

GEOFYZIKÁLNÝ PRIESKUM VČASNOSTREDOVEKÝCH SÍDLISK – PRÍNOS PRE ARCHEOLÓGIU ALEBO STRATA ČASU?

Peter Milo

Príspevok sa zaoberá interpretačnými možnosťami plánov geofyzikálnych meraní na sídliskových lokalitách z obdobia včasného stredoveku. Stručne sú zhrnuté doterajšie výsledky bádania danej problematiky a prezentované výsledky z najnovších geomagnetických meraní. Sídliskové objekty, ktoré boli vystavené účinkom ohňa a mnohé zahĺbené sídliskové objekty sa dajú geofyzikálnymi metódami lokalizovať hlavne vďaka prítomnosti magnetotaktických baktérií a feromagnetických minerálov. Niektoré magnetické anomálie možno vďaka ich tvaru a intenzite priradiť priamo k určitým typom archeologických objektov. Na magnetograme zo sídliska v Lukáčovciach sa dá určiť počet, veľkosť a orientácia jednotlivých zahĺbených chát, ako aj ďalších štruktúr. Sídlisko z Čakajoviec je príkladom prospekcie, ktorá neprinesla očakávané výsledky.

Geofyzikálny prieskum – sídliskové lokality – sídliskové objekty – včasný stredovek – stredná Európa – interpretácia magnetických anomálií

ÚVOD

Kombinácia geofyzikálnej prospekcie spolu s cieľným sondážnym, ako aj veľkoplošným odkryvom získava v archeologickom bádani čoraz väčšiu dôležitosť a popularitu. Hlavnými výhodami geofyzikálnych prospekčných metód sú nízke s nimi spojené finančné a personálne náklady, ako aj rýchlosť, ktorou sú schopné získať, spracovať, vyhodnotiť a sprostredkovať nadobudnuté údaje. Postupom času sa preto geofyzikálne metódy stávajú neodmysliteľnou súčasťou terénneho archeologického výskumu a prieskumu. Na základe výsledkov geofyzikálnych meraní si možno vytvoriť nielen predstavu o rozsahu lokality či hustote archeologických objektov, ale často aj o ich type, prípadne o funkčnosti.

Snahou príspevku je sprostredkovať doteraz publikované výsledky geofyzikálnych meraní na včasnostredovekých sídliskových lokalitách, ako aj priblížiť a oboznámiť sa s výsledkami z niektorých vlastných meraní. Mnohé z nich prekračujú informatívny charakter príspevku. Zaslужujú si širší priestor a podrobnejší rozbor, a preto nemôžu byť v tomto príspevku detailne analyzované, ale budú publikované samostatne. Nutné je tiež v skratke poukázať na možnosti a problémy geofyzikálneho výskumu pri prospekcii lokalít sídliskového charakteru. Predmetom prezentovaných pozorovaní budú vybrané náleziská, ktoré sa dajú na základe archeologických pozorovaní zaradiť z časového hľadiska do včasného stredoveku. Prítomnosť iných, starších či mladších objektov sa na mapách geofyzikálnych meraní však s istotou vylúčiť nedá.

SÍDLISKOVÉ OBJEKTY A ICH PROSPEKTOVATELNOSŤ

Geofyzikálne metódy delíme podľa fyzikálneho princípu, charakteru sledovaného fyzikálneho pola a spôsobu merania na niekoľko základných skupín, z ktorých možno spomenúť hlav-

ne magnetometriu, geoelektrické metódy, gravimetriu, seizmiku, termometriu a rádionuklidové metódy. Pri skúmaní archeologických nálezísk sídliskového charakteru sa uplatňujú predovšetkým prvé dve zo spomenutých metód. Keďže väčšina zahĺbených archeologických objektov sa od svojho okolia odlišuje hlavne magnetickými hodnotami výplní, nachádzajú najväčšie využitie v praxi hlavne metódy magnetometrické. Prieskum pomocou magnetometrov umožňuje veľmi rýchly postup meraní, čo sa pozitívne odráža na veľkosti plochy, ktorú možno v porovnaní s inými geofyzikálnymi metódami alebo archeologickým výskumom preskúmať. Efektívnosť dnes využívaných prístrojových zariadení je vyjadrená prospektovanou plochou o rozlohe cca. 0,5 až 3 ha, ktorú možno preskúmať v priebehu jedného dňa. Geoelektrické metódy (predovšetkým geoelektrické odporové a elektromagnetické merania) sú využívané hlavne na prieskum menších plôch.

Princíp geofyzikálnych meraní je založený na sledovaní zmien určitých fyzikálnych veličín v danom priestore. V príspevku sa budem zaoberať hlavne výsledkami magnetických, respektíve geomagnetických meraní, ktoré predstavujú pri geofyzikálnom prieskume sídliskových lokalít väčšinu prípadov. Pri magnetickej prospekcii je meraná intenzita magnetického poľa Zeme, v ktorom bývajú registrované anomálie poukazujúce na prítomnosť podpovrchových štruktúr rozličného charakteru. Základom pre rozpoznanie archeologických objektov je ich rozlíšiteľnosť od okolitého prostredia. Najdôležitejšiu úlohu pritom nezohrávajú absolútne magnetické hodnoty výplní týchto objektov, ale skôr kontrast medzi zásypom objektu a okolitým prostredím. Odhalenie jednotlivých štruktúr však ešte nemusí automaticky znamenať prítomnosť archeologických objektov. Dôležitú úlohu zohráva podmienka, že sa človekom vytvorené štruktúry dajú od pedologických a geologických rozlíšiť. Objekty ako val, priekopa či múr sa dajú pri geofyzikálnych meraniach vo väčšine prípadov bez ťažkostí interpretovať. Problémy nastávajú pri objektoch malého rozsahu a nepravidelného tvaru. Rozpoznanie kolových či malých zásobných jám alebo plytkých žľabov od štruktúr pedologického či geologického charakteru môže byť pomerne zložité, a preto sa interpretácie nameraných výsledkov dostávajú často na úroveň dohadov a špekulácií.

Pre intenzitu a tvar magnetickej anomálie a s tým spojeným výsledkom meraní je určujúcich predovšetkým päť základných faktorov: veľkosť, tvar, hĺbka, zloženie a zachovalosť prospektovaného objektu. Každý z týchto faktorov pritom pôsobí na veľkosť magnetickej anomálie rôzne. V konečnom dôsledku musia odlišné objekty spôsobovať anomálie odlišného charakteru a rovnaké objekty naopak anomálie, ktoré sú si navzájom podobné. Skúsenosti však ukazujú, že priestorové a časové rozdielnosti výrazne vplývajú na výsledky geofyzikálnych meraní, čo sa prejavuje tak, že rovnaké archeologické objekty sa prejavujú ako anomálie s úplne odlišnou intenzitou.

Je nutné vedieť, aké sú hlavné príčiny vzniku magnetických anomálií spôsobených prítomnosťou archeologických objektov.

Vysvetlíme si dané dôvody na príklade pre naše územie typickej stredovekej zemnice. Dôležitú úlohu pri kontraste zemnice voči jej okoliu zohrávajú predovšetkým rozličné ferimagnetické minerály, ako napríklad magnetit a maghemit, ktoré sa nachádzajú v povrchovej pôde okolo zemnice a v priebehu času sa po funkčnom zániku objektu dostávajú do jeho výplne a vytvárajú tu vrstvu o väčšej mocnosti, ako je neporušená okolitá pôda s danými minerálmi (Faßbinder 1994; Fassbinder–Stanjek 1998, 139–145). Zásadnú úlohu môže zohrávať aj prítomnosť vykurovacieho zariadenia v zemnici. V ohnisku či piecke sú totiž in situ pôsobením žiaru premenené inak nemagnetické oxidy železa na ferrimagnetický minerál maghemit, čo môže mať pri geomagnetickom meraní za následok vznik silnej magnetickej anomálie. Tretím významným faktorom pre vznik anomálie môže byť drevená konštrukcia domu, ako aj vybavenie domu a ďalšie nálezy v jeho interiéri pozostávajúce z organických materiálov. Tie sa totiž stávajú zdrojom potravy takzvaných magnetotaktických baktérií, ktoré po ukončení tvorby pôdy v objekte odumierajú, pričom po sebe zanechávajú zvýšené hodnoty magnetitu, ktorý je zdrojom vyšších magnetickej hodnôt v priestore zemnice oproti neporušenej okolitej pôde (Faßbinder 1992; Fassbinder–Stanjek 1993; 1996).

Spomenúť treba ešte aj skutočnosť, že výsledky každého geofyzikálneho prieskumu nezávisia len od prospektovaného objektu samotného, ale aj od vonkajších okolností, ako sú napríklad mocnosť, typ a homogenita pôdneho horizontu, ako aj charakter pôdnych procesov, geologická stavba a geologické procesy v podloží, členitosť reliéfu, vodný režim a hladina spodnej vody, klimatické podmienky či prítomnosť alebo absencia recentných objektov na lokalite. Kombinácia daných vlastností jednotlivých archeologických objektov s vonkajšími okolnosťami na lokalite podstatne vplýva na geofyzikálne merania a to, či budú ich výsledky vhodným podkladom a prínosom pre archeologickú interpretáciu.

Na tomto mieste si preto môžeme prvýkrát položiť otázku uvedenú už v názve príspevku, či sú stredoveké objekty sídliskového charakteru, v našich podmienkach hlavne rôzne zahĺbené jamovité objekty, prospektovateľné a či je vypovedacia hodnota geofyzikálnymi meraniami nadobudnutých informácií o nich dostatočná na posúdenie ich charakteru. Na vybratých príkladoch sa pokúsím zhodnotiť výsledky geofyzikálnych meraní a porovnať niektoré z prospektovaných magnetickej anomálií s archeologicky známymi objektmi, ktoré by im mohli zodpovedať.

Výsledky geofyzikálnej prospekcie a archeologického výskumu nemusia byť zhodné. Presvedčujú nás o tom výsledky overovacích archeologických sondáží na geofyzikálne preskúmaných plochách. Napríklad na pláne archeologického výskumu viacfázového sídliska z Runkel-Ennerichu (Nemecko) sú nápadné okrem objektov, ktoré boli zistené magnetickej prieskumom, aj objekty, ktoré sa na mape magnetickej meraní neobjavujú. Odkrytá tak mohla byť napríklad zemnica značných rozmerov či výrazné žľabovité objekty, ktoré sa tu na základe geofyzikálneho prieskumu nepredpokladali. Naproti tomu sa na miestach so zvýšenými magnetickej hodnotami nepodarilo archeologicky doložiť žiadne stopy po sídliskových objektoch (Buthmann–Posselt–Zickgraf 2000, 142, obr. 3).

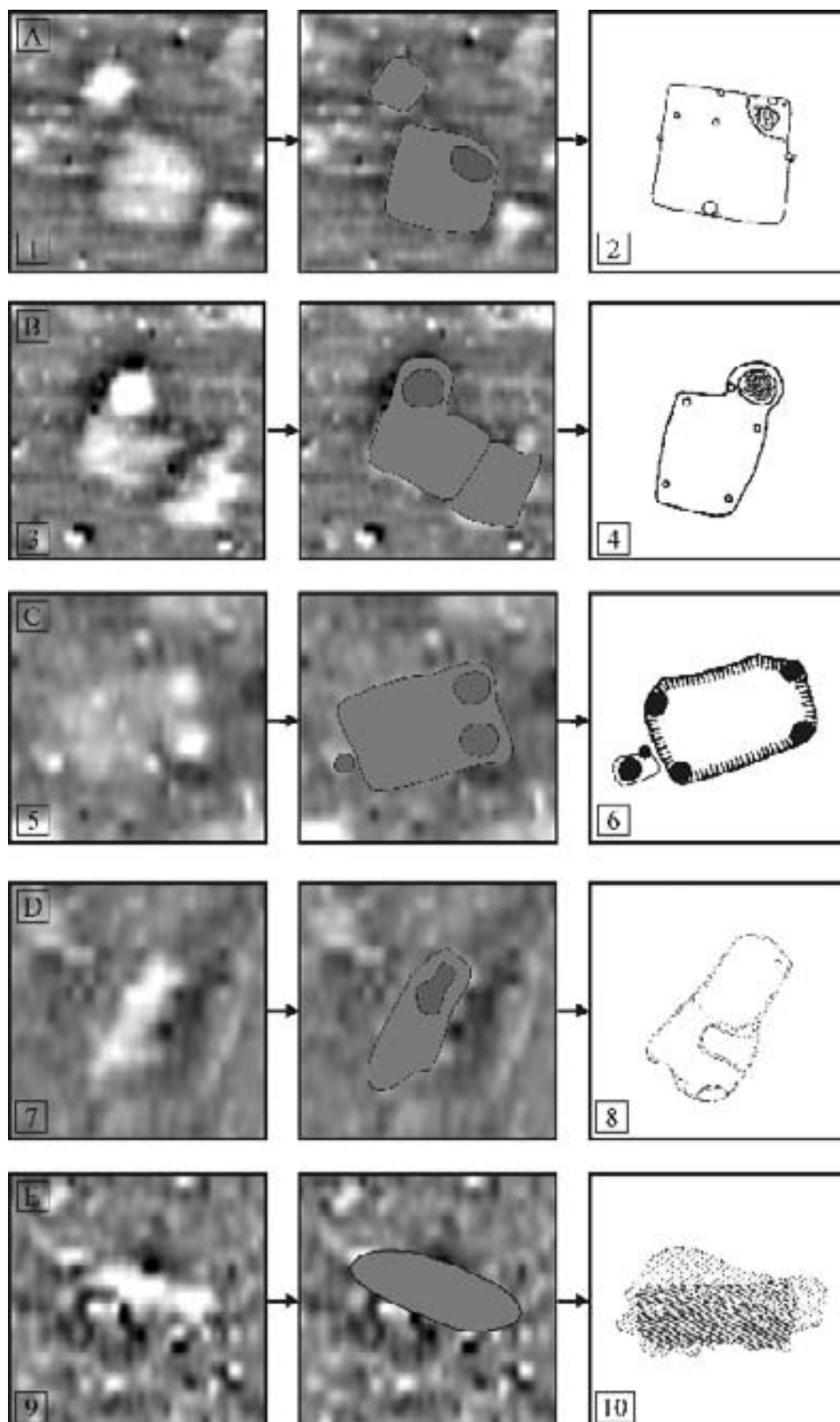
Keďže prítomnosť magnetickej anomálie nemusí automaticky znamenať prítomnosť archeologického objektu, zohráva

pri interpretácii máp magnetickej meraní dôležitú úlohu rozpoznanie vzorových štruktúr. Ak vytvára magnetickej anomálie alebo anomálie rozpoznateľnú a archeologicky identifikovateľnú štruktúru, potom môže byť označená za archeologický objekt. Neolitické domy môžu byť napríklad rozpoznané na základe radov po kolových jamách, žľabov po stenách alebo hliníkov tiahnucich sa popri stenách domov. Kolové jamy vytvárajú malé, zväčša bodové anomálie s priemerom niekoľko decimetrov. Žľaby po stenách domov sú viditeľné ako niekoľko decimetrov široké líniové anomálie. Hliníky sa prejavujú zasa ako pozdĺžne štruktúry s plochou niekoľkých m². Ďalším dôležitým kritériom pre rozpoznanie neolitických dlhých domov je orientácia magnetickej anomálií (Posselt 2001, 48, 49, obr. 5–7).

Obraz stredovekého sídliska je však vytváraný úplne inými objektmi, ako sú dobre rozpoznateľné domy z obdobia neolitu. K charakteristickým prvkom včasnostredovekých sídlisk na našom území patria zahĺbené objekty rôzneho tvaru a veľkosti. Archeológia ich rozdeľuje najčastejšie podľa ich funkčného zaradenia predovšetkým na objekty obytné a hospodárske, ako aj objekty bez bližšieho funkčného určenia. Bez ohľadu na funkčné určenie jednotlivých objektov vzniká vzhľadom na fakt, že ide o objekty vytvorené vyhlbením jednoduchej jamy, isté nebezpečenstvo zámeny anomálie spôsobenej zemnicou s anomáliou vytvorenou jednoduchou zásobnou alebo inou sídliskovou jamou. Ďalšiu skupinu sídliskových objektov tvoria nadzemné stavby, ktoré sú však vzhľadom na absenciu zahĺbených častí interiéru nie vždy, resp. pri objektoch bez kolovej konštrukcie zväčša len veľmi zriedka, archeologickými metódami postrehnuteľné. Pre absenciu magnetickej relevantného materiálu sú tieto stavby geofyzikálnymi metódami neidentifikovateľné.

Príkladom neúspešného identifikovania sídliskových objektov na mapách magnetickej meraní možno nájsť v literatúre veľa. Mohlo by sa zdať, že presné určenie charakteru jednotlivých objektov len na základe geofyzikálnych meraní nie je možné a prostriedky vynaložené na geofyzikálny prieskum nezodpovedajú dosiahnutým výsledkom. V poslednej dobe sa však stretávame aj s príkladmi, kedy sú na magnetograme pozorované anomálie, ktoré sa dajú na základe ich tvaru bez väčších problémov porovnať so známymi archeologickými objektmi. Ako jeden z viacerých príkladov môže poslužiť magnetickej anomálie z Plisky (Bulharsko), ktorá sa pri archeologickom výskume preukázala ako stredoveká zahĺbená zemnica (Henning–Milo 2005, obr. 1). Množstvo ďalších príkladov sa začína objavovať v najnovšie publikovaných príspevkoch (pozri napríklad Křivánek 2004a; Křivánek 2004b).

Dobre identifikovateľné sú predovšetkým objekty s dobre profilovaným pôdorysom, ako napríklad zahĺbené zemnice štvorcového alebo obdĺžnikového tvaru. Patrí k nim aj kvadratický objekt s rozmermi 5 x 5 m z Lukáčoviec, ktorý možno interpretovať ako zemnicu, s najväčšou pravdepodobnosťou aj s ohniskom či pieckou vo východnom rohu domu (obr. 1: A). Na magnetograme z Lukáčoviec sa dá sledovať aj prekrytie dvoch rôznych kvadratických objektov (obr. 1: B). Na severovýchodnej strane jedného z nich možno sledovať magnetickej anomáliu so zvýšenými magnetickej hodnotami. Primyká sa na stenu objektu a s istou dávkou opatrnosti ju možno interpretovať ako piecku vyhlbenú do steny zemnice. Typologicky by tak aj tak išlo o zemnicu s rozmermi cca. 5 x 3,5 m s vykurovacím zariadením mimo interiéru. Vertikálna poloha predpokladaného



Obr. 1. Pokus o interpretáciu magnetických anomálií priraditeľných k zahĺbeným archeologickým objektom. A. zemnica s ohniskom v rohu, B. zemnica s vykurovacím zariadením mimo interiéru, C. germánska zemnica, D. oválna zemnica, E. zrubová stavba. 1., 3. Lukáčovce, 2. Čataj, 4. Siladice, 5. Rottenburg, 6. Burgheim, 7., 8. Hörka-Kišovce, 9., 10. Bocheň.

Abb. 1. Versuch einer Interpretation der magnetischen Anomalien, die eingetieften Objekten zugeordnet werden können. A. Grubenhaus mit Feuerstelle in der Ecke, B. Grubenhaus mit Heizeinrichtung außerhalb, C. germanisches Grubenhaus, D. ovales Grubenhaus, E. Blockbau. 1., 3. Lukáčovce, 2. Čataj, 4. Siladice, 5. Rottenburg, 6. Burgheim, 7., 8. Hörka-Kišovce, 9., 10. Bocheň.

vykurovacieho zariadenia sa na základe magnetických meraní však určiť nedá a nemožno preto vylúčiť ani možnosť, že sa jedná o samostatne stojacu pec či ohnisko z iného časového úseku, ako je zemnica samotná. Príkladom pre zemnicu obdĺžnikového tvaru bez vykurovacieho zariadenia by mohol byť objekt prospektovaný na včasno- až neskorostredovekom sídlisku známom ako „Wüstung Sülchen“ pri Rottenburgu v južnom Nemecku (obr. 1: C). Plocha zahĺbenej časti zemnice s rozmermi cca. 3 x 4 m sa dá na základe vyšších magnetických hodnôt jej výplne veľmi dobre odlíšiť od najbližšieho okolia. Jasne sledovateľné sú aj zvýšené magnetické hodnoty na jednej z kratších strán zemnice, ktoré tu lokalizujú zvyšky po kolových jamách z nosnej konštrukcie strechy domu. Interpretácia anomálií oválneho tvaru ako objektov s podobným pôdorysom je už omnoho zložitejšia a založená z veľkej časti len na dohadoch. Väčšiu istotu možno dosiahnuť v prípadoch, keď už boli objekty daného charakteru na lokalite archeologicky doložené. Jedným z takýchto príkladov by mohla byť anomália zo sídliska z Hôrky-Kišoviec (obr. 1: D), ktorá by mohla predstavovať objekt podobný tomu, ktorý už bol na lokalite zistený pri archeologických sondážnych prácach (Soják 1998, 63–82). Ide o vaňovite zahĺbenú zemnicu nerovnomerne oválneho pôdorysu s rozmermi 5,1 x 3 m. Prítomnosť danej zemnice na ploche s magnetickými anomáliami podobného tvaru a rozmerov, ako je ona sama, dovoľuje uvažovať nad interpretáciou zistených anomálií ako nad objektmi podobnými skúmanej zemnici. Zhruba rovnakým spôsobom sa prejavujú aj jamy archeologicky interpretované ako zahĺbené časti povrchových zrubových stavieb. Takéto objekty sú nám známe napríklad zo stredovekého sídliska Bocheň v strednom Poľsku (obr. 1: E) (Biermann–Duliniec 2002). Tu zistené anomálie sú tvarovo aj rozmerovo zhodné s archeologicky doloženými objektmi a môžu byť preto interpretované ako zvyšky nadzemných domov.

V snahe geofyzikálnymi metódami presnejšie identifikovať archeologické objekty možno sledovať aj pokusy vytvárania modelov telies, ktoré by na základe ich tvaru, hĺbky a zloženia zodpovedali, pokiaľ by sa nachádzali tak ako archeologické štruktúry pod povrchom zeme, vzorovým magnetickým anomáliám (Zickgraf 1999, 41, 42). Takto dosiahnuté modely telies však nie vždy zodpovedajú výsledkom z meraní v teréne, pretože, ako som už zdôraznil, môžu byť objekty rozličného tvaru, zloženia a hĺbky identifikovateľné so zhodnými anomáliami, alebo naopak, rovnaké objekty sa na mape magnetických hodnôt prejavujú celkom odlišne. Za zmienku stojí pokus o lokalizovanie polohy studne na slovanskom hradisku v Beesdau (Hartlaub 1999). Vytvorený bol model pre anomáliu, ktorá mohla byť spôsobená studňou. Následne sa na magneticky zmeranom pláne hradiska hľadala štruktúra, ktorá by vytvorenej anomálii studne svojimi rozmermi a magnetickými hodnotami zodpovedala. Týmto spôsobom sa skutočne podarilo lokalizovať na hradisku miesto, kde by sa studňa mohla nachádzať. Podobnosť takejto anomálie vyvolanej prítomnosťou studne s anomáliami spôsobenými inými, bežnými sídliskovými objektmi však nedovoľuje využitie tejto metódy v širšom rozmere. Predovšetkým na rozľahlých lokalitách s množstvom objektov by bolo nájdenie studne alebo iného presne definovaného objektu príliš ťažké.

Pre jednu a tú istú magnetickú anomáliu sa teda často ponúkajú viaceré možnosti interpretácie pôvodu. S pribúdajúcimi skúsenosťami a zohľadnením zvláštností skúmaného náleziska sa však dá počet interpretácií značne obmedziť. Správnosť in-

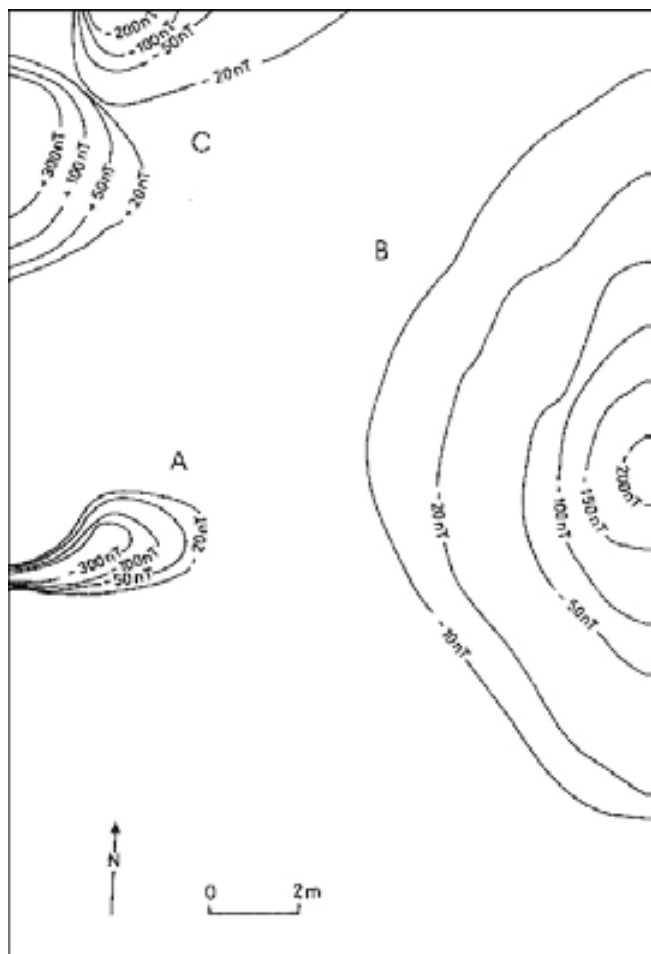
terpretácie vytvorenej na základe geofyzikálneho merania môže byť s konečnou platnosťou potvrdená alebo vyvrátená iba archeologickým výskumom. Preskúmané však nemusia byť všetky zistené anomálie. Určenie charakteru len niektorých z nich môže dopomôcť k interpretácii ostatných, archeologicky neskúmaných štruktúr. To môže viesť k spoľahlivému určeniu charakteru celého skúmaného areálu.

SÍDLISKÁ A ICH PROSPEKTOVATEĽNOSŤ

Geofyzikálnemu prieskumu otvorených včasnostredovekých sídlisk sa doteraz venovala len minimálna pozornosť. Sídlisko ako typ lokality sa v minulosti radilo u geofyzikov k menej zaujímavým, a preto aj zriedka skúmaným objektom. Hlavnými príčinami tohto stavu bola slabá citlivosť vtedajšej meracej techniky a pomerne komplikované zobrazovanie a interpretovanie nameraných výsledkov. Z pohľadu geofyziky nevýrazné sídliskové objekty vyvolávajú len slabé zmeny v magnetickom poli zeme, výsledkom čoho sú slabé, bližšie nedefinovateľné anomálie. Omnoho väčšiu popularitu zažíval geofyzikálny prieskum pri skúmaní prehorených valov hradísk či vyhľadávaní produkčných areálov, ako sú napríklad areály na výrobu železa alebo zaniknuté sklárne. S neustále sa zlepšujúcou meracou technikou sa však stále častejšie darí zachytiť aj objekty, ktorých vypátranie by bolo pred niekoľkými rokmi prakticky nemožné, čo umožňuje vytvárať na základe geofyzikálnych meraní hypotézy o veľkosti sídliska, ako aj o hustote zástavby na lokalite a jej štruktúry.

Prvým bádateľom, ktorý sa v stredoeurópskom priestore systematicky zaoberal geofyzikálnym výskumom otvorených včasnodějinných sídlisk, bol Jochen Görsdorf. K prvým zmeraným sídliskám sa tak môžu zaradiť lokality ako Ralswiek, Garz či Waltersdorf (Görsdorf 1982, 234–240, obr. 2–6). Podarilo sa mu síce zachytiť aj bližšie neidentifikované sídliskové objekty, na mapách izolínií však prevládajú rušivé, recentné elementy. Najlepším príkladom pre doloženie neúčinnosti geofyzikálnych meraní na lokalitách sídliskového charakteru sú výsledky meraní z Ralswieu (obr. 2). Podarilo sa mu tu identifikovať priebeh neurčitej štruktúry, zrejme geologického pôvodu, ako aj dve anomálie zapríčinené vodovodným potrubím a stĺpom vysokého elektrického vedenia. Magneticky slabé archeologické objekty jeho magnetometer Förster 4.015–2 zachytiť nedokázal.

Z neskorších meraní treba spomenúť využitie geofyziky pri archeologických výskumoch v Uherskom Hradišti-Starém Měste (Hašek–Měřínský 1991, 94–96). Zistili sa tu odlišné hodnoty v magnetickom poli Zeme, presné priradenie magnetických anomálií k archeologickým objektom však už možné nebolo. Prítomnosť sídliskových objektov v bezprostrednej blízkosti plochy archeologického výskumu sa podarilo v rokoch 1992 a 1994 doložiť na slovanskom sídlisku Hrdlovka (Křivánek 1998, 187, obr. 9). Konkrétne prirovnanie niektorých magnetických anomálií k zahĺbeným zemniciam a produkčným peciam bolo možné uskutočniť na základe výsledkov geofyzikálnych meraní na germánskom sídlisku Drösing v Rakúsku (Neubauer 1990, 19, obr. 7). Zaujímavé výsledky priniesli magnetické merania z roku 1987 na lokalite Gyoma a z rokov 1996 a 1998 na lokalite Ostrihom-Zsidód v Maďarsku. V Gyome boli v rámci veľkoplošného archeologického výskumu preskúmané početné objekty z rôznych období, medzi inými aj z včasného stredo-



Obr. 2. Ralswiek. Výsledok geomagnetického prieskumu a jeho interpretácia. A. bližšie neidentifikovaná štruktúra, B. stĺp vysokého elektrického vedenia, C. vodovodné potrubie (Görsdorf 1982, obr. 2).

Abb. 2. Ralswiek. Ergebnis der geomagnetischen Untersuchung und ihre Interpretation. A. nicht näher identifizierbare Struktur, B. Hochspannungsmast, C. Wasserrohrleitung (Görsdorf 1982, Abb. 2).

veku. Na ploche magnetického prieskumu o rozlohe 40x60 m sa zistili viaceré magnetické anomálie okrúhleho a oválneho tvaru. Následný archeologický výskum preukázal, že sa jedná o sídliskové jamy, studne a pece (Székely-Pusztá 1996, 24, obr. 1, 2, tab. 1). Významná je pritom skutočnosť, že na mape magnetických meraní boli zachytené všetky, následne archeologicky doložené objekty. Na ploche stredovekej dediny z 10.–14. storočia v Ostrihome-Zsidóde indikovali magnetické anomálie takisto veľký počet sídliskových objektov. V strede geofyzikálne prospektovanej plochy sa pritom nachádzal zhluk anomálií, ktoré tvorili polkruh o priemere 60–65 metrov. Na základe výsledkov následného archeologického výskumu sa podarilo zistiť, že anomálie tvoria spomínaný polkruh predstavujú obytné objekty jurtového typu. Celkovo bolo odkrytých 10 domov datovaných do 10.–11. storočia (Molnár-Tirpák 2005, 152, 153, obr. 1–3).

Z posledne publikovaných výsledkov geofyzikálnych meraní nemožno zabudnúť na dolnosaské slovanské sídliská Kapern a Luggau (Saile-Lorz-Posselt 2001). Snahou geofyzikálneho prieskumu tu bolo kompletne zachytenie rozsahu sídlisk. Preskúmaná plocha presahovala v oboch prípadoch areál s vý-

skytom povrchových nálezov, napriek tomu sa však sídliskové objekty podarilo zachytiť len ojedinele. Dve magneticky výrazné anomálie sa pri archeologickom výskume preukázali ako ohniská. Mnohé z anomálií sa pri archeologickom výskume doložiť nepodarilo, zistili sa však aj objekty, ktoré sa na mape magnetických meraní neprejavili. Do istej miery to môže byť spôsobené značnou mierou deštrukcie objektov, ktorých hĺbka pod úrovňou ornice nepresahovala 25 cm. Vo všeobecnosti sa preto výsledky magnetického prieskumu a archeologického výskumu kryjú. Zistené rozdiely majú svoj pôvod predovšetkým v plytkom zahĺbení objektov, v ktorých sa nazhromažďilo len málo organického a prepáleného materiálu.

Ako príklad integrovaného výskumu stredovekého sídliska môže byť považovaný výskum z Herbisdorfu pri Kranichborne v Durinsku. Sídlisko bolo podrobne preskúmané povrchovými zbermi, leteckou a geofyzikálnou prospekciou a archeologickým výskumom. Geofyzikálny prieskum sa pritom v mnohom zhodoval s výsledkami ostatných metód. Objavená bola priekopa obopínajúca celé sídlisko, ako aj mnohé objekty v areáli sídliska samotného (Schüller 1996, obr. 3, 4; Müller 2002, 57, tab. 27). Pokus o prepojenie geofyzikálneho a leteckého prieskumu s mapovaním výskytu črepového materiálu sa uskutočnil aj na sídlisku Zwingendorf v Dolnom Rakúsku. Pre obdobie včasného stredoveku sa vyčlenili štyri areály, na ktorých sa kryje hustý výskyt zaznamenananej keramiky s geofyzikálnymi metódami a leteckou prospekciou zistenými zemnicami. Aj bez archeologického výskumu tu preto mohli byť doložené obytné časti stredovekého sídliska (Doneus 2002, 36, 37, tab. 35, 88).

Cielenému geofyzikálnemu prieskumu včasnostredovekých sídlisk sa v posledných rokoch venovala veľká pozornosť na Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. V rámci projektu „Geophysikalische und archäologische Strukturanalysen frühmittelalterlicher Siedlungen im germanischen und im slawischen Raum“ bolo preskúmaných vyše 30 lokalít z Nemecka, Poľska, Česka a Slovenska.

Početné geofyzikálne prieskumy na včasnostredovekých germánskych sídliskách, predovšetkým v Hesensku, vykonal Thorsten Sonnemann (výsledky meraní nie sú zatiaľ publikované). Pre germánske oblasti sú typické sídliská dvorcového charakteru s usporiadanou zástavbou. Dominantnými budovami sú dlhé nadzemné domy s kolovou konštrukciou, ktoré sú zároveň považované za obytné stavby. Popri nich sa nachádzajú rozličné hospodárske budovy menších rozmerov, ako maštale, šopy a senníky. Konštrukčne ide takisto o nadzemné kolové stavby. Jedinými väčšími zahĺbenými objektmi bývajú rôzne účelové zemnice, ktoré sa zväčša zhlukujú v tesnej blízkosti obytných, nadzemných stavieb. Výsledky geofyzikálnych meraní potvrdzujú dobré výhľady pri prospekcii tunajších sídlisk. Dokázať prítomnosť nadzemných stavieb sa však doteraz jednoznačne nepodarilo. Hlavnými indikátormi prítomnosti sídliskových objektov na geofyzikálne skúmanej ploche sú spolu so zahĺbenými zemnicami voľne stojace ohniská a produkčné zariadenia ako pece na spracovávanie železa či vypaľovanie keramiky. Jedným z príkladov úspešnej geofyzikálnej prospekcie sú merania na včasno- až neskorostredovekom sídlisku známom ako „Wüstung Sülchen“ pri Rottenburgu (Baden-Württemberg), kde sa podarilo miestami detailne prospektovať jednotlivé zahĺbené zemnice, ako aj identifikovať a vyčleniť areály s nadzemnými objektmi, so zemnicami a výrobnými objektmi (ohniská a pece).

V oblastiach osídlených slovanským obyvateľstvom vykonal viacero geofyzikálnych prospekčných akcií autor príspevku. Na základe zástavby sídlisk sa dá celý tento priestor všeobecne rozdeliť na dve zóny – na oblasti severne od pomyslenej čiarly spájajúcej Povolie v juhovýchodnom Poľsku s Labe a Sálou na západe, kde dominujú nadzemné stavby, a oblasti južne od tejto zóny, kde prevažujú zemnice. Zahĺbené chaty sa dajú na základe už spomínaných faktorov zaradiť k často úspešne prospektovaným objektom. Interpretácia nameraných výsledkov z oblastí s nadzemnými domami je omnoho zložitejšia. Na plánoch archeologických výskumov možno často konštatovať len prítomnosť rôznotvarých, často oválnych, plytkých jám, ktoré bývajú interpretované ako pozostatky obydlí zrubového charakteru. V ich výplni sa dajú sledovať vrstvy popola s prehorenými kameňmi, čo by pre aplikáciu geofyzikálnych metód teoreticky mohlo znamenať ich prospektovateľnosť a odlišiteľnosť fyzikálnych vlastností od okolitého terénu.

Z oblastí s nadzemnými stavbami stoja za zmienku dve prospektované sídliská. Prvým z nich je sídlisko z Chełmu-Bielawinu vo východnom Poľsku (obr. 3, 4). Archeologický výskum dokázal na lokalite husté osídlenie z doby železnej, rímskej, ako aj z obdobia včasného stredoveku. Magnetickým prieskumom sa tu podarilo zistiť niekoľko anomálií indukujúcich archeologické objekty, ich počet však isto nezodpovedá reálnemu počtu objektov na lokalite. Jednotlivé sídliskové jamy sa presne lokalizovať nepodarilo. Meniaci sa kontrast magnetického poľa zeme na ploche sídliska však poukazuje na prítomnosť ďalších, bližšie nedefinovateľných objektov. Tie sa skrývajú často za drobnými bodovými anomáliami, ktoré sú ľahko zameniteľné s anomáliami vyvolanými kamenitým podložíom na lokalite. Jednotlivé anomálie teda interpretovať nemožno, dá sa však jasne pozorovať hranica osídleného územia. Objekty sa koncentrujú na nad okolitý terén mierne vyčnievajúcej ploche a do nižšie položených miest už nezasahujú. Osídlený areál tak má tvar nepravidelne oválneho pôdorysu s rozmermi okolo 60x150 m.

Ďalšou skúmanou lokalitou bolo sídlisko v Bocheńi v strednom Poľsku. Magnetometrická prospekcia si tu dala za cieľ zachytiť plochu osídlenia a rozloženie jednotlivých archeologických objektov. Motivujúcim prvkom boli výsledky archeologického výskumu, dokladajúceho pomerne husté osídlenie polohy v 8. až 11. storočí (*Biermann–Dulnicz 2002, 243–267*). Geofyzikálne bola preskúmaná plocha o rozlohe 4,2 ha. Zistené magnetické anomálie, predstavujúce podpovrchové objekty, sú rozptýlené takmer po celej prospektovanej ploche. Severnú, západnú a východnú hranicu osídlenia sa podarilo zachytiť. Južným smerom možno predpokladať pokračovanie osídlenia. Namerané objekty sú prevažne oválneho tvaru. Veľké sú od niekoľkých desiatok centimetrov po niekoľko metrov (v priemere 3–4 m). Prevláda orientácia v smere západ – východ, niektoré sú orientované v smere severozápad – juhovýchod. Ukázalo sa, že výsledok meraní je porovnateľný s výsledkami archeologického výskumu. Veľkosť a hlavne orientácia doložených štruktúr sú v plnej zhode s už vykopanými objektmi. Nepochybne pedologické podložie na lokalite. Ľahko deštruujuca piesčitá zemina vyplňa zaniknuté objekty pomerne rýchlo. Ich magnetická susceptibilita sa potom od neporušenej pôdy odlišuje často len minimálne. To sa odzrkadľuje v nízkom

počte preukázateľne zistených sídliskových objektov. Hustota vykopaných objektov ich na ploche prieskumu totiž dovoľuje predpokladať niekoľkonásobne viac.

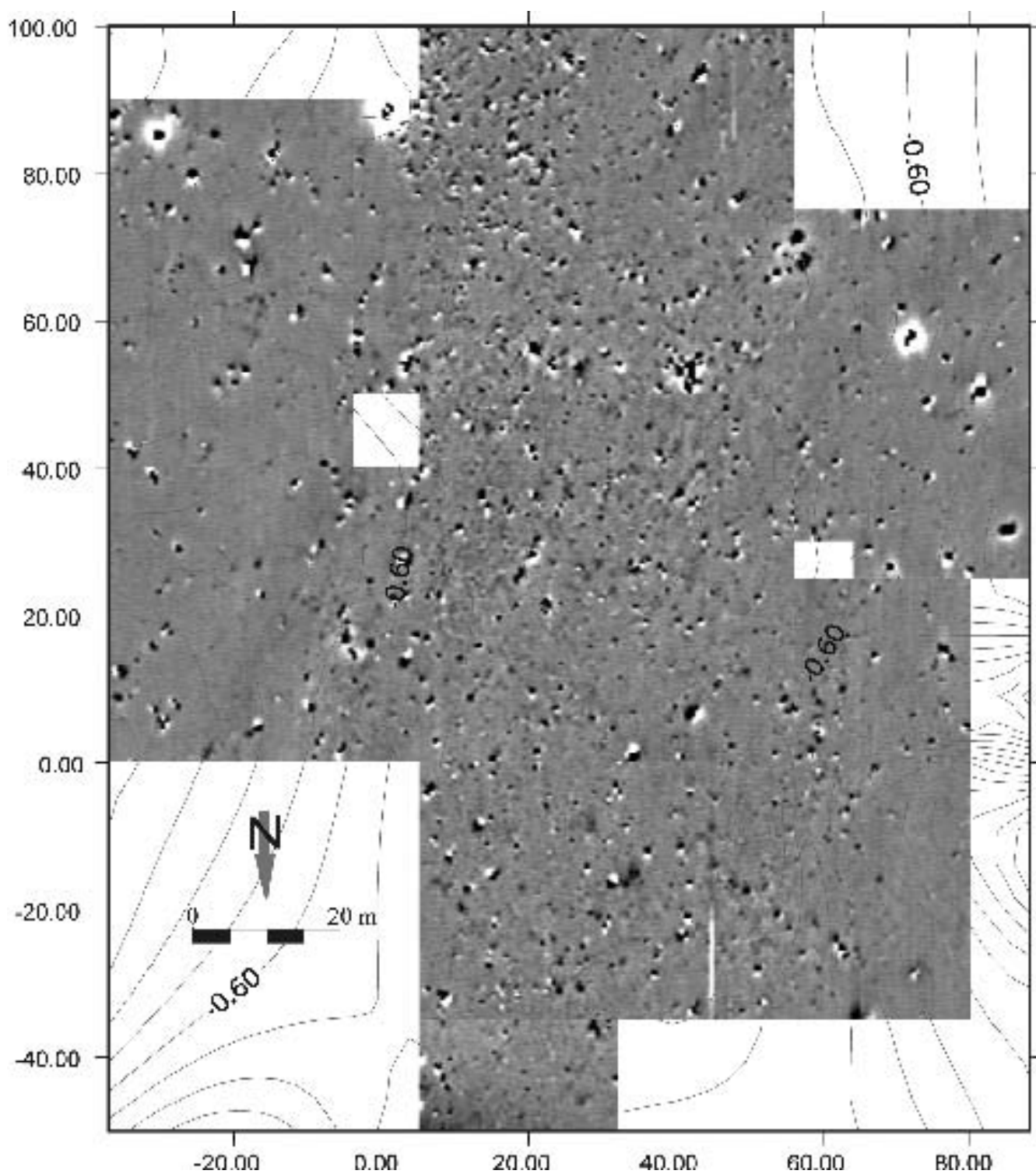
Z oblastí s výskytom zahĺbených zemnic existuje, ako vyplýva už z predchádzajúcich častí textu, rad príkladov, kedy sa pomocou geofyzikálneho prieskumu podarilo získať nové informácie o charaktere prospektovaných lokalít. Nie vždy bola identifikácia jednotlivých objektov možná. Vo väčšine prípadov však bolo na základe zmien v magnetickom poli zeme realizovateľné aspoň zameranie koncentrácie podpovrchových štruktúr a vyčlenenie areálov sídlisk. Stručne spomeniem len hlavné údaje z vybraných prospektovaných lokalít. O niečo širšiu pozornosť by som na tomto mieste venoval už iba vyššie spomínanému sídlisku v Lukáčovciach (obr. 5).

Z magnetogramu tohto sídliska sa dajú totiž určiť nielen miesta s výskytom zahĺbených chát, ale aj ich počet, veľkosť a orientácia. Sídlisko je situované na juhozápad, stúpajúcom svahu v tesnej blízkosti potoka Blatina. Povrchovým prieskumom tu bolo doložené osídlenie tak zo stredoveku, ako aj z praveku (*Fusek 1997, 54*). Črepový materiál je rozptýlený na ploche s rozlohou cca 5 ha. Koncentruje sa na svahu tiahnucom sa popri potoku, na ploche medzi brehom potoka a úpäťom svahu sa nálezy vyskytovali len zriedka. Pre geomagnetický prieskum bola vyčlenená plocha s rozmermi 150 x 150 m v severozápadnej časti náleziska. Jednou z priorit geofyzikálneho prieskumu bolo nájsť odpoveď na otázku, či sa archeologické objekty sústreďujú, tak ako to napovedá rozptýlený črepového materiálu, len na svahu, alebo aj na nižšie ležiacich miestach v blízkosti potoka. Z metodického hľadiska bolo dôležité zistiť, či sa jednotlivé objekty na pomerne strmom svahu aspoň z časti zachovali a neboli intenzívnou poľnohospodárskou činnosťou zničené.

Výsledky meraní ukázali, že strmý svah ani poľnohospodárske aktivity žiadne nežiaduce vplyvy nepredstavujú. Na magnetograme boli dobre sledovateľné archeologické objekty rôzneho druhu, ako aj pedologické štruktúry a drobné dipóly, ktoré sa dajú z väčšej časti interpretovať ako drobné recentné predmety. Geologické štruktúry sa koncentrujú predovšetkým v severnej časti prospektovanej plochy, čo zodpovedá najnižšie položeným miestam na lokalite, nachádzajúcich sa v blízkosti potoka. Sú výsledkom ukladania sa splachových vrstiev zo svahu na jeho upätie.

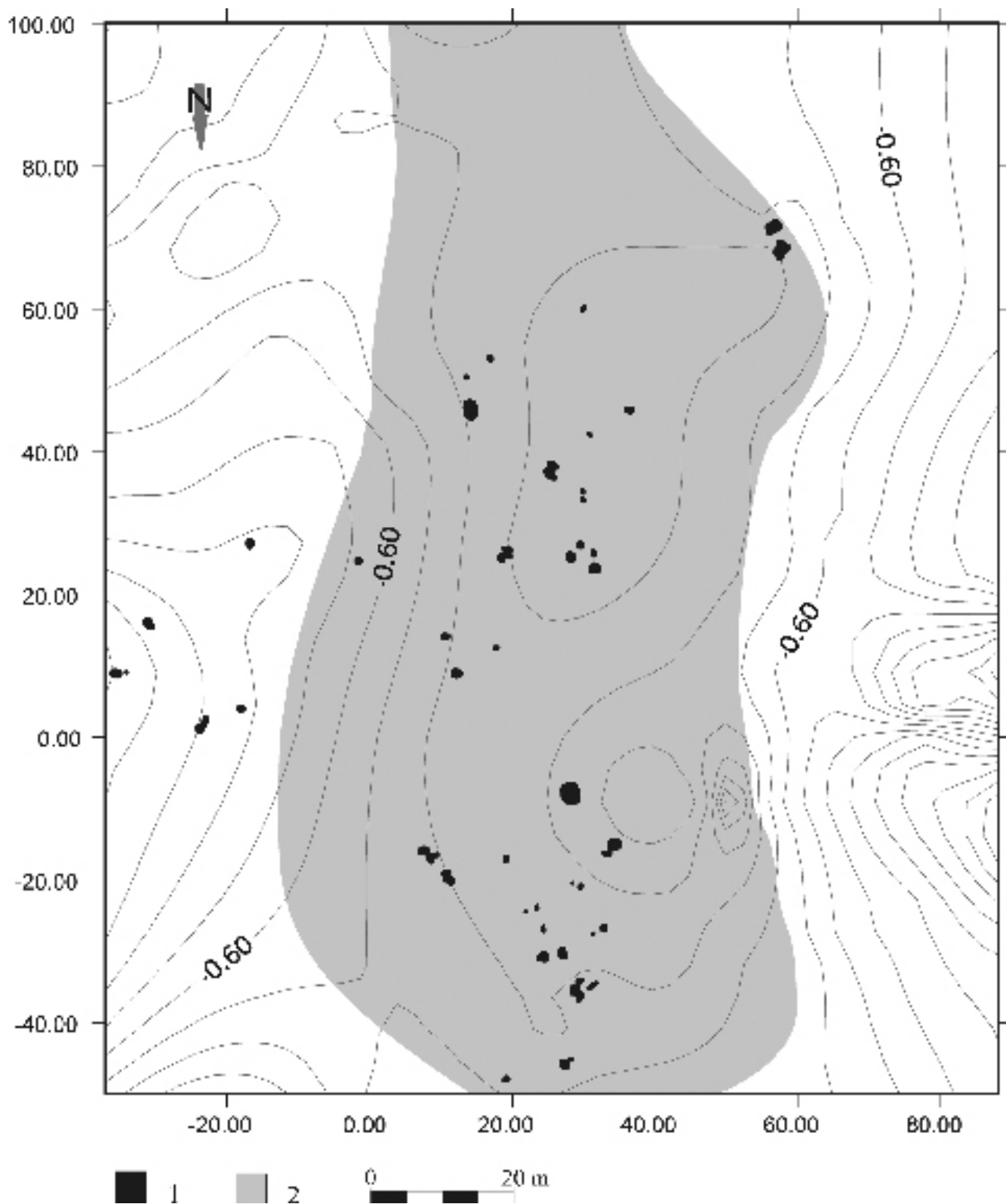
Archeologické objekty sú rozptýlené takmer po celej skúmanej ploche (obr. 6). Jednoznačne zachytiť hranicu osídlenia sa podarilo na západnej strane. Smerom na východ sa s istotou nachádzajú ďalšie objekty. Jednotlivé anomálie zobrazujúce archeologické štruktúry sa dajú rozdeliť do troch skupín. Prvá skupinu predstavujú úzke líniové zobrazenia. Dobre pozorovateľných je päť takýchto štruktúr. Všetky dosahujú šírku okolo 1 m a dĺžku 40 až 50 m. Dve z nich v strednej časti magnetogramu vytvárajú spolu obraz stavby značných rozmerov, ktorej steny boli tvorené radmi husto vedľa seba zapustených kolov alebo kolmi zapustenými do žľabov, javiacich sa vo výsledkoch geofyzikálnych meraní ako lineamenty. Ide očividne o halový dom zo zatiaľ bližšie neznámeho obdobia. Zvyšné z líniových štruktúr môžu zobrazovať objekty podobného charakteru, môže však ísť aj o zvyšky bližšie nedatovateľných ohrád či odvodňovacích žľabov.

Druhú skupinu objektov predstavuje množstvo oválnych a okrúhlych anomálií rôznej veľkosti. Objekty tohto druhu sú



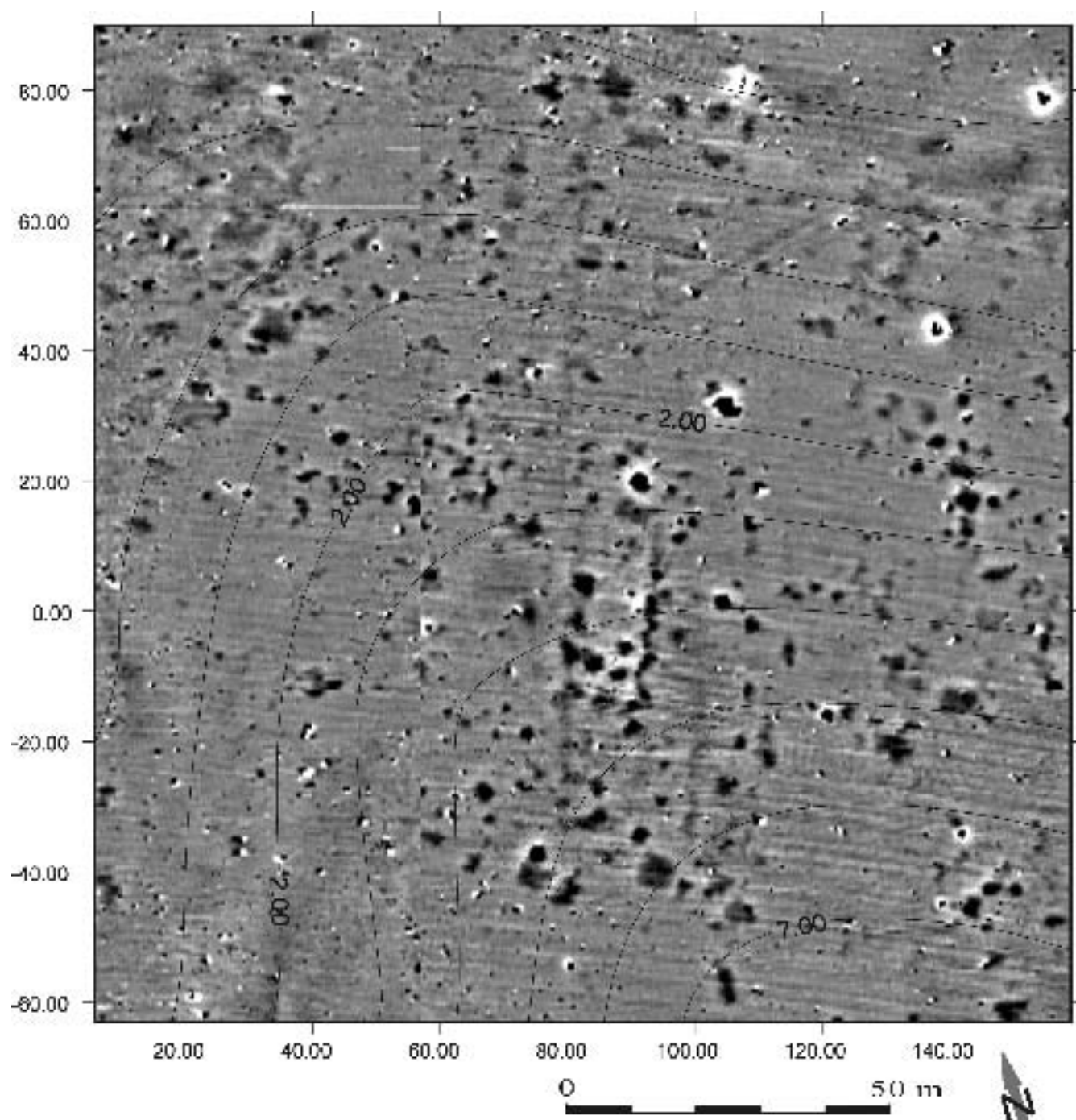
Obr. 3. Chelm-Bielawin. Magnetogram, fluxgate-gradiometer Förster Ferex 4.032, trojkanálový, dynamika nameraných hodnôt $-6/+6$ nT v 256 stupňoch šedej škály (biela/čierna), raster 0,25 m / 0,50 m.

Abb. 3. Chelm-Bielawin. Magnetogramm, Fluxgate-Gradiometer Förster Ferex 4.032, dreikanalig, Dynamik der Meßwerte $-6/+6$ nT in 256 Graustufen (weiß/schwarz), Raster 0,25 m / 0,50 m.



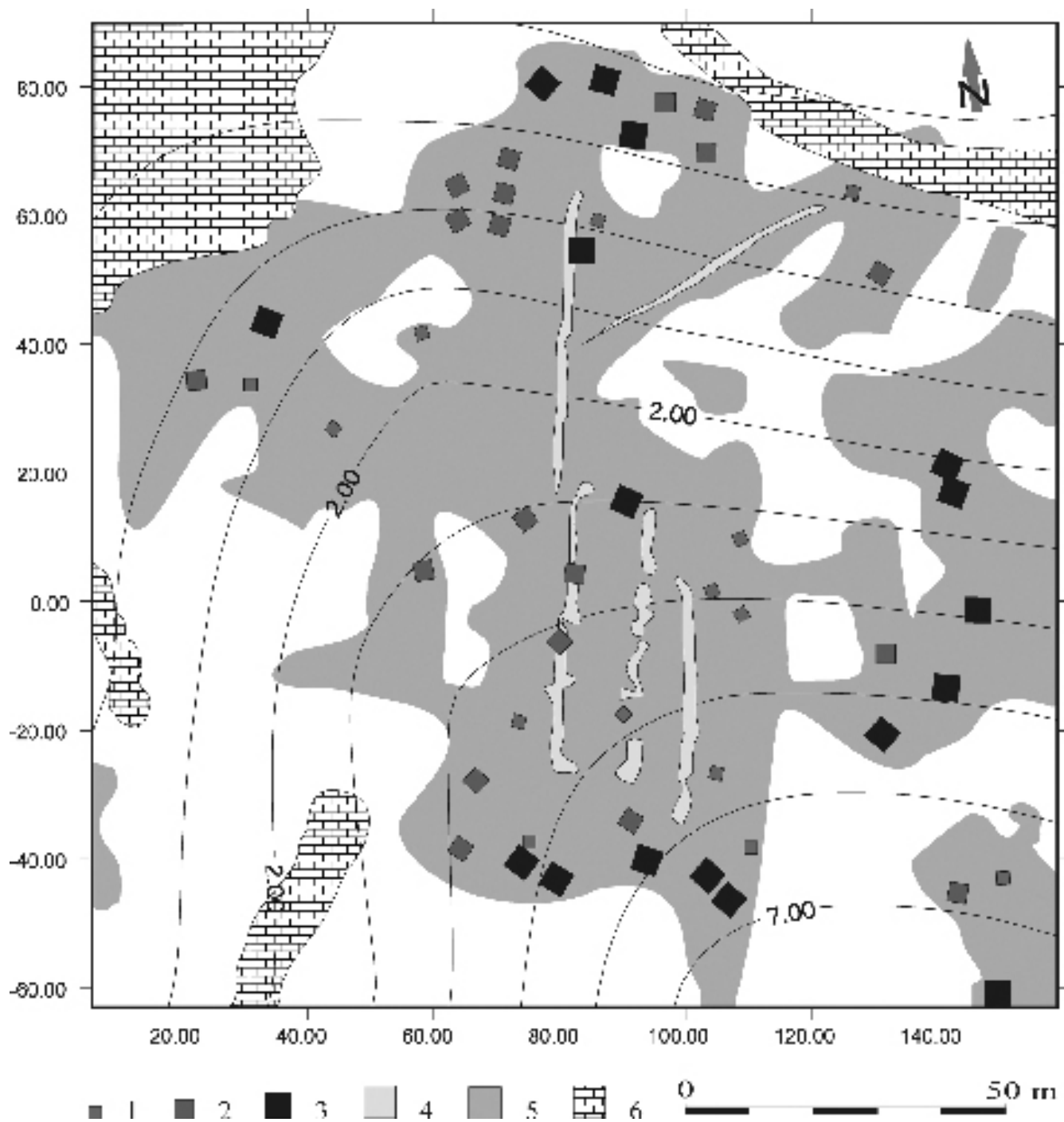
Obr. 4. Chelm-Bielawin. Interpretácia. 1. archeologické objekty, 2. plocha sídliska.

Abb. 4. Chelm-Bielawin. Interpretation. 1. Archeologische Objekte, 2. Fläche der Siedlung.



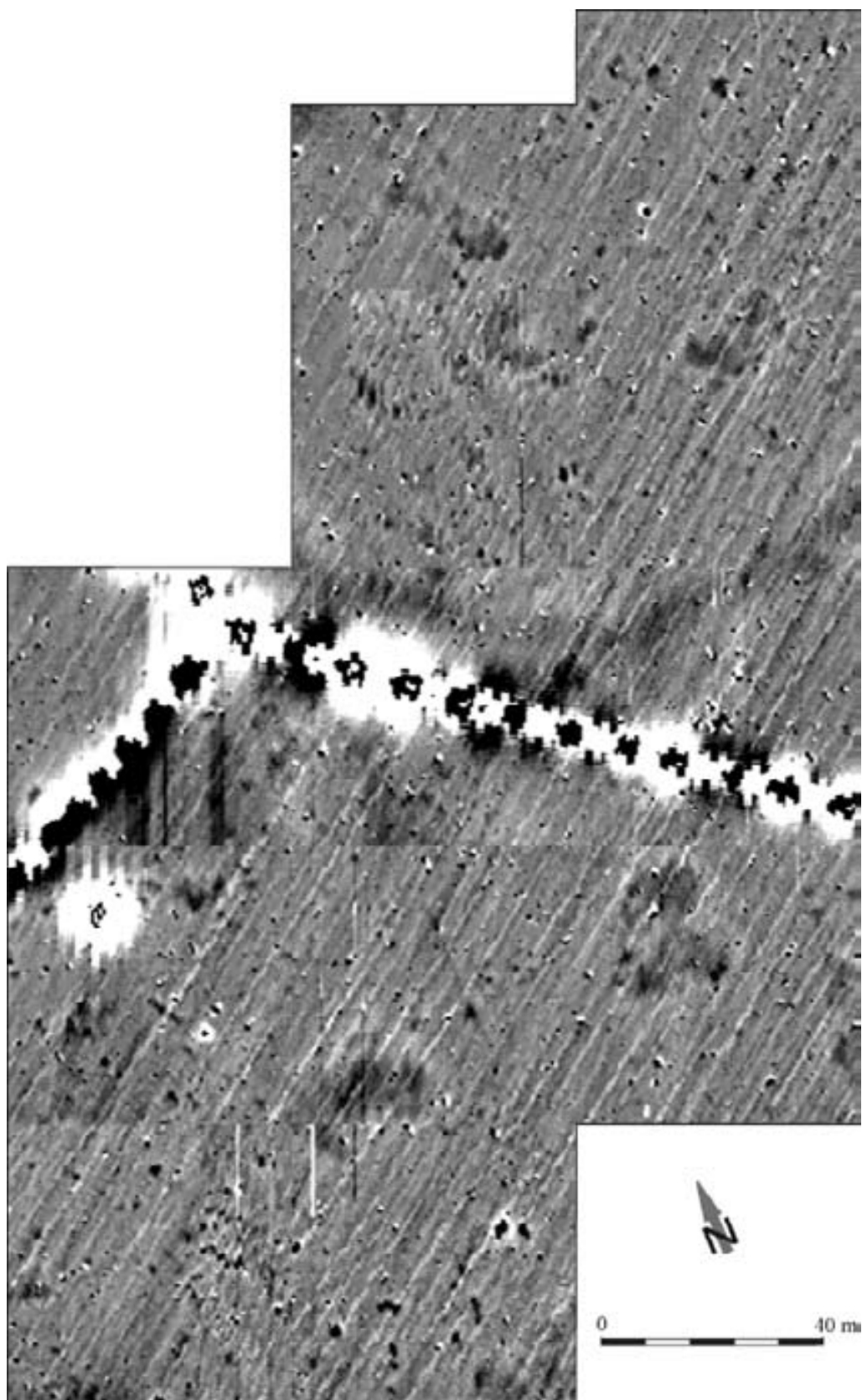
Obr. 5. Lukáčovce. Magnetogram, fluxgate-gradiometer Förster Ferex 4.032, trojkanálový, dynamika nameraných hodnôt -6/+6 nT v 256 stupňoch šedej škály (biela/čierna), raster 0,25 m / 0,50 m.

Abb. 5. Lukáčovce. Magnetogramm, Fluxgate-Gradiometer Förster Ferex 4.032, dreikanalig, Dynamik der Meßwerte -6/+6 nT in 256 Graustufen (weiß/schwarz), Raster 0,25 m / 0,50 m.



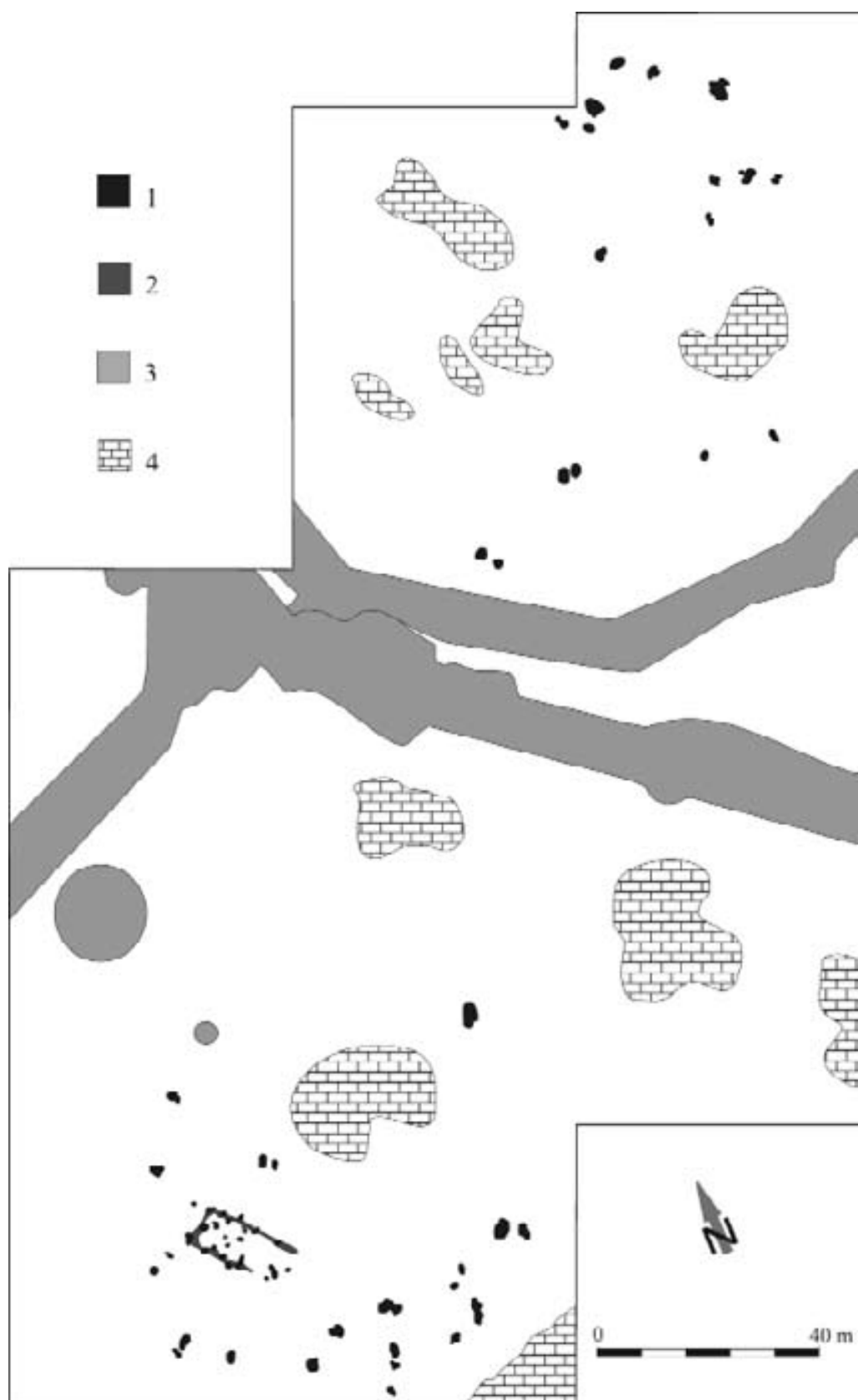
Obr. 6. Lukáčovce. Interpretácia niektorých geofyzikálne zistených štruktúr. 1. zemnice 4–9 m², 2. zemnice 9–15 m², 3. zemnice 15–25 m², 4. lineárne štruktúry, 5. plocha s výskytom archeologických objektov, 6. pedologické štruktúry.

Abb. 6. Lukáčovce. Interpretation einiger geophysikalisch festgestellter Strukturen. 1. Grubenhaus 4–9 m², 2. Grubenhaus 9–15 m², 3. Grubenhaus 15–25 m², 4. lineare Strukturen, 5. Fläche mit Vorkommen archäologischer Objekte, 6. pedologische Strukturen.



Obr. 7. Čakajovce. Magnetogram, fluxgate-gradiometer Förster Ferex 4.032, trojkanálový, dynamika nameraných hodnôt $-6/+6$ nT v 256 stupňoch šedej škály (biela/čierna), raster 0,25 m / 0,50 m.

Abb. 7. Čakajovce. Magnetogramm, Fluxgate-Gradiometer Förster Ferex 4.032, dreikanalig, Dynamik der Meßwerte $-6/+6$ nT in 256 Graustufen (weiß/schwarz), Raster 0,25 m / 0,50 m.



Obr. 8. Čakajovce. Interpretácia geofyzikálne zistených štruktúr. 1. archeologické objekty, 2. domnelá kolová stavba, 3. moderné rušivé prvky, 4. pedologické štruktúry.

Abb. 8. Čakajovce. Interpretation der geophysikalisch festgestellten Strukturen. 1. archäologische Objekte, 2. Vermutlicher Pfostenbau, 3. moderne Störelemente, 4. pedologische Strukturen. Zusammenfassung

rozptýlené po celej skúmanej ploche. Vyskytujú sa izolovane alebo sa miestami koncentrujú do skupín. Predstavujú sídliskové jamy rôzneho charakteru, pričom kruhový tvar mnohých z nich by mohol poukazovať na to, že ide o zásobné jamy. Tvar a magnetizmus niektorých z týchto anomálií pripúšťajú uvažovať aj o ohniskách a peciach.

Tretiu skupinu reprezentujú anomálie s rôznymi magnetickými hodnotami, ktoré však predstavujú na základe ich približne štvorcového tvaru isté špecifikum. Znázorňujú zahĺbené chaty, ktoré možno na základe ich tvaru a na povrchu lokality vo veľkom počte sa vyskytujúcom črepovom materiáli priradiť k stredovekému osídleniu polohy. Nie všetky z nich možno jednoznačne identifikovať. Vo výsledkoch meraní sa popri dobre čítajúcich objektoch objavujú aj štruktúry, ktoré sú prekryté inými objektmi, ako aj anomálie, ktorých tvar by mohol zodpovedať aj objektom iného charakteru. Väčšina z objektov sa však dá dobre identifikovať a zaradiť. Na základe ich veľkosti sa dajú rozdeliť do troch kategórií. Prvú z nich predstavuje skupina objektov, ktorých plocha sa pohybuje v rozmedzí od 4 do 9 m². Na magnetograme sa dá sledovať približne 13 takýchto objektov. Vzhľadom na ich pomerne malú rozlohu sú objekty z tejto skupiny najťažšie špecifikovateľné a niektoré z nich môžu byť objekty iného druhu, ako sú zemnice. Do druhej kategórie patria objekty s rozmermi od 9 do 15 m². Spolu sa dá predpokladať asi 19 takýchto zemníc. Poslednú kategóriu tvoria objekty s obytnou plochou od 15 do 25 m². V prospektovanom areáli sa dá doložiť 17 takýchto štruktúr. Väčšina z identifikovaných zemníc mala na magnetograme pomerne jasné kontúry. Dá sa preto určiť aj orientácia jednotlivých objektov na svetové strany. S malými odchýlkami sa väčšina orientuje v smere severovýchod – juhozápad.

Z ďalších geofyzikálne skúmaných lokalít je nutné sa zmieniť o slovanskom sídlisku Klitschmar v Sasku. Tu sa na základe hustoty a rozptylu magnetických anomálií podarilo zistiť nielen veľkosť a tvar sídliska, ale aj rekonštruovať systém zástavby osady. V bezprostrednej blízkosti archeologicky skúmaného sídliska z 9.–11. storočia (Stáuble 2003), tu bola magnetickou metódou preskúmaná plocha o rozlohe cca. 2,9 ha. Komparatívnym prepojením archeologicky a geofyzikálne skúmanej plochy spolu s priestorom nepreskúmaným žiadnym spôsobom bolo možné vypočítať približný rozsah rozptylu stredovekých sídliskových objektov. Zhrňujúce výsledky dospeli k záveru, že stredoveká osada v Klitschmari sa rozkladala zhruba na ploche s rozlohou 3,8 ha, na ktorej sa nachádzalo približne 350 objektov rôzneho charakteru, z ktorých viac ako jednu tretinu predstavovali zemnice.

Veľkoplošná prospekcia zameraná na lokalizovanie sídliskových objektov a určenie hustoty a plošného rozsahu osídlenia sa uskutočnila na rozsiahlej lokalite rozprestierajúcej sa na ľavobrežnej terase potoka Dobrotka v katastri obce Drážovce. V roku 2002 bola vybagrovaním vodovodnej ryhy narušená južná časť lokality. Archeologickým výskumom sa tu následne podarilo zachrániť a zdokumentovať niekoľko stredovekých sídliskových objektov. Na magnetometricky preskúmanej ploche o rozlohe cca. 6 ha sa v ďalšej fáze lokalizovalo vyše 700 anomálií s priemerom nad 1 m. Jedná sa predovšetkým o sídliskové jamy rôzneho charakteru. Dobre sledovateľné sú areály s najhustejším výskytom objektov, ako aj hranice osídlennej plochy, za ktoré už archeologické objekty nezasahujú. Nálezová situácia tu je však značne ovplyvnená hustým osídlením z mladšej doby bronzovej, doloženým početným zberovým materiálom z tohto obdobia. K chronolo-

gickému zaradeniu jednotlivých identifikovaných anomálií nie je preto možné pristúpiť. Môžeme sa však domnievať, že objekty súvisiace so stredovekým sídliskom sa sústreďujú predovšetkým v južnej časti lokality, kde boli doložené už archeologickým výskumom. Na mape magnetických hodnôt je južná časť lokality od zvyšnej plochy oddelená zhruba 20 až 30 m pásmom bez náznakov osídlenia. Mohlo by tu ísť o hranicu oddeľujúcu areály dvoch chronologicky odlišných sídlisk: sídliska z mladšej doby bronzovej na severe a sídliska z obdobia stredoveku na juhu.

Jedným z príkladov, kedy geofyzikálny prieskum nepriniesol očakávané výsledky, je sídlisková lokalita rozprestierajúca sa na terase potoka Perkovský potok, severne od obce Čakajovce (obr. 7, 8). Povrchovými zbermi tu bolo doložené osídlenie z obdobia včasného stredoveku a eneolitu. Hlavným prvkom elementom na mape magnetických hodnôt je vodovodné potrubie, ktoré sa krížom cez celú skúmanú plochu. Najväčším problémom však nie je dané potrubie, ale poľnohospodárske aktivity na lokalite. Najlepšie sledovateľné sú na magnetograme z Čakajoviec predovšetkým hlboká orba a stopy po poľnohospodárskych strojach, odzrkadľujúcich sa ako úzke línie so striedajúcimi sa vyššími a nižšími magnetickými hodnotami. Za rušivé elementy možno pokladať aj rôzne veľké, bezforemné štruktúry so zvýšenými magnetickými hodnotami, ktoré môžu byť pripísané pedologickým efektom. Nedá sa ale ani vylúčiť, že sa jedná o ťažobné jamy z obdobia eneolitu. Veľká časť lokality je z geofyzikálneho pohľadu zničená. Rozpoznanie jednotlivých sídliskových objektov je možné iba vo výnimočných prípadoch. Archeologické štruktúry sa tak dajú dobre sledovať len v severovýchodnom a juhozápadnom sektore prieskumu, čo svedčí do istej miery o rozličných podmienkach pre zachovanie sa objektov na ploche lokality.

ZÁVER

Je namieste dostať sa opätovne k otázke položenej už v názve príspevku, či je geofyzikálny prieskum včasnostredovekých sídlisk pre archeológiu prínosný alebo nie. Tou najsprávnejšou by bola asi odpoveď: „ako kedy a ako kde“. Predložené výsledky sú len stručným prehľadom, vnášajúcim svetlo do tejto problematiky. Vždy je na posúdenie, či má nasadenie geofyzikálnych metód pred, počas alebo po skončení archeologického výskumu vôbec význam. A to isté platí aj pri prospekcii samotnej, teda nesúvisiacej so žiadnymi výkopovými akciami. Interpretácia získaných údajov sa môže zdať niekedy veľmi obtiažna, často sa dostáva na rovinu fikcie. To môže odradiť mnohých bádateľov, zakladajúcich si na exaktnom poznaní faktov. Pri interpretácii geofyzikálnych plánov treba vychádzať zo všetkých známych údajov o lokalite. Je ale nutné vychádzať aj z poznatkov z iných archeologicky skúmaných lokalít podobného charakteru a vedieť, aké objekty možno na pláne geofyzikálnych meraní očakávať. Zvýši sa tým pravdepodobnosť správnosti interpretovaných údajov. Či sú výsledky dosiahnuté geofyzikálnymi metódami pri prieskume lokalít typu včasnostredovekého sídliska pre archeológiu prínosné alebo nie, závisí hlavne od podmienok a charakteru každej lokality samostatne. Osobne som presvedčený, že geofyzikálny prieskum má pri problematike skúmania včasnostredovekých osád svoje opodstatnené miesto.

Príspevok bol vypracovaný v rámci projektu 2/6123/26 VEGA

LITERATÚRA

- Biermann, F.–Dulinicz, M., 2002:* Die frühmittelalterliche Siedlung von Bocheń im mittleren Polen, *Germania* 80, 243–267.
- Buthmann, N.–Posselt, M.–Zickgraf, B., 2000:* Die geophysikalische Prospektion eines mehrperiodigen Siedlungsplatzes in Runkel-Ennerich (Landkreis Limburg-Weilburg), *Berichte der Kommission für Archäologische Landesforschung in Hessen* 5, 137–143.
- Doneus, N., 2002:* Die ur- und frühgeschichtliche Fundstelle von Zwingendorf, Niederösterreich. Archäologische Untersuchungen eines Siedlungsplatzes und sein Verhältnis zur Landschaft, *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission* 48. Wien.
- Fassbinder, J. W. E., 1992:* Naturwissenschaftliche Untersuchungen an Bodenbakterien: Neuentdeckte Grundlagen für die magnetische Prospektion archäologischer Denkmäler in Bayern, *Das archäologische Jahr in Bayern* 1991, 211–215.
- Fassbinder, J. W. E., 1994:* Die magnetischen Eigenschaften und die Genese ferrimagnetischer Minerale in Böden im Hinblick auf die magnetische Prospektion archäologischer Bodendenkmäler. Buch am Erlbach 1994.
- Fassbinder, J. W. E.–Stanjek, H., 1993:* Occurrence of magnetite in soils from archaeological sites, *Archaeologia Polona* 31, 117–128.
- Fassbinder, J. W. E.–Stanjek, H., 1996:* Magnetische Bodenbakterien und deren Auswirkung auf die Prospektion archäologischer Denkmäler. In: H. Becker (ed.), *Archäologische Prospektion. Luftbildarchäologie und Geophysik, Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege* 59. München, 257–260.
- Fassbinder, J. W. E.–Stanjek, H., 1998:* Magnetische Eigenschaften archäologischer Böden. In: H. von der Osten-Woldenburg (ed.), *Unsichtbares sichtbar machen. Geophysikalische Prospektionsmethoden in der Archäologie. Kolloquium vom 27. Oktober 1994 in Leipzig, Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg* 41. Stuttgart, 137–146.
- Fusek, G., 1997:* Prieskumy v obciach Lukáčovce a Pastuchov. *AVANS* 1995, 54–56. Nitra.
- Görsdorf, J., 1982:* Magnetische Erkundung archäologischer Objekte, *Zeitschrift für Archäologie* 16, 231–241.
- Hartlaub, M., 1999:* Suche nach archäologischen Strukturen mit Hilfe der Geomagnetik (<http://www.geophysik.uni-frankfurt.de/~hartlaub/welcome/korrelat/suche.htm>).
- Hašek, V.–Měřínský, Z., 1991:* Geofyzikální metody v archeologii na Moravě. Brno.
- Henning, J.–Milo, P., 2005:* Geofyzikálne prieskumy na rôznych typoch včasnostredovekých lokalít: sídlisko, hradisko, pohrebisko. In: V. Hašek – R. Nekuda – M. Ruttikay (ed.), *Ve službách archeologie* 6, Brno, 139–150.
- Křivánek, R., 1998:* Příklady využití geofyzikálních metod při průzkumu i výzkumu různých typů archeologických lokalit v Čechách. In: P. Kouřil – R. Nekuda – J. Unger (ed.), *Ve službách archeologie. Sborník k 60. narozeninám RNDr. Vladimíra Haška, DrSc. Brno*, 177–197.
- Křivánek, R., 2004a:* Geofyzikální metody. In: M. Kuna a kol., *Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle. Praha*, 117–183.
- Křivánek, R., 2004b:* Přehled využití geofyzikálních měření ARÚ Praha na archeologických lokalitách ve středních Čechách v letech 1999–2003, *Archeologie ve středních Čechách* 8, 365–408.
- Molnár, E.–Tirpák, J., 2005:* Archaeological and geophysical research at a 10 th–14th centuries settlement Esztergom – Zsidód. In: V. Hašek – R. Nekuda – M. Ruttikay (ed.), *Ve službách archeologie* 6, Brno, 151–158.
- Müller, J., 2002:* Entstehung mittelalterlicher Siedlungsformen in Thüringen. Archäologische Untersuchungen im östlichen Teil des Keuperbeckens, *Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte* 37. Stuttgart.
- Neubauer, W., 1990:* Geophysikalische Prospektion in der Archäologie, *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien* 120, 1–60.
- Posselt, M., 2001:* Bandkeramik – Geomagnetik – Landschaftsarchäologie. Die Magnetometer-Prospektion der bandkeramischen Siedlung Butzbach-Fauerbach v. d. H., „Gerhardsköppel“, Wetteraukreis, *Berichte der Kommission für Archäologische Landesforschung in Hessen* 6, 41–52.
- Saile, T.–Lorz, C.–Posselt, M., 2001:* Geoarchäologische Erkundung einer slawischen Siedlungsstelle bei Kapern in der Gartower Elbmarsch (Ldkr. Lüchow-Dannenberg), *Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte* 70, 223–250.
- Schüler, T., 1996:* Geomagnetische Erkundung der Wüstung Herbisdorf, Lkr. Sömmerda, *Ausgrabungen und Funde im Freistaat Thüringen* 1, 43–47.
- Soják, M., 1998:* Doterajšie výsledky archeologického výskumu na diaľnici v okrese Poprad. In: *Archeológia v múzeách. Podtatranské múzeum Poprad*, 63–82.
- Stäuble, H., 2003:* Ein Dorf unter der Autobahn, *Archäologie in Deutschland* 2003/1, 55.
- Székeley, B.–Pusztai, S., 1996:* Magnetometric geophysical research at the site of Gyoma 133. In: A. Vaday (ed.), *Cultural and Landscape Changes in South-East Hungary II. Prehistoric, Roman Barbarian and Late Avar Settlement at Gyoma 133 (Békés County Microregion)*, *Archaeolingua* 5. Budapest, 15–25.
- Zickgraf, B., 1999:* Geomagnetische und geoelektrische Prospektion in der Archäologie. Systematik – Geschichte – Anwendung. *Internationale Archäologie: Naturwissenschaft und Technologie* 2. Rahden/Westfalen.

PETER MILO, AÚ SAV Nitra, Akademická 2,
SK-949 21 Nitra; milop@post.sk

ZUSAMMENFASSUNG

Die geophysikalische Untersuchung frühmittelalterlicher Siedlungen – ein positiver Beitrag für die Archäologie oder Zeitverschwendung?

Einleitung

Die Kombination von geophysikalischer Prospektion und zielgerichteter Sondierungs- sowie großflächiger Freilegungen gewinnt in der archäologischen Forschungsarbeit immer mehr an Bedeutung und Popularität. Aufgrund der Ergebnisse geophysikalischer Messungen können wir uns nicht nur eine Vorstellung über die Ausdehnung der Fundstätte bzw. der Dichte archäologischer Objekte machen, sondern häufig auch über ihre Typen und ggf. über ihre Funktion. Anliegen des vorliegenden Beitrages ist es, die bis dato veröffentlichten Ergebnisse geophysikalischer Messungen in frühmittelalterlichen Siedlungsfundstätten zu vermitteln, sowie dem Leser die Ergebnisse einiger eigener Messungen näher zu bringen und ihn damit vertraut zu machen.

Siedlungsobjekte und ihre Prospektierbarkeit

Das Prinzip von geophysikalischen Messungen basiert auf der Beobachtung von Veränderungen gewisser physikalischer Größen im betreffenden Raum. Im vorliegenden Beitrag beschäftige ich mich hauptsächlich mit den Ergebnissen von magnetischen Messungen, die bei der geophysikalischen Untersuchung von Siedlungsfundstätten das Gros der Fälle darstellen.

Man muß die Hauptgründe für die Entstehung von magnetischen Anomalien kennen, die durch die Existenz von archäologischen Objekten hervorgerufen werden. Die Entstehung einer Anomalie wird am Beispiel eines mittelalterlichen Grubenhauses erläutert. Eine wichtige Aufgabe dabei spielen ferromagnetische Mineralien, wie beispielsweise Magnetit und Maghemit, die sich in der Oberflächenschicht des Bodens um ein Grubenhäuser befinden und – nachdem das Objekt funktionell aufgegeben wurde – im Laufe der Zeit in dessen Verfüllung gerät (Faßbinder 1994; Faßbinder–Stanjek 1998, 139–145). Wichtig ist auch die Anwesenheit einer Heizeinrichtung im Grubenhäuser. Im Herd oder Ofen sind nämlich in situ durch die Hitze einwirkung ansonsten nicht magnetische Eisenoxide in das ferromagnetische Mineral Maghemit umgewandelt worden, was bei geomagnetischen Messungen die Entstehung einer starken magnetischen Anomalie zur Folge haben kann. Der dritte bedeutende Faktor für die Entstehung einer Anomalie kann die Holzkonstruktion eines Hauses sowie weitere Funde in seinem Innern aus organischem Material sein. Diese werden nämlich zur Nahrungsquelle für sogenannte magnetotaktische Bakterien, die, nachdem der Bildungsprozeß des Bodens abgeschlossen ist, im Objekt absterben, wobei sie erhöhte Magnetitwerte zurücklassen (Faßbinder 1992; Faßbinder–Stanjek 1993; 1996).

Die Ergebnisse von geophysikalischer Prospektierung und archäologischer Untersuchung müssen nicht übereinstimmen. Das Vorkommen einer magnetischen Anomalie muß nicht automatisch die Gegenwart eines archäologischen Objektes bedeuten. Bei der Interpretation von Karten magnetischer Messungen spielt dafür die Erkennung von Musterstrukturen eine wichtige Rolle. Erst wenn eine magnetische Anomalie oder Anomalien eine erkennbare und archäologisch identifizierbare Struktur bildet, kann sie als archäologisches Objekt bezeichnet werden.

Beispiele für eine erfolglose Identifizierung von Siedlungsobjekten auf Karten magnetischer Messungen können in der Fachliteratur in Fülle angetroffen werden. In letzter Zeit begegnet man jedoch auch Beispielen, die, wenn auf dem Magnetogramm Anomalien beobachtet werden, sich aufgrund ihrer Form ohne größere Probleme mit bekannten archäologischen Objekten vergleichen lassen. Gut identifizieren lassen sich vor allem Objekte mit einem gut erkennbaren Grundrißprofil, wie beispielsweise eingetiefte Grubenhäuser von quadratischer oder rechteckiger Form (Abb. 1: A-C). Die Interpretation von Anomalien ovaler Form als Objekte mit ähnlichem Grundriß ist bereits viel komplizierter und basiert größtenteils auf Vermutungen (Abb. 1: D, E).

Siedlungen und ihre Prospektierbarkeit

Der geophysikalischen Untersuchung frühmittelalterlicher Offensiedlungen wurde bislang nur wenig Beachtung geschenkt. Die Siedlung als Fundstättentyp wurde von den Geophysikern zu den weniger interessanten und deshalb nur selten untersuchten Objekten gezählt.

Der erste Forscher, der sich im mitteleuropäischen Raum systematisch mit der geophysikalischen Erforschung frühgeschichtlicher Siedlungen beschäftigte, war Jochen Görzsdorf. Zu den ersten vermessenen Fundstätten können Ralswiek, Garz oder Waltersdorf genannt werden (Görzsdorf 1982, 234–240, Abb. 2–6). Es ist dort zwar auch gelungen, näher nicht identifizierbare Siedlungsobjekte zu erfassen, auf den Isolinienkarten überwiegen jedoch störende, gegenwärtige Elemente (Abb. 2). Von den späteren Messungen müssen die unter Heranziehung der Geophysik erfolgten archäologischen Untersuchungen in Uherské Hradiště-Staré Město (Hašek–Měřinský 1991, 94–96), an der Siedlung Hrdlovka (Křivánek 1998, 187, Abb. 9), an den Siedlungen Drösing (Neubauer 1990, 19, Abb. 7) und Zwingendorf in Österreich (Doneus 2002, 36, 37, Taf. 35, 88), in Gyome (Székely–Pusztai 1996, 24, Abb. 1, 2, Taf. 1) und in Esztergom-Zsidód in Ungarn (Molnár–Tirpák 2005, 152, 153, Abb. 1–3), an den Siedlungen Kapern und Lügga in Sachsen (Saile–Lorz–Posselt 2001) und an der Fundstätte Herbisdorf in Thüringen (Schüller 1996, Abb. 3, 4; Müller 2002, 57, Taf. 27) genannt werden.

Einer gezielten geophysikalischen Erforschung frühmittelalterlicher Siedlungen wurde in den letzten Jahren an der Johann Wolfgang von Goethe Universität in Frankfurt am Main große Beachtung geschenkt. Im Rahmen des Projekts „Geophysikalische und archäologische Strukturanalysen frühmittelalterlicher Siedlungen im germanischen und im slawischen Raum“ wurden über 30 Fundstätten in Deutschland, Polen, Tschechien und der Slowakei untersucht.

Eines der erfolgreichen Beispiele für die geophysikalische Prospektierung aus dem Siedlungsgebiet der Germanen sind die Messungen an der als „Wüstung Sülchen“ bekannten früh- bis spätmittelalterlichen Siedlung bei Rottenburg (Baden–Württemberg), wo es stellenweise gelungen ist, einzelne eingetiefte Grubenhäuser im Detail zu prospektieren und auch zu identifizieren und Areale mit Oberflächenobjekten, mit Grubenhäusern und Produktionsobjekten (Feuerstätten und Öfen) auszugliedern.

Vom Verfasser des Beitrages wurden mehrere geophysikalische Prospektierungen in den von Slawen besiedelten Gebieten durchgeführt. Aufgrund der Bebauung der Siedlungen kann dieser gesamte Raum allgemein in zwei Zonen unterteilt

werden. In einen nördlichen Bereich ab einer gedachten Linie, welche das Weichselgebiet Südostpolens mit der Elbe und Saale im Westen, in welchem Oberflächenbauten dominieren, mit dem Gebiet südlich von dieser Zone, in welchem Grubenhäuser überwiegen, miteinander verbindet. Eingetiefte Hütten lassen sich aufgrund der oben genannten Faktoren zu den häufig erfolgreich prospektierten Objekten zählen. Eine Interpretation der Meßergebnisse aus den Gebieten mit Oberflächenhäusern ist um Vieles komplizierter.

Aus den Gebieten mit Oberflächenbauten sind zwei der prospektierten Siedlungen erwähnenswert. Die erste von ihnen ist die Siedlung Chełm – Bielawin in Ostpolen (Abb. 3, 4). Durch eine magnetische Untersuchung konnten dort einige Anomalien festgestellt werden, die auf archäologische Objekte hindeuten, deren Anzahl jedoch sicherlich nicht der realen Anzahl der Objekte an der Fundstätte entspricht. Der sich ändernde Kontrast des Erdmagnetfeldes auf der Fläche der Siedlung deutet darauf hin, daß sich dort noch weitere Objekte befinden. Deutlich beobachten läßt sich jedoch die Grenze des Besiedlungsgebietes. Das Besiedlungsareal hat somit die Form eines unregelmäßigen ovalen Grundrisses mit den ungefähren Maßen 60 x 150 m.

Die andere untersuchte Fundstätte war die Siedlung Bocheń in Mittelpolen. Die festgestellten magnetischen Anomalien stellen direkt unter der Oberfläche liegende Objekte dar und sind fast über die gesamte prospektierte Fläche verstreut. Die vermessenen Objekte haben überwiegend eine ovale Form. Ihre Größe reicht von mehreren Dutzend Zentimetern bis zu einigen Metern (im Durchschnitt 3–4 m). Es hat sich gezeigt, daß die Ergebnisse der geophysikalischen Messungen mit den Ergebnissen der archäologischen Grabung vergleichbar ist. Auf der Fläche der Siedlung können jedoch viel mehr Objekte vermutet werden, als es geophysikalisch gelungen ist festzustellen.

Auf dem Gebiet mit den eingetieften Grubenhäusern existieren eine Reihe von Beispielen, bei denen es mit Hilfe der geophysikalischen Untersuchung gelungen ist, neue Informationen über den Charakter der prospektierten Fundstätten zu gewinnen. Interessante Beispiele brachte die magnetische Prospektion der Siedlung in Lukáčovce (Abb. 5, 6). Anhand des Magnetogramms dieser Siedlung lassen sich nicht nur die Stellen bestimmen, wo sich eingetiefte Hütten befinden, sondern auch ihre Anzahl, Größe und Orientierung. Die prospektierten archäologischen Objekte sind fast über die gesamte untersuchte Fläche verstreut. Die einzelnen Anomalien stellen die archäologischen Strukturen dar und lassen sich in drei Gruppen unterteilen, und zwar in eine Liniendarstellung (Hauswände, Umfriedungen, Rinnen), in ovale und kreisförmige Anomalien (Siedlungsgruben, Feuerstätten, Öfen) und in quadratförmige Anomalien (eingetiefte Hütten). Die eingetieften Hütten lassen sich in drei Kategorien einteilen: 4–9 m² (13 Objekte), 9–15 m² (19 Objekte) und 15–25 m² (17 Objekte). Mit geringen Abweichungen sind die meisten Grubenhäuser in Richtung Nordost-Südwest ausgerichtet.

In der slawischen Siedlung Klitschmar in Sachsen gelang es aufgrund von Dichte und Verteilung der magnetischen Anomalien nicht nur Größe und Form der Siedlung festzustellen, sondern auch ihr Bebauungssystem zu rekonstruieren. Nach dem Zusammenfassen der Ergebnisse gelangte man zu dem Schluß, daß die mittelalterliche Siedlung sich ungefähr über eine Fläche von 3,8 ha erstreckt, auf welcher sich annähernd 350 Objek-

te verschiedenen Charakters befanden, von denen mehr als ein Drittel Grubenhäuser waren.

Eine großflächige Prospektierung wurde an der ausgedehnten Fundstätte in Drážovce durchgeführt. Auf einer Fläche von ca. 6 ha wurden mehr als 700 Anomalien mit einem Durchmesser von über 1 m geortet. Es handelt sich um Siedlungsgruben unterschiedlichen Charakters. Gut zu verfolgen sind die Areale mit dem dichtesten Objektvorkommen sowie die Grenzen der Besiedlungsflächen, an welche die archäologischen Objekte nicht mehr heranreichen. Viele der festgestellten Objekte hängen mit der vorgeschichtlichen Siedlung dieser Lage zusammen. Man kann davon ausgehen, daß die mit der mittelalterlichen Siedlung zusammenhängenden Objekte sich vor allem im südlichen Teil der Fundstätte konzentrieren, wo sie auch durch die archäologische Grabung belegt wurden.

Eines der Beispiele, bei denen die geophysikalische Untersuchung nicht die erwarteten Ergebnisse gebracht haben ist die Siedlungsfundstätte in Čakajovce (Abb. 7, 8). Hauptstörerelement auf der Karte der magnetischen Werte ist eine Wasserrohrleitung. Die Fundstätte ist auch durch die Landwirtschaft relativ zerstört. Als Störerelement kann man auch unförmige Strukturen ansehen, die auf pedologische Effekte zurückgeführt werden können. Die jeweiligen Siedlungsobjekte können nur in Ausnahmefällen erkannt werden.

Schluß

Die vorgelegten Ergebnisse geben nur eine knappe Übersicht, die Licht in diese Problematik bringt. Es muß jeweils beurteilt werden, ob das Einsetzen von geophysikalischen Methoden vor, während oder nach Beendigung einer archäologischen Grabung überhaupt Bedeutung hat. Gleiches gilt auch für eine reine Prospektierung selbst, d.h. wenn sie unabhängig von Ausgrabungen erfolgt. Die Interpretation der gewonnenen Daten kann bisweilen als sehr schwierig erscheinen und gelangen häufig auf die Ebene der Fiktion. Bei der Interpretation von geophysikalischen Karten müssen alle über die Fundstätte bekannten Daten zugrunde gelegt werden. Es müssen jedoch auch die Erkenntnisse von anderen archäologisch untersuchten Fundstätten ähnlichen Charakters herangezogen werden, und man muß wissen, welche Objekte man auf einer Karte geophysikalischer Messungen erwarten kann. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Interpretation der Daten erhöht.