

Modelowe badania nieinwazyjne obszarów leśnych – Las Krotoszyn. Z badań nad przemianami krajobrazu kulturowego w pradziejach Wielkopolski

JANUSZ CZEBRESZUK, MATEUSZ JAEGER, ŁUKASZ POSPIESZNY,
MATEUSZ CWALIŃSKI, JAKUB NIEBIESZCZAŃSKI, MATEUSZ STRÓŻYK

Exemplary non-invasive survey of forest areas - Krotoszyn Forest. Study of cultural
landscape transformations in the prehistory of Wielkopolska (Great Poland)

Uwagi wstępne

Jednym z największych wyzwań współczesnej archeologii jest ochrona i adekwatne zarządzanie dziedzictwem archeologicznym. Kluczowe znaczenie mają zwłaszcza archeologiczne zabytki nieruchome z własną formą krajobrazową (takie jak: kurhany, grodziska itp.), które są rozpatrywane jako jedna z głównych składowych krajobrazu kulturowego. Wspomniane znaleziska wymagają szczególnych reguł ochrony. Zadania te, rozważane często w skali globalnej czy kontynentalnej, realizowane są zazwyczaj w regionalnym wymiarze. Wynika to z faktu, że każdy region ma specyficzną rytmikę przemian w pradziejach, która skutkuje też niepowtarzalnym procesem depozycji, własną ścieżką zmian postdepozycyjnych oraz specyficzną tradycją badań archeologicznych. Nie ulega wątpliwości, że powyższa charakterystyka w pełni odnosi się także do Wielkopolski. Region ten ma niepowtarzalną prahistorię (Kobusiewicz 2008). W okresie historycznym poddawany był istotnym przemianom gospodarczo-społecznym, które wpłynęły na niepowtarzalny przebieg przekształceń krajobrazu kulturowego (Czebreszuk 2009, por. też Czebreszuk, Szmyt 2011). Nie ulega też kwestii, że charakteryzuje się on bogatą historią badań archeologicznych, obejmującą co najmniej 150 ostatnich lat (Kostrzewski 1958; Kaczmarek 2008).

Jednym z głównych cech charakterystycznych krajobrazu kulturowego Wielkopolski jest znaczny dynamizm przemian datowany od drugiej połowy XIX wieku, kiedy to w Wielkopolsce na szeroką skalę wprowadzono pług parowy. Naprzeciw siebie

na dwóch końcach pola stały dwie maszyny parowe, między którymi na stalowej linie przeciągany był pług, który sięgał do 1 m pod powierzchnię. Taka technologia wymagała pól jak najbardziej płaskich. Wszystko, co przeszkadzało zarówno naturalne oczka wodne, jak i zbudowane przez człowieka pradziejowe kurhany - musiały zniknąć (Czebreszuk 2009: 38). Jedynymi obszarami, które mogły przechować pradziejowy krajobraz kulturowy były zwarte obszary leśne. Nie ulega wątpliwości, że do najbardziej cennych w tym względzie należy Las Krotoszyn.

Niniejszy tekst stanowi prezentację programu badań nieinwazyjnych przeprowadzonych na obszarze wspomnianego kompleksu leśnego. Zawiera zarówno opis uzyskanych wyników, jak i całości zastosowanej w ramach projektu procedury badawczej.

Badania sfinansowane zostały ze środków Ministerstwa Kultury i Dziedzictwa Narodowego, pozyskanych przez autorów w ramach konkursu Narodowego Instytutu Dziedzictwa (program: Dziedzictwo Kulturowe, priorytet 5: Ochrona zabytków archeologicznych).

Prezentowany projekt stanowi kontynuację badań poświęconych krajobrazowi kulturowemu oraz kurhanom kultury mogiłowej na pograniczu śląsko-wielkopolskim (Jaeger, Pospieszny 2011a; 2011b; Cwaliński, Niebieszczański, w tym tomie). Rozpoczęto je w roku 2008, początkowo skupiając się na nieinwazyjnym rozpoznaniu i dokumentacji cmentarzyska kurhanowego w Smoszewie (stanowisko 1). W latach 2009-2011 przeprowadzono ratownicze badania wykopaliskowe jednego z kurhanów

(nr 15) (Kneisel *et al.* 2010)¹ oraz kwerendy archiwalne i weryfikację terenową otoczenia cmentarzyska. W sumie, na obszarze Lasu Krotoszyn (części Dąbrów Krotoszyńskich), w którym zlokalizowane jest wspomniane cmentarzysko, zewidencjonowano ok. 30 kurhanów. Ze względu na blisko 150-letnią metrykę lasów w okolicach dzisiejszego Krotoszyna obiekty te nie zostały zniszczone w wyniku postępu agrotechniki.

Potrzeba badań podjętych w ramach projektu „Modelowe badania nieinwazyjne obszarów leśnych - Las Krotoszyn” wynikała ze świadomości wyzwania jakie stawia przed archeologią aktualna doktryna konserwatorska oraz ze znajomości ograniczeń stosowanych dotychczas metod akwizycji danych archeologicznych w terenie. Współcześnie ochrona dziedzictwa polegać ma przede wszystkim na limitowaniu, lub wręcz unikaniu, badań wykopaliskowych oraz stosowaniu możliwie jak najpełniejszego pakietu metod nieinwazyjnych. Prowadzona na terenie kraju od ponad 40 lat akcja badań powierzchniowych AZP pozwala na ewidencję stanowisk i obiektów archeologicznych o własnej formie krajobrazowej praktycznie wyłącznie na obszarze gruntów ornych.

Mając na uwadze powyższe, prezentowany projekt zakładał identyfikację obiektów antropogenicznych na obszarze leśnym – z jednej strony niedostępnym dla tradycyjnych metod akwizycji, z drugiej natomiast, oferującym znaczny potencjał poznawczy.

Metodyka

Za optymalną metodę dla osiągnięcia zarysowanego powyżej podstawowego celu projektu uznano lotniczy skaniny laserowy (Airborne Laser Scanning; dalej ALS). Szczególny nacisk położono na identyfikację kurhanów z epoki brązu, których przewaga nad innymi obiektami była widoczna już na etapie wspomnianej weryfikacji terenowej w latach 2009-2011.

ALS wykonano z zachowaniem wysokich standardów. Gęstość pomiaru skanowania lotniczego wynosiła cztery punkty na metr kwadratowy, co daje bardzo dobrą reprezentację terenu, niezbędną do dalszych analiz przestrzennych i uchwycenia obiektów archeologicznych o własnej formie krajobrazo-

wej. Skaniny wykonane zostały w typie rejestracji echa Full Waveform, co jest aktualnie standardem dla terenów zalesionych.

Dane, które pozyskano w wyniku pomiarów ALS stanowiły punkt wyjścia dla realizacji pozostałych zaplanowanych w projekcie zadań. Należały do nich:

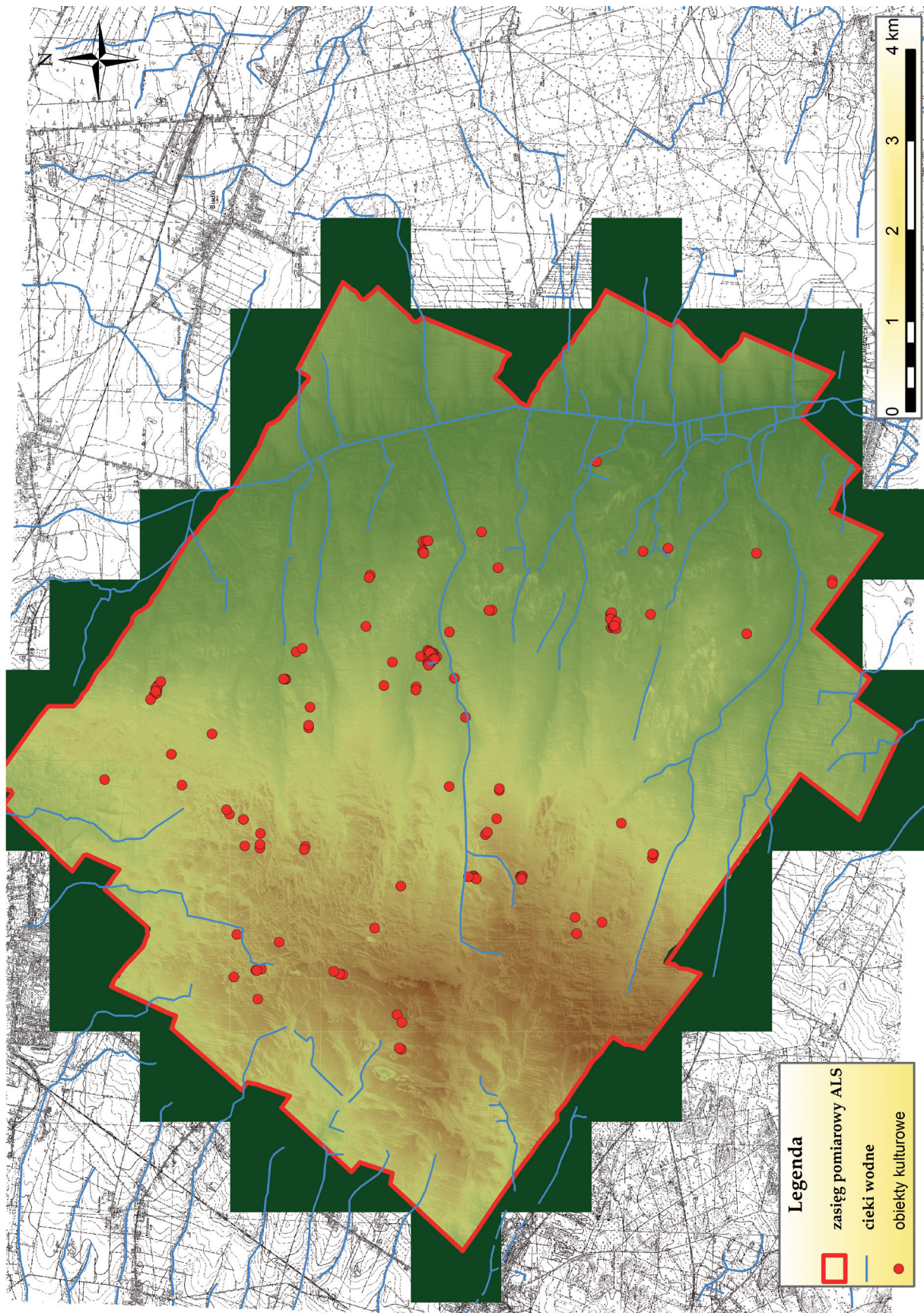
1. Identyfikacja potencjalnych obiektów archeologicznych o własnej formie krajobrazowej na podstawie uzyskanego numerycznego modelu terenu (NMT).
2. Weryfikacja terenowa potencjalnych obiektów archeologicznych o własnej formie krajobrazowej.
3. Wykonanie dokumentacji cyfrowej obiektów archeologicznych o własnej formie krajobrazowej.
4. Integracja danych w ramach cyfrowej bazy danych w standardach GIS.
5. Ocena stanu zachowania obiektów archeologicznych o własnej formie krajobrazowej i identyfikacja potencjalnych zagrożeń.
6. Przeprowadzenie prospekcji magnetometrycznej wybranych obiektów archeologicznych oraz analiza wyników.

Identyfikacja potencjalnych obiektów archeologicznych o własnej formie krajobrazowej na podstawie wykonanego numerycznego modelu terenu.

W wyniku nalołu z użyciem techniki LiDAR (ang. Light Detection and Ranging) uzyskano chmurę punktów, które następnie zostały interpolowane w cyfrowy model wysokościowy (Ryc. 1). Łącznie zeskanowano obszar o powierzchni 62,29 km kw.

W celu identyfikacji obiektów archeologicznych o własnej formie terenowej wykorzystano oprogramowanie SAGA GIS w wersji 2.0.7. Program SAGA (ang. System for Automated Geoscientific Analyses) jest darmowym systemem informacji geograficznej (GIS), który został stworzony na Uniwersytecie w Getyndze. Jego głównym przeznaczeniem jest analiza terenu oraz modelowanie hydrologiczne. W przypadku obszaru założonego w projekcie (Las Krotoszyn) ograniczono się do wykorzystania modułów analizy oświetlenia (funkcja Analytical hillshading) i geomorfometrii terenu (funkcje: Slope, Slope height, Normalized height). Zasady ich działania oraz możliwości analityczne jakie oferują zostały pokrótce scharakteryzowane poniżej.

¹ Badania finansowane były przez Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Uniwersytet Christiana Albrechta w Kilonii, Wojewódzki Urząd Ochrony Zabytków w Poznaniu oraz Urząd Miejski w Krotoszynie.



Ryc. 1. Wizualizacja wyników lotniczego skaningu laserowego obszaru Lasu Krotoszyn wraz ze zidentyfikowanymi obiektami kulturowymi o własnej formie krajobrazowej

Analiza zacielenia (ang. Analytical hillshading) - tworzy na podstawie modelu wysokościowego obraz sztucznego oświetlenia w taki sam sposób, jak słońce tworzy światła i cienie w krajobrazie (Ryc. 2). Oświetlenie modelu z niskiego poziomu elewacji pozwala dostrzec subtelne zmiany na jego powierzchni. Symulacje oświetlenia wykonane zostały z czterech różnych kątów padania światła (315°, 45°, 135°, 225°).

Analiza nachylenia (ang. Slope analysis) - oblicza zmianę wysokości w stosunku do jednostki długości (Ryc. 3). Nachylenie wyrażone jest w stopniach.

Analiza wysokości stoku (ang. Slope height) - wyraża wielkość odchylenia „wypukłych” form terenowych od trendu powierzchni modelu (Ryc. 4). Oblicza się na podstawie analizy nachylenia.

Analiza znormalizowanej wysokości (ang. Normalized height) - przedstawia względną pozycję nachylenia w oparciu o linie grzbietu (Ryc. 5). Wyraża się wzorem $A/(A+B)$, gdzie A - jest wysokością powyżej najbliższego kanału, B - wysokością poniżej linii grzbietu. Wartości przeliczone są w zakresie od 0 do 1, gdzie 1 - to linia grzbietu a 0 - linia kanału.

Przy użyciu opisanych narzędzi analitycznych na NMT zidentyfikowano 176 o potencjalnie antropogenicznym pochodzeniu. W toku weryfikacji terenowej ich liczba została zredukowana do 124.

Weryfikacja terenowa zidentyfikowanych obiektów archeologicznych o własnej formie krajobrazowej

Etap prospekcji terenowej miał na celu weryfikację antropogenicznego charakteru oraz ewentualnej funkcji i chronologii obiektów zidentyfikowanych na cyfrowym modelu wysokościowym.

Weryfikacji poddano 176 obiektów. Sto dwadzieścia cztery z nich zaklasyfikowano jako kurhany, których chronologię z dużym prawdopodobieństwem określić można na epokę brązu (środkowa epoka brązu/kultura mogiłowa) (Ryc. 6). Poza najbardziej liczną grupą kurhanów zidentyfikowano również cztery grodziska średniowieczne (Ryc. 7), ruiny historycznego budynku, strzelnicę z XIX wieku i obiekt o nieokreślonej funkcji.

Negatywnie zweryfikowano 45 obiektów. Część z nich stanowiły formy naturalnego ukształtowania terenu, pozostałe to współczesne obiekty antropogeniczne (np. miejsce pamięci ofiar II wojny światowej, obiekty związane z gospodarką leśną – Ryc. 8; Ryc. 9).

Wykonanie cyfrowej dokumentacji fotograficznej obiektów archeologicznych

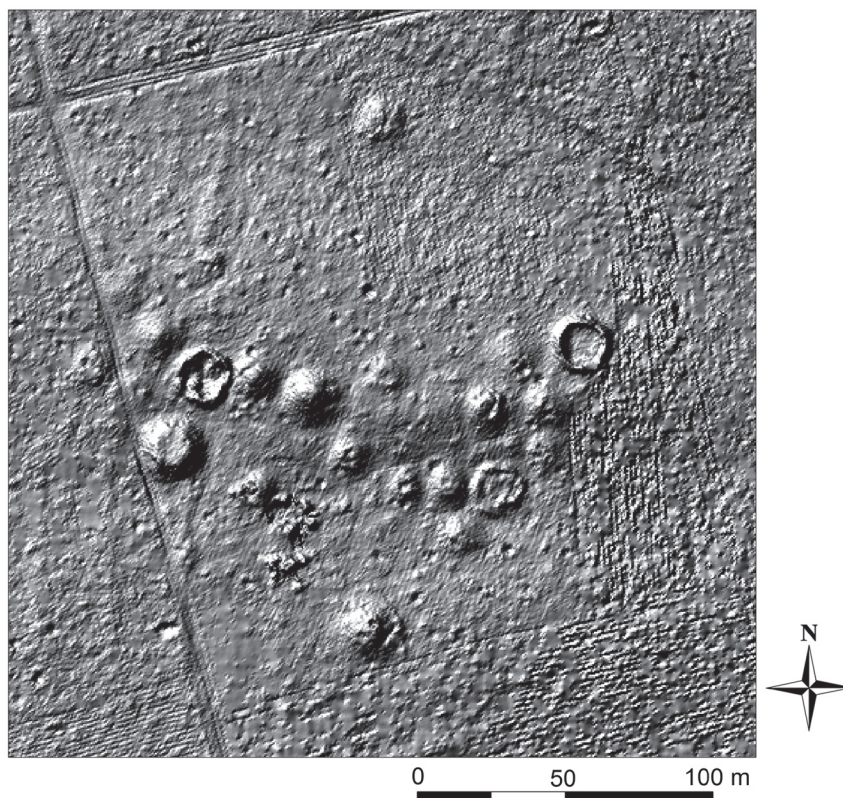
Istotnym elementem weryfikacji terenowej było wykonywanie cyfrowej dokumentacji fotograficznej. Zdjęcia wykonywano z kilku pozycji, każdorazowo dostosowując je do lokalnych warunków (widoczność pośród drzew) (Ryc. 6). Ponadto fotografowano zauważalne zniszczenia obiektów archeologicznych (Ryc. 10). Większość z nich spowodowana była rabunkowymi wkopami i nieudokumentowanymi badaniami wykopaliskowymi, zapewne z XIX i początków XX wieku. Dokumentowano również roślinność pokrywającą obiekty archeologiczne, traktując to, jako istotny element informacji konserwatorskiej. Wybrane zdjęcia wszystkich zidentyfikowanych obiektów antropogenicznych o własnej formie krajobrazowej zamieszczono w referencyjnej bazie danych.

Wykonanie dokumentacji opisowej obiektów archeologicznych

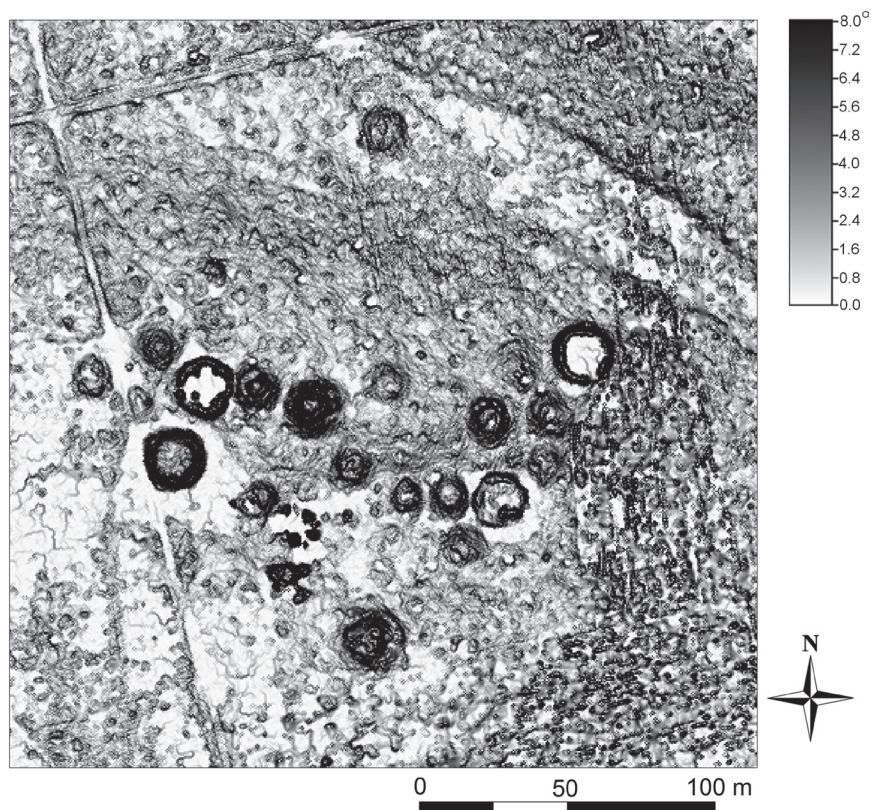
Poza dokumentacją fotograficzną, w trakcie weryfikacji terenowej, wykonywano również poszerzony opis obiektów archeologicznych. W tym celu stworzono szablon karty ewidencyjnej (Ryc. 11). Ze względu na znaczną przewagę kurhanów w grupie odkrytych obiektów, zdecydowano przystosować kartę przede wszystkim do opisu tej kategorii zabytków. Obiekty innych typów opisywano w adnotacjach. Część informacji (średnica i wysokość) uzupełniana była na kartach na podstawie analizy cyfrowego modelu wysokościowego w celu uzyskania największej precyzji. Dane zawarte na kartach ewidencyjnych zostały wprowadzone do referencyjnej bazy danych.

Prospekcja magnetometryczna na wybranych obiektach archeologicznych o własnej formie krajobrazowej

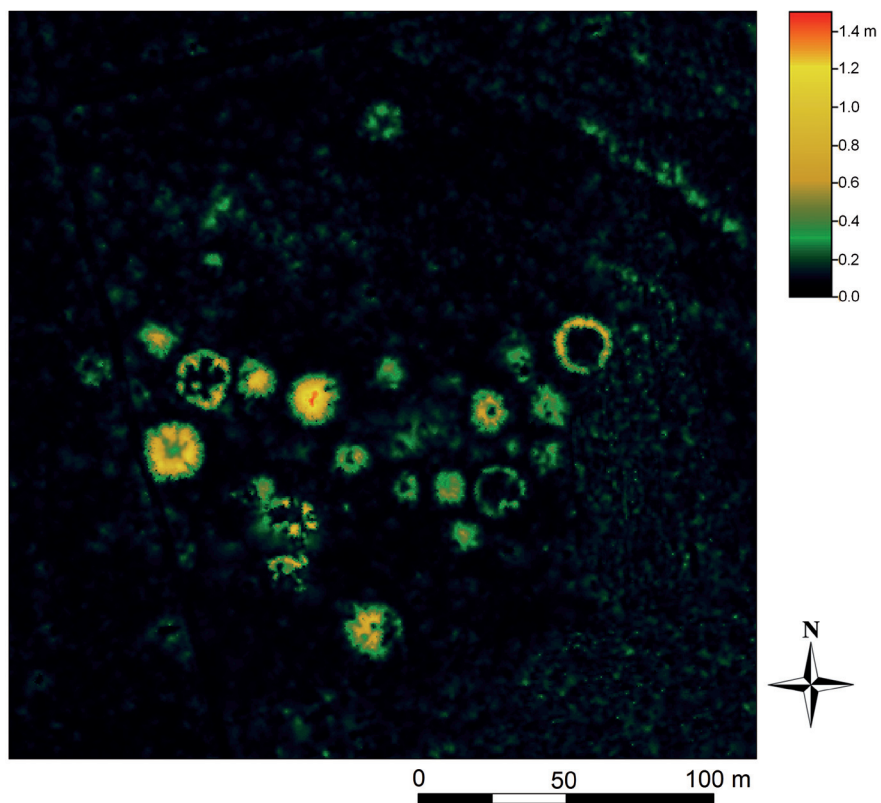
Pomiary geofizyczne przeprowadzono na cmentarzysku w Smoszewie. Stanowisko to oferowało optymalne warunki do badań, ze względu na dostępność kurhanów (porośniętych świetlistą dąbrową) i skupiskowy charakter ich występowania. Obszar badań (90 arów) podzielono na działki o boku 20 m. Obserwacje zmian gradientu składowej pionowej natężenia pola magnetycznego prowadzono w trybie równoległym, z zastosowaniem instrumen-



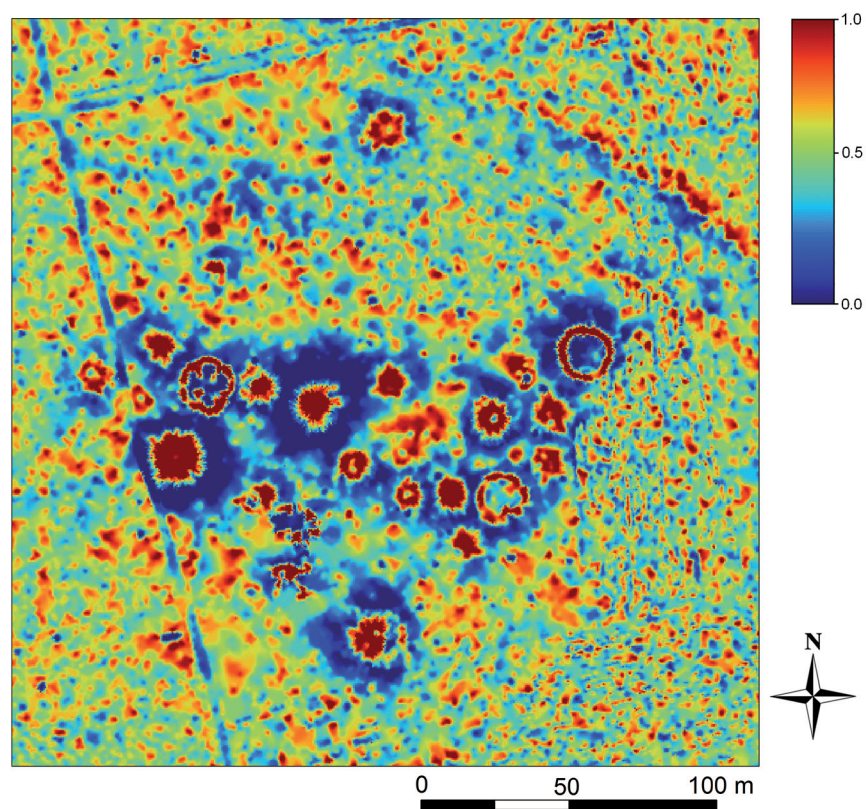
Ryc. 2. Fragment modelu ze zidentyfikowanymi kurhanami (stanowisko Smoszew 1) oraz z naniesioną mapą cieni (kąąt padania światła 315°)



Ryc. 3. Fragment modelu ze zidentyfikowanymi kurhanami (stanowisko Smoszew 1) z naniesionymi wynikami analizy nachylenia



Ryc. 4. Fragment modelu ze zidentyfikowanymi kurhanami (stanowisko Smoszew 1) z naniesionymi wynikami analizy wysokości stoku



Ryc. 5. Fragment modelu ze zidentyfikowanymi kurhanami (stanowisko Smoszew 1) z naniesionymi wynikami analizy normalizowanej wysokości



a



b

Ryc. 6. Przykłady kurhanów zidentyfikowanych na cyfrowym modelu wysokościowym oraz w terenie (a – kurhan nr 41, b – kurhan nr 40)



Ryc. 7. Przykład obiektu archeologicznego w typie grodziska zarejestrowanego na obszarze Lasu Krotoszyn (grodzisko, obiekt nr 130)

tu Bartington Fluxgate Grad 601-1, z dokładnością 0,1 nT (nano Tesli), co 0,25 m, wzdłuż profili pomiarowych oddalonych o 0,5 m od siebie. Obróbkę i wizualizację zabranych danych wykonano w programach Geoplot 3.0 oraz ArcGIS 10.1.

W efekcie przeprowadzonych badań potwierdzono efektywność metody magnetometrycznej do wstępnego rozpoznania wewnętrznej struktury kurhanów. Część z użytych do ich budowy gładów narzutowych zawiera minerały o wysokiej podatności magnetycznej, przez co wyraźnie odróżniają się one od słabo magnetycznego podłoża. Źródłem anomalii są też struktury i materiały poddane działaniu wysokiej temperatury lub zawierające martwą materię organiczną (Aspinall, Gaffney, Schmidt 2008). W przypadku cmentarzyska w Smoszewie mogą to być przede wszystkim jamy grobowe, dołki posłupowe, węgle drzewne i ceramika. Bardzo pomocne w interpretacji obrazów magnetometrycznych były wyniki wspomnianych ratowniczych badań wykopaliskowych kurhanu nr 15 w Smoszewie, przeprowadzonych wykonanymi na niewielką skalę testowymi pomiarami geofizycznymi (Kneisel *et al.* 2010).

Na podstawie rezultatów prospekcji magnetometrycznej możliwe jest również ustalenie pierwotnej średnicy kurhanów przy założeniu, że jest ona równa średnicy tzw. zewnętrznego wieńca kamiennego. Porównanie rozmiarów współczesnych nasypów i nakrytych nimi konstrukcji pozwala dodatkowo na oszacowanie skali zachodzących na stanowisku procesów erozyjnych. Poniżej scharakteryzowano pokrótce cztery wybrane kurhany, o różnym stopniu zachowania (Ryc. 12).

Kurhan nr 13 – jest dość dobrze zachowany, nie licząc niedużego wkopu rabunkowego, otaczającego łukiem część północno-zachodnią nasypu. Współczesna średnica kurhanu wynosi ok. 19 m. Odcinkowo na jego obwodzie występują słabe anomalie magnetyczne, wywołane zapewne przez konstrukcję złożoną z gładów narzutowych o zróżnicowanych rozmiarach. Wskazuje to na możliwości istnienia zewnętrznego wieńca kamiennego, o średnicy ok. 10 m.

Kurhan nr 14 – zalicza się do grupy najlepiej zachowanych obiektów wchodzących w skład cmentarzyska smoszewskiego. Ma wysokość sięgającą niemal 2 metrów oraz ponad 22 metrową średnicą



Ryc. 8. Miejsce pamięci (w formie szańca) poświęcone ofiarom II wojny światowej w Krotoszynie (skraj Lasu Miejskiego)



Ryc. 9. Ambona myśliwska z dookólnym „wieńcem” z suchych gałęzi



a



b

Ryc. 10. Udokumentowane fotograficznie przykłady zniszczonych kurhanów (a – kurhan nr 8, b – kurhan nr 70)

Karta ewidencyjna kurhanu

Nazwa stanowiska	Nr stanowiska na obszarze	Nr stanowiska w miejscowości	Nr stanowiska wg numeracji LIDAR	Numer kurhanu

Charakter kurhanu:

Kształt kurhanu:

Koordynaty GPS:

Pewny	
Niepewny/przypuszczalny	

Okrągły		X:	
Owalny		Y:	

Rozmiary:

Wysokość	Średnica	Długość	Szerokość

Typ konstrukcji:

Ziemna	Kamienna	Ziemno-kamienna

Stan zachowania:

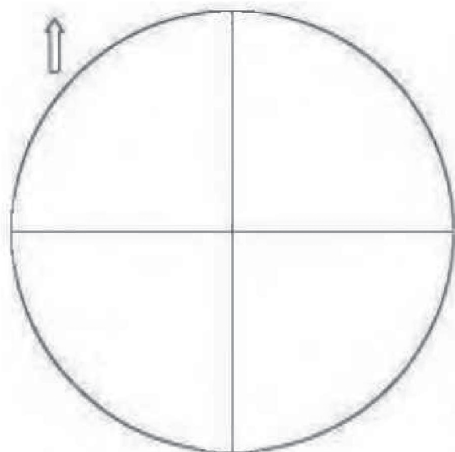
Niezniszczony	Zniszczony w całości	Zniszczony częściowo

Charakter zniszczeń:

Ślady starszych wykopalisk archeologicznych	Wkop rabunkowy	Ślady orania/uprawy	Wykrot drzewny	Inny

Zakres zniszczeń:

Opis wyglądu kurhanu oraz stopnia zniszczeń:



.....

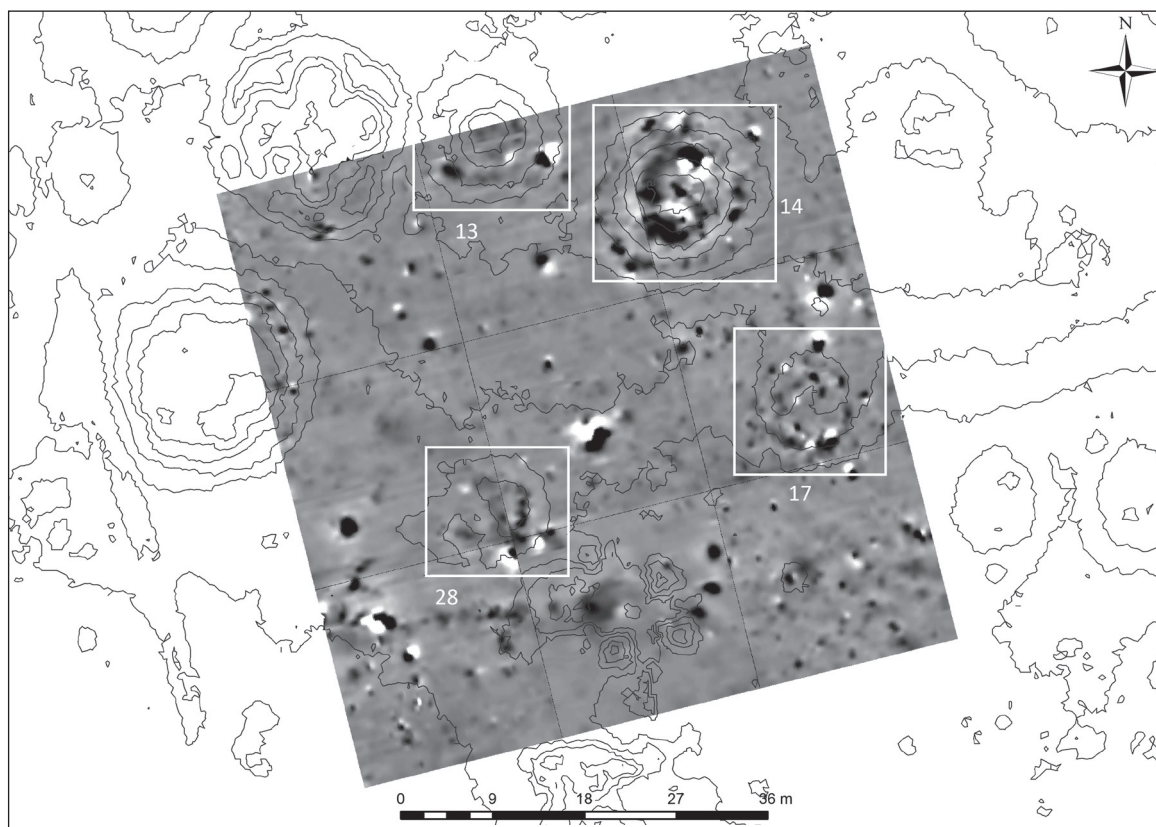
Artefakty:

Typ	Liczba

Uwagi:.....

Wypełnił	Numery zdjęć	Data

Ryc. 11. Karta ewidencyjna kurhanu stosowana do opisu obiektów w terenie



Ryc. 12. Obraz magnetometryczny fragmentu stanowiska 1 w Smoszewie (siatka pomiarowa 0,5 x 0,25 m interpolowana do 0,25 x 0,25 m; wartości w przedziale -5/+5 nT) z nałożonym planem wysokościowym (warstwicę poprowadzone co 30 cm). Kurhany objęte badaniami geofizycznymi zostały oznaczone numerami zgodnymi z numeracją obiektów w projekcie

nasypu. Na jego obrazie magnetometrycznym wyraźnie zaznaczają się liczne i silne anomalie. Z dużym prawdopodobieństwem sugerują one istnienie złożonej struktury wewnętrznej. Zaburzenia pola magnetycznego są na tyle rozległe, że w omawianym przypadku trudno jest orzekać o konkretnych elementach składowych konstrukcji kurhanu. Niemniej jednak możliwe jest wskazanie kilku istotnych cech obiektu nr 14. Przede wszystkim zwraca uwagę koncentracja anomalii na obwodzie oraz w samym centrum nasypu. Prawdopodobnie stanowią one sygnał wywołany obecnością wewnętrznego wieńca oraz jądra kamiennego, otaczającego, czy też przykrywającego właściwą jamę grobową. Możliwe także, że mamy w tym przypadku do czynienia ze śladami konstrukcji drewnianych. W przypadku opisywanego kurhanu bardzo wyraźnie widać korelację pomiędzy izoliniami planu wysokościowego a uchwyconą w wyniku prospekcji zróżnicowaną strukturą wewnętrzną obiektu. Współczesna średnica nasypu różni się przy tym od średnicy hipotetycznego zewnętrznego wieńca kamiennego, wynoszącej ok. 14,5 m.

Kurhan nr 17 – mimo uszkodzenia części centralnej głębokim wkopem rabunkowym, jest wciąż dobrze widoczny w terenie i czytelny na obrazie magnetometrycznym. Średnica kurhanu wynosi obecnie ok. 14 m. Ziemia wraz z kamieniami została wybrana ze środka obiektu i rozrzucona na zewnątrz, nakrywając pierwotną krawędź nasypu. W rezultacie środek kurhanu cechuje się niskimi wartościami pola magnetycznego, natomiast na jego obrzeżach występują liczne anomalie o różnym natężeniu, układające się w okrąg. Nie można jednoznacznie określić czy związane są one z materiałem przemieszczonym ze środka obiektu czy też z wewnętrznym pierścieniem kamiennym. W drugim przypadku pierwotną średnicę kurhanu można by oszacować na ok. 9,5 m.

Kurhan nr 28 – jest obecnie silnie zniwelowany oraz uszkodzony wkopem rabunkowym w postaci rowu otaczającego centrum kurhanu od stron zachodniej. Przyczyniło się to zapewne w znacznym stopniu do zaburzenia pierwotnej struktury wewnętrznej obiektu. We wschodniej części nasypu zarejestrowano łukowaty pas anomalii, wywołanych

The screenshot shows a Microsoft Access database window titled 'Smoszew-LIDAR_database + Database (Access 2007) - Microsoft Access'. The main form is 'Karta ewidencyjna obiektu' (Inventory Card of the Object). The form is divided into several sections:

- Header:** 'PAŚEB Pracownia Archeologii Śródziemnomorskiej Epoki Brązu' and 'Modelowe badania nieinwazyjne obszarów leśnych – las Krotoszyn'. Logos for 'NARODOWY INSTYTUT DZIEDZICTWA' and 'Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyzszego' are also present.
- Navigation:** Buttons for 'Stwórz nową kartę', 'Zapisz kartę', 'Przejdź do kolejnej karty', 'Wróć do poprzedniej karty', and 'Wyjście'.
- Object Type:** A dropdown menu set to 'Kurhan'.
- Location:** 'Nazwa miejscowości' (Smoszew), 'Gmina' (Krotoszyn), and 'Województwo' (Wielkopolskie).
- Identification:** 'Numer obiektu' (empty), 'Nr arkusza AZP' (68-33), 'Nr stanowiska na obszarze' (Nowy), 'Nr stanowiska w miejscowości' (Nowy), 'Koordynaty GPS (oś X)' (17.4791), and 'Koordynaty GPS (oś Y)' (51.6573).
- Characteristics:** 'Typ obiektu' (Kurhan), 'Charakter obiektu' (Pewny), 'Typ konstrukcji' (Ziemna), 'Kształt kurhanu' (Okrągły), 'Położenie' (Stok doliny / Wzgórze czołowo-morenowe), and 'Orientacja stoku' (E).
- Additional Data:** 'Przybliżona odległość od cieku wodnego (m)' (755), 'Stopień zalesienia' (Gęsty las różnowiekowy (bór iglasty/mieszany)), and 'Podłoże geologiczne' (gliny zwałowe (Plejstocen)).
- Physical Data:** 'Wysokość (m)' (2,20), 'Średnica (m)' (41), 'Długość (m)' (empty), 'Szerokość (m)' (empty), and 'Stan zachowania' (Zniszczony częściowo).
- Footer:** 'Lokalizacja' (empty), 'Record: 1 of 131', and 'Num Lock'.

Ryc. 13. Widok przykładowej karty ewidencyjnej obiektu w programie MS Access

najprawdopodobniej zachowanym odcinkowo zewnętrzny wieńcem kamiennym. Pozwala to oszacować pierwotną średnicę kurhanu na prawie 7 m co kontrastuje wyraźnie ze współczesnymi rozmiarami nasypu, którego promień w części zachodniej wynosi ok. 6 m.

Integracja dokumentacji w formie relacyjnej bazy danych

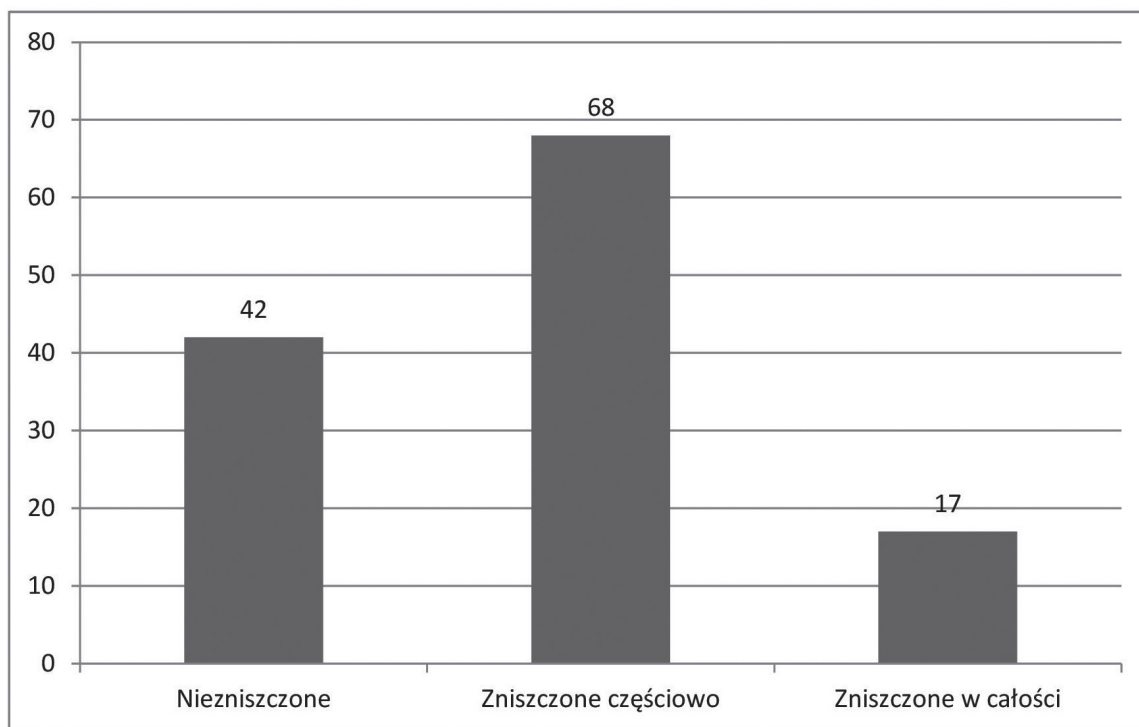
Do stworzenia bazy danych zdecydowano się użyć oprogramowania dostępnego powszechnie, w celu maksymalnego powiększenia grona potencjalnych użytkowników.

Dokumentacja obiektów archeologicznych zarejestrowanych w trakcie projektu zamieszczona została w postaci relacyjnej bazy danych w programie Microsoft Access w wersji z roku 2007. Obejmuje ona jeden plik o rozszerzeniu (.accdb), do otwarcia którego wymagana jest zainstalowana wersja pakietu MS Office 2007 (lub nowsza), z uwzględnieniem programu MS Access. Omawiana baza została następnie zawieszona w środowisku sieciowym, co umożliwi swobodny dostęp do niej oraz zdalne zarządzanie zawartymi tam informacjami. Zarządzanie uwzględnia takie czynności, jak: pobieranie danych, konwersja do dowolnego formatu obsługiwanego przez pakiet biurowy MS Office w wersji 2007, czy też ich uzupełnianie lub korygowanie na

podstawie nowych badań. Ponadto, ma ona charakter otwarty, tj. daje możliwość wzbogacania o kolejne rekordy przez każdego potencjalnego użytkownika, któremu uprzednio udzielono na to zgody.

Wszystkie wyróżnione w terenie typy obiektów archeologicznych podzielono w bazie danych na kilka kategorii: kurhany (najliczniejsza grupa), grodziska, strzelnice, forty oraz budynki mieszkalne. Każdemu z obiektów został nadany unikatowy numer ID, co ułatwia ich odnajdywanie i selekcjonowanie. Informacje je opisujące wprowadzono do jednolitych formularzy, składających się z serii okien korespondujących z pożądanym typem danych opisowych. W celu zapewnienia danym jak największego stopnia standaryzacji, większości komórek wymagających podania słownej charakterystyki nadano szereg gotowych deskrypcji. Po rozwinięciu odpowiedniej listy przyporządkowanej każdemu oknu po prawej stronie, należy wybrać opcję najbardziej odpowiadającą sytuacji rzeczywistej, zastanej w przypadku danego obiektu.

Obiekty odpowiadające poszczególnym kategoriom zostały ze sobą połączone w grupy pod kątem ich typów oraz lokalizacji. Możliwe jest także szeregowanie kart w odniesieniu do charakteryzujących je zmiennych określonych tożsamymi definicjami, jak np. wysokość, stopień zalesienia, czy podłoże geologiczne. Baza danych posiada intuicyjny interfejs ułatwiający jej obsługę, bez konieczności za-



Ryc. 14. Stosunek liczbowy kurhanów o różnym stopniu zachowania

znajomienia się z instrukcją programu MS Access. Nawigowanie odbywa się w oparciu o odpowiednio opisane przyciski umieszczone w górnej części każdej z kart, lub korzystając ze strzałek i suwaków widniejących u dołu ekranu (Ryc. 13).

Poszerzenie bazy danych o nowoodkryte obiekty jest możliwe poprzez uruchomienie trybu edycji („stwórz nową kartę”) i wpisywanie kolejnych informacji w odpowiednie rubryki. Numer ID zostaje nadany karcie automatycznie po otwarciu pustego formularza. Jak już wspomniano, baza danych jest kompatybilna z pozostałymi programami pakietu MS Office, co umożliwia importowanie poszczególnych kart obiektów do formatów .xls (MS Excell), czy .doc (MS Word). Karty można też drukować, przy pomocy opcji oferowanych przez sam program MS Access. Następnie baza danych w formacie MS Access została zintegrowana z numerycznym modelem terenu oraz dokumentacją fotograficzną.

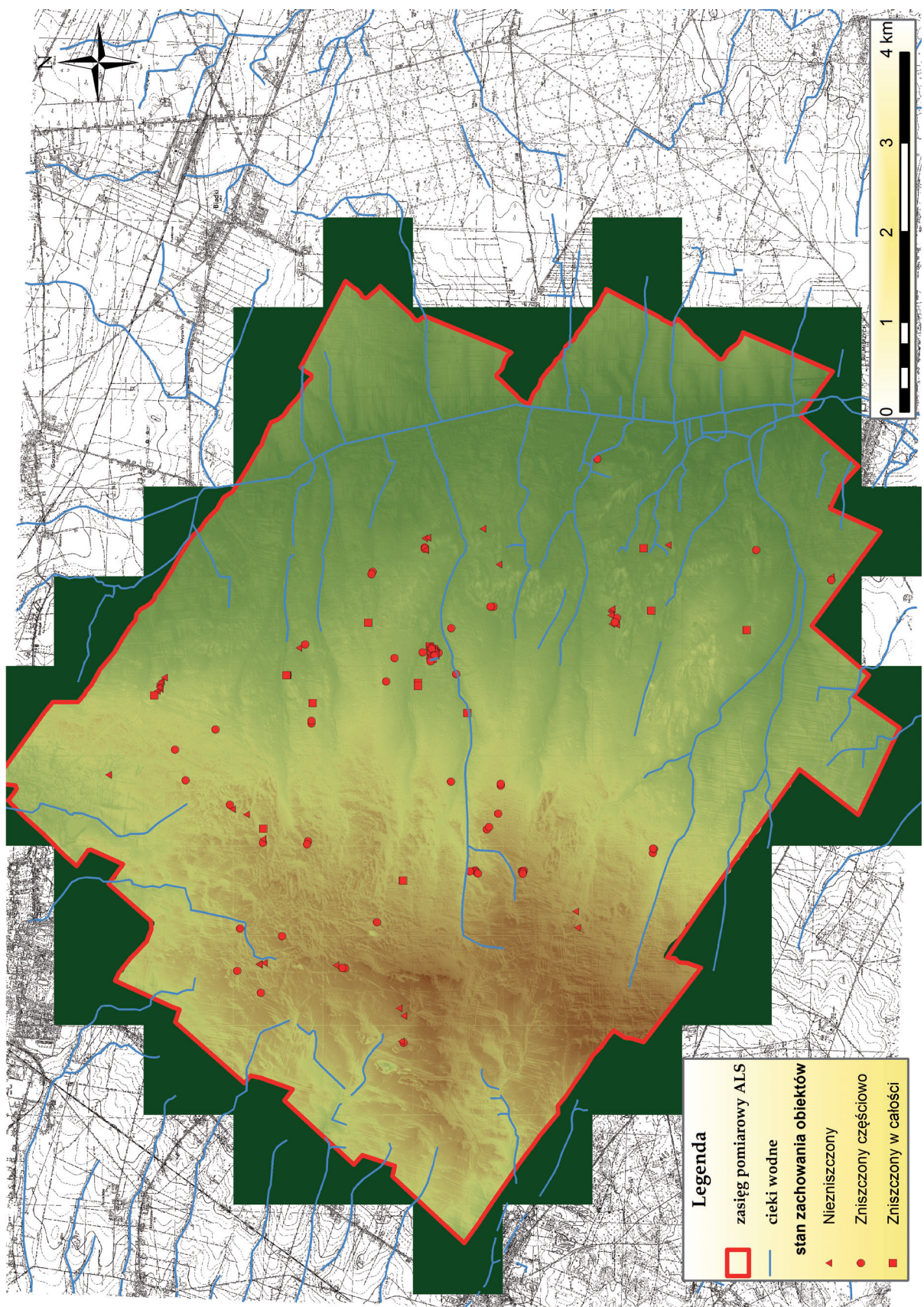
Rezultaty

W wyniku realizacji projektu pozyskano szereg istotnych informacji, poszerzających stan wiedzy o krajobrazie kulturowym epoki brązu na pograniczu

śląsko-wielkopolskim oraz mogących wspomóc działania konserwatorskie, zmierzające do optymalnej ochrony substancji kulturowej na obszarze zalesionym.

Bardzo istotnym osiągnięciem projektu jest poświadczenie istnienia ponad 120 kurhanów związanych najprawdopodobniej z kulturą mogiłową. Absolutna dominacja źródeł funeralnych nad innymi kategoriami znalezisk z okresu środkowej epoki brązu powoduje, że badania kurhanów i obrządku pogrzebowego stanowią właściwie jedyną możliwość dogłębnych analiz wspomnianej jednostki kulturowej. W tym kontekście, poszerzenie bazy źródłowej o liczny zbiór kurhanów z obszaru Lasu Krotoszyn, stwarza nowe możliwości badawcze w dłuższej perspektywie czasu.

Stworzona baza danych potencjalnie stanowi podstawę nowych inicjatyw naukowych, oferując pełną informację geograficzną oraz konserwatorską w odniesieniu do kurhanów z badanego obszaru. Zidentyfikowane zagrożenia mogą wspomóc kontrolę gospodarki leśnej na obszarze Lasu Krotoszyn i lepiej zapobiegać degradacji unikalnego wycinka krajobrazu kulturowego z epoki brązu. Analiza stanu zachowania materii kulturowej na dzień dzisiaj-



Ryc. 15. Lokalizacja kurhanów zniszczonych częściowo (określi), w stopniu znacznym (kwadraty) oraz zachowanych bez wyraźnych śladów destrukcji (trójkąty)

szy, w tym przede wszystkim kurhanów, pozwala na określenie dokładnej liczby obiektów, które pozostały nietknięte, zostały naruszone oraz są tak silnie zniszczone, że ich zidentyfikowanie jest bardzo trudne (Ryc. 14).

Wynika z niej, że łącznie 42 obiekty zarejestrowane w toku realizacji projektu nie wykazują poważniejszych oznak zniszczeń spowodowanych działalnością człowieka, tudzież czynnikami naturalnymi, przez co możemy zaliczyć je do grupy tzw. „niezniszczonych”. Kontrastuje z tym mniejsza liczba obiektów bardzo poważnie zniszczonych, która sięga jedynie 17. Najliczniejszą grupę w powyższym zestawieniu stanowią natomiast obiekty uszkodzone częściowo, których w Lesie Krotoszyn naliczono łącznie 68 (Ryc. 15).

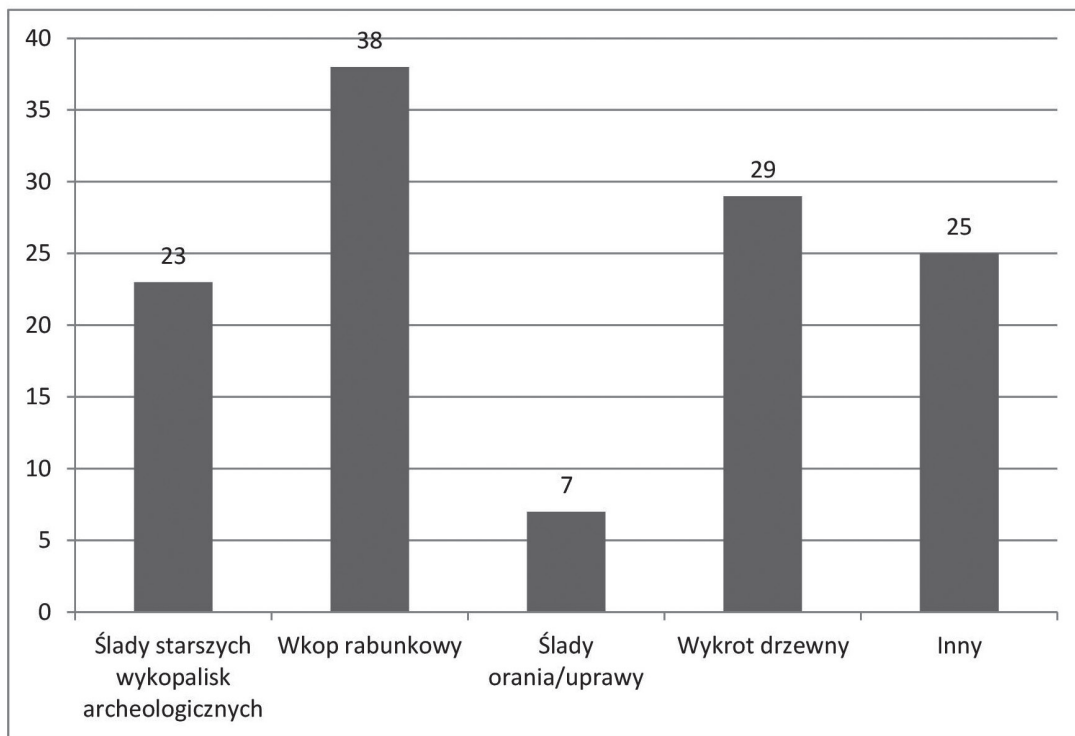
Spośród szerokiego spektrum zniszczeń potencjalnie grożących obiektom archeologicznym wyróżniliśmy cztery, które w przypadku Lasu Krotoszyn spotykano najczęściej. Należy już na wstępie podkreślić, że poszczególne typy zniszczeń mogły powstawać czasem w różnych układach na jednym kurhanie. Pierwszą kategorią zniszczeń są ślady starszych wykopalisk archeologicznych (23). Następnym wariantem zniszczeń, który wystąpił w najliczniej, są wkopy rabunkowe (38). Dość często obiekty były naruszone w wyniku naturalnego procesu przewracania się drzew oraz niekiedy ich wycinania i wyorywania korzeni (29). W kilku przypadkach zastane obiekty nosiły także ślady uprawy rolnej, lub – w przypadku obszarów zadrzewionych - orki leśnej, która silnie zniszczyła ich górne warstwy. Poza tym w 25 przypadkach dostrzeżono inne typy zniszczeń, do których zaliczamy np. jamy zwierzęce, uszkodzenia wynikające z robót ziemnych (np. kopanie rowu melioracyjnego), bądź częściowe osuwanie/niwelowanie nasypów w skutek bliżej nieokreślonych czynników naturalnych i antropogenicznych (Ryc. 16).

Bardzo istotnym rezultatem analiz geomorfologicznych, wykonanych w ramach projektu, jest uchwycenie pewnych reguł tworzenia krajobrazu kulturowego przez społeczności kultury mogiłowej. Ściślej chodzi tu o ustalenie zestawu preferencji środowiskowych, które służyły za podstawy wyboru określonego miejsca pod założenie nekropolii kurhanowej, tak aby pozostawało ono w zgodzie z akceptowaną tradycją oraz wierzeniami.

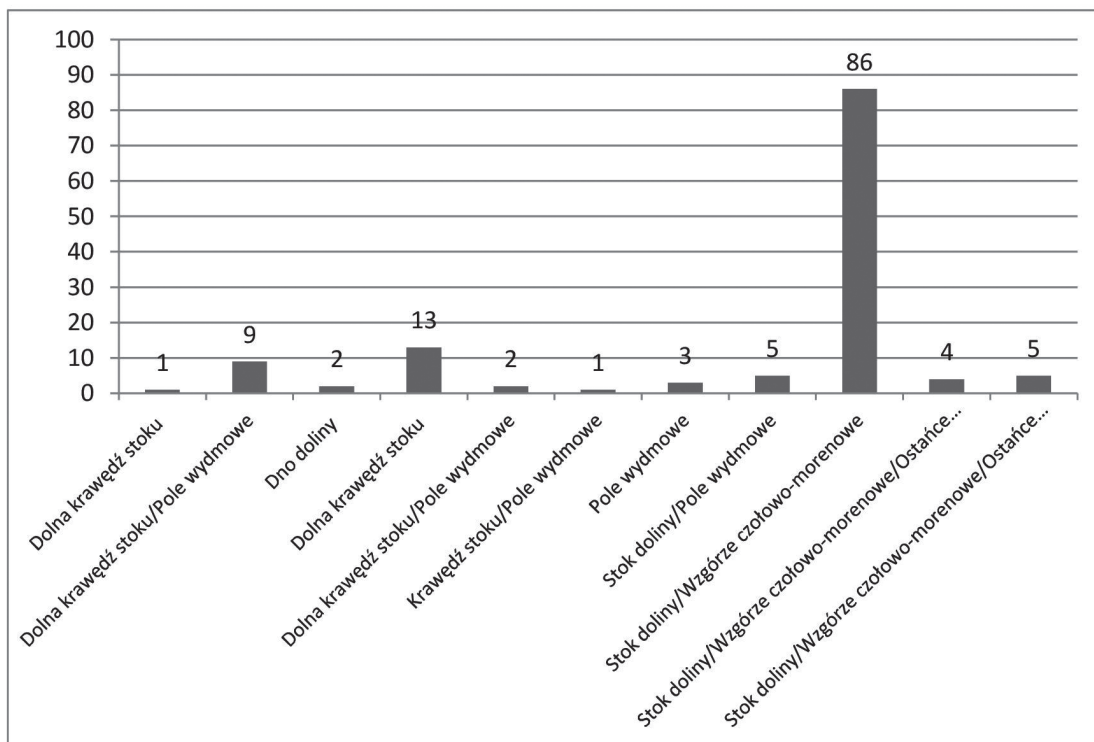
Opis położenia obiektów archeologicznych na określonej formie geomorfologicznej, jak i rozpoznanie jej podłoża geologicznego, zostały pozyskane dzięki analizie porównawczej cyfrowego modelu wysokościowego (DEM), uzyskanego za pomocą laserowego skaningu lotniczego z dostępnymi materiałami kartograficznymi. Przy pomocy modelu terenu zidentyfikowane formy były konfrontowane z danymi pochodzącymi z informacji przestrzennych, zawartych na czterech arkuszach Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000. Były to arkusze: „0619 – Krotoszyn”, „0620 – Raszków”, „0656 – Milicz” i „0657 – Odolanów” wraz z objaśnieniami i szkicami geomorfologicznymi dołączonymi w ramach powyższych opracowań. Nazewnictwo jednostek geologicznych, które zostały wprowadzone do bazy danych są tożsame z legendą do SMGP, z kolei formy geomorfologiczne zostały przyjęte wg podęcznikowych opracowań (np. Migoń 2012).

Obszar, nad którym został wykonany przelot w celu wykonania pomiarów jest północną częścią tzw. Wału Krotoszyńskiego (Błaszczuk 1993), czyli glacitektonicznie zaburzonej, spiętrzanej moreny czołowej zlodowacenia Warty, która tworzy na tym terenie również zachodni stok doliny Czarnej Wody. Forma ta jest porozcinana dolinami wypełnionymi efektem sedymentacji biomineralnej o przebiegu W-E. Północny zasięg moreny jest znaczony występowaniem ostańców kemowych lub ozowych, co świadczy o intensywnej denudacji peryglacialnej w czasie ostatnich zlodowaceń. W okresie późnego vistulianu miało miejsce tworzenie się połączy wdmowych, które do dzisiaj wyraźnie zaznaczają się na niższych partiach krawędzi moreny lub w dnie doliny na piaskach i żwirach fluwioglacjalnych zlodowacenia Warty. Procesy eoliczne również mogły trwać jeszcze w początkach holocenu (Chachaj 2003).

W wyniku analizy i definiowania geomorfologiczno-geologicznego podłoża obiektów archeologicznych wskazać można stok doliny (stok wzgórza morenowego), jako miejsca o ich najczęstszym występowaniu. Są to przeważnie gliny zwałowe, bądź produkty zwietrzelinowe tworzące pokrywę przypowierzchniową, na której obiekty były lokowane. Ponadto pokrywy piaszczysto-żwirowe w niższych partiach terenu o genezie fluwioglacjalnej, bądź glacialnej są również takim miejscem. Mała część obiektów została zlokalizowana w rejonie wystę-



Ryc. 16. Stosunek liczbowy różnych wariantów uszkodzeń zarejestrowany w obiektach archeologicznych z Lasu Krotoszyn



Ryc. 17. Występowanie obiektów archeologicznych na poszczególnych formach geologicznych

powania pozostałości kemów bądź ozów, a także piasków wydmowych. Nie stwierdzono form antropogenicznych na obszarze gdzie miała miejsce akumulacja biogeniczna (torfy, gytie) (Ryc. 17).

Należy również podkreślić, że przeprowadzona prospekcja magnetometryczna dowiodła skuteczności tej metody w badaniach kurhanów zlokalizowanych w określonych warunkach geologicznych. Stwarza to nowe możliwości rozpoznawania obiektów o własnej formie krajobrazowej, zgodnego z duchem współczesnej doktryny konserwatorskiej, kładącej duży nacisk na zachowawczy i nieinwazyjny rodzaj badań archeologicznych. Na podstawie precyzyjnych danych geograficznych zamieszczonych w bazie danych oraz dokumentacji fotograficznej i opisowej można z łatwością typować obiekty, które ze względu na stan zachowania powinny podlegać rozpoznaniu metodą magnetometryczną już w najbliższej przyszłości.

Podsumowanie

Przedstawione powyżej rezultaty nieinwazyjnych badań obszaru Lasu Krotoszyn mają wielowymiarowy charakter. Dotyczą zarówno w aspekcie metodycznego, merytorycznego, konserwatorskiego jak i w perspektywie badań nad przemianami krajobrazu kulturowego.

Pod względem metodycznym omówiony pakiet działań nieinwazyjnych stanowi propozycję gotowych rozwiązań, które z powodzeniem zastosować można w badaniach nad innymi obszarami geograficznymi i odcinkami pradziejów. Mamy jednak nadzieję, że proponowane rozwiązania zostaną poddane pod dyskusję w środowisku archeologów polskich i w razie konieczności zmodyfikowane. W przyszłości powinno to pozwolić na wypracowanie możliwie najwyższych standardów badawczych w odniesieniu do terenów leśnych.

Wyniki badań ukazują wyraźnie potencjał poznawczy terenów leśnych, dotychczas rozpoznanych przez archeologów jedynie w niewielkim stopniu i właściwie omijanych w ramach akcji AZP. W świetle naszych badań obszary te to rezerwar nowych i bogatych informacji, których systematyczna eksploracja będzie miała kluczowe znaczenie dla przewartościowania naszych poglądów nie tylko o pradziejach Wielkopolski, ale i innych regionów w naszej części Europy. Projekt stanowi ponadto uni-

kalną w skali Polski próbę włączenia obiektów funeralnych (kurhanów) w archeologiczną refleksję nad pradziejowym krajobrazem kulturowym. Dotychczas bowiem krajobraz stanowił wyłącznie przedmiot badań archeologii osadniczej (Siedlungsarchäologie). W wyniku szczegółowej analizy uchwycono zasady rządzące lokowaniem kurhanów w przestrzeni i wskazujące na istnienie złożonych relacji pomiędzy poszczególnymi elementami krajobrazu naturalnego oraz kulturowego.

Pod względem konserwatorskim udało się nie tylko odtworzyć rozmieszczenie w Lesie Krotoszyn obiektów o własnej formie krajobrazowej, ale również zweryfikować ich pochodzenie wydzielając wśród nich ewidentne obiekty pradziejowe. W dalszej kolejności scharakteryzowano stan ich zachowania oraz skatalogowano potencjalne zagrożenia. Jesteśmy ponadto przekonani, że w zaproponowanych w niniejszym artykule procedurach tkwi duża wartość prognostyczna. Mogą one być użyteczne w budowaniu strategii ochrony dziedzictwa innych obszarów leśnych.

Badania nieinwazyjne Lasu Krotoszyn są również przyczynkiem do badań nad przemianami krajobrazu kulturowego, związanego zwłaszcza z funeralną aktywnością społeczeństw epoki brązu. Mamy tu bowiem do czynienia ze swoistym residuum krajobrazu, który w innych miejscach (niezalesionych) miejscach w Wielkopolsce zniknął bezpowrotnie pod kołami traktorów.

W sumie mimo wielokierunkowych profitów, które płyną dla archeologii z badań Lasu Krotoszyn, prezentowany artykuł słusznie został określony mianem przyczynku. Jest bowiem jasne, że potencjał informacyjny jaki tkwi w przedmiocie naszych badań jest jeszcze daleki do wyczerpania.

Literatura

- ASPINALL A., GAFFNEY C., SCHMIDT A.
2008 *Magnetometry for Archaeologists*. Lanham-New York-Toronto-Plymouth.
- BŁASZCZYK J.
1993 *Objaśnienia do SMGP 1:50 000 arkusz 0619 – Krotoszyn*. Warszawa
- CHAJA J.
2003 *Objaśnienia do SMGP 1:50 000 arkusz 0657 – Odolany*. Warszawa

CZEBRESZUK J.

2009 Zarys pradziejowych przemian krajobrazu kulturowego na Nizinie Wielkopolsko-Kujawskiej. W: I. Hildebrandt-Radke, J. Jasiewicz, M. Lutyńska (red.), *Zapis działalności człowieka w środowisku przyrodniczym*: 36-39. Poznań.

CZEBRESZUK J., SZMYT M.

2011 Making the Cultural Landscape: Neolithic and Early Bronze Age Communities on Polish Lowland and their Environment. W: I. Hildebrandt-Radke, W. Dörfler, J. Czebreszuk, J. Müller (red.), *Anthropogenic Pressure in the Neolithic and the Bronze Age on the Central European Lowlands*: 11-32. Bonn-Poznań.

JAEGER M., POSPIESZNY Ł.

2011a Nieinwazyjne badania weryfikacyjne kurhanów kultury mogiłowej na stanowisku Smoszew 1 (pow. Krotoszyn, woj. wielkopolskie). W: H. Kowalewska-Marszałek, P. Włodarczyk (red.), *Materiały z konferencji Kopce neolityczne i z początków epoki brązu w świetle nowych i najnowszych badań*: 419-434. Kraków.

2011b Tumulus Culture Barrows in the Polish Lowlands. The Case of the Cemetery in Smoszew. W: E. Borgna, S. Müller Celka (red.), *Ancestral Landscapes. Burial Mounds in the Copper and Bronze Ages (Central and Eastern Europe – Balkans – Adriatic, 4th-2nd millennium B.C.)* (= Travaux de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée 58): 97-106. Lyon

KACZMAREK J.

2008 ... rodzą się w ziemi garnki same z siebie...sub terra noscuntur olle.... W: M. Kobusiewicz (red.), *Pradzieje Wielkopolski*: 9-48. Poznań.

KNEISEL J., JAEGER M., POSPIESZNY Ł., HOLST M.

2010 Ausgrabungen in Smoszew, Kr. Krotoszyn, Grosspolen Epl. 1 Sommer 2009 - Ein mittelbronzezeitlicher Grabhügel. *Starigard* 9: 39-43.

KOBUSIEWICZ M. (RED.)

2008 *Pradzieje Wielkopolski*. Poznań.

KOSTRZEWSKI J.

1958 *Z dziejów badań archeologicznych w Wielkopolsce*. Wrocław.

MIGOŃ P.

2012 *Geomorfologia*. Warszawa

Exemplary non-invasive survey of forest areas - Krotoszyn Forest. Study of cultural landscape transformations in the pre-history of Wielkopolska (Great Poland)

Summary

Presented paper concerns the methodological issues related to the protection of the archaeological heritage in forested areas, using a set of modern non-invasive methods. These procedures are shown on the basis of the specific example, namely the forest area called Krotoszyn Forest, located in the southwestern Poland (district Krotoszyn, Great Polish voivodship), which in total covers an area of about 40 km².

Today forested areas, which survived radical landscape transformation of Central Europe during last centuries, are the only places where one has a chance to encounter prehistoric sites in their original form (mounds, megalithic tombs, fortifications, et al.). To such kind of regions Great Poland with its southern, wooded part indisputably belongs. Moreover, these natural conditions, most importantly dense afforestation, enabled preservation of larger structures made up by individual objects, thus allowing for research on the evolution of prehistoric cultural landscape.

Las Krotoszyn is in this respect a particular area. Due to the specific geological conditions it consists in a large part of oak trees, often more than 100 years old, which ensures that in the period of greatest anthropogenic pressure associated with introduction of intensive agriculture, there has been no destruction of relics of prehistoric settlement in aforementioned area.

The first stage of the survey was the query of archival data, followed shortly after by non-invasive, as well as, invasive archaeological examination of the most threatened by destruction barrow. Collected data, including several registered barrows, confirmed the unique value of Krotoszyn Forest, as a kind of natural reserve of prehistoric cultural landscape within the Great Poland province. This fact became an impulse to include Krotoszyn area in program of non-invasive spatial study (Light Detection and Ranging - LIDAR) of cultural heritage, funded by the National Heritage Board of Poland. The main step of this program was to cover the entire area of Krotoszyn Forest by airborne laser scanning (ALS), which resulted in a digital terrain model. Further procedure included the following lines of research:

- Identification of potential archaeological sites by LIDAR,
- Field verification of archaeological objects shown by LIDAR,
- Designing and managing digital documentation of archaeological objects
- Integration of digital data within a GIS database,
- Assessment of the state of preservation of archaeological objects and identification of potential threats,
- Carrying out a magnetometric prospection on previously selected archaeological objects.

As a result of the above outlined research 176 archaeological objects were registered, which later were subjected to a verification procedure. Finally, it was possible to separate 124 barrows and less numerous objects of a different kind (such as for example early medieval settlement). Each of the discovered sites had been cataloged basing on a unified procedure. Obtained data has a great potential for further research and forms an important source of information for heritage conservation in a regions characterized by unique cultural landscape such as Krotoszyn Forest.