

¹*Institut Archeologii*

Uniwersytet Warszawski

kmisiewicz@uw.edu.pl, miron.bogacki@gmail.com, wmalkowski@op.pl

²*Institut Archeologii*

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

wiewiora@umk.pl, redekcislo@gmail.com

Krzysztof Misiewicz¹, Miron Bogacki¹, Wiesław Malkowski¹,

Marcin Wiewióra², Radosław Cisło²

WYNIKI BADAŃ NIEINWAZYJNYCH
NA ZAMKACH KRZYŻACKICH W STAROGRODZIE,
UNISŁAWIU, ZAMKU BIERZGŁOWSKIM I LIPIENKU¹

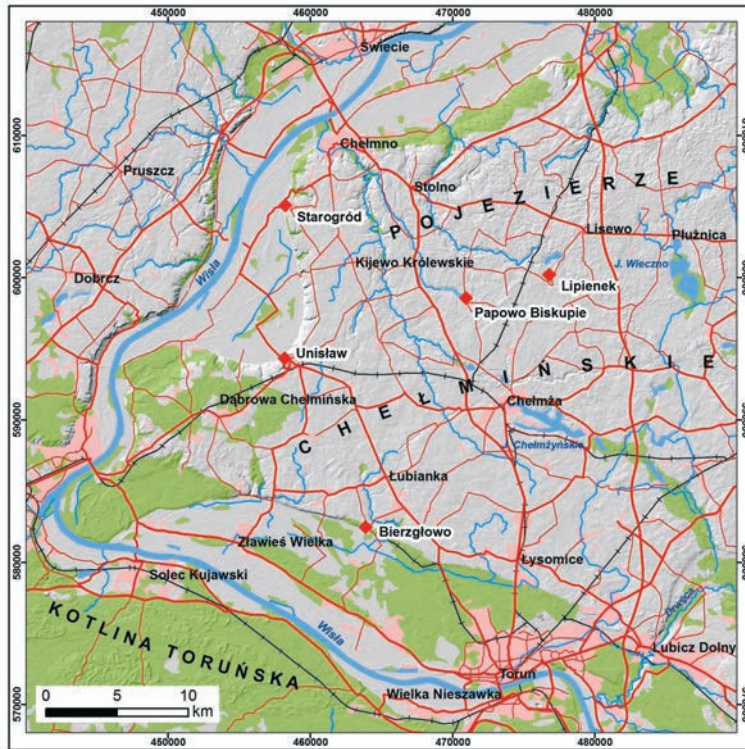
Zarys treści. W artykule zaprezentowano wyniki badań nieinwazyjnych, realizowanych w ramach projektu naukowego pt. „*Castra Terrae Culmensis* – na rubieży chrześcijańskiego świata”. Obejmowały one szerokopłaszczyznowe rozpoznanie za pomocą pomiarów magnetometrycznych i geofizycznych oraz naziemny skaning laserowy, które stanowiły podstawą do badań archeologicznych, prowadzonych w 2017 i 2018 roku.

Słowa kluczowe: ziemia chełmińska, badania nieinwazyjne, zamki krzyżackie.

WSTĘP

W 2016 roku w Instytucie Archeologii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika rozpoczęto realizację projektu naukowego pt. „*Castra Terrae Culmensis* – na rubieży chrześcijańskiego świata”. Zakładał on przeprowadzenie w ciągu trzech lat interdyscyplinarnych badań pięciu warowni krzyżackich: w Papowie Biskupim, Lipienku, Starogrodzie, Unisławiu oraz Zamku Bierzgłowskim; ich wyniki miały odpowiedzieć na pytania dotyczące między innymi chronologii początków aktywności budowlanej Krzyżaków czy modelu rozwoju architektury obronnej (ryc. 1). W ramach programu badawczego obok prac wykopaliskowych zaplanowano wyprzedzające badania nieinwazyjne. Obejmowały one wykonanie

¹ Artykuł przygotowany w ramach projektu naukowego 2bH 15 0078 83, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Narodowy Program Rozwoju Humanistyki, moduł 2b – Rozwój.



Legenda

◆ zamek	— droga powiatowa	■ las	— rzeka
— droga wojewódzka	■ zabudowa	— jezioro	
— droga krajowa			
—+ tor kolejowy			

Ryc. 1. Mapa ogólnogeograficzna obszaru położenia badanych zamków w zachodniej części ziemi chełmińskiej (oprac. P. Molewski)

Fig. 1. General geographic map of the location of the studied castles in the western part of the Chełmno Land (edited by P. Molewski)

dokumentacji fotograficznej z powietrza i przetworzenie jej do postaci ortofotomap, cyfrowego modelu powierzchni i numerycznego modelu pokrycia terenu. Przewidziano również przeprowadzenie rozpoznania szerokopłaszczyznowego za pomocą pomiarów magnetycznych i wykonanie pomiarów topograficzno-wysokościowych w terenie. Na wybranych obszarach rozpoznanych za pomocą pomiarów magnetycznych realizowano prospekcję elektrooprową. Jednym z zadań było przygotowanie wizualizacji stanowisk archeologicznych (zamków) za pomocą naziemnego skaningu laserowego (ryc. 2). Wykorzystywano go przede wszystkim w badaniach i dokumentacji obiektów architektonicznych, infrastruktury oraz w badaniach przyrodniczych i archeologicznych. Skanowanie umożliwiło opracowanie precyzyjnych rysunków dwuwymiarowych (rzuty,



Ryc. 2. Przykładowe wyniki analiz fotogrametrycznych warowni w Papowie Biskupim i Zamku Bierzglowski (oprac. S. Tyszkowski)

Fig. 2. Examples of the results of photogrammetric analyses of the fortresses in Papowo Biskupie and Zamek Bierzglowski (edited by S. Tyszkowski)

przekroje, widoki elewacji), jak również trójwymiarowych modeli obiektów. Efektem tych prac są między innymi metryczne zdjęcia (ortofoto), przekroje i plany badanych założeń. Celem skanowania było również opracowanie ich wizualizacji (modele 3D) (Misiewicz i in. 2016).

Pierwszy etap prac, zrealizowany w maju 2016 roku, obejmował pięć rejonów stanowiska Starogród oraz pomiary magnetyczne na obszarze zamku i przedzamcza w Unisławiu. Przygotowano również lotniczą dokumentację fotograficzną wszystkich warowni wraz z opracowaniem. W drugim etapie, na początku 2017 roku, przeprowadzono badania nieinwazyjne założeń w Lipienku oraz Zamku Bierzglowski. W latach 2016 i 2017 realizowano równolegle program ich naziemnego skaningu laserowego.

RYS HISTORYCZNY

Starogród, stare Chelmino (*antiquum Colmen, Althaus Culm*), przed przybyciem rycerzy zakonu krzyżackiego, był grodem położonym na terenie obecnej wsi Kałdus (Chudziak, Bojarski 2015, s. 85–86). W 1232 roku, podczas wyprawy krzyżowej, Herman Balk założył warownię i miasto około 1,6 km w linii prostej

na południe od starszego grodu (Heise 1887, s. 16–17; *Piotr z Dusburga*, s. 49). Ośrodek ten został wkrótce ponownie translokowany. Początki budowy drewniano-ziemnej warowni, a potem murowanego zamku w Starogrodzie nigdy nie zostały dostatecznie wyjaśnione. W latach 1246–1285 prawdopodobnie był on pierwszą siedzibą komturów ziemi chełmińskiej, a od lat 50. powołano tam komturstwo starochełmińskie, przypuszczano więc, że był to jeden z najstarszych krzyżackich zamków murowanych (Heise 1887, s. 16; Steinbrecht 1888, s. 19; Torbus 1998, s. 70; Józwiak 2001, s. 45). Początek przekształcania warowni drewniano-ziemnej w murowaną datowano na około połowę XIII wieku.

Zamek w Unisławiu do momentu rozpoczęcia badań nieinwazyjnych w 2016 roku był naukową zagadką. Podobnie jak warownia w Starogrodzie wzniesiono go na cyplu wysuniętym w dolinę Wisły. Nieznana była ani data jego budowy, ani układ przestrzenny. Ze źródeł pisanych wynikało, że tuż przed 1285 rokiem Krzyżacy utworzyli w tym miejscu komturstwo, zlikwidowane w drugiej ćwierci XIV wieku i zastąpione prokuratorstwem (Józwiak 1997, s. 183–187; 2001, s. 60, 136).

Zamek Bierzgłowski położony około 15,5 km na północny zachód od Torunia, w bezpośrednim sąsiedztwie wsi Bierzgłowo jest najlepiej zachowanym obiektem wśród analizowanych założeń, należącym do najstarszej grupy tzw. nieregularnych warowni krzyżackich, wznoszonych od lat 50. XIII wieku. W tym przypadku zarówno czytelny układ przestrzenny, niewymagający większych korekt, jak również fakt, że obiekt ten jest współcześnie użytkowany, utrudniały przeprowadzenie pełnych, szerokopłaszczyznowych badań wykopaliskowych, których celem było między innymi rozwiązanie problemu istnienia wcześniejszego osadnictwa krzyżackiego. Komtur bierzgłowski pojawia się w źródłach pisanych stosunkowo późno, w 1270 roku i na ten okres datuje się początek budowy zamku (Józwiak 2012, s. 81–82, 91). Jednak w zachowanych przekazach historycznych znajduje się informacja o tym, że Krzyżacy zbudowali starszą warownię w miejscu, zdobytego w 1236 roku, jeszcze starszego grodu, należącego do pruskiego możnego – Pipina. Wśród badaczy nie ma do dziś zgodności nie tylko odnośnie do samej postaci Pipina, choć nikt nie podważa prawdziwości przekazu po raz pierwszy zaprezentowanego w kronice Piotra z Dusburga. Spory dotyczą zwłaszcza kwestii lokalizacji jego „grodu”, który lokalizowano w miejscu późniejszego założenia w Zamku Bierzgłowskim lub w pobliskiej Pigży. Inni badacze doszukują się jego lokalizacji w Pomezanii (Białuński 2010, s. 93 – tam dalsza literatura). W nowszej literaturze kwestia obecności grodu Pipina w Zamku Bierzgłowskim nie jest już rozważana. Natomiast pierwsza pewna wzmianka o warowni bierzgłowskiej pochodzi z 1262 roku, kiedy rycerze schronili się przed napastnikami pruskimi w wieży (Torbus 1996, s. 361; *Piotr z Dusburga*, s. 135). Informacja ta dotyczy zapewne warowni drewniano-ziemnej,

ponieważ nie ma żadnych dowodów na to, aby w murowanym zamku, nieistniejącym jeszcze w latach 60. XIII wieku istniała jakakolwiek wieża.

Zamek w Lipienku położony jest około 6 km na zachód od Lisewa. Wschodnią część założenia zajmuje przedzamcze, zachodnią natomiast czworoboczna platforma wzgórza, ocembrowana granitowymi murami, na której wznosił się zamek wysoki (Heise 1887, s. 80). Pozostałości zamku krzyżackiego w Lipienku położone są na wyraźnym półwyspie, wcinającym się w częściowo zarośnięte jezioro oraz rozciągające się wokół mokradła (Guerquin 1984, s. 199). Jego budowa przypadła na burzliwy okres w historii ziemi chełmińskiej. Podczas wojny Zakonu z Pogezanami i Jaćwingami (lata 1275–1283), wódz Jaćwingów – Skumand – dokonał w 1277 roku potężnego najazdu na te tereny, paląc między innymi Lipienek (Haftka 1999, s. 158). Najstarsze wzmianki o obiekcie pochodzą z lat 1275(?) i 1277. Znajdowała się tu krzyżacka, drewniano-ziemna osada obronna, która była oblegana przez Skomanda i zdobyta w czasie III powstania pruskich plemion (Guerquin 1984, s. 199; Haftka 1999, s. 158; Torbus 1996, s. 472). W odbudowanej drewnianej(?) jeszcze warowni, w 1291 roku, mistrz krajowy Meinhard z Querfurtu wystawił akt lokacyjny dla Grudziądza (Heise 1887, s. 80; Torbus 1996, s. 472). Prawdopodobnie jeszcze pod koniec XIII wieku Krzyżacy rozpoczęli budowę murowanego założenia, siedziby wójta podległego bezpośrednio wielkiemu mistrzowi w Malborku.

WYNIKI BADAŃ NIEINWAZYJNYCH

Jak wyżej wspomniano, zanim przystąpiono do zaplanowanych prac archeologiczno-architektonicznych, w 2016 roku przeprowadzono badania nieinwazyjne na zamkach i przedzamaczach w Starogrodzie oraz w miejscu, w którym lokalizowano domniemane, niewidoczne na powierzchni ziemi, pozostałości zamku w Unisławiu (ryc. 3). W obu przypadkach ich wyniki były istotne dla sprawnego przeprowadzenia prac wykopaliskowych, ponieważ obiekty te po działaniach wojennych prowadzonych w połowie XVII wieku uległy zniszczeniu i do końca XIX wieku były stopniowo rozebrane. Nie ma również źródeł ikonograficznych, co sprawia, że nie wiadomo jaki był układ przestrzenny tych budowli, ani tym bardziej w jakim okresie powstawały oraz czy poprzedzały je wcześniejsze warownie drewniano-ziemne związane z osadnictwem wczesno-krzyżackim bądź słowiańskim/pruskim². W pierwszym etapie prac (w maju 2016 roku) zrealizowano wszystkie zaplanowane badania. W Starogrodzie, w pięciu rejonach stanowiska (na powierzchni 4,42 ha) wykonano zdjęcia z powietrza, w Unisławiu – pomiary magnetyczne na obszarze zamku i przedzamcza (na powierzchni 0,8 ha). Na terenie zajęтым przez zamek wysoki metody nieinwazyjne miały być przydatne w określeniu charakteru zachowanych relikwów

² Por. informacje źródłowe na temat dziejów warowni w Zamku Bierzgowskim.



Ryc. 3. Starogród, pow. Chełmno. Badania magnetometryczne i praca wielowirnikowcem Mirona Bogackiego, Wiesława Małkowskiego i Krzysztofa Misiewicza (fot. M. Wiewióra)

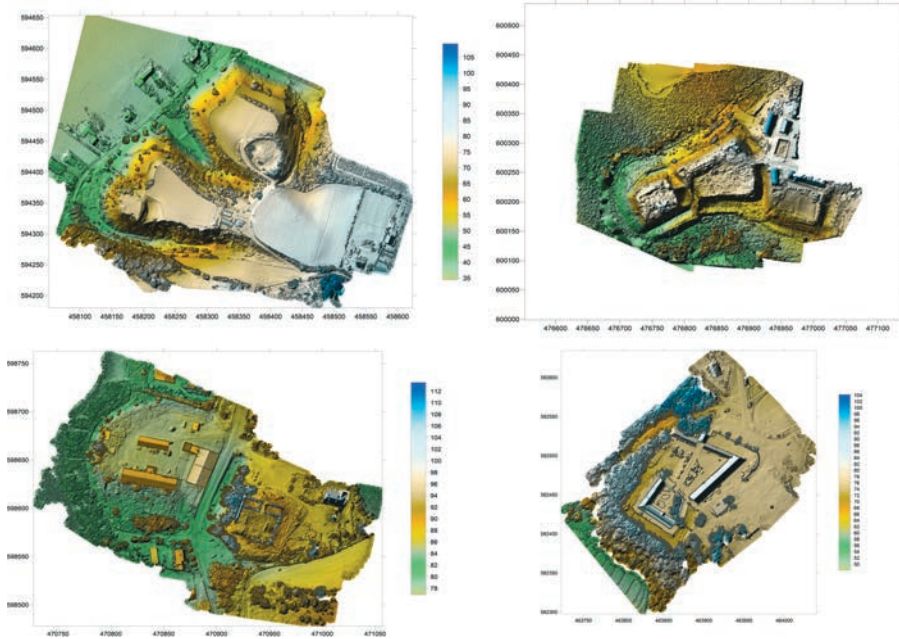
Fig. 3. Starogród, Chełmno district. Magnetometric research and operation of Miron Bogacki, Wiesław Małkowski and Krzysztof Misiewicz's UAV (photo by M. Wiewióra)

architektury, jednak utrudniało to silne przetworzenie powierzchni, zarówno w trakcie funkcjonowania założenia, jego rozbiórki i kolejnych niwelacji, jak również w wyniku przeprowadzonych tutaj wcześniej badań wykopaliskowych³. Ze względu na znaczne różnice w wysokości terenu nie było również możliwe objęcie go szerokopłaszczyznowymi pomiarami elektrooporowymi z kilkumetrowym zasięgiem prądu.

METODYKA BADAŃ

Fotografie lotnicze – łącznie ponad 600 na wszystkich analizowanych stanowiskach – wykonano ze zdalnie sterowanego wielowirnikowca, z wysokości do 150 m n.p.m. W większości są to zdjęcia pionowe. Celem tych prac było stworzenie Numerycznych Modeli Pokrycia Powierzchni oraz ortofotomap każdego ze stanowisk (ryc. 4). W trakcie realizacji projektu wykonano pomiary geofizyczne z zastosowaniem metod magnetycznej i elektrooporowej. Pierwsza posłużyła lokalizacji ewentualnych anomalii w natężeniu naturalnego pola magnetycz-

³ Wyniki badań archeologicznych przeprowadzonych w latach 60. XX wieku nie zostały opublikowane, a zachowana dokumentacja jest nieopracowana. Niezasypane wówczas wykopy i dawne hałdy ziemi stanowiły poważne utrudnienie uniemożliwiające w wielu miejscach dalsze prace wykopaliskowe i nieinwazyjne.



Ryc. 4. Dokumentacja fotogrametryczna z powietrza zamków krzyżackich: A – Unisław, pow. Chełmno; B – Lipienek, pow. Chełmno; C – Papowo Biskupie, pow. Chełmno; D – Bierzgłowo, pow. Toruń (fot. M. Bogacki)

Fig. 4. Air photogrammetric documentation of Teutonic castles: A – Unisław, Chełmno district; B – Lipienek, Chełmno district; C – Papowo Biskupie, Chełmno district; D – Bierzgłowo, Toruń district (photo by M. Bogacki)

nego Ziemi, które można było powiązać z obecnością pozostałości archeologicznych. Druga, poza potwierdzeniem lokalizacji wydzielonych zmian, powinna dostarczyć danych dotyczących głębokości i warunków zalegania poszukiwanych obiektów. Do pomiarów elektrooporowych w wersji profilowań i sondowań wykorzystano aparaturę zmiennoprądową przeznaczoną do realizacji badań archeologiczno-geofizycznych i zadań z zakresu płytkiej geologii. Do pomiarów magnetometrycznych posłużył magnetometr cezowy na profilach wyznaczonych co 1 m, przy rozdzielczości pomiaru około 0,125 m. Pomiarów elektrooporowych wykonano w wersji profilowań i sondowań w obrębie kwadratów o rozmiarach dostosowanych do zastanych warunków terenowych. W obrębie każdego kwadratu prowadzono pomiary z zachodu na wschód, na kolejnych profilach – z południa na północ, co pozwalało na bezproblemową lokalizację punktów pomiarowych w wybranym układzie współrzędnych geograficznych. Wykonywano je w jednym kierunku – z południa na północ, w jednowymiarowych odstępach między profilami, z sondami rozmieszczonymi poziomo w odległości 1 m. Przez taki dobór siatki pomiarowej uzyskano częstotliwość rejestracji wartości wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego 1 m na osi wschód–zachód

oraz w przybliżeniu 0,1 m na osi północ–południe (Breiner 1999, s. 8–9; David i in. 2008, s. 8). Prospekcję elektrooporową realizowano z zastosowaniem techniki profilowań w siatce 1 m (profile wyznaczono co 1 m i wykonywano pomiary w punktach odległych od siebie o analogiczną odległość), z reguły w dowiązaniu do siatki geodezyjnej wytyczonej dla wykonania prospekcji magnetycznej. Zastosowany układ dipolowy równoległy pozwalał na rejestracje zmian wartości oporności pozornej przy różnym zasięgu głębokościowym penetracji prądu. Dodatkowo zaplanowano wykonanie sondowań geoelektrycznych elektrooporowych, które miały na celu przede wszystkim rozpoznanie geologii i określenie głębokości zalegania struktur wywołujących anomalie.

WYNIKI BADAŃ

Starogród

Pomiary przeprowadzono w trzech rejonach przypuszczalnego przedzamcza oraz na obszarze samego zamku (ryc. 5).

Rejon 1. Pomiarami objęto obszar 1,6 ha na zewnątrz od przypuszczalnej fosy zamkowej, przyległy do niej od północnego wschodu (ryc. 6). Zarejestrowano wartości całkowitego natężenia pola magnetycznego w przedziale 49975–50213 nT oraz wartości pseudo-gradientów składowej poziomej tego wektora od –24 do + 18 nT/m. Wyniki pomiarów magnetycznych wykonanych w rozdzielczości $1,00 \times 0,25$ m przedstawiono w postaci mapy rozkładu wartości wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego, analizowanych w przedziale 100 nT (od 50110 do 5210 nT) oraz mapy i trójwymiarowego modelu rozkładu wartości pseudo-gradientu składowej poziomej tego wektora przy ograniczeniu zakresu analizy do 6 nT/m (od –3 do +3 nT/m). Pozwalają one na wydzielenie szeregu ułożonych liniowo anomalii o regularnych kształtach na obszarach mogących świadczyć o obecności pozostałości dawnej zabudowy i śladów ewentualnych ciągów komunikacyjnych widocznych szczególnie wyraźnie w południowej części przebadanego obszaru. Połączenie mapy wysokościowej terenu uzyskanej na podstawie pomiarów GPS RTK z rezultatami prospekcji magnetycznej pozwoliło na uzyskanie obrazu terenu bardzo zbliżonego do zmian fotofonów widocznych na danych satelitarnych.

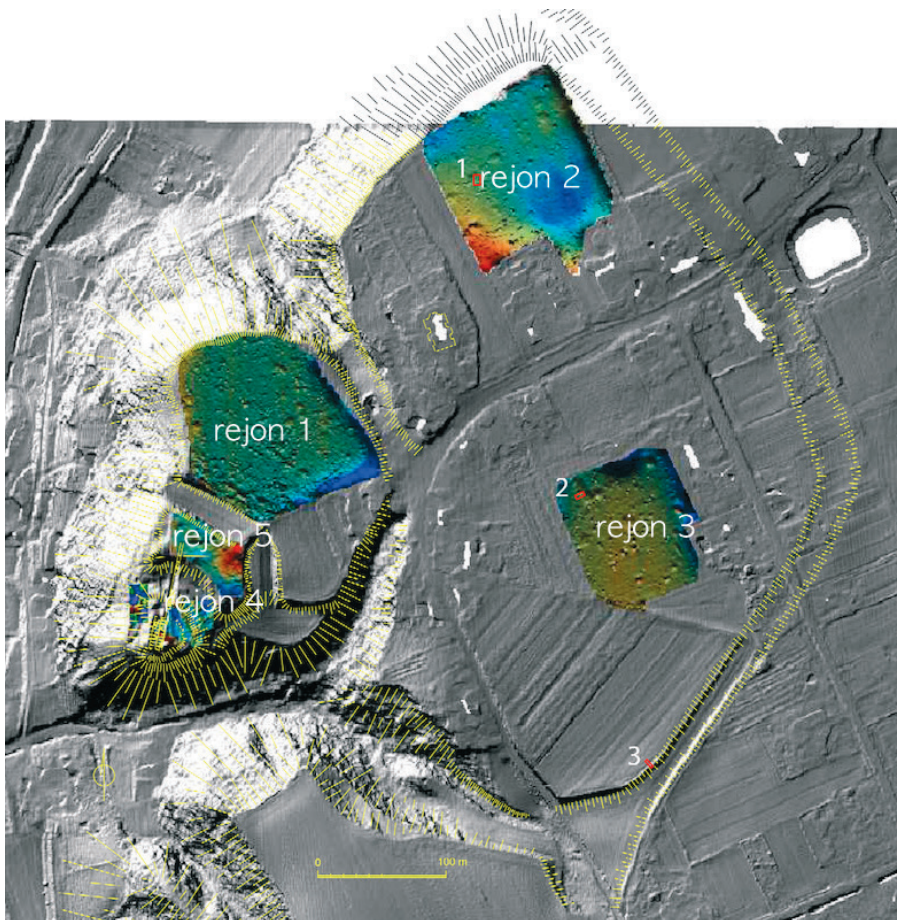
Rejon 2. Pomiary przeprowadzono na obszarze o powierzchni 1,5 ha, usytuowanym na wschód od obecnego ogrodzenia cmentarza przykościelnego. Zarejestrowano wartości wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego w przedziale od 49785 do 50284 nT. Najniższe wartości natężenia (poniżej 50150 nT) są efektem obecności współczesnych zabudowań wzdłuż południowej granicy badanego obszaru i metalowego ogrodzenia przyszkolnego boiska wzdłuż wschodniej. Dlatego pełną analizę danych ograniczono do zakresu



Ryc. 5. Starogród, pow. Chełmno. Plan wysokościowy zamku wraz z podzamczami (oprac. P. Molewski)

Fig. 5. Starogród, Chełmno district. Altitude plan of the castle with its outer baileys (edited by P. Molewski)

49800–50250 nT. Na przebadanym terenie, szczególnie w jego południowej części i wzdłuż północnej granicy w warstwie przypowierzchniowej zalegały przedmioty metalowe (zapewne współczesne) wywołujące anomalie biegunowe, co widoczne było szczególnie dobrze na mapie i trójwymiarowym modelu rozkładu wartości pseudo-gradientu składowej poziomej całkowitego wektora natężenia pola magnetycznego, analizowanego w zakresie wartości od -6 do $+6$ nT/m. Przygotowany dla tego obszaru badań cyfrowy model mikro-reliefu rzeźby powierzchni terenu zamyka się w przedziale 2 m i nie wykazuje związku wydzielonych anomalii z konfiguracją powierzchni terenu, co potwierdzają również połączone informacje o wysokości badanych miejsc i lokalizacji anomalii.



Ryc. 6. Starogród, pow. Chełmno. Wyniki badań geofizycznych przeprowadzonych w 2016 roku (oprac. K. Misiewicz, W. Małkowski)

Fig. 6. Starogród, Chełmno district. Results of geophysical surveys conducted in 2016 (edited by K. Misiewicz, W. Małkowski)

Mapa interpretacyjna wydzielonych anomalii potwierdza ich regularny układ mogący świadczyć o zaleganiu pozostałości archeologicznych.

Rejon 3. Pomiary wykonano na obszarze 1 ha, znajdującym się na południe od obecnej głównej ulicy w miejscowości Starogród. Teren badań był stosunkowo płaski, a przygotowane mapy i model reliefu powierzchni obejmowały wartości tylko nieznacznie przekraczające 1 m (od 82,78 do 83,89 m n. p. m.). Zarówno na mapie, jak i na modelu widoczne są struktury liniowe na dawnych i obecnych granicach pól uprawnych oraz ślady orki wzdłuż osi wschód–zachód. W takich warunkach za pomocą pomiarów magnetycznych można było wydzielić nawet niewielkie zmiany w natężeniu pola magnetycznego, których źródłem

mogły być pozostałości archeologiczne. Poważniejsze zmiany rejestrowano jedynie w pobliżu drogi i zabudowań mieszkalnych oraz gospodarczych. Wywołane były głównie obecnością współczesnych obiektów metalowych stanowiących zarówno elementy konstrukcyjne budynków, jak i zalegających w ich pobliżu w warstwie przypowierzchniowej. Tam pojawia się większość anomalii biegunowych, chociaż niektóre z nich występują jako pojedyncze, punktowe anomalie także w innych miejscach przebadanego obszaru. W rezultacie pomiarów zarejestrowano wartości wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego w przedziale 49965–50337 nT. Mając jednak na uwadze stosunkowo wysoką dynamikę anomalii biegunowych na obrzeżach terenu badań można było przeprowadzić dokładne analizy rozkładu zarejestrowanych wartości w przedziale 80 nT (50 200–50280 nT). Wydzielone w ten sposób anomalie są widoczne zarówno na kolorowych, jak i przygotowanych w odcieniach szarości mapach rozkładu analizowanych zmian wartości natężenia pola magnetycznego. Mapy i trójwymiarowe modele przygotowane dla obliczonych wartości pseudo gradientu składowej poziomej wektora całkowitego pola magnetycznego posłużyły głównie identyfikacji anomalii biegunowych wywoływanych przez objekty metalowe. Na tym tle najwyraźniej wydzieliła się prostokątna anomalia o wymiarach 23×10 m z podwyższonymi wartościami, biegnąca ukośnie w stosunku do zastosowanej siatki pomiarowej ograniczonej współrzędnymi: N 605153–605173; E 458548–458558. Regularny kształt anomalii oraz wyraźne granice liniowe pozwalają przypuszczać, że jej źródłem jest obecność struktur pochodzenia antropogenicznego. Dla potwierdzenia tej hipotezy, a jednocześnie uzyskania danych o przypuszczalnej głębokości zalegania obiektów wywołujących anomalie wykonano pomiary geoelektryczne elektrooporowe na obszarze o wymiarach 10×20 m wyznaczonym tak, aby w strefie badań znalazła się nie tylko sama anomalia, ale także jej otoczenie od południa, wschodu i zachodu. Zarejestrowano wartości oporności pozornej w zakresie 30–58 ohm-m. Wartości powyżej 50 ohm-m z widocznymi granicami liniowymi korelują się dokładnie z obrazem uzyskanym w rezultacie pomiarów magnetycznych. Dla określenia charakteru i datowania pozostałości wywołujących anomalie uzasadnione było wykonanie sondażu archeologicznego najlepiej w obrębie obszaru objętego pomiarami elektrooporowymi.

Rejon 4. Obejmował dostępny dla badań magnetycznych obszar (0,11 ha) w obrębie zamku wysokiego. Pomiary na pozostałym terenie zamku były utrudnione, a jednoznaczna interpretacja ich rezultatów praktycznie niemożliwa z powodu znacznych różnic w wysokości terenu oraz nieregularności w ukształtowaniu powierzchni, powstałych głównie w rezultacie deponowania ziemi pochodzącej z dawnych wykopów archeologicznych. Dodatkowym utrudnieniem była także obecność elementów metalowych, które znalazły się tutaj w trakcie porządkowania terenu i przygotowania go do użytkowania w ramach realizacji programu szlaku turystycznego.

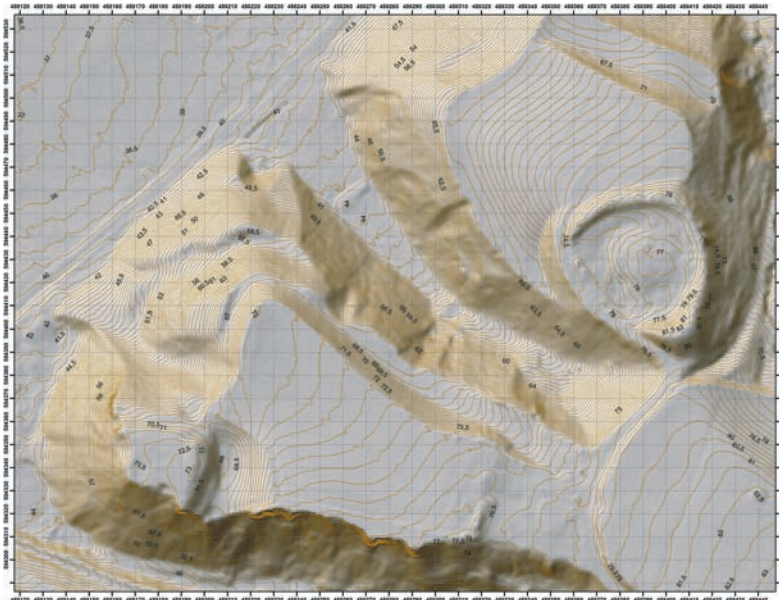
Wyniki pomiarów magnetycznych przeprowadzonych w takich warunkach były zaskakująco pozytywne. Zarejestrowano wartości wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego w przedziale 50169–50264 nT. Mapa i trójwymiarowy model rozkładu wartości pseudo-gradientów składowej poziomej wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego wskazują, że większość z wydzielonych anomalii ma charakter biegunowy. Można więc założyć, że zalegające tutaj pozostałości, zlokalizowane dokładnie na granicy między podwyższonymi a obniżonymi wartościami gradientów, zawierają elementy wykonane z cegły, wywołujące efekt termomagnetyczny. O ich obecności świadczą również rezultaty pomiarów elektrooporowych wykonanych układem dipolowym równoległym na obszarze o wymiarach 14×10 m. Zastosowany układ pomiarowy umożliwił rejestrację zmian oporności pozornej przy zasięgu penetracji prądu wynoszącym 2 m poniżej współczesnego poziomu gruntu. Zwiększenie głębokości penetracji prądu było znacznie utrudnione ze względu na konfigurację terenu opadającego stromymi stokami od wschodnu i północy, z wciąż widocznymi głębokimi fosami od południa i wschodu. Zarejestrowane wartości oporności pozornej są znacznie wyższe od występujących w rejonie 3 i zamykają się w granicach 30–1500 ohm-metrów. Analizę rozkładu wartości oporności pozornej wykonano w zakresach 30–600 ohm-m dla map i 20–1500 ohm-m dla trójwymiarowych modeli. Stosunkowo wysokie wartości (powyżej 600 ohm-m), widoczne przede wszystkim na południowo-wschodniej granicy przebadanego obszaru mogą świadczyć o obecności w tych miejscach solidnych, być może głęboko zalegających pozostałości. Nie jest wykluczone, że wysokie wartości oporności pozornej zarejestrowano w miejscach występowania pod powierzchnią zagruzowanych pomieszczeń piwnicznych. Ponadto widoczne na mapach i trójwymiarowych modelach zmiany osi wydzielonych anomalii mogą wskazywać, że ich zmiany oporności pozornej są wywołane przez obiekty zalegające w układach wielowarstwowych. Dla potwierdzenia postawionych powyżej hipotez konieczne jest jednak wykonanie archeologicznych badań sondażowych.

Rejon 5. Pomiar magnetyczny i wysokościowy przeprowadzono na obszarze 0,21 ha, na którym przypuszczalnie znajdowała się fosa i jej północno-wschodni skłon. Objęto nimi praktycznie cały teren z tej strony zamku, dostępny dla prospekcji magnetycznej. Zarejestrowano wartości wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego w przedziale od 49796 do 50372 nT. Stosunkowo wysoka dynamika zmian jest związana z obecnością obiektów metalowych (zapewne współczesnych), zalegających w centralnej, ale głównie we wschodniej części przebadanego obszaru. Obiekty tego rodzaju wywoływały silne anomalie biegunowe, łatwe do identyfikacji. Dokładne analizy można więc było przygotować dla przedziału 100 nT (50150–50250 nT). Podobnie jak w opisanych wyżej rejonach badań dla lokalizacji i charakteru pozostałości wywołujących wydzielone anomalie bardzo przydatna okazała się mapa łącząca rezultaty prospekcji

magnetycznej z wynikami pomiarów wysokościowych. Dodatkowym elementem ułatwiającym określenie charakteru anomalii była mapa i trójwymiarowy model rozkładu wyliczonych wartości pseudo-gradientów składowej poziomej całkowitego wektora natężenia pola magnetycznego. Pozwalały one nie tylko na jednoznaczne wydzielenie anomalii spowodowanych obecnością w warstwie przypowierzchniowej obiektów metalowych, ale także na zaznaczenie miejsc, w których można było spodziewać się pozostałości wykonanych z cegły palonej.

Unisław

Badania z zastosowaniem metody magnetycznej w pierwszym etapie prac objęły obszar o powierzchni 0,8 ha: 0,57 ha na terenie przypuszczalnego przedzamcza I i 0,23 ha w obrębie zamku wysokiego (ryc. 7). Zarejestrowano zmiany wartości wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego w przedziale 49840–50450 nT (ryc. 8). Znaczny rozrzut wartości wynikał głównie z silnego wpływu metalowego ogrodzenia, powodującego rejestrowanie anomalii biegunowej na południowej granicy przebadanego obszaru przedzamcza oraz z obecności budynków gospodarczych z metalowymi konstrukcjami, usytuowanych na wschód od niego. Jednoznaczne określenie przyczyn najwyraźniejszych zmian w natężeniu pola magnetycznego pozwoliła na ograniczenie zakresu analizy i wykonanie jej w przedziale 100 nT, tj. od 50100 do 50250 nT. Po ograniczeniu zakresu analizy widoczna stała się różnica w dynamice anomalii i zarejestrowanych wartościach wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego zarówno na mapach kolorowych, przygotowanych w odcieniach szarości, jak i na trójwymiarowych modelach. Anomalie wydzielone w rejonie zamku wysokiego miały znacznie większą dynamikę, a ich biegunowy charakter może wynikał z zalegania w tym rejonie pozostałości konstrukcji ceglanych wywołujących efekt termomagnetyczny. Po przygotowaniu modelu reliefu powierzchni w obu przebadanych rejonach okazało się, że da się zlokalizować nie tylko pozostałości samego zamku, ale także podjąć próbę określenia miejsc, w których znajdowała się zabudowa zewnętrzna w rejonie suchej fosy i odtworzenia przypuszczalnych ciągów komunikacyjnych łączących zamek z przedzamczem. Na podstawie dalszych analiz danych z rejonu zamku wysokiego można było wskazać pozostałości nawet z niewielkimi detalami widocznymi wyraźnie na szczegółowych mapach w odcieniach szarości. Na obszarze przedzamcza obok licznych zmian punktowych i wyraźniej granicy liniowej na osi wschód–zachód czytelna stała się również wąska anomalia z podwyższonymi wartościami, ciągnąca się wzdłuż północno-zachodniej granicy przebadanego obszaru. Pozostałości zamku potwierdziły również rezultaty pomiarów elektrooporowych wykonanych układem dipolowym równoległym na obszarach o wymiarach 14×10 m i 30×15 m (ryc. 9). Ten układ pomiarowy zapewniał możliwość rejestracji zmian oporności



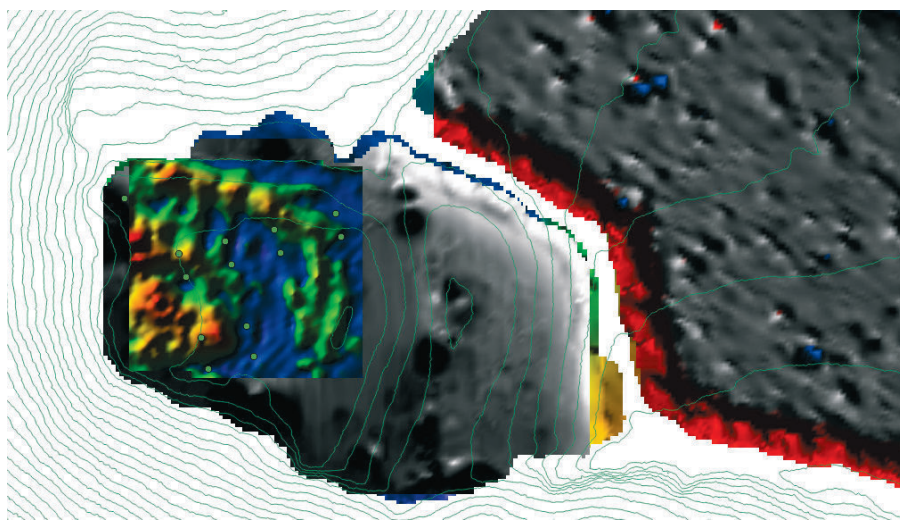
Ryc. 7. Unisław, pow. Chełmno. Plan wysokościowy zamku wraz z podzamczami (oprac. P. Molewski)

Fig. 7. Unisław, Chełmno district. Altitude plan of the castle with its outer baileys (edited by P. Molewski)



Ryc. 8. Unisław, pow. Chełmno. Wyniki badań geofizycznych przeprowadzonych w 2016 roku (oprac. K. Misiewicz, W. Małkowski)

Fig. 8. Unisław, Chełmno district. Results of geophysical surveys conducted in 2016 (edited by K. Misiewicz, W. Małkowski)



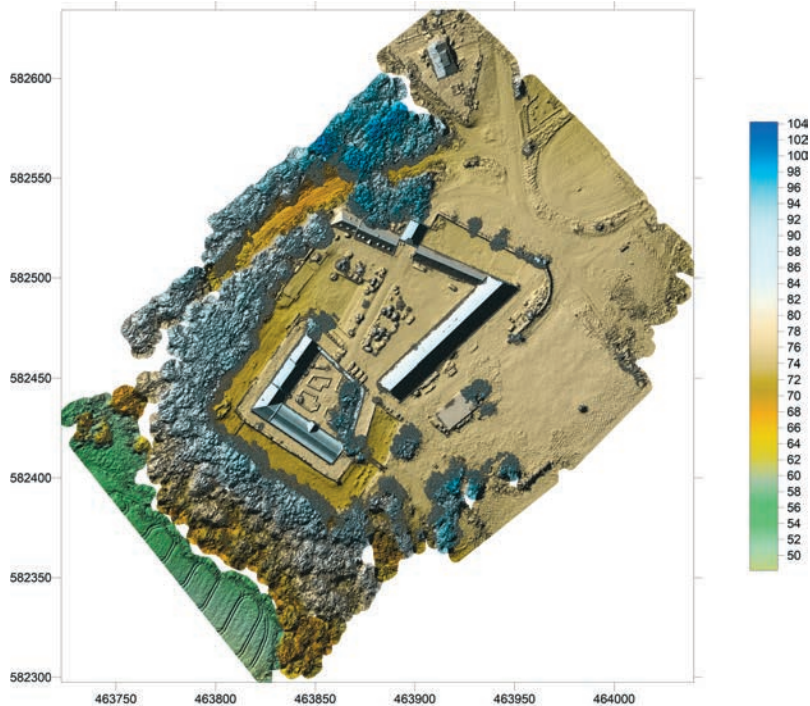
Ryc. 9. Unisław, pow. Chełmno. Wyniki badań geofizycznych zamku wysokiego (oprac. K. Misiewicz, W. Małkowski)

Fig. 9. Unisław, Chełmno district. Results of geophysical research of the high castle (edited by K. Misiewicz, W. Małkowski)

pozornej przy zasięgu penetracji prądu wynoszącym 2 m poniżej współczesnego poziomu gruntu. Zwiększenie głębokości penetracji było znacznie utrudnione ze względu na konfigurację terenu opadającego stromymi stokami od wschodu i północy, z wciąż widocznymi głębokimi fosami od południa i wschodu. Zarejestrowane wartości oporności pozornej w pierwszym rejonie badań zamykały się w granicach 30–1500 ohm-metrów. Analizę rozkładu wartości oporności pozornej wykonano w zakresie 30–600 ohm-m dla map i 20–1500 ohm-m dla trójwymiarowych modeli. Stosunkowo wysokie wartości (powyżej 600 ohm-m), widoczne przede wszystkim na południowo-wschodniej granicy przebadanego obszaru, mogą świadczyć o obecności w tych miejscach solidnych, być może głęboko posadowionych pozostałości. Nie jest wykluczone, że wysokie wartości oporności pozornej zarejestrowano w miejscach występowania pod powierzchnią zagruzowanych pomieszczeń piwnicznych. Ponadto widoczne na mapach i trójwymiarowych modelach zmiany osi wydzielonych anomalii mogą świadczyć o tym, że ich zmiany oporności pozornej wywołały obiekty zalegające w układach wielowarstwowych.

Zamek Bierzgłowski

Kolejne przebudowy obiektu w Zamku Bierzgłowskim ograniczyły możliwości wykonania jego pełnej prospekcji z zastosowaniem metod nieinwazyjnych (ryc. 10). Obecność sieci doprowadzającej wodę, kanalizacyjnej, energetycznej,

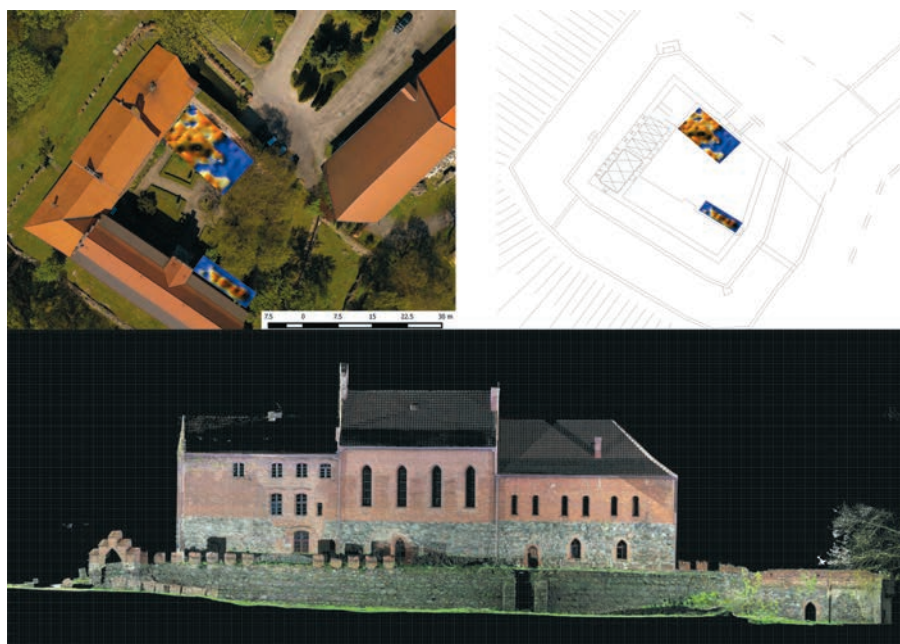


Ryc. 10. Zamek Bierzglowski, pow. Toruń. Dokumentacja fotogrametryczna z powietrza obiektu (oprac. M. Bogacki)

Fig. 10. Zamek Bierzglowski, Toruń district. Aerial photogrammetric documentation of the complex (edited by M. Bogacki)

telekomunikacyjnej, ale także sama konstrukcja wzniesionego z cegły zamku uniemożliwiła skuteczne zastosowanie metod magnetycznych. Dlatego w tym przypadku skupiono się przede wszystkim na wykonaniu dokumentacji fotograficznej z powietrza, skaningu naziemnego architektury oraz przebadaniu dziedzińca zamkowego metodą elektrooporową umożliwiającą lokalizację zachowanych pozostałości dawnej zabudowy. Pomiary elektrooporowe wykonano na dwóch obszarach z zastosowaniem układu niesymetrycznego dwuelektrodowego (*twin-probe*), umożliwiającemu rejestrację oporności pozornej warstw zalegających do maksymalnej głębokości penetracji prądu (w naszym przypadku 1,0–1,2 m poniżej współczesnego poziomu gruntu).

W rejonie 1 przylegającym do wejścia na wewnętrzny dziedziniec zamkowy zarejestrowano wartości oporności pozornej w przedziale od 48 do 590 ohm-m. Zarówno na mapie, jak i na trójwymiarowym modelu rozkładu wartości oporności pozornej widoczne były liniowe granice stref podwyższonych i obniżonych oporności oraz kąty proste, sugerujące antropogeniczne pochodzenie tych zmian (ryc. 11). Zarejestrowany rozkład wartości oporności pozornej



Ryc. 11. Zamek Bierzglowski, pow. Toruń. Wyniki badań geofizycznych zamku wysokiego i dokumentacja fotogrametryczna elewacji skrzydła południowego (oprac. S. Tyszkowski, K. Misiewicz, W. Małkowski)

Fig. 11. Zamek Bierzglowski, Toruń district. Results of geophysical research of the high castle and photogrammetric documentation of the southern wing elevation (edited by S. Tyszkowski, K. Misiewicz, W. Małkowski)

był typowy dla układów wielowarstwowych. Oporności powyżej 400 ohm-m wywołały zapewne obiekty związane ze współczesnymi instalacjami (kanalizacja, drenażowe systemy odprowadzenia wody), anomalie w przedziale 200–400 ohm-m mogły być wywołane przez relikty fundamentów dawnej zabudowy, zaś poniżej 200 ohm-m przez naturalne układy warstw geologicznych. Podobny rozkład wartości oporności pozornej zarejestrowano w drugim przebadanym obszarze, zlokalizowanym w sąsiedztwie południowo-wschodniego skrzydła zamku. W tym przypadku jednak nieco wyższa była oporność warstw (około 120 ohm-m), które można uznać za nienaruszone, naturalne układy geologiczne. Wydaje się, że w wyniku prospekcji elektrooporowej udało się zlokalizować miejsce zalegania pozostałości dawnych konstrukcji architektonicznych w obrębie dziedzińca zamkowego. W 2017 roku wykonano również naziemny skaning laserowy murów zamku. Chmury punktów pozyskano z 15 miejsc o standardowej i wysokiej rozdzielczości. Pozycje skanera ulokowane zostały wokół zamku oraz częściowo w obrębie przedzamcza. Dodatkowo część skanów wykonano wewnątrz obiektu.

Lipienek

Ze względu na warunki terenowe, gęstą roślinność różnej wysokości, utrudniającą zarówno prawidłowe wykonanie pomiarów, jak i ograniczającą możliwości zastosowania systemów lokalizacji punktów pomiarowych, prospekcje na tym stanowisku można było wykonać jedynie bardzo późną jesienią lub wiosną (ryc. 12). Zdecydowano się na przeprowadzenie jej pod koniec marca 2017 roku, kiedy większa część stanowiska była pozbawiana niskiej i średniej roślinności. Dokonano także dokładnych oględzin terenu w celu określenia możliwości optymalnego wykorzystania metod nieinwazyjnych dla inwentaryzacji pozostałości zabudowy. W zastanych warunkach skuteczne wykorzystanie metod geofizycznych mogło mieć miejsce jedynie na obszarze pierwszego i drugiego podzamcza (ryc. 13). W przypadku zamku wysokiego, na powierzchni którego widoczne były ślady współczesnych ognisk i rozsypiska gruzu możliwości wykonania prawidłowych pomiarów, a przede wszystkim prawidłowej interpretacji ich rezultatów były bardzo ograniczone. Dotyczyło to zarówno pomiarów elektrooporowych, jak i magnetycznych. W przypadku przedzamczy uznano, że do zlokalizowania pozostałości zabudowy najskuteczniejsza będzie metoda magnetyczna w wersji pomiaru wartości wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego i wyliczenia pseudo-gradientu jego składowej poziomej dla określenia charakteru wydzielanych anomalii w rozkładzie zmierzonych wartości. W obrębie przedzamcza I prospekcją objęto obszar o wymiarach 60×30 m, obejmujący praktycznie cały teren dostępny dla tego typu badań. Zarejestrowano zmiany wartości całkowitego wektora natężenia pola magnetycznego w przedziale od 50100 do 50380 nT i pseudo-gradientu jego składowej poziomej w zakresie od -104 do $+107$ nT/m, ograniczonym dla celów interpretacyjnych do zakresu $-24 + 24$ nT/m. Na obu mapach widoczne były liczne anomalie biegunowe (dipolowe), wydzielone w miejscach zalegania pozostałości poddanych obróbce termicznej – w tym przypadku konstrukcji z wypalanej cegły. Wysoka dynamika tych anomalii, widoczna szczególnie na trójwymiarowych modelach rozkładu zmierzonych wartości, pozwala przypuszczać, że obiekty będące ich źródłem zalegały bezpośrednio pod powierzchnią gruntu. Na wszystkich mapach widoczna była wyraźna strefa anomalii biegunowych na obszarze o wymiarach 20×15 m, ograniczonym współrzędnymi: E 476850–870; N 600230–260 z granicami liniowymi i kątami prostymi, położona ukośnie w stosunku do zastosowanej siatki pomiarowej. Regularny kształt anomalnego obszaru pozwala przypuszczać, że zmiany wartości pola magnetycznego zarejestrowano w miejscu, w którym znajdował się budynek wykonany z cegły, być może na fundamentach kamiennych. Pozostałe pojedyncze anomalie (głównie punktowe) zarejestrowano przede wszystkim w miejscach zalegania przedmiotów metalowych w przypowierzchniowej warstwie gruntu. W obrębie przedzamcza II przebadano obszar o wymiarach 55×50 m,



Ryc. 12. Lipienek, pow. Chełmno. Dokumentacja zamku wysokiego z przedzamczem z lotu ptaka (oprac. M. Bogacki)

Fig. 12. Lipienek, Chełmno district. Aerial documentation of the high castle with the ward (edited by M. Bogacki)



Ryc. 13. Lipienek, pow. Chełmno. Wyniki badań nieinwazyjnych (oprac. K. Misiewicz, W. Małkowski)

Fig. 13. Lipienek, Chełmno district. The results of non-invasive research (edited by K. Misiewicz, W. Małkowski)

ograniczone współrzędnymi: E 476950–705; N 600170–220. Dokładne mapy geofizyczne pozwalają na jednoznaczne określenie źródeł zarejestrowanych anomalii magnetycznych. Zmiany wartości natężenia pola magnetycznego widoczne w północnej części przebadanego obszaru związane były głównie z współczesnym użytkowaniem terenu – drogą dojazdową do zabudowań, metalowym ogrodzeniem działek – powodując zarówno podwyższenia wartości (na południe od obiektu wywołującego zmiany wartości), jak i obniżenia (na północ od obiektów będących źródłem anomalii). W południowo-zachodniej części przebadanego obszaru zarejestrowano dwie regularne strefy skupisk anomalii biegunowych z granicami liniowymi i widocznymi kątami prostymi, podobne do wydzielonych na przedzamczu I. Również w tym przypadku można przypuszczać, że źródłem zmian w rozkładzie wartości natężenia pola magnetycznego były pozostałości zabudowy wykonanej z kamienia i cegły palonej. W 2017 roku przeprowadzono również pomiary naziemnego skaningu laserowego.

WNIOSKI

Od wielu lat w literaturze przedmiotu toczy się dyskusja na temat schematu rozwoju osadnictwa warownego zakonu krzyżackiego. Spory dotyczyły zwłaszcza zagadnienia związków pomiędzy osadnictwem przedkrzyżackim a murowanymi warowniami państwa zakonnego (Poliński 2003; Dygo 2008). W ostatnich latach rozpoczęto również poszukiwania miast, które mimo, że były znane ze źródeł historycznych nigdy nie zostały zlokalizowane; dotyczy to takich ośrodków miejskich jak Chełmno i Stary Toruń. We wszystkich przypadkach przełomem w ich poszukiwaniach było szerokie zastosowanie nieinwazyjnych metod badań, w tym przede wszystkim geofizycznych (*W poszukiwaniu zaginionego miasta* 2015; Wiewióra 2018). Ich wyniki wstępnie potwierdziły, że obszarem pierwszej lokacji Chełmna prawdopodobnie był teren położony na wschód od zamku w Starogrodzie. Interesujące zwłaszcza okazały się obserwacje dokonane podczas badań geofizycznych w rejonach 1 i 3, w których zarejestrowano wyraźne, regularne anomalie, wstępnie zinterpretowane jako pozostałości XIII-wiecznej zabudowy pierwszej lokacji Chełmna. Natomiast anomalie w rajonach 4 i 5 wyznaczyły zakres poszukiwań reliktyw zamku wysokiego przy wykorzystaniu metod inwazyjnych (wykopów sondażowych i szerokopłaszczyznowych). Zamek wraz z miastem tworzył zwarty zespół osadniczy. Od północy naturalną granicę miasta stanowiło wysokie zbocze doliny Wisły, natomiast od wschodu i południa miasto otaczała sucha fosa o szerokości 16–18 m i głębokości około 2–3 m, częściowo widoczna jeszcze na mapach z przełomu XIX i XX wieku. Fosa, wykorzystująca najpewniej naturalne obniżenia terenu, skutecznie odcinała fragment wysoczyzny, na której powstało miasto. Jednak dopiero dalsze

badania archeologiczne pozwolą rozpoznać charakter tej zabudowy i potwierdzić jej datowanie.

Obiecujące okazały się również wyniki badań zamku wysokiego w Unisławiu, które sugerowały, że dobrze zachowane pozostałości zabudowy znajdują się stosunkowo płytko pod powierzchnią gruntu. Dotychczasowa wiedza na temat tego obiektu była bardzo ograniczona; wiadomo, że był położony na wcinających się w dolinę Wisły cyplach wysoczyzny, na zachód od kościoła, jednak nie znano jego szczegółowej lokalizacji, chronologii i formy. Pierwsze analizy ukształtowania terenu wykazały, że na wąskim cyplu można zauważyć, wyraźnie odcięte sztuczną fosą od pozostałego fragmentu terenu, niewielkie wyniesienie (*plateau*) o średnicy około 30 m (zamek wysoki) oraz płaski odcinek wzgórza, ograniczony od zachodu przez wspomnianą fosę, a od wschodu przez niewielkie zagłębienie, zapewne kolejną fosę (przedzamcze). Owalny obszar oddzielony od wysoczyzny fosą, który jest prawdopodobnie II przedzamczem, stwierdzono również na wschód od przedzamcza I. Jednak także w tym przypadku dopiero badania archeologiczne pozwolą zrekonstruować układ przestrzenny, jak i rozpoznać historię tego miejsca.

W Zamku Bierzgłowskim wyniki badań przeprowadzonych w zakresie ograniczonym ściśle do dziedzińca zamkowego potwierdziły lokalizację rozebranego skrzydła północnego. W Lipienku wykazano obecność zabudowy na przedzamczu, nie udało się jednak przeprowadzić podobnego rozpoznania na zamku wysokim z uwagi na gęstą szatę roślinną i zakłócenia na powierzchni gruntu. Dalsze badania obu obiektów dotyczące układu przestrzennego i chronologii etapów budowy możliwe będą tylko dzięki pracom wykopaliskowym.

Bibliografia

Źródła

- Piotr z Dusburga* – *Piotr z Dusburga. Kronika ziemi pruskiej*, tłum. S. Wyszomirski, komentarze J. Wenta, Toruń 2004.

Literatura

- Białuński G., 2010, *Ród Pipina*, Pruthenia, t. 5, s. 92–93.
Breiner S., 1999, *Applications manual for portable magnetometers*, San Jose.
Chudziak W., Bojarski J., 2015, *Chelmno i Toruń. Początki miast na ziemi chełmińskiej*, *Archaeologia Historica Polona*, t. 23, s. 83–105.
David A., Linford N., Linford P., 2008, *Geophysical survey in archaeological field evaluation*, Portsmouth.
Gruerquin B., 1984, *Zamki w Polsce*, Warszawa.

- Haftka M., 1999, *Zamki Krzyżackie w Polsce. Szkice z dziejów*, Malbork–Płock.
- Heise J., 1887, *Die Bau- und Kunstdenkmäler der Provinz Westpreussen: Des Kreis Kulm*, z. 5, Danzig.
- Józwiak S., 1997, *Powstanie i rozwój struktury administracyjno-terytorialnej zakonu krzyżackiego na Kujawach i ziemi chełmińskiej w latach 1246–1343*, Toruń.
- Józwiak S., 2001, *Centralne i terytorialne organy władzy zakonu krzyżackiego w Prusach w latach 1228–1410*, Toruń.
- Józwiak S., Trupinda J., 2012, *Krzyżackie zamki komturskie w Prusach. Topografia i układ przestrzenny na podstawie średniowiecznych źródeł pisanych*, Toruń.
- Misiewicz K., Małkowski W., Bogacki M., 2017, Sprawozdanie z I etapu badań nieinwazyjnych wykonanych w maju 2016 roku w ramach projektu NPRH „Castra Terrae Culmensis”, maszynopis w Instytucie Archeologii UMK, Toruń.
- Torbus T., 1998, *Die Konventsburgen in Deutschordensland Preussen*, München.
- Steinbrecht C., 1888, *Die Baukunst des Deutschen Ritterordens in Preussen*, t. 2: *Preussen zur Zeit der Landmeister*, Berlin.
- Wiewióra M., 2018, *Weryfikacja wyników badań nieinwazyjnych w Unisławiu i Starogrodzie prowadzonych w ramach projektu Castra Terrae Culmensis w 2017–2018 r.*, [w:] *Metody geofizyczne w archeologii polskiej, Spotkanie V, 21–23 listopada 2018 r.*, red. M. Wiewióra, T. Herbich, Toruń, s. 95–98.
- W poszukiwaniu zaginionego miasta*, 2015, *W poszukiwaniu zaginionego miasta: 15 lat badań średniowiecznej lokalizacji Nieszawy*, red. A. Andrzejewski, P. Wroniecki, Łódź.

RESULTS OF NON-INVASIVE RESEARCH ON THE TEUTONIC CASTLES IN STAROGRÓD, UNISŁAW, ZAMEK BIERZGŁOWSKI AND LIPIENEK

Keywords: Chełmno Land, non-invasive research, Teutonic castles.

Summary

The article presents the results of non-invasive research carried out as part of the research project ‘Castra Terrae Culmensis – on the border of the Christian world’. It assumed interdisciplinary research of five Teutonic fortresses: in Papowo Biskupie, Lipienek, Starogród, Unisław and in Zamek Bierzgłowski. In the research programme, apart from excavation work, it is also planned to conduct preliminary non-invasive research. It included elaboration of aerial photographic documentation and its processing into an orthophotomap, digital surface model and numerical land cover model, as well as carrying out an open-area reconnaissance using magnetic measu-

rements and performing topographic and altitude measurements in the field. At the same time, electric resistivity prospecting was carried out in selected parts of the area recognised by magnetic measurements. A visualisation of archaeological sites (castles) was also prepared using terrestrial laser scanning.

The results of the research initially confirmed that the area of the first incorporation of the town of Chełmno was probably the terrain to the east of the castle, which together with the town formed a compact settlement complex. During geophysical research in two regions (nos. 1 and 3), clear, regular anomalies were recorded, initially interpreted as the remains of the 13th-century buildings of the first incorporation of Chełmno. In turn, the registration of anomalies in regions no. 4 and no. 5 determined the scope of the search with the use of invasive methods (test trenches and open-area excavations) for the remains of the high castle. The castle and the town formed a compact settlement complex. In the north the natural border of the town was the high slope of the Vistula valley, while in the east and south it was surrounded by a dry moat, 16–18 m wide and 2–3 m deep, partially perceptible on maps from the turn of the 19th century and the 20th century.

The results of the research on the high castle in Unisław were also promising, which suggested that the preserved remains of the buildings are located relatively shallow below the ground. Until the start of non-invasive research, its detailed location, chronology and form were unknown. The first analyses of the terrain shape showed that in a narrow promontory, there was located, clearly distinguished by an artificial moat from the rest of the terrain, a small plateau with a span of about 30 m (high castle) and a flat section of the hill, limited by a moat in the west, and in the east by a small depression, probably another moat (ward). Another oval area separated from the plateau by a moat, which is probably the second ward, was registered to the east of the first ward.

The research of the Zamek Bierzgłowski, carried out in the scope strictly limited to the castle courtyard, confirmed the location of the dismantled northern wing. In turn, the results of the research in Lipienek showed the presence of buildings in the outer bailey. However, it was not possible to carry out a similar reconnaissance at the high castle due to the dense vegetation and disturbances on the ground. Further research on both features regarding the spatial arrangement and the chronology of the construction stages will be possible only thanks to excavations.

