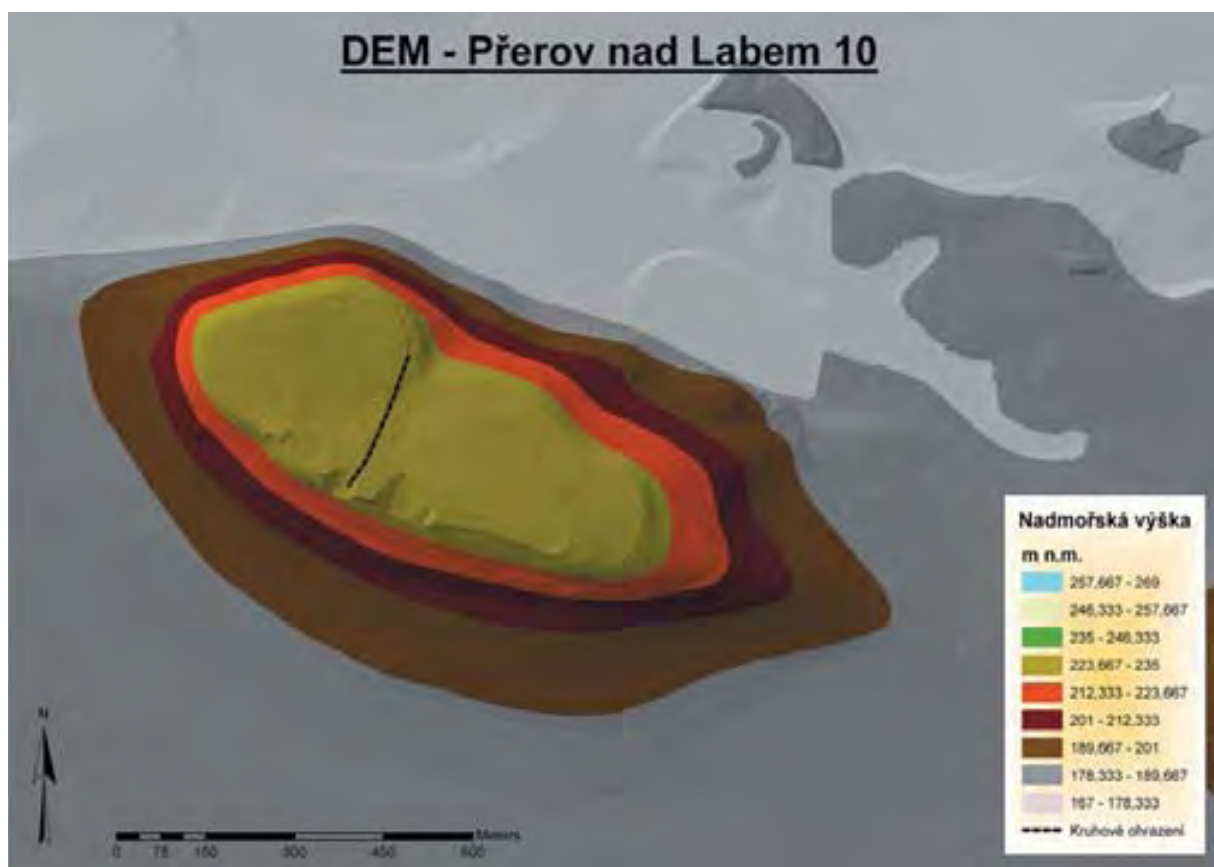
IV.1. Střední Polabí. Vizualizace objektů evidovaných v úsecích P1 – P3 a L1 – L3

IV.1 Middle Labe region. Visualization of features documented in transects P1 – P3 and L1 – L3



IV.2. Střední Polabí. Vizualizace ztotožněných objektů na ortofotomapách a šikmých leteckých snímcích v úsecích P1 – P3 a L1 – L3

IV.2 Middle Labe region. Visualization of identified features on orthophoto maps and oblique aerial photographs in transects P1 – P3 and L1 – L3.



V.1. Přerov nad Labem 10, okr. Nymburk, DEM s vyznačenou linií příčného příkopu

V.1 Přerov nad Labem 10, Nymburk region, DEM, line of the transverse ditch indicated



V.2. Přerov nad Labem 10, okr. Nymburk, kolmé letecké snímkování, několikanásobná linie zaniklých příkopů (zdroj Google Maps – Google Earth, 17. 2. 2009)

V.2 Přerov nad Labem 10, Nymburk district, vertical aerial photographs, lines of multiple ditches (source: Google Maps – Google Earth, 17. 2. 2009)



VI.1. Ohrazení u Křečhoře, I. vojenské mapování (<http://oldmaps.geolab.cz/>)

VI.1 Enclosure at Křečhoř, First Military Mapping, (<http://oldmaps.geolab.cz/>)



VI.2. Ohrazení u Křečhoře, II. vojenské mapování (<http://oldmaps.geolab.cz/>)

VI.2 Enclosure at Křečhoř, Second Military Mapping (<http://oldmaps.geolab.cz/>)



VI.3. Ohrazení u Křečhoře, ortofotomapa č.4 (<http://www.mapy.cz>)

VI.3 Enclosure at Křečhoř, orthophoto map 4 (<http://www.mapy.cz>)



VI.4. Ohrazení u Křečhoře, ortofotomapa č.5 (<http://www.bnhelp.cz>)

VI.4 Enclosure at Křečhoř, orthophoto map 5 (<http://www.bnhelp.cz>)



VII.1. Velké Chvalovice 1, ortofotomapa č.4 (<http://www.mapy.cz>)

VII.1 Velké Chvalovice 1, orthophoto map 4 (<http://www.mapy.cz>)



VII.2. Velké Chvalovice 1 (foto M. Gojda)

VII.2 Velké Chvalovice 1, (photographed by M. Gojda)



VII.3. Radim u Kolína 2, ortofotomapa č.1 (<http://maps.google.cz/>)

VII.3 Radim u Kolína 2, orthophoto map 1 (<http://maps.google.cz/>)



VII.4. Radim u Kolína 2 (foto M. Gojda)

VII.4 Radim u Kolína 2, (photographed by M. Gojda)



VII.5. Radim u Kolína 3, ortofotomapa č.4 (<http://www.mapy.cz>)

VII.5 Radim u Kolína 3, orthophoto map 4 (<http://www.mapy.cz>)



VII.6. Radim u Kolína 3 (foto M. Gojda)

VII.6 Radim u Kolína 3, (photographed by M. Gojda)



VIII.1. Kostelní lhota (2), pravoúhlé ohrazení, ortofotomapa č.1 (<http://maps.google.cz/>)

VIII.1 Kostelní Lhota (2), rectangular enclosure, orthophoto map 1 (<http://maps.google.cz/>)



VIII.2. Kouřim (1), maculae, ortofotomapa č.4 (<http://www.mapy.cz>)

VIII.2 Kouřim (1), maculae, prthophoto map 4 (<http://www.mapy.cz>)



VIII.3. Nová Ves I 2-3, maculae, ortofotomapa č.4 (<http://www.mapy.cz>)

VIII.3 Nová Ves I 2 – 3, maculae, orthophoto map 4 (<http://www.mapy.cz>)



VIII.4. Ratenice (1), maculae, ortofotomapa č.4 (<http://www.mapy.cz>)

VIII.4 Ratenice (1), maculae, orthophoto map 4 (<http://www.mapy.cz>)



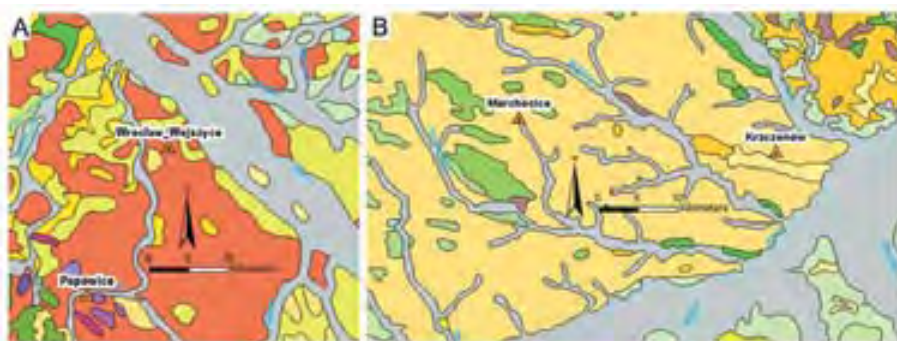
VIII.5. Velké Chvalovice 3, maculae, ortofotomapa č.4 (<http://www.mapy.cz>)

VIII.5 Velké Chvalovice 3, maculae, orthophoto map 4 (<http://www.mapy.cz>)



VIII.6. Křečhoř (2), maculae, ortofotomapa č.1 (<http://maps.google.cz/>)

VIII.6 Křečhoř (2), amculae, orthophoto map 1 (<http://maps.google.cz/>)



IX.1. Výřezy z geologické mapy. **A** – Popowice a Wrocław-Wojszyce leží na štěrkopiscích (červenohnědá barva). **B** – Marchocice a Krzczonów leží na spraších (křídová barva).

IX.1 Cut out from geologic map. **A** – Popowice and Wrocław-Wojszyce are situated on gravelous sands (red-brown color). **B** – Marchocice and Krzczonów are situated on loess (chalky color).



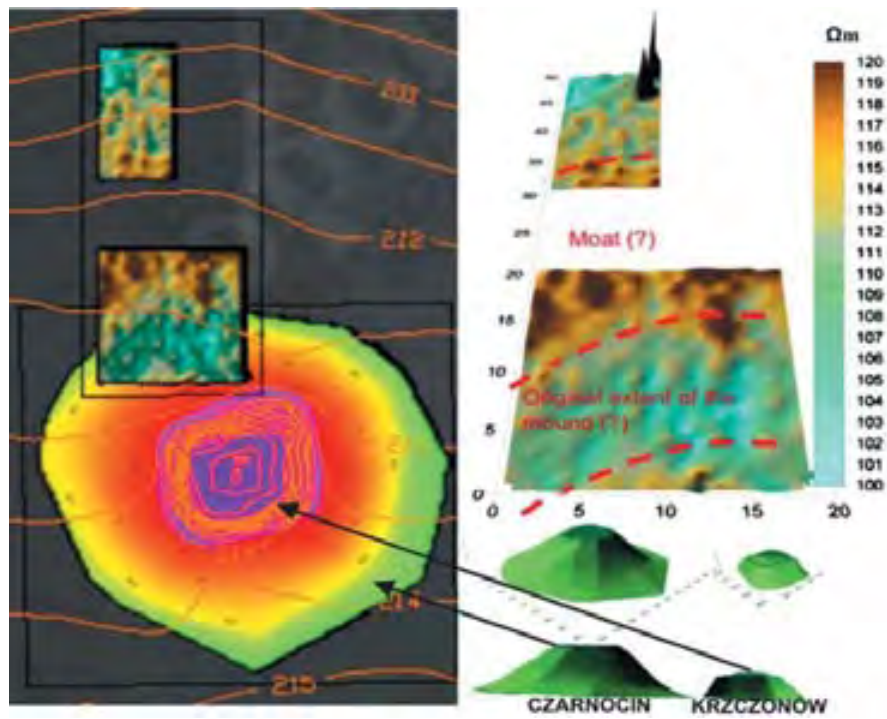
IX.2. Wrocław-Wojszyce. Detail satelitního snímku, objekty 1 – 6 maculae, a staršího ortofota, obj. 7 – zaniklý počátek vodoteče s prameništěm. (zdroj: Google Earth a Geoportal; převzato a upraveno).

IX.2 Wrocław-Wojszyce. Detail of a satellite photograph, features 1 – 6 maculae, and older orthophoto, feature 7 – deserted beginning of a water stream with spring area. (source: Google Earth a Geoportal; adapted).



X.1. Marchocice. Detail satelitního snímku s 8 liniemi zviditelněnými na základě půdních (č. 2 – 8), resp. porostového příznaku – č. 1. (© Digital Globe, Google Earth; převzato a upraveno).

X.1 Marchocice. Detail of a satellite photograph showing 8 lines visualized on the base of soil (numbers 2 – 8) respectively growth marks – number 1 ((© Digital Globe, Google Earth; adapted).



X.2. Krzczonów. Pravá strana: výsledky geoelektrického odporového měření (nahore) a digitální modely terénu motte v Czarnocině a Krzczonówě (dole). Levá strana: Porovnání vrstevnicových reprezentací obou motte (fialová – Krzczonów, zeleno-žluto-červená – Czarnocin) spolu s výsledky odporového měření (podle Břejcha – Wroniecki in tisku, Fig. 2).

X.2 Krzczonów. Right side: results of geoelectric resistance measurement (above) and digital terrain models of motte in Czarnocin and Krzczonów (below). Left side: Comparison of level line interpretations of both motte sites (violet – Krzczonów, green – yellow – red – Czarnocin) to results of resistance measurements (after Břejcha – Wroniecki in print, Fig. 2)



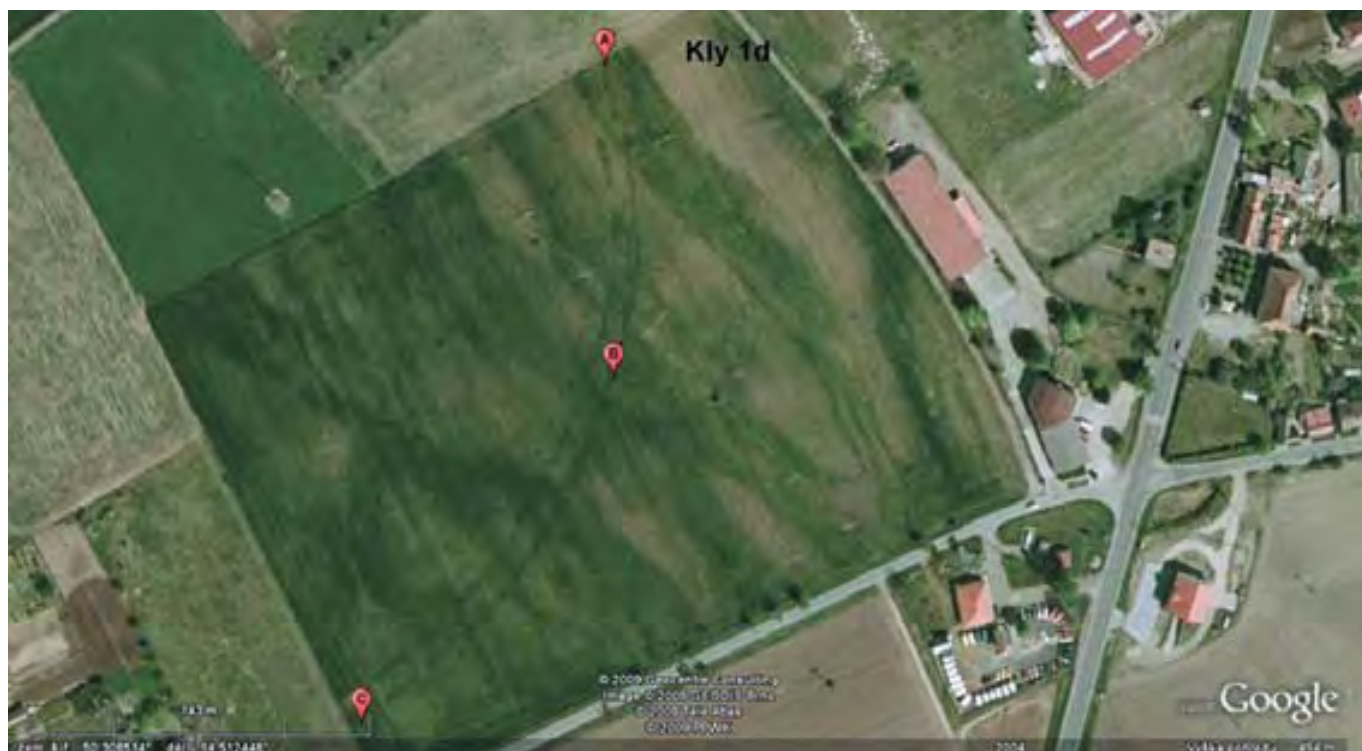
XI.1. Straškov (LT), poloha 1: ortofoto s vyznačenou plochou výskytu porostových příznaků pravěkého sídelního areálu (zdroj: Google Earth)

XI.1 Straškov (LT), area 1: orthophoto showing area of visible growth marks indicating a Prehistoric settlement area (source: Google Earth)



XI.2. Straškov (LT), poloha 1: šikmý snímek lokality, 27. 7. 2008 (zdroj: ARÚ AV ČR – Archiv leteckých snímků)

XI.2 Straškov (LT), area 1: oblique photograph of the site, 27.7. 2008 (source: ARÚ AV ČR – Archiv leteckých snímků)



XII.1. Kly (ME), poloha 1: ortofoto s body označujícími polohu eneolitického příkopového systému (zdroj: Google Earth)

XII.1 Kly (ME), area 1: orthophoto showing position of Eneolithic ditch system (source: Google Earth)



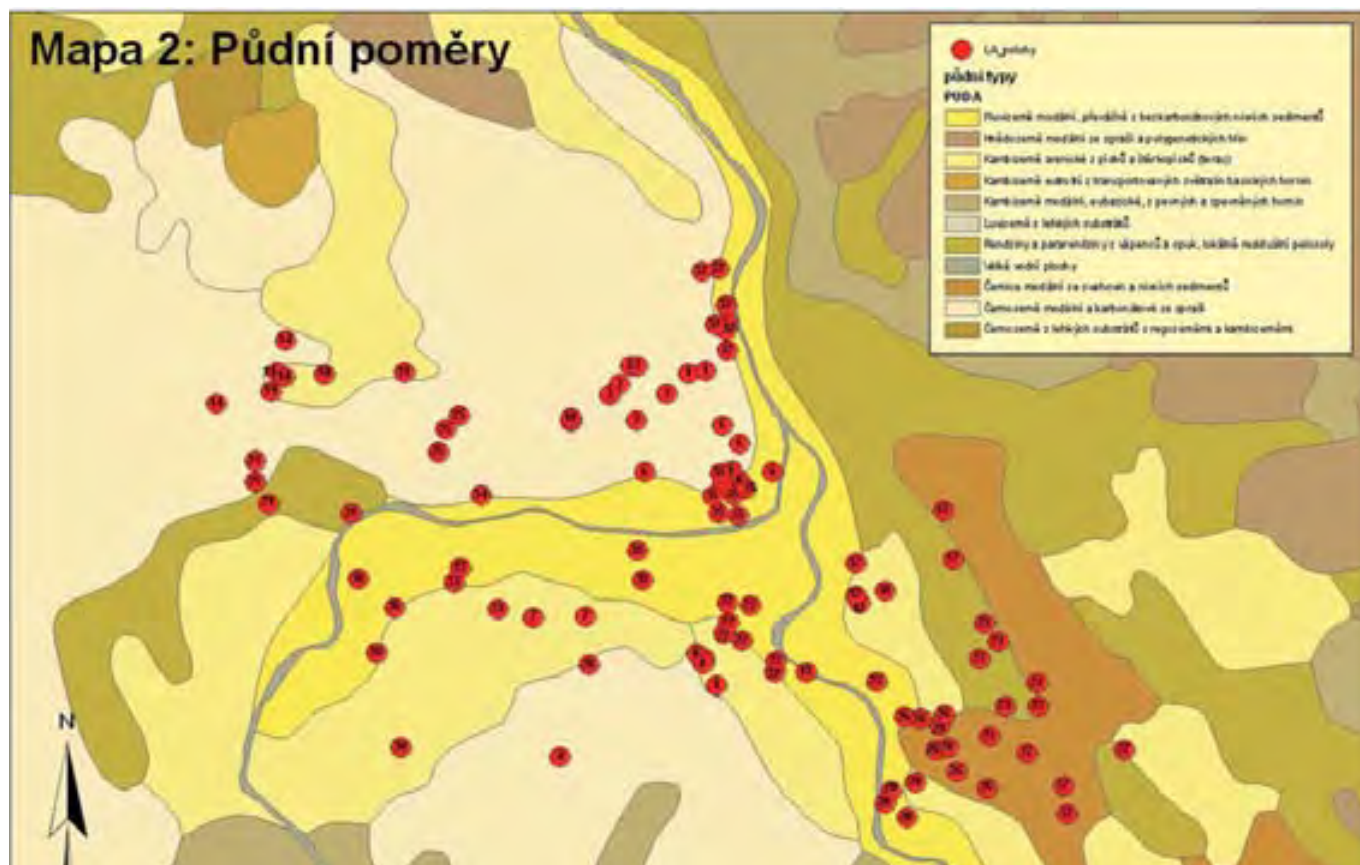
XII.2. Mlékojedy (LT), poloha 1: ortofoto s body označujícími polohu novověké polygonální reduty (zdroj: Google Earth)

XII.2 Mlékojedy (LT), area 1: orthophoto including points showing position of modern polygonal redoubt (source: Google Earth)



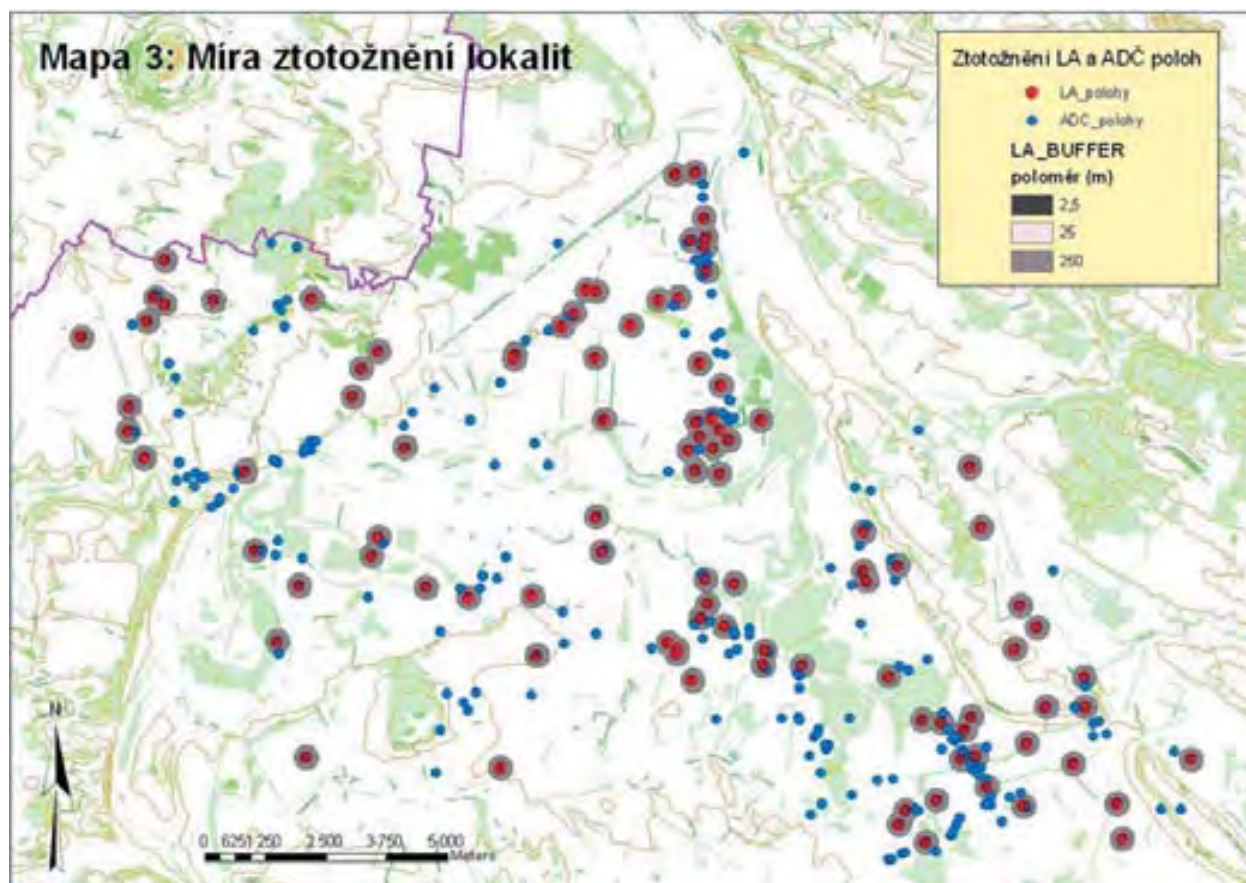
XIII.1. Mělnicko: geologické poměry

XIII.1 Mělník region: geological conditions.



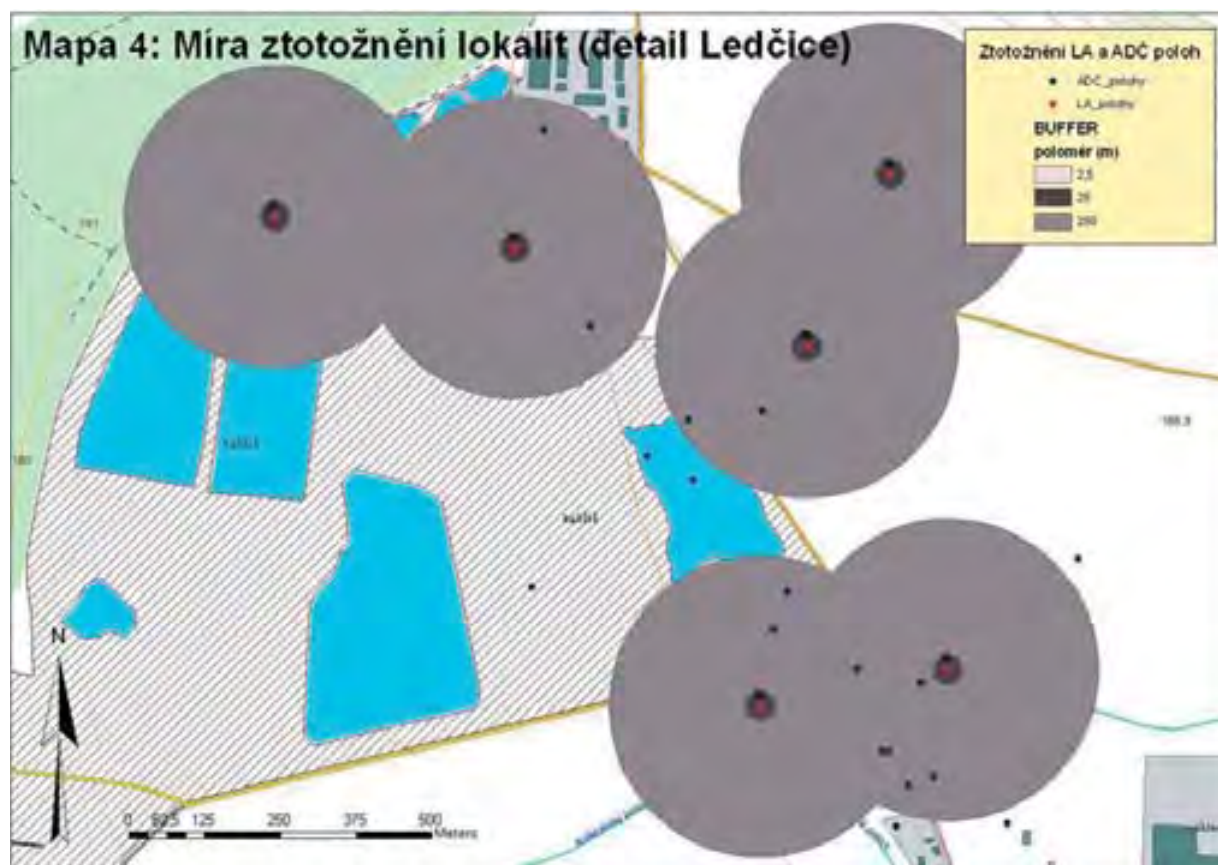
XIII.2. Mělnicko: půdní poměry

XIII.2 Mělník region: soil conditions.



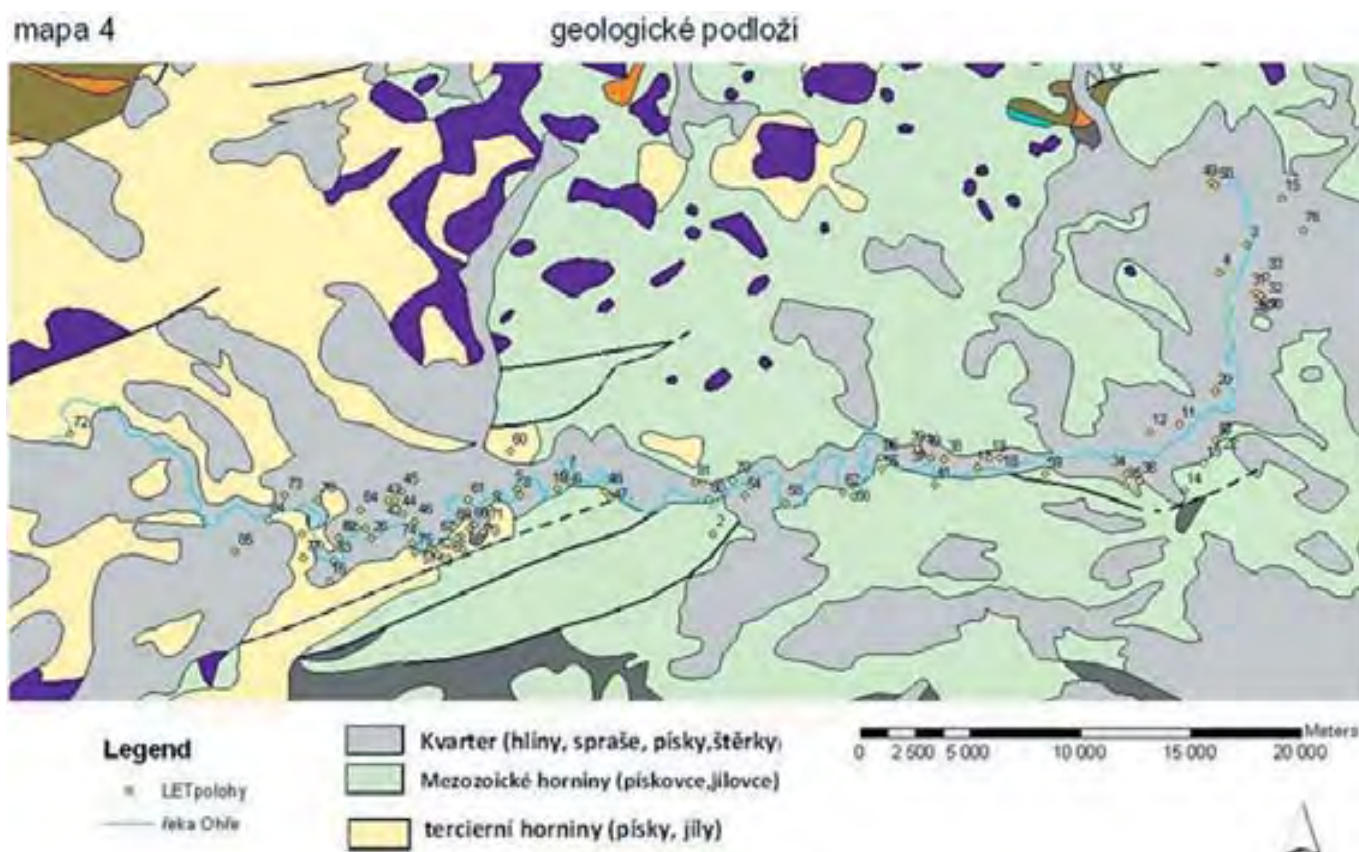
XIV.1. Mělnicko. Ztotožnění lokalit identifikovaných leteckou prospekci s lokalitami objevenými ze země

XIV.1 Mělník region. Identification of sites discovered by aerial prospecting to sites found during field research.



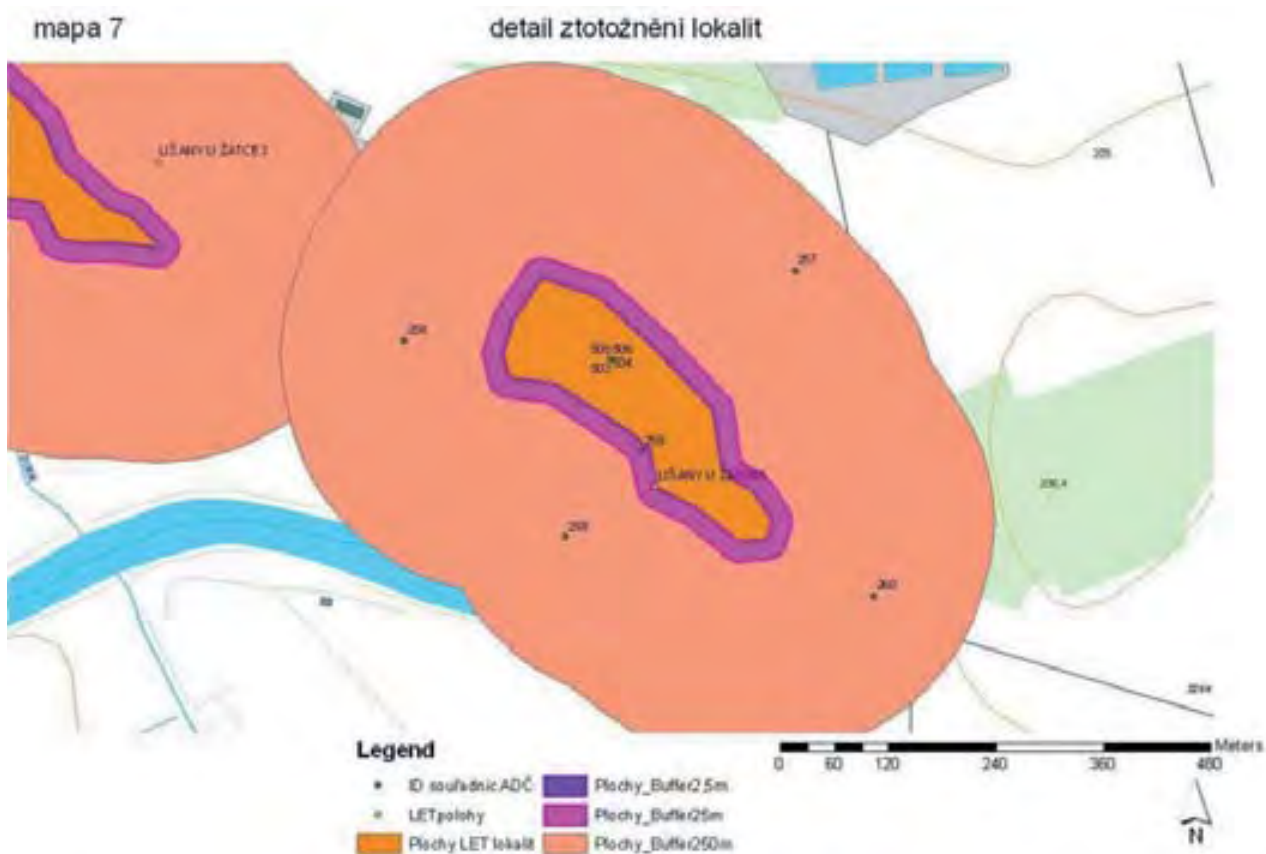
XIV.2. Mělnicko. Ztotožnění lokalit identifikovaných leteckou prospekci s lokalitami objevenými ze země (detail: Přívory)

XIV.2 Mělník region. Identification of sites discovered by aerial prospecting to sites found during field research. (Detail: Přívory)



XV.1. Poohrří. Umístění lokalit identifikovaných při leteckém průzkumu ve vztahu k podloží

XV.1 Ohře River region. Position of sites discovered during aerial survey in relation to subsoil.



XV.2. Poohří. Ztotožnění lokalit identifikovaných leteckou prospekci s lokalitami objevenými ze země (detail: Lišany)

XV.2 Ohře River region: Identification of sites discovered by aerial prospecting to sites found during field research. (Detail: Lišany)



XVI.1. Poohří – Hradiště. Celkový pohled na zviditelněnou linii zaniklé cesty s vysazenou alejí (zdroj: ARÚ – Archiv leteckých snímků).

XVI.1 Ohře River region – Hradiště. Overall view of the visible part of deserted road with planted alley (source: ARÚ AV ČR – Archiv leteckých snímků).



XVI.2. Poohří – Hradiště. Detailní téměř kolmý pohled na část zviditelněné linie zaniklé cesty s vysazenou alejí (zdroj: ARÚ – Archiv leteckých snímků)

XVI.2 Ohře River region – Hradiště. Detailed almost vertical view of the visible part of deserted road with planted alley (source: ARÚ AV ČR – Archiv leteckých snímků).



XVI.3. Poohří – Hradiště. Dnes zaniklá cesta s alejí na katastru Hradiště ve výřezu z II.. vojenského mapování

XVI.3 Ohře River region – Hradiště. Deserted road with planted alley on the Hradiště cadastre in transect of the Second Military Mapping.



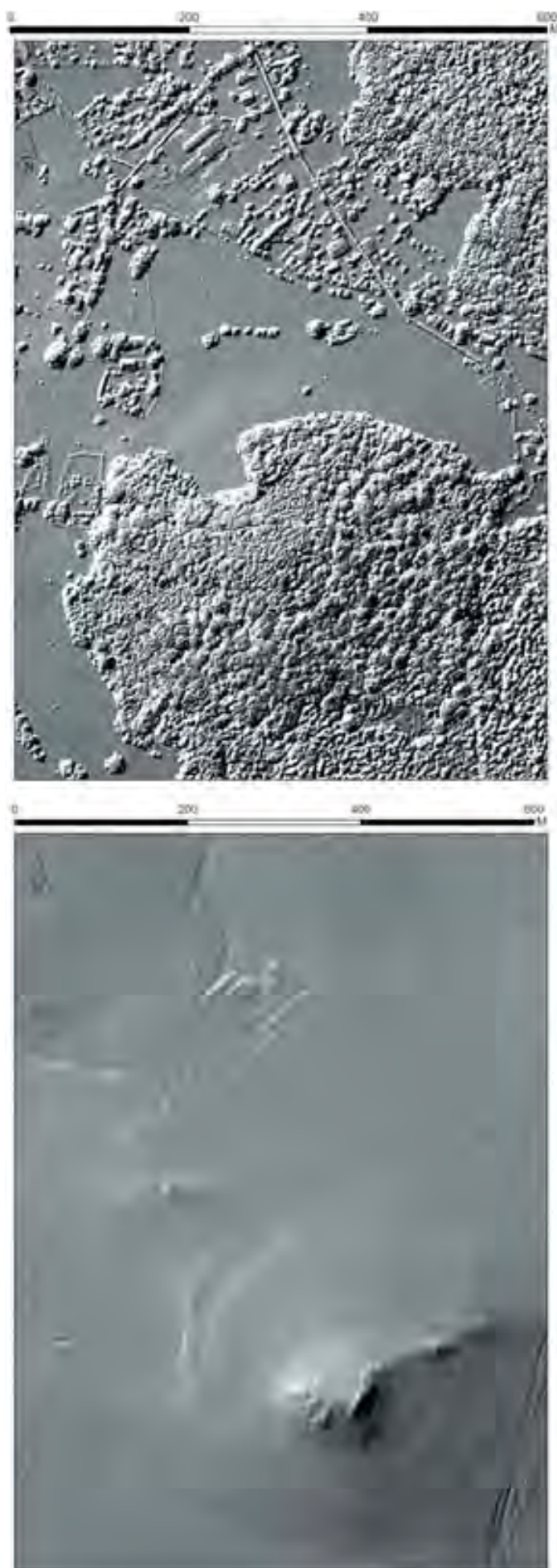
XVII.1. Poohří, Mlékojedy (LT). Novověká pentagonální polní pevnost zviditelněná pomocí půdních příznaků (zdroj: ARÚ – Archiv leteckých snímků)

XVII.1 Ohře River region, Mlékojedy (LT). Modern pentagonal field fortress visualized by soil marks (source: ARÚ AV ČR – Archiv leteckých snímků).



XVII.2. Poohří, Skupice (LN). Mladoneolitický rondel v superpozici s půdorysy dlouhých domů staršího neolitu (LnK) indikovanými šipkami; objekty jsou zviditelněny prostřednictvím porostových příznaků (zdroj: ARÚ – Archiv leteckých snímků).

XVII.2 Ohře River region, Skupice (LN). Young Eneolithic roundel in superposition with ground plans of long houses from the older Neolithic (LBK) shown by arrows; features are visualized by growth marks (source: ARÚ AV ČR – Archiv leteckých snímků).



XVIII. Krásný Buk (okr. Děčín). Nahoře: digitální model povrchu (DSM) včetně vegetačního pokryvu. Dole: výstup v podobě digitálního modelu terénu (DTM).

XVIII. Krásný Buk (Děčín region). Above: digital surface model (DSM) including vegetation cover. Below: digital terrain model (DTM).

5

Internetové zdroje v letecké archeologii – příklad z Kolínska

The internet aerial photography data sets for archaeology. The Kolín region case study

1. Úvod

Důležitou součástí současné letecké archeologie je využití informací z primárně nearcheologických pramenů. Jedním ze zdrojů je internet, který vyniká především velmi snadnou dostupností některých dat, zásadních z hlediska studia vývoje krajiny a osídlení. Škála těchto pramenů je již poměrně široká, následující text si klade za cíl otestovat jejich použitelnost na studiu konkrétního krajinného transektu na Kolínsku.¹⁰ Jejich hlavní využití z hlediska letecké archeologie bylo následující – usnadnění interpretace vybraných identifikovaných objektů, rekonstrukce jejich zaniklých krajinných souvislostí, predikce vhodných nebo naopak nevhodných oblastí a konečně identifikace objektů nových.

Už při zběžném pohledu na ortofotomapu nebo výsek vojenského mapování je zřejmé, že obsahují obrovské množství informací o současném či nedávno minulém uspořádání krajiny. Vycházíme-li z pojetí krajiny jako palimpsestu (k tomu např. *Gojda 2000, 55*), kde je vývoj jednotlivých prvků více či méně kontinuální, vzrůstá pak význam kvalitního obrazového popisu současné nebo nedávné situace tím více. Viditelná absence vazby na starší situace pak může být způsobena pouze naší sníženou schopností tyto vazby dešifrovat.

Možnosti zmíněných zdrojů byly testovány na souboru 70 lokalit. Všechny se nacházejí v prostoru severovýchodního Kolínska, definovaném jedním mapovým listem vojenské topografické mapy 1: 50 000 (M-33-67-C). List zabírá území zhruba 75 katastrů – plochu 18 x 18 km, tj. 324 km² (viz obr. 3.1.).

2. Zdroje

2.1. Vojenská mapování a proměna land-use

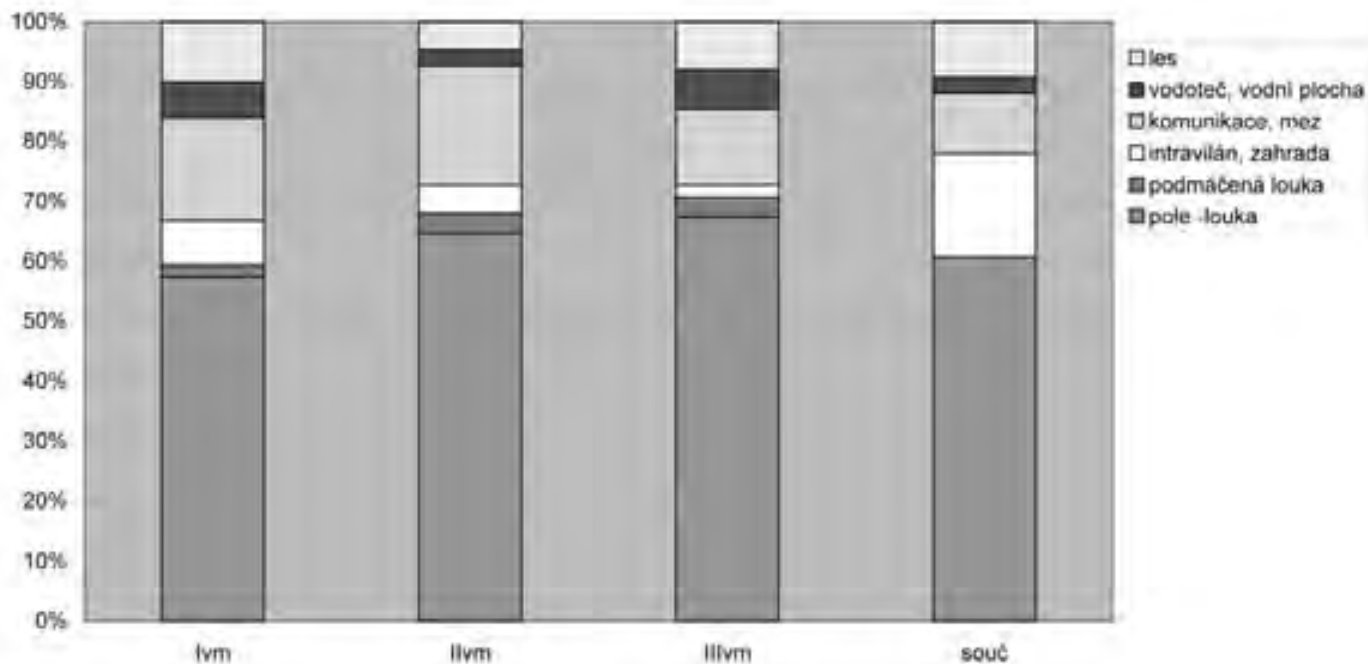
Zpracování historických mapových podkladů – konkrétně vojenských mapování z 18. – počátku 20. století, bylo kromě cílů zmíněných v úvodu použito i pro základní rekonstrukci proměn krajiny pro období jejich vzniku. Jedná se o 3 etapy vývoje krajiny, zachycující stav pravděpodobně bližší pravěkému a středověkému uspořádání, než dnešnímu. V dotčeném obdo-

bí cca 250 let navíc prošla krajina jedním z nejzásadnějších přelomů ve svém vývoji, transformací z krajiny agrární, trvající několik tisíc let, na krajinu postagrární (*Sádlo et al. 2005*), nemluvě o průmyslové revoluci.

Vojenská mapování vznikla především jako prostředek pro lepší přehled o terénu, jeho pokryvu a rozmístění strategických objektů. Pozornost byla věnována objektům významným především z vojenského hlediska, ty se však často kryjí s objekty archeologického zájmu, např. přesná, často dnes již zaniklá geomorfologie, průběh cest, vodotečí (včetně těch nejmenších) nebo mezí. Mapové značky jsou doplněny množstvím popisů, vysvětlujících využití jednotlivých objektů (*Vichrová, M. 2005: Katalog objektů II. vojenského mapování, www.kma.zcu.cz/Vichrova*), pomístními jmény apod. Přesnost zobrazení má vzestupnou tendenci od I. voj. mapování po III., již II. mapování je možné poměrně přesně georeferencovat se současnými mapovými vrstvami. I. voj. mapování, zvané též Josefské, vzniklo v letech 1763 – 1767 v měřítku 1: 28 800, II. voj. mapování, zvané též Františkov, v letech 1842 – 1852 ve stejném měřítku a konečně mapování III. v měřítku 1: 25 000 pochází z let 1877 – 1880 (*Lipský 1999, 25*).

Pro základní představu o změnách, které postihly využití půdy ve vybraném transektu, bylo přistoupeno k metodě vzorkování. Přípravné práce spočívaly v sestavení mapových výřezů všech tří vojenských mapování a současné ortofotomapy ze serverů <http://www.geolab.cz> a <http://www.bnhelp.cz>, pokrývajících transekt. Byl zvolen osvědčený postup snímání obrazovky pomocí softwaru Screenhunter a modulu Corel Capture, výsledných cca 30 snímků pro jedno mapování bylo sestaveno v softwaru Photoshop. Menší problémy s přesností se objevovaly na hranicích mezi jednotlivými mapovými listy. Sesazení se řídilo návazností liniových prvků, u poškozených okrajů musela být někdy část ponechána prázdná (k problému též *Brůna et al. 2002, 15-16*). Sestavené výřezy byly oříznuty podle velikosti transektu, což přineslo menší problémy u I. vojenského mapování (dále v. m.), kde je patrné zkreslení ploch a polohy některých sídel, takže bylo nutné zvolit kompromisní variantu ořezu. U zbylých podkladů byly nepřesnosti zanedbatelné. Přípravené mapy byly pomocí softwaru Zoner transformovány do osmibitové bitmapy a importovány do projektu v softwaru Idrisi. Pomocí příkazu Sample v režimu Stratified Random byla vygenerována vrstva 150 náhodně stratifikovaně roz-

10 Text navazuje na článek Kvantitativní analýzy v letecké archeologii – příklad z Kolínska, publikovaný na jiném místě v tomto svazku. Otázka charakteru území nebo popisu souboru šikmých snímků zde proto nejsou znovu rozebírány. Popis ortofotomap odpovídá jejich stavu na jaře 2009.



5.1. Srovnání změny land-use, jak jej zachytilo I., II. a III. vojenské mapování, se současným stavem.

5.1 Comparison of change in land-use as documented in the First, Second and Third Military mapping and contemporary state.

místěných bodů.¹¹ Hodnoty atributu land-use pro tyto body byly odečítány při velkém zvětšení mapy, aby byla pozice bodu co nejjasnější. První problém přineslo definování jednotlivých druhů land-use. Rozlišit pole a louku bylo možné s úspěchem na všech v. m., nicméně u současné ortofotomapy to bylo nereálné. Také s přihlédnutím k faktu, že louka mohla být dříve po určité době nahrazena polem a obráceně, jsem tyto dva druhy využití sloučil do jedné kategorie. Jiný problém nastal u vodotečí, komunikací a mezí, často totiž nebylo možné rozlišit drobnější vodoteč od komunikace (II. v. m.) nebo mez od komunikace (I. v. m., II. v. m.). Některé odvodňovací strouhy, na sledovaném území dost časté, tak mohly být omylem zařazeny jako komunikace. U Josefského mapování byl největší problém s vymezením hranic jednotlivých biotopů (blíže k tomu *Brůna et al. 2002*), ale i hranice intravilán – extravilán. Vzácně se vyskytující zahrady byly zahrnuty do intravilánu. U současné ortofotomapy byl problém s kategorií podmáčená louka, kterou též nebylo možné rozlišit, asi tím spíše, že se dnes vyskytují po staletích rekultivaci zcela ojedinele, nicméně na v. m. jsou rozlišitelné velmi dobře. Nejmenší problém byl

s kategorií les, dobře vymežitelnou na všech podkladech, i když druh a charakter lesa pravděpodobně značně kolísal.

Výsledkem analýzy je informace o proměnách hospodářského využití ploch v transektu, souhrnně vyjádřená grafem 5.1.. Jedná se jen o rámcovou představu, vhodnou spíše k relativnímu srovnání čtyř časových řezů.

Z výsledného grafu je patrná relativní stabilita plošného využití území, především co se týče ploch s potenciálním využitím letecké archeologie nebo lesních porostů. Patrné jsou i všeobecně známé trendy jako nárůst zastavěné plochy v posledních desetiletích nebo úbytek komunikací a mezí.

2.2. Vojenská mapování a lokality z šikmých snímků

Všech 70 sledovaných lokalit v transektu bylo prohlédnuto i na příslušných listech vojenských mapování. Přestože přímo identifikovat nějaký objekt z šikmých snímků se podařilo jen na 1 poloze (Pečky 1 – III. v. m.), nabízí v. m. nezanedbatelný informační potenciál (viz barev. tab. III.1., III.2.).

To první – Josefské – nabídlo přes svoji nejhorší polohovou přesnost a nejmenší podrobnost dobré informace především o komunikační síti. Zaniklá cesta zjištěná leteckou prospekci je dohledatelná na I. v. m. minimálně u 6 lokalit (cca 9 %, Cerhýnky 1, Cerhenice 2, Dobřichov 1, Choťánky-Vrčení 2, Libice nad Cidlinou 1, Velim 5), horší výsledky jsou u identifikace zaniklých mezí a terénních hran – 3 polohy (Cerhenice 2, Nová Ves I, Radim 3) a ani zobrazení geomorfologie není přesvědčivé – 3 polohy (Cerhenice 2, Sokolec 2, Velké Chvalovice 1). Přestože na mapách jsou časté různé liniové útvary, částečně snad od-

11 Tento režim zajišťuje rovnoměrnější rozmístění bodů než režim čistě náhodný, při kterém mohou vzniknout poměrně velké oblasti nepokryté body. Použitý režim rozdělí plochu na stejně velké čtverce a každému z nich přidělí jeden či více bodů. stejný postup byl zvolen i pro extrakci geologických informací, popsanou níže.

Ortofotomapy na internetu celá ČR (stav jaro 2009)	vyhledávání obce	katastrální hranice	krokové nastavení měřítka	krokové nastavení zoomu	souřadnice	ortofotomapa	rozlíšení (pravděpodobné) v metrech na pixel	další mapa	prostředí
http://www.mapy.cz	1			1	fi, lambda	1 - 2005/2007	0.50	Ilvm	web
http://www.mapy.cz	1			1	fi, lambda	4 - 2002/2003	0.50	Ilvm	web
http://amapy.atlas.cz	1			1	fi, lambda	2 -	0.50		web
http://geoportal.cenia.cz	1	1	1		S-JTSK	1 - 2005/2007	0.50	ZM10, ZM5	GIS
http://www.bnhelp.cz	1	1	1		S-JTSK	3 - 2004/2006	1.00	1	GIS
http://www.bnhelp.cz	1	1	1		S-JTSK	5 - 1998/2001	0.50	1	GIS
http://nahliznidokn.cuzk.cz	1	1	1		S-JTSK	2 -	0.50	katastrální	GIS
http://mapy.1188.cz	1				fi, lambda	2 -	0.50	katastrální	web
http://maps.google.com/	1			1		1 - 2005/2007	0.20		web
ArcGIS - cenia - 0,5 p/m	-	1	1	-	-	1 - 2005/2007	0.50		IMS
ArcGIS - cenia - 0,1 p/m	-	1	1	-	-	3 - 2004/2006	1.00		IMS

5.2. Přehledová tabulka ortofotomap

5.2 Table of orthophoto maps

vodňovací strouhy (běžně slepé), identifikace zaniklých vodotečí na základě I. v. m. je vzácná (Kanín 1).

Nejsilnější stránkou Františkova mapování je pravděpodobně detekce různých hranic. Díky své vazbě na stabilní katastr jsou zde často viditelné průběhy parcelních hranic. Často ale záleží na kvalitě mapy v daném místě a obraz je třeba občas ztmavit, čehož lze například u displejů notebooků snadno dosáhnout jejich sklopením. Interpretace různých liniových objektů usnadnilo II. v. m. alespoň u 6 lokalit (Nová Ves I 1, Odřepsy 1, Plaňany 1, Poděbrady 1, Radim 2, Radim 3). Tyto hranice vykazují často velkou trvanlivost až do dnešních dnů a mohou poskytnout vodítka v dnešní krajině scelestých lánů a rozoraných mezí. I v případě, že fyzicky není hranice v terénu patrná, její znalost přetrvává a zviditelněna je pak dvěma různými způsoby obdělání pozemků, které odděluje. Dobrou informaci dává II. v. m i o geomorfologii, kterou citelně upřesňuje u 7 poloh (cca 10 % – Libice nad Cidlinou 1, Opolany 2, Předhradí 1, Sendražice 2, Sokoleč 1 a 2, Velké Chvalovice 1). Identifikovat zaniklou vodoteč se podařilo u 4 lokalit (Libice nad Cidlinou 1, Opolany 1, Sendražice 3 a Zvěříněk 2), cestu pak rovněž u 4 poloh (Choťanky-Vrčeni 2, Opolánky 2, Radim 2, Sány 1).

Konečně třetí vojenské mapování, zpřístupněné poměrně nedávno, vyniká především přesností a kvalitou zobrazení reli-

éfu. Kvalitně jsou zachyceny například meze. Tečkované linie souhlasí s liniovými objekty nejméně u 9 poloh (cca 13 % – Cerhenice 2, Odřepsy 1, Nová Ves I 1, Plaňany 1, Radim 1, 2 a 3, Sendražice 2 a Štítary 1). Geomorfologii zobrazuje kvalitně minimálně u 6 poloh (Libice nad Cidlinou 1, Nová Ves I 3, Předhradí 1, Sokoleč 1 a 2, Velké Chvalovice 1). III. v. m. přispělo k identifikaci cest 5 polohami (Choťanky-Vrčeni 2, Kanín 3, Nová Ves I 2, Opolánky 2, Radim-Chroustov 1). Nejmenší příspěvek je v kategorii vodotečí – 3 polohy (Kostelní Lhota 1, Nová Ves I-Ohrada 1, Zvěříněk 2 – viz obr. 5.7.), nicméně první z nich je zobrazena podrobně i s můstkem, takže o to více usnadňuje interpretaci.

2.3. Ortofotomapy

Využívání kolmých leteckých snímků má v letecké archeologii dlouhou tradici (Gojda 2004a, 102-109). Kolmé snímky velkých částí krajiny jsou díky svému menšímu rozlišení jen doplňkovým zdrojem, nicméně i na nich lze archeologické objekty často identifikovat. Velmi dobře se hodí pro sledování míst postižených větší erozí, která jsou vhodná pro zviditelnění archeologických objektů. Opomenout nelze ani jejich ideální použitelnost pro lokalizaci šikmých letecko-archeologických snímků, byť dnes v éře GPS tato jejich výhoda pomalu mizí. Ortofotomapy, jak už jejich název napovídá, umožňují u zjiště-

ných objektů odečítání přesného tvaru a velikosti. V této práci jsem vycházel z dnes nejdostupnějších zdrojů – snímků uveřejněných na internetových stránkách. V současnosti (jaro 2009) jsou přístupné pro území ČR ortofotomapy (viz tab. 5.2.). Většina barevných využívá snímky firmy Geodis Brno s rozlišením 0,5 – 1 m/pixel. Jejich kvalita však silně kolísá nejen podle poskytovatele, ale i podle konkrétního území. Možnosti zobrazení ortofotomap jsou různé, liší se především podle prostředí, v jakém jsou poskytovány (jednoduchý mapový prohlížeč, GIS prohlížeč s volbou vrstev, IMS a WMS služby).

Podstatné rozdíly jsou v charakteru snímků. Černobílé snímky ze serveru *bnhelp.cz* podávají výrazně odlišnou informaci než barevné z produkce Geodisu. Co se týče charakteru podkladu, vypovídají především o plošné erozi a akumulaci. Výrazně světlá místa odpovídají plochám se sníženou mocností ornice, terénním zlomům nebo stružkové erozi. Lze sledovat i plochy tmavší než okolí, s vyšší mírou akumulace nebo výplně depresí různého původu. Z konkrétních objektů lze nejlépe sledovat zaniklé meandry nebo drobné vodoteče, terénní úpravy jako zaniklé terasy, výrazně se projevuje i řada zaniklých cest. Valná část transektu byla navíc fotografována na podzim či na jaře, jak lze usuzovat podle dominance půdních příznaků. Naproti tomu barevná ortofota Geodisu byla pořízena v letním období a jsou proto vhodná především pro identifikaci na základě porostových příznaků. Na serveru *Mapy.cz* jsou navíc v dostatečném rozlišení pro identifikaci výraznějších bodových objektů (např. Velké Chvalovice 2, Radim 2, Radim 3, Sendražice 3 – viz barev. tab. VII.3, VII.5), o liniových nemluvě. V některých případech je zviditelněna jiná část lokality než na šikmých snímcích (Klipec 1, Nová Ves I 3 – viz barev. tab. VIII.3).

Následující katalog uvádí konkrétní pozorování a možnosti jednotlivých podkladů. Soustředí se primárně na výše uvedené ortofotomapy a vojenská mapování. V některých případech bylo přihlédnuto i k detailnímu modelu terénu (dem, viz barev. tab. I.1.) anebo ke geologické mapě (viz barev. tab. I.2., dále jen *geo50*), která byla rovněž získána z internetu. Naopak opomenut zůstal především z časových důvodů stabilní katastr. Ten je rovněž na internetu přístupný téměř v kompletním rozsahu (mapová část), nicméně jeho prohlížení a prostorová orientace je zde podstatně náročnější, protože není přístupný přes tzv. mapového klienta ani jako IMS či WMS služba pro GIS. Minimální pozornost byla věnována i katastrální mapě na serveru *1188.cz*.

2.4. Příklady – katalog lokalit

CERHENICE 2 – s valovým útvarem, zjištěným Z. Sedláčkem v roce 1973 (*Čtverák et al. 2003, 50*), lze při prohlídce v. m. bezprostředně spojit podkovovitě vedený útvar, patrný na I. v. m. a III. v. m. Jeho logičtější příčné uzavření – přepažení „ostrožny“ – je patrné též na I. v. m. a III. v. m. Takto vymezená plocha

má i dnes odlišné využití oproti okolí. Na letecko-archeologických fotografiích a ortosnímku z let 2002/2003 (dále jen č. 4) je však patrná jiná linie s nepravidelnými okraji, jevící se v porostu jako široký pás běžící v půlkruhu východně od vsi. Oproti okolí je na většině svého průběhu světlejší, zřejmě je tedy způsobený terénní hranou. Tomu odpovídá i stínem naznačený terénní rozdíl na I. v. m. Na jihu, v místech kde přiléhá k prostoru vytěženému pískovnou, se však linie jeví naopak tmavší, proto nelze vyloučit, že celá může být pozůstatkem většího ohrazení. Tomu však naopak nenasvědčuje jeho značná šířka. Uvnitř této plochy je zdokumentováno několik zahloubených objektů. Kromě běžných maculae také několik obdélných objektů, vymezených širším základovým žlabem, bez zahloubení uprostřed. Středem plochy prochází tmavší linie, pravděpodobně bývalá cesta, která je zobrazena na I. v. m. Část valu vyběhající z plochy zničené pískovnou je vidět i na ortofotomapě č. 1 z let 2005/2007 (dále jen google) jako téměř jediný objekt (viz barev. tab. II.1.).

CERHÝNKY 1 – příčné linie přehrazující ostrožnu, možná cesta vložená do staršího příkopu (II. v. m., III. v. m.). Na černobílé ortofotomapě č. 5 (dále jen *bnhelp*) patrná zdvojená linie v místě zmíněné cesty s nálevkovitým rozšířením při koncích. Výškopis zde také prozrazuje stopu zaniklé cesty – v místě, kde ji protíná vrstevnice je charakteristické „zvlnění“.

DOBŘICHOV 1 – temeno široké ostrožny nese krátké, neohraničující linie (šikmý snímek, dále jen š. s., č. 4). Náznak přehrazení ostrožny dvojitou linií je však téměř rovnoběžný s liniemi zemědělského obdělávání, což snižuje jeho věrohodnost – č. 4, III. v. m.

HOŘÁTEV 1 – rozptýlené maculae, částečně zřejmě relikty obydlí, patrné i na ortofotomapě (č. 4).

HOŘÁTEV 2 – představuje příklad projevu zaniklých odvodňovacích struh (*bnhelp*, nikoli ale č. 4, III. v. m.), na což lze usuzovat i podle stromovité struktury, které jsou součástí. Porostové příznaky na menší obdélníkové části pole představují snad relikty borového lesíku změněného na pole. Mezi II. v. m. a III. v. m. se rozsah lesa v těchto místech zmenšil.

CHVALOVICE U NYMBURKA 1 – rozptýlené maculae na výběžku terasy nad labskou nivou.

CHOŤÁNKY Vrčení 1 – představuje zřejmě pokračování císařské cesty z polohy CHOŤÁNKY Vrčení 2, která ale kupodivu není zachycena na III. v. m., na rozdíl od její části na poloze CHOŤÁNKY Vrčení 2. Další objekty, ohrazení spíše pravoúhlé a jedno okrouhlé, nelze blíže upřesnit.

CHOŤÁNKY Vrčení 2 – relikty silnice zviditelněné porostovými příznaky – dvěma paralelními liniemi. Velmi dobře patrná je i návaznost obou konců komunikace – slepou cestou v intravilánu Vrčení a na druhém konci též slepým výběžkem silnice ukončeným jakousi deponií. Zhruba uprostřed je i fyzický relikv, můstek přes strouhu. Cesta je zachycena již na I. v. m. zhruba ve zviditelněné stopě, od II. v. m. je patrná i strouha, na III. v. m. je cesta vytažená červeně, zřejmě tedy byla opatřena



5.3. Dvojitá linie u Radimi, zachycená ortofotomapou č. 5 (<http://www.bnhelp.cz>)

5.3 Doubled line at Radim documented on the orthophoto map number 5 (<http://www.bnhelp.cz>)

zpevněným povrchem a příkopy po stranách. Linie jsou velmi dobře patrné i na ortosnímčích (*bnhelp*, č. 4) a jako jediný z objektů má svůj odraz i na katastrální mapě.

KANÍN 1 – maculae na jesepním i výsepním břehu zaniklého meandru, na výsepním snad částečně pozůstatky domů, čemuž nasvědčuje velikost a oblé rohy. Na I. v. m. je v místě meandru ještě drobná vodoteč, na II. v. m. již jen úzká louka, konečně na III. v. m. jen hranice pozemků a snad drobná terénní vlna, značená tečkovaně. Na ortofotomapě (google) je znát pouze průběh paleomeandru.

KANÍN 2 – kresba je zde zvýrazněna lichoběžníkovou plochou světlejší než okolí, s vymezením patrným na ortosnímčích (č. 4 i *bnhelp*). Pro identifikaci na v. m. je lokalita plošně příliš malá.

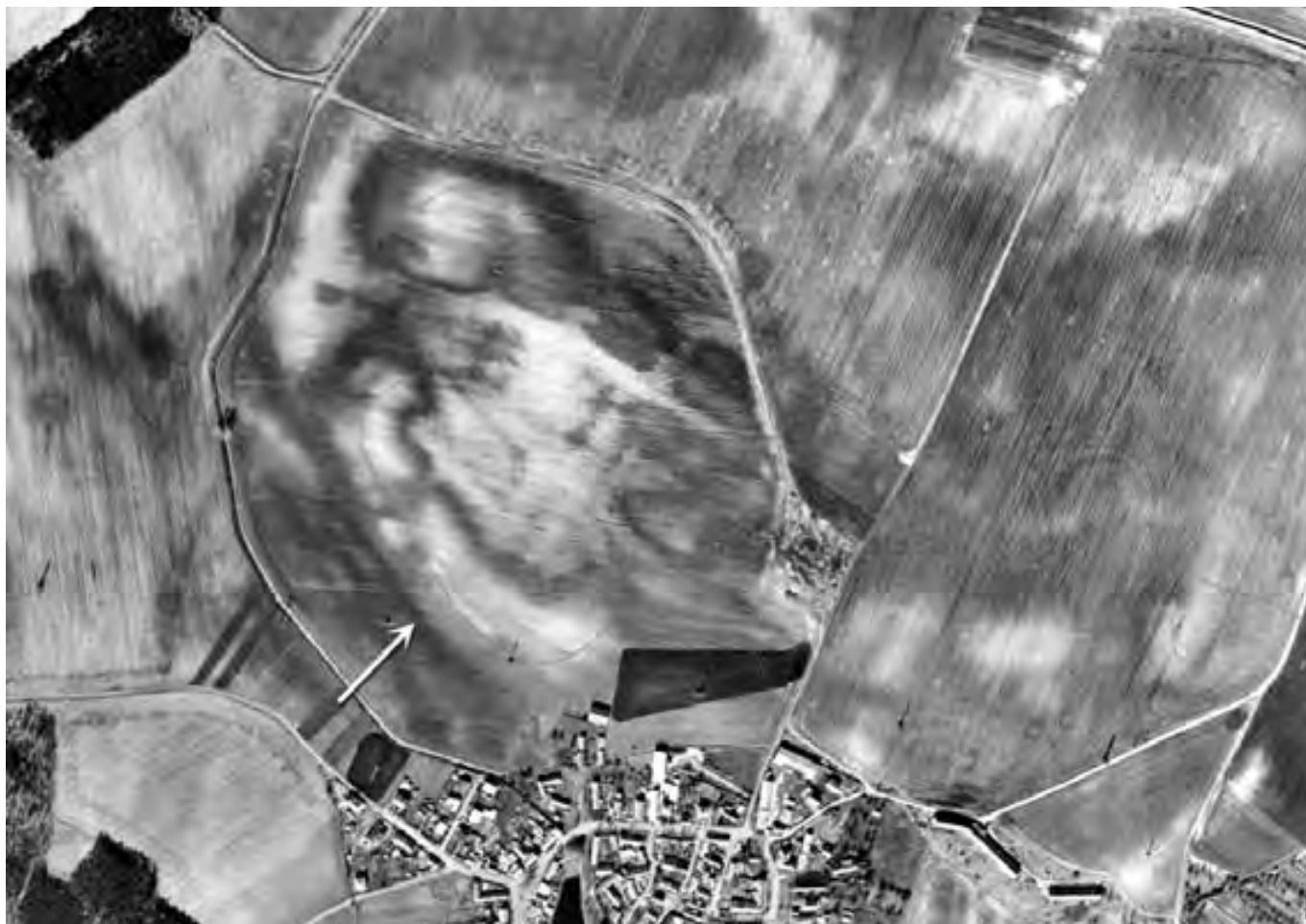
KANÍN 3 – špatně patrný relikv souběžných linií, v místě bývalého svahu nad zaniklou vodotečí/meandrem (*geo50*) na III. v. m. na stejném místě terasy nebo cesta.

KLIPEC 1 – maculae na 3 místech v poli bezprostředně za vsí, v místech lokální podkovovité sprašové čočky okolo inravi-

lánu (*geo50*), některé náleží pravděpodobně i relikvům domů. Další ohnisko je špatně patrné na č. 4 snímku.

KOLÍN 1 – objekt doložený poměrně vzácnými vlhkostními příznaky, spíše geologického původu, čemuž nasvědčuje poloha v tradičně zamokřeném území a široké a neostře obrysy. Land use podmáčená louka je doložen na všech třech v. m. Dobře je zde také vidět neblahý osud jedné z mnoha písčinych dun (SZ od objektu). Lze sledovat její vyobrazení na všech v. m., se zvyšující se přesností. Snímek č. 4 ukazuje její rozoraný relikv na místě současného pole, se světlým středem a pozvolna se rozplývajícími tmavšími okraji zvýrazněnými na jinak opět světlém poli. Ortosnímek *bnhelp* s výškopisem dokládá ještě dnes zjištěnou mírnou terénní vyvýšeninu.

KOLÍN 2 – objekty na špičce ostrožny dorovnané nívnými hlínami nad soutokem Nebovidského a Hořanského potoka. Geomorfologii potvrzují i vrstevnice (č. 4, *bnhelp*). Vymezení světliny je zde přírodní a pravděpodobně se kryje s osídlenou plochou, respektovala ji i hladina rozvodněného Labe při povodních (duben 2006). Příklad torza relativně nedotčené kraji-



5.4. Sendražice 2 (<http://www.bnhelp.cz>)

5.4 Sendražice 2 (<http://www.bnhelp.cz>)

ny mezi rozsáhlými a radikálně pozmeněnými plochami (železniční seřadiště, továrny, pískovna).

KOLÍN 3 – maculae, zřejmě obydlí a jámy, kde největší obdélný objekt přiléhá jednou hranou k rovné, na několika místech přerušené linii. Dále krátké nespojitě úseky linií kolmých k výše zmíněné. Vzhledem ke geomorfologii a svědectví v. m. není pravděpodobně žádná z linií reliktem odvodňovacích struh. Objekty jsou dobře patrné i na barevném ortosnímku (č. 4).

KOSTELNÍ LHOTA 1 – patrně odvodňovací strouha patrná na všech podkladech. Nejlépe patrná na III. v. m., pomocí kterého lze snad vysvětlit i přerušení cest – zřejmě můstky v osách hranic parcel. Z ortosnímku je lépe dokládá *bnhelp*, č. 4 jen částečně v Z části.

KŘECHOŘ – ohrazení využitě ještě v novověku – viz barev. tab. VI.1. – VI.4.

LIBICE NAD CIDLINOU 1 – nejpatrnější, na všech podkladech viditelný je paleomeandr, procházející přímo hradištěm. Této interpretaci nasvědčují jeho okraje, vnitřní jesešní „břeh“ je pozvolný, vnější výsešní ostře ohraničený, se světlejší výsypní dunou opět pozvolně přecházející do tmavšího okolí.

Mohlo by se jednat i o příkop, šířka a nestejně hrany tomu však nenasvědčují. Plocha jím oddělená od zbylé části hradiště leží níže než zbytek plochy hradiště, jak přesně ukazuje III. v. m. i *bnhelp* s výškopisem. I. v. m. dokládá, že pod jižním výběžkem plochy hradiště probíhala cesta. Na II. v. m. je již v těchto místech tok Cidliny a cesta zde nevede, řeka tak možná část plochy hradiště oderodovala. II. v. m. dokládá nejlépe dokonale blátnou polohu hradiště, na III. v. m. je již patrná rekultivace části louky JV od hradiště na pole – viz barev. tab. II.2.

NOVÁ VES I 1 – vyšší partie kopce, v současnosti výrazné meze na SZ nejsou patrné ani na jednom z vojenských mapování, další meze jsou patrné až na III. v. m. Na všech třech v. m. jsou viditelné doklady těžby. Také land-use je problematické zjistit, přestože na v. m. je v barvách podkladu, tedy jako zemědělská půda. Je to vzhledem ke svažitosti méně pravděpodobné, nicméně dnešní meze mohou souviset se snahou o vyrovnání terénu pro zemědělské využití. Část pravoúhlého ohrazení (š. s.) nelze upřesnit.

NOVÁ VES I 2 – hustá síť linií, část patří podle velmi rovných linií produktovodům, zbytek nelze lépe specifikovat.

Paralelně s dnešní cestou od vsi je široký světlejší, zřejmě oderodovaný pruh po bývalé cestě nebo parcelní hranici se stromořadím (III. v. m.).

NOVÁ VES I 3 – maculae na místě mimo inundaci, snad na duně (III. v. m.), dále linie, patrně cesta k cihelně (III. v. m. – zkratka Z.S. – Ziegelschlag), ve střední části vedla zřejmě přes sníženou zónu bývalé mokřadní louky, čemuž nasvědčují výrazněji vyvinuté příkopy a světlé lemy rozoraného náspu. Barevné ortofoto dokládá několik jiných objektů nedaleko, v poněkud odlišné poloze (viz barev. tab. VIII.3.).

NOVÁ VES-Ohrada 1 – řada maculae, část pravděpodobně pozůstatkem domů. Patrný je i objekt s výraznými okraji, zřejmě hliník nebo pískovna s nepravidelnou čelbou a světlými plochami okolo, způsobenými pravděpodobně odházenou hlušinou. Nasvědčuje tomu i přítomnost hranice 3 katastrů (*Boháč 1982*). Pískovna je zřejmě nedávná, není zachycena na žádném v. m., nicméně je otázkou, zda by v případě starší existence byla v. m. zachycena. Mladšího data je i strouha, dnes se jeví jako tmavá linie. Zachycuje jí až III. v. m., v místě jejího křížení s dnešní silnicí je dodnes můstek.

NOVÁ VES-Ohrada 2 – maculae, nepravidelné okrouhlé ohrazení, možná vyvýšenina nebo prohlubeň – široká rokle, nelze zjistit konvexnost – konkávnost (III. v. m.).

ODŘEPSY 1 – několik pravidelných maculae, snad domů. Hranice plůžiny a/nebo odvodňovací strouhy (III. v. m., II. v. m., současná katastrální hranice – ne ale přesně.

ODŘEPSY Oškobrň – pravěké hradiště, zalesněná poloha. Na černobílém ortofotu (*bnhelp*) zaujmou části širokých rozpítných linií, obíhajících vrch ve vzdálenosti cca desítek až několika set metrů. Zřejmě geologického původu.

OPOLANY 1 – dnes již jen na letecko-archeologické fotografii patrná erozní rýha – strouha – má s největší pravděpodobností zachycen svůj průběh ještě na II. v. m., tzn. musela tehdy být dobře patrná v terénu. Maculae jsou značně rozptýlené. Terénní hrana patrná na výškopisu II. v. m. se kryje s výrazně světlým pásem na ortosnímku (*bnhelp*).

OPOLANY 2 – ohrazující linie se vstupy, mírně obloukovitý průběh, podle topografické mapy a zejména II. v. m. přehrazuje mírný ostrožnovitý výběžek terénu – viz barev. tab. II.3.

OPOLANY 3 – okrouhlé ohrazení na výběžku štěrkopískové terasy nad nivou Cidlíny.

OPOLANY 4 – světlé plochy korelují s geomorfologií, jedná se o plochy vyvýšené nad nivou Cidlíny, vyplněnou směsí starých meandrů a nivních hlín. Maculae na terase opět rozptýlené.

OPOLÁNKY 1 – špatně rozlišitelné objekty, možná přírodního původu, dobře patrné i na barevném ortofotu (č. 4).

OPOLÁNKY 2 – zaniklá cesta patrná na II. v. m. a III. v. m., zaniklý meandr s doklady postupné rekultivace – na I. v. m. ještě s vodní plochou a terénním reliktem – jakousi hrází při jeseptní straně, na II. v. m. a III. v. m. tvoří jeho bývalý ob-



5.5. Sendražice 2 (foto M. Gojda)

5.5 Sendražice 2 (photographed by M. Gojda)

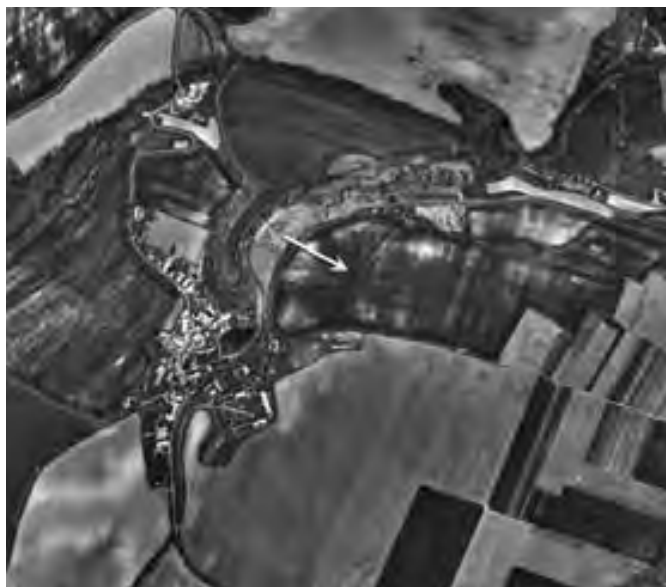
rys již jen rozhraní mezi loukou a polem. Tupě zalomená linie v prodloužení meze by mohla být reliktem polního opevnění – redanu).

OVČÁRY 2 – pravděpodobně doklad úsporných opatření v současném zemědělství, kdy trasa pohybu mechanizace byla zvolena vzhledem k nutné vzdálenosti formálně správné trasy jako kompromisní, sice na vrub pěstované plodiny, nicméně s ohledem na spotřebu pohonných hmot a času zemědělského pracovníka, o opotřebení stroje nemluvě (zemědělec s traktorem si zřejmě zkrátil cestu přes pole). Bez dokladů na ostatních podkladech.

OVČÁRY 3 – rozptýlené maculae a 3 za sebou jdoucí křivky, zřejmě zaniklé meandry drobnější vodoteče, podle světlých pásů srpkovitého tvaru při výsepním břehu.

OVČÁRY 4 – několik maculae a zaniklá cesta. Lokalita zničená stavbou automobilky TPCA.

PEČKY 1 – šikmými snímky doložená světlá obdélná plocha, částečně překrytá tratí. Nejasně viditelná na *bnhelp*, na III. v. m. na odpovídajícím místě taktéž nejasný obdélný objekt, snad totožný, příliš malý pro bližší určení.



5.6. linie přehrazující ostrožnu u Zalešan (<http://www.bnhelp.cz>)

5.6 line dividing promontory at Zalešany (<http://www.bnhelp.cz>)

PLAŇANY 1 – linie tvořené rozhraním světlá – tmavá odpovídají liniím z II. v. m. a III. v. m., zřejmě oddělující pozemky. Světlé ohraničené nepravidelné skvrny na č. 4 nelze blíže určit. Na místě polohy je na I. v. m. pomístní jméno „Černá“.

PODĚBRADY 1 – místo lze dobře identifikovat, nepravidelný průběh parcel v místě polohy velmi dobře odpovídá II. v. m. – lépe než III. v. m. Několik maculae spíše obdélného tvaru, snad domů.

PODĚBRADY 2 – poměrně pravidelně rozmístěné maculae, několik desítek s podobnou velikostí, průměru okolo 1 m, jeden větší objekt zřejmě reliktem domu. Zmíněná velikost je odvozena z hustých stop traktoru s předpokladem rozvoru cca 2 m, nicméně při srovnání s nejbližšími domy se zdá, že stopy zanechala mechanizace většího typu a s citelně větším rozchodem. Nelze proto vyloučit, že se zde ve většině jedná o pozůstatky domů. Geomorfologicky se opět jedná o výspu – terasu nad nivou Cidlíny.

PŘEDHRADÍ 1 – doklady osídlení na duně. Terénní vyvýšenina je patrná nejlépe na II. v. m. a III. v. m., obklopena z více stran loukami na zaniklých labských ramenech. Tupě zalomená linie se vstupy a paralelní tenkou linií se v této terénní konfiguraci jeví jako pozůstatek polního opevnění – redanu, s osou směřující zhruba k SSV.

RADIM 1 – hradiště, vrcholová poloha kopce. Na letecko-archeologických fotografiích patrné meze a stínovými příznaky zvýrazněná, v reliéfu dochovaná linie – příkop, příčně přehrazující temeno kopce. Korespondující jev je pouze na III. v. m., stejně orientovaná mez nebo jiný podobný terénní útvar, nicméně posunutý poněkud k východu, zřejmě mez patrná i dnes na ortofotosnímcích.

RADIM 2 – světlé plochy nelze blíže interpretovat, dobře si odpovídají snímky z č. 4 a š. snímky (viz barev. tab. VII.3. a VII.4.), výrazně odlišnou informaci poskytuje *bnhelp*. Dvě stejně vypadající světliny tak mohou mít odlišný původ. Zatímco *bnhelp* se světlinami s rozpitými okraji ukazuje erozi, světliny na snímcích cenia mají alespoň z části odlišný původ. Jedna ze světlin nese skupinu spíše obdélných maculae, podle tvaru a rozmístění objektů je snad lze interpretovat jako řadové kostrové pohřebiště. Dobře je patrné také jejich pozvolné „mizení“ s tím, jak narůstá mocnost ornice. Tmavá linie na snímku jako pokračování slepé meze odpovídá zřejmě zčásti zaniklé terénní hraně, na III. v. m. a II. v. m. dobře patrné, výše a paralelně běžící linie přehrazující ostrožnu (III. v. m., na II. v. m. hranice pozemků) je na š. snímcích sotva patrná jako tmavá linie.

Naopak světlejší linie pod ostrožnou (š. s.) je snad starší stopa dnešní cesty, patrné na III. v. m. a I. v. m.. III. v. m. ukazuje dva páry podobných paralelních linií přehrazujících ostrožnu, tentokrát protější, nejsou však patrné na dalších podkladech.

RADIM 3 – tmavé plochy na ortosnímku korespondují s plochou s viditelnými objekty na š. snímcích, část zřejmě pozůstatkem těžby – tmavší nepravidelný objekt s ostrým přechodem do světlých okrajů – odvalů s následným pozvolným přechodem.

Na ortosnímku dobře patrná linie však není na š. snímcích patrná (viz barev. tab. VII.5. a VII.6.), s výjimkou krátkého úseku v podobě široké linie s jednou pozvolnou a jednou strmou hranou. Linie je však dobře patrná na III. v. m. v podobě meze, valu nebo příkopu, navíc koresponduje s vrstevnicí (*bnhelp*). Světlé ohraničená tmavá nepravidelná plocha – hliník z letecko-archeologických snímků, je patrně totožná s plochami těžby na II. i III. v. m., pokaždé však poněkud jinde.

Do části plochy zasahoval pravděpodobně rybník, doložený naposled na I. v. m.. Jeho výběžky navíc také dobře korespondují s vrstevnicemi (*bnhelp*), Dokumentovaná světlina tak ležela zřejmě na jeho břehu nebo poblíž. Jedna ze zdvojených širokých linií také odpovídá polohou jeho břehu. Pravidelné linie na ortosnímku č. 4 JZ od výše popisované lokality lze nejspíše připsat zaniklému parku radimského zámku. Znázorněna je na I. v. m., na II. v. m. je již přeměněna na pole a existuje již jen k zámku bližší nepravidelná parková část, snad obora, konečně na III. v. m. je i na jejím místě pole. Lokalita pravděpodobně zničená přeložkou silnice.

RADIM – Chroustov 1 – poloha na ostrožnovitém výběžku, letecko-archeologické snímky dokládají přehrazení příčnou linií, snad příkopem. Z v. m. pouze III. dokládá paralelně a výše ve svahu jdoucí cestu (jako rozostřená tmavší linie přítomna na *bnhelp* snímku), v místě přehrazení není na dalších podkladech nic patrné.

SÁNY 1 – poloha se třemi ohnisky, maculae na 1. části jsou rozpité a nepravidelné, snad jámy pod hlubokou ornici, jámy

na 2. části jsou již jasně ohraničené, minimálně jedna je pozůstatkem domu, 3. část tvoří zřejmě řadové kostrové pohřebiště. Místa jsou od sebe vzdálena několik desítek metrů, všechny leží na stejné terase nad Cidlinou. dvakrát zalomenou linií na letecko-archeologických snímcích lze podle II. v. m. interpretovat jako cestu v louce.

SÁNY 2 – malý shluk několika málo maculae, jámy, snad 2 hroby, dům.

SENDRAŽICE U KOLÍNA 1 – špatně patrné maculae různých velikostí, bez indicií na zbylých podkladech. Lokalita pravděpodobně zničená stavbou automobilky TPCA.

SENDRAŽICE U KOLÍNA 2 – poloha „Na kopách“, označená i jako „Kopak Berg“ (I. v. m.). Pravidelný objekt zviditelněný pouze půdními příznaky, vykazující znaky rozoraného polního opevnění novověkého stáří. Výjimečná terénní pozice, protáhlé návrší spojené krčkem uprostřed delší strany se zbylou částí kopce (III. v. m., *bnhelp*). Na III. v. m. je vidět terasové uspořádání v čele eventuálního objektu, zřejmě totožné s tmavými pásy viditelnými na ortofotu (č. 4) – viz obr. 5.4. a 5.5.. Stejný zdroj ukazuje i výrazný shluk bodových anomálií zhruba ve středu polohy. *Bnhelp* ukazuje objekt nejlépe, především hlavní, třikrát zalomenou linií čela objektu, typickou pro pevnostní stavitelství.

SENDRAŽICE U KOLÍNA 3 – maculae ve slucích, spíše jámy než reliktu obydlí a okrouhlé objekty – ohrazení. Nepravidelná linie, spojující remízky, snad zaniklá vodoteč („Pruhon Bach“ – II. v. m.), spíše než cesta, patrná na I. v. m.. Přesná orientace na I. v. m. není možná, území navíc prošlo značnými úpravami mezi obdobím vzniku II. v. m. a III. v. m., kdy byla vytyčena zcela nová silnice a potok. Poloha je velmi dobře patrná na č. 4 snímcích.

SOKOLEČ 1 – lichoběžníkové ohrazení a maculae, podle II. v. m. a III. v. m. na okraji výspy nad loukou (podle II. v. m. podmáčenou). *Bnhelp* dává pouze představu o průběhu struh odvodňujících území před vybudováním nových s rovným průběhem

SOKOLEČ 2 – okrouhlá ohrazení nedaleko od sebe, snad pohřební objekty, soudě podle malé hustoty a absence jam. Poloha na výspě mezi drobnými vodotečemi (všechna v. m.), plochu s největší erozí/nejslabší ornici v okolí několika set metrů zde ukazuje *bnhelp*.

ŠTÍTARY 1 – ostrožná poloha, s terénním zářezem oddělenou další „boční“ výspou, bez jakýchkoliv dokladů antropogenních aktivit, s výjimkou tmavší slepé linie patrné na š. snímku v přední části ostrožny, odpovídající slepé mezi patrné na III. v. m.

VELIM 1 – pouze na letecko-archeologických snímcích je vidět část průběhu dvojitého příkopového ohrazení.

VELIM 2 – obdélný objekt, pravděpodobně pískovna p. Sixta a rozptýlené pravidelnější maculae, částečně reliktu domů. Jediná poloha zkoumaná terénními zásahy. Lokalita zničená stavbou rodinných domů.



5.7. zaniklé vodoteče u Zvěřínky, zachycené ortofotomapou č. 4 (<http://www.mapy.cz>)

5.7 deserted water streams at Zvěřínka documented on the orthophoto map number 4 (<http://www.bnhelp.cz>)

VELIM 3 – protáhlé široké pruhy zviditelněné půdními příznaky, s rozpitými hranami, pravděpodobně s erozním původem. Lépe srozumitelné na ortofotu (*bnhelp*) než na š. snímcích.

VELIM 5 – lichoběžníkový objekt, snad zavezený hliník, se soustřednými pásy jdoucími od krajů ke středu, zřejmě stopami postupného zavážení. Respektuje širokou linii, snad cestu, patrnou zde ještě na I. v. m.. Dále maculae a nepravidelná linie, v jednom místě dvakrát pravouhle zalomená, takže tvoří jakoby pravouhlé ohrazení bez jedné strany.

VELIM 6 – velké kruhové ohrazení, s připojenou částí další okrouhlé ohrazující linie.

VELKÉ CHVALOVICE 1 – výspa mezi dvěma vodotečemi (I. v. m., na II. v. m. a III. v. m. je východní menší vodoteč již zaniklá) s maculae, některé z nich pravděpodobně domy (viz barev. tab. VII.2.). Výraznou světlinu dokládá č. 4 (viz barev. tab. VII.1.), nikoli ale *bnhelp*, takže je způsobená spíše podložím s fluviálními písky až štěrkovitými písky (*geo50*) než erozí. Další ohnisko leží západně, tvořeno několika maculae, zřejmě také domy, od prvního ohniska je odděleno drobnou vodotečí a leží na odlišném podloží (*geo50*).

VELKÉ CHVALOVICE 3 – rozptýlené maculae na reliktu štěrkopískové terasy (*geo50*). *Bnhelp* ukazuje výrazně světlou plochu, zřejmě následek eroze, č. 4 dokládá totéž méně výrazně (viz obr. VIII.5.), na obou zdrojích je dobře patrné zaniklé pokračování cesty z Velkých Chvalovic na sever.

VELTRUBY 1 – kruhový objekt tvořený dvěma soustřednými liniemi. V místě bývalého meandru, čemuž nasvědčují světlejší soustředné pásy srpkovitěho tvaru. Meandr je vymezený ještě na II. v. m.

VOLÁRNA 1 – dva soustředné půlkruhové příkopy bez dalších.

VRBOVÁ LHOTA 1 – lokalita výjimečná přítomností lesa na I. v. m., navíc s pomístním jménem doloženým tamtéž. Rozptýlené maculae.

ZVĚŘÍNEK 1 – linie tvořící tvar nahoře otevřeného písme „A“, snad pozůstatek rozhraničení polí. Dokládá je II. v. m. i III. v. m., nikoliv však na zcela totožném místě.

ZVĚŘÍNEK 2 – zaniklá strouha, interpretovatelná podle II. v. m. a III. v. m., viz obr. 5.7..

2.5. Shrnutí

Základem analýzy vybraných internetových mapových zdrojů bylo jejich srovnání se šikmými snímky s důrazem na to, zda nemohou k již známé informaci přidat nové skutečnosti. Jejich prohlídka se v první řadě soustředila na místa s polohami dokumentovanými leteckým průzkumem. V druhé řadě byl prohlížen celý transekt, jednalo se tedy o jakousi prospekci krajiny zpřístupněné v jednotlivých časových řezech. Testované zdroje informací tvoří dvě hlavní skupiny, ortofotosnímky a historické mapy. Přínos ortofotosnímků je vyhodnocen z předchozího katalogu s přihlédnutím k analýzám, které jsou publikovány na jiném místě v tomto svazku.

Základní hodnocení ukazuje, že na černobílých ortofotosnímcích ze serveru *bnhelp.cz* (ortofotomapa č. 5) je viditelných jen 10 % poloh (8 ze 70), přičemž se kromě dvou výjimek jedná o liniové objekty, ať už zaniklé odvodňovací strouhy (Hořátev 2, Kostelní Lhota 1, Sokoleč 1) nebo cesty (Choťánky-Vrčení 1 a 2, Radim-Chroustov 1, Velké Chvalovice 3). Minimálně pro 10 % poloh však tyto snímky upřesňují velmi dobře geomorfologii, resp. vymezují plochy postižené erozí eventuálně akumulací (Velim 3, Radim 2, Velké Chvalovice 3, Opolany 1, Sokoleč 2, Opolany Oškobrň 1, Kanín 2). Další výhodou tohoto serveru je i detailní výškopis, který lze zapnout jako další vrstvu. Jeho průběh může mnoho napovědět v krajinně silně postižené nivalizací. Výškopis upřesnil informaci o polohách Radim 3, Kolín 1 a 2 nebo Libice1.

Barevné ortofotosnímky jsou v kategorii detekce objektů z šikmých snímků úspěšnější. Pro snímky pořizené v letech 2002/2003 (ortofotomapa č. 4) platí, že minimálně na 15 polohách ze 70 (cca 21 %) jsou patrné jednotlivé objekty (Cerhenice 2, Dobřichov 1, Hořany 1, Klipec 1, Kanín 2, Kolín 3, Odřepsy 2, Opolánky 2, Nová Ves I 2, Radim 2, Radim 3, Sendražice 3, Velké Chvalovice 1 a 3 a Velim 5). Schopnost detekce erodovaných ploch je celkově podstatně slabší a 6 případů (Velké Chvalovice 1 a 2, Kolín 2, Kanín 2, Libice nad Cidlinou 1 a Opolany 1 částečně) svědčí více o lepším rozlišení dostupných barevných ortofotosnímků než o jejich vhodnosti pro detekci těchto vlastností. Horší oproti snímkům *bnhelp.cz* je i detekce liniových objektů, zejména zaniklých vodotečí (Kostelní Lhota 1 jen malá část, Hořany 2, Zvěříněk 2). Relativně dobrá situace je u detekce zaniklých cest a mezí (7 ze

70 – Radim 3, Nová Ves I 2, Choťánky-Vrčení 1 a 2, Cerhenice 2, Sány 1, Sendražice 2).

Ortofotomapa č. 1 umožňuje identifikovat u 16 lokalit větší či menší část objektů, dává tedy podobný výsledek jako mapa č. 4. Shoda je přitom u 10 objektů (10 lokalit je alespoň částečně rozlišitelných na obou pramenech).

Jako nejhorší se pro identifikaci objektů jeví ortofotomapa č. 2. Ze známých objektů se podařilo identifikovat jen část lokality Kostelní Lhota 1, Křečhoř (1) – viz barev. tab.VI.3. a Opolánky 1.

V otázce použití ortofotomap pro možnost vyhledávání nových lokalit lze poukázat na několik vybraných příkladů. Jediným vodítkem pro označení lokality jako archeologicky relevantní je zde analogie s ostatními objekty, zejména jejich tvarem, velikostí, způsobem umístění v krajinně a způsobem zviditelnění. Ověření takových objektů, například formou povrchových sběrů, je samozřejmě velmi žádoucí, nicméně již pouhým srovnáním s dalšími popisovanými podklady lze často okruh možných interpretací zúžit na přijatelnou míru.

Na snímcích z *bnhelp.cz* (č. 5) se na několika místech objevují „potenciální polohy“. Jde především o Radim (4)¹² obr. 5.3. – dvě souběžné půlkruhové linie a Zalesňany (1) – náznak přehrazení ostrožny, může se jednat i o cestu – viz obr. 5.6..

Na barevných snímcích z let 2002/2003 (č. 4) jde především o pravděpodobné skupiny maculae – Ratenice (1) viz barev. tab. VIII.4., Kouřim (1) viz barev. tab. VIII.2., Bošice (1, 2, 3) nebo Velký Osek (1). Potenciální liniové objekty reprezentuje Kostelní Lhota (2) viz barev. tab. VIII.1.. Dobře je viditelná i již známá poloha hradiště/polního opevnění u Křečhoře 1 (viz barev. tab. VI.1. – VI.4.).

Zmíněné polohy nejsou s výjimkou Kostelní Lhoty (2), Křečhoře 1 a Ratenic (1) zjistitelné na novější ortofotomapě z let 2007/2008 (č. 1). O nových objektech lze mluvit v případě Křečhoře (2) viz barev. tab. VIII.6., Ratenic (2), Polep (2), Hořátev (3) a snad u Ovčár (?). Možný liniový objekt představují rovněž Ratenice (2) a již zmíněná Radim (4), viditelná i na černobílé ortofotomapě.

3. Syntéza a interpretace

3.1. Možnosti a výsledky internetových pramenů pro leteckou archeologii

Na internetu zpřístupněné prameny černobílých a barevných ortofotosnímků mají solidní potenciál pro řešení témat letecké archeologie. Jejich význam se nejvíce zhodnotí u středních a větších krajinných celků. Při záběru v řádu lokalit jsou informace z těchto zdrojů ještě příliš ovlivněné kolísající kvalitou

¹² AZP je celostátní vědecko-památkový program identifikace a evidence archeologických lokalit metodou povrchových sběrů běžící od roku 1978. V současnosti je již zpracováno 270 000 km², což představuje 87 % rozlohy Polska (více na stránkách Národního Ústavu pro výzkum a dokumentaci památek: <http://www.kobidz.pl/>; v češtině o AZP naposledy Kuna 2004, 342-344).

a lokálními podmínkami. Popisované zdroje se dobře doplňují, když detekce je u barevných založena spíše na porostových příznamech a u černobílých na příznamech půdních. Na prvně jmenovaných lze identifikovat až 20 % lokalit známých z šikmých snímků a přidat k nim i řadu dalších, dosud nezjištěných. Černobílé jsou pro samotnou detekci bodových archeologických objektů málo vhodné, nicméně často lépe než barevné ukazují liniové objekty – zaniklé cesty nebo vodoteče. Přitom velmi dobře reflektují situaci v oblasti eroze a akumulace, která zároveň odráží i zaniklou geomorfologii. Vyskytuje-li se jedna a taž lokalita hned na několika různých ortofotomapách, je pravděpodobné, že i v terénu jsou zviditelněné objekty výraznější (nejpravděpodobněji hlubší) než na lokalitách viditelných jen na některých podkladech.

Již delší dobu využívané mapy vojenských mapování mají také pro sledované otázky nezanedbatelný význam. Kromě detailního zobrazení často již zničené modelace terénu pomáhají především s interpretací liniových objektů. Nejpodrobněji je cestní síť zachycena na Josefském mapování, poněkud zredukovaná, ale o to přesnější pak na zbylých dvou. Kromě cest lze s úspěchem sledovat zaniklé vodoteče a odvodňovací strouhy, které na sledovaném území tvoří jakousi páteřní síť. Obzvláště srovnání černobílých ortosnímků a I. a II. vojenského mapování je v tomto směru přínosné.

Obraz krajiny a jejího hospodářského využití, sledovatelný na vojenských historických mapách, dokládá značnou stabilitu hospodářského využití. Více méně všechny polohy leží a ležely na obdělávaných půdách, respektive nikoli na loukách nebo v lese. Relativně stabilní obraz se radikálně mění až v posledních 50 letech především scelováním a rozšiřováním zemědělských pozemků a nárůstem zastavěné plochy. Polní půda se také dnes rozkládá na řadě míst pravděpodobně nikdy neosídlených, které dřívější land-use, citlivější na přirozené možnosti krajiny, využíval spíše jako zamokřené louky nebo komunikační koridory.

Summary

This paper focuses on evaluation of potential of chosen internet sources for aerial (respectively landscape) archaeology. Attention is paid to 2 main sources – orthophoto maps and histo-

ric military mapping. Possibilities are illustrated on particular examples and limitations of sources are taken into account.

Comparison of land-use development in four time sections was the first step carried out on the base of internet. Basic procedure consisted of sampling of the three military mappings and a recent orthophoto map. Thanks to this procedure, relatively large amount of stable land-use has been proven. This stability was not disturbed until the radical process of land collectivization and liquidation of the original landscape division in form of balks, communications and dens system of water streams. This process occurred mainly shortly after the half of the 20th Century similarly as occurred radical increase of built-up areas which reduce regions possible to be used by the aerial archaeology.

The second sphere of questions is related to interpretation of chosen features identified by the aerial archaeology. This identification is mostly indirect – the military mapping can help with identification of today already deserted landscape elements like e.g. balk, communication or drain which have been also leveled recently. Next simple possibility is to exclude recently built features, respectively features younger than originating at the end of the 18th Century. Interpretation of the line features is easier, it is not appropriate to use historic maps and orthophoto maps for identification of smaller and spot monuments.

Reconstruction of deserted relations in landscape is the main focal point of the third group of questions. Except of restricting sphere of possible types of the original features, it also helps to forecast areas appropriate for aerial and also landscape archaeology. The sources used enable us to localize areas affected by erosion or accumulation and determine deserted elements of the georelief on which according to analogies Prehistoric and Early Medieval settlement was related to.

The last sphere of question is focused on identification of new features. For this purpose, orthophoto maps of a high quality are the most appropriate. These maps can show existence of potential archaeological features in various areas. These can be line features like e.g. flicker of barrage on a promontory in Zalešany but also spot features, surprisingly, which could be related to deserted settlement.

6

Využití volně dostupných dat dálkového průzkumu Země k identifikaci archeologických komponent: čtyři příklady z polského území

The use of internet remotely sensed data for identification of archaeological components. Four examples from Poland

1. Úvod

Koncepce archeologického kulturního dědictví jako neobnovitelného a vyčerpatelného zdroje poznání o lidské minulosti je v současné době, kdy se na jeho stále rychlejším a masivnějším zániku zdaleka nepodílejí pouze přírodní, ale především antropogenní činitelé, velmi zásadní. Více než kdy jindy vystupuje do popředí nutnost ochrany a uvědomělého zacházení s archeologickými prameny. Aby jejich ochrana mohla být co neefektivnější, je nutné ty stávající důkladně evidovat a další neustále rozpoznávat. K identifikaci nových komponent využívá archeologie buď tradiční exkavace anebo mnohem efektivnější metody nedestruktivní, jejichž stále častější aplikace je z uvedených důvodů závažným trendem současnosti (srov. *Kobyliński 2001*, 144-146; *Gojda 2000*, 116). Jednoznačně nejúčinnější metodou v oblasti získávání nových archeologických dat je nejen díky velkému prostorovému záběru dynamicky rozvíjející se obor letecké archeologie, jenž v sobě integruje kromě klasické letecké prospekce z nízko letících letounů také aplikaci dat dálkového průzkumu Země (dále jen DPZ; *Gojda 2004*, 49-50). Tak označujeme mezioborovou disciplínu, spočívající v bezkontaktním získávání informací o terénu a objektech ležících na jeho povrchu, případně nehluboko pod ním a podle umístění snímací aparatury na vysoko letících letadlech nebo družicích jej dělíme na letecký a kosmický (*Gojda 2004*, 50, 102; *Gojda – John 2009*, 468).

V následujícím příspěvku budou postupně představeny čtyři nově objevené archeologické lokality na území Polské republiky, které se podařilo identifikovat prostřednictvím kombinace volně dostupných fotogrammetrických snímků ze služby Geoportal.gov.pl (viz oddíl 2.2.) a družicových snímků s vysokým rozlišením z internetové aplikace Google Earth (viz oddíl 2.1.) na základě půdních a porostových příznaků jednotlivých komplexů (objektů). Komponenty byly vybrány ze širšího spektra zpracovaných lokalit a to tak, aby reprezentovaly co nejrozmanitější vzorek (počet komplexů v komponentě, variabilní morfologie a velikost objektů, rozmanitost zviditelněných příznaků a lokální geomorfologie atd.). Prezentovaná data jsou výsledkem autorovy spolupráce s kolegy z katedry archeologie Varšavské univerzity (Instytut Archeologii, Uniwersytet Warszawski), jmenovitě s Piotrem Wronieckim a Przemysławem Dułębou, kterým tímto autor velice děkuje za impulsy a informace, bez kterých by tento příspěvek nemohl

vzniknout. Tyto výstupy budou, případně již byly (viz oddíl 4.4.), využity jako podklad při systematické povrchové prospekci v rámci AZP (Archeologiczne Zdjęcie Polski).*

2. Specifika DPZ v archeologii a popis použitých zdrojů

Data DPZ nejsou pořizována primárně za archeologickými účely a archeolog v průběhu jejich zhotovování nemá na technickou stranu konotace obrazu (výběr pojetí, perspektivy, úhlu nachýlení, osvětlení, měřítka snímku atd.) žádný vliv. Naopak při průzkumném letu a pořizování šikmých snímků probíhá proces kategorizace a verbalizace už v hlavě archeologa, eliminují se komponenty stojící mimo archeologický zájem a dá se tedy říci, že narativizace pramene zde nastupuje ještě před vlastním zhotovením snímku (*Rączkowski 2002*, 206 – 207).

Interpretace dat DPZ je často ztížena několika okolnostmi. Především, neobjednáme-li si jejich zhotovení na zakázku, je otázkou, zda období a osvětlení v kterém byly snímky zhotoveny, bude vhodné pro detekci archeologických situací (*Wilson 2000*, 33; *Kobyliński 2005*, 82). Dále je tu silná závislost na atmosférických vlivech, především oblačnosti, které mohou zcela znemožnit průzkum zemského povrchu. U satelitních snímků je ve srovnání s kolmými leteckými snímky další nevýhodou poměrně vysoká cena a nižší rozlišení (*Gojda – John 2009*, 489 – 490). Nicméně rozlišení družicových snímků se neustále zvyšuje a v mnoha případech se mohou již dnes stát alternativou k snímkům leteckým. U panchromatických snímků v současnosti běžně dostupné rozlišení 1 m (IKONOS, Quick Bird dokonce 0,61 m) odpovídá s velkým přiblížením kolmým leteckým snímkům zhotoveným v klasickém měřítku 1: 25 000, naskenovaným do digitální podoby s rozlišením 645 dpi, příp. snímkům zhotoveným v měřítku 1: 10 000, naskenovaných s rozlišením 254 dpi. Existují již i takové družice jako např. americké vojenské, nesoucí senzory ze série KH-12 s rozlišením až 10 cm, pro civilní účely však prozatím nedostupné (*Królewicz 2005*, 104, 107). Důležitým kritériem pro práci s daty je kromě uvedené prostorové rozlišovací schopnosti také počet a šířka spektrálních pásem. Ty se pohybují od jediné viditelné části spektra – tzv. panchromatická data, přes data multispektrální (odrazivost v několika pásmech, zpravidla viditelné R+G+B a infračervené spektrum) až po hyperspektrální data (až stovky spektrálních pásem). Multispektrální a hyperspektrální

data mají však nižší rozlišení (Gojda – John 2009, 469 – 470) a pro jejich interpretaci je vhodné, resp. nutné použití nejrůznějších algoritmů.

Vertikální fotogrammetrické snímky jsou již řadu let, ačkoli u nás až v poslední době, využívány k archeologickým účelům (Wilson 2000, 32, 52; Gojda 2004, 102 – 107; Šmejda 2007). Interpretaci satelitních snímků se archeologové věnují od 80. let minulého století a významným mezníkem v této oblasti byla historicky první konference konaná roku 1984 na toto téma v Earth Resources Laboratory of the National Space Technology Laboratories (později přejmenovaná na John C. Stennis Space Center) v Bay St. Louis, Mississippi, USA, následovaná mnoha dalšími, pořádanými pravidelně dodnes (Wiseman – El-Baz 2007, 1 – 10).

Data DPZ se uplatňují především v projektech zaměřených na oblasti s minimálním podílem vegetace, kde se uplatňují zejména půdní a stínové příznaky, jako např. pouště (Blom et al. 2007) a náhorní plošiny (Sauerbier et al. 2006). Ovšem satelitních dat bylo s úspěchem využito i v oblastech s hustým podílem specifických druhů vegetace jako jsou bažinaté nížiny Guatemaly, kde byly na základě ekofaktních vlastností (nedostatek chlorofilu rostlin nad objekty a tudíž nepřírozená barva) lokalizovány někdejší mayské areály aktivit (Garrison et al. 2008, zejm. Fig. 7). V evropských podmínkách byly italskými specialisty úspěšně testovány algoritmy pro detekci hran objektů pohřbených pod povrchem Země v různých spektrálních pásmech snímků družice QuickBird na místech s vegetačním pokryvem i bez něj (Masini – Lasaponara 2007) nebo též v odlišných fázích vegetačního cyklu rostlin (Lasaponara – Masini 2007).

Jaké výsledky však lze očekávat ve specifických podmínkách evropského mírného klimatického pásu? Z. Kobyliński ještě před 5 lety viděl možnost využití družicových snímků, především vzhledem k nízkému prostorovému rozlišení jako omezenou a pro identifikaci nevelkých sídlištních objektů nevhodnou, přičemž konstatoval, že: „*W rejonach gęsto zaludnionych i pozbawionych obszarów niedostępnych, takich jak np. terytorium naszego kraju, niewielkie są jednak szanse na to, żeby zidentyfikować na zdjęciu satelitarnym jakieś nieznane dotąd stanowisko archeologiczne.*“ (Kobyliński 2005, 83).

Současná vypovídací schopnost družicových snímků ve středoevropských podmínkách se nejlépe zrcadlí ve výsledcích dosažených v projektu realizovaném na Katedře archeologie Západočeské univerzity v Plzni v rámci výzkumného záměru „Opomíjená archeologie“, kde bylo vůbec poprvé na našem území systematicky využito družicových dat. Hlavní část projektu byla zaměřena na srovnání vypovídací schopnosti šikmých leteckých snímků čtyř oblastí Čech (Podřipsko, Terežínská kotlina, Kolínsko a údolí řeky Chomutovky), na kterých byly v posledních několika letech identifikovány nejrůznější objekty archeologického charakteru s archivními i nově pořízenými snímky s vysokým rozlišením z družic IKONOS-2



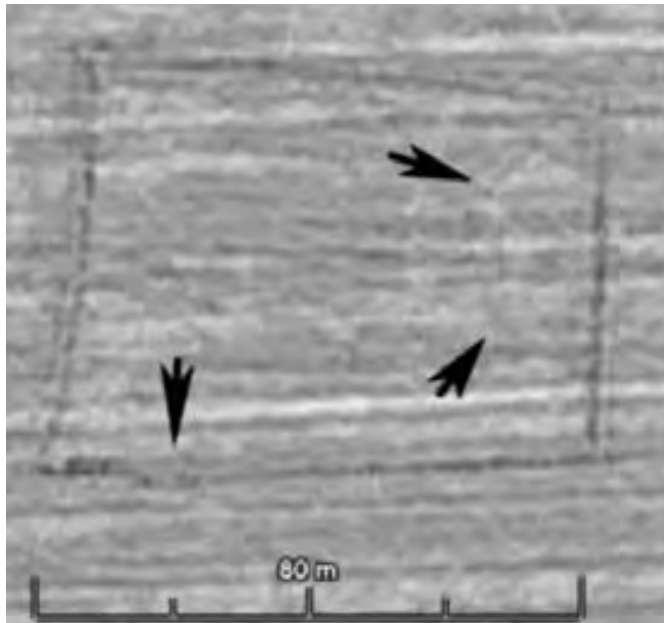
6.1. Polsko. Distribuce popisovaných lokalit: 1 – Popowice, 2 – Wrocław-Wojszyce, 3 – Marchocie, 4 – Krzczonów.

6.1 Poland. Distribution of sites described: 1 – Popowice, 2 – Wrocław-Wojszyce, 3 – Marchocie, 4 – Krzczonów.

a QuickBird-2. Bylo konstatováno, že snímky o rozlišení kolem 0,5 m/pixel jsou dostatečně kvalitní pro detekci nejen větších liniových, ale i nevelkých bodových objektů (o průměru 1 – 2/3 m). Prezence většiny komplexů známých ze šikmých fotografií byla na satelitních snímcích úspěšně verifikována, ovšem zároveň se podařilo identifikovat i nezanedbatelný počet objektů nových, dosud neznámých (Gojda – John 2009).

Za zmínku stojí i projekt norských archeologů, kteří pomocí speciálního softwaru s algoritmem na detekci kruhových objektů identifikovali v jihovýchodní části země na obdělávaných polích, prostřednictvím satelitních snímků s velmi vysokým rozlišením (QuickBird), velký počet porostových i půdních příznaků potenciálních kruhových mohyl (Trier – Larsen – Solberg 2009).

V rámci všech výše uvedených výzkumů byla k naplnění formulovaných cílů využívána výhradně komerční data zakoupená díky grantům a podpoře daných institucí. Již několik let jsou však na internetu přístupné aplikace jako World Wind či Google Earth (Beck 2006), případně národní mapové služby iniciativy INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) typu Geoportal (Scollar 2009), umožňující volný přístup ke georeferencovaným datům DPZ a jejich využití pro nekomerční účely. V tomto příspěvku se pokusím ukázat, že i přes mnohá omezení lze na základě volně dostupných dat dosáhnout zajímavých výsledků při identifikaci dosud neznámých archeologických komponent. K tomuto účelu byla aplikována



6.2. Popowice. Detail satelitního snímku ohrazení. Svislá šipka ukazuje na místo potenciálního vchodu. Další dvě šipky pak na půlkruhový útvar při východní hraně objektu vydělený v rámci vnitřního prostoru (© Digital Globe, Google Earth; převzato a upraveno).

6.2 Popowice. Detail of satellite photo of the enclosure. Vertical arrow is showing potential access. Next two arrows are showing semicircular feature at the eastern edge of the large feature, this semicircular feature is clearly distinguishable in the inner space (© Digital Globe, Google Earth; adapted).

data zprostředkovaná softwarem Google Earth a polským mapovým portálem Geoportal.

2.1. Google Earth

Google Earth, tzv. virtuální glóbus, je jedním z nejpoužívanějších produktů balíčku společnosti Google, Inc. Umožňuje interaktivní trojrozměrné zkoumání planety prostřednictvím kolmých leteckých a satelitních snímků v souřadnicových systémech WGS84 a UTM. K dispozici jsou multispektrální data (R+G+B spektra) nejrůznějších satelitních systémů o variabilním prostorovém rozlišení a polohovém rozmístění na glóbu. Nejvyšší kvalitu zobrazování poskytují vertikální letecké snímky (pro ČR poskytované firmou Geodis Brno s rozlišením pixelu až 0,5 m; srov. Šmejda 2007, 255), nejvyšší počet družicových snímků s vysokým rozlišením pochází ze satelitu QuickBird společnosti Digital Globe (2,44 m/pixel). Velmi dobré pokrytí, avšak nižší využitelnost pro archeologické účely nabízejí družice SPOT (1-3) francouzské společnosti CNES s rozlišením 10 – 20 m/pixel. Celý povrch Země je pak pokryt snímkem společnosti NASA, resp. satelitů série Landsat (4, 5), jenž v Google Earth nabízejí rozlišení okolo 30 m a jsou tak pro archeologické účely prakticky nepoužitelné (Scollar – Palmer 2008, 15). Základní prohlížení dat DPZ z totožných zdrojů nabízí i mapová služba společnosti Google (<http://maps.google.com>; Palmer 2005b), ovšem bez níže uvedených výhod. Aplikace

Google Earth obsahuje mimo jiné přes 50 tematických vrstev poskytujících geografické, administrativní, hydrologické a mnohé další informace, včetně vrstvy Global Heritage Fund, evidující významné kulturní památky po celém světě. Uživatel může vytvářet své vlastní vrstvy, přidávat překryvné obrázky, připojovat vrstvy prostřednictvím služby WMS, lze využívat nástroje pro měření vzdálenosti a další užitečné funkce. To vše umožňuje základní bezplatná verze programu. Lze však zakoupit rozšířenou verzi Google Earth Pro, která nabízí navíc nástroj pro měření ploch, umožňuje přímý import dat z GPS nebo GIS (soubory.shp), atd. (Beck 2006; <http://earth.google.com>). Alternativní způsob, jak lze zobrazovat vrstvy vytvořené v GIS, a to i uživateli, kteří nemají žádný program pro tvorbu GIS, skýtají soubory KML (Keyhole Markup Language). Vybrané vrstvy je třeba transformovat na soubory s koncovkou kmz (např. v ArcMap pomocí 3D Analyst Tools), poté je odeslat libovolnému uživateli Google Earth, kterému se po otevření souboru automaticky načtou do složky „Dočasná místa“ a zobrazí se všemi daty z tabulky atributů, které v GIS mají jednotlivé prvky té které vrstvy (Conrov et al. 2008, 753). Této možnosti využíváme při vzájemném sdílení informací s polskými kolegy. Prostřednictvím souborů KML je v Google Earth možné prohlížet i výsledky archeologických projektů jako například spektakulární objev antického města Altinum, předchůdce Benátek (na základě leteckých a družicových snímků včetně spektra blízké podčerveně), interaktivní zpřístupnění výzkumu antického města Sagalassos v jihozápadním Turecku, nebo např. prohlížení 3D modelu vraku Titanicu pod hladinou oceánu (srov. blogy na <http://pl.wordpress.com/tag/google-earth>).

Program Google Earth je, především díky obecné dostupnosti, považován za jeden z nejdůležitějších mezníků v rozvoji letecké archeologie (Scollar – Palmer 2008, 15); s daty které zprostředkovává se lze stále častěji setkat v pracích archeologů (např. Parcak 2009) a objevují se i projekty založené výhradně na zpracování těchto volně dostupných snímků (Thomas et al. 2008).

2.2. Geoportal

Geoportal (<http://geoportal.gov.pl>) je polský internetový mapový portál Státní infrastruktury prostorových informací (Krajowa Infrastruktura Informacji Przestrzennych), sloužící k vyhledávání, zpřístupnění a analýze poskytovaných geografických dat. Filozofie tohoto projektu je v podstatě shodná s mapovým portálem České agentury životního prostředí (<http://geoportal.cenia.cz>), potažmo podobnými projekty iniciativy INSPIRE Evropské komise (<http://inspire.jrc.ec.europa.eu>) v ostatních členských zemích EU (srov. Scollar 2009).

Veškerá zde dostupná geografická data jako jsou topografická, hydrografická, ale i katastrální mapy, dále ortofotomapy (černobílé, v současnosti však postupně nahrazované barevnými z roku 2009) a k nim alternativní satelitní snímky (avšak s nízkým rozlišením) a prostřednictvím odkazů z jiných serverů

také např. mapy geologické, jsou přístupné prostřednictvím technologie WMS (Web Map Service). Tato služba umožňuje sdílet uvedené geografické informace ve formě rastrových map a pracovat s nimi v programech na tvorbu geografických informačních systémů (GIS). WMS servery fungují v podstatě na totožném principu jako IMS servery a přístupná data lze kombinovat s vlastními vrstvami obsahujícími archeologické informace (Šmejda 2007, 257-258), jak se pokusí ukázat tento příspěvek.

3. Metoda práce

V následující části příspěvku jsou diskutovány 4 lokality, které byly vybrány ze širšího spektra a leží v zájmových oblastech katedry archeologie Varšavské univerzity, která ve vybraných oblastech jihovýchodního, resp. jihozápadního Polska (obr. 6.1.) provádí systematický povrchový průzkum, a to především prostřednictvím povrchových sběrů v kombinaci s geofyzikální prospekci, případně dokumentací antropogenních tvarů reliéfu totální stanicí. V rámci přípravy těchto terénních projektů bylo ze strany polských archeologů učiněna autorovi této kapitoly nabídka ke spolupráci. Na základě volně dostupných satelitních snímků a vertikálních fotografií zájmových území je prováděna analýza, klasifikace a interpretace potencionálních archeologických komponent, zviditelněných některým ze známých příznaků (Wilson 2000; Gojda 2004). Prvním krokem je však samozřejmě lokalizace. Ta v praxi nejčastěji probíhá tak, že autor obdrží od kolegů e-mailem soubory KML s domnělými komponentami, následně je verifikuje v programu Google Earth, příp. Geoportal, vyloučí objekty ležící mimo archeologický zájem, ty pozitivní dále zpracovává do databáze a z utříděných dat je takto postupně vytvářen geografický informační systém v programu ArcMap 9.2.

Protože snímky z Google Earth obvykle nemívají fotogrammetrickou přesnost a chyba mezi pozicí bodu na snímku a jeho reálnou pozicí se může lišit i o více než 10 m (Scollar – Palmer 2008, 16), je vhodné pro další práci v terénu snímek, resp. jeho výřez, dodatečně rektifikovat. K tomu je třeba znát souřadnice alespoň 4 referenčních bodů, které jsou jak na snímku tak na mapě (Gojda 2004, 99 – 100). Největší přesnosti lze dosáhnout, vyskytují-li se na snímku viditelné trigonometrické body. Některé mapové servery, jako např. francouzský Géoportail, nabízejí mezi běžnými mapovými vrstvami také vrstvu obsahující právě tyto trigonometrické body až ve 3 souřadnicových systémech, s popisem a fotografií každého z nich (Scollar 2009). V případě ČR jsou takovéto body zpřístupněny na internetu ve formě databáze na stránkách Českého zeměměřičského úřadu (<http://dataz.cuzk.cz>). Ovšem chceme-li získat podobné informace o trigonometrických bodech na území Polské republiky, je třeba se dostavit osobně na okresní geodetický úřad a za každý jednotlivý bod zaplatit. Pro naše účely byla zvolena metoda rektifikace na podkladě podrobných topografických map, s nimiž lze prostřednictvím



6.3. Popowice. Poloha ohrazení v terénu. Kombinace topografické mapy a satelitního snímku (© Digital Globe, Google Earth a Geoportal.gov.pl).

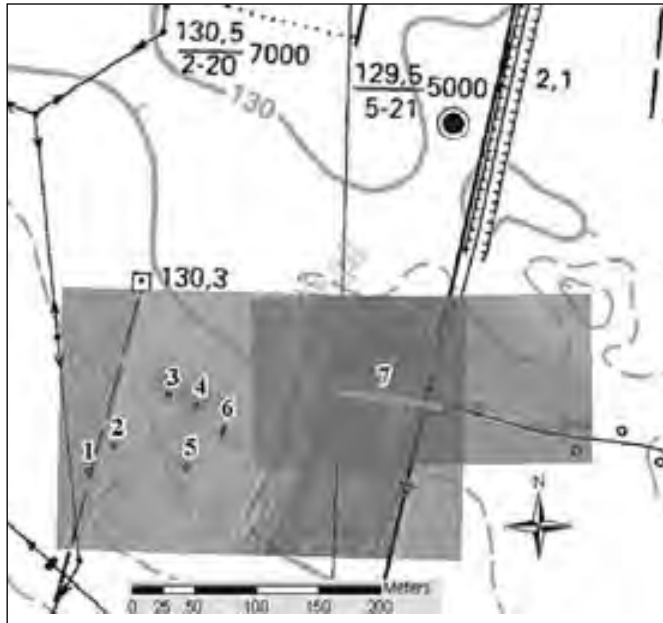
6.3 Popowice. Position of the enclosure in surrounding terrain. Combination of topographic map and satellite photograph (© Digital Globe, Google Earth a Geoportal.gov.pl).

služeb WMS pohodlně pracovat v GIS. Prostřednictvím nástroje „Georeferencing“ byly všechny satelitní snímky z Google Earth dodatečně rektifikovány, přičemž se ukázalo, že v některých případech byla chyba skutečně až několik metrů. Souřadnice uvedené v tabulce 1 jsou tedy odečteny až z výsledných georeferencovaných snímků.

Archeologické objekty identifikované na těchto snímcích byly vizuálně analyzovány, klasifikovány a jejich morfologie byla určena na základě systému vypracovaného M. Gojdou (1997a, 38 – 39; resp. dle doplněné verze Gojda ed. 2004c, 104 – 107). Pro následnou interpretaci posloužila jako základní příručka kniha D. Wilsona (2000) a práce M. Gojdy (1997; 2004a; Gojda ed. 2004c).

4. Komponenty identifikované prostřednictvím dat DPZ

V následující kapitole je podána podrobná charakteristika analyzovaných lokalit, tj. administrativní a geomorfologická příslušnost území na němž se komponenta nachází, počet a popis jednotlivých objektů, přičemž v případě morfologie útvarů je užito klasifikace vypracované M. Gojdou (Gojda 2004b, 104, 107), dále zdroj a datum pořízení snímku. Na konci každého suboddílu následuje pokus o interpretaci získaných dat. Lokalizace středu každé z komponent, a to jak v národním souřadnicovém systému Polska ETRS_1989_Poland_CS_92, tak v systému WGS_1984 ve stupních zeměpisné šířky a délky, je uvedena v tab. 1.



6.4. Wrocław-wojszyce. Poloha objektů v terénu. 1 – 6 maculae, 7 – zaniklý počátek vodoteče s prameništěm. Kombinace topografické mapy, satelitního snímku a vertikálního leteckého snímku z ortofotomapy (© Digital Globe, Google Earth a Geoportal.gov.pl).

6.4 Wrocław-wojszyce. Position of the features in surrounding terrain. 1 – 6 maculae, 7 – deserted beginning of a water stream and spring area. Combination of a topographic map and satellite photographs (© Digital Globe, Google Earth a Geoportal.gov.pl).

Poznámka k administrativnímu členění Polska: U lokalit popisovaných v textu jsou vždy uvedeny podle polského úzu 3 stupně administrativní příslušnosti obce, na jejímž katastru se památka nachází. Jsou to: *gmina* (ve zkratce gm.; v podstatě obec s rozšířenou působností), *powiat* (pow.; okres) a *województwo* (woj.; kraj).

Poznámka ke geomorfologickému členění Polska: U každé lokality je uvedena kromě administrativní příslušnosti též příslušnost k jednotlivým geomorfologickým celkům. Protože v každé zemi platí trochu jiný systém členění a přirozeně také odlišná terminologie, je v této práci – stejně jako v případě administrativního členění – užito polského názvosloví. V současnosti obecně přijímanou nomenklaturu vypracoval Jerzy Kondracki a podle téhož autora je klasifikována geomorfologickou příslušností (Kondracki 2002). U každé lokality jsou uvedeny následující taxonomické úrovně (řazené vzestupně): mezoregion, makroregion, podprovincie (podprowincja), které odpovídají českým ekvivalentům: celek, oblast, subprovincie.¹³

4.1. Popowice

Komponenta leží v jižní části Wrocławské roviny (makroregion Slezská nížina, podprovincie Středopolské nížiny) v severo-

východní části katastru obce Popowice (gm. Jordanów Śląski, pow. wrocławski, woj. dolnośląskie) v údolí řeky Ślęzy na nízké šterkopískové terase (v nadmořské výšce 150 m n. m.), převyšující vodní tok o zhruba 6 m. Protože tato terasa je umístěna v meandru řeky, který byl dle geomorfologie terénu a očividně meliorovaného říčního koryta podstatně výraznější než je dnes, lze tuto polohu v lokálním krajinném kontextu označit za velmi výhodnou především díky dobrému výhledu nad říčním údolím východním i západním směrem.

Objekt (obr. 6.2.) byl identifikován na snímku družice Quick Bird ze dne 28. 11. 2006 a to na základě vegetačních příznaků blíže neidentifikovatelné kulturní plodiny. V tomto případě je překvapivý samotný výskyt porostových příznaků vzhledem k datu pořízení snímku. Jedná se totiž pravděpodobně o ranější fázi ozimu a v případě zimní setby se s prvními příznaky obvykle setkáváme nejdříve na počátku dubna (Rączkowski 2002, 76). Pro sledovanou lokalitu je v programu Google Earth k dispozici i starší snímek družice IKONOS ze dne 8. 9. 2002, kde lze v zoraném poli pozorovat pouze nepatrně tmavší zbarvení půdy, které však o morfologii objektu neříká téměř nic. Na základě porostových příznaků z prvního uvedeného snímku bylo možno identifikovat lineární uzavřený útvar (ohrazení) trapezoidního půdorysu s pravoúhlými nárožními Délka severní hrany je 77 m, jižní 85 m, východní 52 m a západní 63 m. Výměra vnitřní ohrazené plochy dosahuje asi 0,44 ha. Minimálně podél východní, západní a pravděpodobně i severní hrany jej tvoří dvě paralelní linie: širší vnitřní a užší vnější (příkop a palisáda?). Na jižní straně je dobře patrná pouze jedna linie, za to se však při jejím západním konci objevuje nepříliš zřetelný zaoblený útvar vystupující z tohoto komplexu, možná zesílený vstup, vzdáleně připomínající římskou vně orientovanou *claviculu*¹⁴ (obr. 6.2., svislá šipka). Dostupný snímek nám dokonce dovoluje postihnout i vnitřní členění ohrazené plochy v podobě slabě viditelného půlkruhového útvaru (palisádový žlab?), přimykajícího se k východní hraně.

Na základě morfologických proporcí a známých analogií je pravděpodobné, že toto trapezoidní ohrazení je pravěkého stáří. Na první pohled se nabízí jeho podobnost s keltskými čtyřúhelníkovitými ohrazeními, tzv. *Viereckschanzen*. Je zde ovšem několik detailů, jako dvojité linie tří ze čtyř jeho stran, patrné dovnitř směřující prohnutí západní strany a pro tyto objekty netypický tvar a umístění potenciálního vstupu. Neobvyklý je i vydělený půlkruhový útvar podél vnitřní strany západní hrany. Podstatná je i skutečnost, že objekty typu *Viereckschanze*, vyskytující se v období

13 K systému geomorfologického členění ČR viz Demek – Mackovčín 2006.

14 Je samozřejmě míněna pouze formální podoba s tímto fortifikačním prvkem; popisovaný komplex nespĺňuje žádný z předpokladů umožňujících jeho identifikaci s římskými opevněnými objekty budovanými na sever od Dunaje (srov. Gojda 2009).

LT C2 – D1, nejsou na území Polska evidovány ani v jednom případě (sdělení P. Dulęby). Pravděpodobnější je varianta, že by se mohlo jednat o tzv. *Herrenhof*, neboli ohrazený dvorec z přelomu doby halštatské a laténské. Ukazuje na to jak rozloha, vnitřní členění, tak typ ohrazení, jenž byl tvořen nejspíše palisádou a příkopem (srov. *Venclová 2008*, 103-104). Palisádou lehce ohrazené dvorce se uvádějí i pro raný středověk, ovšem pro podobné komponenty tohoto období panuje téměř absolutní absence archeologických pramenů a jejich podoba se odvozuje téměř výlučně z pramenů písemných (*Meduna 2008*).

4.2. Wrocław-Wojszyce

Lokalita je situována na severním okraji wrocławské roviny (makroregion Slezská nížina, podprovincie Středopolské nížiny) na jižní periferii dnešní Wrocławu v městské části Wojszyce (gm. i pow. Wrocław, woj. dolnośląskie) a dosahuje nadmořské výšky 127 – 129 m n. m. Hydrogeologickou páteř této oblasti tvoří řeka Odra a její významné přítoky Ślęza a Oława; geologické podloží je zde tvořeno pískami a štěrky (barev. tab. IX.1.). Satelitní snímek družice Quick Bird s vysokým rozlišením byl pořízen 31. července 2009, tj. ve vrcholné fázi vegetačního cyklu kulturních plodin. Pole, nad kterým se komponenta nachází, bylo v té době oseto jistým druhem obiloviny, zřejmě ječmenem či pšenicí, které jsou považovány za nejlepší indikátory pohřbených relikvií (*Gojda 2004a*, 78). Všechny uvedené faktory dohromady tvoří ideální podmínky pro archeologickou analýzu prostřednictvím dálkového průzkumu Země, a tak mohl být úspěšně identifikován cluster několika zahlučených objektů, ležících na mírném severovýchodním svahu (obr. 6.4.).

Na ploše cca 0,5 ha se v místech tmavého zbarvení obilí, způsobeného zřejmě prameništěm podzemních vod (zaniklý počátek vodoteče – č. 7 – byl detekován asi 90 m severovýchodně od obj. č. 6; viz obr. 6.4. a barev. tab. IX.2.), vyrýsovalo celkem 6 bodových objektů, tzv. maculae. Z hlediska prostorové distribuce tvoří nepravidelný shluk a jsou rozmístěny ve vzdálenostech od 25 do 112 metrů od sebe. Až na jednu výjimku, kterou je protáhlý nepravidelný objekt č. 6 o ploše 24,1 m², představují všechny pravidelné jámy o kruhovém půdoryse s proměnlivou vnitřní plochou (obj. 1: 21,9 m²; obj. 2: 19,7 m²; obj. 3: 12,4 m²; obj. 4: 15,2 m²; obj. 5: 25,2 m²).

Kromě výše uvedených, nebyly na snímku identifikovány žádné další archeologické komplexy. Zachycené kruhové bodové objekty lze pravděpodobně interpretovat jako skladovací a/nebo odpadní jámy. Na tomto příkladě se ukázaly výhody kombinace starších ortofoto snímků z Geoportalu s novějšími satelitními snímky. Na snímcích lze dobře pozorovat postupující urbanizaci tohoto předměstí Wrocławu, která se v blízkosti sledované komponenty projevila úbytkem obdělávaných polí. Na místo nich vznikla nová cesta a zbytek zarostl trávou a plevele. Právě v těchto místech je možno na základě archivních

kolmých leteckých snímků detekovat zaniklý počátek vodoteče s prameništěm (č. 7 na obr. 6.4., začátek označen křížkem).

4.3. Marchocice

Lokalita se nachází na katastru obce Marchocice (gm. Racławice, pow. miechowski, woj. małopolskie), ležící v centrální části Miechowské vrchoviny (makroregion Nidziańska tabule, podprovincie Malopolská vrchovina). Půdní substrát je zde tvořen spraší pokrývající křídové slíny. Tento typ geologického podloží je signifikantní pro celou oblast Miechowské vrchoviny i sousední Proszowické pahorkatiny.

Vlastní komponenta zaujímá strategickou pozici v exponované poloze na severozápadním konci protáhlé ostrožny, převyšující okolní terén o 50 – 60 m, táhnoucí se od jihovýchodu mezi obcemi Marchocice a Klonów, resp. jeho místní částí Podgrodzisko, a to konkrétně mezi polohami nesoucími pomístní pojmenování Winnice a Grodzisko. Od severozápadu k jihovýchodu protéká pod ostrožnou potok Ścieklec, jehož pramenná pánev leží ve vzdálenosti cca 670 m od severozápadního úpatí ostrožny (obr. 6.5.).

Na rozdíl od ostatních popisovaných komponent se tato liší tím, že je archeologické obci známa již mnoho desetiletí. Neproběhl zde sice nikdy standardní výzkum odkryvem, nicméně povrchovými sběry byl odtud již před rokem 1935 a poté roku 1948 získán do sbírek Archeologického Muzea v Krakově keramický materiál z různých pravěkých období.

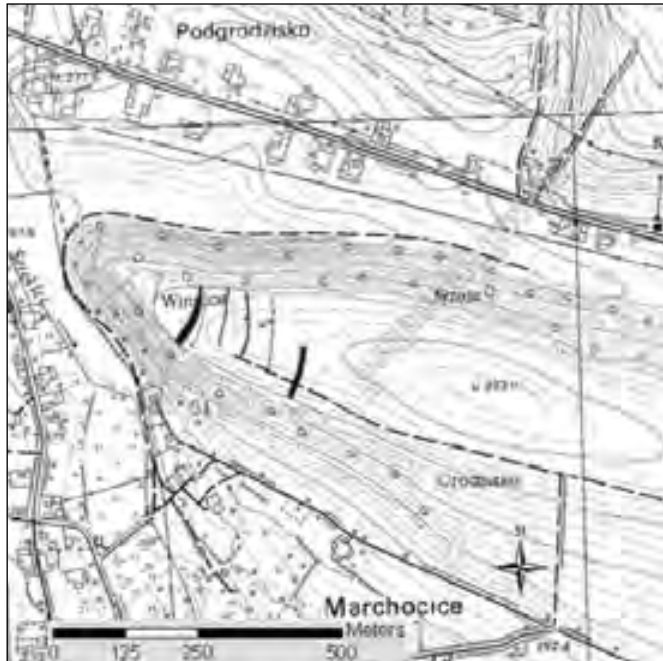
V roce 1998 byla lokalita zaevidována do celostátní databáze AZP – Archeologiczne Zdjęcie Polski pod číslem 2 (12) v sektoru 97 – 59 (J. Górski a M. Zajac). Na temeni ostrožny byly povrchovým sběrem získány zlomky keramických nádob příslušejících následujícím kulturám:

- kultura pucharów lejkowatych (k. nálevkovitých pohárů) – 73 ks + 49 ks štípané industrie
- kultura trzciniecka (starší doba bronzová) – 8 ks
- kultura łużycka – 125 ks
- kultura przeworska (doba římská) – 15 ks.

Kromě výše uvedených artefaktů byly na povrchu zaznamenány obrysy 7 blíže nespecifikovaných orbou narušených objektů a několik volně roztroušených fragmentů lidských kostí.¹⁵

Protože komponenta je situována v místě, které je poměrně intenzivně zemědělsky obděláváno, byla přirozená svahová eroze mnohonásobně umocněna hlubokou velkoplošnou orbou, což má přirozeně destruktivní vliv na zachování podpovrchových archeologických struktur, ovšem na straně druhé jsou takovéto polohy ideální pro výskyt půdních příznaků (*Gojda 2004*, 80-82). Proto bylo možné na satelitním snímku družice Quick Bird ze dne 7. 9. 2006, tak i na černobílém ortofoto snímku ze služby Geoportal, jenž byly oba pořízeny

15 Za zprostředkování těchto informací z databáze AZP děkuji P. Dulębovi.



6.5. Marchocice. Lokalizace jednotlivých linií zaniklého fortifikačního systému v terénu.

6.5 Marchocice. Localization of individual lines of a deserted fortification system in surrounding terrain.

mimo vegetační období, identifikovat právě na základě převážně půdních příznaků 7 – 8 liniových objektů (barev. tab. X.1.). Nejsignifikantnější se jeví linie č. 2 a 3. Jde nejspíše o široký příkop (linie 2; šířka až 15 m) doplněný na východní straně úzkým žlabem (snad pro palisádu?), oddělující akropoli hradiště od předhradí. Takto vydělená plocha, sledující vrstevnice 320 m n. m. a dotýkající se na severovýchodním konci vrstevnice 310 m n. m., zaujímá plochu 1,5 ha. Zvětšili-li tento prostor o předhradí, rozprostírající se pravděpodobně až na úroveň linie č. 8, výměra hradiště by v tomto případě činila 5 ha. Je možné, že akropole byla ještě vnitřně rozdělena, a to linií č. 1. Ta je zviditelněna porostovým příznakem, nicméně je dosti symetrická a nelze pouze na základě snímku rozhodnout, zda se nejedná o recentní meliorační rýhu. Tuto možnost nelze vyloučit ani u linie č. 4 a s jistotou ani u č. 6. Zdá se však, že linie č. 6 spolu s částí mohutnější linie č. 8, tvoří integrální součást někdejšího opevněného areálu, přestože nemusejí být chronologicky současné. Pro úplnost je třeba uvést slabě zviditelněnou linii č. 5 se zřetelným jižním koncem či přerušením, ležící mezi liniemi č. 4 a 6 a linií č. 7 s rozpitými hranicemi, o to však s zřetelnějším západním „zobákovitým“ výběžkem v její horní části. Konkrétní počet, tvar a přesná poloha příkopů identifikovaných na satelitním snímku budou zverifikovány plošným magnetometrickým měřením, jenž se při dokumentaci tohoto typu památek pohřbených pod povrchem země ukázalo jako velice efektivní (srov. *Křivánek 2003[online]*).

Poloha těchto objektů na konci ostrožny, nacházejících se mezi vrstevnicemi 320 – 330 m n. m., tak jejich morfologie, výše uvedené zde učiněné nálezy a v neposlední řadě dodnes přeživší pomístní názvy Grodzisko (česky Hradiště) a Podgradzisko (česky Podhradiští) implikují jako nanejvýš pravděpodobnou interpretaci, že jde o zničené linie fortifikačních prvků někdejší opevněné výšinné polohy, vícedílného hradiště. Jako analogický případ lze uvést například nedávný objev dvojité linie příkopů na strategicky umístěné poloze nad obcí Vepřek ve středních Čechách, odkud známe archeologické nálezy již dlouhou dobu, nicméně existence fortifikace je objevem poměrně nedávným (*Gojda ed. 2004c, 194*).

4.4. Krzczonów¹⁶

Lokalita se nalézá ve východním cípu Proszowické pahorkatiny (makroregion Nidziańska tabule, podprovincie Malopolská vrchovina) v jižní části katastru obce Krzczonów (gm. Opatowiec, pow. kazimierski, woj. świętokrzyskie) na mírném severojižním svahu v nadmořské výšce od 210 do 220 (vrchol náspu, viz níže) m n. m. Až do jara roku 2009 nebyl na tomto území evidován žádný archeologický záznam. To se však změnilo (lokalita obdržela pro AZP číslo 1 v sektoru 98 – 63) díky iniciativě skupiny studentů katedry archeologie Varšavské univerzity, která pod vedením Przemysława Dulęby prováděla průzkum archeologického potenciálu v širší oblasti řeky Nidy (*Dulęba – Wroniecki 2009*), kterého měl autor této kapitoly možnost se také zúčastnit.

V jeho druhé etapě byla pozornost zaměřena na dokumentaci stavu památek dochovaných v podobě viditelných antropogenních tvarů reliéfu. Byly vytipovány dva objekty, jejichž reliéfní tvary byly podrobně geodeticky zaměřeny totální stanicí a z naměřených hodnot poté vygenerovány digitální výškopisné modely. Jednalo se o písemnými prameny doložený a v terénu dobře zachovalý vrcholně středověký hrádek – tzv. motte – v Czarnocině a o zhruba 10 km jihovýchodním směrem vzdálený objekt v Krzczonówě, u kterého byl diskutován předpoklad možné typologické příslušnosti k tomuto druhu středověkých šlechtických sídel.

K prvotní analýze terénu bylo použito ortofoto snímku ze služby Geoportal a satelitního snímku družice Quick Bird ze dne 14. 5. 2005. Na obou bylo patrné, že objekt se nachází uprostřed pole, má neobvyklý kvadratický tvar a terén v jeho bezprostředním okolí je znivelován tak, že zde není v terénu zachován žádný pozůstatek fortifikačního prvku (příkop, val), obvykle doprovázející středověká motte. Z mapy byla

16 Tato kapitola je výtahem z referátu předneseného na 11. mezinárodní konferenci studentů archeologie v Puszczykowě u Poznaně dne 4. 12. 2009 (viz *Brejcha – Wroniecki 2009*). Výsledky jsou přístupné též na URL: <http://wodo.lot.wordpress.com/sekcja-nieinwazyjna/wstepne-badania-nieinwazyjne-w-krzczonowie-09>.

konstatována přítomnost vodoteče s názvem Wigoląbka ve vzdálenosti 130 m severně, která je zdrojem vody pro dvě přilehlé nevelké nádrže neznámého stáří. Podrobná analýza multispektrálního satelitního snímku (obr. 9) však přinesla i další informace. Přestože byl snímek zhotoven v polovině května, v tzv. zelené fázi vegetačního cyklu (Gojda 2004, 78) a půdním substrátem jsou zde spraše (barev. tab. IX.1.B), což nevytváří nejideálnější podmínky pro zviditelnění pohřbených archeologických situací, podařilo se identifikovat:

- otevřený lineární útvar oválného půdorysu (poloměr cca 16 m) asi 40 m severně od konvexního útvaru – násypu předpokládaného motte (pozitivní porostový příznak)
- světlý půlkruhový prostor bezprostředně přiléhající k násypu ze severní, západní a úzce i z východní strany (negativní příznak)
- rektilineární linii ve směru východ – západ situovanou v jižní blízkosti násypu (kombinace pozitivních, negativních i půdních příznaků), snad cesta či žlab po lehkém opevnění.

Po příjezdu na lokalitu a vizuálním vyhodnocení stavu násypu bylo patrné, že jde o antropogenní tvar reliéfu, a to nejen podle umělého zvrstvení pozorovatelného na odkrytém profilu. Byl však konstatován velmi vážný stav této památky, neboť byla evidentně dlouhodobě vystavována ničivým vlivům orby, což je mimo jiné příčina jejího kvadratického půdorysu. Podle výpovědí místních obyvatel ji němečtí vojáci za 2. světové války adaptovali na pozorovatelnu a ještě v 60. letech minulého století byla mnohem mohutnější a vyšší než současných 7 m. Kromě toho, že slouží jako snadný zdroj kvalitní spraše je navíc systematicky poškozována faunaturbáci, neboť v jejím nitru si hloubí své nory lišky.

V okolí násypu byly provedeny povrchové sběry, na základě kterých se podařilo zhruba vymezit prostorový i chronologický rozsah této komponenty. Téměř veškeré artefakty pocházejí z prostoru mezi násypem a vodotečí, tedy severně od násypu. Drtivá většina chronologicky spadá do období přelomu vrcholného středověku a raného novověku (55 ks keramických střepů, 9 fragmentů kachlů, 3 stříbrné jagelonské denáry a litevské olovené pečetidlo), 3 ks keramických jedinců pak náleží przeworské kultuře doby římské (Duleba – Wroniecki 2009, 8). Zvláště signifikantní se pakjevila kumulace keramických fragmentů kachlů, střepů a mazanice, jež s přihlédnutím k postdepozicičním tafonomickým transformacím způsobeným orbou (Kuna et al. 2004, 310–311), víceméně prostorově odpovídala oválnému lineárnímu útvaru identifikovanému na satelitním snímku.

Za účelem odhadu původního rozsahu násypu bylo severně od něho na 6 arech provedeno geoelektrické odporové měření, prostřednictvím přístroje s dvěma elektrodami vzdálenými 1 m od sebe (za zapůjčení patří dík doc. K. Misiewiczovi). Jeden metr byla tudíž i maximální dosažitelná hloubka měření. Navzdory nedostatku času na rozsáhlejší měření lze nasti-



6.6. Krzczonów. Detail satelitního snímku. Nahoře: otevřený lineární útvar oválného půdorysu; uprostřed: hliněný (sprašový) násep zničeného vrcholně středověkého motte včetně světlých negativních příznaků odtěžené části násypu; dole: rektilineární linie, snad cesta či žlab po lehkém opevnění (© Digital Globe, Google Earth; převzato a upraveno).

6.6 Krzczonów. Detail of a satellite photograph. Above: open linear feature of oval ground plan; in the centre: earth (loessal) rampart of a destroyed High Middle Age motte including light-colored negative marks of quarried part of the rampart; below: rectilinear lines, maybe a road or a trough – remains of a light fortification (© Digital Globe, Google Earth; adapted).

nit na základě dosažených výsledků (barev. tab. X.2.) následující interpretaci. Bezprostředně u násypu byla zaznamenána vrstva oválného půdorysu o poměrně nízké rezistivitě (světle modrá), která je zřejmě odrazem části původního rozsahu násypu. Na tomto místě je třeba upozornit na světlý půlkruhový prostor zviditelněný negativními vegetačními příznaky na satelitním snímku (obr. 6.6.; přerušovaná linie jeho rekonstruovaný průměr), jenž koreluje s uvedenou nízkoodporovou vrstvou. Světlá barva nad ním rostoucí plodiny ukazuje na nedostatek humusoidní složky, který existuje v tomto prostoru zřejmě proto, že jde o v nedávné době odstraněnou část nadzemního sprašového tělesa násypu, který je pokryt pouze slabou vrstvou ornice. Severně od této horizontální vrstvy se mezi 2 sondami vyskytuje naopak vysokoodporové, asi 10 m široké stratum. Jedná se pravděpodobně o část obvodového příkopu. Za zajímavost určitě stojí i experiment, kdy byly porovnány digitální výškopisné modely násypu v Krzczonowě (fialová barva) a výše zmíněného zachovalého motte v Czarnocině (zeleno-žluto-červená barva) s odporovým měřením. Ukázalo se, že předpokládaný rozsah krzczonówského násypu, resp. jeho poloměr (polovina skutečného rozsahu + nízkoodporové stratum) odpovídá reálnému poloměru motte v Czarnocině (barev. tab. X.2.).

Přestože uvedená pozorování jsou předběžného charakteru a vznikla na základě dvoudenního terénního výzkumu, vykazují poměrně zajímavé výsledky, jichž lze celkem efektivně (rychle a s nízkými náklady) dosáhnout kombinací rozličných nedestruktivních metod při dokumentaci ohrožených lokalit.

5. Závěr

V tomto příspěvku jde o pokus demonstrovat možnosti volně dostupných satelitních a vertikálních (ortofoto) snímků a jejich vypovídací schopnosti v procesu rozpoznávání archeologických památek ukrytých pod povrchem země a zviditelněných prostřednictvím svých ekofaktních vlastností. Přestože u takového typu archivních dat narážíme na četná omezení, související se skutečností, že nejsou pořizována pro archeologické účely (především často nevhodné období jejich zhotovení vzhledem k prezenci zviditelňujících příznaků a v případě družicových dat nerovnoměrné pokrytí zájmového území snímky s vysokým rozlišením), lze konstatovat, že při podrobné vizuální prospekci zájmového území je vysoká pravděpodobnost identifikace „nových“ objektů archeologického zájmu. Jako nejefektivnější se v tomto případě ukázaly snímky s rozlišením 2,44 m/pixel pocházející z družice QuickBird, na základě kterých byly detekovány téměř všechny popisované objekty. Následným zpracováním snímků v programu ArcMap 9.2. s využitím map ze serveru Geoportal pak bylo možné získat informace o přesné poloze objektů v terénu, jejich rozměrech, rozloze, půdním substrátu a celkové geomorfologické situaci v místě jejich výskytu.

Výsledky, kterých bylo dosaženo analýzou, klasifikací a interpretací dat DPZ jsou integrální součástí projektů zaměřených na rozpoznávání dosud neznámých archeologických komponent a tvoří základní podklady pro uskutečnění odpovědných kroků v procesu identifikace, evidence a ochrany archeologického kulturního dědictví na území Polské republiky.

Summary

The main goal of this paper is to present four recently discovered archeological components (sites) situated in south-western (Marchocice, Krzczonów) and south-eastern (Popowice, Wrocław-Wojszyce) Poland whose identification was carried out just due to analyzing free satellite images and vertical aerial photographs available from Google Earth and Polish Geoportal. Processing the images in GIS detailed cartographic base for subsequent field prospection, within the projects of Department of Archaeology, University of Warsaw, was carried out. The capability of these non-commercial data was evaluated in process of identification, classification and interpretation of archaeological remains hidden below the surface. These free archival vertical images – be they air photos or high-resolution satellite images – have not been made for archaeological purposes and that is the reason why they are often made in unfavorable season for presentation of crop marks, possibly soil marks. Another limitation of using satellite images from Google Earth is the unequal coverage of the high resolution strips (mainly QuickBird ones). In case of Poland, the majority of territory is covered by the images from SPOT or Landsat satellites which are – because of lower spatial resolution – less applicable for archaeological analysis. Despite these limitations, freely available and widespread vertical images are important source of a huge number of potential archaeological sites waiting to be discovered. Only by timeous recognition of the site, proper heritage management can be effectively put into practice.

7

Porovnání výskytu lokalit na internetových mapových portálech a šikmých snímcích

Comparing the quantity of buried sites on internet servers and on oblique photographs

1. Úvod

Předložený příspěvek se – podobně jako některé další studie tohoto svazku – zabývá srovnáním a zhodnocením potenciálu internetových zdrojů dat s možnostmi, které nabízí letecký archeologický průzkum (vizuální prospekce zemského povrchu z malé výšky, jež se provádí za účelem identifikace areálů/objektů archeologického zájmu). Tato komparace je primárně prováděna pro vybrané lokality na území České republiky. Základem práce je porovnání výskytu archeologických památek na obou druzích dat dálkového průzkumu. Následuje analýza výsledků vzešlých z tohoto pozorování. Sledování vychází z počítačové databáze, v níž jsou obsaženy lokality zachycené jednak pomocí šikmých snímků a dále prostřednictvím mapových portálů.

2. Zdroje dat a jejich stručná charakteristika

Letecká archeologie využívá k identifikaci a dokumentaci archeologických památek kromě šikmých snímků rovněž data z dálkového průzkumu Země (DPZ). Zmíněný způsob sběru dat zahrnuje jednak využívání dat pořízených umělými družicemi a jednak aplikaci fotogrammetrických snímků (*Gojda 2004a*, 102).

2.1. Družicové snímky

Družicové snímky představují ideální zdroj aktuálních informací pro rozsáhlá území. V posledním desetiletí se staly jedním z nejčastěji využívaných zdrojů geografické informace v mnoha odvětvích. Tento rychlý rozvoj souvisí s vysokým technologickým pokrokem v oblasti dálkového průzkumu Země. DPZ se tak mohl z oblasti výzkumné a vojenské přesunout i do komerční sféry. V současné době existuje několik desítek družic, které pořizují data vysloveně pro komerční účely. Družicová data jsou tak pro širokou veřejnost velmi snadno dostupná (podrobně k tomu naposledy *Gojda – John 2009*).

Nejnovější družice dnes poskytují snímky s přesností více než 1 m (vhodné pro mapování v měřítcích 1:5000 až 1:10000). Snímky obsahují viditelná a infračervená pásma, což umožňuje zobrazovat a analyzovat jevy, které na panchromatických snímcích jsou v některých případech vizuálně jen obtížně identifikovatelné či prakticky nezachytitelné.

Oproti předchozímu období, kdy se uživatel musel spokojit s archivními snímky, které byly pořizovány bez ohledu na klimatické podmínky či přání zákazníka, jsou dnes velmi často snímky pořizovány na základě individuální žádosti zákazníka.

V praxi to znamená, že zákazník může nejen určit dobu pořízení snímku, ale rovněž může přesně definovat snímkané území. Ceny se dnes díky konkurenčnímu prostředí staly přijatelnější a díky tomu se družicová data stále častěji stávají efektivnější alternativou použití klasických postupů (např. letecké snímkování).

Velký přínos představují družicové snímky při studiu nejrůznějších aspektů a změn životního prostředí. Veškerá pořízená data jsou vždy archivována a díky tomu lze tyto otázky a problémy velmi efektivně sledovat (<http://www.gisat.cz/content/cz/druzicova-data>).

2.2. Ortofotomapy

Ortofotomapa představuje podrobnou fotografickou mapu povrchu vytvořenou ze série leteckých snímků tzv. diferenciálním překreslením. Toto speciální překreslení eliminuje perspektivní zkreslení a rovněž zkreslení z převýšení terénu. Ortofotomapa představuje ideální nástroj pro státní administrativu, správu nemovitostí a majetku, pro projekční činnost, územní plánování a rovněž pro vědecké využití. První celoplošné pokrytí území naší republiky daty barevné ortofotomapy (v rozlišení 50 cm/pixel) vzniklo v letech 2002 – 2003. Mapu lze bez problémů zvětšovat až do měřítka 1:2000. V letech 2004 – 2006 probíhala první aktualizace a od roku 2007 je pracováno na druhé aktualizaci se stejnými parametry, jako tomu bylo u první aktualizace.

Pro konkrétní účely je prováděno specializované letecké snímkování v nižších výškách, které poskytuje větší rozlišení ortofotomapy. Třídění ortofotomap do datových souborů je uskutečňováno dle kladu státních map (např. 1:5000, 1:2000, 1:1000). Zhotovené mapy jsou vždy georeferencovány v referenčním systému S – JTSK, S – 42, WGS84, atd. (<http://www.geodis.cz/sluzby/ortofotomapy>).

Ortofotomapy v praxi poskytují 3 základní výhody: mapy reálně a nezkráceně odrážejí skutečnou situaci v území; umožňují porovnat vektorová data se skutečností; jsou srozumitelné a čitelné pro široký okruh uživatelů státní správy, technických společností aj. (<http://www.geodis.cz/produkty/barevna-ortofotomapy>).

2.3. Letecké snímkování

S leteckými snímky se setkáváme více než 100 let. Dnešní podoba snímků je realizovaná speciálními fotogrammetrickými kamerami. Tyto kamery jsou vybavené zařízením, které umož-

ID	Název lokality	Adresa	Typ objektu	Souřadnice (střed N)	Souřadnice (střed E)	Mayr_c2 (2002)	Mayr_c2 (2004)	Atlas_c2 (1101)	Atlas_c2 (1101)	Google_earth	Poznámka
1	1 Územě	Štrbské 1	lesa	50°21'45.30"	14°15'18.47"						
2	2 Územě	Čestná 1	lesa	50°21'22.84"	14°18'54.00"						pond "stánek"
3	3 Územě	Travná 1	lesa								nové území
4	4 Územě	Třelčova 1	vešeta	50°20'04.27"	14°19'54.80"						nové území
5	5 Územě	Enjovská 1	vešeta								nové území
6	6 Územě	Čestná 1	vešeta	50°21'18.64"	14°17'30.14"						nové území
7	7 Územě	Čestná 1	vešeta								NO
8	8 Územě	Křemčík	vešeta	50°20'06.89"	14°19'02.18"						NO
9	9 Územě	Třelčova 2	vešeta								NO
10	10 Územě	Třelčova 2	vešeta								NO
11	11 Územě	Mělnický 3	vešeta	50°21'28.89"	14°18'52.38"						NO
12	12 Územě	Mělnický 2	vešeta								NO
13	13 Územě	Mělnický 1	vešeta								NO
14	14 Územě	Lomnice 1 (Lázeň)	vešeta								NO
15	15 Územě	Lomnice 1 (Lázeň)	vešeta								NO
16	16 Územě	Přílepy 1	vešeta	50°20'31.05"	14°16'59.88"						NO
17	17 Územě	Přílepy 2	vešeta	50°20'18.81"	14°16'17.34"						NO
18	18 Územě	Sněžná 1	lesa	50°20'32.99"	14°20'22.22"						NO
19	19 Územě	Dubany 1	vešeta	50°20'42.80"	14°19'02.58"						NO
20	20 Územě	Dubany 2	vešeta								NO
21	21 Územě	Dubany 3	vešeta	50°20'58.06"	14°19'08.50"						NO
22	22 Územě	Přílepy 1	vešeta								NO
23	23 Územě	Přílepy 2	vešeta								NO
24	24 Územě	Přílepy 3	vešeta	50°22'56.78"	14°19'42.13"						NO
25	25 Územě	Křiželec nad Ohří 1	lesa	50°23'54.73"	14°18'12.97"						NO
26	26 Územě	Křiželec nad Ohří 2	vešeta								NO
27	27 Územě	Křiželec nad Ohří 3	vešeta								NO
28	28 Územě	Mělnický 1	vešeta	50°20'48.15"	14°17'35.88"						NO
29	29 Územě	Bolševická nad Ohří 1	vešeta								NO
30	30 Územě	Bolševická nad Ohří 2	vešeta								NO

7.1. Databáze lokalit.

7.1 Database of sites

ňuje odstranění výmazu a disponují systémem GPS/IMU, jenž poskytuje přesné určení polohy kamery v době snímkování. Získaná vektorová data, pořízená díky leteckému snímkování, nejsou převzata z žádného staršího existujícího mapového díla, tudíž jsou přesná a aktuální, neboť vycházejí ze skutečné situace. Výsledná data se pak ukládají ve 3D vektorovém formátu (<http://www.geodis.cz/letecke-snimkovani>, <http://www.geodis.cz/sluzby/fotogrametricke-mapovani>)

2.4. Mapové portály

Přínos internetových zdrojů byl již několikrát diskutován (např. Šmejda 2007). Proto v následující části budou jen stručně shrnuty některé z nich.

Mapový portál <http://www.mapy.cz>. Tento, veřejnosti patrně neznámější mapový portál poskytuje více druhů map (např. mapy druhého vojenského mapování). Pro účely archeologie hledíme jeho největší přínos v diskutovaných ortofotomapách. Jedná se o kolmé letecké snímky polohově převedené do souřadnicové sítě. Jednotlivé fotografie jsou pospojovány v celek pokrývající území celé České republiky (Šmejda 2007, 255). Portál www.mapy.cz kromě map nabízí i detailní letecké snímky celé České republiky, plánovač tras, zobrazování GPS souřadnic, měření vzdálenosti, dopravní informace a další. Zdrojová data a mapové podklady pro Českou republiku zajiš-

tuje společnost PLANstudio, mapy Evropy dodává společnost SHOCart (Šindelář 2006 [online]).

Uvedený mapový portál mimo jiné přináší možnost prohlížení dvou vrstev ortofotomap. Jako výchozí je nastaveno snímkování z let 2004 – 2006, zvolit ale můžeme i ortofotomapu pocházející z období 2002 – 2003 (Čížek 2009 [online]).

Zmíněné letecké snímky pocházejí od společnosti Geodis Brno. Aktualizace leteckých snímků představuje poněkud problém, protože jejich pořízení je velmi časově náročné. Ročně se podaří nasnímkovat přibližně 1/3 republiky. Mapové podklady jsou rozděleny na celkem 27 milionů souborů a ještě nedávno služba běžela na 23 serverech (Šindelář 2006 [online]).

Mapový portál [Mappy.1188.cz](http://mappy.1188.cz). Portál <http://mappy.1188.cz>, stejně tak jako mapový portál <http://amapy.centrum.cz>, zpřístupňuje ortofotomapy pořízené ČÚZK (Český úřad zeměměřičský a katastrální). Oba portály poskytují hned několik mapových podkladů. Volit lze mezi základní, leteckou anebo turistickou mapou. Portál <http://mappy.1188.cz> kromě zmíněného ještě nabízí mapu katastrální (od měřítka 1:5000).

Mapový portál [Maps.google.cz](http://maps.google.cz). Česká pobočka Googlu působí v České republice přibližně 3 roky. Mapa nepředstavuje pouze statickou projekci reálného světa do roviny, ale složitý komplex vzájemně propojených databází. Na tomto principu dnes funguje každý moderní mapový portál. Ačkoliv Google



7.2. Příklad formuláře (lokality Třeboutice, poloha 1)

7.2 Example of form (site Třeboutice, area 1)

díky svému vyhledávací vlastní největší znalostní databázi na světě, právě díky svému mezinárodnímu rozhledu má stále problém vnímat svět v regionálním měřítku. U vyhledávače to nepoznáte, ale v mapě samotné už ano.

Google je globální společnost a ve srovnání s regionálními mapovými službami má tedy jistou nevýhodu. Snaží se poskytovat stejnou mapovou kvalitu globálně, proto je třeba smířit se s tím, že její mapové podklady nebudou vždy nejnovější (Čížek 2008 [online]).

Aplikace Google Earth. Aplikace Google Earth zpřístupňuje jednu z nejlepších dostupných snímků, jejichž stáří se obvykle pohybuje v rozmezí 1 až 3 let. Nejedná se ovšem o data v reálném čase, to znamená, že například není možné vidět změny v reálném čase. Co se týče podoby dat pro tuto aplikaci, vychází se v současné době z kvalitních geografických prostorových dat. Aplikace např. nabízí: letecké snímky s vysokým rozlišením (tzv. ortofotografie); data o terénu; vybrané typy vektorových dat; data prostorových budov (<http://earth.google.com/support/bin/topic.py?hl=cs&topic=17080>).

Princip pořízení a úprava snímků. Snímání zemského povrchu je realizováno na základě speciální gyroskopické a stabilizované kamery, která je připevněna na spodní straně letadla (http://kryl.info/obrazek/google/earth/earth-4_0.jpg). To se pohybuje, v závislosti na požadovaném měřítku snímků, ve

výšce 4,6 – 9,2 km. Letadlo létá nad požadovanou oblastí v souladu s předem definovanou dráhou. Získané snímky se překrývají ze 40 % mezi přelety a až 60 % ve směru letu. Zmíněné překryvy následně slouží k odstranění různých neostrotí a deformací, které jsou způsobené pokrivením zemského povrchu. Při následném zpracování snímku se skenuje film pomocí skenerů, které mají rozlišení 1800 DPI a skenovaný obraz je barevně modifikován a začleněn do výsledné mozaiky celé oblasti. Aktualizace se v současné době provádí minimálně jednou za 3 roky. Tzv. virtuální glóbus umožňuje prohlížet Zemi jako ze satelitu a dovoluje naklonění a přiblížení, a to i ve velkém rozlišení (<http://kryl.info/clanek/573-kde-bere-google-earth-data>).

2.5. Šikmé snímky

Šikmé snímky, se kterými bylo při řešení problému pracováno, pocházejí z archívu leteckých snímků (ALS) Archeologického ústavu AV ČR Praha (AÚ). Zřízení tohoto archívu v roce 1992 bylo úzce spjato s počátky leteckého průzkumu v Čechách. ALS má dvě základní části: 1. archiv negativů, diapositivů, kompaktních disků a digitálních videozáznamů, 2. archiv zvětšenin leteckých fotografií (papírové pozitivní zvětšeniny negativů uložené podle katastrů ve složkách). V digitálním archívu AÚ je navíc uložena obrazová databáze jednak snímků pořize-

Okres	Počet lokalit
Mělník	157
Litoměřice	135
Nymburk	85
Kolín	71
Kladno	50
Louny	46
Praha - V	31
Mladá Boleslav	13
Chomutov	12
Jičín	6
Pardubice	2
Most	2
Kutná Hora	2
Hradec Králové	2

7.3. Přehled počtu lokalit v jednotlivých okresech

7.3 Overview of site number in particular regions

Viditelnost	Počet lokalit
Viditelné	254
Neviditelné	354
Dnes zastavěno	6

7.4. Viditelnost lokalit na mapových portálech

7.4 Visibility of sites on the map portals

Mapový portál	Počet lokalit
mapy.cz (2002-03)	101
mapy.cz (2004-06)	164
atlas.cz; 1188.cz	114
GoogleEarth	163

7.5. Zastoupení jednotlivých mapových portálů

7.5 Representation of individual map portals

ných digitálními fotoaparáty, a jednak diapozitivů převedených do elektronické podoby prostřednictvím skeneru.

Dnes je v archivu uloženo přibližně dvanáct tisíc analogových a čtyři tisíce digitálních snímků (*Gojda 2008c*, 413-415) z přibližně tisíce lokalit, z čehož přibližně polovinu tvoří nová naleziště identifikovaná pomocí porostových a půdních příznaků; ostatní lokality představují různé kategorie historické krajiny. Dále jsou v archivu rovněž obsaženy záběry přírodních ekozón a ukázky krajinného typu v zájmových oblastech jednotlivých projektů (<http://www.arup.cas.cz/airarch/index.htm>).

3. Analýza databáze

Nezbytnou součástí práce je databáze zahrnující lokality objevené leteckou prospekci (viz obr. 7.1. a 7.2). Hlavní jednotkou databáze je lokalita identifikovaná pomocí letecké prospekce. Bylo pracováno s lokalitami objevenými do roku 2008. Databáze je složena ze dvou relačních tabulek. První a současně hlavní tabulka s názvem „Lokality“ obsahuje 614 řádků, respektive lokalit. Tyto lokality byly popisovány následujícími deskriptory:

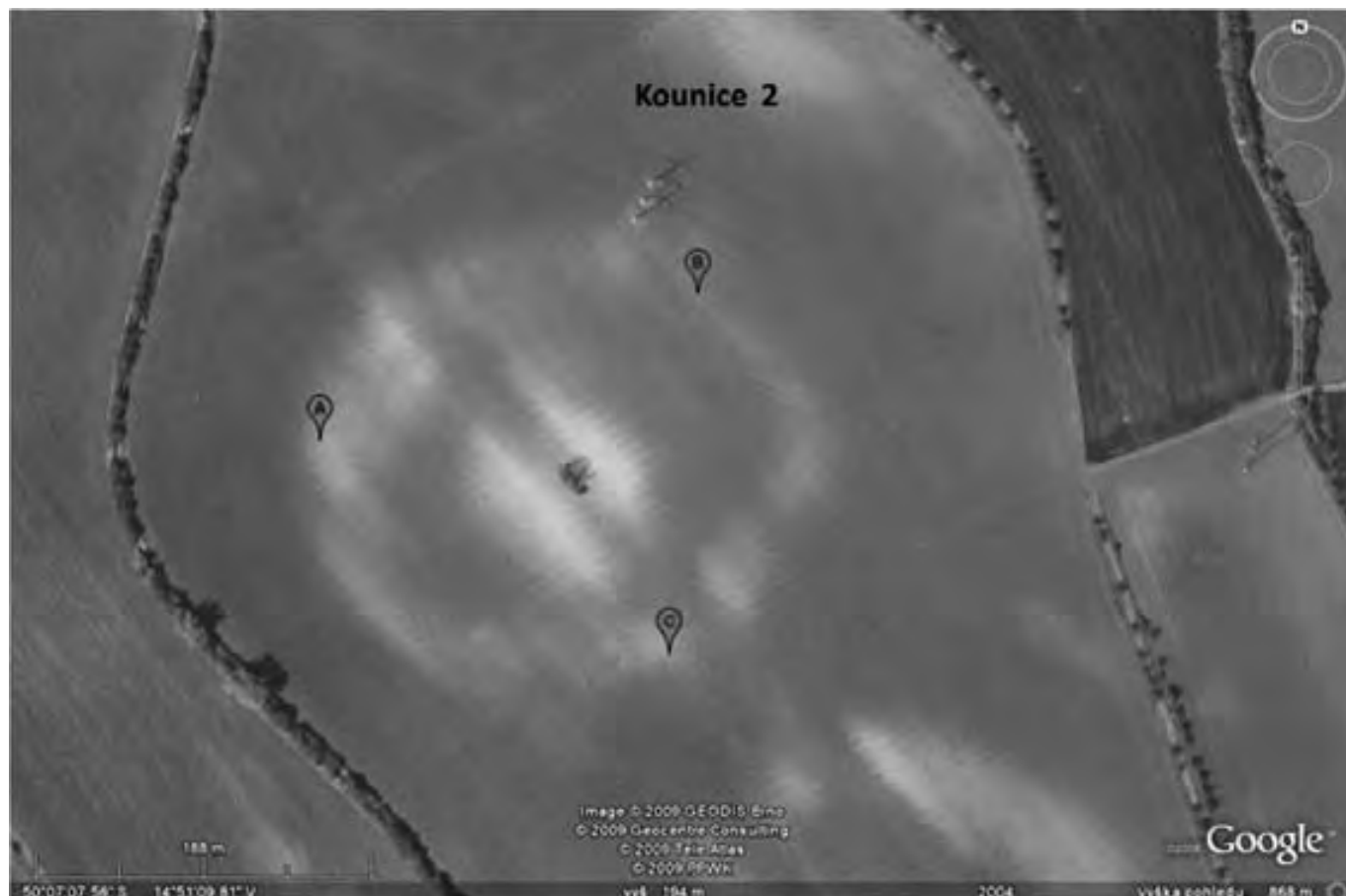
- IDLok
- číslo snímku
- okres
- lokalita (s označením polohy)
- typ objektu (bodové, liniové, atd.)
- souřadnice (střed) N
- souřadnice (střed) E
- mapy_cz (2002-3)
- mapy_cz (2004-6)
- Atlas_cz
- 1188_cz
- Google Earth
- poznámka

Druhá tabulka nesoucí název „Souřadnice bodů“ obsahuje následující deskriptory:

- IDSour
- IDLok
- souřadnice A až F (N)
- souřadnice A až F (E)

Ke každé lokalitě, kterou se podařilo potvrdit na mapových portálech, byly v aplikaci Google Earth zhotoveny 2 snímky (detail lokality a vzdálenější pohled na lokalitu). V případě, že lokalita nebyla v této aplikaci zachycena, byl pořízen snímek z příslušného mapového portálu.

Na zmíněných snímcích jsou dané archeologické objekty vytyčeny pomocí jednotlivých bodů (A – F). Součástí snímku je měřítko, název lokality, výška pohledu a orientace snímku. Při zanášení souřadnic se postupovalo následujícím způsobem. Po identifikaci lokality byly vždy určeny souřadnice středu objektu. Pokud se jednalo o samostatný bodový objekt nebo o kruhový objekt, byly stanoveny koordináty jeho středu



7.6 Kounice, area 2 (source: Google Earth)

7.6. Kounice, poloha 2 (zdroj: Google Earth)

a souřadnice jeho krajního bodu. V případě shluku bodových objektů byl stanoven střed shluku a poté byly určeny souřadnice okrajových bodů, obdobným způsobem bylo postupováno u lineárních systémů. U pravoúhlých ohrazení bylo vytyčeno 2 – 6 okrajových bodů (podle tvaru objektu) a u nich byly určeny koordináty. U samostatných linií byly zaznamenány oba krajní body a střed linie (barev. tab. XI. – XII.).

4. Vyhodnocení dat obsažených v databázi

Při analýze bylo pracováno s 614 lokalitami, které byly objeveny na základě letecké prospekce. Tyto lokality se nacházejí na území 14 okresů (viz graf na obr. 7.3.). Nejvíce lokalit pochází z mělnického a litoměřického okresu, tato situace však neodráží skutečný počet archeologických lokalit, ale je zásadně ovlivněna zájmovou oblastí letecké prospekce.

4.1. Zachycení lokalit na mapových portálech

Hlavním cílem práce bylo ověřit přítomnost lokalit, které byly detekované leteckou prospekci, na mapových portálech a v aplikaci Google Earth (pro porovnání viditelnosti lokalit na šikmých snímcích a ortofotomapách viz obr. 7.6. – 7.9. a barev. tab. XI. – XII).

Z celkového počtu 614 lokalit se na mapových portálech (a díky aplikaci Google Earth) podařilo zachytit 254 lokalit, tj. 41 % (viz graf na obr. 7.4.). Lokality, které se tímto způsobem nepodařilo postihnout, tvoří z celkové sumy 58 % (354 lokalit). Zbývající 1 % představují lokality, které nebylo možno vyhledat, protože dnes na tomto území probíhá stavební či těžební činnost. Identifikace proběhla nejčastěji na základě porostových a půdních příznaků.

Lokality byly vyhledávány na následujících internetových adresách a zdrojích: <http://mapy.cz> (vrstvy 2002 – 3, 2004 – 6); <http://amapy.centrum.cz>; <http://mapy.1188.cz>; Aplikace Google Earth [Cit. 11. 9. 2009].

Portál www.mapy.cz (2004 – 2006) a aplikace Google Earth pracují se stejným mapovým podkladem, rozdíl je pouze v tom, že aplikace Google Earth umožňuje větší přiblížení. Stejně tak portál <http://amapy.centrum.cz> a portál <http://mapy.1188.cz> vycházejí ze stejného mapového podkladu.

Přibližně 25 % lokalit zachycených na mapových portálech pochází z portálu www.mapy.cz (snímkování z let 2004 – 2006) a z aplikace Google Earth. 17 % lokalit bylo zaznamenáno na portálu <http://mapy.1188.cz> a zbývajících 16 % lokalit bylo zaregistrováno na mapovém portálu



7.7 Kounice, area 2 (source: ARÚ AV ČR – Archiv leteckých snímků)

7.7. Kounice, poloha 2 (zdroj: Archeologický ústav AV ČR, Archiv leteckých snímků).



7.8. Kobylnice, poloha 1 (zdroj: Google Earth)

7.8 Kobylnice, area 1 (source: Google Earth)

www.mapy.cz (snímkování z let 2002 – 2003), viz graf na obr. 7.5.

Při posuzování úspěšnosti identifikace lokalit na mapových portálech je nutné brát na zřetel, že při tomto způsobu vyhledávání byly vždy lokality předem lokalizované, to znamená, že jejich poloha byla již přesně známa ze snímku pořázeného v průběhu letecké prospekce. Pokud by byla systematicky a nezáměrně zkoumána oblast na mapových portálech, tak není jisté, zda by lokality byly vůbec objeveny. Z tohoto důvodu byla provedena analýza, při které bylo posuzováno, zda by konkrétní lokalita byla zachycena i v případě, že by nebyl k dispozici šikmý letecký snímek. Na základě tohoto rozboru bylo zjištěno, že z celkového souhrnu 254 lokalit, které byly potvrzeny na mapových portálech, by se i bez předchozího šikmého snímku podařilo identifikovat zhruba 55 % (140 lokalit), 28 % (43 lokalit) by s největší pravděpodobností zachyceno nebylo. U zbývajících 71 lokalit je obtížné říci, zda by se je při náhodném prohlížení podařilo zachytit.

Nutné je ovšem zdůraznit, že výše uvedené rozčlenění je subjektivní a je výrazně ovlivněno vlastními zkušenostmi autorky.



7.9. Kobylnice, poloha 1 (zdroj: Archeologický ústav AV ČR, Archiv leteckých snímků).

7.9 Kobylnice, area 1 (source: Archaeological Institution of the Czech Academy of Sciences, Archive of aerial photograph)

4.2. Morfologie zachycených objektů

Při klasifikaci objektů zachycených na ortofotomapách převažují objekty bodové, jejichž počet představuje nadpoloviční většinu, konkrétně 144 lokalit. Ve většině případů se jednalo o shluky bodových objektů. Následují jednotlivé linie s počtem 39 a pravouhlá ohrazení s počtem 26 lokalit. Zbývající lokality představují reduty (12 lokalit), kruhová ohrazení (11 lokalit) a lineární systémy (3 lokality).

Uvedené hodnoty je však třeba posuzovat kriticky, neboť tyto počty mohou být zkresleny zejména tím, že objekty větších rozměrů, případně rozlehlé shluky bodových objektů jsou na snímcích snadněji rozeznatelné; naopak identifikace malých (zejména bodových) objektů je obtížnější.

5. Závěr

Mapové portály, především ortofotomapy, dnes představují obrovský přínos nejen pro komerční sektor, pro státní administrativu, územní plánování apod., ale je zde možnost je aplikovat i ve vědeckém výzkumu, konkrétně v archeologii. Ortofotomapy lze využívat pro archeologickou dokumentaci nejen dnes známých lokalit, ale rovněž i pro vyhledávání a identifikaci lokalit nových.

Nespornou výhodou mapových portálů je jejich snadná dostupnost a finanční a uživatelská nenáročnost. Jsou přístupné prakticky komukoliv. Naopak nedostatky hledíme ve stupni komprimace dat, který má vliv na detailní rozlišení. Zásadní nevýhoda pak spočívá v obdobích, kdy letecké snímkování probíhalo (*Šmejda 2007, 256*). Vzhledem k tomu, že zmíněné snímky nejsou primárně pořizovány pro potřeby archeologie, není zde možnost dobu jejich pořizování ovlivnit. Tudiž období, které je nejvhodnější pro zvýraznění různých druhů příznaků, zde nemusí být zasaženo. Dále je zde skutečnost, že starší snímky bývají nahrazovány aktuálnějšími. Proto snímky, které byly pořizeny ve vhodném období, již dnes nemusejí být na mapových portálech k dispozici (bezpochyby jsou však archivovány původní fotogrammetrické snímky a ty je možné za určitých podmínek získat). Uvedená skutečnost byla jedním z podnětů pro uskutečnění této práce.

Vzhledem k tomu, že jednotlivé mapové portály využívají různé zdroje snímků, nabízí se zde možnost lokality zachytit v různých obdobích. Díky této skutečnosti se zvyšuje pravděpodobnost, že archeologické objekty budou rozpoznány; zároveň lze snímky na různých mapových portálech porovnávat.

Na závěr je nutné podotknout, že oba zdroje dat (šikmé snímky a data z dálkového průzkumu Země) mají své výhody i nevýhody. Proto je vhodné pro dosažení nejefektivnějších výsledků oba zdroje dat kombinovat.

Summary

The main aim of this presented paper was to verify presence of sites identified by aerial prospection on the internet portals. From the whole amount of 614 sites, only approximately 250 sites were found on the internet portals (40%). It was not possible to identify the rest of the sites on the orthophoto maps. This

state is influenced by several facts which have fundamental impact on visualization of the archaeological features (photos were taken in unsuitable season or stage of vegetation cycle). It is possible to observe particular sites in different time of year thank to the fact that the internet portals are using various data sources. In doing to, probability of recording an archaeological site is increasing. Orthophoto maps are a very significant source of data in archaeology, respectively remote sensing in general. Their main advantages are easy accessibility and low financial costs. Nevertheless, it is appropriate to combine both sources of data to reach as efficient results as possible.

8

Informační potenciál výsledků letecko-archeologického průzkumu v oblasti jihozápadního Mělnicka

Information potential of results of the aerial survey in the area of southwest Mělník region

1. Úvod

Letecká archeologie je bezesporu jednou z nejdůležitějších metod v oblasti vyhledávání a zaznamenávání nových archeologických situací. Nejinak je tomu i v oblasti jihozápadního Mělnicka, která byla pro tento druh výzkumu zvolena záměrně. Systematický, dlouhodobě vedený letecký průzkum na tomto území umožnil shromáždit rozsáhlou kolekci leteckých snímků s nově identifikovanými stopami minulých lidských sídelních projevů, které umožňují konfrontaci s velkým počtem archeologických dat, získaných v této oblasti tradičními postupy. Tento region náleží k tzv. starému sídelnímu území (*Gojda 1996, 225*), které je poměrně bohaté na archeologické nálezy, a díky tomu také vzrůstá předpoklad identifikace nových archeologických objektů či areálů za pomoci letecké prospekce.

Vybrané území tvoří jihozápadní část okresu Mělník, respektive Mělnická kotlina a území na soutoku Labe s Vltavou. Hranice zkoumané oblasti představují katastry Všetaty, Tišice, Obríství, Úžice, Všestudy, Vepřek, Ledčice, Jeviněves, Býkev, Vliněves, Malý Újezd a jeho část Vavřineč. Celkem se jedná o 40 katastrů.

Prezentovaný projekt byl primárně zaměřen na problematiku související s aplikací letecké prospekce a tradičních archeologických postupů na katastrech JZ Mělnicka (viz výše). Jedním z jeho hlavních cílů bylo kvantitativní vyjádření nárůstu počtu lokalit objevených leteckou prospekci na sledovaném území a v neposlední řadě také srovnání těchto údajů s počtem lokalit známých z terénních archeologických akcí. Nejenom v oblasti jihozápadního Mělnicka se setkáváme s relativně velkým nepoměrem mezi lokalitami identifikovanými pomocí letecké prospekce a lokalitami zkoumanými tradičními archeologickými postupy (např. povrchové sběry, sondáže, exkavace). Zjistit, proč tomu tak je, zmapovat a porovnat polohy identifikované letecky a na zemi bylo jedním z nejdůležitějších úkolů výzkumu.

Nejdůležitějším zdrojem dat byly letecké fotografie, pořízené v letech 1992 – 2007 (pořizovatel a vlastník: Archeologický ústav AV ČR; autor: M. Gojda). Další důležité údaje a data byly převzaty z databáze lokalit Archivu 3.0 ArÚ Praha (Archeologické databáze Čech) z roku 2005 a 2006. Ze shromážděných údajů a dat byly, mimo jiné, vytvořeny mapy v prostředí GIS, kde jsou pomocí souřadnic zobrazeny jednotlivé lokality, a to jednak ty objevené leteckou prospekci, ale také polohy zkoumané tradičními archeologickými postupy před aplikací letec-

ké archeologie. Je zajímavé sledovat, do jaké míry se tyto lokality překrývají a jak dalece je možné je ztotožnit.

2. Mělnicko

2.1. Charakteristika Mělnicka

Oblast Mělnicka se nachází v severní části Středočeského kraje. Zájmová oblast, Mělnická kotlina, se rozkládá v centrální části okresu mezi Dolnojizerskou a Řípskou tabulí. Krajinu Mělnicka z hlediska geologického složení tvoří převážně druhohorní křídové útvary pokryté čtvrtohorními vrstvami a minimálně také třetihorní výlevy. Jihozápadní (zájmovou) část Mělnicka tvoří převážně nížina, oproti tomu severovýchodní polovinu tvoří pahorkatina s množstvím údolí a skalnatých roklí (*Špecinger 1983, 9*). Právě nížinné oblasti, v tomto případě Mělnická kotlina, byly nejvíce osídleným typem krajiny od pravěku až po raný středověk. V těchto obdobích nepřesáhlo osídlení vrstevnici 340 m n. m. (*Gojda 2004a, 452, 456*).

Geologické podloží tvoří štěrkopísky, váté písky a také spraše. Nejčastějším typem půd, které se zformovaly v nejmłodším geologickém období, jsou černozemě, jež jsou zároveň nejkvalitnějším typem půd a nacházejí se převážně v údolích vodních toků (*Jiráň 1991, 90*). Dalším častým typem půd jsou hnědozemě, drnové či nivní půdy, méně také lužní půdy a dále též rašelinné typy. Nadpoloviční většina půd náleží ke středně těžkým, zbytek k lehkým půdám (*Špecinger 1983, 14*). Tyto lehké písčité půdy, nacházející se v Mělnické kotlině, jsou nejvhodnější pro tvorbu vegetačních příznaků, které následně způsobí zviditelnění památek skrytých pod povrchem terénu. Vegetační příznaky se nejlépe projevují na obilovinách a s přihlédnutím k tomu, že Mělnicko je zemědělsky hojně využívaná oblast s kvalitními půdami (*Gojda 2002a, 7*), je zde potenciál využití letecké prospekce velký.

Hydrologické poměry v zájmové oblasti jsou reprezentovány dvěma hlavními řekami, kterými jsou Labe a dolní tok Vltavy, a jejich přítoky. Labe je na území mělnického okresu dlouhé 40 km, Vltava 25 km. Velká část oblasti Mělnicka je protkána melioračními systémy (*Špecinger 1983, 17-18*). Dnes jsou v krajině, respektive na leteckých fotografiích, patrné zaniklé meandry řek, v jejichž blízkosti se podle archeologických nálezů odehrávaly sídelní aktivity. Tehdejší řeka byla zdrojem obživy, dopravy a sloužila i k rituálním účelům (*Gojda 2004b, 457*).

Z hlediska klimatických poměrů patří Mělnicko k jedné z nejteplejších a nejsušších oblastí České republiky. Pro potřeby letecké archeologie jsou důležité nejenom geologické či hydrologické poměry, ale i srážkové poměry, které jsou ve zkoumané oblasti závislé hlavně na proměnlivé nadmořské výšce. Srážky činí v průměru 552 mm ročně. Nejvíce srážek se vyskytuje od dubna do září, tedy v období výrazného vegetačního růstu, přičemž nejdeštivějším měsícem bývá červenec (*Špecinger 1983, 19*).

2.2. Archeologické projekty a letecká archeologie na Mělnicku

Území Mělnicka je jednou z nejvíce archeologicky sledovaných a zkoumaných oblastí Čech. Hlavně díky příhodnému umístění v tzv. starém sídelním území byl tento region již od pravěku hojně využíván k sídlení (*Gojda 1996, 225*), což pochopitelně zanechalo své stopy v krajině, které jsou archeologicky dobře postizitelné.

Kromě náhodných nálezů z konce 19. století zde začal ve 40. letech 20. století systematictěji působit K. Žebera. Dále se o detailnější poznání oblasti Mělnicka zasloužil K. Sklenář, který pro tento region vytvořil propracovaný soupis lokalit (*Sklenář 1982*). V 90. letech 20. století bylo toto území začleněno do zájmové oblasti česko – britského projektu ALRB (*Ancient Landscape Reconstruction in Bohemia*), kdy zde proběhly rozsáhlé povrchové sběry (*Gojda 2002a, 6-7*). V polovině 90. let zde byl uskutečněn projekt spolupráce archeologů a přírodovědců zaměřený na dynamiku osídlení labské nivy (*Dreslerová 1995*). Zatím nejrozsáhlejší a nejkompexnější výzkum této oblasti proběhl mezi lety 1997 – 2002 při projektu *Sídelní prostor pravěkých Čech – přínos nedestruktivních metod archeologického výzkumu* (SPPČ). Zájmovou oblast tvořila část středních, severozápadních a jižních Čech a jednalo se o aplikaci nedestruktivních metod, jako je letecká prospekce, povrchové sběry a geofyzikální metody (*Gojda 2004b*). Zájmová oblast jihozápadní části Mělnicka spadala i do projektu zaměřeného na vývoj osídlení a struktury pravěké krajiny na středním Labi (*Dreslerová – Pokorný 2004*), při kterém se srovnávala palynologická a archeologická data.

Západní a jižní část Mělnicka, respektive Mělnická kotlina, byla vybrána pro systematické monitorování leteckou prospekci, které zde probíhá již od roku 1992 (*Gojda 2002a*). Od tohoto roku do roku 2007 bylo na sledovaném území (jihozápadní část Mělnicka, 40, respektive 31 katastrů po eliminaci katastrů bez pozitivních letecko-archeologických nálezů) identifikováno M. Gojdou 100 poloh. Naprostá většina z nich byla objevena pomocí vegetačních příznaků, několikrát i prostřednictvím půdních příznaků. Nejsystematičtější letecký průzkum zde – v rámci projektu SPPČ – proběhl v letech 1997 – 2002 (*Gojda 2004a*).

Za zmínku stojí jistě i to, že v průběhu aplikace letecké prospekce na tomto území byly identifikovány do té doby nepozna-

né objekty neznámé funkce. Jedná se o „přikopy, které vymezují kruhové, oválné nebo čtyřúhelníkové prostory“ (*Gojda 2002a, 8-9*). Jejich funkce se interpretuje nejčastěji jako pohřební nebo rituální. Nejčastějším typem ohrazení jsou malé kruhové objekty do průměru 20 metrů. Velká kumulace těchto objektů se nachází na katastru obce Tišice. Dalším typem nově objeveného objektu byl „lineární útvar obdélníkového až čtvercového půdorysu se zaoblenými nárožními a jedním vstupem“ (*Gojda 2002a, 8-9*). Pomocí vegetačních příznaků bylo v roce 1997 na katastru obce Kly objeveno ohrazení s několikanásobnými příkopy a vnitřním palisádovým žlabem, přerušované vstupy. Poprvé v Čechách vůbec tak bylo identifikováno velké kruhové ohrazení tohoto typu. Tomuto objektu byla v projektu SPPČ věnována velká pozornost (*Gojda 2002a, 8-9*). Dalším typem lokality objeveným leteckou prospekci byly „příkopové systémy ohrazující a členící prostor na strategických polohách“ (*Gojda 2002a, 11*), např. poloha u Vepřku či vrch nad Přívory. Nemalý význam má letecká prospekce také v identifikaci objektů novověkého stáří, např. systému tří pevností (redut) na katastru obce Hořín (*Gojda 2002a, 11-12*).

Letecká prospekce sama o sobě nepřináší – ve většině případů – informace o (přesnějším) datování objevených památek, a tudíž je potřeba jiných nedestruktivních či destruktivních metod k určení jejich stáří. Nejlepším způsobem k dosažení znalostí o stáří evidovaných komponent je kombinace letecké prospekce s povrchovými sběry, geofyzikální prospekci nebo málo destruktivními sondážemi (*Gojda 2004a, 447*).

3. Letecká versus „pozemní“ archeologie

Jedním z hlavních cílů výzkumu bylo procentuální vyjádření lokalit nově objevených leteckou prospekci a lokalit objevených jinými – terénními – postupy. Vzorem pro tuto práci byla studie Z. Smrže, který se pokusil o vyjádření kvantitativního nárůstu lokalit objevených leteckou prospekci v severozápadních Čechách od doby, kdy se zde začal leteckoarcheologický průzkum rozvíjet, tj. od roku 1993 do roku 1999 (*Smrž 2002*). Uvedený badatel se dále pokusil ztotožnit lokality identifikované leteckou prospekci s lokalitami již dříve evidovanými (*Smrž 2000*), což je i cílem této práce.

Systém označení shodnosti lokalit jsem adaptovala z článku Z. Smrže, takže následující věty jsou částečnou citací jeho článku (*Smrž 2000; Smrž 2002*). Prostorová shoda lokalit je označena jako lokality *jednoznačně shodné, stejné a shodné*. Toto určení v podstatě odpovídá rozlišení přesnosti PIAN 1, 2 a 3 (viz oddíl 4.1).

PIAN 1 je prostorové označení takové akce, které je zaměřena přesně, tzn. buď s použitím geodetické techniky, nebo jednoduchými prostředky (např. pásmem) na blízký orientační bod a nejvyšší předpokládaná tolerance je 2,5 m (*Kuna – Křivánková 2006*).

Rozmezí PIAN 2 je definováno jako akce zaměřená méně přesně, případně ji lze vymezit jen v rámci určitého prostoru

(např. číslo popisné domu nebo malá parcela). Maximální předpokládaná tolerance je 25 m (Kuna – Křivánková 2006).

PIAN 3 označuje takovou akci, která není zaměřena, lze ji vymežit jen přibližným prostorovým údajem (velká parcela, traťové jméno) a předpokládaná tolerance je kolem 250 m. (Kuna – Křivánková 2006).

Lokality jednoznačně shodné jsou takové, na základě jejichž polohy, promítnuté do mapy, je možno jednoznačně určit shodu. Body se překrývají či leží v těsné blízkosti od sebe (Smrž 2000), což znamená maximálně do 2,5 metru.

Lokality stejné jsou takové, u kterých se předpokládá shodná poloha, a to na základě nálezů z míst s vegetačními či půdními příznaky (Smrž 2000). Lokality budou považovány za stejné v případě, že jejich vzájemná vzdálenost nepřesáhne délku 25 m (čili přesnost PIAN 2).

Lokality shodné jsou ty, jejichž umístění nepřesahuje vzájemnou vzdálenost 250 metrů, což odpovídá přesnosti PIAN 3.

Porovnáním souřadnic lokalit z ADČ či z literatury s údaji o letecké prospekci od M. Gojdy bylo možno dosáhnout srovnání známých lokalit s lokalitami objevenými leteckou prospekci. Promítnutím souřadnic do mapy lze zjistit přesnou nebo přibližnou polohu dané lokality. Přesné umístění lokality je závislé na tom, do jaké míry jsou získané souřadnice přesné. Souřadnice leteckých poloh od M. Gojdy byly získány zaměřením lokality na vojenské mapě 1: 50 000, souřadnicový systém S-42. Data vytěžená z ADČ musela být dále převedena do stejného souřadnicového systému, tj. S-42, a z hlediska přesnosti byla použita jen ta, která jsou v Archeologické databázi Čech zapsána jako PIAN 1, 2 a 3. Z hlediska velké nepřesnosti nebyly všechny lokality označené jako PIAN 4 v této práci použity. Důvodem bylo to, že PIAN 4 určuje pouze velice nepřesný pojem katastrálního území. Pro tento postup se autorka rozhodla proto, že bližší prostorová identifikace lokalit je téměř nedohledatelná. Dalšími údaji, které byly eliminovány, byly kusé zmínky většinou ze starších období (19., počátek 20. století) o náhodných artefaktech nebo jejich zlomcích, které nebylo možno blíže lokalizovat a nejsou známy ani jejich nálezové okolnosti.

Jak již bylo výše popsáno, vybranou oblast tvoří 40 katastrů, které se nacházejí v jihozápadní části mělnického regionu. Z těchto katastrů byly použity jenom ty, v nichž jsou evidovány archeologické nálezy. Tzv. prázdné katastry, čili katastry bez archeologických nálezů nebo s nálezy zaměřenými s přesností PIAN 4 či s náhodnými zlomky artefaktů bez jasných nálezových situací, popřípadě katastry, kde nebyla leteckou prospekci objevena žádná lokalita, byly z této práce vyloučeny.

4. Databáze a zpracování dat

Základem práce je databáze vytvořená v programu Microsoft Access 2002. Skládá se ze čtyř relačních tabulek, které jsou navzájem propojené v relaci 1: N a 1: 1 (1: N znamená, že k jedné tabulce (lokalitě) může náležet 1 a více záznamů z dalších ta-

bulek). Každá z tabulek má svůj deskriptivní systém. Deskriptory neboli sloupce v popisné tabulce mají formu textu, čísla nebo dichotomických proměnných (ano/ne) a objekty neboli řádky v tabulce jsou popisovány těmito deskriptory (Neustupný 1994). Hlavní tabulka nese název *Katastr* a jejím základem je 40 katastrů (tj. 40 záznamů) ze sledovaného území. Následující tabulky jsou *Lokalita LA*, kde jsou sepsány lokality objevené letecko-archeologickým průzkumem. Tato tabulka obsahuje 100 záznamů, což odpovídá stu lokalit objevených leteckou prospekci od roku 1992 do roku 2007 na sledovaných katastrech. Další tabulka nese název *ADČ akce* a zde jsou vypsána data z Archivu 3.0 (Archeologické databáze Čech). Tato tabulka obsahuje 209 záznamů, které odpovídají archeologickým akcím (tzn. povrchový sběr, plošný odkryv, sondáž, vizuální – geodetická prospekce, geofyzikální průzkum či vertikální řez provedené v celé zájmové oblasti). Poslední tabulka je pojmenovaná *Koordináty* a nacházejí se zde převedené souřadnice PIAN ze Základní mapy 1: 10 000 z dat ADČ do několika souřadnicových systémů, tj. JTSK, S42, UTM a původní ZM10.

4.1. Tvorba map v prostředí GIS

Geografické informační systémy v poslední době velkou měrou pomáhají při studiu prostorové struktury archeologických pramenů (Dreslerová 2001, 58). Vytvořené mapy mohou ukázat prostorové souvislosti mezi jednotlivými nálezy či komponentami. GIS slouží hlavně k ověřování prostorových hypotéz a k zjištění závislosti archeologických nálezů na přírodním prostředí (Dreslerová 2001, 66). Hlavním cílem bylo vytvoření mapy v prostředí GIS, která by měla primárně mapovat letecky identifikované polohy a lokality/nálezy objevené tradičními archeologickými postupy a měla by sloužit k následnému porovnání a ztotožnění lokalit.

Všechny mapy jsou zpracovány v programu ArcGIS přidáním souřadnic z databáze autorky, vytvořené v programu Microsoft Access 2002. Data získaná z ADČ, respektive souřadnice lokalit, jsou udána jako PIAN (prostorová identifikace archeologických nálezů, jedná se o systém zavedený ArÚ v Praze, kdy se poloha lokality/nálezů udává jako vzdálenost v milimetrech od západní a jižní sekční čáry určitého mapového listu Základní mapy) na mapě ZM 1: 10 000 (Kuna et al. 2004, 383). To znamená, že tyto údaje musely být převedeny do souřadnicových systémů, se kterými jsou schopny pracovat geografické informační systémy (tj. JTSK, S-42, UTM). Převedení těchto souřadnic bylo provedeno v programu CoordTransV1.0Final. Souřadnice leteckých lokalit získané z vojenské mapy 1: 50 000 jsou udány v souřadnicovém systému S-42, a tudíž nemusely být nijak převáděny.

4.1.1. Geologické poměry

Použitá mapa geologických poměrů (barev. tab. XIII.1.) byla vytvořena za účelem potvrzení vhodnosti určitých typů geologického podloží ke tvorbě příznaků zviditelnujících zaniklé archeolo-

gické situace a ke zmapování letecko-archeologických lokalit na území jihozápadního Mělnicka. Z mapy je zřejmé, že naprostá většina letecky identifikovaných poloh je umístěna na kvartérních horninách, čili na spraších, hlínách, píscích a štěrcích, které tvoří větší část sledovaného území. Jen minimální množství poloh objevených z letadla je situováno na mezozoických horninách představovaných pískovci a jílovcí. Na této mapě vytvořené v programu ArcGIS jsou letecky objevené polohy označené jako body, které mají uvnitř vepsané číslo odpovídající ID katastru z databázové tabulky MS Access vytvořené pro potřeby této práce.

4.1.2. Půdní poměry

Mapa půdních poměrů (barev. tab. XIII.2.) byla vytvořena v programu ArcGIS 9 (ArcMap version 9.2). Promítnutím transformovaných souřadnic z letecké prospekce v souřadnicovém systému SJTSK Krovak EastNorth do mapy byl získán přehled o tom, na jakých typech půd došlo ve zkoumané oblasti ke zviditelnění archeologických situací, čili které typy půd byly příhodné pro osídlení. Z mapy je dobře patrná kumulace lokalit kolem vodního toku, na tzv. modálních fluvizemích, další minulé lidské aktivity probíhaly na modálních černozemích, černicích a kambizemích. Tato mapa jen potvrzuje, jak vhodné a úrodné typy půd se ve zkoumané oblasti nacházejí. S tím pochopitelně souvisí i příchod zemědělských společností na toto území a hojné využívání této oblasti k sídlení, nejvíce v blízkosti velkého vodního toku. Na mapě jsou bodově vyznačené lokality objevené leteckou prospekci, které mají ve středu vepsané číslo. Toto číslo odpovídá číslu katastru, ke kterému bod, respektive letecky identifikovaná poloha náleží.

4.1.3. Mapa pro ztotožnění lokalit

Na základě této mapy (barev. tab. XIV.1.) je možno určit, s jakou mírou přesnosti lze ztotožnit lokality objevené leteckou prospekci s lokalitami objevenými ze země. Cílem bylo vyjádřit, o kolika lokalitách objevených leteckou prospekci lze říci, že to byla s menší či větší mírou pravděpodobnosti lokalita známá již z dřívějších dob, z postupů tradiční archeologie. Základní mapový poklad tvoří v tomto případě mapa cenia dmu25. Dále byly do verze ArcMap programu ArcGis vloženy *shapefile* zobrazující letecky identifikované polohy v souřadnicovém systému SJTSK Krovak EastNorth (na mapě zobrazeny jako LA polohy), kolem kterých byly následně pomocí ArcToolbox – Analysis Tools – Proximity – Buffer vytvořeny 3 různé velké soustředné kruhy, tzv. *buffery*, přičemž každý z nich představuje určitou hodnotu. Nejmenší z nich má poloměr 2,5 metrů, další 25 metrů a největší má poloměr 250 metrů. Tyto hodnoty nebyly zvoleny náhodně, ale odpovídají předdefinovaným hodnotám určujícím přesnost PIAN 1, 2 a 3. Jako další vrstva byla vložena *shapefile* pro lokality objevené pozemní prospekci nazvaná ADC polohy a vyexportovaná z autorčiny databázové tabulky. Promítnutím všech těchto vrstev do mapy byl získán přehled o tom, kolik a jaké lokality je možné považovat za totožné. Se 33 letecky

objevenými polohami vykazuje určitý stupeň shody 49 lokalit známých z pozemních akcí. Tyto lokality lze označit „pouze“ jako *shodné*, to znamená, že odpovídají přesnosti PIAN 3, respektive největšímu *bufferu* s rozpětím 26 – 250 metrů. Zjištěné závěry jsou vypsány níže. Za shodné lze označit tyto lokality:

Brozánky 2 a lokalitu označenou jako *JV okraj katastru, nad levým břehem Labe, Z od silnice Brozánky – Vliněves, S od silnice Brozánky – Cítov*.

Býkev 4 by mohla být shodná s lokalitou *pole na hraně terasy nad obcí na SZ a SZ od obce*, kde se našly archeologické nálezy spadající do období eneolitu, do kultury řivňáčské.

Hořín 4 a lokalitu *pole Na pískách – Bílé břehy kolem kóty 167 v Z sousedství přesypu, lok. Hořín II a Hořín III*, která spadá do období mezolitu a kultury knovízské doby bronzové.

Kelské vinice a polohu *pískovna F. Malého, ppč. 344/5*, která byla na základě archeologického materiálu datovaná do mladší doby římské.

Kly 2 a polohu *Pod pražskou silnicí, část pole mezi polní cestou a sloupem elektrického vedení, V od obce*, kde byly nalezeny stopy pravěké aktivity.

Křivousy 1 a polohu *U vojkovské cesty, mírná vyvýšenina nad údolím potoka (nyní k. ú. Dědibaby)*, která je datovaná do střední doby bronzové.

Ledčice 2 a *pískovna v objektu drůbežárny – pole přilehlé k J straně profilu pískovny z doby bronzové, kultury knovízské, dále také pískovna na S okraji obce při silnici do Černoučku – přilehlá část pole ppč. 335* datovaná do eneolitu a za poslední shodnou lokalitu lze označit polohu *Za humny, plochý terasový ostroh na S okraji obce*, která byla na základě artefaktů datovaná do období eneolitu, kultury řivňáčské.

Libiš 1 se může považovat za lokalitu shodnou s výzkumem provedeným na *silnici Praha – Mělník u benzinové pumpy na rozcestí do Obrříví*.

Mlékojedy 2 a poloha *S od obce, mezi Labem a kótou 166* datovaná archeologickými nálezy do pravěku a doby římské.

Nová Ves 1 a poloha *Na halačce*.

Obříví 1 a *zahradnictví při silnici Obříví, poloha Na Štěpáně*. Toto je polykulturní lokalita s nálezy datovanými od mezolitu, neolitické kultury lineární, přes kulturu únětickou a mohylovou doby bronzové až po halštatskou kulturu bylanskou.

Obříví 2 a *pole mezi Obřívím a zahradnictvím do vzdálenosti asi 30 – 40 m J od silnice* bylo archeologickým výzkumem datováno do období eneolitu, knovízské kultury doby bronzové a do doby římské.

Obříví-Semilkovice 1 a lokalita *zahrada za domem p. Čančíka, čp. 3*, datovaná archeologickými nálezy do doby římské a raného středověku.

Obříví-Semilkovice 4 a poloha *na ppč. 356* datovaná archeologickými nálezy do mladší doby římské.

Obříví-Dušníky 3 a oblast *proti domu čp. 80, 5 m od silnice* datovaná do doby římské.

Prívory 7 a poloha *Na hradě (Na stráni)*, při vyústění úvozové cesty, nad dvorem Hornín Prívory, jejíž chronologie byla určena na základě archeologických nálezů do zemědělského pravěku, doby hradištní a raného středověku.

Prívory 8 a oblast mezi bývalou slepičárnou JZD a skladem hnojiv, SV úpatí Turbovického vrchu nad Košáteckým potokem, která byla chronologicky zařazena do doby hradištní.

Tišice 1 a pozemek Jaroslava Širůčka u Červeného mlýna, ppč. 303/1, levý břeh Košáteckého potoka a dále pole ppč.136, přičemž nálezy odtud spadají do období mladší doby bronzové, respektive kultury knovízské a lužické.

Tišice 3 je poloha, které odpovídá hned několik lokalit označených jako shodné a jsou to: lokalita u J hranice pískovny, S od Červeného Mlýna, V od silnice Stará Boleslav – Mělník, kde byly nálezy datovány do několika časových období. Jednalo se o neolitickou kulturu s vypíchanou keramikou, eneolitickou kulturu zvoncovitých pohárů, kulturu mohylovou doby bronzové, období halštatské a laténské, dobu římskou a raný středověk, a také ppč. 331/3, skryvka na okraji pískovny datovaná do latěnu. Na této poloze jsou i lokality překrývající se s další letecky identifikovanou polohou (Tišice 6) a to jsou ppč. 325 – poloha Kaberna z období eneolitu kultury zvoncovitých pohárů a také samota Červený mlýn, pole ppč. 325 u hostince J. Štěpána s nálezy z doby stěhování národů.

Tišice 4 a pískovna na Z straně silnice Mělník – Kostelec nad Labem, která byla také zařazena hned do několika kulturních okruhů. Jedná se o neolitickou kulturu s vypíchanou keramikou, eneolitické kultury badenskou a zvoncovitých pohárů, kulturu mohylovou střední doby bronzové, dobu římskou a raný středověk. Další shodu vykazuje také poloha v pískovně firmy PLANTANA, pozemek F. Červinky ppč. 333.

Tišice 6 a oblast pole ppč. 330/2, návrší nad Košáteckým potokem, u hrany silničního příkopu, další polohou je Rybník na potoce u Červeného mlýna, zahrada ppč. 317/2 s nálezy datovány do eneolitu, dále také pole ppč. 325 – Z od stodoly na Kaberně, ppč. 139/2 a ppč. 329 a 331 a nakonec lokality překrývající se s letecky identifikovanou polohou Tišice 4 – samota Červený mlýn, pole ppč. 325 u hostince J. Štěpána a poloha ppč. 325 – poloha Kaberna se stopami po období stěhování národů.

Tišice 7 je shodná s polohou ppč. 331/20-21, dále kafilérie ppč. 331/47, 331/48, 331/50, 331/46, která byla archeologickými nálezy datovaná do zemědělského pravěku, eneolitické kultury zvoncovitých pohárů, knovízské kultury doby bronzové a doby římské.

Tišice 8 a lokalita ppč. 200, pole JV od železniční trati z období eneolitu.

Vepřek 3 a ostroh J od polohy Na horách, nad levým břehem Vltavy s nálezy z pravěku, dále návrší Na Koulu – Na svini, další shodnou polohou je pískovna v poloze Na kameni, ppč.189 s artefakty pocházejícími z kultury řivňácké z období eneolitu a nakonec výrazný ostroh S od obce nad levým břehem Labe, který nálezy datují do zemědělského pravěku.

Vliněves 3 a poloha U kříže, datovaná archeologickými nálezy do pravěku doby železné a starší doby římské. Další shodu vykazuje okolí pískoven na sousedících polích ppč.86/53 a ppč. 86/54 a poloha Na terase při S okraji pískovny, Z od silnice Brozánky – Vliněves chronologicky zařazená do eneolitu, doby bronzové, respektive kultury štitarské, doby železné a raného středověku.

Vliněves 4 a J a V předpolí pískovny, Z od statku Posadovice a silnice Vliněves – Mělník. V této poloze byly nalezeny artefakty, které byly chronologicky zařazeny do zemědělského pravěku a kultury únětické z doby bronzové.

Vliněves 5 a poloha překrývající se s další letecky identifikovanou polohou (Vliněves 6) nese název pole ppč. 61/1, proti dvoru Posadovice, odkud pocházejí nálezy z kultury únětické doby bronzové.

Vliněves 6 a místo okraje zvýšeného ostrohu nad paleomeandrem Labe, odkud pocházejí nálezy z pravěku a na rozhraní 250 metrů se nachází poloha označená jako část písečné terasy mezi starým meandrem Labe a zaniklým meandrujícím přítokem, kde se našly artefakty zařazené do zemědělského pravěku. Další lokalita se překrývá s leteckou polohou Vliněves 5 a je to pole ppč. 61/1, proti dvoru Posadovice, které spadá do kultury únětické doby bronzové.

Vrbno 3 a poloha Na břehách, poblíž kanálu – J od ohybu kanálu, Z od Mlýnského potoka, která byla na základě nalezených artefaktů datovaná do eneolitu, kultury mohylové doby bronzové a do doby železné.

Vrbno 5 a okolí pole ppč. 91/1 a 89/1, Z od silnice na Hořín, S od kanálu datované archeologickými nálezy do mezolitu a kultury únětické starší doby bronzové.

Všestudy 2 a poloha čp. 25, dvůr domku p. Veselého.

Záboří 1 a lokalita pískovna Mikešova při rozcestí silnice z Mělníka do Prahy a Staré Boleslavi.

Zálezlice 1 a oblast proti škole, ppč. 224/12 datovaná archeologickými nálezy do latěnu.

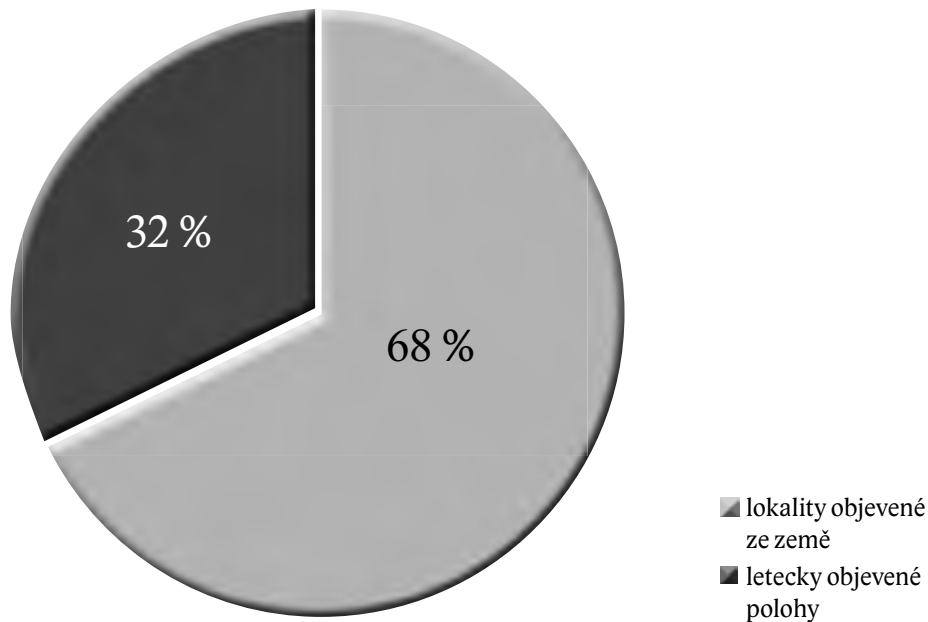
4.1.4. Mapy pro ztotožnění lokalit (detail)

Pro lepší představu byla z mapy číslo 3 (viz oddíl 4.1.3) dvěma stupni přiblížení vytvořena dvě detailnější zobrazení letecky identifikovaných poloh s tzv. *buffery* (soustředné kruhy odstupňované ve třech vzdálenostech – do 2,5 m, do 25 m a do 250 m). Oblast detailního přiblížení byla vybrána náhodně, jedná se o polohy na katastru obce Prívory. V největším přiblížení jsou zobrazeny letecky objevené polohy Ledčice 3 a 6 a kolem nich, v rozmezí 26 až 250 metrů, jsou dále patrné polohy objevené při výzkumech a povrchových sběrech (barev. tab. XIV.2.).

4.2. Příznaky zviditelňující archeologické situace

Nejčastějším indikátorem zaniklých archeologických situací jsou porostové neboli vegetační příznaky. Je to velice spolehlivý indikátor zaniklých podpovrchových situací za splnění

Poměr lokalit objevených leteckou prospekci a lokality objevené ze země



8.1. Mělnicko: poměr v počtu areálů identifikovaných leteckou prospekci a lokalit objevených ze země

8.1 Mělník region: ratio of number of area identified by means of aerial prospecting and sites found during a field survey

několika podmínkách, které jsou následující: na lokalitě musí být vhodné geologické podloží a typ půdy, lokalita je oseta vhodným indikačním porostem a ve správný čas nad ní byla provedena letecká prospekce (Majer 1996, 264). Během intenzivního leteckého průzkumu v oblasti Mělnicka byly získány důležité poznatky o tvorbě vegetačních příznaků. Nejčastějšími rostlinnými indikátory jsou ječmen a vojtěška, také pšenice, zřídka kukuřice; oproti původním předpokladům se v posledních letech nezdá objevují vegetační příznaky i na řepce olejné (Gojda 2003, 66). Dalšími příznaky na zkoumaném území byly půdní příznaky vytvořené dlouhodobě prováděnou orbou, které se projevují odlišným zbarvením zeminy (Gojda 2004, 80-81).

4.3. Poměr lokalit objevených leteckou prospekci a lokality objevené ze země

V případě grafu (viz obr. 8.1.) vytvořeného pro porovnání lokalit zkoumaných „pozemní archeologií“ (Smrž 2000) a leteckou prospekci je jasně patrné, že v několikanásobně větším počtu případů (68 %) je počet lokalit zkoumaných na zemi větší než počet lokalit objevených ze vzduchu. To je dáno jednak

tím, že letecká archeologie je v Čechách systematicky provozována až od roku 1992 (Kuna et al. 2004, 74), čili nepoměrně kratší dobu než tradiční archeologie (vizuální průzkum, exkavace, povrchové sběry, atd.). Dále je to zapříčiněno tím, že ne všechny typy podloží jsou vhodné pro zviditelnění podpovrchových situací, které nemohou být následkem toho z letadla objevené. Dalším, a dle názoru autorky nezanedbatelným problémem je jakési nadhodnocení údajů tradiční archeologie, kdy se jako „lokalita“ udává např. i několik keramických střepů na malé ploše, což není možno hodnotně statisticky srovnávat s tak velkým prostorem, který obsáhne letecká prospekce (Kuna et al. 2004, 49).

Pro zajímavost bylo vypočítáno, kolik lokalit bylo objeveno leteckou prospekci v průměru za jeden rok od doby jejího systematického uplatnění (srov. Smrž 1999, 525) na zkoumaném území (v letech 1992 – 2007). Jedná se v průměru o 6,6 lokalit objevených během jednoho roku. Oproti tomu počet lokalit objevených tradičními archeologickými postupy je o poznání nižší. Jedná se o 1,05 lokalit za rok, přičemž jsem počítala s cca dvoustetletou archeologickou tradicí na území jihozápadní části Mělnicka. Autorka si je vědoma

toho, že tento časový rozsah zcela neodpovídá skutečnosti, a proto jsou výsledky orientační, ale jinak zajímavé. Dokládá to, jak velký potenciál má letecká archeologie v objevování nových lokalit a za jak relativně krátkou dobu je možné identifikovat tolik míst s pozitivními archeologickými nálezy. Tento potenciál může být samozřejmě limitován časem, kdy dojde k vyčerpání možnosti letecké identifikace nových lokalit.

4.4. Míra ztotožnění lokalit

Dále bylo na základě výsledků porovnávací mapy vytvořené v programu ArcGIS (viz barev. tab. XIV.2.) zjišťováno, do jaké míry je možno u letecky identifikovaných poloh určit jejich prostorovou shodu s lokalitami již dříve objevenými pozemní prospekci (to znamená lokality objevené a zkoumané jakkoliv jinak než leteckou prospekci). I v tomto případě byl vzorem článek Z. Smrže (srov. *Smrž 2000, Smrž 2002*), který podobné závěry shromáždil pro jím zkoumaný region severozápadních Čech, který systematicky sleduje z hlediska letecké prospekce od roku 1992 (*Smrž – Majer 1995, Smrž 1996*). Z 31 sledovaných katastrů (tj. 100 letecky identifikovaných poloh) byla shoda letecky objevených poloh s lokalitami objevenými ze země zaznamenána pouze na 18 katastrech. Dle rozdělení lokalit na jednoznačně shodné (tolerance do 2,5 metrů), stejně (tolerance do 25 metrů) a shodné (tolerance do 250 metrů) bylo na základě srovnávací mapy zjištěno, že žádnou polohu na zájmovém území nelze označit jako jednoznačně shodnou, žádná z poloh se k tomuto určení ani vzdáleně nepřiblížila. Dále z tabulky 3 vyplývá, že ani jednu polohu nelze označit jako stejnou, i když k tomuto prostorovému určení už se několik lokalit blížilo. Pouze 33 letecky identifikovaných poloh na 18 zjištěných katastrech lze označit jako polohy shodné s pozemně objevenými polohami, kterých bylo zaznamenáno 49. Na základě těchto výsledků lze s nižší mírou pravděpodobnosti říci, že ze 100 letecky identifikovaných poloh (v průběhu let 1992 – 2007) jich bylo známo z dřívějších let z postupů tradiční archeologie 33.

4.5. Podíl letecké prospekce

Tabulka 1 byla opět inspirována článkem Z. Smrže, který ve své práci ukázal, že letecká archeologie má relativně vysoký podíl na vyhledávání nových lokalit. Z. Smrž vytvořil svoji tabulku pro jím zkoumaný region severozápadních Čech (*Smrž 2000, Smrž 2002*). Pro tuto práci byla vytvořena podobná tabulka pro zájmovou oblast jihozápadního Mělnicka s tím rozdílem, že tabulka v sobě nezahrnuje počet archeologických akcí (tzn. jakýkoliv archeologický zásah, často několikrát opakovaný na jedné lokalitě nebo nepřesně lokalizovaný bez bližších nálezových kontextů, tj. dle názoru autorky nepodstatný), nýbrž počet objevených lokalit (to znamená pouze polohy s prostorovou identifikací nálezů odpovídající maxi-

mální hodnotě PIAN 3 a pochopitelně letecky identifikované polohy). Z výsledků vyplývá, že z celkového počtu všech archeologických poloh (identifikovaných letecky i ze země) tvoří podíl lokalit objevených leteckou prospekci v jihozápadní části Mělnicka více než 32 %. Toto číslo je velmi vysoké jednak kvůli eliminaci pozemních lokalit, ale dále také proto, že letecká prospekce má skutečně výborné výsledky při vyhledávání nových lokalit.

Oblast	letecká prospekce	pozemní prospekce	lokalit celkem	podíl letecké prospekce v %
JZ část Mělnicka	100	209	309	32,36

Tab. 8.1. Mělnicko. Poměr lokalit objevených leteckou prospekci a pozemním průzkumem

4.6. Kvantitativní zastoupení viditelných objektů

K účelu vyjádření kvantitativního zastoupení objektů viditelných z letadla (tj. tyto kategorie: ohrazení kruhové, ohrazení pravouhlé, linie, maculae shluk a maculae uspořádané) byl vytvořen graf (obr. 8.2.). Z tohoto grafu jednoznačně vyplývá, že nejpočetněji zastoupenými objekty jsou v téměř polovině případů (43 %) tzv. maculae shluk, neboli nepravidelné bodové objekty indikující převážně sídelní aktivity (kulturní jámy, relikt stavebních sloupů a kůlů, zahloubené stavby, atd.). Dalším početněji zastoupeným typem objektu viditelným z letadla jsou linie (18 %). Liniové objekty, resp. linie jsou možná v tomto případě mírně nadhodnocené, protože většina z linií indikuje recentní zásahy člověka do krajiny, méně často pozůstatky pravěkých/středověkých populací. O něco méně kvantitativně zastoupeným typem objektů na letecky identifikovaných polohách jsou maculae uspořádané (14 %). Tyto objekty značí převážně pohřební aktivity (stejně orientované hrobové jámy). Méně se vyskytujícím typem objektu je kruhové ohrazení, které tvoří 13 % všech objevených objektů a většinou představuje ohrazení nějakého (sídelního) areálu, méně často tzv. kruhové mohyly. Nejméně se vyskytující kategorií objektů na letecky objevených polohách je pravouhlé ohrazení (12 %). Kromě nejpočetněji zastoupené kategorie představované nepravidelně uspořádanými bodovými objekty jsou všechny ostatní kategorie objektů početně velmi vyrovnané.

4.7. Typy objektů na jednotlivých katastrech

Tabulka 8.2. ukazuje, jaké kategorie a kolik typů objektů viditelných z letadla bylo identifikováno na jednotlivých katastrech zájmového území. Celkem se jedná o 30 katastrů s rozpoznávanými objekty. Nejčastěji objeveným typem téměř na všech katastrech jsou opět maculae shluk. Všechny ostatní kategorie objektů jsou co do počtu poměrně vyrovnané.

Katastr	ohraz. kruhové	ohraz. pravouhlé	linie	maculae shluk	maculae uspoř.
Brozánky	0	1	1	1	1
Býkev	1	1	2	3	1
Dřínov	0	0	1	1	0
Hořín	1	3	2	2	1
Hostín u Vojkovic	1	1	0	0	1
Chlumín	0	1	1	3	0
Jenišovice u Mělníka	1	0	1	1	0
Jeviněves	0	0	0	1	0
Kly	1	0	0	2	0
Křivousy	0	0	0	1	0
Ledčice	4	2	1	5	2
Libiš	0	0	1	0	0
Malý Újezd	0	1	0	1	0
Mlékojedy u Neratovic	0	2	1	2	1
Nová Ves u Nelahozevsi	0	1	1	2	1
Obříství	2	1	2	6	0
Přívory	2	0	3	4	0
Spomyšl	0	0	1	3	0
Tišice	1	0	2	8	1
Tuhaň	0	0	0	1	1
Úžice u Kralup n. Vltavou	0	0	0	1	0
Vepřek	1	0	0	0	0
Vliněves	1	1	1	4	2
Vojkovic u Kralup n. Vltavou	0	1	0	1	0
Vraňany	0	0	0	1	1
Vrbno	3	0	3	3	4
Všestudy	1	0	1	2	3
Všetaty	1	1	2	4	1
Záboří	0	0	1	1	0
Zálezlice	0	1	0	2	1

Tab. 8.2. Mělnicko. Výskyt různých druhů objektů rozpoznávaných při leteckém průzkumu podle katastrů

4.8. Následný výzkum na letecky identifikovaných polohách

Dále bylo zkoumáno, na kolika letecky objevených polohách byl proveden následný destruktivní či nedestruktivní výzkum. Ukázalo se, že ze 100 letecky identifikovaných poloh byl následný výzkum proveden jen ve 29 případech. V naprosté většině (24 případů) se jednalo o následný výzkum nedestruktivní, nejčastěji povrchové sběry, geofyzikální měření, popřípadě jejich kombinace. Byly zaznamenány pouze 2 případy, kdy byl na letecky objevené poloze následně proveden

pouze terénní archeologický výzkum výkopem. Na pěti polohách byl proveden jak výzkum destruktivní, tak i nedestruktivní. Z těchto zjištění jasně vyplývá, že naprostá většina lokalit/areálů identifikovaných leteckou prospekci zůstane po svém objevení dále archeologicky neprozkoumána.

4.9. Přítomnost/absence letecky identifikovaných objektů

Tento histogram (graf na obr. 8.3.) byl vytvořen v programu Statistica 6.0. Důvodem k jeho vytvoření byla vizualizace přítomnosti či absence různých typů objektů na 99 letecky identifikovaných polohách (jedna letecky identifikovaná poloha musela být z této statistické operace vyloučena kvůli absenci leteckého snímku, čili nemožnosti určit typ objektu). Hodnota 0 na ose x značí absenci a hodnota 1 na stejné ose značí přítomnost různých typů objektů. Každá kategorie objektů tedy vytváří vždy dva sloupce. Hodnoty na ose y udávají počet pozorování, čili počet poloh. Na první pohled je tedy patrné, že z 99 pozorování (letecky objevených poloh) jsou objekty, označené například jako maculae shluk, přítomny v 66 případech (nepřítomny ve 33 případech).

4.10. Výpočet korelační matice

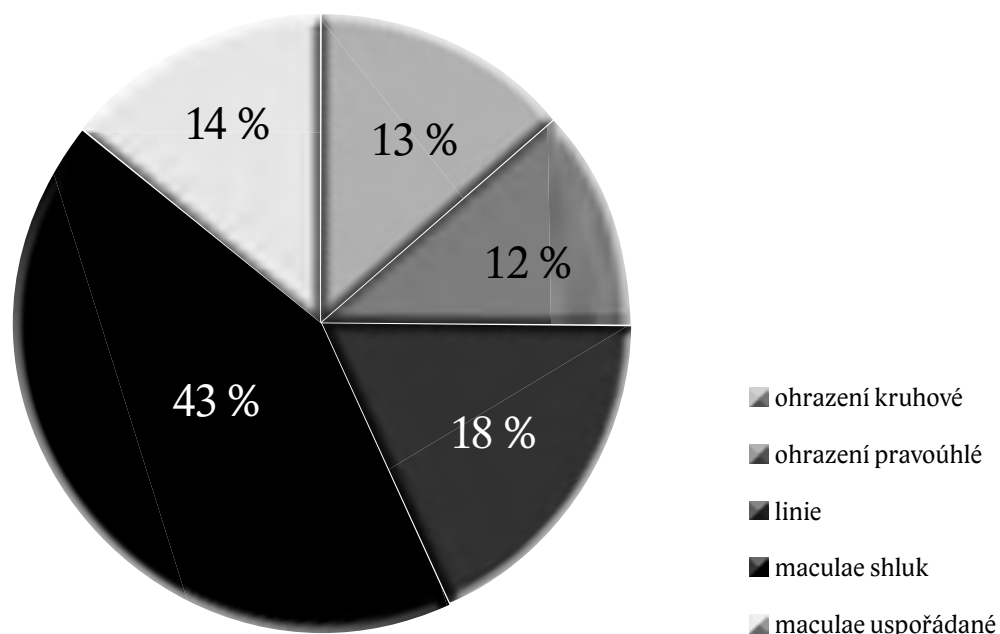
4.10.1. Teoretické otázky a cíle

Tato dílčí část se zabývá především vzájemnými prostorovými vztahy jednotlivých objektů viditelných z letadla – jedná se o kategorie *ohrazení kruhové*, *ohrazení pravouhlé*, *linie*, *maculae shluk* a *maculae uspořádané*. Autorka se pokusila zjistit, zda existují nějaké pravidelnosti v seskupení těchto objektů, což by, pokud by se to potvrdilo, mohlo odrážet i jisté záměrné struktury minulých lidí. Na druhou stranu nepředpokládá nějaké výrazné pravidelnosti ve vzájemném prostorovém seskupení těchto objektů, protože údaje o nich pocházejí z víceméně uměle vytvořených jednotek, tzv. poloh (poloha 1, poloha 2, poloha 3 atd.) zobrazených na leteckých snímcích M. Gojdy. Tyto lokality byly vytvořeny uměle, podle toho, jak a kdy byly z letadla spatřeny, což většinou nemusí odpovídat areálu aktivit, který mohly v minulosti reprezentovat. Dalším problémem je, že identifikované objekty, až na několik výjimek, nevyovídají o stáří podpovrchových situací.

4.10.2. Popis shromážděných dat

Všechna data pocházejí z databáze vytvořené pro účely diplomové práce, kam byla shromážděna za účelem získání ucelených informací o jihozápadní části mělnického regionu. Hlavní údaje pro výpočet korelační matice byla získána od M. Gojdy. Jedná se o soupis jím objevených lokalit na území Mělnicka spolu s přesným souřadnicovým zaměřením, typem zviditelněných objektů a indikátory. Pro výpočet korelační matice byly zvoleny deskriptory, které pocházejí z tabulky *LA lokalita*, a jedná se o výše zmiňované kategorie.

Kvantitativní zastoupení viditelných objektů



8.2. Mělnicko: poměr jednotlivých druhů objektů objevených při leteckém průzkumu

8.2 Mělník region: ratio of various types of features found during an aerial survey

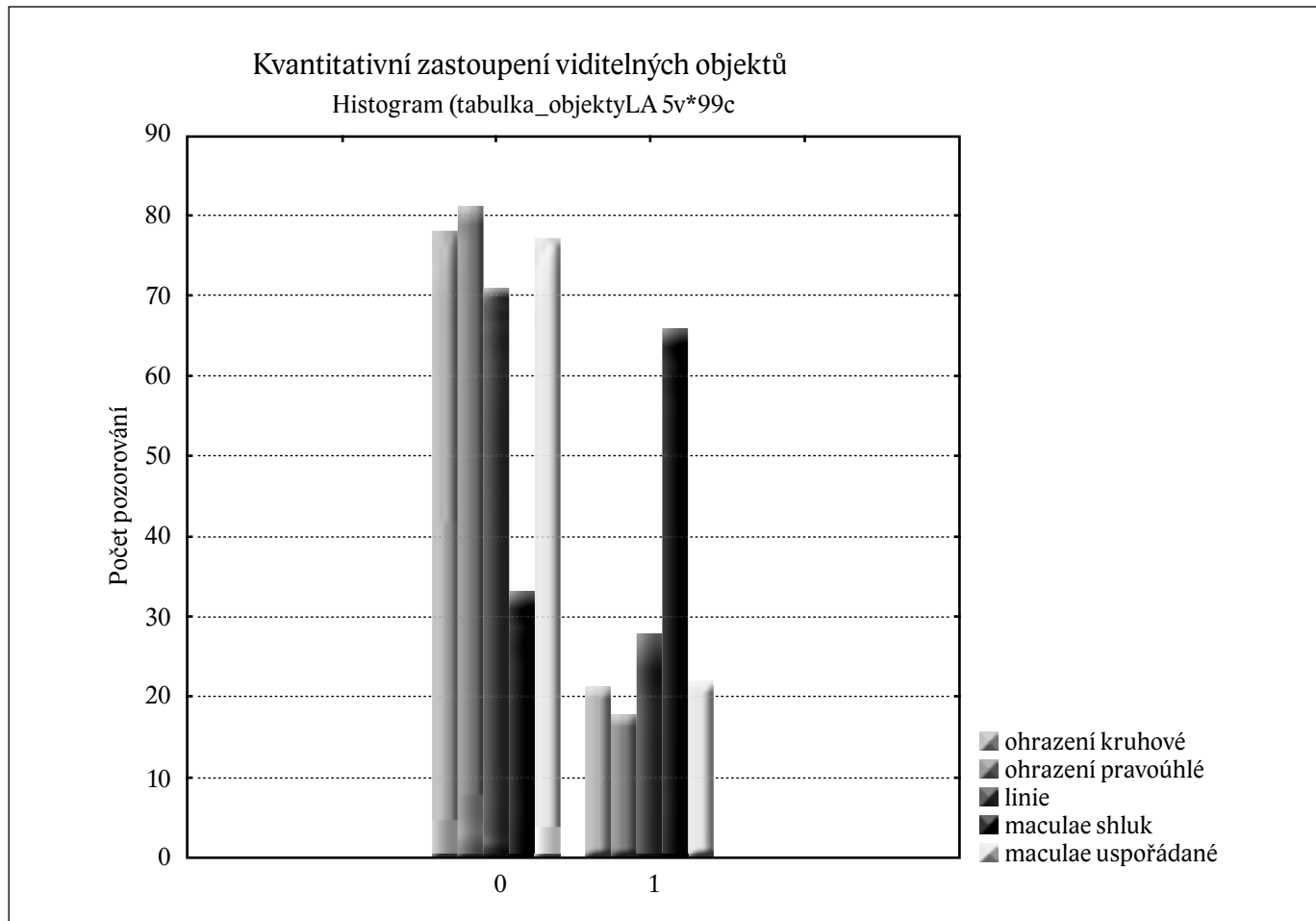
Vzhledem ke značné předvídatelnosti výsledků a nízkému počtu zvolených proměnných se autorka rozhodla nepokračovat v dalších statistických výpočtech (faktory, faktorová skóre, faktorové zátěže), protože se domnívá, že by nebyly ze statistického hlediska přínosné.

4.10.3. Kritika výsledků

Výsledky výpočtu korelační matice přinesly jisté statisticky významné údaje v prostorovém seskupení jednotlivých objektů (viz tab. 8.3.). I když se nejedná o žádné převratné poznatky a výrazné pravidelnosti v seskupení jednotlivých objektů, určitých výsledků bylo přeci jen dosaženo. Je možné předpokládat, že problémem by mohl být jednak nevelký soubor dat (99 záznamů) a jednak relativně malý počet zvolených proměnných (pracováno bylo pouze s pěti druhy deskriptorů určených pro výpočet korelační matice). Autorka soudí, že jsou problematické především „umělé“ vytvořené lokality, které většinou nepředstavují (prostorově ani časově) areály, které vytvářely v minulosti.

proměnná	Kolace (Tabulka 2) Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$ N=99 (Celé případy vynechány u ChD)				
	ohraz. kruhové	ohraz. pravouhlé	linie	maculae shluk	maculae uspoř.
ohraz. kruhové	1,00	-0,05	0,00	-0,16	-0,04
ohraz. pravouhlé	-0,05	1,00	-0,06	-0,33	0,13
linie	0,00	-0,06	1,00	-0,03	-0,07
maculae shluk	-0,16	-0,33	-0,03	1,00	-0,09
maculae uspoř.	-0,04	0,13	-0,07	-0,09	1,00

Tab. 8.3. Mělnicko. Korelace výskytu jednotlivých druhů objektů na polohách objevených leteckým průzkumem



8.3. Mělnicko: přítomnost/absence různých typů objektů na 99 letecky identifikovaných polohách

8.3 Mělník region: presence/absence of various types of features on 99 aerially identified sites

Ukázalo se, že z vybraných deskriptorů představuje nejvyšší míru negativní korelace pravouhlé ohrazení spolu s neuspořádanými bodovými objekty, tj. maculae shluk. To znamená, že tyto dva typy objektů se pospolu téměř vůbec nevyskytují. Vysvětlení by mohlo být takové, že v minulosti nebyl sídelní areál, který mohou představovat neuspořádané bodové objekty, ohrazen žádným pravouhlým útvarem. Pravouhlé ohrazení může taky představovat funerální objekt – mohyly, která neměla v minulosti vztah k místu určenému k sídlení (představované neuspořádanými bodovými objekty). Tato negativní korelace je v podstatě jediný statisticky významný údaj, který z výpočtu korelační matice vzešel. Zvolená statistická metoda nezjistila žádné další významnější vztahy mezi zvolenými deskriptory.

5. Závěr

Na zkoumaném území převažují z kvantitativního hlediska lokality objevené ze země nad lokalitami objevenými ze vzduchu. Jak již bylo výše popsáno, tento nepoměr lze snadno vysvětlit relativně krátkou dobou působení letecké archeologie u nás,

oproti dlouhodobé historii pozemní prospekce (terénní archeologický výzkum, povrchové sběry, sondáže atd.). Ovšem v přepočtu objevených lokalit oběma disciplínami od doby jejich působení na jeden rok, se tento poměr rapidně mění (viz oddíl 4.3). To ukazuje na to, jak efektivní a vhodná je letecká prospekce regionů.

Použité metodické postupy jednoznačně podpořily původní hypotézu, že letecká prospekce má důležitou roli při vyhledávání nových lokalit. Jenom zjištěný nárůst letecky nově objevených poloh (6,6 poloh za jeden rok) dokazuje, jak velký potenciál přinesla letecká archeologie do oblasti jihozápadního Mělnicka a do Čech vůbec. Ze všech objevených poloh (letecky i pozemně) tvoří letecká prospekce celých 32 % (údaj je mírně nadhodnocen ve prospěch letecké archeologie, protože do výpočtu nebyly zařazeny pozemní akce, které nebyly přesněji lokalizovány a jejich prostorové zaměření se omezilo na označení PIAN 4, čili umístění „v katastru obce“; takovéto označení nelze považovat dostatečně přesné k tomu, aby bylo zahrnuto do výpočtů). Co do počtu objevených lokalit je evidentní, že metodami tradiční

archeologie bylo celkově vyhledáno a prozkoumáno více lokalit než leteckou prospekci. Na druhé straně k tomu ale tradiční archeologie potřebovala nesrovnatelně více času než letecký průzkum, jehož systematická aplikace na zkoumaném území stále pokračuje a její možnosti v této oblasti zdaleka nejsou vyčerpány.

Z výsledků zjištěných analýzou leteckých snímků, z výsledků databáze a vytvořených map bezesporu vyplývá, jak rozsáhlé možnosti má letecká archeologie při vyhledávání nových archeologických situací a v neposlední řadě také při ochraně kulturního dědictví a evidenci památek. Tato relativně mladá nedestructivní metoda v sobě ukrývá vysoký potenciál pro identifikaci nových archeologických památek pohřbených pod povrchem terénu, a tím pomáhá nejen ke kvantitativnímu, ale i kvalitativnímu rozšíření archeologické pramenné základny.

Summary

This study is focused on aerial prospection in the Mělník region respectively in its southwest part in so called Mělník basin. Contribution of the aerial archaeology to identification of archaeological features in the area mentioned was analyzed and comparison of the aerial archaeology and “earthbound” archaeological methods like e.g. field walking, geophysical prospection, sampling or total excavation of the site was carried out. Sites identified by the aerial archaeology, from the air, were compared to those identified by using traditional archaeological methods, from the ground. Boundary of the area researched is outlined by cadastres of Všetaty – Tišice – Obříství – Úžice – Všestudy – Vepřek – Ledčice – Jeviněves – Býkev – Vliněves – Malý

Újezd and its part Vavřineč. From a quantitative point of view, sites identified from the ground are prevailing in the researched area. This disparity can be explained by relatively short period of practicing aerial archaeology in the Czech Republic in contrary to long tradition of field prospection (field work in general, field walking, sampling etc.). However, after final count of sites identified during the last one year by means of both archaeological spheres mentioned above, this ratio is different (approximately 6.6 sites identified by aerial prospection in one year and roughly 1.05 sites identified by traditional archaeological methods in one year). This ratio shows how efficient the aerial prospection of regions is. Number of sites identified by aerial prospection is 32% of the all sites identified from the air and from the ground. Taking into account number of identified sites, it is clear that more sites have been identified by means of traditional archaeological methods than by aerial prospection. On the other hand, traditional archaeology needed more time than the aerial archaeology whose systematic application is still carrying on and its possibilities have not reached their limit yet. Maps created in the GIS software are part of this paper as well. These maps visualize localization of particular archaeological sites/areals in terrain and illustrate their mutual relations. In order to visualize spatial relations (i.e. maculae, lines and various types of enclosures), correlation matrix was created as a result of correlation analysis. To summarize, aerial archaeology as a relatively young non-destructive method has a high potential to identify new archaeological monuments buried below surface. In doing so, the aerial archaeology helps the qualitative and also quantitative widening of the archaeological source basis.

9

Vyhodnocení výsledků letecké archeologie ve vybrané části Poohří a zhodnocení jejího potenciálu pro výzkum osídlení

Aerial archaeological survey in the lower Ohře valley. The application of its results for local prehistoric settlement study

1. Úvod

Jedním ze základních trendů současné archeologie je postupovat při terénním výzkumu méně destruktivními či nedestruktivními metodami. Letecká archeologie, která je jednou z nich, pracuje v největším prostoru a přináší tak velké množství dat o minulém lidském světě, o osídlení určitého regionu, ale také o prostorových souvislostech tohoto osídlení a o krajině samotné. Nejvhodnějším územím k prozkoumání se jeví prostředí říčních teras, ty byly dlouhodobě vyhledávány k sídelním aktivitám. Do jaké míry se letecká archeologie podílí na objevování nových archeologických lokalit na konkrétním území, v tomto případě v povodí řeky Ohře, se pokusí přiblížit tato kapitola.

2. Cíle práce

Cílem práce je zpracování výsledků letecko-archeologického průzkumu na konkrétním území. Hlavním úkolem bude analýza leteckých snímků z ArÚ AV ČR, která si dává za cíl zmapovat spektrum jednotlivých objektů na lokalitách vzhledem k jejich morfologii a jejich kvantifikaci. Dalším cílem bude pokusit se o zjištění efektivity leteckého průzkumu pro výzkum osídlení srovnáním informací o lokalitách identifikovaných při leteckém průzkumu s poznatky získanými tradičním způsobem archeologického výzkumu. Pozornost bude také věnována některým faktorům přírodního prostředí, které ovlivňují výskyt příznaků umožňujících evidovat přítomnost zaniklých nemovitých památek a vypovídat o vazbě osídlení na tyto přírodní podmínky. Základem práce je databáze lokalit z vytyčeného území, jedná se jak o lokality objevené leteckou prospekci, tak o lokality objevené tradičním způsobem archeologického výzkumu.

Hlavním pramenem pro tuto práci byly letecké fotografie z archivu leteckých snímků Archeologického Ústavu AV ČR pořízené v letech 1992 – 2008 M. Gojdou. Dále také vojenské mapy v měřítku 1: 50 000 s vyznačenými polohami těchto lokalit, z kterých byly odečteny jejich přesné polohy v souřadnicovém systému S42. Důležitým materiálem byla také Archeologická databáze Čech (ADC) – Archiv 3.0 ArÚ Praha. Z ní byla čerpána data o archeologických výzkumech na sledovaném území.

3. Zkoumané území

Zpracování výsledků letecké archeologie se týká oblasti dolního a středního Poohří. Toto území patří do tzv. staré sídelní

oblasti Čech a také díky tomu se zde v minulosti i dnes v dostatečné míře provádí letecký průzkum, který přináší velké množství použitelných dat.

Přesněji byl zvolen tříkilometrový pás lemující současné koryto Ohře, od soutoku s řekou Labe po Nechranickou přehradu. Tedy území ve vzdálenosti 1,5 km od každého břehu řeky. V této oblasti se nachází 57 katastrů, na kterých byly dokumentovány jak lokality evidované letecko-archeologickým průzkumem (86 poloh na 38 katastrech), tak tradičně vedenými výzkumy. Až na jednu lokalitu, která se nachází v okrese Chomutov, patří všechny do okresů Louny a Litoměřice.

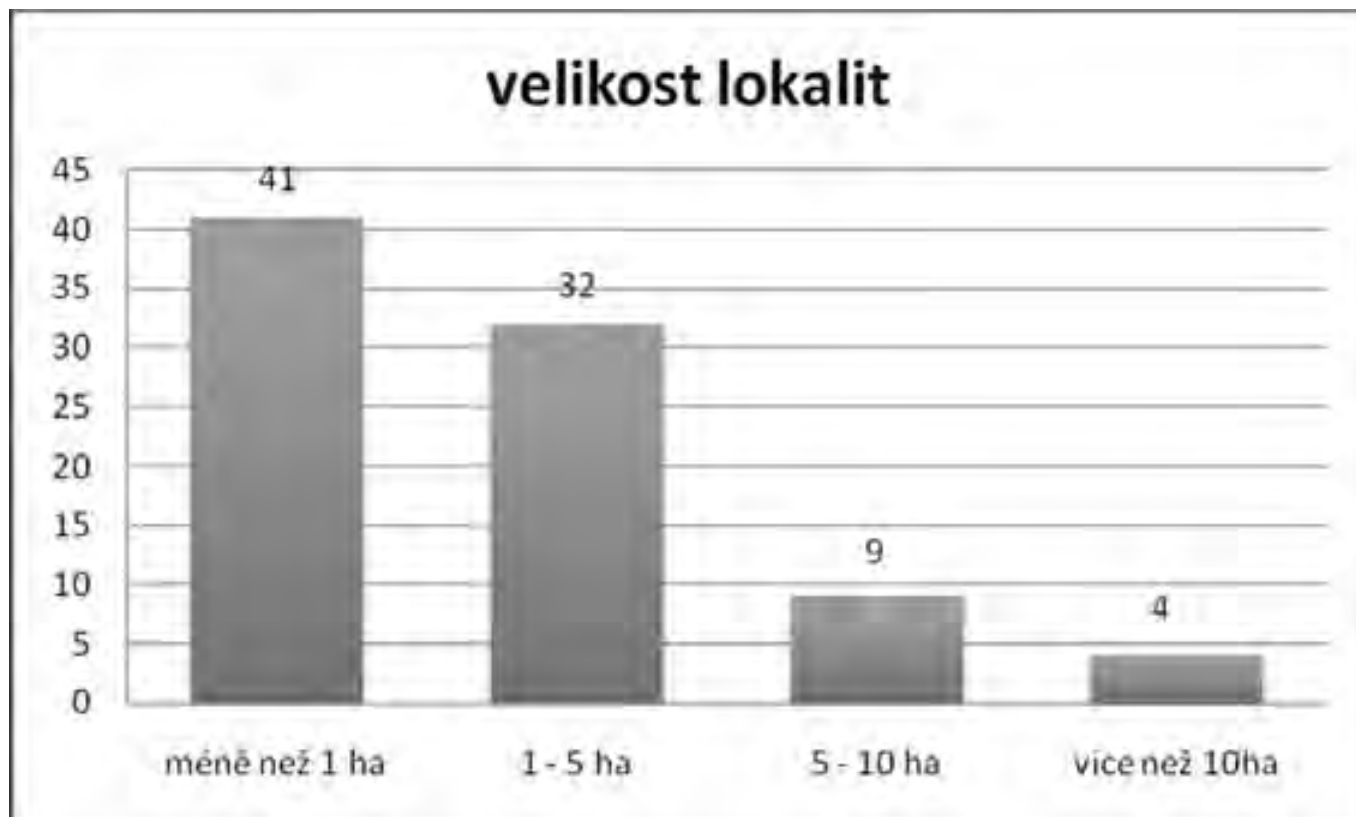
4. Analýza leteckých snímků

Při analýze jednotlivých lokalit objevených leteckou prospekci je nejdříve zapotřebí podrobně prozkoumat jednotlivé fotografie, nalézt všechny zachycené objekty a poté se je pokusit interpretovat podle jejich morfologie a vzájemných vztahů. Hlavním předmětem interpretace je funkce objektu a dále pak jeho chronologické zařazení. Podle zkušeností se nejvíce na lokalitách vyskytují bodové objekty (maculae), ty většinou indikují část pravěkého – raně středověkého sídliště, lze je interpretovat jako různé typy jam a v případě pravidelného čtverhranného půdorysu jako zahloubená obydlí zemnice/polozemnice (více *Gojda 1997a*, 37-38).

4.1. Porovnání leteckých snímků s historickou mapou

Při interpretaci objektů na letecko-archeologických lokalitách byly pro srovnání použity také historické mapy. Jako nejvhodnější se jeví mapové listy II. vojenského – tzv. Františkova – mapování, díla vzniklého v letech 1836 – 1852. Díky triangulaci, provedené před jeho zhotovením, je toto mapové dílo mnohem přesnější než jeho předchůdce ze druhé poloviny 18. století (I. vojenského mapování).

V případě sledovaného území se podařilo v jednom případě s jistotou ztotožnit objekt na fotografii se stavbou, a to na lokalitě Bohušovice nad Ohří 1, kde se ohrazení shoduje s pravděpodobným vojenským táborem vyobrazeným na II. vojenském mapování. Příklad, kdy bylo možné ztotožnit linii se zaniklou cestou s alejí, uvádí poloha 3 na katastru Hradiště. Průběh cesty naprosto souhlasí s jejím vyznačením na mapě II. vojenského mapování, stejně tak jako podél ní viditelné bodové objekty nemohou být nic jiného než stromy vysazené po-



9.1. Poohří. Počty lokalit objevených při leteckém průzkumu podle plošného rozsahu komponent zviditelněných pomocí porostových příznaků

9.1 Ohře River region: numbers of sites discovered during an aerial survey regarding area extent of the components visualized by growth marks.

děl cesty, které mapa také znázorňuje (barev. tab. XVI.). Také na poloze Budyně nad Ohří 1 se podařilo ztotožnit světlou linií vedoucí v blízkosti reduty (zviditelněné díky vegetačním příznakům) se zaniklou cestou vyobrazenou na II. vojenském mapování.

4.2. Recentní útvary

Na letecky identifikovaných lokalitách se velmi často nachází také zviditelněné objekty, které nepatří do zájmu archeologie a nejsou to pozůstatky činnosti minulých lidských populací, ale pozůstatky činnosti dnešního člověka. Tyto objekty označujeme jako moderní či recentní zásahy do terénu. Nejčastějším takovýmto objektem objevujícím se na lokalitách je linie, ta je zviditelněním nějakého podpovrchového vedení, např. uzemnění elektrického vedení, potrubí vodovodů, plynovodů a podobně. Tyto útvary se dají většinou lehce rozpoznat, jsou to přímé rovné linie, které by jen těžko mohly být výtvořeny minulých lidí. Tyto linie moderního původu byly identifikovány například na lokalitách Březno 6, Budyně nad Ohří 1, Budyně nad Ohří 2 a Strkovice 2. Že se jedná o recentní zásahy člověka, většinou o potrubí, bylo na většině lokalit potvrzeno také srovnáním se současnými mapami (cenia dmu 25), kde jsou jejich trasy vyznačeny. Některé linie v těchto mapách zakresleny nejsou, ale zjevně se také jedná o recentní objekty, mohou to být

potrubí lokálních závlah polí, vyjeté kolejnice traktoru či výsledek jiných činností současných lidí.

4.3. Objekty datovatelné podle jejich morfologie

Datování objektů jen na základě letecké fotografie je velmi obtížné, možné je to jen u objektů specifických tvarů, na základě zkušenosti z jiných výzkumů. Z 86 zkoumaných letecko-archeologických lokalit v Poohří se dá pouze na základě morfologie objektů datovat lokalit 13, tedy 15 %. V naprosté většině jsou to polohy, na nichž jsou objekty novověkého opevnění, převážně reduty. Jedná se většinou o dobře rozpoznatelné polygonální ohrazení či linie svírající tupý úhel. Lze je chronologicky zařadit do 18. či 1. poloviny 19. století. Takovéto objekty se nachází na deseti ze zkoumaných lokalit, jsou to polohy Březno 1, Březno nad Ohří 1, Budyně nad Ohří 1, Budyně nad Ohří 2, Hradčany 1, Hradčany 2, Kostelec nad Ohří 2, Louny 2, Mlékojedy 3 (barev. tab. XVII.1.) a Poplze 1. Dalším typem objektu, který lze blíže chronologicky zařadit pouze na základě jeho tvaru je dlouhý neolitický dům. Do kultury s lineární keramikou lze zařadit obdélné půdorysy dlouhých domů na lokalitách Skupice 1 a Hrdly 1. Dlouhé domy na lokalitě Lišany 2 lze díky jejich lichoběžníkovitému půdorysu zase zařadit do kultury s vypichanou keramikou. Do téže kultury patří také tzv. rondely (Skupice 1, barev. tab. XVII.2.).



9.2. Poohří. Zastoupení jednotlivých typů objektů na lokalitách objevených letecko-archeologickým průzkumem

9.2 Ohře River region: Representation of individual feature types at the sites discovered during an aerially – archaeological survey.

5. Analýza areálů s archeologickými objekty identifikovanými leteckou prospekci

5.1. Plošný rozsah lokalit a svažitost terénu

Komponenty zachycené při letecké prospekci jsou pouze vzorkem celé plochy sídelního areálu, protože k jejich zviditelnění dochází vlivem různých podmínek (svažitost terénu, intenzita orby, odlesňování). Celkovou velikost plochy tak většinou nelze empiricky stanovit. Známe ale díky zviditelňujícím příznakům půdorys příslušné části areálu i počet a rozmístění objektů (Gojda 2003, 65).

I když jsou lokality objevené letecko-archeologickým průzkumem jakýmsi uměle vymezeným prostorem na základě podmínek, které dovolují zviditelnění objektů, autorka se rozhodla pro statistiku plošného rozsahu objevených letecko-archeologických poloh. Pomocí programu ArcMap byly spočítány plošné rozměry jednotlivých poloh. Dále byly stanoveny čtyři třídy, do kterých byly tyto plochy rozděleny. Jsou to 1) plochy o výměře méně než 1 ha, 2) plochy o výměře 1 – 5 ha, 3)

plochy o výměře 5 – 10 ha a 4) plochy větší než 10 ha. Výsledkem je graf na obr. 9.3., kde jsou uvedeny počty poloh patřících do jednotlivých tříd. Nejvíce zastoupena je třída *méně než 1 ha*, do ní patří 41 ze všech 86 lokalit. Hojně zastoupena je také třída *1 – 5 ha*, do níž patří 32 poloh. Z toho plyne, že naprostá většina (85 %) lokalit patří mezi polohy s „menším“ plošným rozsahem, tedy do rozmezí 0 až 5 ha a pouze 15 % poloh patří do lokalit „větších“, to je 5 a více ha. Musíme si ale uvědomit, že tyto vypočtené hodnoty neodpovídají skutečným velikostem areálů aktivit, ale plochám uměle vytvořených lokalit. Velikost leteckou archeologií zachycených lokalit je podmíněna několika faktory. Jsou to například skutečná velikost areálu aktivit nebo podmínky pro zviditelnění objektů (geologické podloží, půdní pokryv, plodiny). Velikost lokality limituje také možnost zachytit na fotografii pouze omezenou plochu.

Dalším kritériem, které bylo u letecko-archeologických lokalit sledováno, byla svažitost terénu, na kterém se nachází. Pro tuto analýzu byl použit také program ArcMap. Z dostup-

ných vrstevnicových map byla vytvořena mapa sklonitosti terénu, jež obsahovala pět tříd sklonu terénu – 1) $0^{\circ} - 0,33^{\circ}$, 2) $0,33^{\circ} - 1,1^{\circ}$, 3) $1,1^{\circ} - 2,2^{\circ}$, 4) $2,2^{\circ} - 3,6^{\circ}$, 5) $3,6^{\circ} - 8,5^{\circ}$.

První tři třídy sklonu můžeme označit jako terén rovinný, čtvrtou třídu jako terén mírně skloněný a pátou jako terén skloněný. Svažitosť terénu na plochách leteckých lokalit byla nejčastěji zastoupena třídou 1 a kombinací tříd 1 a 2 (u obou 28 % lokalit; cf. Tab. 9.1.).

třídy svažitosti	lokality
1	28%
1,2	28%
1,2,3,4	18%
1,2,3,4,5	10%
1,2,3	8%
2	8%

Tab. 9.1. Poohří. Kombinace tříd svažitosti na lokalitách identifikovaných leteckým průzkumem.

Z těchto údajů můžeme vyčíst, že naprostá většina letecko-archeologických poloh se vyskytuje na rovinném terénu (asi 70 %) a asi 30 % lokalit se vyskytuje na mírně skloněném či skloněném terénu.

5.2. Morfologie objektů

Objekty na lokalitách z hlediska jejich morfologie byly rozděleny do pěti skupin – ohrazení kruhové, ohrazení pravouhlé, linie, maculae shluk a maculae uspořádané. Kvantitativní zastoupení jednotlivých typů objektů na lokalitách je znázorněno na grafu (obr. 9.2.), kde můžeme vidět, že nejvíce se objevujícím typem objektů jsou maculae a to ve formě shluků, tedy neuspořádané, ty byly zastoupeny na 64 lokalitách, což je 48 %. Tato čísla odpovídají zkušenostem letecké archeologie, tedy že nejčastěji se na polohách objevují bodové objekty (maculae). Ty většinou indikují pozůstatky pravěkého – raně středověkého sídliště (Gojda 1997a) Přítomnost či nepřítomnost jednotlivých typů objektů ukazuje graf na obr. 9.2. Vidíme, že na nejvíce lokalitách se objevuje typ maculae shluk, kde sloupec 1 značně převyšuje sloupec 0 a naopak, nejméně se vyskytuje typ objektu maculae uspořádané, kde je sloupec 1 s největším rozdílem nižší než sloupec 0.

U morfologického rozdělení objektů byla provedena analýza vzájemných vztahů jednotlivých typů objektů. Stejnou analýzu vypracovala (pro území Mělnicka) K. Krejčová (kap. 8 tohoto svazku). Vzájemné prostorové vztahy jednotlivých typů objektů jsou vyjádřeny pomocí korelační matice (tab. 9.2.) a jejím účelem bylo zjistit, v jaké míře (resp. jestli vůbec) se některé typy objektů vyskytují společně. To by mohlo ukázat na určitý záměr lidí, kteří tyto objekty vytvářeli.

Tabulka korelační matice obsahovala pět proměnných (ohrazení kruhové, ohrazení pravouhlé, linie, maculae shluk a maculae uspořádané). Nejsilnější negativní korelaci (-0,43)

ukazují objekty maculae shluk a ohrazení pravouhlé, to znamená, že se tyto objekty společně téměř nevyskytují. Z toho bychom mohli usuzovat, že pravouhlá ohrazení se nebudovala v místech sídelního areálu, který mohou indikovat objekty maculae shluk. Pravouhlá ohrazení mohou být také součástí pohřebišť a ty se skutečně nevyskytovaly na společné ploše s areálem sídelním. Další korelace, ale tentokrát pozitivní, je mezi objekty maculae uspořádané a kruhovým ohrazením; tato korelace je ale slabá a proto ji není možné považovat za relevantní.

proměnná	Kolace (Tabulka 1) Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$ N=86 (Celé případy vynechány u ChD)				
	ohraz. kruhové	ohraz. pravouhlé	linie	maculae shluk	maculae uspoř.
ohraz. kruhové	1,00	0,16	0,12	-0,06	0,26
ohraz. pravouhlé	0,16	1,00	0,18	-0,43	0,19
linie	0,12	0,18	1,00	-0,07	-0,01
maculae shluk	-0,06	-0,43	-0,07	1,00	-0,18
maculae uspoř.	0,26	0,19	-0,01	-0,18	1,00

Tab. 9.2. Poohří. Korelační matice společného výskytu různých druhů objektů na lokalitách objevených při letecké prospekci.

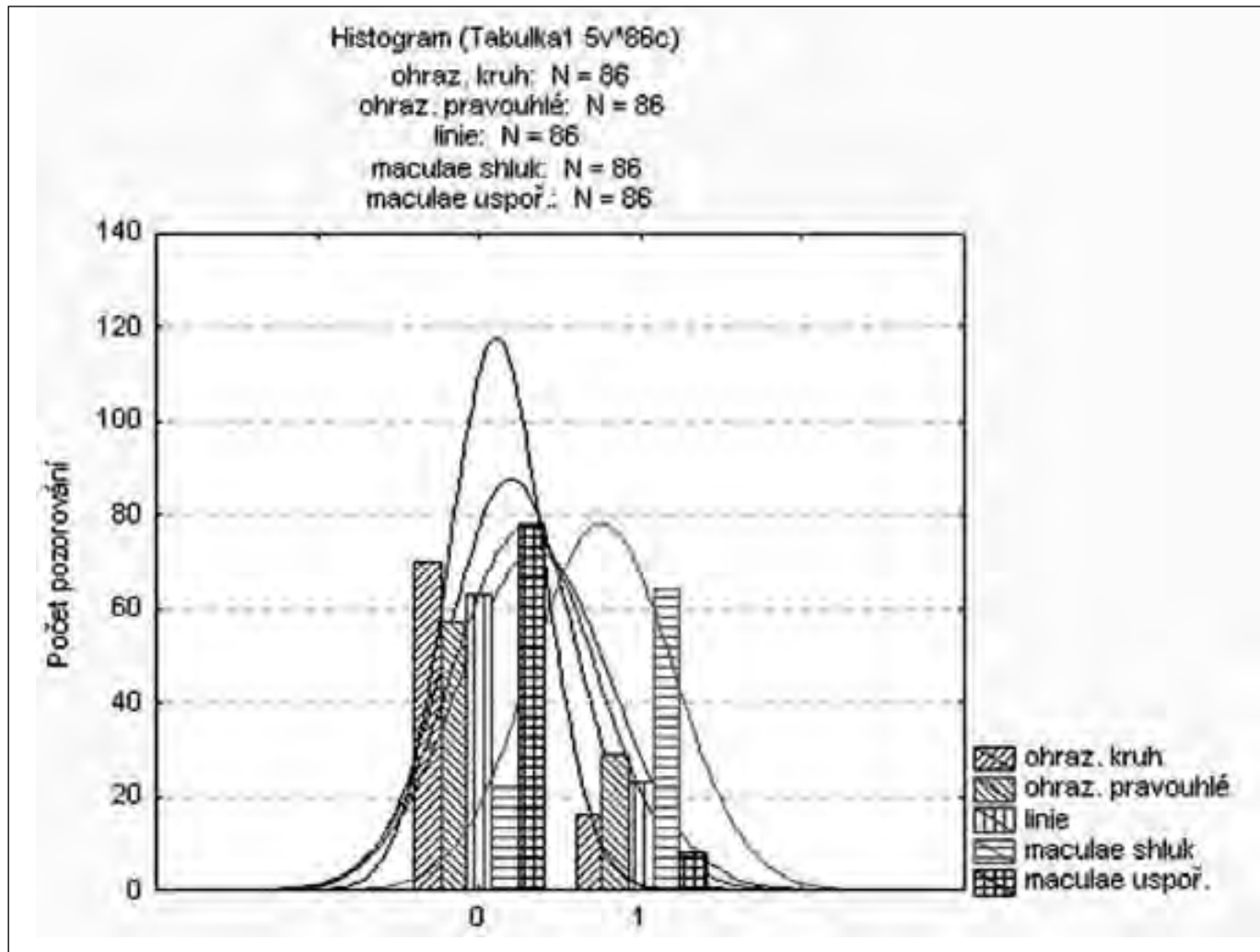
5.3. Vliv přírodních podmínek

Faktorů ovlivňujících letecko-archeologický průzkum je několik. Ovlivnit můžeme například kvalitu technického vybavení, navigačních pomůcek či předletové přípravy. Faktorem, jenž se nedá ovlivnit, je příroda. Při letecko-archeologickém průzkumu můžeme však díky znalosti pro něj vhodných podmínek přizpůsobit oblast i období letu. Neefektivnější je letecko-archeologický průzkum vegetačních příznaků a ty jsou nejvíce závislé na skladbě půdního substrátu, tedy na kvartérně geologickém podloží a druhu půdy (více Gojda 2004a, 92; Gojda 1997a, 28-30).

Ve zkoumaném území je pozornost zaměřena na některé přírodní faktory, konkrétně na geologické podloží, půdy. Sledována byla také vzdálenost minulých sídel od vodního toku, protože ji podmiňovaly jak přirozené podmínky, tak sociální faktory.

5.3.1. Půdy a geologické podloží

Pro zjištění půdních podmínek na vytyčeném území byla použita mapa cenia půdy. Sledované lokality se nacházely vždy na jednom z těchto tří typů půd: *fluvizem*, *černozem* a *pararendzi-*



9.3. Poohří. Výskyt jednotlivých typů objektů na lokalitách evidovaných letecko-archeologickým průzkumem. Každý typ objektu je zastoupen dvěma sloupci. Sloupec 1 znamená přítomnost objektu na lokalitě a sloupec 0 značí jeho nepřítomnost

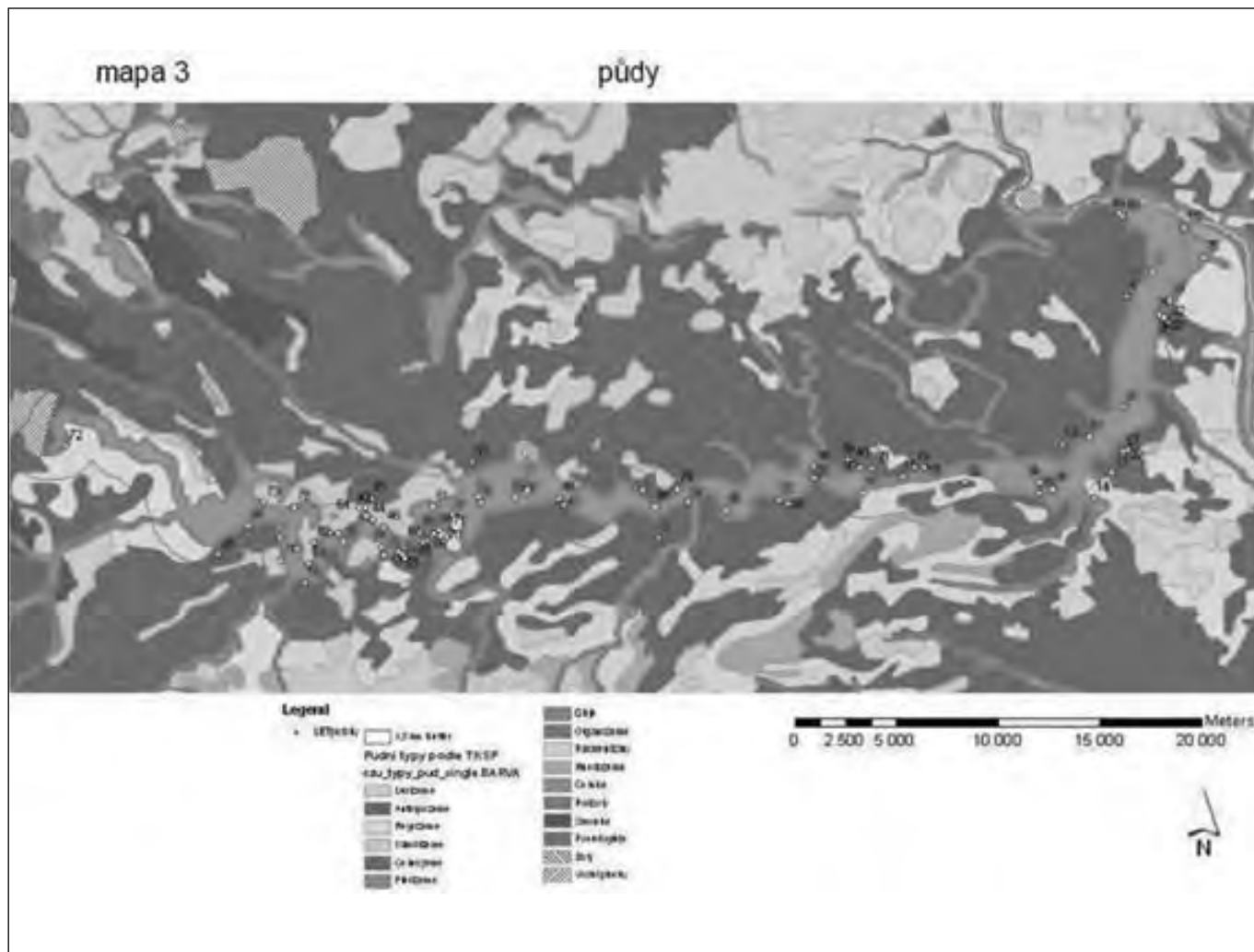
9.3 Ohře River region: Presence of individual types of features on sites documented by aerially – archaeological survey. Every feature type is represented by two columns. Column 1 represents presence of a feature on the site and column 0 indicates its absence.

ny. Nejvíce lokalit se nacházelo na nivních půdách – fluvizemích, bylo to 47 lokalit, tedy 55 % z jejich celkového počtu. Hojně zastoupeným typem půd byla také černozem, na ní se nacházelo 31 lokalit (36 %). Nejméně zastoupeny byly pararendziny (8 lokalit, což činí 8 %). Všechny tyto půdní typy lze zařadit mezi půdy úrodné, nivní půdy a černozemě patří k těm neúrodnějším. To ukazuje, že lokality se koncentrují na úrodných půdách, či obecně v úrodných oblastech, jakou Poohří je (obr. 9.4). Ke zjištění geologických podmínek na daném území jsem použila stejnou metodu jako při zjišťování podmínek půdních. Byla vytvořena mapa (program ArcMap) se souřadnicemi letecko-archeologických lokalit, jejíž podklad tentokrát tvořila mapa geologická (cenia geocr). Na této mapě můžeme vidět, jaké geologické podmínky v dané oblasti převládají (barev. tab. XV.1.). Ve většině případů jsou pohřbené archeologické situace zviditelněny na kvartéřních horninách, čili na hlínách, spraších, štěrcích a písčích. Je to 72 % všech lokalit.

I tyto údaje potvrzují vhodnost těchto druhů geologického podloží pro tvorbu vegetačních příznaků. Vztah vegetačních příznaků k půdám a podloží byly potvrzeny jak leteckou prospekci prováděnou v ČR, tak i dlouhodobými zkušenostmi ze zahraničí. Na lehkých půdách, jejichž substrát tvoří písky a štěrkopísky bylo objeveno asi 75 % dosud objevených lokalit (Gojda 2003, 67).

5.3.2. Vzdálenost od vodního toku

Vzdálenost obytného areálu od vodního zdroje je nejdůležitějším prvkem při jeho situování. Většina sídelních areálů byla zakládána ve vzdálenosti do 300 m od vodního zdroje, zpravidla je ale tato vzdálenost mnohem menší, asi 100 – 200 m (Dreslerová 2001). V jaké vzdálenosti od vodního toku se nacházejí polohy, zjištěné v Poohří letecko-archeologickou prospekci, bylo zjišťováno pomocí GIS. Tyto vzdálenosti byly zvoleny 100 m, 200 m, 300 m, 500 m, 1000 m



9.4. Poohří. Umístění lokalit evidovaných při leteckém průzkumu ve vztahu k půdám

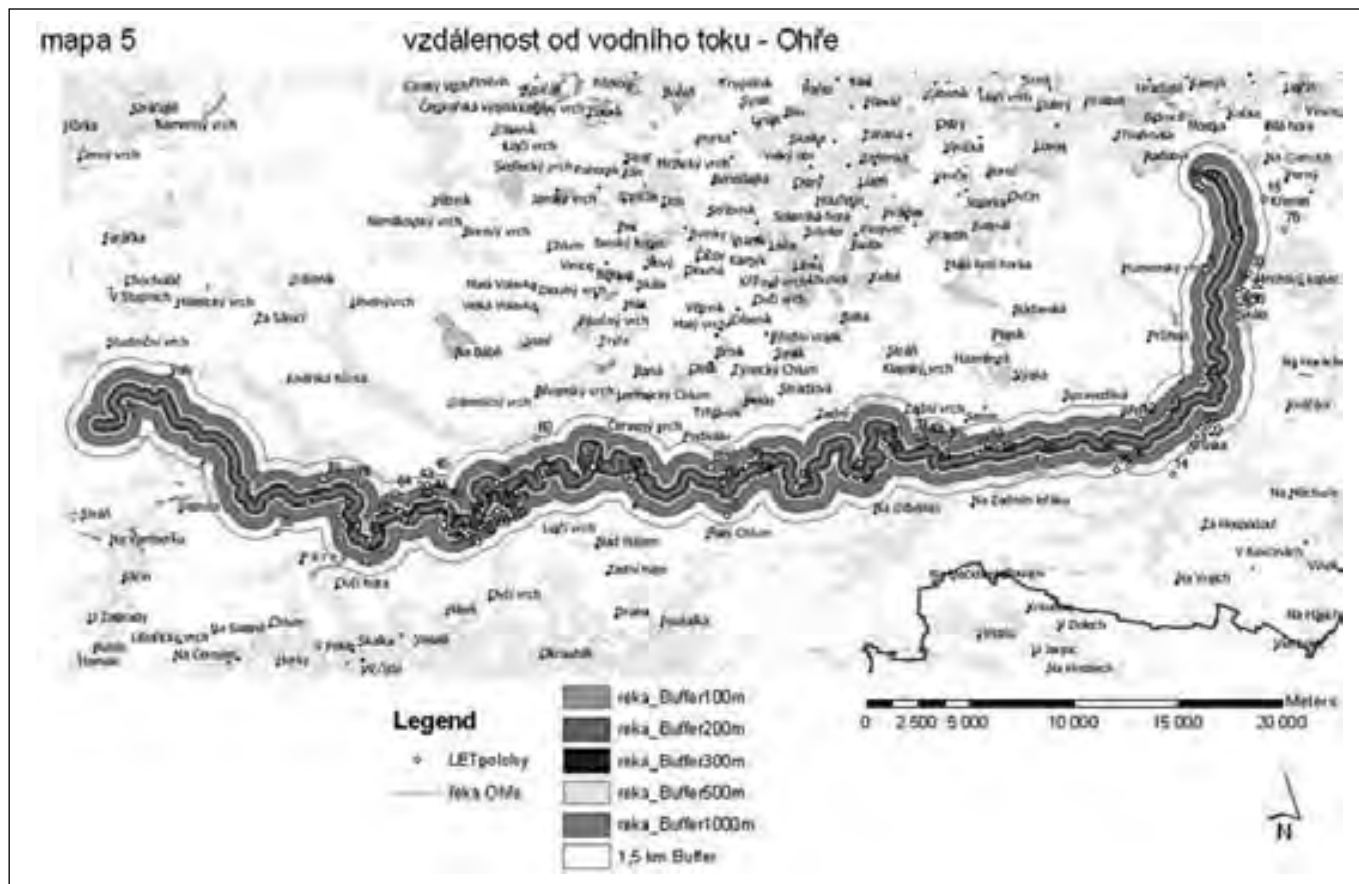
9.4 Ohře River region: Situation of sites documented during aerial survey in relation to soil types.

a 1500 m. Vzniklo tak šest rozmezí vzdáleností, do kterých mohly letecko-archeologické lokality patřit (obr. 9.5.). V jaké vzdálenosti od vodního toku se letecké polohy vyskytují, můžeme vidět v grafu *vzdálenost od vodního toku* (obr. 9.6.). Nejvíce se jich nachází ve vzdálenosti 100 – 200 m od vodního toku, je to 28 lokalit, což činí 32 % ze všech zjištěných. Po zjištění, že 12 % lokalit se nachází ve velké vzdálenosti od vodního zdroje, byl proveden detailnější rozbor, o jaké lokality se jedná. Pokud by se totiž jednalo o areály sídelní, byla by tato skutečnost zarážející. I když se v některých případech ukazuje, že se lidé dokázali vyrovnat s některými „nedostatků“ přírodního prostředí a kompenzovat je jinými přednostmi. K nim patří i často uváděný symbolický aspekt poloh, platný nejen pro pohřební areály (*Smrž 1999*, 521). Ukázalo se, že z deseti poloh vzdálených 1000 – 1500 m od vodního zdroje by se pouze jedna dala zařadit mezi areály pohřební, u ostatních není určení jejich účelu jednoznačné,

ale spíše se jedná o areály sídelního charakteru. Proto bylo vysvětlení této velké vzdálenosti od vodních zdrojů hledáno jinde. Pravděpodobnou příčinou takovýchto výsledků je, že pro tuto analýzu byla použita současná mapa a pracováno tedy pouze s dnes viditelnými toky řek a potoků. Zejména nemálo malých vodních toků a vodotečí je dnes již zaniklých a touto skutečností je umístění řady identifikovaných lokalit na současných mapách zkresleno.

6. Efektivita leteckého průzkumu

Kvantitativní srovnání poloh evidovaných pomocí leteckého průzkumu s lokalitami „pozemní archeologie“ je obtížné, protože v databázi ADČ jsou data řazena do archeologických akcí. Jedna a tatáž lokalita může být tedy v databázi uvedena vícekrát (*Smrž 2000*, 239). Proto bylo nutné vytrždit z hlášení o archeologických akcích celkový počet míst s nálezem archeologických památek (lokalit). Z 361 archeolo-



9.5. Poohří. Umístění lokalit evidovaných při leteckém průzkumu ve vztahu k Ohři

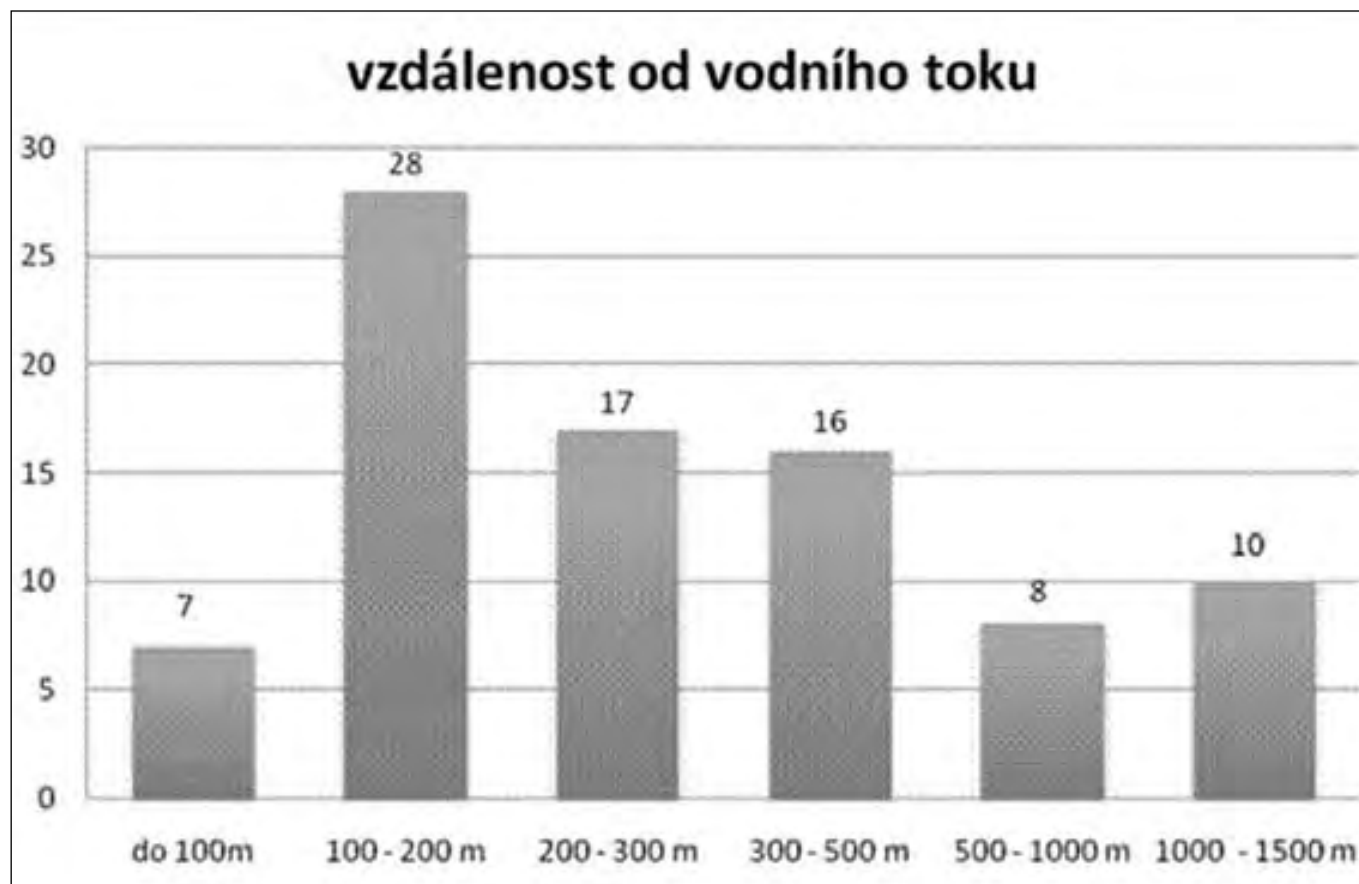
9.5 Ohře River region: Situation of sites documented during aerial survey in relation to Ohře River.

gických akcí jich tak bylo získáno 233. Celkový počet lokalit (jak „pozemních“ tak „leteckých“) na stanoveném území je tedy 319. 86 letecko-archeologických lokalit v regionu Poohří tedy činí 27 % ze všech lokalit objevených na daném území a 233 lokalit zkoumaných jinými než letecko-archeologickými metodami činí 73 % ze všech zde objevených lokalit (údaj o počtu pozemních lokalit není přesný, neboť v něm nejsou zahrnuty akce s prostorovým zaměřením pouze na střed katastru, tedy PIAN 4). Musíme vzít ale také v úvahu, že letecká archeologie je na území ČR aplikována podstatně kratší dobu než metody tradiční archeologie. To zase vrhá jiný pohled na poměr letecko-archeologických a pozemních lokalit. Nejstarší pořizované fotografie v autorčinně databázi pocházejí z roku 1992, zatímco nejstarší výzkum z ADC je datován rokem 1941. To znamená, že v intervalu 17 let bylo objeveno 86 lokalit leteckým průzkumem (asi 5 lokalit za rok) a během 67 let to bylo lokalit 233 (přibližně 3,5 lokalit za rok). To značí, jak efektivní letecko-archeologický průzkum v objevování nových lokalit je. Tento potenciál letecké archeologie ale může být uplatněn pouze v některých oblastech ČR, ne všechny jsou totiž k leteckému průzkumu vhodné.

7. Ztotožnění lokalit objevených leteckou prospekci s lokalitami objevenými pozemním výzkumem

Pro zjištění, jestli a do jaké míry je lokalita objevená letecko-archeologickým průzkumem totožná s některou lokalitou objevenou jinými způsoby, byla použita pozměněná metoda, kterou použil Z. Smrž (*Smrž 2000 et 2002* a pro Mělnicko K. Krejčová (kap. 8 v tomto svazku). Označení stupně prostorové shody i dané vzdálenosti, které tyto stupně definují, bylo z těchto prací převzato. Pozměněna je pouze plocha, kolem které byly dané vzdálenosti vyznačeny (ne kolem bodů, ale kolem celé plochy lokalit). Vzdálenosti, které určují stupeň prostorové shody, byly stanoveny podle rozlišení přesnosti PIAN 1 – 3, kdy nejvyšší předpokládaná tolerance zaměření činí u označení *PIAN 1* 2,5 m, u označení *PIAN 2* je to tolerance 25 m a u *PIAN 3* je předpokládaná tolerance 250 m (*Kuna – Krivánková 2006*). Označení stupňů prostorové shody, podle kterých byla určena míra ztotožnění lokalit rozpoznávaných při letecké prospekci s lokalitami zkoumanými jinými metodami, je následující:

1) *Lokality jednoznačně stejné* – lokality se buď překrývají, anebo body lokalit vyznačené v mapě leží v těsné blízkosti. To



9.6. Poohří. Počty lokalit evidovaných při leteckém průzkumu ve skupinách podle vzdálenosti k Ohři

9.6 Ohře River region: Numbers of sites documented during an aerial survey organized to groups according to their distance from Ohře River.

znamená, že body pozemních lokalit leží vně plochy lokality objevené leteckou prospekci, nebo ve vzdálenosti 2,5 m od ní.

2) *Lokality stejné* – lokality jsou označeny za stejné, pokud bod nebo body vyznačující pozemní lokality leží ve vzdálenosti do 25 m od lokality letecko-archeologické.

3) *Lokality shodné* – jsou takové, jejichž vzájemná vzdálenost nepřesáhne 250 m. To znamená, že body, kterými jsou určeny lokality zkoumané pozemní archeologií, leží ve vzdálenosti 250 m od lokality objevené letecky.

Aby se dalo zjistit, které lokality a v jaké míře lze ztotožnit, byla vytvořena mapa v programu ArcMap, z níž pak byly odečítány potřebné údaje. Jako podklad sloužila mapa cená dmu 25; do ní byly vyneseny souřadnice pozemních archeologických akcí z mé databáze. Byly to tedy akce zapsané jako PIAN 1, 2 a 3. Akce označené PIAN 4 byly kvůli velké nepřesnosti z databáze vyřazeny. Vybrané akce jsou tedy v mapě vyznačeny jako 1 – x bodů, podle toho, jak byla která akce zaměřena. Do této mapy byly také promítnuty plochy lokalit objevených leteckou prospekci (již dříve vytvořené pro potřeby výpočtu velikosti lokalit). Kolem těchto ploch byly po té vytvořeny tři různě velké polygony, a to ve vzdálenosti 2,5, 25 a 250 m. Pokud alespoň jeden bod, kterými byla vyznačena některá pozemní archeolo-

gická akce, patřil do těchto vyznačených polygonů, byla lokalita, k níž příslušná akce náležela, označena jako jednoznačně stejná nebo shodná, podle toho, ve kterém polygonu ležela.

Z 86 lokalit objevených leteckou prospekci jich bylo 27 známo i díky pozemní archeologii. Lze je do jisté míry ztotožnit se 40 lokalitami známými z pozemních výzkumů. Nejvyšší míru ztotožnění, tedy jednoznačně stejné lokality byly zjištěny u 5 letecko-archeologických lokalit. Za stejné s pozemními polohami mohou být označeny 3 letecky evidované lokality a nejvíce letecko-archeologických poloh (19) se ukazuje s polohami pozemními jako shodné (barev. tab. XV.2.).

8. Srovnání počtu lokalit objevených ArÚ AV Praha a ÚAPPSZČ Most

V Poohří provádí leteckou prospekci nejen ArÚ AV Praha, konkrétně M. Gojda, z jehož snímků byly čerpány informace pro tuto práci, ale hlavně Ústav archeologické památkové péče severozápadních Čech v Mostě (ÚAPPSZČ Most), kde letecký průzkum provádí Z. Smrž. Mostecký ústav zde provádí prospekci intenzivněji než pražský, je to asi třikrát více nalétaných hodin nad tímto územím (ústní sdělení M. Gojdy). Od Z. Smrže byl získán seznam všech jím objevených a evido-

vaných lokalit spolu s jejich prostorovým zaměřením.¹⁷ Souřadnice těchto bodů byly vyneseny do mapy. Z těchto lokalit a z leteckých lokalit v autorčině databázi vznikla tabulka 5, která ukazuje, kolik eviduje každá z institucí na jednotlivých katastrech sledovaného území letecko-archeologických lokalit. Celkový počet lokalit objevených ÚAPPSZČ Most je 212, což je téměř 2,5 krát více, než 86 lokalit objevených ArÚ AV Praha. Na těchto číslech je vidět, jak důležitá je dlouhodobě praktikovaná letecká prospekce a jak se tímto způsobem zvyšuje její efektivita.

9. Výzkumy následující po leteckém průzkumu

I když je letecká archeologie samostatnou metodou získávání dat o archeologických lokalitách a podává nám velké množství informací o struktuře osídlení i krajině, pro komplexnější poznání a také pro ověření výsledků letecko-archeologického průzkumu by měli sloužit i další metody, jako jsou povrchové sběry, geofyzikální průzkum a popřípadě i výzkumy odkryvem (*Smrž 1996*, 214). Nejpočetnější složku artefaktů získaných povrchovými sběry tvoří keramika, díky níž je možné lokality alespoň rámcově datovat (*Gojda 1996*, 224, 227).

Na stanoveném území proběhlo několik ověřovacích výzkumů na lokalitách objevených leteckou prospekci. V poloze *Skupice 1* byl v roce 1999 geofyzikálním měřením a sběry prozkoumám rondel a sídelní objekty. Na poloze *Březno 1* proběhlo v roce 1997 také geofyzikální měření a sběry. Bylo zde ověřováno pravoúhlé ohrazení s centrálním hrobem, našly se zde také zlomky pravěké keramiky a štípané industrie (Archeologická databáze Čech – ADČ; *Gojda ed. 2004c*, 58). Dalšími prozkoumanými lokalitami na základě předchozího leteckého průzkumu jsou polohy *Hrdly 1* a *Hrdly 4*, geofyzikálním průzkumem a povrchovými sběry zde bylo ověřeno několik druhů objektů (*Gojda ed. 2004c*, 53; *Křivánek 2008*, 387-388; *Dreslerová 2004c*) a *Poplze 1* (*Smrž et al. 1999*; *Smrž – Hluštík 2007*).

10. Závěr

Hlavním cílem této práce bylo zmapování a interpretace památek objevených leteckou prospekci. Z hlediska morfologie objektů na letecko-archeologických lokalitách převažují bodové neuspořádané objekty – maculae shluk, které většinou indikují sídlištní areály. Funkci objektů bylo možné určit jen v několika případech, tam, kde to dovozoval jejich typický tvar. S chronologickým zařazením objektů to již bylo těžší, neboť jen na základě morfologie je stáří objektu obtížně zjistitelné; proto bylo chronologické zařazení spíše orientační, konkrétnější určení bylo možné pouze u několika lokalit s objekty specifických tvarů nebo lokalit, na nichž proběhl následný povrchový sběr.

Objekty byly také porovnány s historickou i současnou mapou a také s ortofotomapou. II. vojenské mapování několikrát pomohlo při interpretaci objektů, zejména zaniklých cest, v jednom případě také k identifikaci pravděpodobného vojenského tábora. Současné mapy zase pomohly při rozlišení recentních útvarů. Překvapením byla ale malá viditelnost objektů na ortofotomapě. Rozeznat bylo možné pouze objekty na pěti lokalitách, téměř vždy se jednalo o objekty liniové, objekty bodové viditelné nebyly.

Rozboru byl věnován také vztah nalezišť k některým faktorům přírodního prostředí, plošný rozsah poloh a svažitost terénu. Analýzy ukázaly předpokládané výsledky, tedy že nejvíce lokalit se nachází v úrodných nížinách s písčitymi a štěrkovými půdami. Dalším sledovaným faktorem byly prostorové vztahy jednotlivých typů objektů. K tomu posloužila statistická metoda – korelační matice. Ta ukázala zápornou korelaci objektů typu maculae shluk a pravoúhlého ohrazení, což znamená, že se tyto typy objektů společně vyskytují jen minimálně.

Po shrnutí výsledků této práce lze konstatovat, že letecká archeologie se podílí na objevování nových archeologických lokalit velkou měrou, alespoň na vybraném území, tedy v okolí řeky Ohře. Objevila zde v průměru 5 lokalit za rok, což ukazuje, jak velký potenciál pro vyhledávání nemovitých archeologických památek má letecká archeologie. Klasickými metodami archeologie bývá sice prozkoumáno více lokalit než leteckou prospekci, potřebuje na to ale mnohem více času, než archeologie letecká. Dále je třeba se zmínit také o potřebě opakované letecké prospekce, a to nejen na tomto již značně zmapovaném území. Potvrzuje to srovnání s výsledky letecké prospekce prováděné ÚAPPSZČ Most, jež eviduje na stanoveném území 2,5 krát více lokalit, než archiv leteckých snímků ArÚ AV Praha. Vidíme, že potenciál pro vyhledávání nových archeologických lokalit není na tomto území rozhodně vyčerpán, přičemž leteckou prospekci zde identifikovaných lokalit činí v současnosti 27 % ze všech zde objevených nalezišť.

11. Katalog a interpretace leteckých snímků

Bezděkov 1, na této lokalitě jsou nejviditelnější bodové objekty nerozpoznatelného tvaru a mezi nimi různě rozprostřeny krátké linie. Bodové objekty by mohly souviset se sídelní aktivitou a linie by pak mohly snad být zaniklými cestami, které se ztrácí a zase vynořují. Bez ověřovacího výzkumu to ale nemůžeme říct s určitostí. Na lokalitě jsou dále vidět dvě silné, několik desítek metrů dlouhé rovnoběžné linie a vedle nich část dalších stejných linií, tyto linie jsou zřejmě částečně ohraničeny, z ohrazení je vidět jen roh. Tyto silné linie zřejmě nemají nic společného s aktivitou minulých lidí a o části ohrazení to zřejmě bude platit také, jeho jedna strana odpovídá hranici mezi poli a tak s určitostí nelze říci, zda se o ohrazení jedná.

Na poloze **Blšany 2** jsou vidět bodové objekty, největší z nich (více než 20 m) má zhruba čtvercový tvar. V jeho blízkosti se nachází dva menší objekty neurčitelného tvaru a po celém

17 Oběma badatelům autorka této kapitoly děkuje za poskytnutí možnosti pracovat s uvedenými snímky.

poli pak velké množství malých převážně kruhových objektů. Bez podrobnějšího výzkumu nelze určit funkci ani stáří těchto objektů, u malých objektů by se mohlo jednat například o pozůstatky nějakého porostu, další možnou interpretací je také, že se jedná o pozůstatky sídelních aktivit.

Bohušovice nad Ohří – poloha 1 (obr. 1) je jako jedna z mála vidět na fotografiích jak díky porostovým, tak i půdním příznakům. Bezprostředně u řeky je zde pole přehrazeno velkým ohrazením ve tvaru špice velmi tupého úhlu, od tohoto ohrazení jdou napříč i podél další linie. Vně ohrazení je velké množství bodových objektů maculae převážně kruhového tvaru. Část ohrazení lze vidět i na ortosnímku. Při srovnání s mapou II. vojenského mapování se poloha shoduje se stavbou zřejmě vojenského tábora, nelze však s určitostí říci, zda všechny zviditelněné objekty souvisí s tímto táborem.

Na poloze **Bohušovice nad Ohří 2** lze vidět kruhové ohrazení o průměru asi 20 m se středovým bodovým objektem. Takovéto objekty bývají nejčastěji interpretovány jako pozůstatky pohřebního rytu, nejčastěji mohyly. Do kruhu zasahuje část jakéhosi objektu, ale nelze vyloučit, že se jedná pouze o jiné půdní podmínky.

Březno 1 (obr. 5) je reprezentováno pravouhlým ohrazením čtvercového tvaru o straně asi 18 m, uprostřed je umístěn bodový objekt. Objekt lze interpretovat jako pohřební místo pravěkého stáří. Podobný objekt byl jako jediný prozkoumán v Černoučce (okres Litoměřice). Zde se také nacházel objekt vymezený čtvercovým příkopem, objevený jako první svého druhu v Čechách díky letecké prospekci. Analogie má tento objekt v pozdně halštatském a časně laténském období v západní Evropě. Při výzkumu v Černoučce se podařilo zjistit, že chronologie výbavy centrálně umístěného pohřbu odpovídá samému počátku laténské kultury, stejně tak jako i získané dendrochronologické datum. Zkoumaný objekt autoři výzkumu považují za období heroonu s pohřbem člena sociální elity (*Brnič – Sankot 2005; Gojda ed. 2004c, 268-286*). Objekt na poloze Březno 1 má rozměry ohrazení 18 m a tím by se řadil stejně jako objekt v Černoučce (délka 12 m) k objektům větších rozměrů, které bývají zařazeny do přechodu pozdně halštatského období a období časně laténského. Ohrazení menších rozměrů (5 – 7 m) pak již do počátku halštatského období (*Brnič – Sankot 2005*). Na této lokalitě proběhl v roce 1997 také geofyzikální průzkum a sběry. Našly se zde zlomky pravěké keramiky a štípané industrie (Archeologická databáze Čech; *Gojda ed. 2004c, 58*). Dalším objektem, který se na této lokalitě nachází, je relikt opevnění ve tvaru dvou linií svírajících tupý úhel. Toto opevnění bylo také zkoumáno v rámci průzkumu opevnění v linii mezi Postoloprty a Písty (*Smrž – Hluštík 2007*). Autoři článku toto opevnění řadí mezi tzv. zavřené fortifikace (reduty, baterie). Označují ji jako polygonální baterii, ale s rezervou proto, že ač podle snímku by šlo o lunetu, na mapě stabilního katastru z r. 1843 je parcela, na níž se nalézá, mnohem větší a má tvar lichoběžníka. V článku

je poloha uvedena jako Březno 2. Z deseti fotografií, které autorka této práce k uvedené poloze měla k dispozici je toto opevnění viditelné pouze na jedné z nich. V článku je zmiňováno také čtvercové ohrazení výše označené za pravěké pohřební místo, autoři se zmiňují, že však zřejmě souvisí s lehkým opevněním ukrytým v remízku severně od něj. Vzhledem k tvaru a bodovému objektu uprostřed ohrazení, ke možné se však i nadále přiklánět k označení objektu jako pravěkého objektu funerálního charakteru.

Na poloze **Březno 2** lze v blízkosti řeky vidět bodové objekty čtvercového tvaru a menší objekty neurčitého tvaru, proto se lze domnívat, že se jedná o pozůstatky obydlí a dalších sídelních objektů.

Poloha **Březno 3** se nachází také v blízkosti řeky a je na ní patrné velké množství bodových objektů jak čtvercového, tak kruhového tvaru, zřejmě se jedná o pozůstatky sídelních aktivit minulých lidí. V rohu pole vidíme také jakési linie pravěkého ohrazení, ty byly prozkoumány v rámci záchranného výzkumu a jsou chronologicky zařazeny do kultur únětické a pozdně halštatské (*Čtverák et al. 2003, 47*). Na této poloze Z. Smrž také identifikoval linii nejméně tří propojených redanů, které nespíše souvisí s opevněním budovaným v roce 1813. Za tímto opevněním byla spatřena další linie (*Smrž – Hluštík 2007*). Tyto objekty spojené s novověkým opevněním na zkoumaných fotografiích vidět nejsou (fotografie byly pořízeny v letech 1997 a 1998). Z. Smrž v článku uvádí, že ačkoliv lokalita je fotografována téměř každoročně, vegetační příznaky nad opevněním z roku 1813 se projeví jen v r. 1994, kdy vzrostlý ječmen polehl v důsledku silného deště. V článku je poloha pod názvem Březno 1.

Březno 4 se nachází v bezprostřední blízkosti polohy Březno 3, jsou na ní vidět malé bodové objekty a dlouhá linie, která je s největší pravděpodobností recentního původu.

Březno 6 Na této poloze můžeme dobře rozeznat dvě kruhová ohrazení, dále se zde nacházejí bodové objekty, které mají nepravidelný tvar, a mezi nimi se snad také jeden kruhový objekt nachází, nelze to ale říci s jistotou. Antropogenními pozůstatky jsou jistě tyto dva či tři kruhy o průměrech kolem 2 – 3 m, jejich účel je ale bez dalšího výzkumu neznámý. Objekty nepravidelných tvarů zřejmě pozůstatky činnosti člověka nejsou, nelze to ale vyloučit. Na linii vedoucí přes pole je zřetelné vidět, že se jedná o recentní záležitost. Linie zde zviditelňuje potrubí, to se potvrdilo i při porovnání se současnými mapami.

Na poloze **Březno Celnice 1** vidíme bodové objekty maculae různých velikostí a tvarů, jsou zde zastoupeny středně velké objekty čtvercové i malé objekty převážně kruhové, proto lze tuto polohu označit za sídelní areál se zahloubenými či polozahloubenými obydlími a k nim náležejícími objekty.

Břežany nad Ohří 1 je lokalita, na níž je ohrazení ve tvaru pětiúhelníku – tvar který odpovídá vojenské pevnosti – redutě. Tento objekt je viditelný také na ortosnímku.

Na poloze **Břežany nad Ohří 2** lze spatřit asi čtyři bodové objekty, zřejmě pozůstatky sídelní aktivity a krátké linie, které jsou orientovány zhruba stejným směrem. Tyto objekty nelze bez podrobnějšího výzkumu interpretovat; mohlo by se jednat například také o erozní rýhy.

Budyně nad Ohří 1. Ohrazení, které se skládá ze dvou dvojitých linií svírající tupý úhel (obr. 2). Jedná se s velkou pravděpodobností o vojenský tábor – redutu. Světlá linie jdoucí v blízkosti reduty se dá ztotožnit se zaniklou pěšinou, která je viditelná na mapě II. vojenského mapování. Tmavá linie je velmi rovná a přímá, proto je s velkou pravděpodobností recentním zásahem do krajiny, což se potvrdilo také srovnáním se současnou mapou, kde je na tomto místě vyznačeno potrubí. Podle souřadnic byla tato lokalita identifikována jako poloha Budyně nad Ohří 6 z článku Z. Smrže. Zde je označena jako polygonální baterie (Smrž – Hlušík 2007).

Také na poloze **Budyně nad Ohří 2** je objekt, který lze interpretovat jako redutu, jsou zde zviditelněny 3 (možná 4) strany tohoto polygonálního ohrazení. Úzká linie jdoucí v blízkosti reduty respektuje směr elektrického vedení, proto s ní zřejmě souvisí, tuto linii lze vidět i na současné mapě, což potvrzuje, že se o zmíněné vedení jedná. Na této poloze prováděl letecký průzkum i Z. Smrž a publikoval ji jako polohu Budyně nad Ohří 9 v článku o opevnění z roku 1813 (Smrž – Hlušík 2007). Na této poloze však zachytil jiné opevnění, které je blíže železniční trati. Trať toto opevnění – pětiúhelníkovou redutu – také protíná. Část tohoto opevnění je snad zachycena i na jednom ze studovaných snímků, snímek ale v těchto místech končí a tak to nelze říci s určitostí.

Na katastrálním území **České Kopisty** byla objevena **poloha 1**, na ní jsou vidět objekty typu maculae čtvercového i kruhového tvaru, bez bližšího průzkumu není funkce ani stáří těchto objektů možné určit, mohly by snad souviset se sídleními aktivitami na tomto území. Tyto objekty se projevují tmavším zbarvením na světlé ploše pole. V části pole, kde je barva porostu již jiná – tmavá – se nachází větší čtvercový objekt, který je světlejší od okolí, jeho interpretace je nejasná.

Na poloze **Dobříčany 1** byly objeveny objekty převážně čtvercového či obdélného tvaru, i když objekty nejsou jasně čitelné, zřejmě se jedná o pozůstatky sídelního areálu.

Dubany poloha 1, zde jsou vegetačními příznaky zviditelněny objekty pravouhlého tvaru, které jsou orientovány stejným směrem zhruba východ – západ, mohlo by se jednat o pozůstatky pohřbívání. V západní části lokality se objekty zdají spíše čtvercové a je zde také několik malých bodových objektů, proto by interpretace této části mohla být také jako sídelní areál. Přímá linie přetínající roh pole, viditelná na jedné fotografii, bude nejspíše recentního původu.

Na poloze **Dubany 2** jsou zřetelné čtyři čtvercové objekty interpretovatelné jako zahloubené či polozahloubené obydlí, další menší kruhové objekty by tedy mohly souviset s těmito sídelními aktivitami.

Poloha **Dubany 3**. Na ní můžeme pozorovat plné objekty čtvercového tvaru, lze se tedy domnívat, že jde o pozůstatky zahloubených obydlí či staveb se sídlením souvisejících.

Na poloze **Hostěnice 1** byly z letadla objeveny objekty typu maculae, tyto objekty jsou malých rozměrů, jinak ale nejsou dobře čitelné, proto by jejich interpretace nebyla patřičná.

Redutou je ohrazení vyfotografované na poloze **Hradčany 1** (k. ú. Písty) jedná se o část ohrazení ve tvaru polygonu. V blízkosti se nachází také méně viditelná linie srovnatelné šířky jako ohrazení, zda se jedná o antropogenní zásah, však nelze určit. Tato letecko-archeologická poloha byla zkoumána v rámci výzkumu opevnění z roku 1813 mezi Postoloprty a Budyní nad Ohří. Bylo zjištěno, že se jedná o tzv. pětiúhelníkovou redutu s rozměry cca 120 x 80 m. Její severní strana je dvakrát mírně zalomena a tudíž má reduta ve skutečnosti úhlů šest. Díky tomu mohla být silnice severně od ní ostřelována ze 4 – 5 boků. Autor výzkumu Z. Smrž na své letecké fotografii zakreslil ještě průběh opevnění, které na lokalitě také zdokumentoval. Jedná se o dva příkopy (a tedy i valy) končící na terénní hraně vysoké 10 – 15 m, pod níž probíhala cesta Dušníky – Písty. (Smrž – Hlušík 2007). V článku je poloha označena názvem Písty 1. Z tohoto ohrazení jsou na zkoumaných fotografiích vidět dvě strany tohoto ohrazení, obě kolmé na terénní hranu, linie, která je spojuje, viditelná není.

Na poloze **Hradčany 2**, která je také součástí katastrálního území Písty, je díky vegetačním příznakům vidět ohrazení ve tvaru polygonu, jedná se tedy o vojenský tábor – redutu. Toto tvrzení potvrzuje také interpretace objektu jako polygonální reduty v článku Z. Smrže a A. Hlušíka. Zde je poloha označena jako Písty 2, její velikost je 110 m a je orientována k západu tak, aby palbou pokryla cestu Doksany – Hradčany – Budyně.

Poloha **Hradiště 1** je reprezentována objekty spíše čtvercového tvaru různě uspořádanými v prostoru, lze je interpretovat jako pozůstatky sídlení minulého člověka – zemnice či polozemnice, jejich chronologické zařazení však není bez podrobnějšího výzkumu možné.

Na **poloze 2 Hradiště**, je jasně viditelná část obdélného ohrazení o menší straně zhruba šesti metrů, v jeho blízkosti se nachází také 4 bodové objekty, funkce těchto objektů by byla jen odhadem. Na části pole, kde jsou tyto objekty vidět, jsou také řady malých bodových objektů v pravidelných rozestupech, v případě těchto objektů zřejmě s ohrazením nesouvisí a jedná se o pozůstatky zemědělské činnosti – chmelnice?

Na lokalitě **Hradiště 3** (obr. 3) byla objevena linie, podél níž jsou v pravidelných rozestupech uspořádány bodové objekty kruhového tvaru. Jedná se o zaniklou cestu, kterou dříve lemovala stromová alej, tato interpretace se potvrdila i při srovnání s mapou II. vojenského mapování, kde bylo možno rozpoznat, že se linie přesně kryje se zakreslenou cestou. Tmavší rovná linie, která kříží cestu, je s určitostí důsledek recentního zásahu člověka.

Poloha 4 na katastru **Hradiště** by mohla být interpretována jako pohřebiště, nasvědčují tomu obdélné objekty, které dodržují zhruba stejnou orientaci, tomu, že by mohly být současné, nasvědčuje fakt, že se neporušují navzájem. Stejnými příznaky zviditelněnou linii objekty nijak nerespektují, tudíž s nimi nesouvisí a jedná se pravděpodobně o recentní objekt.

Poloha Hrdly 1 (obr. 4) je lokalitou s mnoha objekty různých tvarů a velikostí, jedná se s velkou pravděpodobností o polykulturní naleziště s pozůstatky více forem aktivit. Objekty zde objevenými jsou kruhová ohrazení, bylo jich zde nalezeno 9 o průměrech asi od 20 do 30 m jedná se s velkou pravděpodobností o pozůstatky mohyl, dále zde byl nalezen půdorys dlouhého domu skládající se z bodových objektů, pozůstatků po kůlové konstrukci. Tento dům byl přes 50 m dlouhý, jeho chronologické zařazení je možné do období neolitu, kultury s lineární keramikou. Na lokalitě se nachází také celá řada menších neuspořádaných bodových objektů, jednat se může jak o jámy hrobové, tak i sídlištní. Dalším typem objektu je pravoúhlé ohrazení ve tvaru obdélníku, u něhož délka delší strany není zcela patrná a délka kratší strany se pohybuje kolem 20 m. Interpretace tohoto ohrazení by byla jen odhadem, mohlo by se jednat snad o základový žlab nějaké konstrukce – snad domu či kultovního místa (?). Částečně bylo na lokalitě identifikováno také několikrát přerušované ohrazení obloukovitého tvaru; také u tohoto příkopového ohrazení je interpretace jen dohadem. Na této rozsáhlé lokalitě byl proveden také následný geofyzikální průzkum.

Na poloze **Hrdly 2** bylo díky vegetačním příznakům rozpoznáno pravoúhlé ohrazení, nevíme, zda se jedná o archeologickou situaci, mohlo by se spíše jednat o recentní zásah člověka.

Hrdly 3 je poloha, na které bylo objeveno několik neuspořádaných bodových objektů jen těžko rozpoznatelných tvarů, proto je i interpretace funkce těchto objektů obtížná.

Hrdly 4. Bylo zde objeveno velké obloukovité ohrazení, k němuž se vně přimyká malé ohrazení pravoúhlého obdélníkového tvaru. Obloukovité příkopové ohrazení je jednou přerušeno a před tímto vstupem se objevuje další krátký liniový zahloubený objekt – předsunutý příkop. Na lokalitě Hrdly 4 proběhl nejen průzkum letecký, ale také průzkum pomocí geofyzikálního měření, ten objevil další pravoúhlé objekty, které nejsou na leteckých snímcích viditelné.

Na poloze **Hrdly 5** byl objeven shluk větších i menších bodových objektů jen těžko určitelných tvarů. Proto i bližší interpretace těchto objektů není možná.

Objekty typu maculae se nacházejí také na poloze **Hrdly 6**, ta se nachází přes cestu od polohy 1 a mohla by s ní tedy souviset, jako ostatně i další polohy na katastru Hrdlí, neboť od sebe nejsou příliš vzdáleny. Objekty na poloze 6 nejsou na fotografiích moc dobře rozpoznatelné, proto nelze určit, zda se jedná o pozůstatky objektů určených k sídelním či spíše k pohřebním aktivitám.

Na poloze **Hrdly 7** jsou vegetačními příznaky zviditelněny dva liniové objekty kruhového tvaru o velikostech asi 15 – 20 m. Jeden z nich má jasné přerušení – vstup. Takovéto objekty bývají nejčastěji označovány jako objekty kultovního či funerálního charakteru pravěkého stáří. V okolí jsou zviditelněny také menší bodové objekty spíše neurčitých tvarů.

Na lokalitě **Kostelec nad Ohří poloha 1** lze vidět dlouhou linii ohrazující do kulata pole, tato linie by vypadala jako cesta nebýt toho, že je nejméně jednou přerušena a před tímto přerušením se nachází jeden bodový objekt. Proto ji můžeme interpretovat spíše jako ohrazení. Tato dlouhá linie je viditelná i na ortosnímčích. Dále se na této lokalitě nachází další liniové ohrazení do kruhu, jednou je to dvojitá přerušovaná linie, kterou částečně narušuje další tentokrát jednoduchá obloukovitá linie. Z toho je jasné, že tyto dva objekty nejsou současné, bližší interpretace těchto objektů není však bez dalšího výzkumu možná.

Poloha označená jako **poloha 2 Kostelec nad Ohří** se částečně kryje s polohou 1, byla však objevena později a také objekt na ní jistě nesouvisí s velkým ohrazením na poloze 1, neboť jej porušuje. Objekt na poloze 2 je ohrazení ve tvaru polygonu, tvar odpovídá tomu, že se jedná o redutu.

Poloha **Kostelec nad Ohří 3** je viditelná jak na pořízených fotografiích, tak na ortosnímčích, jedná se o ve zralém obilí viditelné objekty pravoúhlého tvaru spolu s menšími objekty tvaru neurčitého. Nelze s určitostí říci, zda se jedná o pozůstatky sídelních či pohřebních aktivit.

Na lokalitě **Křesín 1** je vidět množství bodových objektů převážně kruhového tvaru, také je zde patrné obdélné ohrazení o odhadnuté délce až 20 m, které má ve svém středu linii bodových objektů a tyto objekty se zřejmě nachází také před jednou z kratších stran ohrazení. Toto ohrazení lze interpretovat jako dlouhý dům. V jeho blízkosti se nachází několik bodových objektů, které by mohly se sídelní aktivitou souviset. Dalším typem objektu na této lokalitě je malé kruhové ohrazení, na fotografiích je vidět pouze z dálky a tak nelze s určitostí rozpoznat, jestli se v jeho středu nachází objekt, nebo jestli je toto ohrazení přerušeno. Lze se pouze domnívat, že objekt sloužil k pohřebním či kultovním účelům.

V pořadí druhá objevená poloha na katastru **Křesína je poloha 2**. Na fotografiích z této lokality lze spatřit asi čtyři řady bodových objektů. Při porovnání s historickou vojenskou mapou II. mapování se na této ploše nacházely stromy, nelze proto vyloučit, že tyto objekty jsou jejich pozůstatky.

Na poloze **Křesín 3** je několik bodových objektů, jejichž hranice jsou rozpité a tak nelze jejich tvar určit. Na některých snímcích jsou objekty jakoby řazeny v linii za sebou ve velkých a nepravidelných rozestupech. Tuto linii bodů ve vzdálenosti asi 20 m doprovází jakási linie. Nachází se zde také část snad čtvercového ohrazení se zaoblenými rohy. Bez podrobnějšího průzkumu nelze o funkci ani stáří těchto objektů říci nic bližšího.

Poloha **Křesín 4** se nachází na dohled mezi polohami 1 a 3, nelze však nijak určit, zda s nimi nějak souvisí. Na této poloze se nachází kruhové ohrazení o průměru kolem 20 m s obdélným objektem uprostřed. Z tvaru tohoto objektu lze usuzovat, že se jedná o pozůstatek pohřbu – mohyly či plochý pohřeb ohrazený kruhovým příkopem. Tyto pravěké objekty bývají zařazeny do eneolitu či doby bronzové.

Na fotografiích pořizených z lokality **Levousy 1** můžeme vidět přerušené dlouhé linie. Lze o nich říci pouze to, že sloužily jako ohrazení. Mohlo by se jednat část novověkého opevnění. Vedle těchto linií se na lokalitě nachází také bodové objekty, z fotografie však nejdou rozpoznat jejich tvary a nemůžeme určit ani jejich vztah k ohrazení. Z katastru Levousy je publikována jedna lokalita (Levousy 4) objevená leteckou prospekci Z. Smržem, jedná se ale o jinou polohu. Další dvě publikované polohy (Levousy 3 a Levousy) byly objeveny terénní prospekci (Smrž – Hluštík 2007). V této práci poloha označená Levousy 1 byla podle souřadnic ztotožněna s polohou Levousy 3 Z. Smrže.

Katastr Lišan je zastoupen pěti letecky identifikovanými polohami, na první z nich **Lišany 1** můžeme vidět dva kruhové objekty s maculou uprostřed, jedná se zřejmě o objekty funerálního charakteru a to buď o mohyly či ploché pohřby ohrazené příkopem. Tyto kruhové objekty obecně bývají datovány do eneolitu a doby bronzové. Další kruhové ohrazení je výrazně větší a nemá ve svém středu žádný objekt, interpretace tohoto objektu je nejasná, může se také jednat o pozůstatek pohřebních aktivit, jak je tomu zřejmě u prvních dvou kruhových ohrazení. Dalším objektem je pravoúhlé velké ohrazení tvaru lichoběžníku; objekty těchto tvarů bývají interpretovány jako objekty pohřební, většinou eneolitického stáří. (Schwarz 2003) Kratší i delší linie viditelné po celé lokalitě jsou nejspíše zaniklými cestami, některé mohou být také pozůstatky nějakých okopů či projevy erozních rýh. Bodové objekty na lokalitě pak nelze jednoznačně interpretovat.

Na poloze **Lišany 2** vidíme několik (asi 8) lichoběžníkovitých ohrazení, které mají uvnitř řady bodových objektů. Z těchto půdorysů je patrné, že se s největší pravděpodobností jedná o dlouhé domy neolitického stáří, podle lichoběžníkovitého půdorysu se dají zařadit do kultury s vypíchanou keramikou. V jejich blízkosti se nachází také bodové menší objekty, ty by mohly mít souvislost se zdejším osídlením a lze je interpretovat jako kulturní jámy. Dalším druhem objektu je malé kruhové ohrazení, o jehož interpretaci nelze říci nic bližšího. Po celé poloze se nachází řada linií, mohlo by se jednat o erozní rýhy, v případě světlejších a užších linií také o zaniklé cesty.

Neuspořádané bodové objekty se nachází na lokalitě **Lišany 3**, z této lokality pochází pouze dvě fotografie, z nichž nejde přesně určit, zda mají objekty spíše čtvercový nebo obdélný tvar. Může se tedy jednat jak o pozůstatky pohřebních tak sídelních aktivit. Vzhledem k velikosti objektů (ta ale také není dobře rozpoznatelná) je možné se přiklonit spíše k variantě, že

se jedná o obydlí. Tmavá linie jdoucí přes pole může být jasně označena za recentní záležitost.

Při studiu polohy **Lišany 4** na ortofotomapě bylo zjištěno, že tato poloha již neexistuje, protože byla odtěžena. Na jejím místě se nachází pískovna. Byly zde vyfotografovány malé bodové objekty kruhového tvaru, nejevily známky žádného uspořádání a tak je jejich funkce či stáří jen otázkou.

Na poloze **Lišany 5** byly objeveny také objekty typu maculae, nachází se zde ve velkém množství a jsou menšího kruhového půdorysu. Bez dalšího výzkumu je jejich interpretace nejasná. Přímé linie jdoucí přes pole jsou jasnými známkami recentního zásahu člověka.

Na poloze **Louny 1** je vidět několik bodových objektů, snad až na jeden čtvercového tvaru nelze jejich tvar určit, stejně jako jejich funkci. S velkou pravděpodobností se ale jedná o pozůstatky činnosti minulých lidí. U čtvercového objektu by se mohlo jednat o zahluobené obydlí, tzv. zemnici/polozemnici. Některé větší objekty jsou viditelné také na ortofotomapě.

Na poloze **Louny 2** vidíme polygonální ohrazení, jeho tlušťka je kolem 10 ti metrů. Jedná se pravděpodobně o otevřené opevnění typu luneta nebo o erozi a těžbou písku poničenou pěti či šestibokou redutu. Na poloze byla provedena také sondáž napříč příkopem širokým na dně asi 250 cm; ta zjistila, že terén je silně oderodován a hloubka příkopu je tudíž dnes malá, ve vzdálenosti 50 cm od jeho vnějšího okraje však byla zachycena řada křivých jamek po palisádě. Bodové objekty, které se nachází uvnitř i vně opevnění s ním zřejmě nesouvisí a jsou pravěkého stáří, podle povrchových sběrů neolit a doba římská (Smrž – Hluštík 2007). V článku je poloha označena jako Louny 1.

Pravoúhlé ohrazení ve tvaru obdélníka či čtverce bylo objeveno na poloze **Mlékojedy 1**. Jeho delší strana dosahuje délky okolo 50 metrů. V jeho blízkosti se nenachází žádné další objekty, které by napověděli něco o jeho funkci či stáří, proto k interpretaci tohoto ohrazení nelze říci nic bližšího.

Poloha **Mlékojedy 3** je polohou, která byla identifikována spíše na základě půdních příznaků. Jedná se o pravoúhlé ohrazení ve tvaru pětiúhelníku, tento tvar je charakteristický pro vojenskou pevnost tzv. redutu, na mapách II. vojenského mapování je sice na tomto místě znázorněno jakési ohrazení se stromy, ale jeho tvar neodpovídá objektu a proto není důvod proč se nedomnívat, že se skutečně o redutu jedná.

Na poloze **Mradice 1** jsou pomocí vegetačních příznaků vidět bodové objekty, z nichž některé mají čtvercový tvar o velikosti 4 x 4 m; jedná se zřejmě o pozůstatky zahluobených obydlí tzv. zemnic či polozemnic. Další objekty by mohly být interpretovány jako sídlištní jámy, hlavně ty, které se kumulují v blízkosti již zmíněných obydlí.

Dvě kruhová ohrazení o průměru přes 20 m jsou zviditelněna na lokalitě **Mradice 2**, u jednoho z nich jsou patrná dvě protilehlá přerušení, u druhého kvalita fotografie dovoluje se o jednom přerušení jen domnívat. Stejně tak se bez dalšího vý-

zkumu můžeme jen domnívat, že se jedná o objekty funerálního či kultovního charakteru. Dalším zajímavým objektem je menší obdélníkové ohrazení, jehož dvě delší a jednu z kratších stran lemuje jakési ohrazení či žlab a před kratší stranou, která není ohrazena linií, se nachází jeden bodový objekt; také interpretace tohoto objektu by byla pouhou domněnkou.

Na poloze **Mradice 3** jsou nejviditelnější dva plné obdélné objekty, délka většího z nich přesahuje 20 m a šířka asi 5 m, délka menšího by se mohla pohybovat kolem 6 metrů a šířka kolem metrů dvou. V okolí těchto objektů jsou ještě další menší objekty s rozpitými hranicemi spíše kruhových půdorysů. Je zřejmé, že se na tomto areálu jedná o antropogenní zásahy, jejich účel je ale nejasný. Na lokalitě se nachází také dvě se protínající linie, u nich nelze určit, zda jsou nebo nejsou antropogenního původu.

Na lokalitě **Obora 1** můžeme vidět několik malých kruhových objektů různě rozprostřených v prostoru, některé jeví náznak jakéhosi uspořádání do řady, ale tento jev může být také náhodný. Z těchto faktů nelze určit účel, ke kterému tyto objekty sloužily.

Pátek 1, z této polohy pochází pouze jedna fotografie, na níž můžeme vidět systém rovnoběžných i kolmých linií. Ty jsou velmi přímé a rovnoměrně uspořádány po celé ploše pole, z toho je jasné že se jedná o recentní zásah člověka. V tomto případě zřejmě meliorační rýhy nebo kanálky závlah.

Dvojitě kruhové ohrazení, které má uprostřed obdélný či oválný objekt bylo objeveno na lokalitě **Pátek 2**, takovýto druh objektu bývá interpretován jako objekt funerálního charakteru.

Poloha **Písty 1** je reprezentována několika málo objekty kruhového tvaru. Objekty jsou na dvou pořízených fotografiích špatně viditelné, a proto k jejich interpretaci napomohlo srovnání s mapou II. vojenského mapování, kde byl na tomto území znázorněn stromový porost, proto je možným se domnívat že jde právě o pozůstatky po těchto stromech.

Stejně tak k interpretaci polohy 1 na katastru **Počedělic** pomohlo II. vojenské mapování. Stejně jako v případě polohy Písty 1 zde byly nalezeny kruhové objekty, na jejichž území podle II. vojenského mapování dříve stávaly stromy. Největší objekt na lokalitě by snad mohl být čtvercový a tak by jeho interpretace byla jistě odlišná, ale kvalita fotografie nedovoluje toto o jeho tvaru říct s jistotou.

Jeden z mála objektů, který lze spatřit i na ortofotomapách se nachází na katastru obce **Poplze**, jedná se o polohu 1, na které se nachází pravoúhlé ohrazení, které je jednou přerušeno a úhly jeho rohů se jeví jako ostré. Jedná se o pozůstatky příkopu polního opevnění typu redan, jehož severní část byla zničena sesuvy půdy (*Smrž et al. 1999; Smrž-Hlušík 2007*).

Na poloze **Postoloprty 1** se nachází shluky bodových objektů různých velikostí převážně kruhových tvarů, jedná se zřejmě o různé kulturní jámy. Dalším objektem, který můžeme na této lokalitě identifikovat, je lichoběžníkové ohrazení se za-

oblenými rohy. Podle analogií by se mohlo jednat o pohřební objekt, chronologicky zařazený do období eneolitu (*Schwarz 2003*). Na poloze můžeme vidět také několik linií, jejich interpretace je nejasná, u některých by se snad mohlo jednat o pozůstatky zaniklých cest.

Na katastru **Postoloprty** (poloha 2) se nachází také bodové objekty, některé z nich mají obdélný půdorys a stejnou orientaci, mohlo by tedy jít o pohřební jámy.

Na poloze **Radonice nad Ohří 1** je několik objektů zřejmě kulatého tvaru, jejich interpretace není bez patřičného dalšího výzkumu možná.

Různé velikosti i tvary objektů maculae jsou zastoupeny na poloze **Rybňany 1**, nemůžeme o nich říci nic bližšího, není ani jasné, zda se jedná o záměrné antropogenní zásahy do krajiny.

Selibice 1 je lokalita objevená při letecké prospekci, na které se nachází jeden plný čtvercový objekt, snad zemnice či polozemnice a několik málo menších objektů které by snad také mohly být výsledkem činnosti člověka.

Poloha **Skupice 1** (obr. 6) byla objevena díky vegetačním příznakům, jimi jsou zviditelněny na velké ploše kruhové objekty maculae, jejichž interpretace je nejasná, nijak nerespektují kruhové ohrazení, ze kterého jde vidět jen část díky jiným půdním podmínkám; toto ohrazení sestává z vnějšího příkopu a paralelních palisádových žlabů. U tohoto velkého kruhového objektu se jedná o neolitické ohrazení – rondel. V hojně míře se zde nacházejí řady malých kruhových objektů indikující kůlové konstrukce dlouhých domů chronologicky zařazených do období kultury s lineární keramikou (*Gojda ed. 2004*). Dalšími objekty jsou čtvercové a lichoběžníkové ohrazení spolu s bodovými objekty. O této lokalitě můžeme říct, že sloužila k několika účelům.

Na poloze **Skupice 2** jsou zviditelněny objekty, které mají rozpité okraje, takže o jejich tvaru se toho dá říci jen málo, další objekt je méně viditelný a jedná se buď o část kruhového, nebo půlkruhového ohrazení. K interpretaci těchto objektů není možné říci nic bližšího. Dva snímky k této lokalitě byly pořízeny za účelem dokumentace lokality – solitérního kostela, a na zmíněné objekty se nezaměřují. Na třetím snímku jsou již objekty viditelné lépe.

U polohy **Skupice 3** jsou ve zralém obilí viditelné malé bodové objekty většinou zřejmě kruhových tvarů. V jednom případě se zdá, že několik (asi 6) objektů tvoří uspořádání do dvou řad. V tomto případě by se mohlo jednat o pozůstatky nějaké kůlové konstrukce.

Skupice 4 je poloha, na které jsou zastoupeny dva druhy ohrazení. Jsou to dvě ohrazení ve tvaru čtverce a jedno ve tvaru kruhu. Kruhové ohrazení není zviditelněno celé, neboť je na okraji pole a mimo něj už vidět není. Čtvercová ohrazení mají strany o délce asi šesti metrů. Kruhový objekt je větší, možná o průměru až dvacet metrů. U těchto ohrazení nelze říci, jestli se v jejich středu nachází či nenachází objekt, proto by i jejich interpretace byla jen odhadem.

Na poloze **Skupice 5** jsou vidět bodové objekty, většina z nich je čtvercového nebo obdélného půdorysu, proto by se mohlo jednat jak o sídelní tak o pohřební areál. V tomto případě je třeba se klonit spíše k interpretaci sídelních aktivit, i když jsou dvě pořízené fotografie neostré; velikost objektů se na pohřební objekty jeví velká.

Poloha **Skupice 6** se nachází v blízkosti polohy 1, ale nemůžeme určit, zda spolu tyto lokality souvisejí. Na poloze 6 je zviditelněno lichoběžníkovité ohrazení, jehož část mizí v porostu za okrajem pole, jeho skutečnou velikost tedy neznáme; jediná strana, která jde vidět celá, měří přes 20 m. Vně i uvnitř tohoto ohrazení se nachází několik malých bodových objektů. Interpretace účelu tohoto ohrazení je obtížná, na mapě II. vojenského mapování se na této ploše nachází jakési ohrazení či stavba, v jehož okolí jsou stromy. Tvar ale příliš objektu neodpovídá, tak lze jen těžko tuto situaci interpretovat. Spíše by se mohlo jednat o lichoběžníkové ohrazení pravděpodobně rituálního nebo funerálního charakteru; ty bývají podle analogií datovatelná do období staršího a středního eneolitu (*Gojda ed. 2004c; Schwarz 2003*).

Na poloze **Skupice 7** se nachází lichoběžníkové ohrazení se zaoblenými rohy, podobné bylo zjištěno také na poloze Lišany 1 a proto i interpretace bude stejná, tedy objekt funerálního/rituálního charakteru, chronologicky zařazený do eneolitu (*Schwarz 2003*). Linie jdoucí přes okraj tohoto objektu by mohla být interpretována jako zaniklá cesta. Při porovnávání s mapou II. vojenského mapování zde opravdu nějaká linie vede, ale zdá se, že je to spíše vyznačení hranic katastru.

Shluky objektů jako nejčastěji se objevující objekty při letecké archeologii jsou viditelné i na poloze **Soběsuky 1**. Některé jeví známky jakéhosi uspořádání do řady, ale fotografie pořízené z této lokality jsou pouze dvě a také jejich kvalita neumožňuje říci o objektech nic bližšího.

Poloha **Staňkovic 1** je reprezentována vegetačními příznaky zviditelněnými bodovými objekty jak čtvercového, tak okrouhlého tvaru. Vzhledem k velikosti čtvercových objektů, která je asi 4 m, bychom se mohli domnívat, že se jedná o zaniklá obydlí, menší objekty by pak mohly sloužit jako doprovodné kulturní jámy, které se na každém sídlišti také nacházely.

Strkovice 1 je lokalita, na které se nachází také bodové objekty čtvercových či obdélných tvarů spolu s menšími bodovými objekty, také zde by se mohlo jednat o sídelní aktivitu minulých lidí.

Na poloze **Strkovice 2** se nachází část jakéhosi geometrického ohrazení, jehož jeden roh svírá tupý úhel, po asi 20 metrech jedna strana ohrazení vyběhá v další roh, tentokrát v úhlu pravém, přičemž je tento zakulacen. Linie, která je rovnoběžná s jedním ramenem ohrazení s ním pravděpodobně nesouvisí, jedná se o recentní zásah člověka v podobě potrubí. Na mapě II. vojenského mapování se na tomto místě nachází jakási stavba – dům, její tvar ani velikost ale neodpovídají objektu, proto se jí nejspíše nijak souviset nebude.

Na poloze **Travčice 1** se nachází několik bodových objektů různých velikostí, bližší interpretace těchto objektů je pouze taková, že se zřejmě jedná o pozůstatky antropogenní činnosti.

Dvě obloukovité rovnoběžné linie můžeme vidět na poloze **Trnovany 1** (katastrální území Bezděkov). Táhnou se téměř přes celou šířku ostrožny, jsou několikrát přerušeny, ale nelze říci, zda se jedná o záměrné přerušování, nebo o pouhé zneviditelnění jejich částí. O tomto příkopovém ohrazení můžeme říci, že mělo obrannou funkci, o jeho datování bez dalšího výzkumu nemůžeme bohužel říci nic.

Na lokalitě **Tvršice 1** je zviditelněno světlejším zbarvením jedno kruhové ohrazení průměru přes 30 m a jakási esovitá linie. Tato linie je zřejmě recentní a je to stopa po jízdě traktoru. I když je kruhové ohrazení zviditelněno stejnými příznaky, u něj se pravděpodobně o archeologickou situaci jedná. Světlejším zbarvením než okolní porost je zviditelněna také rovná dvakrát přerušovaná linie zhruba o délce 30 m vedle níž se nachází jakýsi kratší objekt popsatečný snad jako tlustá linie. Interpretace těchto objektů by byla pouhou spekulací. Opodál jsou také ještě tři čtvercové bodové objekty, tentokrát je jejich zbarvení tmavší než okolí, protože se nachází v části pole, která je světleji zbarvena. Objekty jsou velikosti kolem 3 – 5 metrů, podle jejich tvaru a rozměrů se pravděpodobně jedná o sídelní zahrazené objekty zemnice/polozemnice.

Na poloze **Vršovice 1** jsou pomocí vegetačních příznaků zviditelněny velmi pravidelné řady tvořené kruhovými body v pravidelných rozestupech. Jedná se zřejmě o recentní záležitost v podobě pozůstatků po sadu či chmelnici. Jelikož jsou ale řady objektů od sebe vzdáleny kolem 15 m, je tato interpretace otázkou.

Z lokality **Vršovice 2** jsou pořízeny jen dvě fotografie, jsou na nic vidět bodové objekty, ale k jejich interpretaci nelze říci nic bližšího. Na mapě II. vojenského mapování jsou na této ploše znázorněny řady stromů, jelikož ale objekty nejsou nijak uspořádány, zřejmě se stromy nijak nesouvisí.

Na poloze **Vršovice 3** je asi šest bodových objektů o velikosti asi čtyř metrů. Jejich interpretace je z důvodu nerozpoznatelnosti jejich tvarů nepřikladná.

Poloha **Zálužice 1** je téměř „poseta“ množstvím malých i větších okrouhlých bodových objektů. V jedné části lokality se nachází seskupení pěti obdélných objektů a opodál seskupení dalších dvou nebo tří, jejich řazení a stejná orientace by nasvědčovala, že se jedná o pohřby, jejich velikost (délka snad až 5 m) toto ale vyvrací. O ostatních objektech na lokalitě se dá tedy říci, že se jedná pravděpodobně o množství kulturních jam.

Na lokalitě **Zálužice 2** v bezprostřední blízkosti řeky vidíme asi pět bodových objektů neurčitého tvaru a dva malé tvaru kruhového. Bez dalšího výzkumu nelze o těchto objektech říci nic konkrétnějšího.

Na lokalitě **Žatec 1** vidíme velké množství kruhových objektů různých velikostí, zdá se, že respektují jakési vlněné linie, je to ale s největší pravděpodobností způsobeno rozdílným

mi půdními podmínkami na různých částech pole. Tyto objekty pravděpodobně budou pozůstatky minulé lidské činnosti, snad sídlení.

Na poloze **Žatec 2** vidíme tmavšími vegetačními příznaky zviditelněné pravoúhlé objekty o velikosti asi 4 m, plus další menší objekty, takovéto uskupení bývá interpretováno jako pozůstatky zahloubených obydlí spolu s kulturními jámami sídlišť. Další objekt na této lokalitě je pravoúhlé ohrazení, které se pomocí vegetačních příznaků projevuje zbarvením světlejším; zdá se, že delší strana tohoto ohrazení pokračuje dlouhou linií, která vypadá jako zaniklá cesta. K interpretaci tohoto objektu nelze nic říci.

Na poloze **Želevice 1** můžeme vidět obdélné zahloubené objekty, které by bylo možné interpretovat jako hroby, všechny nemají však stejnou orientaci. Dlouhé rovné linie jdoucí přes pole budou pravděpodobně recentní zásahy člověka.

Summary

The main aim of this paper was to map and interpret monuments identified by means of the aerial archaeology. Considering morphology of the features, disarranged spot features are prevailing on the sites – maculae cluster, mostly indicating settlement areas. Function of the feature could be defined only in several cases, mostly thanks to typical shape of the features. Chronological determination of the features was even more difficult because it is relatively very complex to judge age of a feature on the base of its morphology only. Therefore, chronological determination was only rough, only several sites could be determined more concretely thanks to the following field walking carried out.

Features were compared to historic map and recent orthophoto map. The Second Military Mapping helped us several times with interpretation of the features, especially deserted

communications, and in one case with identification of probably a military camp. Present maps helped us to identify recent features. Low visibility of features on the orthophoto map was very surprising. It was possible to identify features on only five sites, features were in most cases of the line type, we have not noticed any spot features.

Tested were also relations of sites to some of the natural environment factors, surface extent of sites and steepness of land. Analyses have brought predictable results that the majority of sites are situated in fertile lowlands with sandy and gravelous soils. Spatial relations of particular feature types were another analyzed factor. Statistical method – correlation matrix, was used for this purpose. It showed negative correlation between the maculae-type cluster features and rectangular enclosures. It means that these features have a minimal common occurrence.

To summarize, aerial archaeology largely participates in identifying new archaeological sites at least in the region chosen for this paper, i.e. Ohře area. We identify in average approximately 5 sites a year which shows how large potential the aerial archaeology has for identification of immovable archaeological monuments. It is possible to research more sites by means of traditional archaeology but it more time consuming than the way of the aerial archaeology. It is also needed to mention necessity of repeated aerial prospection, not only in this already well-mapped area. This is proven by comparison to results of the aerial prospection carried out by the ÚAP-PSZČ Most which has noticed 2.5times more sites in the area of our interest than it is described in the archive of aerial photographs of the Archaeological Institute of Academy of Sciences in Prag. We can clearly see that the potential of prospecting new sites in this area has not been fully explored yet. 27% of all of the identified sites was found by means of the aerial prospection.

10

LIDAR. Potenciál a využití laserového skeneru na příkladové studii Národního parku České Švýcarsko

LIDAR. Potential and using laser scanning in the National Park České Švýcarsko (Czech Switzerland); a case study

1. Úvod

Jeden z hlavních záměrů a principů archeologie posledních desetiletí je maximálně možná integrace archeologické metodologie a postupů, které co nejméně zasahují či poškozují archeologické dědictví. Proto s nástupem nových technologií nalézají své pevné místo v archeologii celá řada technik tzv. nedestruktivního charakteru, s jejichž pomocí jsme schopni samotné památky nejen nově detekovat a lokalizovat, ale především uchovávat pro další, odborně vyspělejší generace. Na základě nově objevených struktur bude možné determinovat další kritéria jejich výskytu, což mimo jiné usnadní vymezení strategie archeologické památkové péče.

Do nedestruktivní archeologie řadíme:

- 1) dálkový archeologický průzkum (letecká archeologie a dálkový průzkum Země – DPZ)
- 2) některé přírodovědné metody: geofyzikální měření, geochemické analýzy, geobotanika, detektory kovů
- 3) povrchový průzkum, povrchové sběry
- 4) vzorkování, mikrosondáže, vrty

Vyjma prvního příkladu okruhu terénních metod ostatní jmenované vždy určitou měrou zasahují destruktivně do archeologického kontextu, přesto jsou v odborné literatuře řazeny mezi nedestruktivní, resp. málo destruktivní metody, jejichž nasazení zásadním způsobem neporušuje integritu zkoumané památky (Kuna *et al.* 2004, 15 – 18).

Aplikace dálkového archeologického průzkumu Země spočívá v identifikaci, evidenci a fotodokumentaci (šikmé snímky pořizované z malých výšek) areálů/objektů archeologického zájmu (letecká archeologie), v analýze a interpretaci obrazových dat pořizovaných pro potřeby mapování, zpravodajství a rozmanitého spektra přírodovědných oborů (kolmé letecké fotografie, družicová a lidarová data (Becker 1996, 16-18, 77-80; Gojda 2005, 806-807).

Metody dálkového průzkumu Země jsou v dnešní době stále více rozšiřovány z hlediska možností jejich využití, a stejně tak inovovány a vývojově specializovány pro širokou škálu vědních oborů. Před několika málo lety vycházeli archeologové při terénní prospekci převážně ze šikmých leteckých snímků, postupně začali zapojovat snímky kolmé z důvodu vyšší přesnosti, možnosti exaktnější metrické analýzy a syntézy objektů například pomocí moderních softwarů a snažší digitální transformaci do podob map, plánů či modelů terénu (Devereux

et al. 2005, 648-649). S nástupem 90. let a formálním koncem studené války došlo k hromadnému odtajnění dokumentace krajiny družicovým snímkováním, jež byla prvotně pořízena pro zpravodajské (vojenské) účely (americký systém CORONA a ruský KVR-1000). Kromě toho se do komerční sféry zapojily další soukromé a státní firmy, jež sítí snímkových územních celků do velké míry zahustily (například Digital Globe, společnosti MacDonald Dettwiler and Associates Ltd – RADARSAT 2, kanadská kosmická agentura (CSA), satelitní snímkovácí systémy QuickBird, GeoEye – IKONOS). Do vědních oborů tak mohla být transponována geografická data, jejichž přesnost se pohybuje okolo 60 cm – 1 m v panchromatickém a 2,5 – 4 m v multispektrálním módu, u radarových systémů pak dosahuje přesnosti okolo 3 m (Gojda 2005, 806-808; Gojda – John 2009, 468-480; <http://www.gisat.cz/content/cz/dpz/prehled-druzicovych-systemu>).

Kromě těchto sponzorovaných klientských služeb je možné v archeologii využívat také do jisté míry omezených zdrojů družicových dat, jež jsou nabízena formami freewaru na internetu. Výhodou těchto služeb je efektivní získání bazálních dat, možnost analýzy rozsáhlého územního celku téměř bez omezení, finanční nenáročnost či možnost jejich vzájemné komparace, základní nevýhodou je pak jejich malé rozlišení a geografická korektnost (portál <http://www.mapy.cz>, <http://www.amapy.atlas.cz>, agentura CENIA a její portál <http://geoportal.cenia.cz>, mapový server Geografické a hydrometeorologické služby Armády České republiky <http://www.army.cz/arc/geos> či česká verze celosvětově využívaného software Google Earth – Šmejda 2007, 25; Váňová 2009, 21-22). Další omezení, jímž výše uvedené metody disponují, se nejvýrazněji projevuje při výzkumu oblastí, vykazujících se vysokou mírou zalesnění či hustým vegetačním pokryvem. Využití klasických leteckých a satelitních snímků (ať už kolmých či šikmých) nacházejí neefektivnější a nejvhodnější využití v oblastech otevřených, zemědělsky využívaných krajinných celků, a to kvůli své jednoznačnější vizualitě a terénní dostupnosti. I proto byl archeologický výzkum lesního prostředí donedávna spíše okrajovou záležitostí. Možností, která dnes výrazně přispívá k represi těchto environmentálních bariér, je aplikace metody tzv. laserového skenování, jež je schopna pronikat vegetačním pokryvem a mapovat reliéf krajiny i v zalesněných oblastech. Laserové skenování nabízí vyšší přesnost a širší rozsah využití než dosud nejkvalitnější

systemy satelitního snímkování či letecké fotogrammetrie (*Gasior 2006*, 15).

Nejnámějším systémem laserového snímkování zemského povrchu je LIDAR (Light Detection and Ranging), jinak také nazývaný Airborne Laser Scanning (ALS). V dnešní době nachází využití v mnoha vědních oborech, lze jej považovat v současné době za kompaktní samostatně etablovanou metodu analýzy dat.

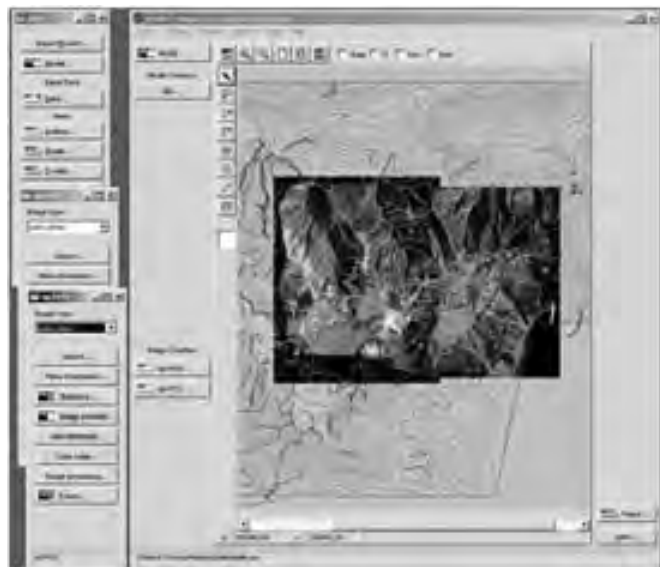
První experimenty aplikace leteckého laserového skenování byly uskutečněny teprve v nedávné době (cca před 15 lety), proto lze tuto metodu považovat za dosud mladou a stále se rozvíjející (*Dolanský 2004*, 8-10). Svě využití nachází především v následujících oblastech:

- 3D vizualizace
- archeologie
- atmosférický výzkum / výzkum aerosolů
- architektura, (3D) městská modelace
- geomorfologie, hydrologie, glaciologie, geografie, lesní management, topografie
- infrastruktura a komunikační sítě
- oceánografie
- ekologie
- vojenství
- lesní hospodářství
- monitoring, územní management, turismus atd. (zde je prioritně využívána např. pro detekci erozních postupů, míry zalesnění, sledování krajinných a urbanistických změn v čase, hydrologických změn a pod. (*Dolanský 2004*, 69-73; http://www.csc.noaa.gov/digitalcoast_data/coastallidar/What_is_Lidar.pdf).

V oblasti archeologie můžeme LIDAR považovat za určitou formu komplementární (nadstavbové) metody nedestruktivního charakteru, zpravidla doplněnou o další techniky jako je aplikace geofyzikálních metod, povrchových sběrů, prospekce na základě leteckého snímkování, sondáží či terénních archeologických výzkumů. Principy a funkce LIDARu byly detailně popsány v několika studiích, proto zde nebudou více rozváděny (*Kraus – Pfeifer 2001; Kraus 2003; Dolanský 2004*, 13-20).

2. Zázemí a přístrojové vybavení

LIDAR – jedná se o optický laserový přístroj dálkového průzkumu (jinak také aktivní digitální senzor), který slouží k velmi přesnému 3D mapování zemského povrchu. Pracuje na základě vícenásobného měření časových intervalů mezi vypuštěním laserového paprsku z mechaniky LIDARU a následným odrazem paprsku od povrchu terénu v závislosti na výšce a rychlosti nosiče (zpravidla letadlo či helikoptéra; *Dolanský 2004*, 10; *Gojda 2005*, 807-808). Rychlost měření se u současných LIDARových systémů pohybuje mezi 20 000 – 150 000 body za sekundu s hustotou nasnímaných bodů 1 až 20/m². Výstupy tohoto měření je vytvořen digitální model terénu (DMT) s rozlišením kolem 15 cm (*Dolanský 2004*, 9-10).



10.1. Prostředí programu SCOP++ (zdroj: <http://www.ipf.tuwien.ac.at/eurosdrr/download/scopman.pdf>, 5. 3. 2010)

10.1 Program SCOP++ (<http://www.ipf.tuwien.ac.at/eurosdrr/download/scopman.pdf>, 5. 3. 2010)

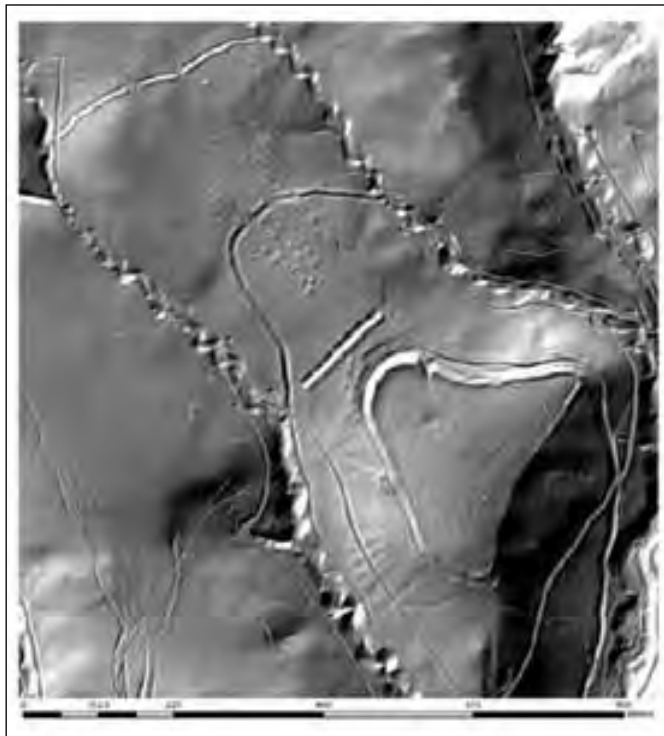
Systém laserového skeneru sestává ze 4 hlavních komponent:

1. GPS (Global Positioning System) sloužící k určování absolutní polohy nosiče v prostoru
2. laserové jednotky složené z laserového vysílače a přijímače
3. skeneru obsahujícího těleso rotujícího zrcadla, které zapříčiňuje jemné vychylování svazků laserových paprsků mimo svou osu, čímž určuje rozsah záběru snímané plochy – obvykle v 20° – 30° (nejmodernější přístroje mohou dosahovat hodnoty až 70°).

4. kontrolní (řídící) jednotky, jež je komunikačním prostředkem mezi vlastním skenerem a laserovou jednotkou, u nichž je vyžadována neustálá časová synchronizace.

Při samotném procesu snímání povrchu terénu vyvstává problematika zkreslení generovaného modelu v důsledku častých odrazů částí laserových paprsků od horních ploch vegetačního pokryvu, budov, skal a pod., a proto je nutné tyto body v datovém souboru eliminovat. Tato činnost probíhá formou automatizovaných postupů na základě filtrace nežádoucích mračen bodů (předem nadefinovaných uživatelem) pomocí specializovaných počítačových systémů – například modulem SCOP++ či TerraScan od firmy TerraSolid (*Kraus – Rieger 1999*, 222; *Dolanský 2004*, 57; *Dolanský – Gasior 2006*, 56; *Gasior 2006*, 17); viz obr 10.1.

Fáze zpracování souboru pomocí filtrace dat díky tomu dosti značně ovlivňuje kvalitu výsledných výstupů. Může probíhat v několika fázích dle subjektivních potřeb uživatele. Výstupy laserového skenování mohou být jak v panchromatickém, tak v multispektrálním vizuálním rozlišení.



10.2. Finální digitální model terénu hradiště doby železné objevené laserovým skenerem v rámci projektu regionálního průzkumu oblasti kolem řeky Leitha (Rakousko) (Doneus et al. 2006)

10.2 Final DTM of a Iron Age hillfort discovered by laser scanner during regional survey in the area surrounding of the Leitha River (Austria) (Doneus et. Al. 2006).

Moderní LIDARové systémy jsou schopny na základě snímání několika tisíců bodů během jednoho laserového pulsu srovnávat a mapovat výškové diference vegetačního pokryvu a povrchu terénu, poskytovat informace o rostlinném charakteru daného území (metoda založena na míře intenzity vrátného echa), stejně tak jako analyzovat zástavbové linie, proměnlivé výšky budov atp. V současné době lze považovat tuto metodu za jednu z nejpřesnějších 3D technologií získávání dat (Gasiar 2006). Jeho přednosti spočívají především v možnosti průniku laserových paprsků skrz vegetaci (tzn. detailní průzkum zalesněných území, což při standardním využití leteckých snímků či povrchové terénní prospekce nebylo možné), stejně tak jako ve schopnosti pořizovat snímky bez závislosti na intenzitě slunečního svitu a ročním období, jež jsou důležitými aspekty při snímání přístrojem na družicovém nebo nízkoletícím nosiči. Výhoda LIDARu komplementárních softwarů je také možná simulace slunečního svitu v redefinované denní době (Dolan-ský 2004, 13; Gojda 2005, 806-807).

3. Evropské projekty aplikace LIDARU v archeologii

V evropském prostředí (především v západní, jižní a střední Evropě) je využití lidarové technologie v archeologii již plně

etablovanou metodou. Tato nedestruktivní metoda byla využita již v mnoha projektech evropského měřítka A v současnosti vznikají metodologické studie zabývající se přímo možnostmi jejího zefektivnění při uplatňování v terénní archeologické praxi v závislosti na individuálním typu výzkumů a zkoumaných památek.

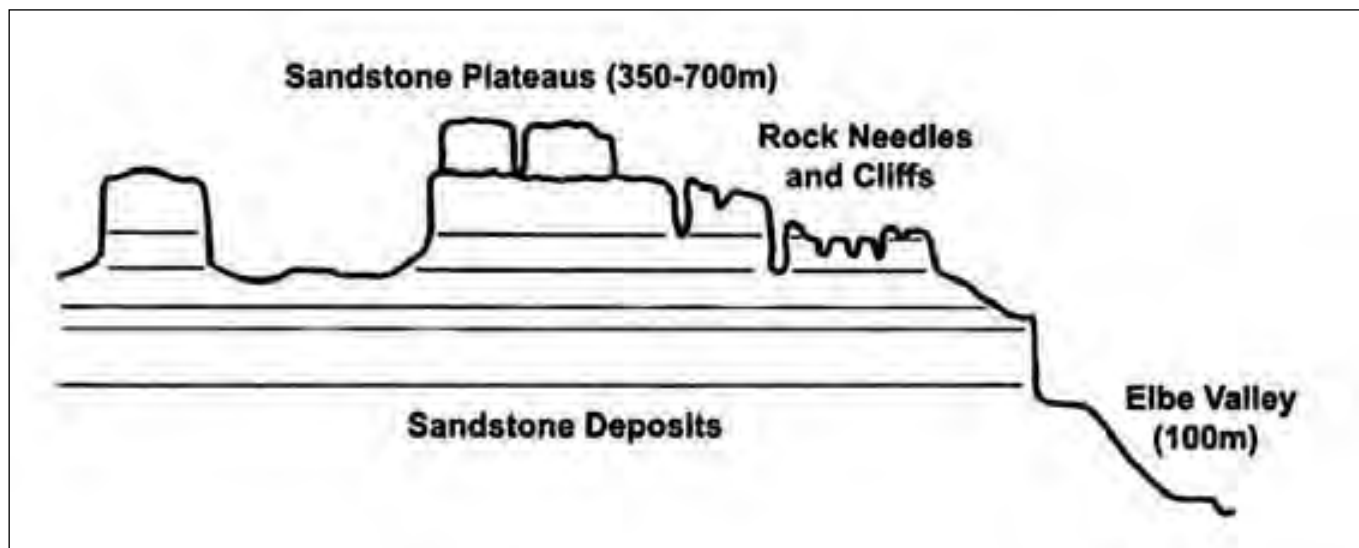
K jednomu z největších projektů se řadí výzkum keltského oppida Hunnering z oblasti severního Sárska (2 – 1. st. př. Kr.), při němž byla díky laserovému skenovacímu postupu detekována kompletní půdorysná struktura římské chrámové stavby, jež byla dříve na základě fragmentárních údajů mylně považována za strukturu profánního charakteru (Miller et al. 2008). K dalším projektům náleží výzkum pravěkého hradiště Welshbury Hill, Gloucester (doba bronzová), při němž byl díky LIDARu odhalen, prozkoumán a precizně zaměřen nejen areál samotného hradiště, ale celé zázemí včetně nově objevených polních systémů (Devereux et al. 2005, 648-660).

V oblasti rakouského regionu západních Alp byla v roce 2006 uskutečněna testovací analýza efektivity využití LIDARu v zalesněném a hornatém prostředí v závislosti na ročním období a výšce vegetačního pokryvu na ploše 128 ha (Hollaus – Wagner 2007, Hollaus et al. 2009, 1559 – 1577). Ve stejném roce zahájila vídeňská Technická univerzita ve spolupráci s katedrou pravěku a raného středověku rozsáhlý čtyřletý projekt, zaměřený na otestování efektivity laserového skeneru v zalesněných oblastech kolem řeky Leitha (cca 30 km od Vídně). Celková rozloha nasnímaného území dosáhla 700 km², zájmové území je tvořeno desetikilometrovým transektem říčního koryta. Primárním zaměřením tohoto projektu je komparace nedestruktivních metod v daném regionu a zhodnocení míry jejich využitelnosti a komplementarity (viz obr 10.2.).

Závěr, ke kterému badatelé dospěli, staví metodu laserového skeneru do pozice jedné z nejefektivnějších nedestruktivních metod a nástrojů detekce archeologických struktur a jejich dokumentace (Doneus – Briese 2006a, 155-162; Doneus – Briese 2006b, 99-101).

4. Aplikace LIDARových systémů v rámci České republiky

Technika LIDARového snímání v rámci České republiky nemá dlouhého trvání, spíše se dá říci, že je na samém počátku. V současné době se v ČR nenachází jediná instituce, jež by fyzicky disponovala touto technologií. Veškeré tuzemské projekty využívající tuto metodu jsou tudíž závislé na spolupráci se zahraničními organizacemi a využití LIDARu řeší formou zakázek. K předním evropským institucím, disponujícím lidarovou technikou náleží mimo jiné Technická univerzita v Drážďanech, Technická univerzita ve Vídni, Unit for Landscape Modelling na univerzitě v Cambridgi, English Heritage a jiné. Nejvyšší mírou uplatnění LIDARu v České republice lze spatřo-



10.3. Geologický profil zájmového území (Trommler 2008)

10.3 Geological profile of the area of interest (Trommler 2008)

vat v oborech mimo archeologii – například v oblasti stavebnictví, architektury, hydrometeorologie, lesního hospodářství a botaniky (zejména sledování změn vegetačního pokryvu, výšky lesního porostu aj. (http://www.chmu.cz/uoco/prj/vav_740_2_00/du03-1e1-e2.pdf). V letech 2010 – 2012 proběhne formou spolupráce mezi 3 institucemi (Český úřad zeměměřičský a katastrální, Ministerstvo obrany a Ministerstvo zemědělství) plánované zmapování leteckým laserovým skenerem celého území ČR do podoby DMT včetně staveb a vegetačního pokryvu (http://www.issz.cz/archiv/2009/download/prezentace/brazdil_zu.pdf).

Tento projekt lze považovat za průkopnický z hlediska míry využití lidarových systémů na území ČR. V tomto případě však musí být ještě zhodnocena míra využitelnosti poskytovaných dat v archeologii, neboť nebudou primárně vytvořeny pro toto odvětví. Zároveň s tímto projektem započal v roce 2010 na katedře archeologie Západočeské univerzity v Plzni dvouletý grantový projekt: P405/10/0454 – *Potenciál archeologického výzkumu krajiny v ČR prostřednictvím dálkového laserového 3-D snímkování (LIDAR)*, zaštitěný Grantovou agenturou České republiky zaměřený na získání a zpracování archeologických dat prostřednictvím speciální metody dálkového (leteckého) laserového skenování. Cílem navrhovaného projektu je zjistit, jaký potenciál pro výzkum reliktní pravěkého, středověkého a novověkého osídlení uchovaných v podobě antropogenního tvaru reliéfu v naší zemi nabízí komplexní metoda dálkového laserového snímkování.

Obecně dosud technika laserového leteckého skeneru nebyla v oblasti archeologie prakticky aplikována. Na samotnou metodu a její možný potenciál v archeologii zde poprvé upozornil M. Gojda (Gojda 2005).

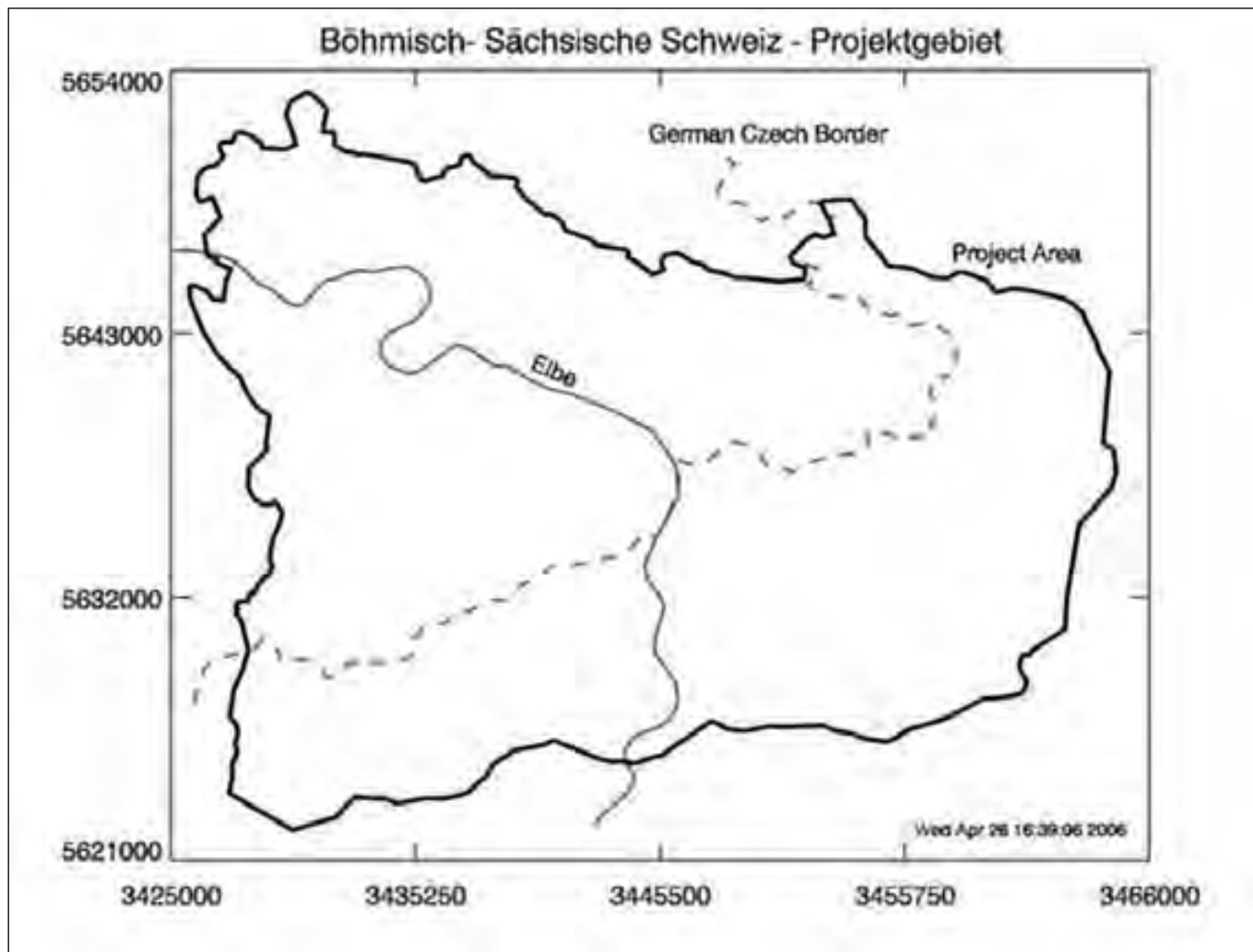
5. Projekt Národní park České Švýcarsko

Za jednu z úvodních studií využívajících systém LIDAR je možné považovat formující se projekt systematicky mířeného využití dat získaných laserovým skenováním pro účely archeologie. Jako případová studie byla vybrána hornatá a zalesněná oblast Národního parku České Švýcarsko, jež byla v minulých letech opomíjeným zájmovým územím ve srovnání s jinými regiony, převážně výrazně formovanými zemědělskou činností.

České Švýcarsko je součástí vyššího celku chráněného území Českosaského Švýcarska. Českou část lze horopisně řadit do tzv. Děčínské vrchoviny, jež je součástí Krušnohorské soustavy (Lissek 2003). Formujícím prvkem krajiny je její eroze, jež působila na reliéf několika set metrů hlubokých vrstev mořských sedimentů po ústupu křídového moře. Tvoří tedy součást rozsáhlé české křídové pánve, rozprostírající se v severní části Čech a částečně také v Německu a Polsku. Českosaské Švýcarsko je dnes reprezentováno územím čítajícím okolo 800 km², rozděleným státní česko-německou hranicí. Oblast Českosaského Švýcarska lze charakterizovat jako vysoce zalesněné skalnaté přírodní prostředí s výškově silně variabilním reliéfem. V současné době lze tuto oblast vymezit do 3 výškových úrovní:

1. nadmořská výška kolem 450 m.n.m – převážně reprezentována skalními typy stolových hor
2. nadmořská výška kolem 350 m.n.m – převažuje v celé oblasti
3. dna říčních kaňonů a soutěsek

Z hlediska geologických poměrů převažuje hornina typu kvádrových pískovců či neovulkanitů (čedič), které utvářejí většinu skalních suků (Valečka et al. 1997). Pedologická analýza oblasti prokázala dominující podíl podzolových půd, které



10.4. Zájmová oblast projektu (Trommler 2008)

10.4 Area of interest of the project solved (Trommler 2008)



10.5. Laserový skener Falcon II firmy TopoSys (zdroj:<http://www.toposys.com/>)

10.5 Laser scanner Falcon II distributed by TopoSys (source: <http://www.toposys.com/>)

se vyznačují vysokou kyselostí a nízkou úrodností (Tomášek 2000); viz obr 10.3.

V roce 1992 byla německá část prohlášena za Národní park, stejný krok byl v roce 2000 učiněn na české straně. Českosaské Švýcarsko je možno charakterizovat jako unikátní krajinný celek v centrální části střední Evropy a jako výrazný krajinný fenomén díky přítomnosti specifických skalních formací labských pískovcových hor. Hlavní vodní zdroj představuje Labe, jež protéká českou i saskou stranou, doplněné o řeku Kamenici, která z jihovýchodní strany vymezuje hranici Národního parku České Švýcarsko. Vegetaci Českosaského Švýcarska lze charakterizovat jako druhově rozmanitou, závislou na unikátním přírodním prostředí, vytvářeném lokálním klimatem. V dnešní době je oblast Českosaského Švýcarska téměř celá zalesněna. Nejčastější druhové zastoupení vykazují smrčiny a borovice (Valečka et al. 1997).

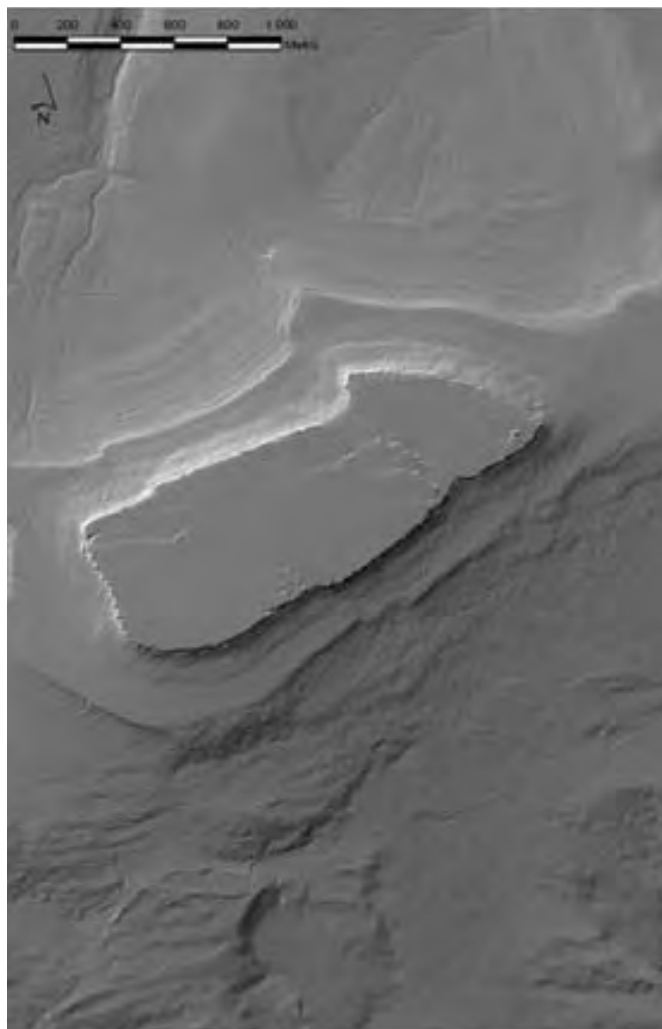
Výchozí pramenovou základnou pro tuto studii tvoří datový fond projektu zmapování krajiny Českosaského Švýcarska pomocí LIDARového systému, který vznikl pod záštitou Ústavu pro fotogrammetrii a dálkový průzkum Technické univerzity v Drážďanech (IPF, pod vedením Marca Trommlera a Elmaara Csaplovicse), za finanční podpory European Union-Programme Interreg III A a saského zemského úřadu v letech 2004 – 2006 (viz obr 10.4.).

Hlavním cílem tohoto projektu bylo vytvoření jednotné digitální mapy celého území (jak na českém, tak i německém území) primárně pro účely ekologické, geologické, turismu, managementu území, dokumentace lesních porostů atp. Proces snímání proběhl v 11 dubnových dnech roku 2005 v celkovém počtu 16 přeletových pásem s průměrnou výškou 1200 m. Laserovým skenerem bylo zaznamenáno cca 6 miliard dílčích měření, ze kterých byl s pomocí matematických algoritmů vypočítán rastrový model terénu s prostorovým rozlišením 1 m. Digitální model terénu sestává z tzv. modelu reliéfu a modelu terénu. LIDARová měření podnikla německá služba TopoSys – Topographische Systemdaten GmbH, Biberach (viz obr 10.5.).

Samotné zpracování získaných bodových mračen probíhalo již péčí Technické univerzity v Drážďanech, konkrétně prostřednictvím programu SCOP, který je vyvíjen firmou Inpho ve spolupráci s Technickou univerzitou ve Vídni (Gasiar 2006, 69).

Responsible company	Toposys Topographische Systemdaten GmbH, Biberach
Number of flights	16
Time range of flights	14.04. – 01.05.2005
Mean flight height above ground	1200 m
Resolution of the heights of the laser measurement points	0.01 m
Number of data stripes	281 plus 3 across-stripes
Pixel size of the ortho imagery (L1_DAT)	0.50 m
Dimension of the ortho tiles (L1_DAT)	2000 x 2000 m ²
Number of tiles (L1_DAT)	238
Primary spatial reference system	ETRS-TM 33, ellipsoidal heights
Sensor type	FALCON II
Specification of the laser unit	
Range	1600 m
Scan width	14,3°
Effective measurement rate	83000 per second
Laser wavelength	1560 nm
Data recording	First Echo Last Echo and Intensity

Tab. 1 Souhrnné parametry projektu (Trommler 2008)



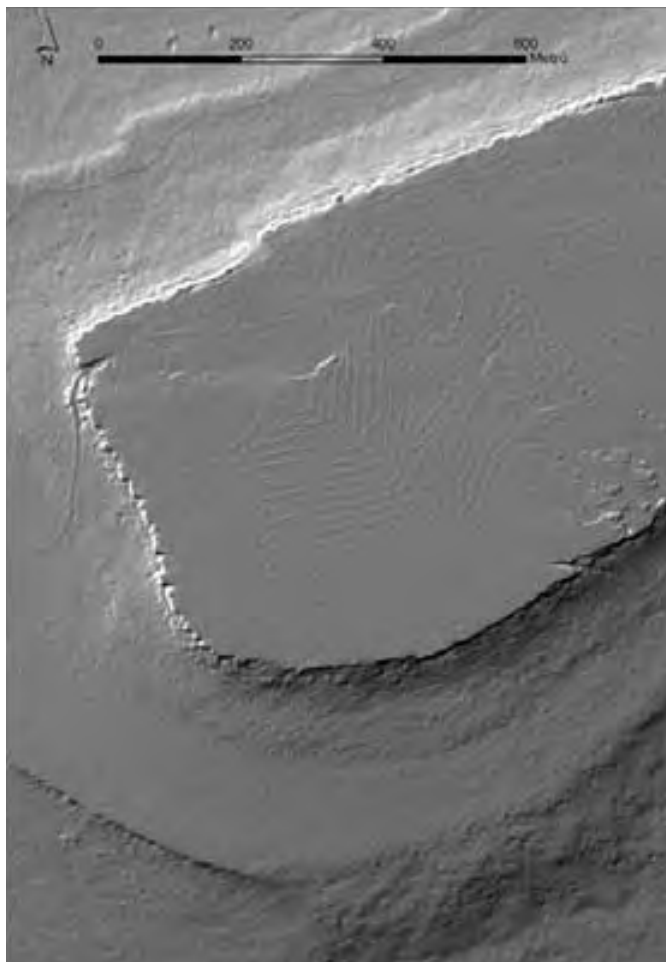
10.6. Sněžník (okr. Děčín): Digitální model terénu

10.6 Sněžník (Děčín region): Digital terrain model.

6. Archeologický potenciál oblasti Národního parku Českého Švýcarska

V 90. letech 20. století byla oblast Českého Švýcarska podrobená poměrně detailnímu archeologickému průzkumu pomocí povrchové prospekce, při němž bylo objeveno několik pravěkých lokalit z období mezolitu (pro účely ověření lidarovým systémem nevhodné), zároveň byl nálezový fond výrazně rozšířen o objevy mnohých dokladů lidské aktivity z období středověku a raného novověku (sídelní struktury, výrobní činnost, exploatace nerostných surovin...), viditelných často v podobě fragmentárních nadzemních reliktnů (Zápotocký 1977, 521-553; Gabriel 1981, 33-62; Gabriel 1986; Černá 1994; Svoboda et al. 1999; Lissek 2003).

V současné době známe okolo jednoho sta archeologických lokalit, pocházejících z výše popsané oblasti, převážně v podobě zaniklých středověkých vesnic (Mikulášovice 420 m n. m., Brtníky 400 m n. m., Kopec 355 m n. m.), hradů (Šaunštejn, Falkenštejn, Chříbský, Kyjovský, Vlčí hrádek), těžebních areálů



10.7. Sněžník (okr. Děčín): detail zachycení úvozové cesty v jihozápadním rohu akropole

10.7 Sněžník (Děčín region): Detail of capturing road in the south-east corner of the acropolis

lů (vápenný lom Brtníky, Vlčí Hora), výrobních areálů (dehet, smola), sklářských hutí, dokladů těžby lomového kamene (limonický pískovec – Železné jámy u Kyjova, dobývky u zaniklé středověké vesnice Purkatice) a úvozů. Veškeré tyto situace antropogenního původu lze velice efektivně sledovat a dokumentovat právě za pomoci techniky laserového skeneru (vzhledem k charakteru krajiny – takovýto krajinný model je v podstatě nemožné detailně prozkoumat tradičními, dosud využívanými nedestruktivními metodami jako je letecké snímkování či povrchové sběry).

Hlavním záměrem prezentovaného projektu zmapování oblasti Národního parku České Švýcarsko (termín dokončení zima 2010) je nastínit možnosti využití laserového skeneru v české archeologii a tím začlenění naší země do skupiny evropských (i světových) zemí, jež se testováním a aplikací této metody v rámci historických věd zabývají.

Projekt archeologického zmapování Českého Švýcarska za pomoci laserového skeneru je orientován na několik zájmových okruhů:



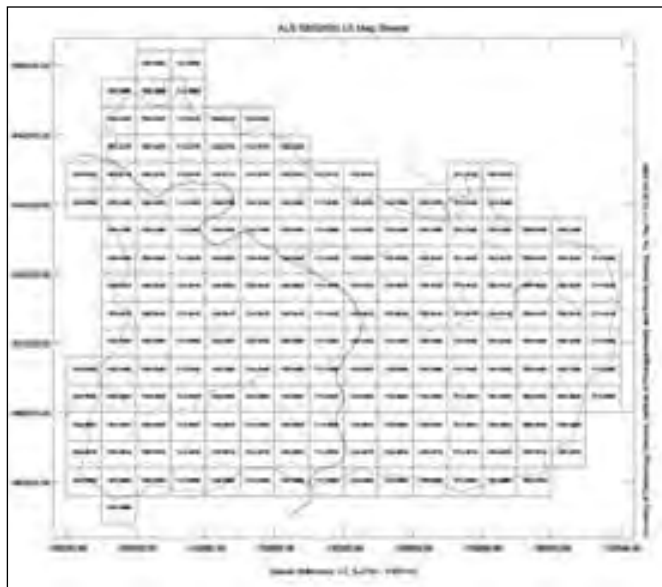
10.8. Sněžník (okr. Děčín) – úprava vizualizace v programu Vimage (náklon slunečního svitu – 27°, kontrast zvýšen na 4 stupně)

10.8 Sněžník (Děčín region) – adjustment of visualization in Vimage program (sunshine tilt – 27°, contrast increased to 4 degrees)

- dokumentace dosud známých lokalit
- přesné zaměření a tvorba plánů (srovnání přesnosti metody zaměření lidarem s pozemním měřením totální stanicí u vybraných lokalit)
- komparace lidarových výstupů s archivem archeologických lokalit tohoto území a rozšíření o nově objevené situace (viz obr. 10.6., 10.7., 10.8.).
- analýza prostorových vazeb jednotlivých objektů
- validace vybraných lokalit dalšími nedestruktivními metodami (geofyzikální průzkum, povrchové sběry a prospekce krajiny, příp. mikrosondáže); viz obr. 10.9.

7. Závěr

V českém prostředí je aplikace lidarové techniky teprve na samém počátku, nejčastěji využívanými pramennými zdroji



10.9. Vizualizace oblastí v souřadnicovém systému S-JTSK/KROVAK (Trommler 2008)

10.9 Visualization of area in the coordinate system S-JTSK/KROVAK (Trommler 2008)

pro prospekční průzkum krajiny a jejích komponent zůstávají letecké snímky (šikmé i vertikální) a terénní prospekce. Tyto metody jsou jistě velmi efektivní zejména v systematic-

ky agrárně obhospodařovaných oblastech, avšak LIDAR nabízí mnohá rozšíření a určitou nadstavbu či doplnění těchto nedestruktivních technik. Jeho využití nalezneme nejen v oblasti ochrany památek a jejich kvalitní dokumentace a evidence, ale také ve sféře nově detekovaných lokalit, jež jsou zpravidla velmi obtížně zachytitelné. Výsledky analýzy a syntéza dat získaných v zájmovém území Českého Švýcarska a jejich interpretace budou v blízké zveřejněny v odborném tisku.

Summary

In this study, we are presenting project *LIDAR. Potential and laser scanning in the protected landscape area České Švýcarsko; case study* based on analysis of assessment of using laser scanning method for purposes of archaeology. In the Czech environment, this technique can be characterized as something new in contrary to the Western Europe where this technique has been used for several decades. In the Czech archaeology, laser scanning has not been significantly used yet (mostly because of lack of technical equipment needed). Region of the National park České Švýcarsko was of the scarce regions prospected by laser scanning. This area is a specific landscape unit of a hilly and forested character suitable for mapping by the technique mentioned above. This study presents particular possibilities of methodological analytical procedures on the base of theoretical model aiming to verify level of usefulness of this technique.

Literatura

- Bálek, M. 1995:* Bisherige Ergebnisse der Luftprospektion in Südmähren und ihr Beitrag zur Erforschung von Feldmarschlagern aus der römischen Kaiserzeit. In: *Luftbildarchäologie in Ost- und Mitteleuropa. Aerial Archaeology in Eastern and Central Europe* (Kunow, J. ed.), 241-246. Potsdam.
- Bálek, M. – Hašek, V. – Měřínský, Z. – Segeth, K. 1986:* Metodický přínos kombinace letecké prospekce a geofyzikálních metod při archeologickém výzkumu na Moravě – Aerial survey and geophysical methods in archaeological investigation in Moravia. *Archeologické rozhledy* 38, 550-574.
- Bálek, M. – Podborský, V. 2001:* Začátky letecké archeologie na jižní Moravě. In: Podborský, V. (ed.), 50 let archeologických výzkumů Masarykovy univerzity na Znojemsku. Brno (Masarykova univerzita), 69-94.
- Bálek, M. – Šedo, O. 1998:* Příspěvek k poznání krátkodobých táborů římské armády na Moravě. *Památky archeologické* 89, 159-192.
- Bálek, M. – Unger, M. 1996:* Ohrazené středověké vesnice na jižní Moravě. *Archaeologia historica* 21, 429-442.
- Beck, A. 2006:* Google Earth and World Wind: remote sensing for the masses? *Antiquity* 80. URL: <<http://antiquity.ac.uk/projgall/beck308/>> [cit. 16. 03. 2010, 16:26]
- Becker, H. (ed.) 1996:* Archäologische Prospektion Luftbildarchäologie und Geophysik. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege 59. München.
- Bewley, R. – Rączkowski, W. (eds.) 2002:* *Aerial Archaeology. Developing Future Practice.* Amsterdam-Berlin-Oxford-Tokyo-Washington D. C: IOS Press.
- Bewley, R. – Braasch, O. – Palmer, R. 1996:* An Aerial Archaeology Training Week, 15-22 June 1996, held near Siófok, Lake Balaton, Hungary, *Antiquity* 70, 745-750.
- Blom, R. – Crippen, R. – Flachi, C. – Clapp, N. – Hedges, G. – Zarins, J. 2007:* Southern Arabian Desert trade routes, frankincense, mirrh and the Ubar legend. In: J. Wiseman – F. El-Baz (eds.), *Remote sensing in archaeology.* New York, 71 – 88.
- Boháč, Z. 1982:* Katastry, málo využitý pramen k dějinám osídlení, *Historická geografie* 20, 15 – 83.
- Böhm, J. 1939:* Letecká fotografie ve službách archeologie, *Zpravy památkové péče*, 63-65.
- Braasch, O. 1997:* Bemerkungen zur archäologischen Flugprospektion in West und Ost. In: Oexle, J. (ed.), *Aus der Luft. Bilder unserer Geschichte. Luftbildarchäologie in Zentraleuropa.* Dresden (Landesamt für Archäologie), 29-37.
- Braasch, O. 2002:* Goodbye Cold War! Goodbye Bureaucracy? Opening the Skies to Aerial Archaeology in Europe. In: B. Bewley – W. Rączkowski (eds.), *Aerial Archaeology. Developing Future Practice.* Amsterdam-Berlin-Oxford-Tokyo-Washington D. C: IOS Press, 19-22.
- Bradford, J. 1957:* *Ancient Landscapes: Studies in Field Archaeology.* London: Bell.
- Brejcha, R. – Wroniecki, P. (v tisku):* Usefulness of non-destructive methods in determining and documenting the state of preservation of an archaeological site liable to destruction. In: *Na marginesie... w kręgu tematów pomijanych.* Poznań.
- Brnič, Ž. – Sankot, P. 2005:* Časně laténský pohřební areál s „enclos quadrangulaire“ v Černoučku, okr. Litoměřice, *Památky archeologické* 46.
- Brophy, K. – Cowley, D. (eds.) 2005:* *From the Air: Understanding Aerial Archaeology.* Stroud: Tempus.
- Brůna, V. – Buchta, I. – Uhlířová, L. 2002:* Identifikace historické sítě prvků ekologické stability krajiny na mapách vojenských mapování, *Acta Universitatis Purkynianae* 81. Ústí nad Labem.
- Břoušek, L. – Laža, L. 2006:* 55 let vojenské geografie v Dobrušce. *Vojenský geografický obzor* 1, Příloha 1, 24 stran.
- Burgeois, J – Meganck, M. (eds.) 2005:* *Air Photography and Archaeology 2003. A Century of Information (Archaeological Reports Ghent University 4).* Gent.
- Conrov, G. – Anemone, R. – Van Regenmorter, I. – Addison, A. 2008:* Google Earth, GIS, and the Great Divide: A new and simple method for sharing paleontological data, *Journal of Human Evolution* 55, 751 – 755.
- Crawford, O. G. S. 1954:* A Century of Air-photography. *Antiquity* 28/112, 206-210.
- Crawford, O. G. S. 1955:* Said and Done: The Autobiography of an Archaeologist. London: Weidenfeld and Nicolson.
- Crawford, O. G. S. – Keiller, A. 1928:* *Wessex from the Air.* Oxford.
- Černá, E. 1994:* Středověké sklo v zemích Koruny České. UAP-PM, Most.
- Čtverák, V. – Lutovský, M. – Slabina, M. – Smejtek, L. 2003:* *Encyklopedie hradišť v Čechách.* Praha.
- Demek, J. – Mackovčín, P. a kol. 2006:* *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny.* 2. vydání, Brno.
- Deuel, L. 1979:* *Objevy z ptačí perspektivy.* Praha: Mladá fronta.
- Devereux, B. et al. 2005:* The potential of airborne lidar for detection of archaeological features under woodland canopies, *Antiquity* 79, 648-660.
- Dolanský, T. 2004:* Lidary a letecké laserové skenování, *Acta Universitatis Purkynianae* n. 99. Ústí nad Labem, UJEP FŽP, 2004.

- Dolanský, T. – Gasió, M. 2006:* Laserové skenování na území Českého Švýcarska. In: GEOS 2006. Praha: VÚGTK, 2006, 54.
- Doneus, M. 2000:* Vertical and Oblique Photographs. AAR-Gnews, The Newsletter of the Aerial Archaeology Research Group 20, 33-39.
- Doneus, M. – Briese, C. 2006a:* Digital terrain modelling for archaeological interpretation within forested areas using full-waveform laserscanning. In: M. Ioannides – D. Arnold – F. Niccolucci – K. Mania (eds), The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST (2006), 155-162.
- Doneus, M. – Briese, C. 2006b:* Full-waveform airborne laser scanning as a tool for archaeological reconnaissance. In: S. Campana – M. Forte (eds), From Space to Place. Proceedings of the 2nd International Conference on Remote Sensing in Archaeology. BAR International Series, 1568. Archaeopress, Rom, 99-106.
- Doneus, M. – Eder-Hinterleitner, A. – Neubauer, W. 2001:* Archaeological Prospection in Austria. In: Doneus, M. – Eder-Hinterleitner, A. – Neubauer, W. (eds), Archaeological Prospection. Fourth International Conference on Archaeological Prospection. Wien (Austrian Academy of Sciences), 11-33.
- Dreslerová, D. 1995:* The prehistory of the middle Labe (Elbe) floodplain in the light of archaeological finds, Památky archeologické 86, 105-145.
- Dreslerová, D. 1998:* Keramika jako indikátor změn krajiny, Archeologické rozhledy 50, 159-169.
- Dreslerová, D. 2001:* Využití GIS při zkoumání struktury mikroregionů. In: J. Kozłowski – E. Neustupný (eds.), Archeologia przestrzeni metody i wyniki badań struktur osadnicích w dorzeczu górnej Łaby i Wisły. Krakow, 55-68.
- Dreslerová, D. 2004a:* Dynamika povrchu krajiny v holocénu. In: Kuna, M. a kol., Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle. Praha, Academia.
- Dreslerová, D. 2004b:* Vývoj osídlení a struktury pravěké krajiny na středním Labi. Pokus o přímé srovnání archeologické a pyloanalytické evidence, Archeologické rozhledy 56, 739-762.
- Dreslerová, D. 2004c:* Výzkumy v Čechách 2002. Praha, 78-79.
- Dreslerová D. – Pokorný, P. 2004:* Vývoj osídlení a struktury pravěké krajiny na středním Labi, Archeologické rozhledy 56, 739-762.
- Dulęba, P. – Wroniecki, P. 2009:* Sprawozdanie z badań powierzchniowych na Pomorzu. Nálezová zpráva, uloženo IA UW, Warszawa.
- Gabriel, F. 1981:* K datování a funkci středověkých opevnění v Českém Švýcarsku, Archaeologia historica 6, 33-62.
- Gabriel, F. 1986:* České Švýcarsko očima archeologa. Okresní muzeum Děčín, 1995.
- Garrison, T. – Houston, S. – Golden, C. – Inomata, T. – Nelson, Z. – Munson, J. 2008:* Evaluating the use of IKONOS satellite imagery in lowland Maya settlement archaeology, Journal of Archaeological Science 35, 2770 – 2777.
- Gasió, M. 2006:* Laserové skenování pro tvorbu 3D modelu vybrané části Národního parku České Švýcarsko, diplomová práce, Fakulta životního prostředí, Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem.
- Gojda, M. 1996:* Kombinovaná metoda leteckého průzkumu a povrchových sběrů a její význam pro studium topografie pravěkého osídlení, Archeologické rozhledy 48, 220-246.
- Gojda, M. 1997a:* Letecká archeologie v Čechách – Aerial Archaeology in Bohemia. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Gojda, M. 1997b:* The Contribution of Aerial Archaeology to European Landscape Studies: Past Achievements, Recent Developments and Future Perspectives, Journal of European Archaeology 5 (2), 91-104.
- Gojda, M. 2000:* Archeologie krajiny. Vývoj archetypů kulturní krajiny. Praha, Academia.
- Gojda, M. 2002a:* Mělnická kotlina v proměnách tisíciletí: sídelní prostor ve světle leteckého průzkumu, Vlastivědný sborník Mělnicka IV, 6-15.
- Gojda, M. 2002b:* Velké pravěké ohrazení v Klech (okr. Mělník). Využití nedestruktivních metod výzkumu k poznání nového typu areálu, Archeologické rozhledy 54, 371-430.
- Gojda, M. 2003:* Letecký průzkum a identifikace komponent sídelních areálů prostřednictvím porostových příznaků: Metodické poznámky. In: Šmejda, L. – Vařeka, P. (eds.), Sedmdesát Neustupných let. Plzeň, 65-73.
- Gojda, M. 2004a:* Letecká archeologie a dálkový průzkum – Aerial archaeology and remote sensing. In: Kuna, M. (ed.), Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle – Non-destructive archaeology: theory, methods and goals. Praha, Academia, 49-115.
- Gojda, M. 2004b:* Prehistoric Bohemia: landscape and settlement in the heart of Europe. Landscapes, 35-54.
- Gojda, M. (ed.) 2004c:* Ancient Landscape, Settlement Dynamics and Non-Destructive Archaeology. Prague: Academia.
- Gojda, M. 2005:* LIDAR a jeho možnosti ve výzkumu historické krajiny. Archeologické rozhledy 57, 806-809.
- Gojda, M. 2007:* Lety do minulosti. Praha: Národní muzeum.
- Gojda, M. 2008a:* Archeologie, společnost a univerzitní vzdělání. Poznámky k aktuálním trendům. Archeologické rozhledy 60, 755-768.
- Gojda, M. 2008b:* Výročí dvou průkopníků letecké fotografie a dálkového průzkumu. Archeologické rozhledy 60/4, 784-786.
- Gojda, M. 2008c:* Archiv leteckých snímků Archeologického ústavu AV ČR v Praze (1992 – 2007). In: E. Černá – J. Kul-

- javceva-Hlavová (eds), Archeologické výzkumy v severozápadních Čechách v letech 2003 – 2007. Sborník k životnímu jubileu Zdeňka Smrže. Most, 409-417.
- Gojda, M. 2009: Military activities on Rome's Frontier: the Evidence of Aerial Archaeology. In: V. Salač – J. Bemmann (eds.), *Mitteuropa zur Zeit Marbods*. Praha – Bonn, 577-594.
- Gojda, M. 2010: Remote Sensing for the Integrated Study and Management of sites and Monuments. A Central European Perspective and a Czech Case Study. In: D. Cowley (ed.), *Remote Sensing for Archaeological Heritage Management in the 21st Century*. EAC Occasional Paper 3, v tisku.
- Gojda, M. – Dreslerová, D. – Foster, P. – Křivánek, R. – Kuna, M. – Vencl, S. – Zápotocký, M. 2002: Velké pravěké ohrazení v Klech (okr. Mělník). Využití nedestruktivních metod výzkumu k poznání nového typu areálu, *Archeologické rozhledy* 54, 371-430.
- Gojda, M. – John, J. 2009: Dálkový archeologický průzkum starého sídelního území Čech. Konfrontace výsledků letecké prospekce a analýzy družicových dat – Remote sensing and the study of lowland ancient landscapes in Bohemia. Comparison of the potential of aerial reconnaissance and high-resolution satellite data, *Archeologické rozhledy* 61, 467-492.
- Haigh, J. G. B. 1989: Rectification of aerial photographs by means of desktop systems. In: Rahtz, S. – Richards, J. (eds.), *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology 1989*, British Archaeological Reports, International Series 548. Oxford: Archaeopress, 111-119.
- Hampton, J. N. 1978: The Mapping and Analysis of Archaeological Evidence Provided by Air Photographs. *Aerial Archaeology* 2, 18-24.
- Hanson, W. S. 2008: The Future of Aerial Archaeology (or Are Algorithms the Answer?). In: Lasaponara, R. – Masini, N. (eds.), *Remote Sensing for Archaeology and Cultural Heritage Management*. Rome: Aracne, 47-50.
- Hnojil, J. 2005: Od klu ke GISům. Jak historie formovala základy současných geoinformačních technologií. *GEOinformace* 3, 12-18.
- Hollaus, M – Wagner, M. 2007: Operational use of airborne laser scanning for forestry applications in complex mountainous terrain. In: *Proceedings of the 9th International Symposium on High Mountain Cartography*, Grazer Schriften der Geographie und Raumforschung Band 43, Institut für Geographie und Raumforschung, TU Graz, Graz, 19-26.
- Hollaus, W. et al. 2009: Operational wide-area stem volume estimation based on airborne laser scanning and national forest inventory data; *International Journal of Remote Sensing*, 30, 5159-5175.
- Challis, K. – Priestnall, G. – Gardner, A. – Henderson, J. – O'Hara, S. 2002 – 2004: *Corona Remotely – Sensed Imagery in Dryland Archaeology: The Islamic City of al – Raqqa, Syria*, *Journal of Field Archaeology*, Vol. 29, No. 1/2, 139-153.
- Chalupa, A. – Lišková, M. – Nuhlíček, J. – Rajtoral, F. (ed.) 1964: *Tereziánský katastr český, svazky 1 a 2 rustikálu, svazek dominikálu*. Praha.
- Jiráň, L. 1991: Vývoj osídlení v mladší a pozdní době bronzové na území dnešního okresu Mělník, *Archeologické rozhledy* 43, 90-119.
- Kobyliński, Z. 2001: *Teoretyczne podstawy konserwacji dziedzictwa archeologicznego*. Warszawa.
- Kobyliński, Z. 2005: *Archeologia lotnicza w Polsce. Osiem dekad wzlotów i upadków – Aerial Archaeology in Poland*. Warszawa: Państwowe Muzeum Archeologiczne.
- Kondracki, J. 2002: *Geografia regionalna Polski*. Warszawa.
- Kotyška, V. 1895: *Úplný místopisný slovník Království českého*. Praha.
- Kovárník, J. 1996: Přínos letecké archeologie k poznání pravěku a rané doby dějinné na Moravě (1983 – 1995). *Archeologické rozhledy* 48, 177-193.
- Kovárník, J. 1998: Pravěké kruhové příkopy na Moravě. Letecká prospekce, geofyzikální měření, archeologický výzkum a interpretace. In: *Ve službách archeologie. Sborník k 60. narozeninám V. Haška*. Brno, 145-161.
- Krasnodębski, D. 2005: Polish Aerial Photos 1923-1929. In: J. Burgeois – M. Meganck (eds.), *Air Photography and Archaeology 2003. A Century of Information (Archaeological Reports Ghent University 4)*. Gent, 113-119.
- Kraus, K. 2003: *Airborne Laser Scanning*, Newsletter Euro-SDR 2, 11-12.
- Kraus, K. – Pfeifer, N. 1998: Determination of terrain models in wooded areas with airborne laser scanner data, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 54/4, 193-203.
- Kraus, K. – Pfeifer, N. 2001: Advanced DTM Generation from Lidar Data, *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing XXXIV-3/W4*, 23-35.
- Kraus, K. – Rieger, W. 1999: Processing of laser scanning data for wooded areas. In: Fritsch – Spiller eds.: *Photogrammetric Week '99*. Stuttgart, Wichmann Verlag, 221-231.
- Krejčová, K. 2008: *Informační potenciál výsledků letecko-archeologického průzkumu Čech – vybrané oblasti Mělnicka*. Neubl. diplomová práce. Plzeň.
- Królewicz, S. 2005: Charakterystyka wybranych cech wspólnych średnio- i wysokorozdzielczych danych teledetekcyjnych. In: J. Nowakowski – A. Prinke – W. Rączkowski (eds), *Biskupin... i co dalej? Zdjęcia lotnicze w polskiej archeologii*. Poznań 101-108.
- Křivánek, R. 2008: Geofyzikální měření při ověřování výsledků leteckých průzkumů v severozápadních Čechách. In: Černá, E. – Kuljavceva-Hlavová, J. (eds.), *Archeologické výzkumy v severozápadních Čechách v letech 2003 – 2007, sborník k životnímu jubileu Zdeňka Smrže, Příspěvky*

- k pravěku a rané době dějinné severozápadních Čech 15, s. 385 – 397.
- Kuna, M. et al. 2004:* Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle. Praha: Academia.
- Kuna, M. – Křivánková, D. 2006:* Archiv 3.0. Systém archeologické databáze Čech. Uživatelská příručka. Praha.
- Kuna, M. – Křivánková, D. – Krušinová, L. 1995:* Archiv 2.0 – Archeologická databáze Čech – uživatelská příručka.
- Kunow, J. (ed.) 1995:* Luftbildarchäologie in Ost- und Mitteleuropa – Aerial Archaeology in Eastern and Central Europe. Forschungen zur Archäologie im Land Brandenburg 3. Potsdam: Brandenburgisches Landesmuseum für Ur- und Frühgeschichte.
- Kuzma, I. – Hanzelyová, E. – Rajtár, J. – Tirpák, J. 1996:* New Results in Aerial Archaeology in Slovakia: Experience with Reconnaissance, Geophysical Measurement and Follow-up excavations. *Archaeological Prospection* 3, No. 2: 71-79.
- Lasaponara, R. – Masini, N. 2007:* Detection of archaeological crop marks by using satellite QuickBird multispectral imagery, *Journal of archaeological science* 34, 214 – 221.
- Lasaponara, R. – Masini, N. eds. 2008:* Remote Sensing for Archaeology and Cultural Heritage Management. Aracne, Rome.
- Lekeš, V. – Rejsek, J. – Souček, Z. (red.) 1990:* Rameno u Sadské, ohrožená lokalita polabské přírody, Polabská příroda 3, Poděbrady, Polabské muzeum.
- Lipský, Z. 2000:* Sledování změn v kulturní krajině. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce.
- Lissek, P. 2003:* Příspěvek k poznání struktury středověkého osídlení Českého Švýcarska. In: *Minulosti Českého Švýcarska 1*, sborník příspěvků historické konference 2002. Krásná Lípa, 46-55.
- Mackovič, V. 2004:* Střední Polabí na prahu třetího tisíciletí, *Urbanismus a územní rozvoj* 6.
- Masini, N. – Lasaponara, R. 2007:* Investigating the spectral capability of QuickBird data to detect archaeological remains buried under vegetated and not vegetated areas, *Journal of Cultural Heritage* 8, 53 – 60.
- Majer, A. 1996:* Porostní příznaky z hlediska barevného procesu ve vegetaci, *Archeologické rozhledy* 48, 264-272.
- Meduna, P. 2008:* K stavební podobě raně středověkých „curtes“. In: E. Černá – J. Hlavová (eds.), *Archeologické výzkumy v severozápadních Čechách v letech 2003 – 2007*, Most 269-276.
- Müller, H. et al. 2008:* GIS based processing of multiple source prospection data in landscape archaeology. *Proceedings of the 1st International Workshop on “Advances in Remote Sensing for Archaeology and Cultural Heritage Management”*. Rome 30 September – 4 October 2008, 113-117.
- Nagy, P. – Schlenther, U. 2007:* The ‚AeroDat‘ project – 21st century archaeological aerial survey. *AARGnews*. The Newsletter of the Aerial Archaeology Research Group 34, 14-27.
- Neustupný, E. 1986:* Nástin archeologické metody, *Archeologické rozhledy* 38, 525-548.
- Neustupný, E. 1993:* Some field walking theory, *Památky archeologické* 84-2, 150-152.
- Neustupný, E. 1994:* Role databází v archeologii, *Archeologické rozhledy* 46, 123-130.
- Němec, J. et al. 1996:* Chráněná území ČR 1 – Střední Čechy. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny České Republiky.
- Nowakowski, J. – Prinke, A. – Rączkowski, W. (eds.) 2005:* Biskupiń... i co dalej? Zdjęcia lotnicze w polskiej archeologii – Biskupiń... and what next? Aerial photographs in Polish archaeology. Poznań: Instytut prahistorii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza.
- Palmer, R. 1978:* Computer Transcriptions from Air Photographs: An Explanation. *Aerial Archaeology* 2, 5-8.
- Palmer, R. 1989:* Thoughts on Some Aspects of Air-Photo Archaeology. In: D. Kennedy, *Into the Sun*. Sheffield: J.R. Collis Publications, 53-60.
- Palmer, R. 2005a:* Dlaczego niezbędna jest interpretacja zdjęć lotniczych i wykonywanie map? – Why photo interpretation and mapping is necessary? In: Nowakowski, J. – Prinke, A. – Rączkowski, W. (eds.), *Biskupiń... i co dalej? Zdjęcia lotnicze w polskiej archeologii*, Poznań: Instytut prahistorii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, 407-412.
- Palmer, R. 2005b:* Google Maps, *AARG News* 31, 38-40.
- Parcak, S. 2009:* *Satellite Remote Sensing for Archaeology*. London – New York: Routledge.
- Pavelka, K. 2003:* Fotogrammetrie. *Západočeská univerzita v Plzni*.
- Pernička, R. M. 1961:* Eine unikate Grabanlage der Glockenbecherkultur bei Prosiměřice, Süd-west-Mähren. *Sborník prací filosofické fakulty brněnské university* E 6, 9-54.
- Píč, J. L. 1903:* *Starožitnosti země české II. 2. Hradiště u Stradonic*. Praha.
- Poidebard, A. 1934:* *Le Trace de Rome dans le désert de Syrie*. Paris.
- Rączkowski, W. 2002:* *Archeologia lotnicza – metoda wobec teorii (Aerial archaeology – method in the face of theory)*. Poznań: Wydawnictwo naukowe UAM.
- Rączkowski, W. 2005:* Theoretical dialogues – is there any theory in aerial archaeology? *AARGnews*, Supplement 1, 12-22.
- Rajewski, Z. 1975:* *Aerofotografia w badaniach terenowych w Polsce*, *Wiadomości Archeologiczne* 39, 560-566.
- Riley, D. N. – Edwards, D. A. – Gates, T. – Hampton, J. N. – Whimster, R. P. 1985:* The Mapping of Archaeological Evidence from Air Photographs. *Aerial Archaeology* 11, 1-30.

- Rulf, J. 1994:* Pravěké osídlení střední Evropy a niva. In: Beneš, J. – Brůna, V. (eds.), *Archeologie a krajinná ekologie*. Most.
- Sádlo, J. – Storch, D. 2000:* *Biologie krajiny*. Praha, Vesmír.
- Sádlo, J. – Pokorný, P. – Hájek, P. – Dreslerová, D. – Cílek, V. 2005:* *Krajina a revoluce*. Praha, Malá Skála.
- Sauerbier, M. – Schrotter, G. – Lambers, K. – Eisenbeiss, H. 2006:* Multi-resolution image-based visualization of archaeological landscapes in Palpa, Peru. In: (S. Campana – M. Forte (eds.), *From Space to Place*. BAR International Series 1568. Oxford 353-359.
- Scollar, I. 1978:* Computer Image Processing for Archaeological Air Photographs. *World Archaeology* 10/1, 71-87.
- Scollar, I. 2009:* Inspiring Google Earth precise positioning, *AARGnews* 39, 25-31.
- Scollar, I. – Palmer, R. 2008:* Using Google Earth imagery, *AARGnews* 37, 15-21.
- Scollar, I. – Tabbagh, A. – Hesse, A. – Herzog, I. 1990:* *Archaeological Prospecting and Remote Sensing*. Topics in Remote Sensing 2. Cambridge University Press.
- Semotanová, E. 2002:* *Historická geografie*. Praha, Historický ústav AV ČR.
- Shell, C. 2002:* Airborne High-Resolution Digital, Visible, Infra-red and Thermal Sensing for Archaeology. In: Bewley, R. – Rączkowski, W. (eds), *Aerial Archaeology. Developing Future Practice*, NATO Science Series. Amsterdam – Berlin – Oxford – Tokyo – Washington, DC (IOS Press), 181-195.
- Schmidt, V. 1896:* Praehistorické sídliště u Knovíze s popelnicovitými jámami. *Památky archeologické* 16 (1893-95), 243-278.
- Schwarz, R. 2003:* Pilotstudien. Zwölf Jahre Luftbildarchäologie in Sachsen-Anhalt. Halle (Saale): Landesmuseum für Vorgeschichte.
- Schroeder, S. 2004:* Power and Place: Agency, ecology, and history in the American Bottom, Illinois, *Antiquity* 78/302.
- Sklenář, K. 1982:* Pravěké nálezy na Mělnicku a Kralupsku. *Archeologický místopis okresu Mělník v pravěku a rané době dějinné*. Mělník.
- Smrž, Z. 1996:* Aplikace metody letecké archeologie v severozápadních Čechách, *Archeologické rozhledy* 48, 213-219.
- Smrž, Z. 1999:* Příspěvek letecké archeologie k poznání archeologického potenciálu území mezi Libočany a Soběsuky na Žatecku, *Archeologické rozhledy* 51, 517-531.
- Smrž, Z. 2000:* Vypovídací schopnost a efektivita letecké archeologie. In: P. Čech – M. Dobeš (eds.), *Sborník Miroslavu Buchvaldkovi*. Most, 239-242.
- Smrž, Z. 2002:* Archeologie znovu nalézaného. In: Neustupný, E. (ed.), *Archeologie nenalézaného*. Sborník přátel, kolegů a žáků k životnímu jubileu Slavomila Vencla. Plzeň, 206-216.
- Smrž, Z. – Hluštík, A. 2007:* Polní opevnění z roku 1813 mezi Postoloprty a Budyní nad Ohří: výsledky letecké prospekce a historického bádání, *Archeologické rozhledy* 59, s. 713-746.
- Smrž, Z. – Majer, A. 1995:* Knovízské sídliště v Lišanech, okr. Louny. Výzkum, letecká prospekce a geodetické vyhodnocení – Die Knovízer Siedlung in Lišany, Bezirk Louny. Ausgrabung, Flugprospektion und geodätische Auswertung, *Archeologické rozhledy* 47/1, 102-114.
- Smrž, Z. – Meduna, P. – Brůna, V. – Křivánek, R. 1999:* Polní fortifikace z 18. – 19. století u obce Poplze, okr. Litoměřice, *Archeologické rozhledy* 51, s. 335-345.
- Souček, Z. – Čejka, J. 1996:* Poděbrady a vycházky do okolí. Poděbrady: nakladatelství Zámek.
- Svoboda, J. – Cílek, J. – Jarošová, V. 1999:* Mezolit na Českolipsku: poznámky k současnému stavu výzkumů, *Bezděz* 8, 11-34.
- Šmejda, L. 2007:* Letecká archeologie a internetové zdroje dat: situace v ČR – Aerial Archaeology and the Internet: the Situation in the Czech Republic. In: P. Křišťuf – L. Šmejda – P. Vařeka (eds.), *Opomíjená archeologie 2005 – 2006*. Plzeň: Katedra archeologie ZČU, 255-260.
- Šmejda, L. 2009:* Mapování archeologického potenciálu pomocí leteckých snímků. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
- Špecinger, O. 1983:* Mělnicko. Středočeské nakladatelství a knihkupectví.
- Thomas, D. – Kidd, F. – Nikolovski, S. – Zipfel, C. 2008:* The Archaeological sites of Afghanistan in Google Earth, *AARGnews* 37, 22 – 30.
- Tomášek, M. 2000:* Půdy české republiky, ČGÚ Praha, 2. doplněné vydání.
- Tomášek, M. 2003:* Půdy České republiky. Praha, Česká geologická služba, 3. vydání.
- Tomášek, M. 2007:* Půdy České republiky. Česká geologická služba. Praha, 4. vydání.
- Trier, Ø. – Larsen, S. – Solberg, R. 2009:* Finding burial mounds from space: automatic detection of circular soil marks and crop marks in QuickBird imagery of agricultural land in south-east Norway, *AARGnews* 39, 18-24.
- Trommler, M. 2008:* Geobasisdaten für die Sächsisch – Böhmisches Schweiz, Grenzüberschreitende digitale Geländemodelle und digitales Orthobild – Mosaik für die Nationalpark. Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Dresden.
- Turek, R. – Břeň, J. 1961:* Archeologie ze vzduchu. *Letecký obzor* 5/12, 396-397.
- Valečka, J. et al. 1997:* *Geologická mapa České Švýcarsko*, ČGÚ Praha.
- Váňová, S. 2009:* Zpracování leteckých snímků na ukázkové řadě vybraného území, diplomová práce, Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Brno.

- Venclová, N. (ed.) 2008: Archeologie pravěkých Čech 6. Doba halštatská. Praha.*
- Visy, Z. 1997: Stand und Entwicklung der archäologischen Prospektion in der DDR, der Tschechoslowakei und Ungarn in den Jahren 1945 bis 1990. In: Oexle, J. (ed.), Aus der Luft – Bilder unserer Geschichte. Dresden (Landesamt für Archäologie), 23-27.*
- Wilson, D. 2000: Air photo interpretation for archaeologists. London.*
- Wiseman, J. – El-Baz, F. (eds.) 2007: Remote sensing in archaeology. New York.*
- Zap, K. V. 1855: Bojiště kolínské. Památky archeologické a místopisné 1, 298-310.*
- Zápotocký, M. 1969: K významu Labe jako spojovací a dopravní cesty. Památky archeologické 60, 277-360.*
- Zápotocký, M. 1977: Slovanské osídlení na Děčínsku, Archeologické rozhledy 29, 521-553.*
- Zuk, L. 2005: Re-constructing 'bloody good mapping'. AAR-Gnews, Supplement 1, 25-31.*

Seznam důležitých internetových adres použitých v tomto svazku

Podle autorů

- Beck, A. 2006:* Google Earth and World Wind: remote sensing for the masses? *Antiquity* 80. URL: <http://antiquity.ac.uk/projgall/beck308/> [cit. 16. 03. 2010, 16:26].
- Clabby, C.:* Web lets UNC prof do armchair archaeology: Google Earth has free satellite maps [online]. Sun, Oct. 15, 2006 12:00AM. *The News & Observer*, c2009 [cit. 2009-03-22]. Dostupný z WWW: <http://www.newsobserver.com/150/story/498957.html>.
- Čížek, J. 2008:* Planeta Seznam: Mapy, na kterých je všechno. [Cit. 15. 4. 2009] <http://www.zive.cz/text.aspx?textart=1&article=146576>.
- Čížek, J. 2008:* Nové české Google Mapy mají obrovský potenciál. [Cit. 7. 5. 2008] <http://www.zive.cz/text.aspx?textart=1&article=141629>.
- Čížek, J.:* Google nabídne nejpodrobnější satelitní snímky světa [online]. *CPress Media, a. s.*, 2008 [cit. 2009-01-22]. Dostupný z WWW: <http://www.zive.cz/Clanky/Google-nabidne-nejpodrobnejsi-satelitni-snimky-sveta/sc-3-a-143398/default.aspx>. ISSN 1212-85.
- Handwerk, B.:* Google Earth, Satellite Maps Boost Armchair Archaeology [online]. November 7, 2006. *National Geographic*, 2006 [cit. 2009-02-17]. Dostupný z WWW: http://news.nationalgeographic.com/news/2006/11/061107-archaeology_2.html.
- Kansa, E.:* Google Archaeology, Google's Earth [online]. Saturday, Jan 12th, 2008. *Digging Digitally*, 2008 [cit. 2009-03-12]. Dostupný z WWW: <http://www.alexandriaarchive.org/blog/?p=94>.
- Keder, J. 2000:* Mapování trojrozměrné prostorové struktury polí koncentrací znečišťujících látek dominantních na území ČR, Zpráva ze řešení etapy úkolu, Český hydrometeorologický ústav, Praha [Cit. 25. 1. 2010] http://www.chmu.cz/uoco/prj/vav_740_2_00/du03-1e1-e2.pdf.
- Křivánek, R. 2003:* Contribution of geophysical measurements for survey and protection of hillforts. URL: <http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/antalya/109.pdf> [cit. 15. 03. 2010, 19:34].
- Madry, S. – Henley, A.:* Google Earth for Scientific Regional Analysis [online]. Monday, November 12, 2007. *UNC University Libraries*, c2007, Monday, November 12, 2007 [cit. 2009-03-24]. Dostupný z WWW: <http://www.lib.unc.edu/reference/gis/ge/>.
- Sherratt, A.:* Spotting tells from space [online]. September 2004. *Antiquity* 78, 2004 [cit. 2009-01-25]. Dostupný z WWW: <http://antiquity.ac.uk/ProjGall/sherratt/>.
- Šindelář, J. 2006:* Novinky u Seznamu – mapy a nová homepage [Cit. 23. 3. 2006] <http://www.zive.cz/text.aspx?textart=1&article=129687>.
- Vichrová, M. 2005:* Katalog objektů II. vojenského mapování, <http://www.kma.zcu.cz/Vichrova>.

Mapové prohlížeče

- <http://oldmaps.geolab.cz> – mapy vojenských mapování
- <http://mapy.seznam.cz> – barevná ortofotomapa
- <http://maps.google.cz> – barevná ortofotomapa
- <http://amapy.centrum.cz> – barevná ortofotomapa
- <http://www.bnhelp.cz/mapserv/bnhelp/maps.php> – černobílá ortofotomapa
- <http://mapy.1188.cz> – katastrální mapa
- <http://ms.sowac-gis.cz/> – základní charakteristiky BPEJ
- <http://www.cgu.cz> – geologická mapa ČR
- Mapy.cz [online]. <http://napoveda.seznam.cz/cz/mapovepodklady.html>.
- Mapy.cz [online]. <http://napoveda.seznam.cz/cz/operatory-a-pokrocile-funkce.html>.
- <http://amapy.atlas.cz>
- <http://bnhelp.cz>
- <http://maps.google.cz>
- <http://www.arup.cas.cz/airarch/index.htm> [Cit. 8. 8. 2009].
- <http://www.geodis.cz/produkty/druzicove-snimky> [Cit. 15. 7. 2009].
- <http://earth.google.com/support/bin/topic.py?hl=cs&topic=17080> [Cit. 10. 8. 2009].
- <http://kryl.info/clanek/573-kde-bere-google-earth-data> [Cit. 10. 8. 2009].
- <http://www.geodis.cz/sluzby/ortofotomapy> [Cit. 15. 7. 2009].
- <http://www.geodis.cz/produkty/barevna-ortofotomapa> [Cit. 15. 7. 2009].
- <http://www.geodis.cz/letecke-snimkovani> [Cit. 6. 9. 2009].
- <http://www.geodis.cz/sluzby/fotogrametricke-mapovani> [Cit. 5. 9. 2009].
- <http://www.gisat.cz/content/cz/druzicova-data> [Cit. 20. 9. 2009].

Cenia

IMS služby: <http://geoportal.cenia.cz>

- cenia_b_ortorgb05m_sde – barevná ortofotomapa
- cenia_dmu25 – digitální model území, optimalizován pro 1:
25 000
- cenia_b_retm_sde – soubor technických map
- cenia_b_rzm10_sde – rastrová ZM: 10 000

© 2010 Martin Gojda a autoři kapitol

Studie k dálkovému průzkumu v archeologii
Studies in Remote Sensing for Archaeology

Martin Gojda a kolektiv:

Roman Brejcha, Michal Brož, Lucie Čulíková, Kristýna Chybíková, Kateřina Krejčová, Ondřej Malina, Lenka Starková,
Ladislav Šmejda

Vydavatel: Katedra archeologie Fakulta filozofická
Západočeská univerzita v Plzni
Univerzitní 8, 306 14 Plzeň
Vydavatelství – tel.: 377 631 951



Grafická úprava: Jan Hána

Grafická úprava obálky: Ing. Karel Funk

Anglické překlady: Regina Janíková

Tisk: Typos, tiskařské závody, s.r.o., Plzeň

Náklad: 200 ks
1. vydání

ISBN 978-80-7043-922-7