

ROMAN KŘIVÁNEK

Přehled nedestruktivních geofyzikálních měření  
Archeologického ústavu AV ČR v Praze  
na archeologických lokalitách ve správě  
Muzea Pierwszych Piastów na Lednicy

Przegląd wyników nieinwazyjnych badań geofizycznych  
Instytutu Archeologii Czeskiej Akademii Nauk w Pradze  
przeprowadzonych na stanowiskach archeologicznych,  
znajdujących się pod opieką Muzeum Pierwszych  
Piastów na Lednicy

**ABSTRAKT:** Geofyzikální průzkumy patří v současné archeologii k nejčastěji využívaným a plně nedestruktivním metodám tzv. nedestruktivní archeologie. Mezi jejich hlavní přednosti můžeme řadit možnost rychlé prospekce, získání plošných dat týkajících se i rozsáhlejších terénů archeologických lokalit nebo také možnost identifikace různých situací skrytých pod současným povrchem terénu. Efektivní aplikace geofyzikálních metod v archeologii ale také má svá pravidla a jednotlivé geofyzikální metody své vlastní limity. Ty vyplývají z různých možností i metodik měření různých metod, typu sledované fyzikální veličiny resp. vlastnosti, nestejných hloubkových dosahů metod, ale především z aktuálních terénních podmínek měření, charakteru předpokládaných podpovrchových archeologických aktivit, množství a intenzity antropogenních změn v rámci archeologických lokalit včetně novodobých úprav krajiny. Všechny tyto ukazatele se v různé míře projevily také v prezentovaných výsledcích polských raně středověkých lokalit náležících do správy Muzea Pierwszych Piastów na Lednicy. Předložený článek obsahuje souhrnný přehled a příklady výsledků geofyzikálních průzkumů realizovaných v posledním desetiletí rámci dlouhodobé česko-polské spolupráce zahájené na bázi projektu “Stratygrafia wybranych grodów najstarszego państwa Przemyslidów i Piastów w świetle porównawczych badań nieinwazyjnych”, který byl realizovaný v Ústavu Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk ve Varšavě a v Archeologickém ústavu Akademie věd České republiky v Praze pod vedením prof. Michała Kary a dr. Romana Křivánka, ve spolupráci s Muzeem Pierwszych Piastów na Lednicy s mgr. Arkadiuszem Tabakou. Na vybraných příkladech můžeme ilustrovat různé možnosti, okolnosti a také rozsahy měření i omezení následné inter-

pretce naměřených dat. Přes nespočetné možnosti a podmínky archeogeofyzikálních měření na jednotlivých lokalitách soubor výsledků reprezentuje časově i finančně výrazně nenákladný a nedestruktivní způsob plošného monitorování a dokumentace také raně středověkých lokalit typu hradišť i jejich zázemí (např. vesnic nebo pohřebišť).

**KLÍČOVÁ SLOVA:** nedestruktivní archeologie, geofyzikální průzkum, raně středověké hradiště, archeologická prospekce, sídlištní aktivita

**ABSTRAKT:** Badania geofizyczne należą do jednych z najczęściej stosowanych metod nieinwazyjnych we współczesnej archeologii. Do ich głównych zalet można zaliczyć możliwość szybkiej prospekcji terenowej, uzyskiwania nowych danych dotyczących nawet bardzo dużych stanowisk archeologicznych, a także rozpoznania różnorodnych struktur zabytkowych występujących pod współcześnie użytkowaną powierzchnią gruntu. Jednak skuteczne stosowanie metod geofizycznych odbywa się według określonych reguł, a poszczególne metody mają ograniczenia. Wynikają one z wielu możliwości prowadzenia badań, a także z metodyki dokonywania pomiarów danymi metodami, zależą od typu monitorowanej wielkości fizycznej czy jej właściwości oraz od niejednakowych zasięgów głębokościowych tychże metod. Przede wszystkim jednak ograniczenia stosowania metod geofizycznych związane są z aktualnymi warunkami terenowymi w czasie dokonywania pomiaru, z charakterem domniemanej podpowierzchniowej „aktywności archeologicznej” oraz z ilością i intensywnością antropogenicznych zmian w strukturach stanowisk archeologicznych, w tym współczesnych przekształceń krajobrazu. Wszystkie te wskaźniki w różnym stopniu zmanifestowały się w prezentowanych wynikach badań przeprowadzonych na polskich stanowiskach archeologicznych, podlegających Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy. Artykuł prezentuje zbiorczy przegląd wyników badań geofizycznych zrealizowanych w ostatnim dziesięcioleciu w ramach wieloletniej współpracy czesko-polskiej, zainicjowanej projektem „Stratygrafia wybranych grodów najstarszego państwa Przemysławidów i Piastów w świetle porównawczych badań nieinwazyjnych”, który realizowany był w Instytucie Archeologii i Etnologii PAN w Warszawie oraz w Instytucie Archeologii Czeskiej Akademii Nauk w Pradze (projektem kierowali prof. Michał Kara oraz dr Roman Křivánek), we współpracy z Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy z mgr. Arkadiuszem Tabaką. Na wybranych przykładach można zilustrować zarówno różnorodne możliwości, okoliczności, jak i zakresy pomiarów, a także ograniczenia późniejszej interpretacji pozyskanych danych. Pomimo niejednakowych możliwości i warunków dokonywania pomiarów archeogeofizycznych na poszczególnych stanowiskach, zbiór wyników reprezentuje czasowo oraz finansowo oszczędny i niedestrukcyjny sposób powierzchniowego monitorowania i dokumentacji wczesnośredniowiecznych stanowisk o własnej formie terenowej (typu grodzisko), a także stanowisk płaskich, stanowiących zaplecze dla grodów wczesnopiastowskich (np. osad i cmentarzysk).

**SŁOWA KLUCZOWE:** archeologia nieinwazyjna, badania geofizyczne, grodzisko wczesnośredniowieczne, prospekcja archeologiczna, aktywność osadnicza

**ABSTRACT:** Geophysical surveying is one of the most frequently used and fully non-destructive methods of so-called non-destructive archaeology in contemporary archaeology. The main advantages include the possibility of quick prospection, obtaining area data on even larger terrain of archaeological sites or also the possibility of identifying various situations hidden under the current terrain surface. However, the effective application of geophysical methods follows certain rules, and individual methods have limitations. They result from many possibilities of conducting research, as well as from the methodology of measuring with the given methods, from the type of monitored

physical quantity or its properties, and from unequal depth ranges of these methods, but mainly from actual field conditions of measurement, the character of supposed sub-surface archaeological activities, and the amount and intensity of anthropogenic changes within archaeological sites including modern landscape changes. All these indicators were also reflected in the presented results of Polish early medieval sites belonging to the Museum of the First Piasts at Lednica. This article contains a summary and examples of the results of geophysical surveys carried out in the last decade within the framework of the long-term Czech-Polish cooperation initiated on the basis of the project “The stratigraphy of chosen hillforts of the Piast’s and Přemyslid’s domain in the light of a comparison with non-destructive research”, which was implemented by the Institute of Archaeology and Ethnology PAN in Warsaw and the Institute of Archaeology CAS in Prague under the leadership of prof. Michał Kara and dr. Roman Křivánek in cooperation with the Museum of the first Piasts in Lednica with mgr. Arkadiusz Tabaka. On selected examples we can illustrate various possibilities, circumstances and also measuring ranges and limitations of the subsequent interpretation of measured data. Despite the unequal possibilities and conditions of archaeogeophysical measurements at individual sites, the set of the results represents a significantly inexpensive and non-destructive method of the areal monitoring and documentation of the early medieval sites such as hillforts and their background (for example villages or burial cemeteries). **KEYWORDS:** non-destructive archaeology, geophysical survey, early medieval hillfort, archaeological prospection, settlement activity

## Úvod

Interdisciplinární spolupráce při nedestruktivních výzkumech raně středověkých lokalit v regionu nejstarších Piastowců mezi polskými archeology a geofyzikem Archeologického ústavu v Praze probíhá již celé poslední desetiletí. Na jejím začátku bylo v roce 2009 uskutečněné pouze zkušební geofyzikální měření vybraných ploch v areálu hradiště Lednica. Díky pozitivnímu prověření možností uplatnění geofyzikálních metod byl pak v roce 2010 M. Karou a R. Křivánkem zformulován víceletý česko-polský projekt *Stratygrafia wybranych grodów najstarszego państwa Przemyślidów i Piastów w świetle porównawczych badań nieinwazyjnych*, který byl založen na budoucí spolupráci Archeologického ústavu Akademie věd České republiky v Praze, Ústavu Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk – Ośrodek Studiów Pradziejowych i Średniowiecznych w Poznaniu a Muzea Pierwszych Piastów na Lednicy. Díky tomuto projektu bylo možné realizovat geofyzikální průzkumy na vybraných terénech raně středověkých lokalit. Primárním cílem aplikovaných geofyzikálních měření bylo získání srovnatelných informací o charakteru, struktuře i stavu zachování raně středověkých opevněných lokalit ze stejného raně středověkého období v Čechách a Polsku. Další cíle byly v řadě případů také zaměřeny na řešení otázek rozsahu a vnitřního využití lokalit anebo také porovnání efektivity nedestruktivních metod v různých podmínkách lokalit i vlastní archeologické prozkoumanosti hradišť. Výsledky a přínosy vzájemné spolupráce při nedestruktivních výzkumech vybraných přemyslovských

a piastowských hradišť by měly být shrnuty ve společné česko-polské publikaci plánované na rok 2021/2022. Zde předložený článek se snaží přehledně shrnout výsledky desetiletých geofyzikálních průzkumů na lokalitách a polohách, které spadají pod správu Muzea Pierwszych Piastów na Lednicy (tab. 1).

## Metody geofyzikální prospekce

Výběr vhodných metod a metodik geofyzikálního měření na polských lokalitách mohl vycházet z řady pozitivních zkušeností s aplikacemi geofyzikálních metod při průzkumech raně středověkých hradišť v Čechách [Budínský, Křivánek 2007; Křivánek 1999; 2000; 2001; 2003a; 2003b; 2008; Křivánek, Mařík 2009; Mařík, Křivánek 2012], na Moravě [Hašek 2001; Křivánek 2005; Milo, Dresler, Macháček 2011; Milo, Murín, Prišťáková, Tencer, Vágner 2019], na Slovensku [Henning, Milo 2005; Ruttkay, Henning, Fottová, Eyub, Milo, Tirpák 2006], v Německu [Herbich, Křivánek, Misiewicz, Oexle 2003; Buthmann, Posselt, Zickgraf 2008; Posselt, Schneeweiß 2011; Biermann, Kieseler, Nowakowski, Benecke, Gruszka, Wiejacka, Wiejacki 2016] i v Polsku [Perlikowska-Puszkarska 1979; Kizkowski, Wrzesiński 1996; Wrzesiński 1996; Bloński, Milo, Misiewicz 2003]. Paralelně s probíhajícím česko-polským projektem byly získávány další výsledky a také zkušenosti z různých geofyzikálních průzkumů dalších českých raně středověkých hradišť [Křivánek 2013; 2015; 2016; 2018; 2019]. Novější možnosti porovnání pak přinesly publikované výsledky geofyzikálních prospekci dalších polských raně středověkých hradišť realizovaných v posledním desetiletí [Rączkowski, Bogacki, Małkowski, Misiewicz 2013; Małkowski, Szczurek 2014; Sikora, Wroniecki 2014; Szymt 2014; Sikora, Wroniecki, Kittel 2015; 2017; Krasnodębski, Małkowski 2018].

Při archeogeofyzikálních průzkumech bylo využito tři geofyzikálních metod a čtyř různých aparatur ARÚ Praha. Plošná magnetometrická měření byla v prvních letech projektu realizována cesiovým magnetometrem Smartmag, SM-4g, Scintrex při sledování vertikálního gradientu intenzity magnetického pole. Plochy byly zkoumané s hustotou cca 1 x 0,25 m, detailní měření také proběhla v síti 0,5 x 0,2 m. Od roku 2012 byla pak využívána novější aparatura, pětikanálový fluxgate gradiometr na dvoukolovém podvozku firmy Sensys. Měření probíhala běžně v síti 0,5 x 0,2 m (některá detailní měření také někdy v síti až 0,25 x 0,1 m). Obě aparatury byly užity s cílem identifikace předpokládaných podpovrchových reliktvů zahloubených objektů, vypálených materiálů popř. i výrobních objektů. Průzkum magnetometrem byl na lokalitách limitován především rozsahem rušivých vlivů kovů.

Při geoelektrických odporových měřeních metodou symetrického odporového profilování bylo využito aparatury RM-15, Geoscan Research. Při Wennerově uspořádání elektrod A0,5M0,5N0,5B byly sledovány mělce podpovrchové situace

Tab. 1. Souhrnný přehled geofyzikálních měření Archeologického ústavu v Praze na archeologických lokalitách ve správě Muzea Pierwszych Piastów na Lednicy. M – magnetometrické měření, R – geoelektrické odporové měření, R – profilová měření radarem. Upravitel R. Krivánek

Tab. 1. Summary overview of geophysical measurements of the Institute of Archaeology in Prague at archaeological sites administered by the Museum of the First Piasts at Lednica. M – magnetometer measurements, E – geoelectric resistivity measurements, R – profile ground penetrating radar measurements. Ed. by R. Krivánek

Lokalita	Lokalizace	Rok geofyz. měření	Použitá metoda	Sledovaná plocha (ha)	Aparatura a hustota měření
Ostrów Lednicki, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/2 – areál hradiště	Hrad + předhradí	2009	M + O	2,1 + 0,1625	Cs-magnetometr Smartmag SM-4g, Scintrex (1 x 0,25 m);
	Hrad + předhradí	2010	M	1,235 + 0,98	5-kanálový fluxgate gradiometr, Sensys
	Břehy + val	2011	M + O	0,2 + 0,6	(0,5 x 0,2 m);
	Předhrad +, val	2012	M + O	0,315 + 0,05	RM-15, Geoscan Research
	Val+Z + Z-most	2013	O	0,1083	(1 x 1 m)
Sever + palác a kostely	2015	O + R	0,085 + 834 m		
Ledniczka, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/3 – areál ostrova	Břeh-Z + motte	2018	M + O	0,0559 + 0,1	1-kanálový fluxgate gradiometr, Sensys
	Břeh-S,Z,J	2019	M + O	0,2345 + 0,0724	(1 x 0,25 m); RM-15, Geoscan Research (1 x 1 m)
Dzieskanowice dz. ewid. 9/2, 10 i południowa część dz. ewid. 7/2 – osídlení u arch. parku	Pole u palisády	2018	M	1,675	5-kanálový fluxgate gradiometr, Sensys
	Pole J parkoviště	2019	M	0,84	(0,5 x 0,2 m)
Dzieskanowice dz. ewid. 22/14, 22/1, 22/7, 44 – osídlení u muzea	Louka S muzea	2012	M	2,5	5-kanálový fluxgate gradiometr, Sensys
	Louka SZ muzea	2013	M	2,9	(0,5 x 0,2 m)
	Poloostrov-S	2017	M + O	0,57 + 0,1872	5-kanálový fluxgate gradiometr, Sensys
Dzieskanowice dz. ewid. 54 – poloostrov u zámku	Poloostrov-J, V	2018	O	0,2425	(0,5 x 0,2 m);
	Poloostrov-střed	2019	O	0,1788	RM-15, Geoscan Research (1 x 1 m)
Giecz dz. ewid. 31/2, 33/1, 33/2, 156/1, 158, 160/1, 160/2, 162, 163, 164/1, 165/3, 169 – areál hradiště	Hrad + kostel	2010	M + O	0,1575 + 0,2175	Cs-magnetometr Smartmag SM-4g, Scintrex
	Z předhradí+hrad	2011	M + O	3,53 + 0,27	(1 x 0,25 m);
	Z předhradí	2013	M	3,7	5-kanálový fluxgate gradiometr, Sensys
	Z předhradí + kostel a okolí	2015	M + R	0,66325 + 1317 m	(0,5 x 0,2 m); RM-15, Geoscan Research (1 x 1 m)
Grzybowo nr dz. ewid. 257 – areál hradiště	Vnitřní část	2015	M	1,7895	5-kanálový fluxgate gradiometr, Sensys
					(0,5 x 0,2 m)

(s maximálním hloubkovým dosahem do 0,5 m) s hustotou 1 x 1 m. Vzhledem k velmi blízké hladině spodní vody (na lokalitě Lednica jezero, na lokalitě Giecz v okolí mokřiny) nebylo geoelektrické odporové měření aplikováno s větším hloubkovým dosahem. Přístroje bylo využito především k detekci podpovrchových reliktů kamenných koncentrací, případného zdiva či jiných kamenných destrukcí.

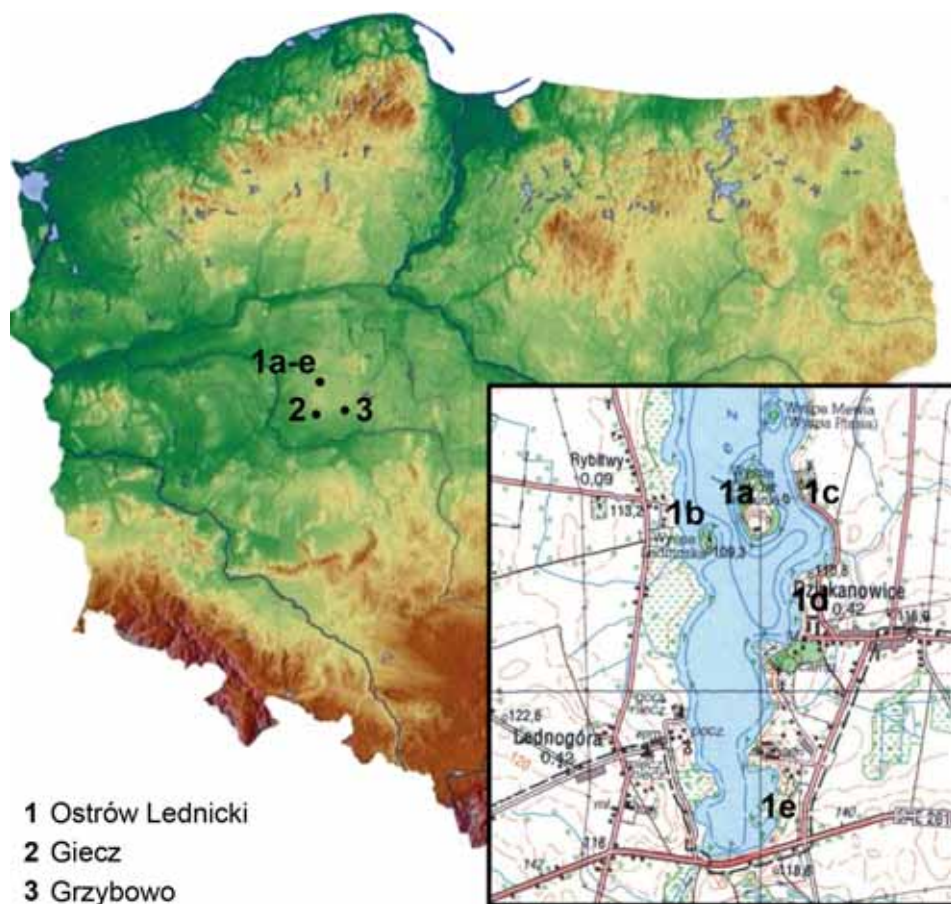
Při archeogeofyzikálních průzkumech bylo také v roce 2015 doplňkově využito třetí geofyzikální metody, profilového měření radarem Cobra-WIFI II GPR, Radarteam. Ve vnitřní části hradiště Giecz a hradiště Lednica byly na několika vybraných plochách (odkryté vnitřní plochy paláců, místa a okolí kostelů, vybrané partie u západního mostu na předhradí) testovány situace s hloubkovým dosahem do 2,5 m (anténa 500 MHz). Výsledky z těchto měření budou prezentovány na jiných místech.

S ohledem na různé druhy geofyzikálních metod a také různých aparatur počítačové zpracování měřených dat si vyžádalo využití různých softwarů. Data z magnetometrického průzkumu cesiovým magnetometrem byla zpracována softwarem Oasis-Montaj, Geosoft. Data z magnetometrického průzkumu vícekanalovým fluxgate gradiometrem byla primárně zpracována softwarem Magento-arch, Sensys, finální výstupy pak byly upravovány v softwaru Surfer, Golden software. Data z geoelektrického odporového měření byla zpracována v softwaru Surfer, Golden software. Naměřená data z radaru byla zpracována pomocí softwaru Prism 2, Radar Systems.

## Výběr archeologických lokalit a otázek řešených geofyzikálním průzkumem

Pro tento souhrnný článek byly vybrány pouze ty archeologické lokality a dílčí terény, které bezprostředně spadají pod správu Muzea Pierwszych Piastów na Lednicy (viz tab. 1). Geofyzikálními metodami ale bylo v Polsku v průběhu projektu sledováno ve spolupráci s polskými archeology několik dalších lokalit (hradiště Kórník-Bnin, Dąbrówka, Łekno, Pszczew, předpokládané hradiště na území Zielona Góra), jejichž výsledky budou prezentovány na jiném místě samostatně. Největší pozornost byla záměrně věnována lokalitám v mikroregionu Lednického jezera, kterému dominuje mimořádné raně středověké hradiště Lednica situované na ostrově uprostřed jezera (viz detail na obr. 1). Další významná raně středověká hradiště byla zkoumána geofyzikálními průzkumy v širším regionu Velkopolska východně Poznaně (viz Giecz a Grzybowo na obr. 1).





OBR. 1. Přehled archeologických lokalit, kde byly aplikovány nedestruktivní geofyzikální průzkumy (detail mapy v okolí lednického jezera: 1a – Ostrów Lednicki, 1b – Ostrów Ledniczka, 1c – Dziekanowice – osada, 1d – Dziekanowice – muzeum, 1e – Dziekanowice – zámek). Upravila E. Pawlak

RYC. 1. Przegląd stanowisk archeologicznych, na których wykonano nieinwazyjne badania geofizyczne (szczegóły mapy w okolicy jeziora Lednica: 1a – Ostrów Lednicki, 1b – Ledniczka, 1c – Dziekanowice – osada, 1d – Dziekanowice – muzeum, 1e – Dziekanowice – dwór). Oprac. E. Pawlak

FIG. 1. Overview of archaeological sites with the application of non-destructive geophysical methods (detail map surroundings Lednica lake: 1a – Ostrów Lednicki, 1b – Ostrów Ledniczka, 1c – Dziekanowice – village, 1d – Dziekanowice – museum, 1e – Dziekanowice – castle). Ed. by E. Pawlak

Ostrów Lednicki (1a na obr. 1) představuje pro region prvních Piastovců jedno z hlavních center světské i církevní moci. Ta je doložena také kamennou architekturou s odkrytými základy knížecího paláce (*palatium*) a kaple – baptisteria, které se nacházejí v jižní části hradiště opevněném mohutným několikanásobně

opravovaným valem s dřevo-hlinitou konstrukcí. Za vrcholné období hradiště lze považovat 2. pol. 10. až 1. pol. 11. stol. V té době ostrov hradiště o rozloze 7,5 ha byl spojen se západníma východním břehem jezera dvěma mosty (dle dendrochronologie je datována konstrukce mostů do roku 963 až 964). I přes úpadek významu lokality po nájzdech českého vojska knížete Břetislava I. ve 30. letech 11. stol. bylo hradiště osídleno až do 14. stol. a bylo využíváno také jako pohřebiště. Adekvátně významu lokality v areálu hradiště byla realizována řada archeologických výzkumů, které jsou z hlediska budoucího uplatnění nedestruktivních metod také v některých partiích zásadně limitující. První nesystematické výkopy na palatiu byly zahájeny již v roce 1845, prvního odborného zpracování se ale dočkaly až výzkumy z let 1858-1874. Výzkumy samozřejmě pokračovaly také v meziválečném období, v 60. letech 20. stol. bylo odkryto rozsáhlé pohřebiště kolem dalšího kostela. Interdisciplinární archeologické výzkumy zde byly zahájeny od roku 1982, do podobného období také mimochodem spadají počátky podvodní archeologie. S ohledem na výrazně proměněné terény na jižní akropoli hradiště (zastřešené základy paláce a kaple, navážky při valu aj.) byla řada geofyzikálních měření zaměřena na části vně obvodového valu. Na severním předhradí byl prostor vyvýšené terasy geofyzikálně ověřován s cílem prověření možnosti detekce zástavby popř. struktury osídleného předhradí a komunikace mezi původními mosty. Podél břehů jezera byly pak prověřovány možnosti rozlišení cíleného zpevnování břehů jezera s eventuálním průběhem cest dovnitř hradiště. Jižní a západní část valu nad břehem jezera byla pak verifikována odporovým měřením pro případ rozlišení zaniklých přerušení v obvodovém valu. Doplnková radarová měření uvnitř paláce a kaple pak byla realizována pro případ rozlišení jiných dřívějšími výzkumy neodkrytých reliktů kamenné architektury.

Menší ostrov Ledniczka (1b naobr. 1) je na Lednickém jezeře situován jižněji a jeho dosavadní archeologická poznatelnost není velká. Na ostrově zřejmě na konci raného středověku mohlo existovat menší hradiště, ve 14. stol. byla pak samostatně opevněna nejvyšší část jako obranná rytířská rezidence v podobě osídlené a obranné věže zbudované na mohutném násypu kopce (*motte*). Novou archeologickou pozornost iniciovaly nové výsledky podvodní archeologie, kdy mezi západním břehem jezera a Ledniczkou byly rozlišeny základy neznámého dřevěného mostu (mladšího než na ostrově Lednica). Geofyzikálními metodami proto byl cíleně ověřován západní až severozápadní břeh zalesněného ostrova pro možnost rozlišení vyústění mostu či reliktu navazující komunikace. Ověřovány byly také terénní reliktů možného vnějšího obvodového valu.

Další polohy byly pak ověřovány na východním břehu Lednického jezera. Dziekanowice – osada (1c na obr.1) představuje místo původní raně středověké osady, která byla částečně zkoumána archeologickými výzkumy. Kromě raně středověkého osídlení v jižní části lokality byly odkryty také reliktů osady s možnými vlivy z doby římské a v jižní části lokality pohřebiště nejasné datace. Jižně od novodobou palisádou ohrazeného areálu archeologického skanzenu (Malý



skanzen) byla na vyvýšeném terénu terasy nad záplavovým územím Lednického jezera geofyzikálně ověřena jižní část původní (raně středověké?) osady. Cílem bylo porovnání výsledků povrchových sběrů, detektorových průzkumů a magnetometrického průzkumu pro možnost vymezení okraje osady (anebo potvrzení rozsáhlejšího pokračování sídlištních i výrobních aktivit).

Dzieskanowice – muzeum (1d na obr. 1) je další vyvýšená poloha na východním břehu jezera, kde již lokálně dříve sondážemi bylo prokázáno polykulturní pravěké i raně středověké osídlení. Geofyzikální průzkum byl iniciován novými plány rozšíření původního muzea MPP (výstavní síň) na okolní plochy luk a polí. Cílem magnetometrické prospekce bylo kvantitativní posouzení množství možných sídlištních aktivit na sledovaných plochách s ohledem na nákladnost případného předstihového archeologického výzkumu.

Dzieskanowice – zámek (1e na obr. 1) málo archeologicky poznaná poloha menšího polostrova nad jiho-východním břehem Lednického jezera. Minimum archeologických nálezů sice nenaznačuje významnější osídlení. Bezprostřední okolí zámku a zámeckého parku v Etnografickém skanzenu spíše naznačuje na novodobou úpravu plochy. Z druhé strany ale výrazná terénní dispozice nad vyvýšeným břehem jezera s případnou ochranou mokřinami z dalších dvou stran dělá z místa ideální polohu na osídlení (menší opevněnou lokalitu). Cílem kombinovaného geofyzikálního měření bylo pokusit se identifikovat reliktů příčného nebo obvodového opevnění dnes sneseného pouze do podoby teras.

Raně Piastovské hradiště Giecz (2 na obr.1) představuje další významné centrum nadregionálního významu. Vnější plocha hradiště je uváděna 3,6 ha, ale vnitřní plocha za mohutným valovým opevněním dosahuje pouze 1,6 ha. Základy původního malého hradistě jsou dle poznatků dentrochronologie datovány do 60. let 9. stol., další přestavby a rozšíření hradiště je pak datováno do 20., 40. a 80. let 10. stol. Osada na východním břehu jezera byla původně spojena s hradištěm dřevěným mostem. Na konci 10. stol. byl v jižní části hradiště založen nedokončený kamenný palác (*palatium*), ve stejném prostoru pak na poč. 11. stol. byl založen kostel sv. Jana Křtitele. Českým vojskem knížete Břetislava I. bylo hradiště vypáleno roku 1039, ve 2. pol. 11. stol. byla lokalita přestavěna. Ve stejném období došlo k zakládání osad a pohřebišť okolo hradiště. Opevněná lokalita zanikla ve 13. stol. První archeologické výzkumy proběhly od 1949-1966, další výzkumy byly obnoveny až od roku 1993. Mezi zajímavé výsledky patří např. odkrytí reliktů raně středověkého pohřebiště na severo-západním předhradí hradiště nebo objevení rozsáhlých základů předrománského kamenného kostela z počátku 11. stol. v severní části hradu v západním okolí novověkého dřevěného kostela sv. Jana Křtitele. Cílem prostorově omezených geofyzikálních měření v severní části vnitřní plochy hradiště bylo pokusit se rozlišit reliktů opevnění staršího hrádka (9. stol.). S ohledem na lokálně výrazně proměněné terény uvnitř hradiště (budovy, muzeum, cesty s inženýrskými sítěmi) byly větší plošné průzkumy zaměřeny na vnější především severo-západní předhradí. Na plochách severo-západního

předhradí byly plochy polí geofyzikálně ověřovány s cílem doplnění poznatků o rozsazích povrchovými a detektorovými prospekciemi identifikovaných pohřebišť a dalších případných aktivit. Doplnková radarová měření uvnitř základů nedokončeného paláce (*palatia*) a hradního kostela sv. Jana Křtitele byla realizována jako revize dřívějších výzkumů pro případ rozlišení jiných reliktní architektury nebo pohřbívání.

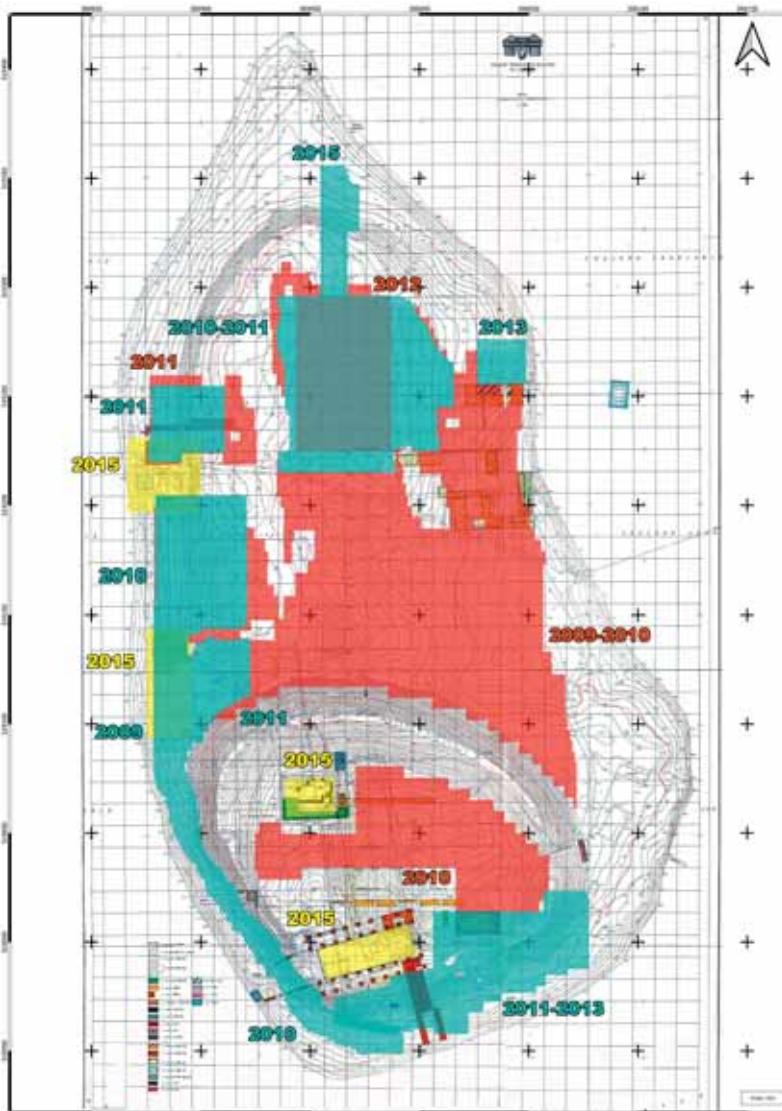
Raně Piastovské hradiště Grzybowo (3 na obr. 1) reprezentuje další významnou lokalitu regionu, kde plošný rozsah hradiště opevněného mohutným valem dosahuje kolem 4,7 ha. Původní nejstarší hrádek se nacházel v severozápadní části a je datován do 20.-30. let 10. stol. Přestavba a rozšíření hradiště proběhlo na poč. 11. stol., avšak samotné hradiště bylo využíváno pouze do pol. 11. stol. (vesnické osídlení přetrvávalo do 12. stol.). Kromě penetračních sond v roce 1937 lze archeologické výzkumy datovat až od roku 1988. Plošně rozsáhlá lokalita byla dodnes archeologicky ověřována postupnou sítí archeologických sondáží, které potvrzují mocné mnohavrstevnaté a částečně vypálené situace v severní části hradiště. Od roku 1997 je lokalita ve správě MPP. Cílem plošného magnetometrického měření bylo ověřit maximum dostupné vnitřní plochy hradiště, rozlišení rozsahu sídlištních aktivit i případných reliktní nejstaršího opevnění menšího hrádka (z 1. pol. 10. stol.).

### Příklady výsledků

#### **Ostrów Lednicki, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/2, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński – ostrov s relikty raně středověkého hradiště a osady na předhradí**

Vybrané terény v rámci ostrova Lednica byly geofyzikálními průzkumy sledovány již dříve v souvislosti s dlouhodobými archeologickými výzkumy lokality [Kiszkowski, Wrzesiński 1996; Wrzesiński 1996; Pydyn, Hac, Popek 2019] anebo také v rámci konferenčních workshopů [Tabaka 2012]. V areálu hradiště bylo různými geofyzikálními metodami ARÚ Praha sledováno více zájmových ploch jak na akropoli, tak na severním předhradí i podél nižších břehů vně valového obvodového opevnění (obr. 2). Geofyzikální průzkumy v rámci projektu probíhaly v letech 2009 až 2015 (přehled etap prospekci, aplikovaných metod a aparatur je součástí tab.1.

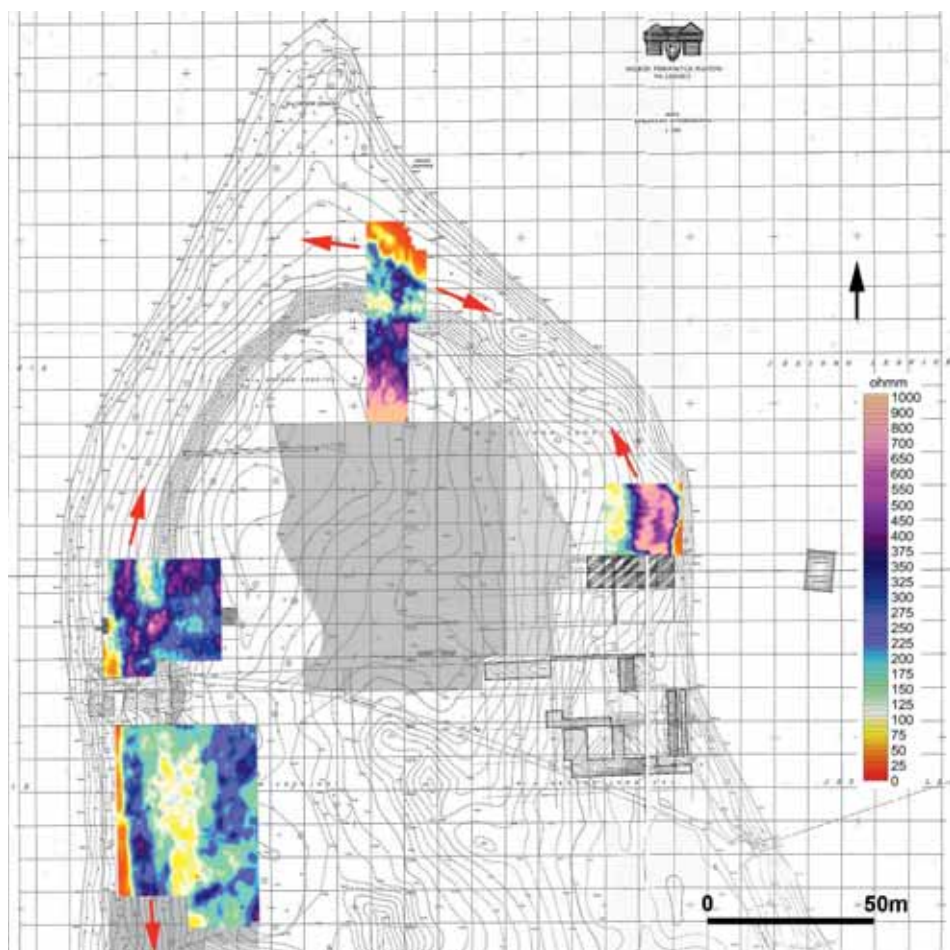
Výsledky několika plošných měření magnetometry i dílčích odporových měření byly již na několika konferencích prezentovány a také publikovány [Křivánek, Tabaka 2011; 2014]. Již prezentované výsledky prvních průzkumů zde proto nebudeme opakovat. Příkladem jiného výsledku dosud plně nepublikovaných výstupů měření ale mohou být také dílčí odporová měření na západním, severním a východním předhradí lokality (obr. 3). Tato odporová měření nebyla pouze zaměřená na rovnou plochu terasy předhradí, ale byla na západě, severu nebo východě lokálně cíleně vedena přes hranu vyvýšené terasy směrem do nižších teré-



OBR. 2. Ostrów Lednicki, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/2, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Vymezení sledovaných ploch geofyzikálním průzkumem na výřezu mapového podkladu lokality (červeně – magnetometrie, azurově – odporové měření, žlutě – profilová měření radarem). Upravil R. Křivánek

Ryc. 2. Ostrów Lednicki, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/2, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Plan wyspy z zaznaczeniem obszaru badanego metodami geofizycznymi (kolor czerwony – magnetometria, kolor błękitny – pomiary elektrooporowe, kolor żółty – profilowanie radarowe). Oprac. R. Křivánek

FIG. 2. Ostrów Lednicki, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/2, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Delimitation of monitored areas by geophysical survey on map section of the site (red – magnetometry, cyan – resistivity measurement, yellow – radar profile measurements). Ed. by R. Křivánek



**OBR. 3.** Ostrów Lednicki, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/2, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Příklad výsledku dílčích odporových měření přes hranu terasy na segmentu plánu severního předhradí hradiště (červené šipky – pravděpodobné směry pokračování pásů zvýšených odporů na rovném nižším terénu podél břehu jezera vně vyvýšené terasy předhradí). Upravil R. Křivánek

**Ryc. 3.** Ostrów Lednicki, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/2, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Wyniki przekrojowych pomiarów elektrooporowych przeprowadzonych na terenie osady przygodowej w północnej części wyspy w strefie linii brzegowej wyspy (czerwone strzałki – prawdopodobne kierunki rozciągania się pasów podwyższonej oporności na równym niższym terenie wzdłuż linii brzegowej jeziora na zewnątrz terasy nadzalewowej). Oprac. R. Křivánek

**FIG. 3.** Ostrów Lednicki, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/2, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Example of the result of partial resistivity measurements over the edge of the terrace on the segment of the northern bailey plan (red arrows – probable directions of continuation of bands of increased resistance on a flat lower terrain along the lake shore outside the elevated bailey terrace). Ed. by R. Křivánek

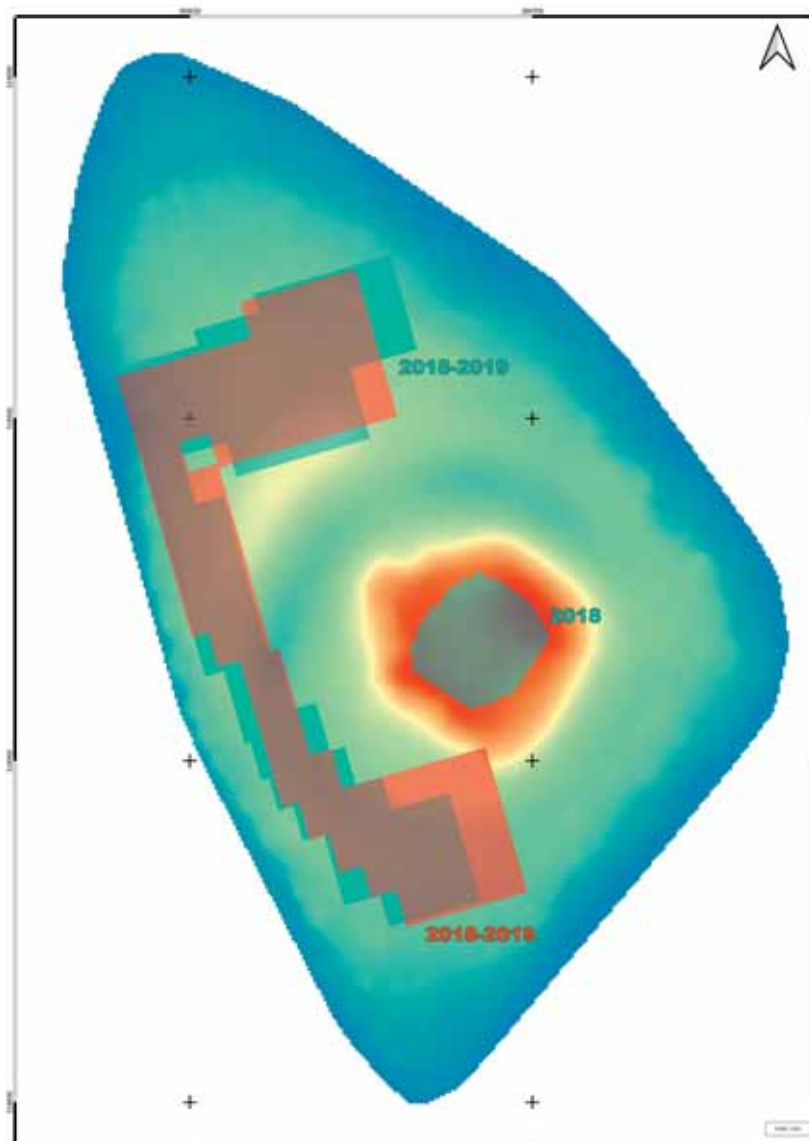
nů při březích jezera. Stejně jako v případě sledování jižního až západního vnějšího terénu vně akropole, také zde byly opakovaně registrovány zvýšené odpory v plochem terénu podél břehů jezera. Tyto několik metrů široké pásy se opakují prakticky na všech stranách ostrova a mohou indikovat blíže nejednoznačné nevodivé situace. Může se jednat například o nějakým způsobem zpevněné komunikace vně terasy kolem ostrova, jiné destrukce a antropogenní úpravy nad břehy jezera nebo reliktů konstrukcí s dřevy a kameny přímo cílené na ochranu břehů od jezera [porovnej Banaszak, Tabaka 2008; 2014; Górecki 2010; Górecki, Łastowiecki, Wrzesiński 1994]. Takové konstrukce byly již dříve sondážemi odkryty na západním břehu vně valu akropole. Při hranách vyvýšené terasy jsou pak odpory na všech dílčích plochách podstatně nižší, zvýšené odpory jsou pak charakteristické pouze na vyvýšený vnitřní terén terasy a předhradí.

**Ledniczka, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/3, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński – ostrov na Lednickém jezeře situovaný jihozápadně od Ostrowa Lednica s reliktem středověkého hradiště typu *motte***

Geofyzikální metody byly využity k prospekci vybraných terénů také dalšího ostrova Wielka Ledniczka uprostřed lednického jezera jižně raně středověkého hradiště Lednica. Sledovány byly však pouze takové terény menšího rozsahu, kde měření umožnila prostupnost vegetace a rozsah vymýcených porostů (obr. 4). Na severním, západním až jižním nižším břehu ostrova bylo v letech 2018 a 2019 využito kombinace jednodílnového měření magnetometrem a odporového měření. V souvislosti s novými výsledky podvodní archeologie a prokázáním reliktu třetího mostu ze západního břehu jezera [Pydyn, Hac, Popek 2019], hlavním cílem bylo ověření možnosti zaznamenání navazující cesty na ostrově a popřípadě prověření možnosti pokračování přemostění směrem k ostrovu Lednica. V centrální vyvýšené části ostrova pak v místech destruovaného *motte* s evidentními novověkými úpravami terénu (a četnými kovy) bylo realizováno v roce 2018 pouze zkušební odporové měření. Výsledky však potvrdily pouze kamenné destrukce po obvodu elevace a uvnitř rozsáhlé recentní zásahy do přirozeného terénu *motte* (parazitní zástavba – kovy, destrukce recentního zdiva, stavební odpad).

Geofyzikální průzkum na nižším terénu ostrova podél břehu poskytuje zajímavější výsledky, již podstatně méně a pouze lokálně ovlivněné novodobými úpravami terénů. Ve výsledku magnetometrického měření kromě okolí rušivých kovů na severu lze detekovat magnetické anomálie v souvislosti s průběhem reliktu obvodového valu hradiště (obr. 5 vlevo). Ve vnitřní části je patrná pouze magneticky výrazná linie kovového potrubí vodovodu, několik lokálních kovů a při vrcholu elevace kratší lomená slabě magnetická linie nejasného původu. Výsledek odporového měření podobné plochy je pak ještě zajímavější (obr. 5 vpravo). Po rovinaté části břehu ostrova lze sledovat oblouk pásu zvýšených odporů, který připomíná situace detekované podél břehů na ostrově Lednica. Mezi valem a břehem jezera nelze zde tedy opět vyloučit buď nějakou záměrně vybudova-



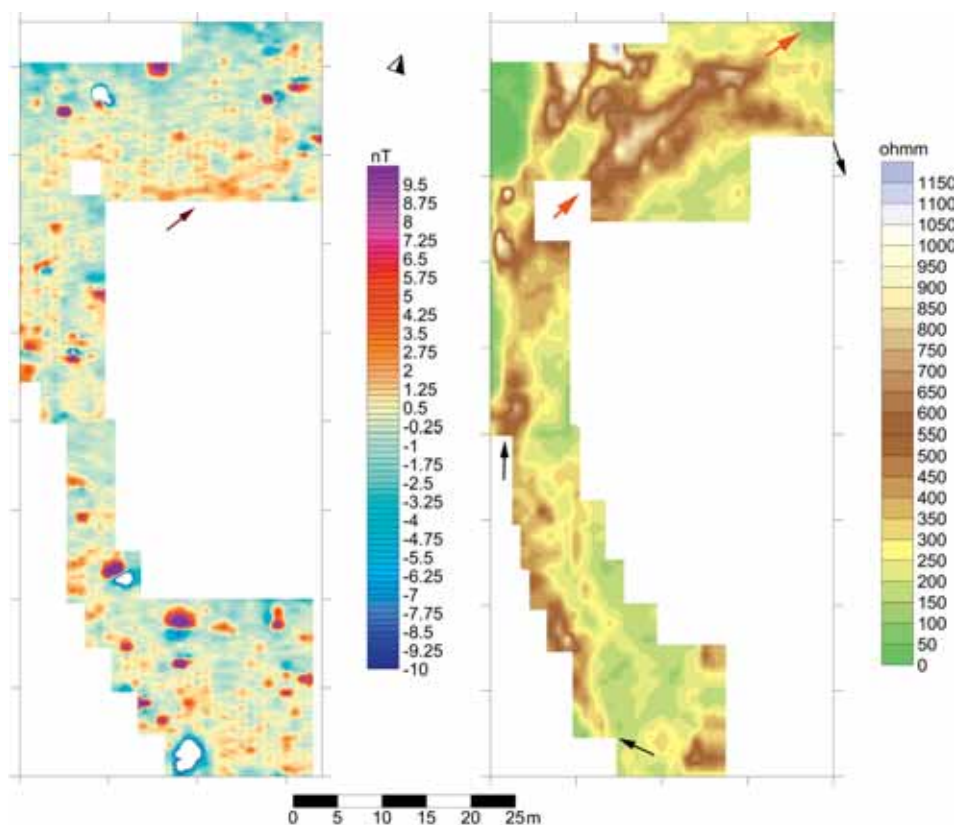


**OBR. 4.** Ledniczka, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/3, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Vymezení sledovaných ploch geofyzikálním průzkumem na výřezu Lidarového mapového podkladu lokality (červeně – magnetometrie, azurově – odporové měření). Zdroj MPP na Lednicy

**Ryc. 4.** Ledniczka, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/3, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Zobrazowanie wyspy na podstawie numerycznego modelu terenu z zaznaczeniem obszaru badanego metodami geofizycznymi (kolor brązowy – magnetometria, kolor błękitny – pomiary elektrooporowe). Źródło MPP na Lednicy

**FIG. 4.** Ledniczka, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/3, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Delimitation of monitored areas by geophysical survey on LIDAR-map section of the site (red – magnetometry, cyan – resistivity measurement). Source MPP na Lednicy





OBR. 5. Ledniczka, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/3, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Příklad porovnání výsledků magnetometrického a odporového měření na plochem terénu podél severního, západního až jižního břehu ostrova (hnědé šipky – slabý magnetický projev valu, černé šipky – místa pravděpodobného ohrazení či zpevnění podél břehů, červené šipky – místa přímé linie nejvyšších odporů). Upravil R. Křivánek

RYC. 5. Ledniczka, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/3, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Porównanie wyników pomiarów magnetometrycznych i elektrooporowych na płaskim terenie wzdłuż północnej, zachodniej i południowej linii brzegowej wyspy (brązowe strzałki – słaby magnetyczny zarys wału, czarne strzałki – miejsca prawdopodobnego występowania ogrodzenia czy umocnienia wzdłuż brzegu, czerwone strzałki – miejsca prostej linii o najwyższych wartościach oporu). Oprac. R. Křivánek

FIG. 5. Ledniczka, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/3, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Example of comparison of results of magnetometer and resistivity measurements on flat terrain along the north, west and south bank of the island (brown arrows – weak magnetic manifestation of rampart, black arrows – places of probable enclosing or reinforcement along the banks, red arrows – places of direct line of highest resistivity). Ed. by R. Křivánek

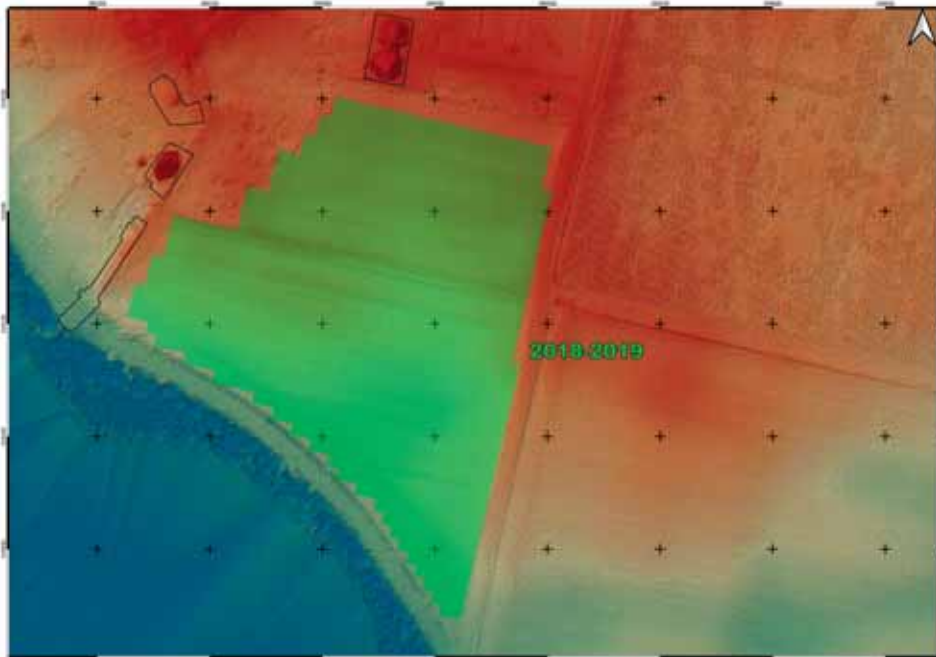
nou ochranu severního, západního a jižního břehu jezera nebo přímo průběh nějaké zpevněné komunikace. Pouze na severozápadě je situace zřejmě narušena jinými novodobějšími úpravami terénu (elektrický transformátor). Na severu a severovýchodě pak evidentně z oblouku vyšších odporů v přímějším pásu ještě vyšších odporů odbočuje pás, který směřuje k severozápadnímu břehu ostrova. Jak nad břehem severovýchodní části ostrova, tak na západním břehu (mezi pásem vysokých odporů) vidíme naopak nejnižší hodnoty odporů dané vlhkými sedimenty na břehu ostrova. Tyto nízké odpory jsou v místě pravděpodobného vyústění zaniklého mostu ze západního břehu jezera. Vysoké odpory v přímém pásu k severovýchodnímu břehu jezera pak mohou např. představovat relikty nějaké zpevněné cesty.

**Dziewkanowice dz. ewid. 9/2, 10 i południowa część dz. ewid. 7/2,  
gm. Łubowo, pow. gnieźnieński – část polí na terase jihovýchodně  
Malého skanzenu**

Dvě sousedící plochy polí západně cesty k Malému skanzenu mezi lednickým jezerem a parkovištěm byly ověřovány v letech 2017 a 2018 (obr. 6). Prospekce navázala na dříve provedené povrchové detektorové průzkumy realizované MPP na Lednici v rámci projektu „Projekt Lednica“ [Kostyrko, Kowalczyk, Żuk 2019]. Cílem plošného měření pětikanálovým magnetometrem bylo verifikovat předchozí archeologický předpoklad koncentrovaného osídlení z doby římské a raně středověké osady na vyvýšený terén terasy nad záplavovým územím lednického jezera. Rozsah magnetometrického průzkumu byl limitován plošnými rozsahy zemědělsky obdělávaných polí, na jihu i východě byl limitován průběhem asfaltové silnice, na západě průběhem nové palisádové hradby Malého skanzenu, na severu pak dalšími novodobými úpravami terénu (parkoviště, oplocení, budova WC, chodníky apod.). Při okrajích měřené plochy se proto také lokálně projeví rušivé vlivy kovů ležících mimo plochu měření.

V celkovém výsledku magnetometrického průzkumu dostupných polí (plocha cca 2,5 ha) lze poměrně dobře identifikovat rozptýlené magnetické anomálie i jejich menší skupiny, které mohou dokládat pokračování osídlení osady (obr. 7). Na ploše můžeme registrovat jak koncentrované skupiny slaběji magnetických anomálií – pravděpodobné zahloubené objekty, tak skupiny nápadně magnetických anomálií – pravděpodobné vypálené materiály, relikty výrobních objektů nebo objektů obsahujících ve výplni vypálený materiál. Nápadné je také uspořádání takových silněji magnetických anomálií (řady). Z výskytu přepokládaných podpovrchových reliktií sídlištních a zřejmě také výrobních objektů můžeme asi předpokládat větší koncentrace aktivit na vyvýšené terase. Protože se ale další rozptýlené magnetické anomálie vyskytují rovněž na nižším terénu u břehu jezera a východněji, rozsah osídlení, osady resp. různých aktivit na východním břehu lednického jezera může být větší než rozsah vyvýšené terasy a relikty osídlení mohou pravděpodobně ještě pokračovat dále k východu (za příjezdovou silnici

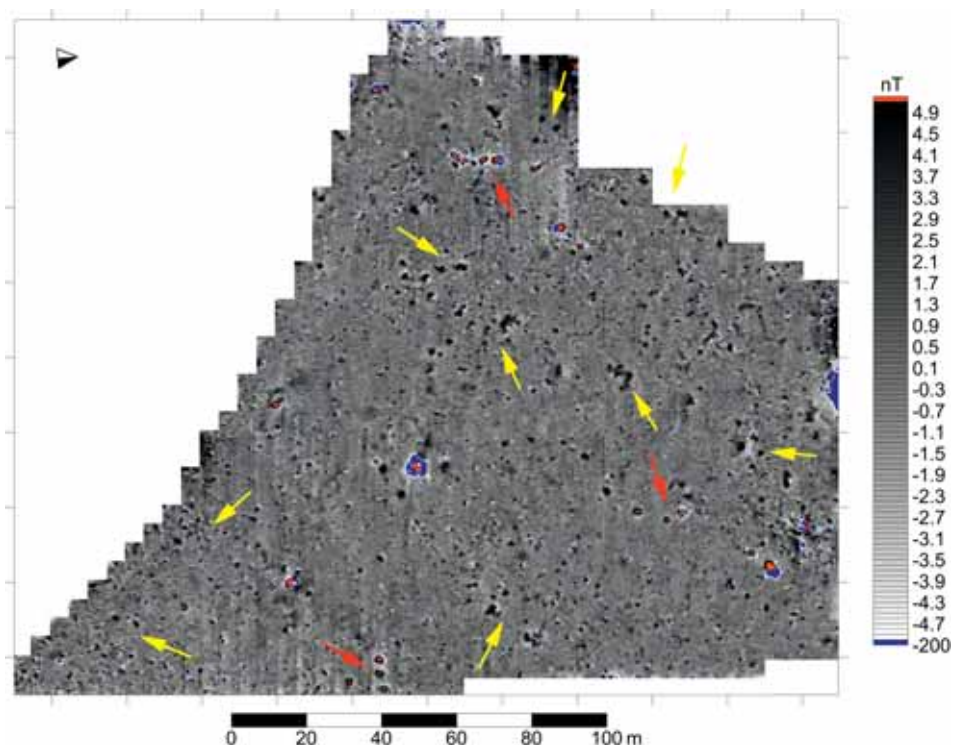
k parkovišti skanzenu). Pro efektivnější a jednoznačnější interpretaci některých zjištěných magnetických anomálií bude dobré geofyzikální výsledky porovnat s výsledky zaměřovaných detektorových průzkumů muzea a také s plány výsledků dřívějších dlouhých sondáží před palisádou Malého skanzenu (ze kterých víme o odkrytí nejen zahloubených jam, ale také reliktů pecí).



**OBR. 6.** Dziekanowice dz. ewid. 7/2, 9/2, 10, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Vymezení sledované plochy geofyzikálním průzkumem na výřezu Lidarového mapového podkladu lokality (zeleně – magnetometrie). Zdroj MPP na Lednicy

**RYC. 6.** Dziekanowice dz. ewid. 7/2, 9/2, 10, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Zobrazowanie terenu po południowo-wschodniej stronie Małego Skansenu wygenerowane na podstawie numerycznego modelu terenu z zaznaczeniem obszaru badanego metodami geofizycznymi (kolor zielony – badania magnetometrem). Źródło MPP na Lednicy

**FIG. 6.** Dziekanowice dz. ewid. 7/2, 9/2, 10, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Delimitation of monitored area by geophysical survey on LIDAR-map section of the site (green – magnetometry). Source MPP na Lednicy



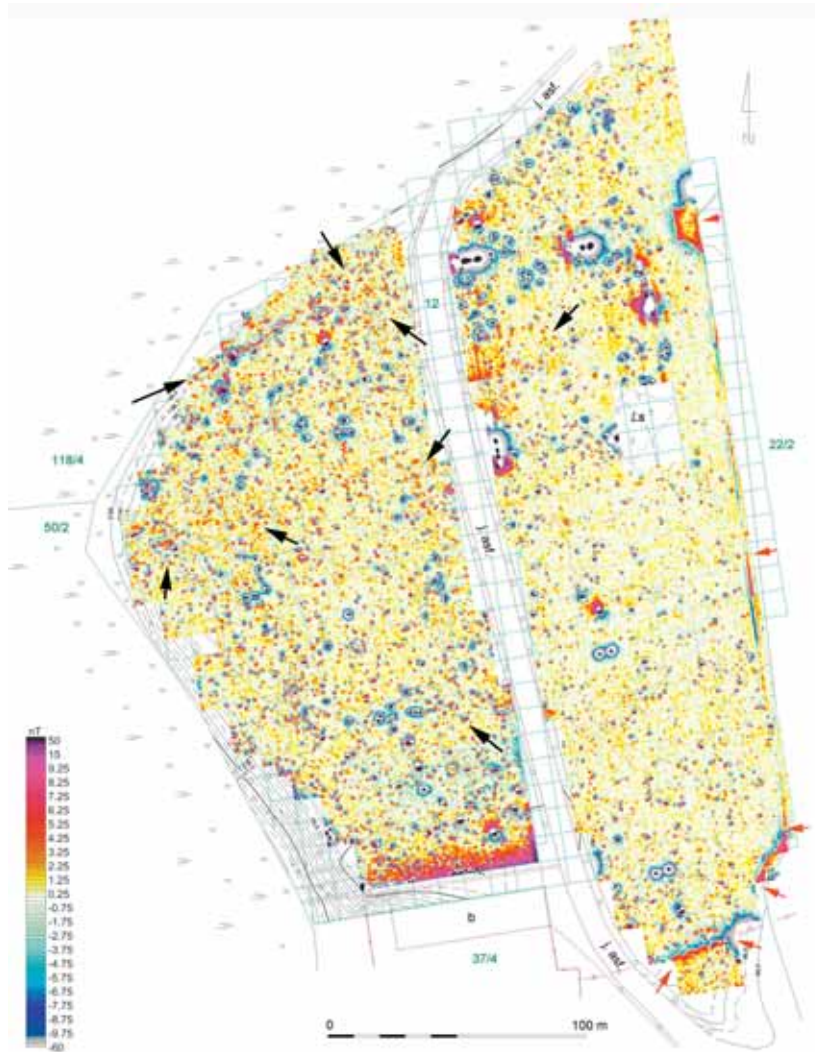
OBR. 7. Dziekanowice dz. ewid. 7/2, 9/2, 10, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Příklad výsledku plošného magnetometrického měření na dostupných plochách polí před palisádou parku (žluté šipky – místa pravděpodobných zahloubených objektů, červené šipky – místa možných silněji vypálených materiálů nebo relikvů výrobních objektů). Upravil R. Křivánek

Ryc. 7. Dziekanowice dz. ewid. 7/2, 9/2, 10, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Wyniki powierzchniowych pomiarów magnetometrycznych na dostępnym obszarze pól na południowy wschód od Małego Skansenu (żółte strzałki – miejsca prawdopodobnego występowania obiektów zagłębionych, czerwone strzałki – miejsca możliwego występowania materiałów silniej przepalonych albo relikwów obiektów produkcyjnych). Oprac. R. Křivánek

FIG. 7. Dziekanowice dz. ewid. 7/2, 9/2, 10, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. An example of the result of a surface magnetometric measurement on available field areas in front of a park palisade (yellow arrows – places of probable sunken features, red arrows – places of possibly heavily fired materials or relics of production features). Ed. by R. Křivánek

### Dziekanowice dz. ewid. 22/14, 22/1, 22/7, 44, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński – severní okolí administrativních budov muzea nad východním břehem lednického jezera

Dvě plochy luk v bezprostředním okolí muzea byly prozkoumány v letech 2012 a 2013 v souvislosti s možností budoucích stavebních úprav břehu terasy u jezera (obr. 8). Cílem plošného měření pětikanálovým magnetometrem byla prospekce luk nad východním břehem jezera severně až severovýchodně budovy muzea, jejíž výsledky by mohly kvantitativně posoudit intenzitu a charakter známého



**OBR. 8.** Dziekanowice dz. ewid. 22/14, 22/1, 22/7, 44, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Příklad výsledku plošného magnetometrického měření luk severně a severozápadně budovy muzea (černé šipky – místa možných zahloubených objektů a torza připomínajícího linii příkopu, červené šipky – rušivé projevy novodobých linií výkopů). Upravil R. Křivánek

**RYC. 8.** Dziekanowice dz. ewid. 22/14, 22/1, 22/7, 44, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Wyniki powierzchniowych magnetometrycznych pomiarów łąk, usytuowanych na północ i północny zachód od budynków administracji muzeum (czarne strzałki – miejsca potencjalnego występowania obiektów zagłębionych oraz przypominających linię fosy, czerwone strzałki – zakłócenia wywołane manifestującymi się liniami nowożytnych i współczesnych wykopów). Oprac. R. Křivánek

**FIG. 8.** Dziekanowice dz. ewid. 22/14, 22/1, 22/7, 44, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. An example of the result of a flat magnetometric measurement of meadows north and northwest of the museum building (black arrows – places of possible sunken features and a torso reminiscent of the ditch line, red arrows – disturbing manifestations of modern linear excavations). Ed. by R. Křivánek



osídlení terasy. Na dostupných zemědělských plochách (louky) bylo však nutné počítat s více rušivými projevy různých kovů jak ležících na sledovaných plochách (elektrické sloupy a rozvodny, linie potrubí, lokální navážky aj.), tak v jejich nejbližším okolí (vliv kovové střechy muzea, značky dopravního značení u silnice aj.).

Ve výsledcích magnetometrického měření (5,4 ha) bylo identifikováno velké množství převážně výrazněji magnetických bodových anomálií, obě sledované plochy byly výrazným způsobem kontaminovány četnými kovy (obr. 8; v ornici severně muzea je zřejmě kovový odpad jako důsledek zemědělského využívání ploch v době dřívějšího statku, na ploše severozápadně muzea za silnicí pak blíže nejasné terénní úpravy spojené s rozvody elektrického osvětlení apod.). Vedle silně magnetických anomálií pravděpodobného recentního původu se ale také na plochách vyskytuje velký počet podobně malých slaběji magnetických anomálií. Ty by mohly dokládat četné reliktů zahloubených situací typu jam a tedy plošně intenzivní osídlení terasy. Nejpočetnější výskyt takových anomálií je především v severních polovinách obou zkoumaných ploch, tedy na terase nad jezerem. Množství anomálií pak viditelně klesá směrem k východu. Pouze při severním okraji plochy, při hraně terasy nad břehem jezera byly pak také lokálně patrné menší kumulace větších anomálií několikametrových rozměrů, kde kromě zahloubených situací nelze vyloučit ani možnost silněji vypálených situací (pokud zde rušivou roli nesehrály také kovy v ornici). Zajímavou situací připomínající nespojitou magnetickou liniovou anomálii pak nacházíme rovněž ve stejném prostoru severního okraje plochy nad břehem jezera. Možností výkladu takové liniové anomálie ale je samozřejmě více, například projev zaniklé parcelace, polní cesty, nebo také jiné zahloubené lineární situace typu úzký příkop, žlab nebo neznámý výkop. Bez archeologického ověření jsou původ a datace torzovitě linie nejasné. Přes poměrně značné problémy s evidentní velikou kontaminací ploch kovy, velmi početný výskyt dalších magnetických anomálií zřejmě naznačuje intenzivní osídlení především blíže okraji terasy nad východním břehem jezera. Hrana terasy ale zřejmě nebyla nějakým způsobem opevněna, zajímavá je také absence jakýchkoli větších vícemetrových zahloubených objektů jednoznačně sídlištního charakteru. Otázkou pro budoucí archeologii proto také je, zda zde velké zahloubené objekty skutečně nejsou anebo je také nejsme díky minimálním magnetickým odlišnostem ve výplních objektů vůči okolí schopni odlišit.

**Dzieskanowice dz. ewid. 54, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński – poloostrov  
na východním břehu jezera jižně zahrad a zámku ve Wielkopolském  
etnografickém parku**

Sledovaná plocha louky na terase s přilehlým okolím byla ověřována dvěma geofyzikálními metodami, magnetometrickým měřením v roce 2017 a odporovými měřeními v letech 2017 až 2019 (obr. 9). Cílem průzkumů bylo ověřit možnost nového neznámého opevněného nebo osídleného areálu situovaného přímo na





OBR. 9. Dziekanowice dz. ewid. 54, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Vymezení sledované plochy geofyzikálním průzkumem na výřezu mapového podkladu lokality (červeně – magnetometrie, azurově – odporové měření). Zdroj MPP na Lednicy

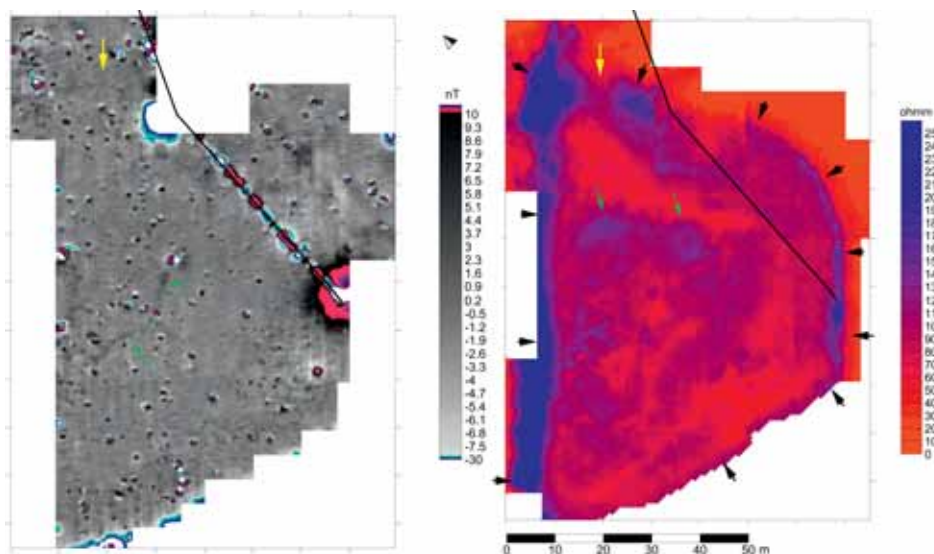
Ryc. 9. Dziekanowice dz. ewid. 54, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Fragment mapy warstwicowej z zaznaczeniem obszaru badanego metodami geofizycznymi (kolor czerwony – magnetometria, kolor błękitny – pomiar elektrooporowy). Źródło MPP na Lednicy

FIG. 9. Dziekanowice – peninsula near the castle. Delimitation of monitored areas by geophysical survey on map section of the site (red – magnetometry, cyan – resistivity measurement). Source MPP na Lednicy

nápadné terénní elevaci nad břehem lednického jezera vymezené v okolí pod-  
máčenými okraji jezera. Z rekognoscace terénu před zahájením geofyzikálních  
měření bylo jasné, že některé partie poloostrova budou pravděpodobně narušené  
novodobými zásahy nebo úpravami terénů. Jasně rušivým vlivem pro prospekci  
bylo místo sloupu elektrického vedení na východní hraně a okolí kovové přípojky  
vodovodu na severní hraně terasy za zámeckým parkem. Jiné lokální rušivé pro-

jevy pak bylo možné očekávat v místě upraveného přístupu či vjezdu na louku poloostrova.

Ve výsledku magnetometrického měření kromě okolí rušivých kovů nedominují výraznější magnetické anomálie, které by mohly doložit osídlení poloostrova ani jeho ohrazení (obr. 10 vlevo). Ve vnitřní části je patrná pouze magneticky výrazná linie kovového potrubí vodovodu, několik lokálních kovů a při vrcholu elevace kratší lomená slabě magnetická linie nejasného původu. Ve výsledku následného odporového měření plochy poloostrova jsou však výsledky odlišné (obr. 10 vpravo). Po obvodu hrany terasy i na jejich vnějších svazích jsou koncentrovány zvýšené hodnoty odporů, které mohou indikovat koncentrovanější



**OBR. 10.** Dziekanowice dz. ewid. 54, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Příklad porovnání výsledků magnetometrického a odporového měření na ploše poloostrova s vyznačením linie vodovodu (černé šipky – místa pravděpodobného ohrazení či zpevnění obvodového břehu terasy nad záplavovým územím u jezera, žluté šipky – místa novodobého vstupu na poloostrov, zelené šipky – méně jasné situace na vyvýšeném terénu uvnitř poloostrova). Upravil R. Křivánek

**RYC. 10.** Dziekanowice dz. ewid. 54, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Porównanie wyników pomiarów magnetometrycznych i elektrooporowych na powierzchni półwyspu z zaznaczeniem linii wodociągu (czarne strzałki – miejsca prawdopodobnego ogrodzenia czy umocnienia dookolnego brzegu terasy nad przyjeziornym terenem zalewowym, żółte strzałki – miejsce współczesnego wejścia na półwysp, zielone strzałki – mniej czytelna sytuacja na wzniesieniu terenu na półwyspie). Oprac. R. Křivánek

**FIG. 10.** Dziekanowice dz. ewid. 54, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński. Example of comparing the results of magnetometer and resistivity measurements on the peninsula area with the water pipe-line marking (black arrows – place of the probable enclosing or reinforcing peripheral bank terraces above the floodplain area by the lake, yellow arrow – area of modern entrance to the peninsula, green arrows – less clear situation on elevated terrain inside the peninsula). Ed. by R. Křivánek

nevodivé zřejmě kamenité materiály. Tento fenomén vyšších odporů se projevuje po celém obvodu poloostrova, pouze lokálně je narušený vjezdem na louku ze severu, místem vedení potrubí vodovodu. Na jihu pak díky neprostupné vegetaci nebylo úplně možné se dostat na samotnou hranu terasy, přesto u okraje louky uvnitř je rovněž vidět nárůst odporů. Nejedná se tedy o náhodnou či přírodní situaci, ale spíše cíleně po obvodu koncentrovaný jiný materiál než uvnitř. Zdali se může jednat o relikv staršího opevnění elevace (hradiště?), novodobější zemědělské aktivity (zpevněné terasy nad záplavovým územím?), ochranu břehů terasy nebo také jiné parkové úpravy nelze bez archeologického ověření jednoznačně stanovit. Již méně čitelné je pak vnitřní rozložení měnicích se odporů, kdy na vyšší části elevace jsou patrně koncentrovány vyšší odpory s nápadnou linií okraje až pravoúhlým lomením. Vhodné archeologické podklady anebo také podrobné historické plány okolí zámku pro porovnání s výsledky nové geofyzikální prospekce prozatím chybí. Archeologické nálezy (včetně detektorových) z plochy poloostrova jsou prakticky minimální, vedení starého vodovodního potrubí zřejmě nebylo archeologicky dokumentováno. Pokud by se ale alespoň našly plány okolí zámku včetně zahrad, mohly by přispět k základnímu objasnění původu či datace evidentních terénních úprav zejména po obvodu poloostrova (parkové či jiné úpravy poloostrova na terase nad břehem jezera anebo dříve opevněný/ohrazený areál?).

**Giecz dz. ewid. 31/2, 33/1, 33/2, 156/1, 158, 160/1, 160/2, 162, 163, 164/1, 165/3, 169, gm. – areál raně středověkého hradiště se zemědělskými terény v okolí**

V menším vnitřním areálu hradiště bylo různými geofyzikálními metodami sledováno několik zájmových ploch, jiné plochy a archeologicky sledované situace pak byly ověřovány magnetometrickými průzkumy na západním až severozápadním vnějším předhradí (obr. 11). Geofyzikální průzkumy v rámci projektu probíhaly v letech 2010 až 2015 (přehled etap prospekcí, aplikovaných metod a aparatur je součástí tab.1.

Možnosti plošných měření magnetometrem, ale také odporovým měřením ve vnitřní části hradiště Giecz byly omezené a v řadě případů také lokálně ovlivněné novodobějšími úpravami parkových ploch (cesty, navážky, lokálně inženýrské sítě nebo také elektrické osvětlení). Zjištěné rozsáhlé plochy vysokých odporů v širším okolí nového dřevěného kostela sv. Jana Křtitele (situovaného ve vnitřní severní části hradiště) byly do doby nedávných archeologických výzkumů muzea jen obtížně interpretovatelné. Unikátní archeologické situace s řadou kamenných základů a destrukcí hradního předrománského kostela byly odkryty v západním až jižním okolí dřevěného kostela ve velkých hloubkách se složitými prostorovými situacemi a superpozicemi [srovnej s Kryštofiak 1998; 2016]. Tyto situace však byly překryty vrstvami hlinitokamenitých destrukcí pod které jsme se s mělkým hloubkovým dosahem odporového měření (do 0,5 m) nemohli dostat. Mocné kamenité destrukce hlubšího charakteru naznačilo pouze několik aplikovaných

radarových profilů ve stejném prostoru. Méně rušeného a plošného průzkumu pětikanálovým magnetometrem bylo proto opakovaně využito až ve vnější části lokality na zemědělských plochách západně až severozápadně hradiště [souvislost s Indycka 2005; 2019; Krysztofiak 2015; Miciak 2017]. Příkladem využití magnetometrického měření může být výsledek z roku 2011, kdy byla ověřována plocha v bezprostředním západním až severozápadním okolí vně obvodového valu hradiště (cca 3,53 ha) realizované v souvislosti s identifikací kostrových pohřebišť s bohatými nálezy prokázaných archeologickými výzkumy (obr. 12). Ve výsledcích průzkumu můžeme rozlišit širokou škálu různě magnetických ano-

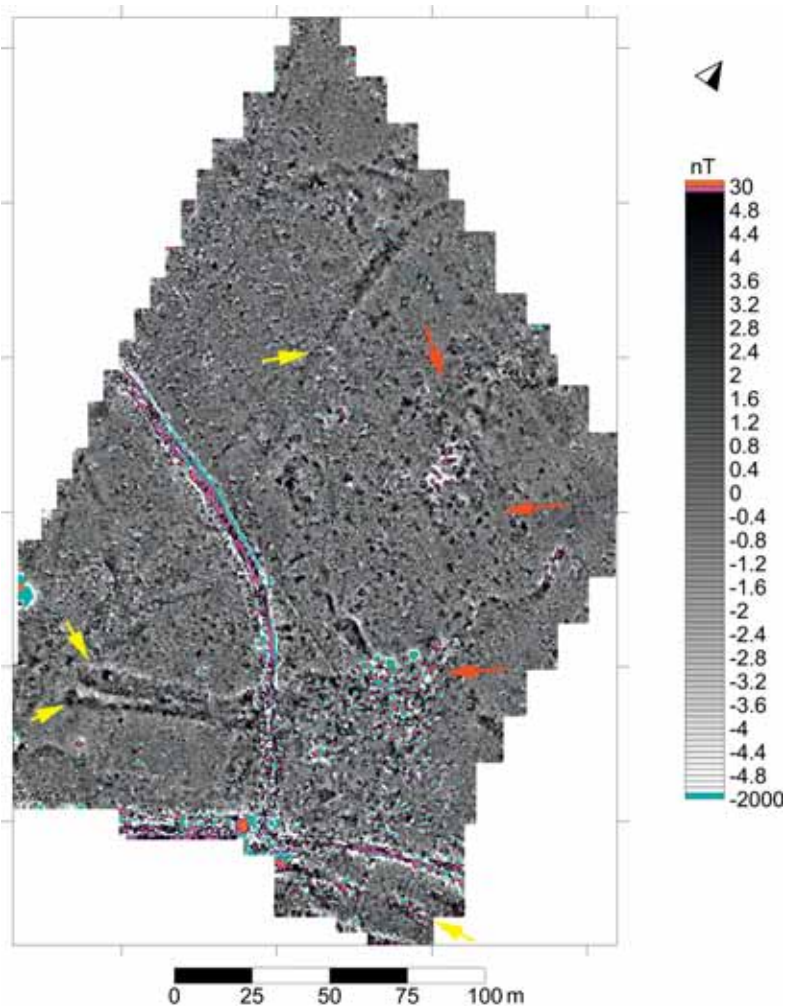


**OBR. 11.** Giecz dz. ewid. 31/2, 33/1, 33/2, 156/1, 158, 160/1, 160/2, 162, 163, 164/1, 165/3, 169, gm. Dominowo, pow. średzki. Vymezení sledovaných ploch geofyzikálním průzkumem na výřezu mapového podkladu lokality (červeně – magnetometrie, azurově – odporové měření, žlutě – profilová měření radarem). Zdroj MPP na Lednicy, Rezerwat Archeologiczny Gród w Gieczu

**RYC. 11.** Giecz dz. ewid. 31/2, 33/1, 33/2, 156/1, 158, 160/1, 160/2, 162, 163, 164/1, 165/3, 169, gm. Dominowo, pow. średzki. Fragment planu warstwiczowego z zaznaczeniem powierzchni badanej metodami geofizycznymi (kolor czerwony – magnetometria, kolor błękitny – pomiary elektrooporowe, kolor żółty – profilowanie radarowe). Źródło MPP na Lednicy, Rezerwat Archeologiczny Gród w Gieczu

**FIG. 11.** Giecz dz. ewid. 31/2, 33/1, 33/2, 156/1, 158, 160/1, 160/2, 162, 163, 164/1, 165/3, 169, gm. Dominowo, pow. średzki. Delimitation of monitored areas by geophysical survey on map section of the site (red – magnetometry, cyan – resistivity measurement, yellow – radar profile measurements). Source MPP na Lednicy, Rezerwat Archeologiczny Gród w Gieczu





**OBR. 12.** Giecz dz. ewid. 31/2, 33/1, 33/2, 156/1, 158, 160/1, 160/2, 162, 163, 164/1, 165/3, 169, gm. Dominowo, pow. średzki (Giecz, poloha č. 4). Příklad výsledku plošného magnetometrického měření pole západně hradiště (žluté šipky – magnetické linie s možnou souvislostí s aktivitami vně hradiště, červené šipky – místa koncentrovaných malých zahloubených objektů lokálně ovlivněná archeologickými sondážemi a kovy). Upravil R. Křivánek

**RYC. 12.** Giecz dz. ewid. 31/2, 33/1, 33/2, 156/1, 158, 160/1, 160/2, 162, 163, 164/1, 165/3, 169, gm. Dominowo, pow. średzki (Giecz, stanowisko 4). Wyniki pomiarów magnetometrycznych na zachód od grodziska (żółte strzałki – linie magnetyczne mogące mieć potencjalnie związek z aktywnością na zewnątrz grodziska, czerwone strzałki – miejsca koncentracji małych zagłębionych obiektów lokalnie naruszonych sondażami archeologicznymi i obecnością metali). Oprac. R. Křivánek

**FIG. 12.** Giecz dz. ewid. 31/2, 33/1, 33/2, 156/1, 158, 160/1, 160/2, 162, 163, 164/1, 165/3, 169, gm. Dominowo, pow. średzki (site no. 4). An example of the result of areal magnetometer measurement of the field west of the hillfort (yellow arrows – magnetic lines with possible connection with activities outside the hillfort, red arrows – places of concentrated small sunken features locally influenced by archaeological trenches and metals). Ed. by R. Křivánek

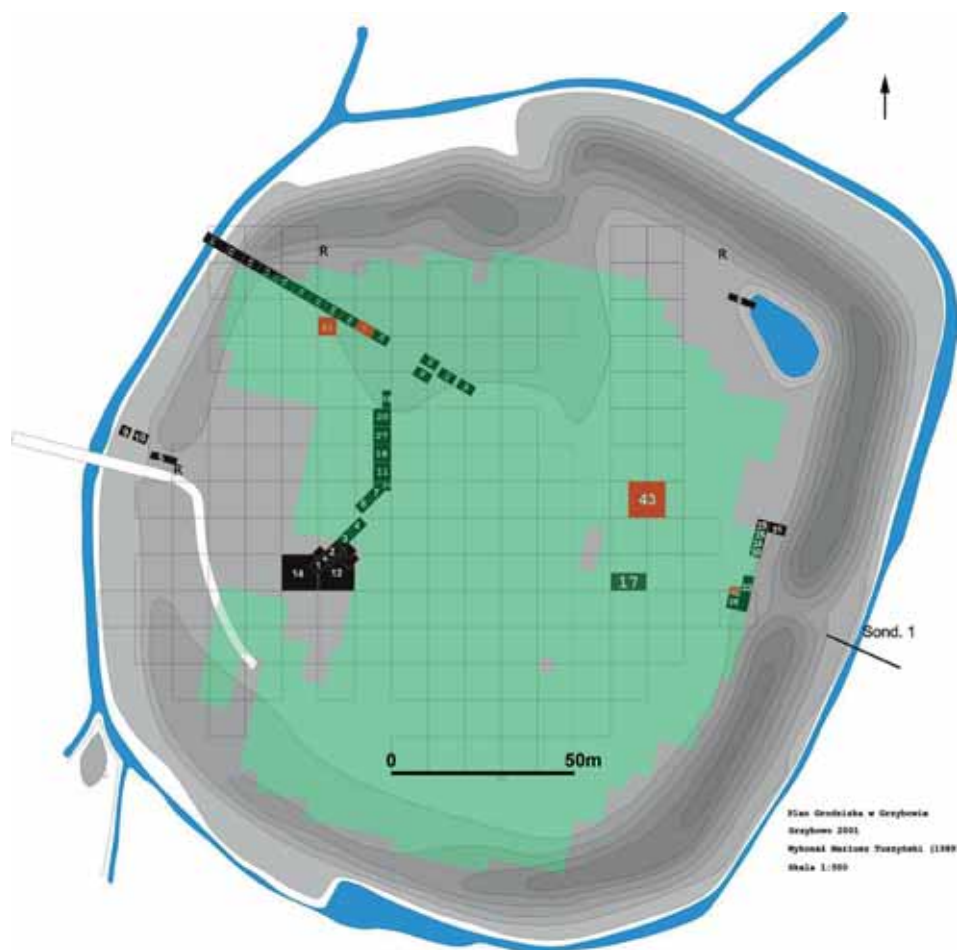
má-li různého původu i datace. Nejvýrazněji magnetické liniové anomálie byly způsobeny recentními navážkami a úpravami polních cest mezi poli. Slaběji magnetické obloukovité liniové anomálie však již mohou souviset se zahloubenými příkopy popřípadě také s vnějším opevněním přístupů k hradišti od severu. Jiné torzovitě patrné přímé liniové anomálie ale také pravděpodobně budou souviset s dřívějšími melioracemi oblasti. Drobné, silně a bipolární magnetické anomálie nápadně kumulované uprostřed pole reflektují magnetické materiály v zásypu dříve realizované sondáže v místě raně středověkého kostrového pohřebiště [viz Krysztofiak 2015]. Rozptýlené a velice početné drobné magnetické anomálie v širším okolí pak mohou naznačovat na větší rozsah výše založeného pohřebiště (Giecz, stan. 4) resp. zahloubených objektů. Skutečné odlišení zahloubené jámy třeba sídlištního charakteru od hrobové jámy (bez vypálení nebo kovů) není zpravidla ve výsledcích magnetometrie možné.

**Grzybowo nr dz. ewid. 257, gm. Września, pow. wrzesiński –  
dostupná část louky a lesa v areálu hradiště**

V roce 2015 sledovány dostupné plochy ve vnitřním areálu hradiště. Cílem plošného měření pětikanálovým magnetometrem bylo získání představy o možné struktuře vnitřní zástavby a případného členění lokality (obr. 13). Z měření bylo nutné však vynechat magneticky rušivé partie v okolí stávajících staveb (rekonstrukce brány, domek, okolí pódia nebo rekonstruovaných domů v severovýchodní části hradiště) a také místa v okolí koncentrací kovů a evidentních navážek. Na dostupných plochách louky a také při rozhraní se zalesněnou částí za obvodovým valem hradiště pak bylo nutné počítat s řadou neodstranitelných rušivých projevů recentních ohnišť vzniklých při vypalování vysekávané vegetace. Na ploše hradiště bylo samozřejmě nutné počítat s dalšími lokálními rušivými projevy dřívějších sond resp. jejich nehomogenních výplní.

Výsledek zkušební plošného magnetometrického měření (cca 1,79 ha) byl skutečně ve velkém plošném rozsahu ovlivněn výrazně magneticky rušivými vlivy – recentními způsoby využívání plochy hradiště (obr. 14). Pro sledovanou plochu hradiště je až abnormálně vysoký počet bodových nebo plošně malých, ale výrazně magnetických anomálií, které byly velice pravděpodobně způsobeny četnými recentními kovy, ale také recentními ohništi po mýcení nízké vegetace a jejím pálení přímo v areálu hradiště. Protože byly potvrzeny informace, že se zde podobné pálení vysekávané vegetace děje opakovaně každý rok, magneticky přepálených míst recentních ohnišť může být i několik desítek (!). Většina vnitřní plochy hradiště je proto asi nenávratně kontaminována a jakékoli i budoucí výsledky magnetometrického průzkumu zde budou velice omezené. Přesto bylo možné v plošném výsledku prospekce také odlišit magnetické anomálie, které budou pravděpodobně detekovat také reliktů archeologických situací. Nejzajímavější situace byly odlišeny v nejméně magneticky rušené severnější části lokality, kde je nápadný také mírně vyvýšený terén. Nespojité oblouky magnetické lini-



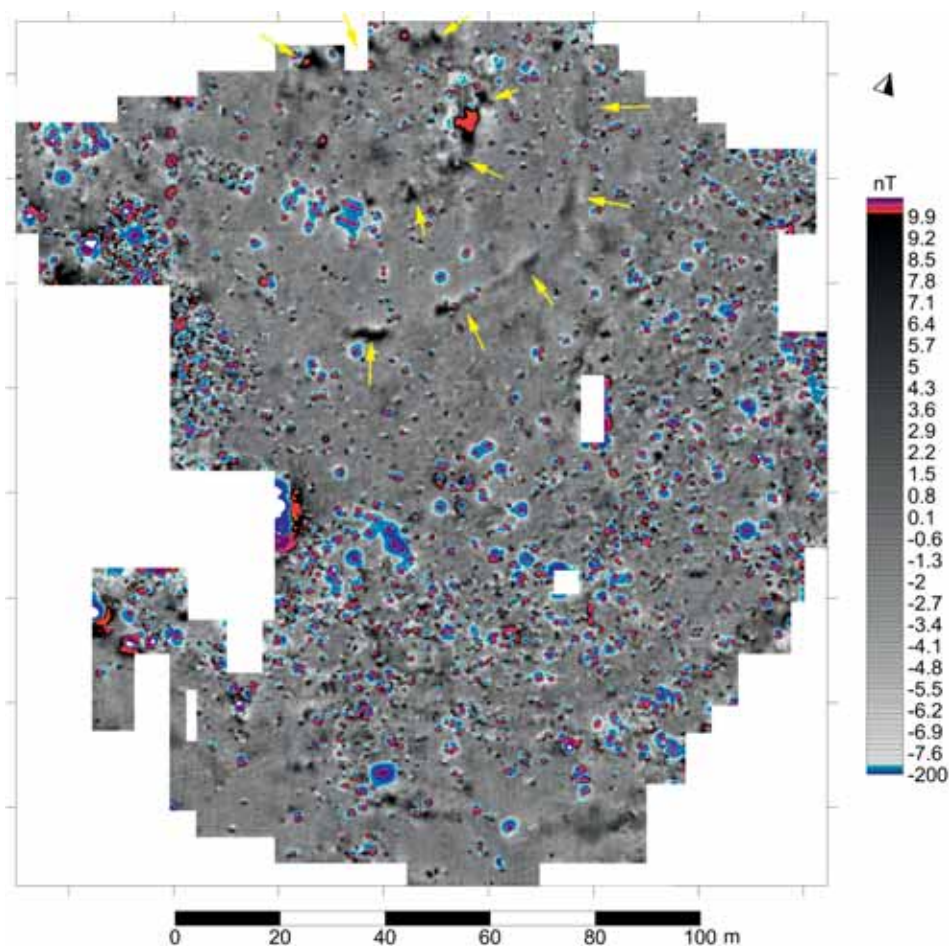


**OBR. 13.** Grzybowo nr dz. ewid. 257, gm. Września, pow. wrześniński. Vymezení sledované plochy geofyzikálním průzkumem na výřezu mapového podkladu lokality. Zdroj MPP na Lednicy, Rezerwat Archeologiczny Gród w Grzybowie

**RYC. 13.** Grzybowo nr dz. ewid. 257, gm. Września, pow. wrześniński. Fragment planu stanowiska z zaznaczeniem obszaru badanego metodami geofizycznymi. Źródło MPP na Lednicy, Rezerwat Archeologiczny Gród w Grzybowie

**FIG. 13.** Grzybowo nr dz. ewid. 257, gm. Września, pow. wrześniński. Delimitation of monitored area by geophysical survey on map section of the site (green – magnetometry). Source MPP na Lednicy, Rezerwat Archeologiczny Gród w Grzybowie)

ové anomálie zde pravděpodobně identifikoval relikv vnějšího členění hradiště příkopem, opevnění centrální části lokality. Uvnitř pak lze identifikovat také větší počet plošných až oválných magnetických anomálií, které jsou nápadně seskupeny opět přibližně do kruhu menšího průměru. Může se jednat o záměrné seskupení několikametrových zahloubených situací s magneticky proměnlivými



OBR. 14. Grzybowo nr dz. ewid. 257, gm. Września, pow. wrzesiński. Příklad výsledku plošného magnetometrického měření přístupné části vnitřní plochy lokality (žluté šipky – místa možného torza oblouku vnitřního příkopu a seskupení pravděpodobných zahloubených objektů). Upravil R. Křivánek

RYC. 14. Grzybowo nr dz. ewid. 257, gm. Września, pow. wrzesiński. Wyniki pomiaru magneto-metrycznego wewnętrznej części stanowiska (żółte strzałki – prawdopodobny odcinek łuku wewnętrznej fosy i skupisko domniemanych obiektów zagłębionych). Oprac. R. Křivánek

FIG. 14. Grzybowo nr dz. ewid. 257, gm. Września, pow. wrzesiński. An example of the result of a surface magnetometer measurement of the accessible part of the inner area of the site (yellow arrows – places of possible torso of the arch of the inner ditch and the grouping of probable sunken features). Ed. by R. Křivánek

vrstvami výplní. Přes značné problémy s rozptýlenými magnetickými anomáliemi, odrážejícími evidentně recentní antropogenní aktivity, výsledek zkušebního magnetometrického průzkumu potvrdil vnitřní členění hradiště příkopem a koncentrovanou zástavbu na menší severní akropoli.

## Závěr

V článku byly prezentovány výsledky nedestruktivních geofyzikálních výzkumů vybraných lokalit spadajících pod správu Muzea Pierwszych Piastów na Lednicy. Geofyzikální průzkumy ve spolupráci s polskými archeology byly ale také sledovány lokality další (například raně středověká hradiště Kórnik-Bnin, Dąbrówka, Łekno ve Województwu Wielkopolskim, hradiště Pszczew nebo předpokládané hradiště Zielona Góra ve Województvu Lubuskim). Další výsledky včetně srovnání se zkušenostmi geofyzikální prospekce z českých raně středověkých hradišť budou součástí v budoucnosti plánované společně česko-polské tematické publikace.

Avšak i z prezentovaného souboru výsledků a víceletých terénních zkušeností s aplikací různých geofyzikálních metod a metodik můžeme připomenout i několik okolností a charakterů výsledků, které jsou velice podobné i na několika sledovaných lokalitách. Jedním z těchto faktů je, že pro polské lokality je poměrně charakteristický výskyt magnetických anomálií nižších amplitud než v českých podmínkách. Důvodem nižších amplitud magnetických anomálií je několik. Důležitým ukazatelem je výrazně odlišný geologický vývoj oblastí, kdy v polské krajině převažují písčité až šterkopískové pouze slabě magnetické sedimenty, terasy nebo také polohy váťých písků. Od tohoto podloží se pak odvíjí odlišné písčité půdy, kdy hlinito-písčité charakter výplně zahloubených situací je z hlediska magnetických vlastností méně odlišný od podobného okolního prostředí. Na některých lokalitách slabě magnetické výplně zahloubených situací mohou být také sníženy blízkou hladinou spodní vody. V případě některých lokalit proto musíme konstatovat, že magnetometrickým měřením rozlišíme pouze magneticky skutečně odlišné výplně objektů vůči okolí. Reliktů zahloubených situací bez odlišné výplně v daném prostředí ale na některých lokalitách může být mnohem více. Nehomogenita šterkopískových vrstev sedimentů a teras sehrává ale také důležitou roli pro čitelnost odporových měření. V podmínkách teras a obecně vícevrstevnatého písčito-hlinitého pokryvu pak můžeme některé identifikované situace zvýšených odporů interpretovat více různými způsoby. Vedle výkladu nevodivých situací jako reliktních antropogenního původu (archeologických situací, cílených antropogenních úprav terénů apod.) v některých případech nemůžeme vyloučit ani přirozený (přírodní) původ situací (kumulované šterky nebo proměnlivé zrnitosti a tudíž vlhkosti různých vrstev v terasách aj.). Oproti umístění raně středověkých hradišť v české výrazněji členité krajině je také podstatně odlišné situování, rozsah a struktura raně středověkých hradišť v polské jinak zemědělsky uspořádané krajině. Okolností předurčujících charakter geofyzikálních výsledků bychom mohli nalézt více.

Shromážděné výsledky nedestruktivních geofyzikálních měření lokalit ve správě MPP můžeme ale také kupříkladu hodnotit z pohledu památkové péče. Plošné výsledky různých měření nabízejí také zprávu o současném stavu podpovrchového zachování různých antropogenních aktivit minulosti. Na různých terénech

lokalit můžeme vidět různý stav zachování situací, ale také v různé míře nezanebatelný fakt novodobých až recentních, a do značné míry rušivých, proměn terénů lokalit. Proměny krajiny a především způsobů jejího využívání v dlouhodobém horizontu směřují proti dobrému stavu dochování podpovrchových reliktních archeologických situací. Geofyzikální data byla shromažďována v průběhu jednoho desetiletí. Překvapivě i v průběhu tak krátké periody byly rovněž zaznamenány lokální proměny krajiny, zemědělského využívání a také klimatických poměrů, které sami o sobě ovlivnily možnosti, způsoby archeo-geofyzikální prospekce i zpracování dat. Bude jen dobře, pokud plošná nedestruktivně získaná data budou využita v dalších archeologických projektech regionu či budou porovnávána a verifikována také jinými metodami archeologického průzkumu i výzkumu.

## Wstęp

Międzynarodowa współpraca pomiędzy polskimi archeologami a geofizykiem z Instytutu Archeologii w Pradze przy realizacji interdyscyplinarnych nieinwazyjnych badań wczesnośredniowiecznych obiektów trwa już ponad dziesięć lat. U jej początków, w 2009 roku przeprowadzono tylko próbny pomiar geofizyczny wybranych obszarów w obrębie wczesnośredniowiecznego grodziska na Ostrowie Lednickim. Wyniki badań były na tyle interesujące, że już w roku następnym Michał Kara i Roman Křivánek opracowali wieloletni czesko-polski projekt pt. „Stratygrafia wybranych grodów najstarszego państwa Przemyslidów i Piastów w świetle porównawczych badań nieinwazyjnych”. On to stał się podstawą współpracy Instytutu Archeologii Czeskiej Akademii Nauk w Pradze, Ośrodka Studiów Pradziejowych i Średniowiecznych w Poznaniu, Instytutu Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk oraz Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy. Dzięki temu projektowi możliwe było zrealizowanie geofizycznych badań na wybranych stanowiskach wczesnośredniowiecznych. Podstawowym celem zastosowanych pomiarów geofizycznych było uzyskanie porównywalnych informacji o charakterze, strukturze i stanie zachowania wczesnośredniowiecznych stanowisk obronnych z tego samego okresu wczesnego średniowiecza w Czechach i Polsce. Kolejne cele w wielu przypadkach koncentrowały się również na rozwiązaniu kwestii zasięgu i wewnętrznego zagospodarowania stanowisk czy też na porównaniu efektywności metod nieinwazyjnych w różnych warunkach miejscowych z właściwą eksploracją archeologiczną grodzisk. Wyniki i korzyści wzajemnej współpracy przy nieinwazyjnych badaniach wybranych przemyslidzkich i piastowskich grodzisk powinny zostać podsumowane we wspólnej czesko-polskiej publikacji, która jest planowana na przełom 2021/2022 roku. Artykuł ten ma na celu uporządkowanie i podsumowanie wyników dziesięcioletnich badań geofizycznych na stanowiskach pozostających pod opieką naukową Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy (tab. 1).

TAB. 1. Podsumowanie przeglądu pomiarów geofizycznych Instytutu Archeologii w Pradze wykonanych na stanowiskach archeologicznych znajdujących się pod opieką Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy. M – badanie magnetometrem, E – badanie metodą elektrooporową, R – badanie metodą profilowania georadarem. Oprac. R. Křivánek

TAB. 1. Summary overview of geophysical measurements of the Institute of Archaeology in Prague at archaeological sites administered by the Museum of the First Piasts at Lednica. M – magnetometer measurements, E – geoelectric resistivity measurements, R – profile ground penetrating radar measurements. Ed. by R. Křivánek

Miejscce	Lokalizacja	Rok pomiaru geofiz.	Użyta metoda	Badany obszar (ha)	Aparatura i gęstość pomiaru
1	2	3	4	5	6
Ostrów Lednicki, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/2 – wyspa z reliktmami grodziska, osady przyrodowej i umocnień brzegowych	grodzisko + osada przyrodowa grodzisko + osada przyrodowa brzezi jeziora + wał osada przyrodowa + wał wał WS + przyczółek mostu W cz. północna wyspy + palatium i kościoły	2009 2010 2011 2012 2013 2015	M + E M M + E M + E E E + R	2,1 + 0,1625 1,235 + 0,98 0,2 + 0,6 0,315 + 0,05 0,1083 0,085 + 834m	cezowy magnetometr Smartmag SM-4g, Scintrex (1 x 0,25 m); 5-kanalowy gradiometr fluxgate, Sensys (0,5 x 0,2 m); RM-15, Geoscan Research (1 x 1 m)
Ledniczka, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/3 – gródek stożkowaty na wyspie na jeziorze Lednica	brzeg W wyspy + grodzisko stożkowate brzeg wyspy N, W, S	2018 2019	M + E M + E	0,0559 + 0,1 0,2345 + 0,0724	1-kanalowy gradiometr fluxgate, Sensys (1 x 0,25 m); RM-15, Geoscan Research (1 x 1 m)
Dziesianowice dz. ewid. 9/2, 10 i południowa część dz. ewid. 7/2 – osada z okresu wpływów rzymskich i osada wczesnośredniowieczna	pole przy palisadzie Małego Skansenu pole na S od parkingu muzeum na Małym Skansenie	2018 2019	M M	1,675 0,84	5-kanalowy gradiometr fluxgate, Sensys (0,5 x 0,2 m)

1	2	3	4	5	6
Dzietkanowice dz. ewid. 22/14, 22/1, 22/7, 44 – osada z epoki brązu, okresu przedrzymskiego i wczesnego średniowiecza	łąka na N od budynków administracji muzeum łąka na NW od budynków administracji muzeum	2012 2013	M M	2,5 2,9	5-kanalowy gradiometr fluxgate, Sensys (0,5 x 0,2 m)
Dzietkanowice dz. ewid. 54 – półwysep na wschodnim brzegu jeziora w Wielkopolskim Parku Etnograficznym	półwysep – część N półwysep – część S, E półwysep – część środkowa	2017 2018 2019	M + E E E	0,57 + 0,1872 0,2425 0,1788	5-kanalowy gradiometr fluxgate, Sensys (0,5 x 0,2 m); RM-15, Geoscan Research (1 x 1 m)
Giecz dz. ewid. 31/2, 33/1, 33/2, 156/1, 158, 160/1, 160/2, 162, 163, 164/1, 165/3, 169 grodzisko, cmentarzyska i osada wczesnośrednio-wieczna	grodzisko+ kościół osada przyrodowa część W + grodzisko osada przyrodowa część W osada przyrodowa część W + kościół i jego otoczenie	2010 2011 2013 2015	M + E M + E M M + R	0,1575 + 0,2175 3,53 + 0,27 3,7 0,66325 + 1317 m	Cezowy magnetometr Smartmag SM-4g, Scintrex (1 x 0,25 m); 5-kanalowy gradiometr fluxgate, Sensys (0,5 x 0,2 m); RM-15, Geoscan Research (1 x 1 m)
Grzybowo nr dz. ewid. 257 – część wewnętrzna grodziska – teren grodziska	łąka i las na obszarze grodziska	2015	M	1,79	5-kanalowy gradiometr fluxgate, Sensys (0,5 x 0,2 m)



## Metody prospekce geofyzycznej

Dobór odpowiednich metod i metodologii pomiarów geofizycznych na polskich stanowiskach był możliwy do wdrożenia dzięki szeregowi pozytywnych prób z zastosowaniem metod geofizycznych podczas badań pradziejowych i wczesnośredniowiecznych grodzisk w Czechach [Budínský, Křivánek 2007; Křivánek 1999; 2000; 2001; 2003a; 2003b; 2008; Křivánek, Mařík 2009; Mařík, Křivánek 2012], na Morawach [Hašek 2001; Křivánek 2005; Milo, Dresler, Macháček 2011; Milo, Murín, Prišťáková, Tencer, Vágner 2019], na Słowacji [Henning, Milo 2005; Ruttkey, Henning, Fottová, Eyub, Milo, Tirpák 2006], w Niemczech [Herbich, Křivánek, Misiewicz, Oexle 2003; Buthmann, Posselt, Zickgraf 2008; Posselt, Schneeweiß 2011; Biermann, Kieseler, Nowakowski, Benecke, Gruszka, Wiejacka, Wiejacki 2016] i w Polsce [Perlikowska-Puszkarska 1979; Kiszkowski, Wrzesiński 1996; Wrzesiński 1996; Bloński, Milo, Misiewicz 2003]. Równocześnie z trwającym czesko-polskim projektem uzyskano kolejne wyniki, a także doświadczenia z różnych badań geofizycznych innych czeskich grodzisk wczesnośredniowiecznych [Křivánek 2013; 2015; 2016; 2018; 2019]. Nowe możliwości porównawcze przyniosły opublikowane wyniki badań geofizycznych kolejnych polskich grodzisk wczesnośredniowiecznych, zrealizowanych w ostatniej dekadzie [Rączkowski, Bogacki, Małkowski, Misiewicz 2013; Małkowski, Szczurek 2014; Sikora, Wroniecki 2014; Szmyt 2014; Sikora, Wroniecki, Kittel 2015; 2017; Krasnodębski, Małkowski 2018].

Podczas archeogeofizycznych badań korzystano z trzech metod geofizycznych i czterech różnych urządzeń Instytutu Archeologii w Pradze. Powierzchniowych pomiarów magnetometrycznych w pierwszych latach projektu dokonywano za pomocą magnetometru cezowego Smartmag, SM-4g Scintrex, służącego do monitorowania pionowego gradientu natężenia pola magnetycznego. Do wyznaczania obszarów badań zakładano siatki o gęstości około  $1 \times 0,25$  m, szczegółowe pomiary przeprowadzono, również stosując siatkę  $0,5 \times 0,2$  m. Od 2012 roku stosowano nowszą aparaturę – podwieszony na dwóch kołach pięciokanałowy gradiometr firmy Sensys. Pomiary wykonywano zwykle w siatce o wymiarach  $0,5 \times 0,2$  m (niektóre prospekcje szczegółowe wykonano również w siatce  $0,25 \times 0,1$  m). Opierając się na ww. aparaturze i metodyce, prowadzono pomiary w celu identyfikacji domniemanych podpowierzchniowych relików obiektów archeologicznych, na przykład palenisk w obiektach związanych z produkcją. Badania stanowisk archeologicznych magnetometrem były ograniczone przede wszystkim zakresem zakłóceń wywołanych obecnością metali.

Do pomiarów geoelektrycznych metodą symetrycznego profilowania elektrooporowego wykorzystano aparaturę RM-15 Geoscan Research. Stosując wenne-rowski układ elektrod A0,5M0,N0,5B, obserwowano płytkie podpowierzchniowe anomalie (z maksymalną głębokością do  $0,5$  m) w siatce  $1 \times 1$  metr. Ze względu na lokalnie bardzo wysoki poziom wód gruntowych (wokół zlewni jeziora

Lednica i w Gieczu w pobliżu obszarów bagiennych), nie stosowano pomiarów geoelektrycznych o większej głębokości maksymalnej. Urządzenie było używane głównie do detekcji podpowierzchniowych koncentracji kamieni, potencjalnych murów czy innych kamiennych destruktywów.

W formie uzupełnienia badań archeogeofizycznych w 2015 roku wykorzystano również z trzeciej metody geofizycznej – profilowania georadarem Cobra-WIFI II GPR, Radarteam. W wewnętrznych częściach grodzisk w Gieczu i na Ostrowie Lednickim, na wybranych obszarach (wnętrze *palatium* na Ostrowie Lednickim, w miejscach i okolicy kościołów grodowych na Ostrowie Lednickim oraz w Gieczu, na Ostrowie Lednickim przy relikwach przyczółku mostu „zachodniego”) monitorowano sytuację do głębokości 2,5 m (antena 500 Mhz). Wyniki tych pomiarów zostaną zaprezentowane w odrębnym opracowaniu.

Ze względu na różne typy metod geofizycznych, a także różną aparaturę, komputerowe przetwarzanie danych z pomiarów wymagało zastosowania innego oprogramowania. Dane z badań magnetometrycznych za pomocą magnetometru cezowego opracowano, posługując się oprogramowaniem Oasis-Montaj, Geosoft. Dane z pomiarów magnetometrycznych za pomocą wielokanałowego gradiometru fluxgate były przetwarzane głównie z wykorzystaniem software'u Magneto-arch, Sensys, a końcowe wyniki przekształcano następnie w programie Surfer, Golden Software. Wyniki geoelektrycznych pomiarów elektrooporowych zostały przetworzone za pomocą programu Surfer, Golden Software. Natomiast dane z georadaru opracowano z wykorzystaniem oprogramowania Prism 2, Radar Systems.

### Wybór stanowisk archeologicznych i zagadnień poruszanych w badaniach geofizycznych

Do niniejszego podsumowania wybrano tylko te stanowiska archeologiczne i obszary, które znajdują się bezpośrednio pod opieką Muzeum Pierwszych Piastów w Lednicy (patrz tab. 1). Jednak w trakcie realizacji projektu we współpracy z polskimi archeologami przebadano metodami geofizycznymi również kilka innych stanowisk (takich jak Kórnik-Bnin, Dąbrówka, Łekno, Pszczew czy domniemane grodzisko na obszarze Zielonej Góry), a wyniki tych badań zostaną zaprezentowane oddzielnie w innym miejscu. Najwięcej uwagi poświęcono stanowiskom mikroregionu jeziora Lednica, w którym wyróżnia się wczesnośredniowieczne grodzisko Lednica, położone na wyspie pośrodku jeziora (szczegóły na ryc. 1, zob. s. 171). Kolejne ważne wczesnośredniowieczne grodziska, zbadane za pomocą metod geofizycznych, leżą na obszarze Wielkopolski na wschód od Poznania (patrz Giecz i Grzybowo na ryc. 1).

Ostrów Lednicki (nr 1a na ryc. 1) to jeden z głównych ośrodków władzy świeckiej i kościelnej na obszarze pierwszych Piastów. Świadczy o tym także kamienna architektura, której relikty (palatium książęce i kaplica-baptysterium) znajdują się

w południowej części grodziska, umocnionego potężnym, kilkukrotnie naprawianym wałem o konstrukcji drewniano-ziemnej. Okres świetności grodziska przypada na czasy od 2. połowy X do 1. połowy XI wieku. W tym czasie gród na wyspie o powierzchni 7,5 ha był połączony z zachodnim i wschodnim brzegiem jeziora dwoma mostami (ich budowa datowana jest dendrochronologicznie na lata 963-964). Pomimo spadku znaczenia grodu po najazdach wojsk czeskich pod wodzą księcia Brzetysława I w latach 30. XI wieku, Ostrów Lednicki był zasiedlony aż do XIV wieku i służył również jako cmentarz. Adekwatnie do rangi miejsca, na obszarze grodziska przeprowadzono szereg badań archeologicznych, które z punktu widzenia metod nieinwazyjnych zasadniczo ograniczają ich zastosowanie w przyszłości. Pierwsze niesystematyczne wykopaliska na palatium rozpoczęto już w 1845 roku, ale pierwszego profesjonalnego opracowania doczekały się dopiero badania z lat 1858-1874. Oczywiście prospekcję kontynuowano także w okresie międzywojennym, a w latach 60. XX wieku odkryto rozległe cmentarzysko wokół kolejnego kościoła. W roku 1982 zapoczątkowano interdyscyplinarne badania archeologiczne, mniej więcej na ten sam okres przypada początek archeologicznych badań podwodnych. Ze względu na znaczne przekształcenie terenu w południowej części grodziska (zadaszone fundamenty palatium i kaplicy, nasypy przy wałach grodu itp.), pomiary geofizyczne koncentrowały się na zewnątrz wału obwodowego warowni. W części północnej podgrodzia teren podwyższonej terasy poddano weryfikacji geofizycznej pod kątem obecności ewentualnej infrastruktury, np. struktur zabudowy osady czy ciągu komunikacyjnego pomiędzy mostami. Wzdłuż linii brzegowej jeziora przeprowadzono obserwacje geofizyczne, mające na celu rozróżnienie intencjonalnego umocnienia nabrzeża od ewentualnych ciągów komunikacyjnych w kierunku wnętrza grodu. Południową i zachodnią część wału nad brzegiem jeziora zweryfikowano następnie pomiarami oporności w celu zarejestrowania przerw w wale obwodowym. Z kolei uzupełniające pomiary radarowe wewnątrz *palatium* i kaplicy miały na celu obserwację ewentualnych innych reliktyw kamiennej architektury, które nie zostały odkryte we wcześniejszych badaniach.

Mniejsza wyspa, Ledniczka (nr 1b na ryc. 1), leży w południowej części jeziora Lednica i dotychczas nie została rozpoznana archeologicznie w dużym stopniu. Prawdopodobnie pod koniec wczesnego średniowiecza na wyspie mogło istnieć mniejsze grodzisko, w XIV wieku najwyższa część mogła zostać ufortyfikowana odrębnie w rycerską rezydencję obronną w formie wieży mieszkalno-obronnej wybudowanej na sztucznie usypanym kopcu (*motte*). Po raz kolejny uwagę archeologów przyciągnęły najnowsze wyniki badań archeologii podwodnej, tj. odkrycie pomiędzy zachodnim brzegiem jeziora a Ledniczką reliktyw nieznanego dotychczas drewnianego mostu, młodszego od tego na Ostrowie Lednickim. Dlatego też metodami geofizycznymi przebadano zachodni i północno-zachodni zalesiony brzeg wyspy, próbując uchwycić przyczółek mostu lub relikty ciągu komunikacyjnego wprost w jego linii. Zweryfikowano również relikty prawdopodobnego zewnętrznego wału obwodowego.

Następnie zweryfikowano inne stanowiska archeologiczne na wschodnim brzegu jeziora Lednica. Osada w Dziekanowicach (nr 1c na ryc. 1) należy do tych miejsc osadnictwa wczesnośredniowiecznego, które zostały częściowo przebadane metodami archeologicznymi. Oprócz osady wczesnośredniowiecznej w południowej części stanowiska odkryto też relikty osady ze śladami wpływów z czasów rzymskich oraz cmentarzyska o niejasnej chronologii. Na południe od współczesnej palisady skansenu archeologicznego (Małego Skansenu) zbadano geofizycznie południową partię osady (wczesnośredniowiecznej?) na nadzalewowej terasie jeziora Lednica. Celem było porównanie wyników badań powierzchniowych, detektorowych i magnetometrycznych pod kątem możliwości wyznaczenia zasięgu osadnictwa (albo potwierdzenia rozleglejszej aktywności osadniczo-produkcyjnej).

Dziekanowice – muzeum (nr 1d na ryc. 1). Kolejne wzniesienie na wschodnim brzegu jeziora Lednica, gdzie lokalnie już wcześniejszymi sondażami dowiedziono obecności wielokulturowej osady prehistorycznej i wczesnośredniowiecznej. Wyprzedzające badania geofizyczne wykonano w związku z planami rozbudowy auli wystawowej Muzeum Pierwszych Piastów. Celem prospekcji magnetometrycznej była ilościowa ocena potencjalnej aktywności osadniczej na monitorowanych terenach pod kątem ewentualnych przyszłych badań archeologicznych.

Stanowisko Dziekanowice – dwór (nr 1e na ryc. 1) to słabo rozpoznany archeologicznie obszar mniejszego półwyspu na południowo-wschodnim brzegu jeziora Lednica. Mała liczba znalezisk archeologicznych nie wskazuje na znaczącą osadę. Najbliższe otoczenie dworu i parku w skansenie etnograficznym sugeruje raczej nowożytnie przekształcenie terenu. Z drugiej strony jednak, wyeksponowany w terenie układ na brzegu jeziora z możliwością ochrony przez teren podmokły z dwóch pozostałych stron sprawia, że jest to idealne miejsce na mniejsze umocnione stanowisko. Celem połączonych pomiarów geofizycznych była próba zidentyfikowania reliktywów poprzecznych lub obwodowych umocnień, obecnie zredukowanych do formy terasy.

Wczesnopiastowskie grodzisko Giecz reprezentuje kolejny ważny ośrodek o znaczeniu ponadregionalnym (nr 2 na ryc. 1). Zewnętrzna powierzchnia grodziska zajmuje obszar 3,6 ha, natomiast wewnętrzna za masywnymi wałami wynosi tylko 1,6 ha. Początki grodu według wskazań dendrochronologii sięgają lat 60. IX wieku, a kolejne przebudowy i rozbudowy datowane są na lata 20., 40. i 80. X wieku. Osada na wschodnim brzegu jeziora była pierwotnie połączona z grodziskiem drewnianym mostem. Pod koniec X wieku w południowej części grodziska zainicjowano budowę kamiennego palatium (niedokończonego), a na początku wieku XI kościoła św. Jana Chrzciciela, który został ulokowany w północnej części warowni. Gród spaliły czeskie wojska Brzetysława w 1038 lub 1039 roku. W 2. połowie XI wieku gród został odbudowany i wówczas założono też otaczające go osady i cmentarze. Zespół grodowy zlikwidowano w XIII wieku. Pierwsze badania wykopaliskowe przeprowadzono w latach 1949-1966, po czym

badania archeologiczne wznowiono dopiero w 1993 roku. Do interesujących wyników należy na przykład odkrycie reliktywów wczesnochrześcijańskiego cmentarza na północno-zachodnim podgrodzium Giecza czy odsłonięcie w północnej części grodu (w pobliżu nowożytnego drewnianego kościoła pw. św. Jana Chrzciciela) fundamentów wyżej wspomnianego kamiennego kościoła przedromańskiego z początku XI wieku. Celem ograniczonych przestrzennie pomiarów geofizycznych w północnej części wewnętrznego obszaru grodziska była próba wyodrębnienia reliktywów obwarowań starszego grodu (z IX wieku). Ze względu na występujące miejscami znaczne przekształcenia wewnątrz grodziska (budynki, gmach muzeum, drogi wraz z uzbrojeniem terenu), badania na większej powierzchni mogły być zrealizowane na zewnątrz grodziska, zwłaszcza północno-zachodniej jego partii. Teren północno-zachodniej części podgrodzia weryfikowano różnymi metodami geofizycznymi celem uzupełnienia wiedzy o zasięgu cmentarzysk i innych śladów aktywności, zidentyfikowanych w badaniach powierzchniowych i detektorowych. Dodatkowe pomiary radarowe w obrębie fundamentów niedokończonego palatium i kościoła grodowego pw. św. Jana Chrzciciela przeprowadzono jako rewizję wyników wcześniejszych badań i rozpoznania ewentualnych innych zabytków architektury kamiennej lub pochówków.

Grzybowo również należy do istotnych w regionie grodzisk wczesnopiastowskich, a jego obszar obwarowany masywnym wałem sięga około 4,7 ha (nr 3 na ryc. 1). Najstarsze, pierwotne założenie grodowe było usytuowane w północno-zachodniej części stanowiska i jest datowane na 20.-30. lata X wieku. Przebudowa i rozbudowa grodziska nastąpiła na początku XI wieku, ale samo grodzisko było użytkowane tylko do połowy tegoż stulecia (osadnictwo wiejskie przetrwało jeszcze do wieku XII). Oprócz sondażu wykonanych w roku 1937, systematyczne badania archeologiczne rozpoczęły się dopiero w 1988 roku. Rozległe stanowisko było dotychczas stopniowo weryfikowane archeologicznie siecią wykopów archeologicznych, które potwierdzają obecność potężnej wielowarstwowej i częściowo spalonej struktury w północnej części grodu. Od roku 1997 stanowisko podlega Muzeum Pierwszych Piastów. Celem pomiarów magnetometrycznych w tym przypadku było przebadanie maksymalnej dostępnej powierzchni wewnętrznej grodziska, określenie zasięgu aktywności osadniczej i ewentualnych reliktywów najstarszych obwarowań mniejszego grodu (z 1. połowy X wieku).



## Wyniki badań geofizycznych

### Ostrów Lednicki, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/2, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński – wyspa z relikdami grodu wczesnopiastowskiego i osady przyrodowej

Wybrane obszary wyspy Ostrów Lednicki były badane metodami geofizycznymi już przed 2009 rokiem, w związku z prowadzonymi wieloletnimi badaniami archeologicznymi [Kiszkowski, Wrzesiński 1996; Wrzesiński 1996; Pydyn, Hac, Popek 2019], a także w ramach okołokonferencyjnych warsztatów [Tabaka 2012]. Różnymi metodami geofizycznymi przebadano znaczną część wyspy, w tym fragmenty grodziska, osady przyrodowej oraz znaczny odcinek linii brzegowej wyspy na zewnątrz reliktdów wału grodowego (ryc. 2, zob. s. 175). Badania geofizyczne w ramach projektu miały miejsce w latach 2009-2015 (przegląd etapów prospekcji, wykorzystanych metod i aparatury prezentuje tab. 1).

Wyniki niektórych pomiarów powierzchniowych i przekrojowych elektrooporowych były dotychczas prezentowane na kilku konferencjach i w publikacjach [Křivánek, Tabaka 2011; 2014]. Dlatego też nie ma potrzeby powtarzać tu zaprezentowanych już wyników wcześniejszych badań. Do niepublikowanych prac należą rezultaty przekrojowych pomiarów elektrooporowych w części zachodniej, północnej i wschodniej osady przyrodowej (ryc. 3, zob. s. 176). Owe pomiary elektrooporowe w zamierzeniu nie koncentrowały się tylko na płaskiej powierzchni osady, ale miejscami były celowo poprowadzone przez skraj podwyższenia, w kierunku niższych terenów w strefie linii brzegowej wyspy. Tak jak w przypadku badań południowego i zachodniego terenu poza grodziskiem, tak i tam ponownie zarejestrowano podwyższoną oporność na płaskim obszarze wzdłuż brzegu wyspy. Te szerokie na kilka metrów pasy występują właściwie po każdej stronie wyspy i mogą wskazywać bliżej nieokreślone sytuacje nieprzewodzące. Może to być na przykład utwardzony w jakiś sposób ciąg komunikacyjny wokół wyspy, inne zniszczenia i antropogeniczne przekształcenia strefy nadbrzeżnej jeziora albo relikty konstrukcji drewniano-kamiennej wykonanej w celu ochrony brzegów przed wodami jeziora Lednica [por. Banaszak, Tabaka 2008; 2014; Górecki 2010; Górecki, Łastowiecki, Wrzesiński 1994]. Tego typu konstrukcje zostały już wcześniej odsłonięte w sondażach na zachodnim brzegu poza wałem grodu. Przy skraju podwyższonej terasy wartości na wszystkich przekrojach są znacznie niższe, podwyższona oporność charakteryzuje tylko wewnętrzny podwyższony teren terasy oraz osady przyrodowej.

**Ledniczka, m. Rybitwy nr dz. ewid. 118/3, gm. Łubowo,  
pow. gnieźnieński – wyspa na jeziorze Lednica zlokalizowana  
na południowy zachód od Ostrowa Lednickiego z reliktem  
średniowiecznego grodu stożkowatego (typu *motte*)**

Metody geofizyczne zostały zastosowane podczas prospekcji na Ledniczce, oddalonej około 200 m na południowy zachód od Ostrowa Lednickiego. Ze względu na duże zalesienie wyspy badania geofizyczne przeprowadzono tylko w jej części (ryc. 4, zob. s. 178). Na północnym, zachodnim i południowym brzegu wyspy w latach 2018-2019 wykonano kombinację jednoprofilowych pomiarów magnetometrycznych oraz pomiarów elektrooporowych. W odniesieniu do najnowszych wyników podwodnych badań archeologicznych, w wyniku których odkryto relikty trzeciego mostu z zachodniego brzegu jeziora na Ledniczkę [Pydyn, Hac, Poppek 2019], celem głównym pomiarów była weryfikacja możliwości zarejestrowania na wyspie drogi prowadzącej na most oraz opcjonalnie zbadanie możliwości istnienia kontynuacji tej przeprawy mostowej dalej z Ledniczki na Ostrów Lednicki. W centralnej podwyższonej części wyspy, a następnie w miejscu gródka stożkowatego z widocznymi nowożytnymi przekształceniami terenu (i licznymi metalami), w 2018 roku wykonano wyłącznie testowe pomiary elektrooporowe. Wyniki tych badań potwierdziły tylko obecność destruktyw kamienych na obwodzie wzniesienia, a w środku rozległe współczesne ingerencje w oryginalny nasyp gródka (tzw. zabudowa pasożytnicza – metale, destrukty niedawnych murów, odpady budowlane).

Badania geofizyczne wzdłuż brzegu wyspy dostarczyły ciekawszych wyników, w znacznie mniejszym stopniu i tylko lokalnie naznaczonych nowożytnymi przekształceniami terenu. Wyniki pomiarów magnetometrycznych, z wyjątkiem strefy zaburzeń wywołanych obecnością metali w północnej części badanego obszaru, pozwalają wskazać anomalie magnetyczne związane z przebiegiem reliktyw wału obwodowego grodu (ryc. 5, po lewej, zob. s. 179). W wewnętrznej części widoczna jest jedynie wyraźna magnetycznie linia wysokiego napięcia, miejscami kilka metali, a przy wierzchołku wzniesienia krótsza, załamana, słabo odznaczająca się magnetycznie linia o niejasnej genezie. Wyniki pomiarów elektrooporowych są jeszcze bardziej interesujące (ryc. 5, po prawej). Na płaskiej części brzegu wyspy można zaobserwować łukowaty pas podwyższonych wartości oporności, który przypomina sytuację wykrytą wzdłuż brzegu na Ostrowie Lednickim. Również tu – między wałem a brzegiem jeziora – nie można wykluczyć istnienia bądź to jakiejś intencjonalnie wybudowanej ochrony północnego, zachodniego i południowego brzegu wyspy, bądź wprost przebiegu jakiegoś utwardzonego ciągu komunikacyjnego. Tylko na północnym zachodzie sytuacja jest zauważalnie zaburzona innymi dwudziestowiecznymi naruszeniami terenu (transformator elektryczny). Z kolei na północy i północnym wschodzie od łuku o podwyższonej oporności wyraźnie „odbija” pas o jeszcze wyższych wartościach oporności, który prowadzi ku północno-zachodniemu brzegowi wyspy. Zarówno nad brzegiem

północno-wschodniej części wyspy, jak i na zachodnim brzegu (między pasem wysokich oporności) widać z kolei najniższe wartości oporności, wywołane wilgotnym osadem na brzegu wyspy. Owe niskie oporności znajdują się w miejscu prawdopodobnego przyczółka mostu z zachodniego brzegu jeziora na Ledniczkę. Wysokie oporności w linii prostej ku północno-wschodniemu brzegowi jeziora mogą natomiast stanowić na przykład relikty jakiejś utwardzonej drogi.

**Dziewkanowice dz. ewid. 9/2, 10 i południowa część dz. ewid. 7/2,  
gm. Łubowo, pow. gnieźnieński – część pola na terasie na południowy  
wschód od Małego Skansenu**

Dwa sąsiadujące pola, na zachód od drogi dojazdowej na teren Małego Skansenu, między jeziorem Lednica a parkingiem muzealnym, zostały poddane badaniom geofizycznym w latach 2017 i 2018 (ryc. 6, zob. s. 181). Nawiązano wówczas do prowadzonych na tym terenie badań powierzchniowych z wykorzystaniem detektorów metali w ramach realizowanego przez Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy zadania pn. „Projekt Lednica” [Kostyrko, Kowalczyk, Żuk 2019]. Celem pomiaru powierzchni pięciokanałowym magnetometrem było zweryfikowanie dotychczasowych ustaleń dotyczących koncentracji osadnictwa z okresu wpływów rzymskich i wczesnośredniowiecznego na terasie nadzalewowej jeziora Lednica. Badania magnetometryczne przeprowadzono na powierzchni pól uprawnych, od południa i wschodu ograniczonych drogą asfaltową, od zachodu palisadą wyznaczającą granicę Małego Skansenu, natomiast od północy innymi współczesnymi przekształceniami terenu (parking, płot, budynek toalety, chodniki itp.). W związku z tym na skraju badanego wieloboku powstały zakłócenia, spowodowane obecnością metali znajdujących się poza obszarem pomiarów.

Ogólne wyniki badań magnetometrycznych dostępnego obszaru (powierzchnia około 2,5 ha) pozwalają stosunkowo dobrze zidentyfikować rozproszone anomalie magnetyczne i ich mniejsze koncentracje, które mogą dowodzić kontynuacji zasiedlenia osady (ryc. 7, zob. s. 182). Na powierzchni można zaobserwować zarówno zagęszczenia słabszych anomalii magnetycznych – prawdopodobnie oznaczających obiekty zagłębione, jak i zgrupowania anomalii wyraźnych – przypuszczalnie oznaczających paleniska, relikty obiektów produkcyjnych lub obiektów wypełnionych materiałem wypalonym. Widoczny jest także uporządkowany układ tychże wyraźnych anomalii magnetycznych (rzędy). Na podstawie występowania przypuszczalnych podpowierzchniowych reliktyw obiektów osadniczych, a prawdopodobnie też i produkcyjnych, można domniemywać o większej koncentracji aktywności ludzkiej na terasie nadzalewowej. Ponieważ jednak inne rozproszone anomalie magnetyczne występują również na terenie niższym przy brzegu jeziora i dalej na wschód, zasięg stanowiska archeologicznego, tudzież różnorodnej aktywności ludzkiej na wschodnim brzegu jeziora Lednica, może być większy niż obszar terasy nadzalewowej. Najprawdopodobniej relikty osadnictwa mogą występować jeszcze dalej na wschód (za drogą dojazdową

prowadzącą na parking Małego Skansenu). W celu efektywniejszej i bardziej jednoznacznej interpretacji niektórych odnotowanych anomalii magnetycznych należałoby wyniki badań geofizycznych porównać z wynikami badań powierzchniowych z wykorzystaniem wykrywaczy metali prowadzonych przez Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy, a także z dokumentacją wcześniejszych badań sondażowych przy Małym Skansenie (w wykopach sondażowych odkryto nie tylko jamy osadnicze, ale także relikty dymarek).

**Dziewkanowice dz. ewid. 22/14, 22/1, 22/7, 44, gm. Łubowo,  
pow. gnieźnieński – na północ od budynków administracji  
muzeum na wschodnim brzegu jeziora Lednica**

Dwa obszary łąk w bezpośrednim sąsiedztwie muzeum zostały przebadane w 2012 i 2013 roku w związku z możliwością przyszłego wykorzystania brzegu terasy nadjeziornej pod zabudowę (ryc. 8, zob. s. 183). Celem badań powierzchniowych pięciokanałowym magnetometrem była prospekcja łąk na wschodnim brzegu jeziora, na północ i północny wschód od budynków administracji muzeum. Uzyskane wyniki mogą pomóc oszacować zagęszczenie i charakter zidentyfikowanej oraz badanej sondażowo wielokulturowej osady. Na poddanym prospekcji obszarze rolniczym (łąki) trzeba było liczyć się z zakłóceniami wywołanymi obecnością różnych metali, usytuowanych zarówno na badanym terenie (słupy elektryczne i podstacje, linie wodociągów, lokalne nasypy i inne), jak i w jego najbliższym otoczeniu (wpływ metalowego zadaszania muzeum, znaków drogowych przy szosie i inne).

Wyniki pomiarów magnetometrycznych (5,4 ha) pozwoliły zidentyfikować dużą liczbę anomalii punktowych, z reguły wyraźnych. Obie badane przestrzenie były w sposób znaczący zanieczyszczone licznymi metalami (ryc. 8; na działce ewid. nr 44 znajdującej się na północ od budynków muzeum, w warstwie ornej znajdują się prawdopodobnie metalowe odpady, będące dowodem wykorzystania obszaru do celów rolniczych, z kolei na terenie na północny wschód od muzeum, za szosą, widoczne są ślady bliżej nieokreślonych zmian związanych z poprowadzeniem linii oświetlenia elektrycznego itp.). Oprócz silnych anomalii magnetycznych w miejscach śladów działalności ludzkiej z czasów nowożytnych i współczesnych, występuje również spora liczba mniejszych, słabszych anomalii. Mogą one wskazywać na obecność licznych obiektów, zagłębionych jam, a co za tym idzie na intensywną aktywność osadniczą na obszarze terasy. Najliczniej anomalie te występują przede wszystkim w północnych partiach obu badanych obszarów, na terasie nadjeziornej. Ich liczba wyraźnie maleje w kierunku wschodnim. Tylko przy północnym skraju terenu, przy krawędzi terasy nad brzegiem jeziora, lokalnie pojawiały się mniejsze skupiska większych anomalii kilkumetrowych rozmiarów, gdzie oprócz obiektów zagłębionych nie można wykluczyć obecności palenisk (o ile zakłócenia nie były wywołane przez obecność współczesnych metali w warstwie ornej). Z interesującą sytuacją, przypomina-

jącą liniową niejednorodną anomalię magnetyczną, mamy też do czynienia na tym samym obszarze północnego skraju terenu nad brzegiem jeziora. Możliwości wyjaśnienia występowania takiej liniowej anomalii jest oczywiście dużo, na przykład ślad nieistniejącej już parcelacji terenu, ścieżki śródpolnej lub jakiejś innej zagłębionej formy terenu, takiej jak wąski rów, niecka albo nierozpoznany wykop. Bez weryfikacji archeologicznej niejasna jest geneza i datowanie tejże linii. Mimo dość sporych problemów z ewidentnie dużym zanieczyszczeniem powierzchni metalami, bardzo liczne występowanie anomalii magnetycznych wskazuje najwyraźniej na intensywne osadnictwo przede wszystkim bliżej skraju terasy, na wschodnim brzegu jeziora. Krawędź terasy nie była najprawdopodobniej w żaden sposób umocniona; interesujący jest także brak jakichkolwiek większych, kilkumetrowych obiektów zagłębionych o charakterze jednoznacznie osadniczym [por. Kaczmarek 2013]. Zagadką jest więc stwierdzenie, czy rzeczywiście nie ma tu wielkich zagłębionych obiektów, czy też nie jesteśmy w stanie ich odróżnić z powodu minimalnych różnic magnetycznych między wypełniskami obiektów a otoczeniem.

**Dziewkanowice dz. ewid. 54, gm. Łubowo, pow. gnieźnieński –  
półwysp na wschodnim brzegu jeziora, na południe od kopii dworu  
ze Studzińca, w Wielkopolskim Parku Etnograficznym**

Powierzchnia łąki na terasie i terenie do niej przyległym poddana została badaniom dwiema metodami geofizycznymi: w 2017 roku wykonano pomiary magnetometryczne, a w latach 2017-2019 zastosowano metodę elektrooporową (ryc. 9, zob. s. 185). Celem badań była weryfikacja potencjalnej obecności nowego nieznanego obszaru zasiedlonego lub ufortyfikowanego, usytuowanego bezpośrednio na wyraźnym wzniesieniu nad brzegiem jeziora Lednica i ograniczonego dokoła podmokłymi jego brzegami. Terenowy rekonesans przed rozpoczęciem badań geofizycznych wykazał, że w niektórych częściach półwyspu będą prawdopodobnie widoczne ślady współczesnych ingerencji i zmian ukształtowania terenu. W sposób oczywisty zakłócający wpływ na prospekcję miał słup trakcji elektrycznej usytuowany we wschodniej części badanego terenu oraz metalowe złącza wodociągu na północnym krańcu terasy, za parkiem dworskim. Innych miejscowych źródeł zakłóceń można się było spodziewać w miejscu przekształconego dojścia czy wjazdu na półwysp.

Wyniki pomiarów magnetometrycznych, poza wspomnianymi strefami zakłóceń wywołanych obecnością metali, nie wykazały miejsc dominacji wyraźnych anomalii magnetycznych, które mogłyby dowodzić zasiedlenia półwyspu lub jego fortyfikowania (ryc. 10, po lewej, zob. s. 186). W wewnętrznej części badanego terenu jest widoczna tylko wyraźna magnetyczna linia wskazująca metalową rurę wodociągu, kilka miejscowych zakłóceń spowodowanych obecnością metali, a przy wierzchołku wzniesienia krótsza, łamana, słabiej widoczna magnetyczna linia niejasnej proveniencji. Jednakże wyniki pomiarów elektrooporowych dały



odmienny obraz powierzchni półwyspu (ryc. 10, po prawej). Na obwodzie terasy i jej zewnętrznych zboczach koncentrują się podwyższone wartości oporności, które mogą wskazywać na obecność skupisk materiału nieprzewodzącego, najpewniej kamiennego. Owo zjawisko podwyższonej wartości elektrooporności występuje na całym obwodzie półwyspu, jedynie lokalnie przerwane jest w miejscu wjazdu na łąkę oraz w miejscu rury wodociągowej. Na południu badanego obszaru, na krawędzi terasy, ze względu na bujną roślinność nie wykonano pomiarów. Ich przeprowadzenie było możliwe na skraju łąki, gdzie zaobserwowano wzrost elektrooporności. Nie jest to zatem sytuacja przypadkowa czy naturalna, ale raczej celowa koncentracja innego materiału niż rozpoznanego w wewnętrznej partii badanego obszaru. Czy może jest to relikst starszej fortyfikacji wzniesienia (grodzisko?), nowożytnej aktywności rolniczej (wzmocnienie nadzalewowej terasy jeziora?), ochrony brzegu terasy lub innego przekształcenia – nie można jednoznacznie stwierdzić bez przeprowadzenia weryfikacyjnych badań wykopaliskowych. Z kolei mniej czytelne jest rozłożenie zmieniających się wartości oporności w wewnętrznej części badanego obszaru, gdzie na wyższej części wzniesienia najwyraźniej koncentrują się wyższe wskazania oporności, z widoczną linią krawędzi i załamaniem pod kątem prostym. Ewentualnie odnalezienie planów z budowy kopii dworu i ogrodów mogłoby wzbogacić wiedzę na temat genezy i datowania ewidentnych przekształceń terenu, zwłaszcza dookoła półwyspu (czy było to ogrodzenie parku lub może ufortyfikowanie terenu?). Na półwyspie w czasie badań powierzchniowych z wykorzystaniem detektorów metali nie odkryto zabytków archeologicznych<sup>1</sup>, a podczas zakładania sieci wodociągowej nie prowadzono nadzorów archeologicznych. W związku z powyższym niemożliwe jest zaprezentowanie wyników prospekcji geofizycznej w szerszym kontekście.

**Giecz dz. ewid. 31/2, 33/1, 33/2, 156/1, 158, 160/1, 160/2, 162, 163, 164/1, 165/3, 169, gm. Dominowo, pow. średzki – teren wczesnośredniowiecznego grodziska wraz z pobliskimi terenami uprawianymi rolniczo**

W obrębie grodziska wytypowano i przebadano różnymi metodami geofizycznymi kilka interesujących obszarów, natomiast do badań geofizycznych terenów uprawianych rolniczo po zachodniej i północno-zachodniej stronie grodziska wykorzystano magnetometr (ryc. 11, zob. s. 188). W ramach projektu w latach 2010-2015 prowadzono badania geofizyczne, a wykorzystane metody, aparaturę i poszczególne etapy przedstawia tab. 1.

Możliwości powierzchniowych pomiarów magnetometrycznych, a także elektrooporowych, w części wewnętrznej grodziska w Gieczu były ograniczone, a w wielu przypadkach utrudnione występującymi na terenie tamtejszego parku współczesnymi modernizacjami (ścieżki, nasypy, sieci inżynieryjne czy elek-

<sup>1</sup> Informacja ustna dr. Andrzeja Kowalczyka – kierownika badań powierzchniowych z wykorzystaniem detektorów metali.

tryczne oświetlenie). Wykryte w szerokim otoczeniu nowożytnego drewnianego kościoła pw. św. Jana Chrzciciela (ulożonego w północnej części wnętrza grodziska) rozległe obszary o wysokich wartościach oporności, do czasu niedawnych badań archeologicznych przeprowadzonych przez muzeum, były trudne do zinterpretowania. Po zachodniej i południowej stronie drewnianego kościoła odkryto relikty grodowego kościoła przedromańskiego z wieloma kamiennymi fundamentami i destrukcjami, znajdującymi się na dużych głębokościach i wyznaczającymi skomplikowany układ stratygraficzny oraz przestrzenny [por. Krysztofiak 1998; 2016]. Został on przykryty warstwami gliniano-kamiennego rumoszu, poniżej którego nie można było przeprowadzić badań, stosując płytki zasięg wgłębnych pomiarów (do 0,5 m). Potężne kamienne fundamenty i rumowiska zaznaczały się tylko na kilku zastosowanych w tej samej przestrzeni profilowaniach radarowych. Z tego powodu badania powierzchniowe pięciokanałowym magnetometrem przeprowadzono ponownie tylko na obszarach upraw rolniczych na zachód od grodziska [za: Indycka 2005; 2019; Krysztofiak 2015; Miciak 2017]. Przykładem zastosowania pomiarów magnetometrycznych mogą być wyniki z 2011 roku, kiedy teren bezpośredniego otoczenia zewnętrznej części wału obwodowego grodziska w Gieczu (około 3,53 ha), po stronie zachodniej i północno-zachodniej, poddawano weryfikacji, prowadzonej w połączeniu z identyfikacją stwierdzonego tam metodą wykopaliskową cmentarzyska z bogato wyposażonymi pochówkami szkieletowymi (ryc. 12, zob. s. 189). W wyniku badań można wyszczególnić szeroką gamę rozmaitych anomalii magnetycznych o różnym pochodzeniu i chronologii. Najbardziej widoczne liniowe anomalie magnetyczne zostały wywołane przez niedawne podsypki ziemi i modyfikacje polnych dróg na gruntach uprawnych. Jednakże słabsze anomalie magnetyczne w postaci linii krzywych mogą już mieć związek z zagłębieniem w postaci rowu/fosy, opcjonalnie też z zewnętrzną formą ufortyfikowania dostępu do grodziska od strony północnej. Inne częściowo widoczne anomalie – w postaci linii prostych – prawdopodobnie związane są z wcześniejszą melioracją terenu. Drobne, silne i dwubiegunowe anomalie magnetyczne, wyraźnie skumulowane w środku pola, odzwierciedlają materiały magnetyczne w zasypisku wcześniej przeprowadzonego wykopu archeologicznego, w miejscu wczesnośredniowiecznego cmentarza szkieletowego [zob. Krysztofiak 2015]. Z kolei rozproszone na szerszym obszarze i bardzo liczne drobne anomalie magnetyczne mogą wskazywać na większy zasięg położonego wyżej cmentarzyska (Giecz, stan. 4), tudzież na obecność innych zagłębionych w calcu obiektów. Na podstawie wyników badań magnetometrycznych jednoznaczne odróżnienie zagłębionej jamy, na przykład o charakterze osadniczym, od jamy grobowej (pozbawionej przedmiotów wypalonych albo metali) zazwyczaj nie jest możliwe.

### Grzybowo nr dz. ewid. 257, gm. Września, pow. wrzesiński – część łąki i lasu dostępna na obszarze grodziska

W 2015 roku dostępne części grodu zostały poddane prospekcji geofizycznej. Celem powierzchniowych badań pięciokanałowym magnetometrem wnętrza grodziska było pozyskanie informacji o możliwej strukturze zabudowy wewnętrznej oraz o ewentualnym podziale stanowiska (ryc. 13, zob. s. 191). Z pomiarów trzeba było wyłączyć zanieczyszczone magnetycznie partie w okolicy istniejących elementów infrastruktury grodziska (rekonstrukcja bramy grodu, chałupa, okolice sceny czy zrekonstruowanych domostw w północno-wschodniej części stanowiska), a także miejsca w okolicy nagromadzenia metali oraz ewidentnie nawiezionej ziemi. Na dostępnej powierzchni łąki, jak również na styku z obszarem zalesionym za wałem obwodowym grodziska, trzeba było wziąć pod uwagę szereg nieusuwalnych zaburzeń w postaci śladów niedawnych palenisk, pozostałych w miejscach wypalania wyciętej roślinności. Na terenie grodziska trzeba było oczywiście liczyć się z dalszymi lokalnymi zakłóceniami w postaci wkopów po archeologicznych badaniach sondażowych lub ich niehomogenicznych wypełnisk.

Wynik magnetometrycznego pomiaru testowego (około 1,79 ha) był na prawdę dużym obszarze naznaczony przez zakłócenia magnetyczne, spowodowane dotychczasowymi sposobami wykorzystywania terenu grodziska (ryc. 14, zob. s. 192). Na monitorowanej powierzchni grodziska wystąpiła anormalnie wysoka liczba punktowych albo obszarowo małych, ale wyróżniających się magnetycznych anomalii, wywołanych prawdopodobnie przez liczne, niedawno naniesione metale, jak również przez powstałe w ostatnim czasie paleniska po likwidacji niskiej roślinności i wypalaniu jej bezpośrednio w obrębie grodziska. Potwierdziły się informacje o spalaniu wycinanych drzew i traw co roku w tych samych miejscach. W efekcie obserwowalne magnetycznie przepalenia mogą być w kilkudziesięciu (!) przypadkach miejscami niedawnych ognisk. Z tego powodu większa część wewnętrznej powierzchni grodziska jest zapewne bezpowrotnie „zanieczyszczona”, a wyniki jakichkolwiek przyszłych badań magnetometrycznych będą tutaj bardzo ograniczone. Mimo to w wyniku powierzchniowej prospekcji możliwe było wyróżnienie także takich anomalii magnetycznych, które prawdopodobnie ukazują relikty struktur archeologicznych. Najbardziej interesujące z nich zidentyfikowano w północnej, najmniej zaburzonej magnetycznie części stanowiska, gdzie jest widoczny także lekko podwyższony teren. Przerywany łuk liniowej anomalii magnetycznej przypuszczalnie może oznaczać obecność rowu/fosy – reliktyw wewnętrznego podziału grodu i umocnień w centralnej części stanowiska. Z kolei na północ od liniowej anomalii można zidentyfikować także większą liczbę owalnych anomalii powierzchniowych, które również są wyraźnie skupione w pobliżu okręgu o mniejszej średnicy. Może to być intencjonalne skupisko kilkumetrowych zagłębionych struktur z magnetycznie zmiennymi warstwami wypełniskowymi. Pomimo znacznych problemów z rozproszonymi

anomaliami magnetycznymi, stanowiącymi rezultat ewidentnie współczesnej aktywności ludzkiej, wynik próbnego pomiaru magnetometrycznego potwierdził wewnętrzny podział grodu. Wyznacza go rów/fosa oraz obecność skoncentrowanej zabudowy w północnej części wnętrza grodziska.

## Zakończenie

W artykule przedstawiono wyniki nieinwazyjnych badań geofizycznych wybranych stanowisk archeologicznych, pozostających pod opieką Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy. Należy wspomnieć, że we współpracy z polskimi archeologami badaniami geofizycznymi objęte zostały także stanowiska oddalone od Ostrowa Lednickiego (na przykład grodziska wczesnośredniowieczne – w województwie wielkopolskim: Kórnik-Bnin, Dąbrówka, Łekno, w województwie lubuskim: Pszczew czy domniemane grodzisko w Zielonej Górze). Inne wyniki, w tym porównania z rezultatami prospekcji geofizycznej czeskich wczesnośredniowiecznych grodzisk, będą częścią wspólnie planowanej czesko-polskiej publikacji tematycznej.

Jednak nawet na podstawie zaprezentowanego zbioru wyników i wieloletniego terenowego doświadczenia w stosowaniu geofizycznych metod i metodologii można wspomnieć o uwarunkowaniach i charakterze otrzymanych rezultatów, które są bardzo zbliżone na kilku stanowiskach poddanych badaniom. Jednym z nich jest fakt, że dla polskich stanowisk stosunkowo charakterystyczne jest występowanie anomalii magnetycznych o niższych amplitudach niż w przypadku stanowisk czeskich. Istnieje kilka powodów występowania anomalii magnetycznych o niższych amplitudach. Istotnym wskaźnikiem jest znacząco odmienna budowa geologiczna. Na obszarze Polski dominują nawarstwienia o charakterze piaszczysto-żwirowym o słabych właściwościach magnetycznych, terasy lub obszary wydmowe. Na tym podłożu powstają różnego typu gleby piaszczyste, których gliniasto-piaszczysty charakter wypełnisk struktur zagłębionych, z punktu widzenia właściwości magnetycznych, w mniejszym stopniu odróżnia się od podobnego otoczenia. W niektórych miejscach wypełniska zagłębień o słabszej magnetyczności mogą dawać odczyty o niższych wartościach ze względu na wysoki poziom wód gruntowych. W przypadku niektórych stanowisk trzeba zatem stwierdzić, że za pomocą pomiaru magnetometrycznego można zarejestrować jedynie wypełniska obiektów o wyraźnie odmiennych wartościach magnetycznych w stosunku do otoczenia. Zatem w niejednym miejscu może być dużo więcej reliktyw zagłębień wypełnionych materiałem nieodróżniającym się od danego otoczenia. Niehomogeniczność żwirowych warstw osadów i teras odgrywa istotną rolę w przypadku czytelności pomiarów elektrooporowych. Z kolei w przypadku teras i, ogólnie rzecz biorąc, wielowarstwowej piaszczysto-gliniastej budowy, niektóre zidentyfikowane sytuacje o podwyższonych wartościach oporności można interpretować na kilka różnych sposobów. Podczas interpretacji struktur nieprze-

wodzących jako reliktyw o genezie antropogenicznej (struktury archeologiczne, intencjonalne antropogeniczne przekształcenia terenu itp.), w niektórych przypadkach nie można wykluczyć też pierwotnej (naturalnej) genezy danej formacji (nagromadzenie żwiru albo zmienna ziarnistość czy wilgotność różnych warstw w terasach i inne). W przeciwieństwie do lokalizacji wczesnośredniowiecznych grodzisk w czeskim, bardziej urozmaiconym krajobrazie, istotne są także odmienne usytuowanie, rozmiary i struktura wczesnośredniowiecznych grodzisk w przestrzeni polskiej, inaczej ukształtowanej rolniczo. Oczywiście można byłoby wskazać jeszcze więcej tych uwarunkowań, wpływających na charakter wyników pomiarów geofizycznych.

Zgromadzone efekty niedestrukcyjnych badań geofizycznych na stanowiskach podlegających Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy można oceniać także z punktu widzenia opieki nad zabytkami. Powierzchniowe wyniki poszczególnych prospekcyj dają obraz współczesnego podpowierzchniowego stanu zachowania śladów ludzkiej działalności w przeszłości. Na poszczególnych obszarach stanowisk można zaobserwować różny stan zachowania struktur zabytkowych, jak również świadectwo nie do przecenienia o nowożytnych, a nawet współczesnych i w dużym stopniu niszczących przekształceniach terenu stanowisk. Zmiany w krajobrazie, a zwłaszcza sposoby jego wykorzystywania w długim horyzoncie czasowym, wpływają negatywnie na stan zachowania podpowierzchniowych reliktyw dziedzictwa archeologicznego. Dane geofizyczne zostały zebrane podczas jednego dziesięciolecia. Co zaskakujące, również w ciągu tak krótkiego okresu zaobserwowano lokalne zmiany w krajobrazie, w aktywności rolniczej i warunkach klimatycznych, co samo w sobie wpłynęło na możliwości obserwacji archeogeofizycznej, jej metody i przetwarzania danych. Byłoby dobrze, gdyby dane pozyskane w wyniku badań nieinwazyjnych zostały wykorzystane w innych projektach archeologicznych dotyczących regionu, czy też posłużyły do porównań oraz weryfikacji z wykorzystaniem innych metod archeologicznych.

### Bibliografia

- BANASZAK D., TABAKA A.  
2008 *Pozostałości działalności gospodarczej na zapleczu grodu na Ostrowie Lednickim*, „Studia Lednickie”, t. 9, s. 115-131.
- BANASZAK D., TABAKA A.  
2014 *Chronologia i stratygrafia wykopu w rejonie przyczółka mostu zachodniego na podgrodziu (badania w latach 60. XX wieku)*, „Studia Lednickie”, t. 13, s. 115-152.
- BIERMANN F., KIESELER A., NOWAKOWSKI D., BENECKE N., GRUSZKA B., WIEJACKA M., WIEJACKI J.  
2016 *Burg, Herrschaft und Siedlung im mittelalterlichen Niederschlesien: die slawischen Ringwälle von Köben (Chobienia) und Kleinitz (Klenica) im Kontext der*



- Frühgeschichte des mittleren Oderraums = Gród, władza i osadnictwo na średniowiecznym Dolnym Śląsku: grodziska pierścieniowate z Chobieni i Klenicy w kontekście wczesnośredniowiecznych dziejów Środkowego Nadodrza*, Bonn, Verlag Dr. Rudolf Habelt, Studien zur Archäologie Europas.
- BLOŃSKI M., MIŁO P., MISIEWICZ K.  
 2003 *Geophysical survey of the Medieval stronghold at Nasielsk, Central Poland*, „Archaeologia Polona”, R. 41, s. 129-131.
- BUDÍNSKÝ V., KŘIVÁNEK R.  
 2007 *Shrnutí geofyzikálních průzkumů v areálu hradiště Kozly, okres Mělník. Středočeský vlastivědný sborník, Muzeum a současnost sv. 25, Středočeské muzeum v Roztokách u Prahy*, s. 139-147.
- BUTHMANN N., POSSELT M., ZICKGRAF B.  
 2008 *Archäologie im Messbild: geophysikalische Prospektion archäologischer Fundplätze in Hessen, Rahden/Westf, Leidorf*.
- GÓRECKI J.  
 2010 *Brzegowe umocnienia obronne Ostrowa Lednickiego*, „Studia Lednickie”, t. 10, s. 107-127.
- GÓRECKI J., ŁASTOWIECKI M., WRZESIŃSKI J.  
 1994 *Wczesnośredniowieczne budownictwo mieszkalne Ostrowa Lednickiego*, „Studia Lednickie”, t. 3, s. 21-45.
- HAŠEK V.  
 2001 *Geofyzikální prospekce na výšinném hradisku v Chotěbuzi-Podoboře u Českého Těšína*, [w:] *Konference Pohansko 1999: 40 let od zahájení výzkumu slovanského hradiska Břeclav-Pohansko / Zdeněk Měřinský* (ed.), Brno, ÚAM FF MU, 2001, s. 217-230.
- HENNING J., MIŁO P.  
 2005 *Geofyzikálne prieskumy na rôznych typoch včasnostredovekých lokalít – sídlisko, hradisko, pohrebisko*, „Ve službách archeologie”, t. 6, s. 139-150.
- HERBICH T., KŘIVÁNEK R., MISIEWICZ K., OEXLE J.  
 2003 *Magnetic surveys of the site Burg Gana (Hof/Stauchitz) in Saxony*, „Archaeologia Polona”, vol. 41, s. 197-200.
- INDYCKA E.  
 2005 *Wczesnośredniowieczne cmentarzysko w Gieczu, stan. 4, woj. wielkopolskie — dotychczasowe wyniki badań*, „Studia Lednickie”, t. 8, s. 175-196.  
 2019 *Monety z cmentarzyska w Gieczu, stanowisko 4, jako źródło do badań obrzędów funeralnych*, „Studia Lednickie”, t. 18, s. 207-243 (DOI: 10.34698/sl.18.2019.07).
- KACZMAREK Ł.  
 2013 *Osada wielokulturowa w Dziekanowicach stan. 21 (AZP 50-31/98), pow. Gniezno, woj. wielkopolskie*, „Studia Lednickie”, t. 12, s. 97-125.
- KISZKOWSKI P., WRZESIŃSKI J.  
 1996 *Prospekcja elektrooporowa Ostrowa Lednickiego*, „Studia Lednickie”, t. 4, s. 167-195.

- KOSTYRKO M., KOWALCZYK A., ŻUK L.  
2019 *Projekt Lednica „Razem dla ratowania zabytków”*. Sprawozdanie za rok 2018, „*Studia Lednickie*”, t. 18, s. 323-333.
- KRASNODEBSKI D., MAŁKOWSKI, W.  
2018 *Badania archeologiczne grodziska w Zbuczu, gm. Czyże, pow. hajnowski*, „*Historia Sclavorum Occidentis*”, t. 17, s. 105-121 (DOI: 10.15804/hso180205).
- KRYSZTOFIAK T.  
1998 *Dotychczasowe wyniki prac wykopalskowych przeprowadzonych w Gieczu, gm. Dominowo w latach 1993-1997*, „*Studia Lednickie*”, t. 5, s. 343-351.
- KRYSZTOFIAK T.  
2015 *Stanowisko nr 4 w świetle badań archeologicznych*, [w:] *Monety ze stanowiska nr 4 w Gieczu*, red. T. Krysztofiak, A.M. Wyrwa, Biblioteka Studiów Lednickich, t. 33, seria B1, t. 6:1, Lednica, s. 17-57.
- KRYSZTOFIAK T.  
2016 *Ośrodek grodowy w Gieczu w okresie przed- i wczesnopaństwowym*, [w:] *Gród piastowski w Gieczu. Geneza – funkcja – kontekst*, red. M. Kara, T. Krysztofiak, A.M. Wyrwa, Poznań, s. 115-154.
- KŘIVÁNEK R.  
1999 *Magnetometrický průzkum hradiště Lštění, okr. Benešov*, „*Archeologické rozhledy*”, t. 51/4, s. 806-823.
- KŘIVÁNEK R.  
2000 *Způsoby využití geofyzikálních měření jako metody průzkumu hradišť*, „*Archeologie ve středních Čechách*”, t. 4, ÚAPPSC Praha, s. 489-503.
- KŘIVÁNEK R.  
2001 *Early Medieval hillfort Přistoupim – an example of role of large scale magnetometric prospection to the correct protection of archaeological monument*, [w:] *Archaeological prospection – 4<sup>th</sup> International Conference on Archaeological Prospection*, red. M. Doneus, A. Eder-Hinterleitner, W. Neubauer, Vienna 19-23.09.2001, s. 135-137.
- KŘIVÁNEK R.  
2003a *Přehled geofyzikálních měření ve Staré Boleslavi (1997-2001)*, [w:] *Stará Boleslav. Přemyslovský hrad v raném středověku*, red. I. Boháčová, *Mediaevalia Archaeologica*, t. 5, ARÚ Praha, s. 56-66.
- KŘIVÁNEK R.  
2003b *Contribution of geophysical measurements for survey and protection of hillforts*, [w:] *Proceedings of the XIX<sup>th</sup> International Symposium CIPA 2003, New Perspectives To Save Cultural Heritage, Antalya (Turkey) 30 September – 04 October, 2003*, red. M.O. Altan, CIPA Istanbul, s. 389-391.
- KŘIVÁNEK R.  
2005 *Geofyzikální měření na Pohansku u Břeclavi v letech 2000-2002*, „*Archeologické rozhledy*”, t. 57/1, s. 139-146.

KŘIVÁNEK R.

2010 *Geofyzikální průzkum hradišť Prerovská hůra a Zámka ohrožených stavebním záměrem*, „Archeologické rozhledy”, t. 62/3, s. 480-491.

KŘIVÁNEK R.

2008 *Nové výsledky geofyzikálních průzkumů v širším areálu pravěkého a raně středověkého hradiště Zámka v Praze-Bohnicích*, „Archaeologica Pragensia”, t. 19, Muzeum hlavního města Prahy, s. 233-256.

KŘIVÁNEK R.

2013 *Changes of structure and extent od Early Medieval strongholds in Central Bohemia from geophysical surveys of sites*, [w:] *Archaeological prospection. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on Archaeological Prospection*, red. W. Neubauer, I. Trinks, R.B. Salisbury, C. Einwögerer, Vienna, May 29<sup>th</sup> – June 2<sup>nd</sup> 2013, Austrian Academy of Sciences Press, Wien, s. 281-284.

KŘIVÁNEK R.

2015 *Chapter 27. Hillfort investigations in the Czech Republic*, [w:] *Field archaeology from around the world. Ideas and approaches. Springer Briefs in Archaeology. Springer International Publishing Switzerland*, red. M. Carver, B. Gaydarska, S.M. Subías, s. 157-161.

KŘIVÁNEK R.

2016 *Overview of geophysical surveys of early medieval strongholds in Bohemia: benefits, limitations, perspectives. Abstracts. Współczesne metody badań wczesnośredniowiecznych grodów Europy Środkowo-Wschodniej*, Wrocław, 6-8 września 2016 r., Wrocław, s. 3-6.

KŘIVÁNEK R.

2018 *Application of non-destructive geophysical measurements for mapping and surveying the hillforts in the Czech Republic*, „Archaeologia Lituana”, t. 19 (International Scientific Conference: Hillforts. From emergence to the present day, Vilnius, Klaipėda, Litva, 19<sup>th</sup> –21<sup>st</sup> of October 2017), Vilnius, s. 55-77 (DOI: 10.15388/ArchLit.2018.19.4).

KŘIVÁNEK R.

2019 *Fortified sites in Bohemian archaeology from the view of application of non-destructive geophysical methods*, Zbornik Instituta za arheologiju, Seria instituti Archaeologici, Knjiga/Volume 13 (Fortifications, defence systems, structures and features in the past – Fortifikacije, obrambeni sustavi I structure u prošlosti, 4<sup>th</sup> International Conference of Mediaeval Archaeology – 4. međunarodni znanstveni skup srednjovjekovne arheologije). Institute of Archaeology – Institut za arheologiju, Zagreb, s. 55-62.

KŘIVÁNEK R., MAŘÍK J.

2009 *Early Medieval stronghold Libice nad Cidlinou. An example of use of geophysical methods in systematic non-destructive archaeological project. ArcheoSciences, revue d'archéométrie*, suppl. 33 (Mémoire du sol, espace des hommes), Presses de Universitaires de Rennes, s. 93-95.

KŘIVÁNEK R., TABAKA A.

2011 *Stratygrafia wybranych grodów centralnych najstarszego państwa Przemyslidów i państwa Piastów w świetle porównawczych badań nieinwazyjnych Ostrów Lednicki*, [w:] *Metody geoinformacyjne w badaniach archeologicznych*, red. J. Jasiewicz, M. Lutyńska, M. Rzeszewski, M. Szmyt, M. Makohonienko, Poznań, s. 52-56.

KŘIVÁNEK R., TABAKA A.

2014 *Badania nieinwazyjne Ostrowa Lednickiego*, „Fontes Archaeologici Poznanienses, Annales Musei Archaeologici Posnaniensis”, vol. 50/2, Poznań, s. 99-112.

MAŘÍK J., KŘIVÁNEK R.

2012 *Systematický nedestruktivní výzkum raně středověkého hradiště Libice nad Cidlinou. Nedestruktivní výzkum akropole libického hradiště*, Sborník Národního muzea v Praze = Acta Musei nationalis Pragae. Series A, Historia. Řada A, Historie, Roč. 66, 1-2, s. 67-70, 89-90.

MALKOWSKI W., SZCZUREK, G.

2014 *Badania geofizyczne grodziska z wczesnej epoki żelaza i wczesnego średniowiecza w Grodzisku, gm. Pleszew*, „Rocznik Pleszewski” 2013, s. 88-98.

MICIAK M.

2017 *Cmentarzysko wczesnośredniowieczne w Gieczu, stan. 10. Wstępne wyniki badań*, „Studia Lednickie”, t. 16, s. 39-59.

MILO P., DRESLER P., MACHÁČEK J.

2011 *Geophysical prospection at the Břeclov-Pohansko stronghold*, [w:] *Frühgeschichtliche Zentralorte in Mitteleuropa: internationale Konferenz und Kolleg der Alexander von Humboldt-Stiftung zum 50. Jahrestag des Beginns archäologischer Ausgrabungen in Pohansko bei Břeclov, 5.-9.10.2009, Břeclov, Tschechische Republik*, hrsg. von Jiří Macháček, Šimon Ungerman. Bonn, s. 79-88.

MILO P., MURÍN I., PRIŠŤÁKOVÁ M., TENCER T., VÁGNER M.

2019 *Non-destructive survey of early medieval ramparts*, [in:] *New Global Perspectives on Archaeological Prospection : 13th International Conference on Archaeological Prospection. 28. August - 1. September 2019, Sligo - Ireland*, ed. James Bonsall, s. 45-46.

PERLIKOWSKA-PUSZKARSKA U.

1979 *Zastosowanie metod pomocniczych w archeologicznych badaniach terenowych prowadzonych na Wzgórzu Zamkowym w Sieradzu*, „Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi. Seria Archeologiczna”, t. 26, s. 143-164.

POSSELT M., SCHNEEWEISS J.

2011 *Die geophysikalischen Prospektionen der Jahre 2005/2006 am Burgwall von Meetschow*, [in:] *Slawen an der Elbe*, hrsg. Karl-Heinz Willroth, Jens Schneeweiß, Neumünster, s. 103-119.

PYDYN A., HAC B., POPEK M.

2019 *Zastosowanie metod akustycznych i magnetycznych w poszukiwaniu obiektów archeologicznych na przykładzie jeziora Lednica*, „Studia Lednickie”, t. 18, s. 179-193 (DOI: 10.34698/sl.18.2019.05).

- RĄCZKOWSKI W., BOGACKI M., MAŁKOWSKI W., MISIEWICZ K.  
 2013 *Sławsko – the prince's worthy seat? Non-invasive archaeological surveys* (DOI: 10.2307/j.ctvjsf630.29).
- RUTTKAY M., HENNING J., FOTTOVÁ E., EYUB E., MILO P., TIRPÁK J.  
 2006 *Archeologický výskum a geofyzikálna prospekcia na včasnostredovekých hradiškách v Majcichove a v Pobedime*, „Ve službách archeologie”, t. 7, s. 93-112.
- SIKORA J., WRONIECKI P.  
 2014 *Prospekcja geofizyczna jako integralna część procesu badawczego w archeologii. Przykład mikroregionu osadniczego w Ostrowitem*, „Fontes Archaeologici Posnanienses”, t. 50, s. 131-146.
- SIKORA J., WRONIECKI P., KITTEL P.  
 2015 *From a point on the map to a shape in the landscape. Non-invasive verification of medieval ringforts in Central Poland: Rozprza case study*, „Archaeologia Polona”, vol. 53, s. 510-514.
- SIKORA, J., WRONIECKI, P., KITTEL P.  
 2017 *Grodziska wczesnośredniowieczne Polski środkowej. Archeologiczne badania nieinwazyjne z lat 2013-2016 (Early Medieval strongholds in central Poland. Non-invasive research 2013-2016)*, Łódź.
- SZMYT M.  
 2014 *Metody geofizyczne w archeologii polskiej*, Poznań, Muzeum Archeologiczne w Poznaniu, „Fontes Archaeologici Posnanienses. Annales Musei Archaeologici Posnaniensis”, vol. 50 1-2, Poznań.
- TABAKA A.  
 2012 *Metody geoinformacyjne w badaniach archeologicznych*, „Studia Lednickie”, t. 11, s. 133-136.
- WRZESIŃSKI J.  
 1996 *SIR-8 – radarowa obserwacja struktur podpowierzchniowych Ostrowa Lednickiego*, „Studia Lednickie”, t. 4, s. 157-166.

Overview of non-destructive geophysical measurements of the Institute of Archaeology of the Czech Academy of Sciences in Prague at archaeological sites administered by the Museum of the First Piasts at Lednica

#### S u m m a r y

The results presented in this article were created as part of a thematically focused long-term Czech-Polish project *Stratygrafia wybranych grodów najstarszego państwa Przemyslidów i Piastów w świetle porównawczych badań nieinwazyjnych*. This working project was based on the systematic cooperation of the geophysicist of the Institute of Archaeology of CAS in Prague (Roman Křivánek) and the archaeologists of Institute of Archaeology and Ethnology of PAS in Warsaw/Poznan (Michał Kara) and the Museum of the First Piasts at Lednica (Arkadiusz Tabaka and other MPP archaeologists). In spite of the minimal financial background, based



on practically only the means of inter-academic exchange, a collection of archaeogeophysical results from several Polish early medieval fortified sites and their background has been collected during the last decade. The cooperation of geophysicists with archaeologists in the geophysical monitoring of early medieval hillforts was in some cases supplemented by the results of new and older archaeological researches. Examples of non-destructive geophysical measurements of early medieval (possibly polycultural) sites managed by the Museum of the First Piasts at Lednica were chosen for the periodical published by the MPP.

The results of two different geophysical methods (magnetometer and resistivity measurement) are presented in selected results. Between 2009 and 2011, caesium magnetometer Smartmag SM-4g (Scintrex) was used for area measurements, and in the following years a five-channel fluxgate gradiometer (Sensys). Resistivity measurements were performed using RM-15 (Geoscan Research) apparatus with Wenner arrangement of electrodes A0.5M0.5N0.5B. A third geophysical method – profile measurements using Cobra-WIFI radar (RadarTEAM) was also applied to other sub-areas of two sites (Giecz and Lednica).


On the one hand, the annexes of the article contain plans of sites with plots of all geophysically monitored areas within the sites, on the other, it contains examples of geophysical measurements showing and commenting on the most significant identified anomalies or also unknown subsurface situations. In the case of the Dziekanowice site, the fields outside the archaeological park with the reconstruction of the palisade fortifications were verified by magnetometer measurements. The result was the confirmed continuation of settlement (and locally also groups of burnt-out situations or relics of production features), not only on the higher terrace, but also on the lower terrain closer to the lake. In the northern area of the Dziekanowice Museum, a large number of anomalies related to the intensive polycultural settlement of the terrace over the lake, but also to a large number of recent disturbances, metals and various excavations or power lines, which have been identified by the magnetic field survey. In the case of the Dziekanowice site on the southern peninsula of the castle and the ethnographic open-air museum, a new potential site was confirmed by a combination of magnetometer and resistivity measurements, which could be intentionally reinforced or fortified along the perimeter of the peninsula with a raised terrace. However, the inner situation within the park meadow peninsula is less clear from the non-destructive prospection and without clear archaeological findings. More geophysical measurements were carried out inside and outside the Giecz hillfort. The results of surveys inside the hillfort were limited to a different extent by modern landscaping (park, electrification, new roads, landfills, metals). In the present example of areal magnetometer measurement on the western bailey (site no. 4), a large number of anomalies of different origins were distinguished. Some of the line structures may be related to the outer fortification of the hillfort, other lines were caused by the recently reinforced roads or by an amelioration area. Numerous groups of small, different magnetic anomalies then indicated a large extent of external settlement and apparently a burial ground cemetery, again with local contamination of surfaces by metals and the consequences of earlier exploratory research. An example of the result of a magnetometer survey of the inner surface of the Grzybowo hillfort can, then, serve as an alarming evidence of how the shallow subsurface layers of the site can be contaminated. Recent scattered metals, repeatedly burnt fires for many years after clearing the bushes and other consequences of modern land use for various public events caused most of the magnetic anomalies. Only in the northern less contaminated part were disturbing magnetic anomalies, the torsion anomalies of the ditch division of the hillfort, and within, the concentrated sunken features, differentiated. In the case of the Lednica hillfort in the middle of the Lake of Lednica, several different geophysical measurements were also carried out over several years. The results of the magnetometer

measurements and resistivity survey of the southern and western surroundings of the acropolis have been published. An example of partial resistivity measurements on the northern bailey over the terrace edge to lower terrains along the island's shores is largely linked to the resistivity survey results west of the acropolis. Repeating strips of high resistivity on the west, north and east flat banks are likely to prove targeted reinforcement (protection) of banks along the perimeter of the bailey, and the course of the paved path outside the bailey terrace cannot be excluded. In the case of Wielka Ledniczka on a smaller wooded island with a central motte south of the Lednica hillfort, similar situations along the shores (as of Lednica) have been identified on a flat area along the perimeter of the island. The combination of magnetometer and resistivity measurements are apparently confirmed by bands of the higher resistivity relics of reinforcement or protection of the island's shores. A direct line of high resistivity, possibly a paved path leading to the northeast shore of the island, was then distinguished from the site of the defunct wooden bridge on the northwest shore of the island.

Despite the difficulty of comparing the results of individual geophysical measurements in various conditions of sites, the set of results also shows several similar features concerning the character of measured anomalies in the given environment. Options application or interpretation of magnetometer and resistivity measurements along the waterlogged shores of the lake, on gravel terraces or sandy soils, can not be the same. However, the surface results of geophysical measurements undoubtedly provide information on the real state of immovable archaeological monuments and can be used in future archaeological projects of the region and/or can be compared with other already realized methods of archaeological exploration and research.

otrzymano (received): 10.03.2020; zrecenzowano (revised): 18.03.2020; zaakceptowano (accepted): 31.08.2020

RNDr. Roman Křivánek Ph.D.  
Archeologický ústav AV ČR  
Praha, v.v.i.  
Oddělení informačních zdrojů a krajinné archeologie  
Letenská 4, 118 01 Praha 1  
Česká republika  
e-mail: krivanek@arup.cas.cz

 <https://orcid.org/0000-0003-1878-7748>