

zapomniane



**Raport z badań na Cmentarzu Żydowskim
w Działoszycach
w celu ustalenia lokalizacji masowego grobu
z czasów Zagłady**

Autorzy: dr Sebastian Różycki; dr Szymon Oryński; Aleksander Schwarz

Niniejszy raport podsumowuje badania przeprowadzone przez Fundację Zapomniane i jej ekspertów prowadzone od lutego do maja 2025 roku. Badania zostały przeprowadzone zgodnie z zasadami żydowskiego prawa religijnego (Halacha) oraz wytycznymi Komisji Rabinicznej ds. cmentarzy żydowskich w Polsce. Proces badawczy obejmował:

- Analizę i interpretację historycznych zdjęć lotniczych w celu wyznaczenia obszaru badań,
- Badania geodezyjne: oznaczenie obszaru badań i sporządzenie mapy do badań nieinwazyjnych,
- Badania geofizyczne: badania z wykorzystaniem georadaru,
- Badania geofizyczne: badania z wykorzystaniem magnetometru,
- Badania geofizyczne: badania z wykorzystaniem konduktometru.

1. Obszar badań

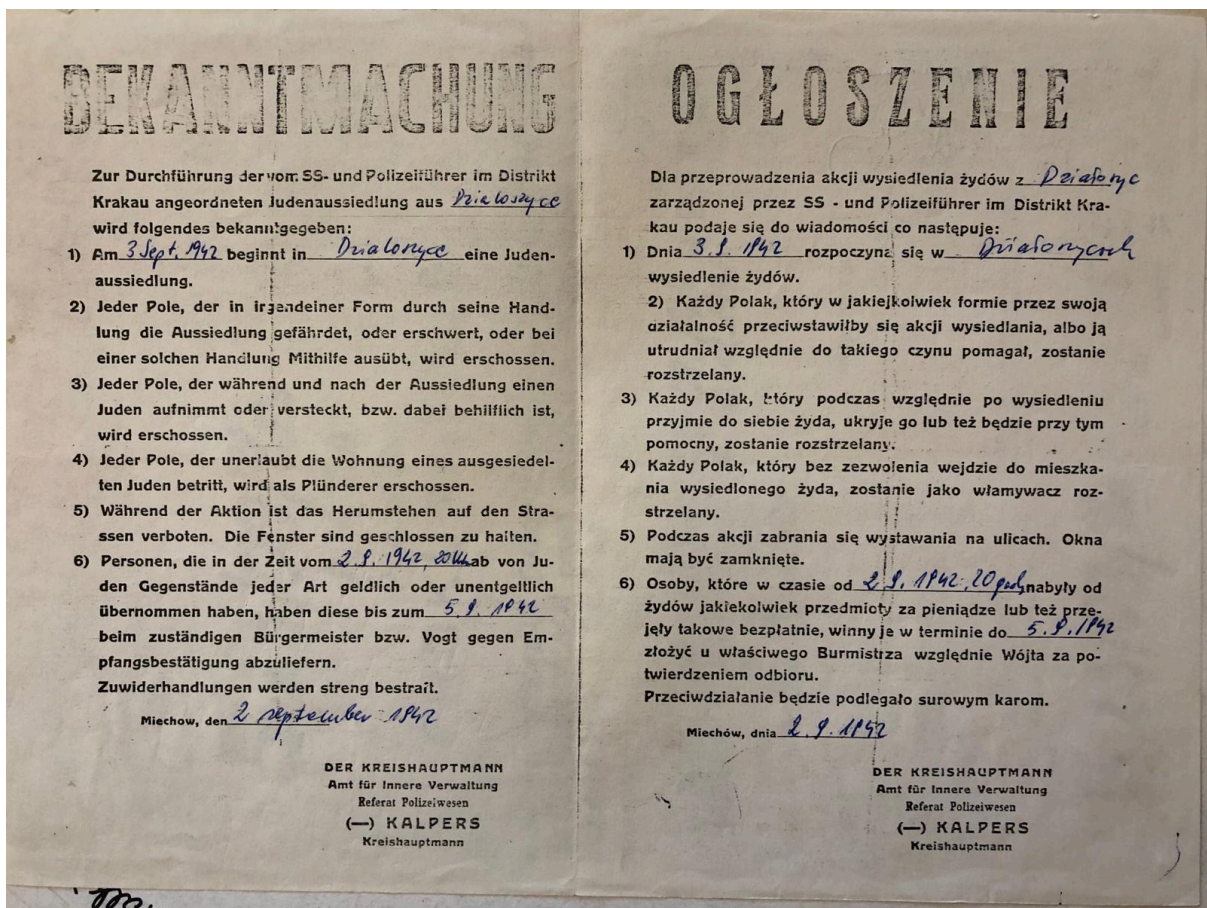
Badania geofizyczne przeprowadzono na terenie miasta Działoszyce, położonego w południowej części województwa świętokrzyskiego, w powiecie pińczowskim. Miejscowość zlokalizowana jest w widłach rzek Jakubówka i Sancygniówka, będącej dopływem Nidzicy. Obszar ten charakteryzuje się długą i dobrze udokumentowaną historią osadniczą, sięgającą co najmniej XIII wieku, o czym świadczą najstarsze źródła pisane. W wyniku III rozbioru Polski w 1795 roku, Działoszyce znalazły się w granicach monarchii Habsburgów, pozostając w zaborze austriackim przez dwanaście lat. W latach 1807–1815 miejscowość należała do Księstwa Warszawskiego, a od 1815 roku – w wyniku postanowień kongresu wiedeńskiego – została włączona do Imperium Rosyjskiego, w którym pozostała przez ponad sto lat. Bliskość granicy z Austrią oraz sąsiedztwo Rzeczypospolitej Krakowskiej sprzyjały rozwojowi osadnictwa, w tym intensyfikacji osadnictwa żydowskiego, szczególnie w XIX wieku. W okresie II Rzeczypospolitej Działoszyce funkcjonowały jako lokalny ośrodek handlu płodami rolnymi (głównie zbożem, drobiem i trzodą chlewną). Działało tu również kilka niewielkich zakładów przemysłowych. Według spisu z 1921 roku, miasto liczyło 6755 mieszkańców, z czego około 80% stanowili Żydzi. Do 1939 roku liczba ludności zmniejszyła się do 5872 osób. W czasie okupacji niemieckiej doszło do eksterminacji społeczności żydowskiej. Po włączeniu Górnego Śląska do III Rzeszy wielu Żydów oraz Polaków przemieszczało się w kierunku Generalnej Guberni, co skutkowało wzrostem liczby ludności w rejonie Działoszyce. 2 września 1942 roku do miasta przybyły jednostki Gestapo z Miechowa, wydając rozkaz zgromadzenia całej ludności żydowskiej – zarówno z Działoszyce, jak i pobliskich

miejsowości – na rynku miejskim. Do końca dnia zebrało się tam około 10 000 osób. Trzeciego września wydano rozkaz przetransportowania zgromadzonych do punktu zbornego pod Miechowem, a następnie – głównie – do obozu zagłady w Bełżcu. Większość osób skierowano pieszo na stację kolejową. Około 1500 osób, w tym osoby starsze oraz niezdolne do poruszania się, załadowano na wozy konne i samochody ciężarowe, po czym przewieziono na cmentarz żydowski, gdzie zostali rozstrzelani. Ich ciała pochowano w trzech zbiorowych mogiłach. W kolejnych dniach żołnierze niemieccy przeszukiwali domy opuszczone przez ludność żydowską, konfiskując i wywożąc mienie ruchome. Deportacje i eksterminacja doprowadziły do niemal całkowitego zaniku społeczności żydowskiej w Działoszycach oraz znaczącego spadku liczby ludności – po zakończeniu działań wojennych miasto liczyło mniej niż dwa tysiące mieszkańców.

Budowa geologiczna warstw przypowierzchniowych w rejonie Działoszyc zdominowana jest przez plejstocenyjskie utwory eoliczne, głównie pokrywy lessowe i pyłowe. Ich miąższość wynosi przeciętnie od kilku do kilkunastu metrów, przy czym wykazują one znaczną zmienność morfologiczną zarówno w skali regionalnej, jak i lokalnej. Uzupełnieniem obrazu geologicznego są doliny płaskodenne rzek Jakubówki, Sancygniówki oraz Nidzicy, których osady stanowią holocenyjskie piaski rzeczne i namuły wypełniające tarasy zalewowe oraz dna dolin. Osady te graniczą z polodowcowymi glinami zwałowymi związanymi z kompleksami glacialnymi południowej Polski. W podłożu mogą lokalnie występować wychodnie gipsów lub anhydrytów wieku miocenyjskiego, często w asocjacji z przewarstwieniami ilów, margli, wapieni marglistych, a także soli kamiennej i wapieni z obecnością siarki – jednostek litostratygraficznych zaliczanych do formacji z Krzyżanowic. Podsumowując, obszar objęty badaniami geofizycznymi charakteryzuje się dominacją osadów lessowych i pyłowych o niskiej oporności elektrycznej, lokalnie wzbogaconych o wkładki glin zwałowych oraz osadów aluwialnych.

Miejsca egzekucji i lokalizacja masowych grobów

Wieczorem 2 września do Działoszyc przyjechała kolejką wąskotorową grupa likwidacyjna. Według Chaima Icchaka Wolgelerntera było to 200 Niemców i 300 żołnierzy Baudienstu. Inna relacja wspomina o udziale kilku gestapowców, a także żandarmów i policjantów granatowych. Burmistrzowi miasta nakazano wywieszenie ogłoszeń informujących Żydów o miejscu przymusowego zgromadzenia i zakazujących ludności polskiej udzielania pomocy Żydom pod karą śmierci (Ilustr. 1).



Ilustr. 1. Ogłoszenie informujące Żydów o miejscu przymusowego zgromadzenia i zakazujące ludności polskiej udzielania pomocy Żydom pod karą śmierci.

Następnego ranka rozpoczęła się obława. Żydowskich mieszkańców miasta wypędzono z domów, złapano na ulicach i otoczono na rynku. Wiele osób zostało rozstrzelanych, w tym rabin Mordka Ick Staszewski. Ludzi zaczęto wyprowadzać na cmentarz żydowski, gdzie w nocy junkrzy wykopali trzy duże doły. Do godziny 14.00 żandarmi i gestapowcy zamordowali od 1200 do 1500 osób. Obecni byli Beyerlein, Riedinger i Karl z Miechowa, a także prawdopodobnie funkcjonariusze z 65. batalionu policji stacjonującego w Krakowie. Przed zabiciem ofiarom kazano się rozebrać i ustawić nad rowem. Następnie rozstrzeliwano je w potylicę. Po egzekucji doły zostały zakopane przez żandarmów. Pochowano tam również zamordowanych podczas akcji na ulicach Działoszyce.

14 listopada 1968 r. przeprowadzono wizję terenową, podczas której świadkowie wskazali miejsce egzekucji. Podczas wizji terenowej wykonano kilka zdjęć przedstawiających wskazane i znalezione miejsce (Ilustr. 2 i 3).



Ilustr. 2. Droga prowadząca do miejsca straceń (IPN).



Ilustr. 3. Skarpa, na której w 1942 r. odbywały się egzekucje (IPN).

Dzięki staraniom Urzędu Miejskiego w Działoszycach w 1989 r. wyznaczono część terenu dawnego cmentarza i wzniesiono pomnik ku czci żydowskich mieszkańców, zamordowanych przez okupantów w 1942 r. Na podstawie widocznej skarpy i pojedynczych drzew można ustalić, gdzie wykonano zdjęcia, a jednocześnie gdzie odbywały się egzekucje.

2. Analiza i interpretacja historycznych zdjęć lotniczych

Zapytania archiwalne dotyczące wyszukiwania

W celu interpretacji obszaru cmentarza żydowskiego w Działoszycach przeprowadzono zapytania archiwalne w celu znalezienia i pozyskania materiałów fotogrametrycznych i kartograficznych. Przeszukano archiwa amerykańskie oraz zasoby Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (GUGiK) w Polsce. Pozyskano również inne materiały (relacje świadków oraz fotografie terenowe), które zostały wykorzystane w poszukiwaniach miejsc egzekucji oraz lokalizacji mogił masowych.

Zdjęcia lotnicze z lat 1939–1945 dostępne w NARA, Record Group 373

W ramach zlecenia wyszukiwania zdjęć lotniczych przeprowadzono zapytania w archiwum National Archives and Records Administration (NARA)¹ dotyczące zdjęć obejmujących teren cmentarza w Działoszycach z lat 1939–1945. Zapytanie dotyczyło zbiorów z grupy 373, obejmujących zdjęcia lotnicze i satelitarne oraz materiały kartograficzne i architektoniczne, m.in. serię 373.3, zawierającą zdjęcia z lat 1935–1960 wykonane przez lotnictwo niemieckie i alianckie².

Zdjęcia te są udostępniane jako materiały w domenie publicznej. Zgodnie z informacją na stronie NARA: „Większość cyfrowych obrazów w katalogu online znajduje się w domenie publicznej. Nie jest wymagana pisemna zgoda na ich użycie. Będziemy wdzięczni za podanie jako źródła: National Archives and Records Administration”.

¹ Adres archiwum: National Archives at College Park, 8601 Adelphi Road, College Park, MD 20740-6001

² Zbiór fotografii wykonanych przez alianckich lotników liczy 2 863 800 sztuk, a przez lotników niemieckich — 1 209 520.

Na podstawie wyników zapytania stworzono listę zdjęć dla obszaru cmentarza i zamówiono dostępne fotografie.

Uzyskane fotografie

W ramach zamówienia pozyskano jedno niemieckie (Luftwaffe) zdjęcie lotnicze, zeskanowane skanerem EPSON Expression 12000 XL w rozdzielczości 600 DPI. Jest to jedyne zdjęcie dostępne w archiwum dla omawianego obszaru.

Opis techniczny uzyskanej fotografii

1. Sygnatura: GX 12334

Seria zdjęć wykonana kamerą Carl Zeiss RB-30 (ogniskowa 200 mm), 17 stycznia 1945 r., godzina 11:09. Uzyskane obrazy są niskiej jakości. (Ilustr. 4)

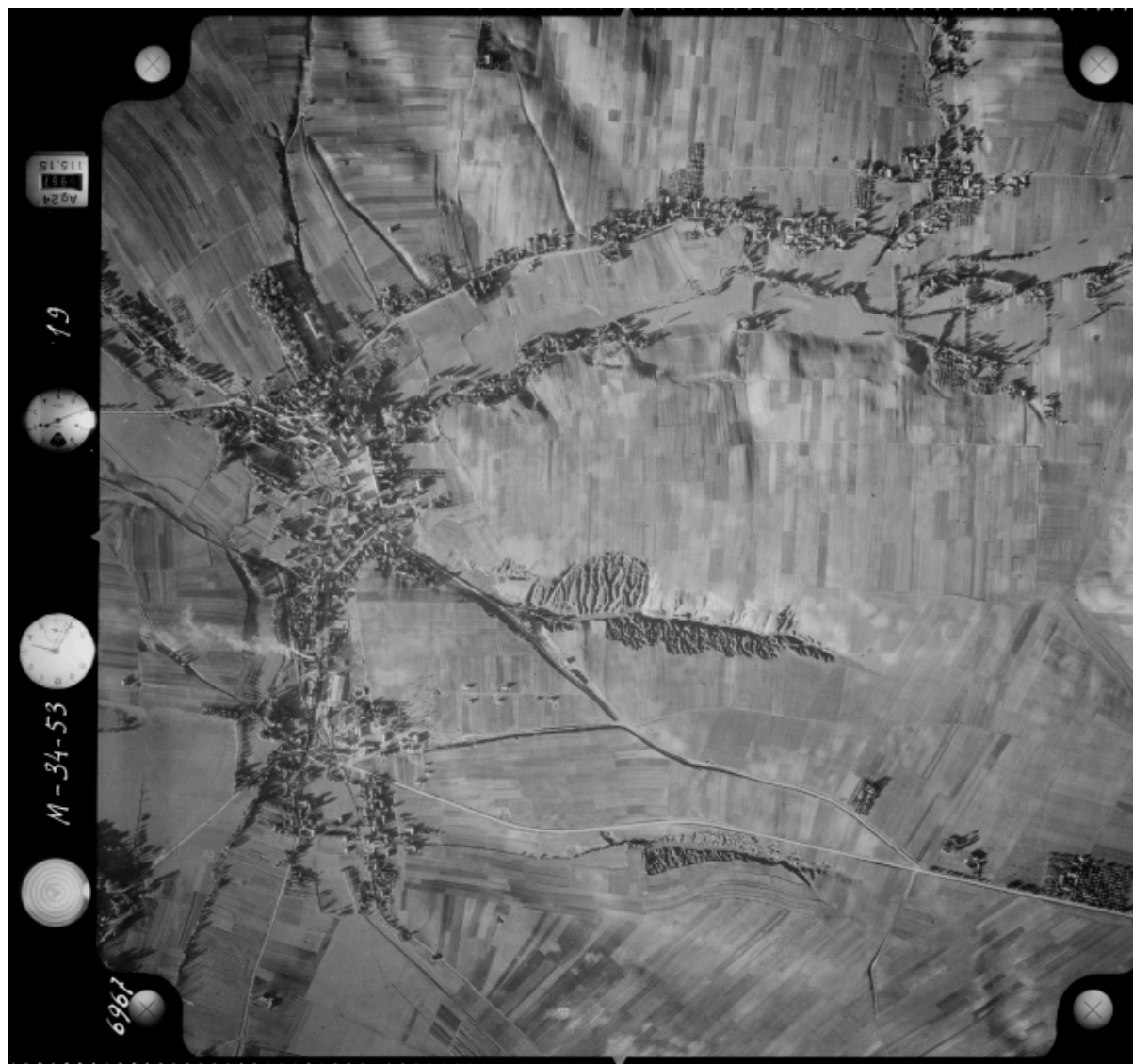


Ilustr. 4. Zdjęcie lotnicze wykonane w 1945 roku.

Zdjęcia lotnicze, ortofotomapy i dane ze skaningu laserowego z Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego

Ortofotomapa to produkt uzyskany w wyniku geometrycznej obróbki zdjęcia lotniczego. Proces ten, znany jako ortorektyfikacja, jest powszechnie znany jako zmiana rzutu centralnego na rzut ortogonalny. Ortofotomapa jest przedstawiona w określonym układzie kartograficznym i współrzędnych i zapewnia odpowiednią dokładność sytuacyjną. W przeciwieństwie do ortofotomapy nie zachowuje określonego podziału sekcji/arkusza i nie staje się produktem końcowym, ale jest produktem pośrednim. Ortofotomapa to zbiór mozaikowanych ortofotomap. W Polsce ortofotomapy zgromadzone w Centralnym Zasobie Geodezyjnym i Kartograficznym udostępnia Główny Urząd Geodezji i Kartografii. W ramach

wykonanego zadania zebrano zdjęcia lotnicze i ortofotomapy z 1957 r. (Ilustr. 5), 1997 r. i 2022 r. Wybór zdjęć poprzedziła analiza możliwego wykorzystania dostępnych materiałów fotogrametrycznych w polskich archiwach.



Ilustr. 5. Zdjęcie lotnicze z 1957 roku przedstawiające miejscowość Działoszyce.

Opisane powyżej materiały archiwalne w formie zdjęć lotniczych pozwalają na interpretację i analizę terenu cmentarza. W ramach wykonywanego zlecenia pozyskano i opisano również aktualny zbiór danych przestrzennych, dostępnych dla obszaru zagospodarowania. Materiał ten pomoże odnieść wyniki analiz i interpretacji materiałów archiwalnych do aktualnej sytuacji terenowej. Ma to ogromne znaczenie dla planowania badań terenowych, zarówno nieinwazyjnych, jak i inwazyjnych, a także dla przyszłego upamiętnienia.

Metodologia badań

Do określenia granic cmentarza i interpretacji zostały wykorzystane dane archiwalne i bieżące dotyczące otaczającego terenu. Dane archiwalne w postaci zdjęć lotniczych wykonanych w 1957 r. stanowią główny materiał do odtworzenia granic cmentarza i analizy historycznego pokrycia terenu. Aktualne dane w postaci zdjęć lotniczych zostały wykorzystane do odniesienia (georeferencji) danych archiwalnych i umożliwią wizualizację wybranych obiektów archiwalnych na aktualnym tle. Do praktycznej interpretacji i analizy terenu wykorzystano oprogramowanie QGIS. W pierwszym etapie prac pozyskano warstwy wektorowe, pokazujące granicę cmentarza i obiekty terenowe widoczne na fotografii z 1957 r.: prawdopodobną granicę i poszczególne macewy. Utworzone warstwy wektorowe pozwoliły na tworzenie załączników graficznych. Wszystkie dane uzyskane z interpretacji zostały zapisane w Krajowym Systemie Odniesienia Przestrzennego: system 2000, strefa 7 (UTM 34N do pomiarów). Pomogło to wygenerować współrzędne geodezyjne wybranych obiektów. Współrzędne te pozwolą na odwzorowanie zidentyfikowanych obiektów na tym obszarze na zdjęciach lotniczych wykonanych w 1945 i 1957 roku.

Ogrodzenie cmentarza

Pierwotna lokalizacja cmentarza na mapie topograficznej pozwoliła na dokładne umiejscowienie obiektu na zdjęciach lotniczych. W celu ustalenia granicy cmentarza wykorzystano również dane z Rejestru Gruntów i Nieruchomości. Rejestr Gruntów i Nieruchomości, czyli kataster nieruchomości, jest publicznym rejestrem danych przestrzennych dotyczących gruntów, budynków i lokali, a także danych o właścicielach nieruchomości. Obecny przebieg granic gruntów nie pokrywa się z granicami cmentarza widocznymi na zdjęciu z 1957 r. (Ilustr. 5).

Interpretację granicy cmentarza ułatwiła również (tylko granica południowa) forma nasypu ziemnego cmentarza, który przetrwał do 1957 r. Mur widoczny jest jako jasna linia i ciemny (prawie czarny) cień. Jeśli mur był prostopadły do źródła światła, cień widoczny jest jako ciemne tony blokujące obiekty po drugiej stronie nasypu ziemnego (nieoświetlone przez źródło światła).



Ilustr. 6. Ortofotomapa z 1957 r. z rejestrzem gruntów i nieruchomości (niebieskie linie).

Pozostały przebieg granicy ustalono na podstawie tekstury wypełniającej obszar, podejrzewanej o to, że jest to tekstura cmentarza (Ilustr. 6).

Obecną teksturę cmentarza można opisać jako:

- ziarnistą i nieregularną – wynikającą z ułożenia nagrobków i roślinności między nimi,
- plamistą i ziarnistą – zróżnicowaną pod względem cieni i odbić światła od nagrobków.



Ilustr. 7. Ortofotomapa z 1957 r. z rejestrzem gruntów i nieruchomości (linie niebieskie) oraz przybliżoną linią graniczną (linie czerwone).

Wyznaczona granica pozwala obliczyć powierzchnię cmentarza z 1957 r. — 12 800 m² (1,28 ha).

Na terenie cmentarza widoczne są również pojedyncze duże macewy (w formie pomników), rzucające cień na fotografii z 1957 r. (Ilustr. 8).



Ilustr. 8. Ortofotomapa z 1957 r., linie niebieskie to obecne granice katastru gruntowego, przybliżona linia graniczna (linie czerwone) oraz poszczególne macewy.

Wykorzystując teksturę opisaną powyżej, wyznaczono również dwa dodatkowe obszary sąsiadujące z cmentarzem (Ilustr. 9). Mogą to być części cmentarza, które były używane w niedawnych czasach. Nie są to jednak widoczne pojedyncze nagrobki. Obszar na północy

graniczy z polami uprawnymi, a jego tekstura może odpowiadać uprawom, takim jak ziemniaki. Wyznaczone dodatkowe obszary mogą zostać poddane wizycie terenowej, a w przyszłości szczegółowemu badaniu.



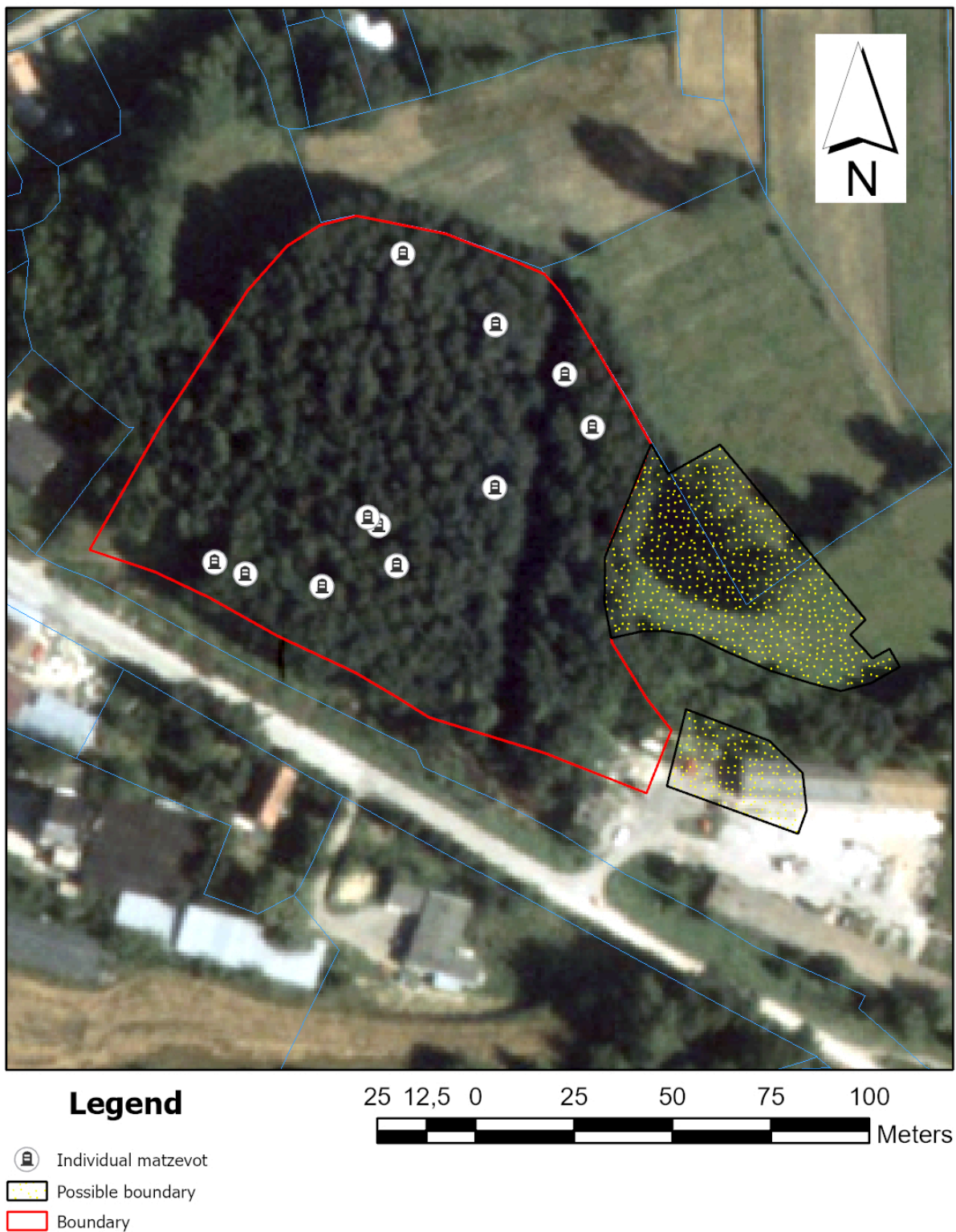
Ilustr. 9. Ortofotomapa z 1957 r. Niebieskie linie to obecne granice katastru gruntowego. Granica cmentarza została zaznaczona na czerwono. Obszary, które można przypisać jako grunty cmentarne (ostatni okres eksploatacji), są zaznaczone na czarno.

Z zeznań wiemy, że w pierwszych dniach września 1942 r. Niemcy rozstrzelali na cmentarzu (według innych źródeł w pobliżu cmentarza) około 1500-1600 Żydów, głównie ludzi starszych. Ciała pochowano na cmentarzu w mogiłach zbiorowych.

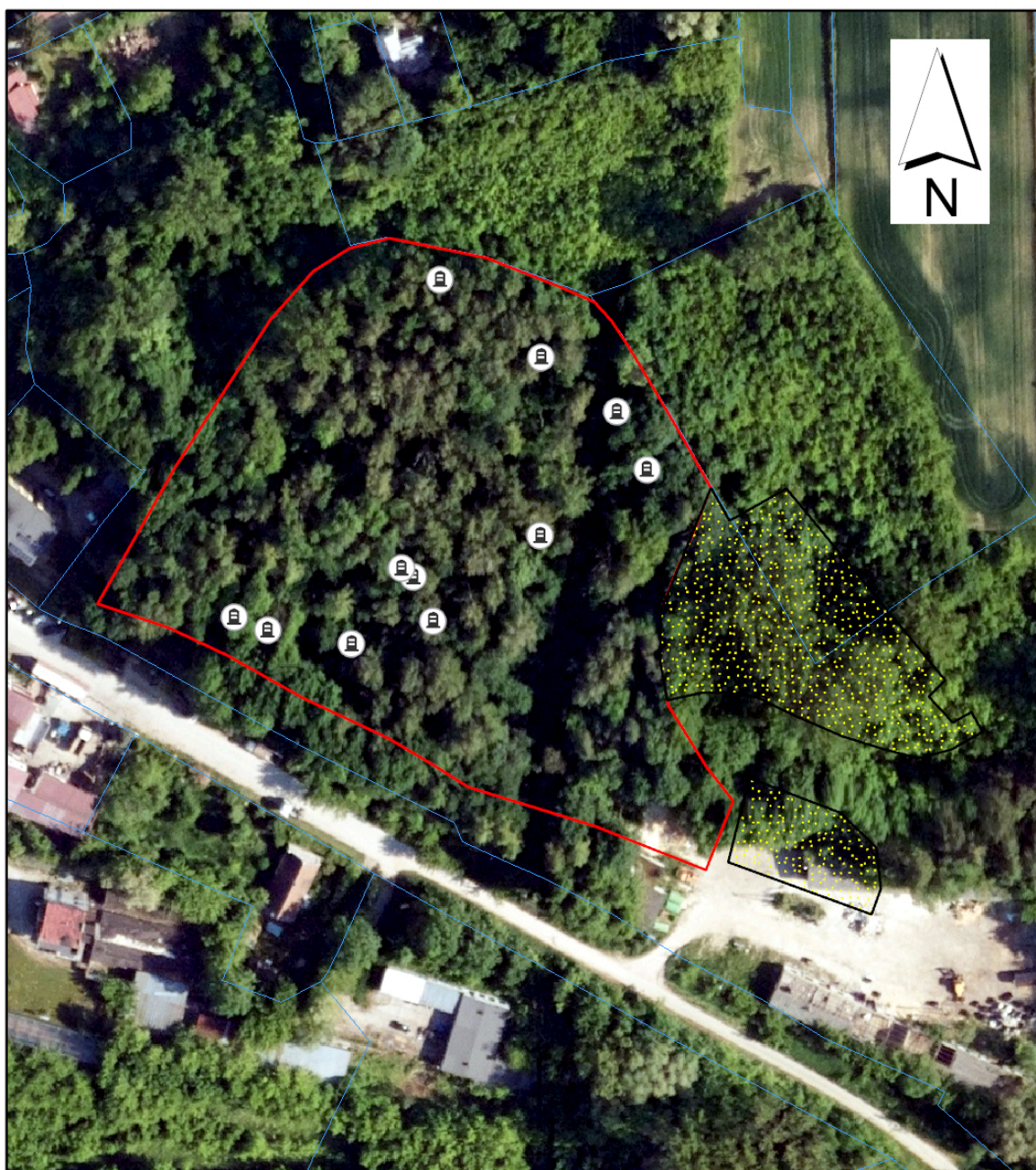
Najlepszym materiałem do wytyczenia takich obszarów są zdjęcia lotnicze z okresu II wojny światowej. Niestety, jedyne dostępne zdjęcie cmentarza zostało wykonane w styczniu 1945 r. Jakość zdjęcia jest bardzo słaba i nie pozwala na wskazanie miejsca egzekucji. Ponadto proces interpretacji utrudnia zalegający na ziemi śnieg.

Na zdjęciu z 1957 r. nie widać żadnych naruszeń gruntu, które mogłyby wskazywać na ślady grobów zbiorowych. Teren cmentarza jest równomiernie porośnięty niską roślinnością - w tym trawą.




Na podstawie analizy przygotowano oznaczenia widoczne na poniższych mapach jako podstawę dla kolejnych etapów badań.



Ortofotomapa z 1997 r. Niebieskie linie to obecne granice katastru gruntowego. Granica cmentarza została zaznaczona na czerwono. Obszary, które można przypisać jako grunty cmentarne (ostatni okres eksploatacji) są zaznaczone na czarno.



Legend

-  Individual matzevot
-  Possible boundary
-  Boundary



Ortofotomapa z 2022 r. Niebieskie linie to obecne granice katastru gruntowego. Granica cmentarza została zaznaczona na czerwono. Obszary, które można przypisać jako grunty cmentarne (ostatni okres eksploatacji), są zaznaczone na czarno.

3. Badania geodezyjne



Ilustr. 10. Ortofotomapa z 1957 r. Miejsce wykonania zdjęcia z oględzin terenowych (Il. 11)

Wizyta terenowa przeprowadzona w lutym 2025 r.

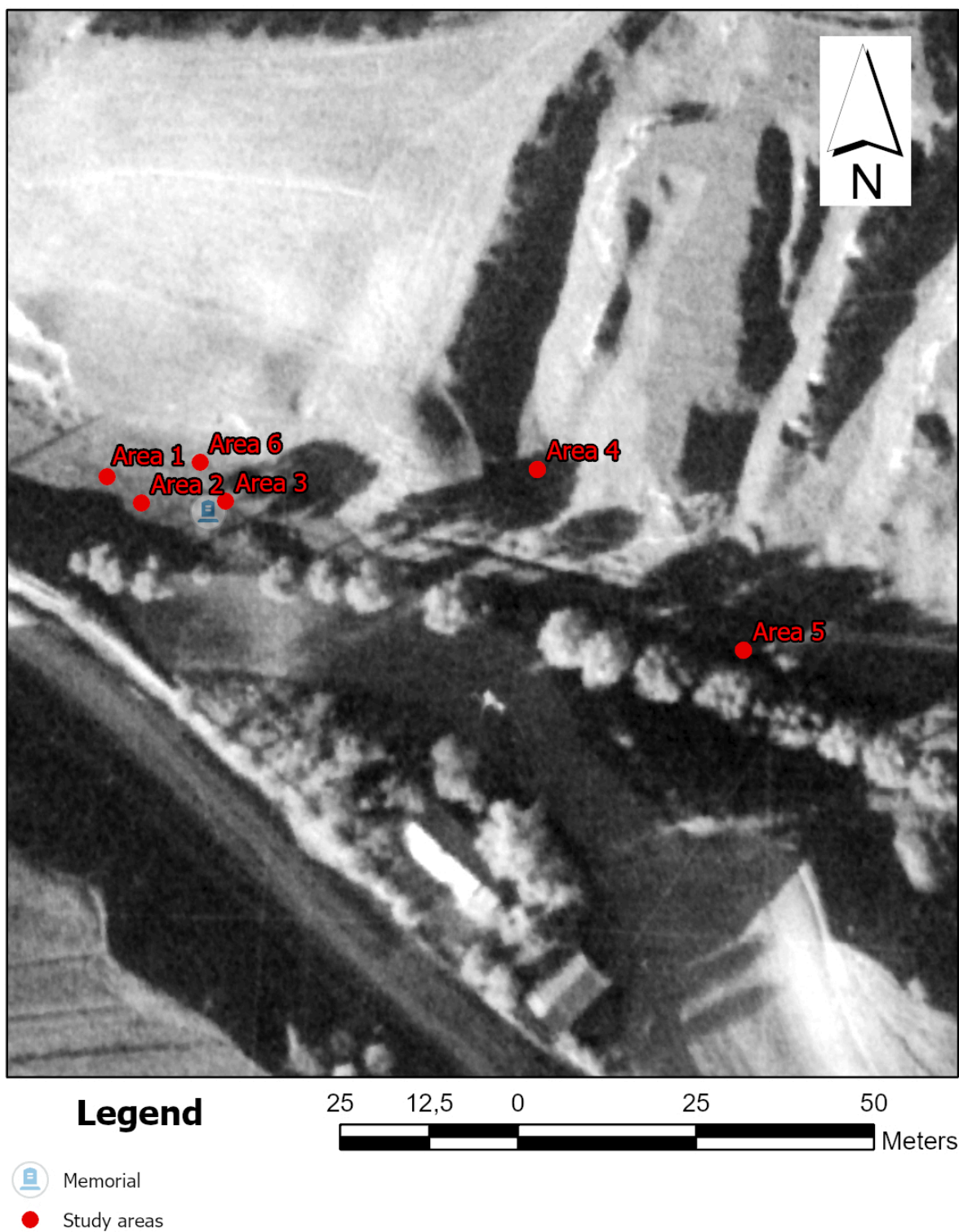
Badania nad poszukiwaniem miejsc egzekucji i grobów masowych w bliskim sąsiedztwie cmentarza żydowskiego w Działoszycach przeprowadzono w sposób metodyczny i wieloetapowy, w celu dokładnego wytypowania obszarów wymagających dalszej analizy. Proces rozpoczął się od wizyty terenowej, która umożliwiła bezpośrednie zbadanie obszaru i ocenę jego stanu. Kluczowym elementem było spotkanie z osobą posiadającą wiedzę przekazaną przez naocznych świadków wydarzeń historycznych. Osoba ta zidentyfikowała zarówno prawdopodobne miejsce egzekucji, jak i lokalizację grobów masowych, co stanowiło ważny punkt wyjścia do dalszych prac.





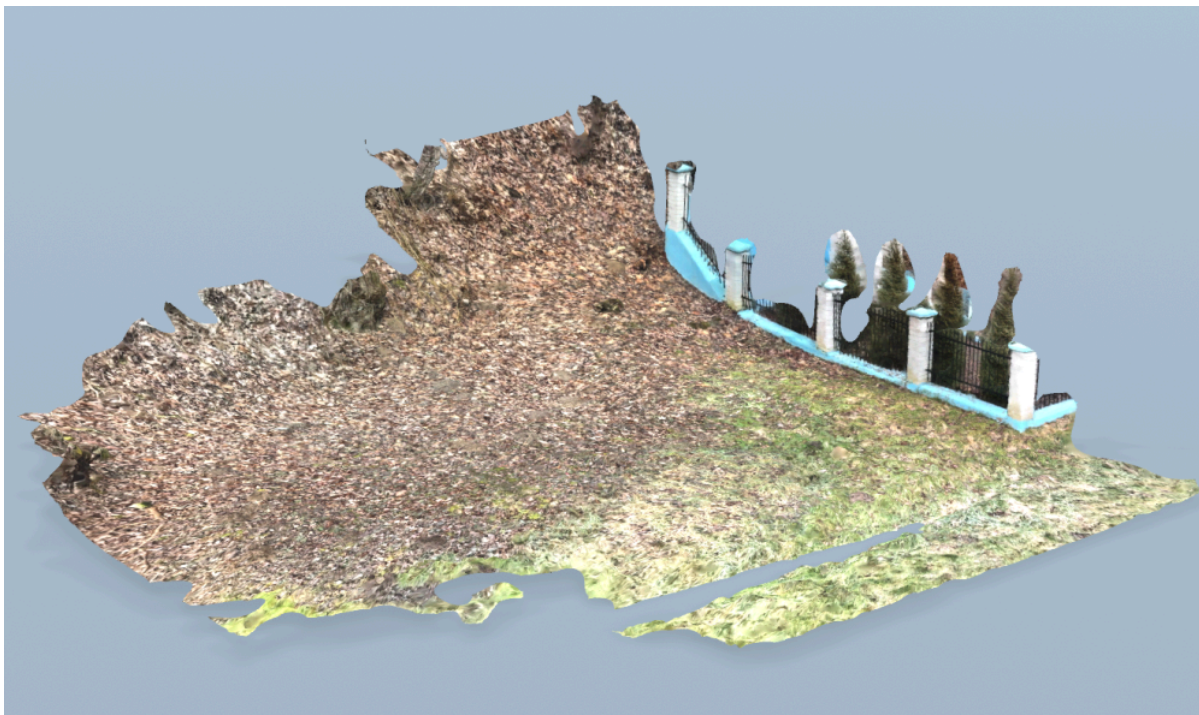
Ilustr. 11. Zdjęcia z wizyty terenowej.

Podczas wizyty uzyskano dokładne współrzędne geograficzne zidentyfikowanych miejsc, co pozwoliło na ich dokładne oznaczenie na mapach i w dokumentacji. Wykonano również serię zdjęć, które stanowią wizualne potwierdzenie obecnego stanu miejsca i mogą służyć jako materiał porównawczy w przyszłości (Ilustr. 11). Ponadto miejsce zostało zeskanowane za pomocą ręcznego skanera LIDAR (Ilustr. 13, 14, 15). Technologia ta umożliwiła uzyskanie szczegółowego obrazu topografii powierzchni, w tym wykrycie niewielkich nierówności i zagłębień terenu. Te ostatnie, według relacji świadków, mogą odpowiadać miejscom egzekucji i masowych pochówków, co czyni je priorytetowymi punktami dalszych badań.

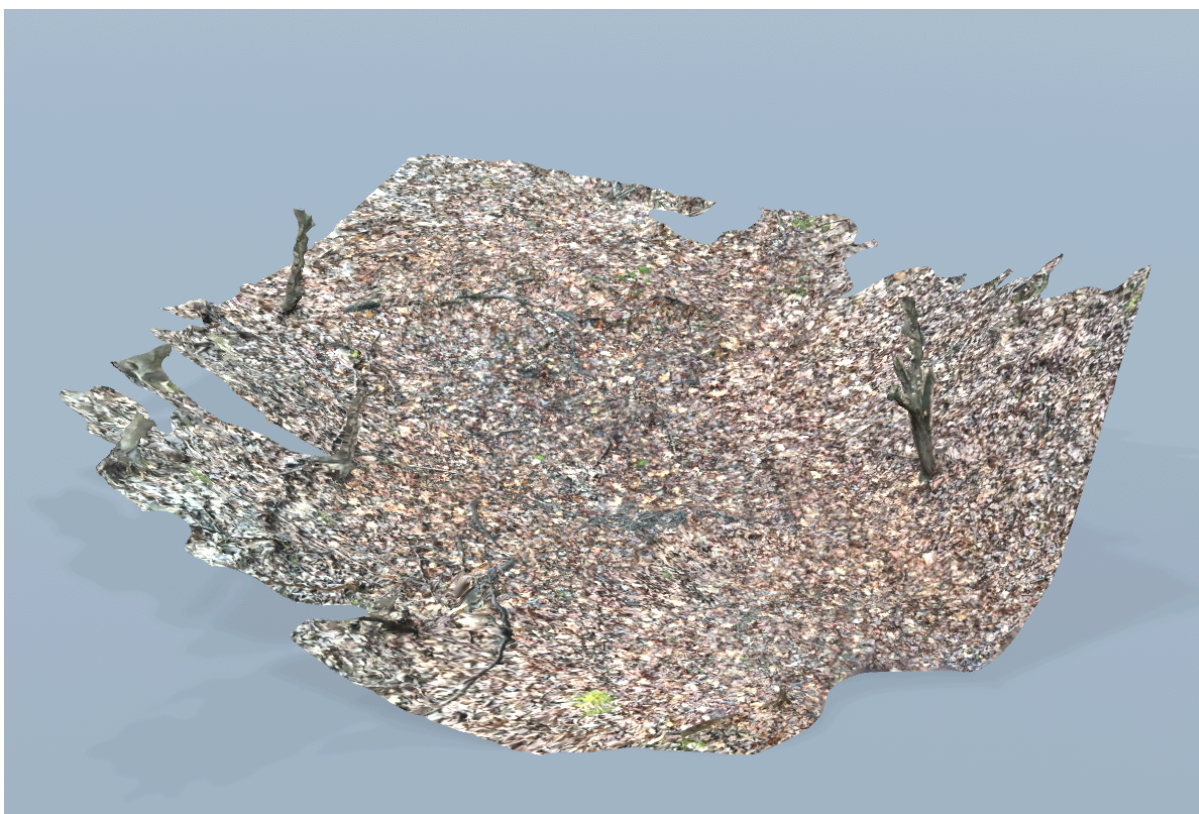


Ilustr. 12. Ortofotomapa z 1957 r. Lokalizacje wyznaczonych obszarów badań terenowych

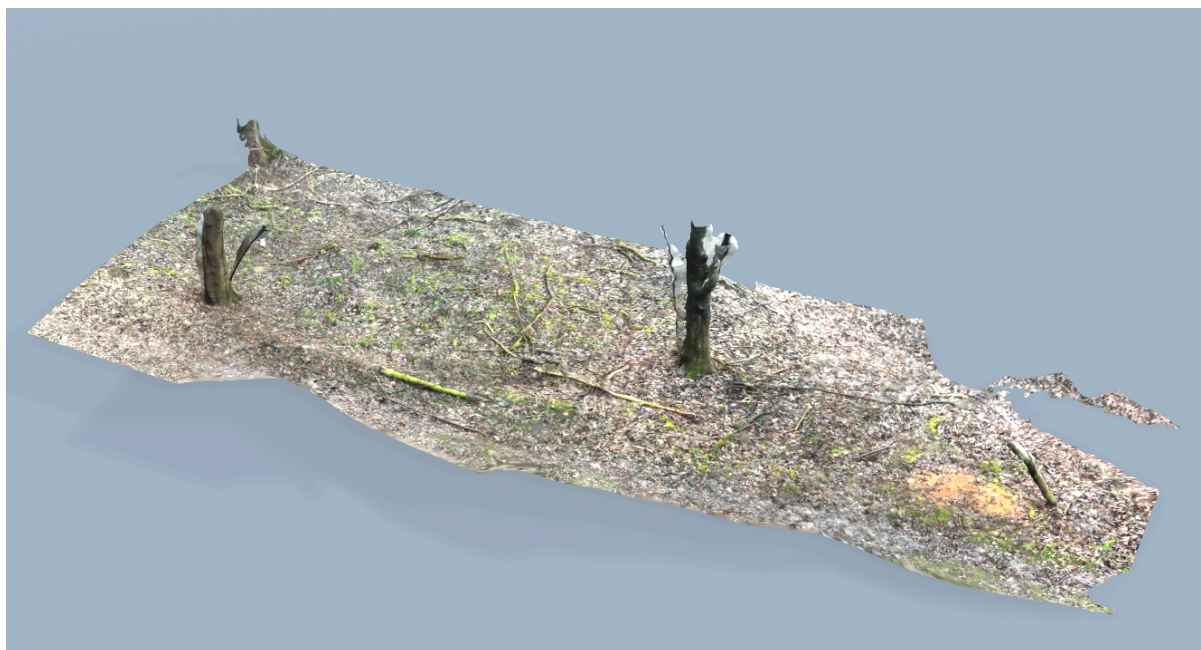
Zebrane dane – współrzędne, zdjęcia i wyniki skanów LIDAR – stworzyły solidną podstawę do zaplanowania kolejnych etapów prac.



Ilustr. 13. Wizualizacja terenu uzyskana za pomocą skanowania laserowego – obszar 2.



Ilustr. 14. Wizualizacja terenu uzyskana za pomocą skanowania laserowego – obszar 4.



Ilustr. 15. Wizualizacja terenu uzyskana za pomocą skanowania laserowego – obszar 5.

W kolejnej fazie zidentyfikowane obszary poddane zostały badaniom geofizycznym, takim jak GPR, magnetometria i konduktometria, które umożliwią nieinwazyjne badanie struktury gruntu i potwierdzenie obecności anomalii, które mogą wskazywać na masowe groby. Podejście to łączy tradycyjne metody oparte na relacjach świadków z nowoczesnymi technologiami, zwiększając szansę na dokładne zlokalizowanie i udokumentowanie miejsc o znaczeniu historycznym. Dalsza analiza będzie kluczowa dla potwierdzenia wstępnych ustaleń i zachowania pamięci o tragicznych wydarzeniach związanych z tym miejscem.

Podsumowanie badań geodezyjnych

Analiza zdjęć lotniczych z 1944 i 1957 r., danych ze skanowania laserowego i wyników wizyty terenowej pozwoliła na wybranie obszaru do dalszych badań geofizycznych. Połączenie historycznego materiału archiwalnego z nowoczesną technologią i relacjami świadków umożliwiło wstępną identyfikację miejsc wymagających dalszego potwierdzenia, co jest ważnym krokiem w procesie dokumentowania przeszłości tego obszaru.

4. Badania geofizyczne: badania z wykorzystaniem magnetometru i konduktometru

Opis metody

W niniejszym rozdziale przedstawiono charakterystykę dwóch metod geofizycznych, które znalazły szerokie zastosowanie w badaniach archeologicznych – magnetometrii gradientowej oraz metody konduktometrycznej. Obie techniki należą do grupy nieinwazyjnych metod prospekcji geofizycznej i umożliwiają identyfikację struktur podpowierzchniowych o zróżnicowanych właściwościach fizycznych, bez konieczności prowadzenia prac ziemnych. Ich komplementarne właściwości pozwalają na skuteczne rozpoznanie zarówno anomalii związanych z antropogenicznymi przekształceniami środowiska gruntowego, jak i naturalnych zróżnicowań litologicznych. W dalszej części rozdziału omówiono podstawy fizyczne obu metod, zakres ich zastosowań, sposób prowadzenia pomiarów oraz specyfikę interpretacji uzyskiwanych danych w kontekście badań archeologicznych.

Magnetometria

Magnetometria to nieinwazyjna i powierzchniowa metoda geofizyczna, która mierzy natężenie ziemskiego pola magnetycznego. Zmiany w tym polu pozwalają odkrywać różne właściwości magnetyczne ośrodka, co znalazło zastosowanie w różnych dziedzinach. Stosowana jest w geologii do rozpoznawania struktur magmowych oraz w inżynierii do badania rurociągów i odkrywania niewybuchów. W dziedzinie archeologii pozwala na mapowanie pogrzebanych zabudowań i palenisk, czy też grobów.

Obiekty znajdujące się w zasięgu pola magnetycznego ulegają zjawisku indukcji, czyli namagnesowaniu. Stopień namagnesowania zależy od wektora natężenia T i podatności magnetycznej substancji, co pozwala na podział ciał na różne grupy. Diamagnetyki, paramagnetyki i antyferromagnetyki to ciała o różnym poziomie namagnesowania. Jednak to ferromagnetyki mają najmocniejsze oddziaływanie z polem magnetycznym, powodując zaburzenia w jego natężeniu. To właśnie te anomalie są identyfikowane w magnetometrii poszukiwawczej. Dzięki tej metodzie, możemy wnioskować o występowaniu różnorodnych struktur i obiektów ferromagnetycznych w skorupie ziemskiej. Odkrycie takich obiektów może być związane z występowaniem rud metali, złóż krystalicznych, żył magmowych czy też zlokalizowaniem obiektów archeologicznych czy reliktyw historycznych. Magnetometria pozwala także na wykrywanie elementów podziemnych sieci uzbrojenia terenu.

W tym przypadku zastosowano wariant metody magnetometrycznej – pomiar pionowego gradientu pola. Technika ta polega na równoczesnym mierzeniu pola magnetycznego w dwóch sondach oddalonych od siebie. Im większa odległość między czujnikami, tym większy zasięg tej metody, co pozwala na badania w większych głębokościach. Głównym obszarem zastosowania tej metody są badania archeologiczne. Jest to dedykowane narzędzie, które pozwala na skuteczne odkrywanie pogrzebanych struktur i palenisk, bez konieczności wykonywania jednoczesnego pomiaru referencyjnego. Dzięki temu upraszcza się proces badawczy, a wyniki są dokładne i precyzyjne.

Konduktometr (FDEM)

Metoda konduktometryczna (FDEM lub slingram) jest jedną z metod elektromagnetycznych stosowanych w geofizyce. Kluczowe znaczenie dla działania konduktometru ma sposób generowania, przesyłania i odbierania prądu. Konduktometr wykorzystuje dwie cewki rozmieszczone w odstępach s . Pierwsza z tych cewek, cewka nadawcza, jest źródłem prądu o niskiej częstotliwości (od kilku do kilkudziesięciu kHz). Gdy prąd przepływa przez cewkę nadawczą, generuje to zmienne pole magnetyczne, określane jako pole pierwotne - H_p . To pierwotne pole magnetyczne ma kluczowe znaczenie, ponieważ przenika przez ośrodek skalny. W rezultacie w ośrodku generowane są prądy wirowe, co skutkuje wtórną indukcją magnetyczną. Cewka odbiorcza odgrywa równie ważną rolę. Rejestruje ona wtórne pole magnetyczne wytworzone w gruncie. Działa to na zasadzie indukcji magnetycznej, która prowadzi do przepływu prądu. Istnieje bezpośrednia korelacja między przewodnością ośrodka pod wpływem indukcji magnetycznej, a różnicą w natężeniu pola magnetycznego między polem generowanym w cewce nadawczej (H_p), a polem rejestrowanym przez cewkę odbiorczą (H_s). Podczas badań wykorzystano konduktometr z sześcioma parami cewek nadawczych i odbiorczych, co pozwoliło na jednoczesny pomiar przewodności gruntu na sześciu głębokościach. Podczas badania mierzone są jednocześnie dwa parametry: przewodność pozorna w celu zarejestrowania zmian w warunkach przewodności gruntu oraz względna wartość składowej pionowej pola magnetycznego. Ten tak zwany parametr fazowy (in-phase) umożliwia wykrywanie podziemnych obiektów metalowych.

Przetwarzanie

Obie metody wymagają wstępnego przetworzenia zarejestrowanych danych pomiarowych, a następnie ich właściwej interpretacji w kontekście geofizycznym i archeologicznym. Szczegółowy opis poszczególnych etapów przetwarzania danych zostanie przedstawiony odrębnie dla każdej z omawianych metod. Pomiary każdą z metod przeprowadzono na pięciu

poligonach badawczych, zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie. Każdy z tych obszarów stanowił jednak odrębne zadanie interpretacyjne.

Badania przeprowadzono na trzech poligonach badawczych zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca upamiętnienia Cmentarza Żydowskiego w Działoszycach oraz na dwóch dodatkowych obszarach pomiarowych, położonych w pewnym oddaleniu – po przeciwnych stronach drogi leśnej. Teren badań charakteryzował się znacznym stopniem złożoności w kontekście zastosowanych metod geofizycznych. Dla trzech pierwszych poligonów istotnym źródłem zakłóceń była przebiegająca w pobliżu linia energetyczna. Dodatkowo, w bezpośredniej bliskości poligonów 2 i 3 zlokalizowane jest metalowe ogrodzenie pomnika, co znacząco wpłynęło na jakość danych. Obszary te cechowały się najwyższym poziomem zakłóceń w przypadku obu metod pomiarowych.

Czwarty poligon zlokalizowany był w obrębie wąwozu lessowego, po jednej stronie drogi, natomiast piąty – w niewielkiej dolinie po stronie przeciwnej. Na tych dwóch stanowiskach główne zakłócenia wynikały z obecności porozrzucanych fragmentów metalu, takich jak druty, puszki, stare naczynia czy kapsle. W miarę możliwości teren został uprzątnięty przed rozpoczęciem prac pomiarowych.

Magnetometria

Pomiar został wykonany w quasi-regularnej siatce pomiarowej wzdłuż profili oddalonych od siebie o około 50 cm, z uwzględnieniem obszarów w których pomiar ten nie był możliwy do przeprowadzenia – gęsta szata roślinna lub drzewa. Przetwarzanie danych wykonane zostało wykonane z użyciem standardowych procedur. Do dalszego przetwarzania nie były uwzględniane pomiary zaburzone i przesterowane, oraz punktowe anomalie (tzw. szpilki). Za takie punktowe anomalie wybrane zostały punktu o wartościach przekraczających 1000 nT/m względem obydwu sąsiadujących punktów pomiarowych. Następnie dane zostały wyinterpolowane za pomocą procedury krigingu, z jednoczesnym wykluczeniem obszarów niepokrytych danymi. Na rysunkach obszary o dodatniej wartości pionowego gradientu zaznaczono kolorem pomarańczowym, natomiast o wartości ujemnej kolorem niebieskim.

Pionowy gradient magnetyczny liczony jest jako różnica pomiędzy odczytem na dolnej sondzie względem odczytu na sondzie górnej. W przypadku wykonywanych pomiarów oddalenie pomiędzy czujnikami wynosiło 1m, ponieważ koncentrowaliśmy się na efektach od struktur przypowierzchniowych. Dodatni efekt magnetyczny powinien zostać uzyskany bezpośrednio nad obszarami obfitującymi w obiekty ferromagnetyczne, natomiast ujemny w pewnym oddaleniu od nich. Z uwagi na bliskość elementów metalowych, jak wspomniany

plot, skrajne wartości widoczne na mapie rozkładu gradientu pionowego pola magnetycznego należy utożsamiać właśnie z nimi.

Konduktometr (FDEM)

Badanie przeprowadzono w quasi-regularnej siatce, w tym w obszarach, w których pomiar ten był niemożliwy – gęste zarośla / drzewa. Przetwarzanie danych odbywało się przy użyciu standardowych procedur. Pomiarzy zaburzone i przesterowane, a także anomalie punktowe (tzw. szpilki) nie były brane pod uwagę w dalszym przetwarzaniu. Przeprowadzono jednowymiarową interpretację danych opornościowych, tj. dla każdej krzywej terenowej obliczono krzywą modelową, tak aby błąd dopasowania był jak najmniejszy. Za dopuszczalny błąd uznano wartość nie większą niż 5%. Interpretacja 1D została przeprowadzona oddzielnie dla każdego punktu pomiarowego, który został potraktowany jako osobne sondowanie. Dane zostały następnie interpolowane przy użyciu procedury krigingu, przy jednoczesnym wykluczeniu obszarów nieobjętych danymi. Na rysunkach miejsca o wysokich wartościach oporności zaznaczono kolorem czerwonym, a miejsca o niskich wartościach oporności kolorem niebieskim.

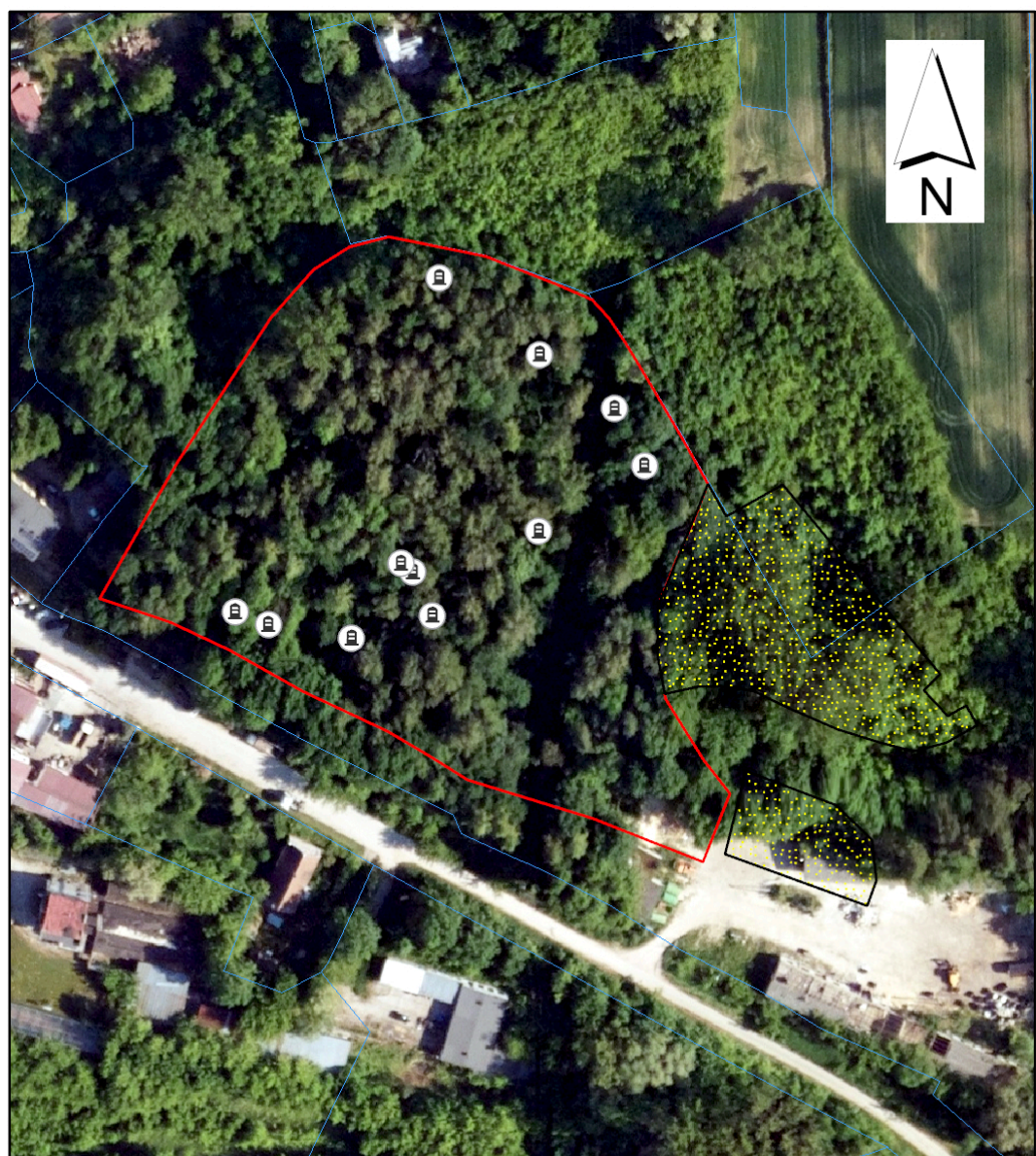
Przedstawienie wyników

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki pomiarów geofizycznych uzyskane w trakcie badań na pięciu wyznaczonych poligonach badawczych. Każdy z obszarów analizowany jest oddzielnie, zgodnie z ustaloną kolejnością. Prezentację wyników otwierają mapy uzyskane w ramach pomiarów magnetycznych. Dla każdego obszaru jako pierwsze zamieszczono zestawienie dwóch map: po lewej stronie przedstawiono rozkład pełnego pola magnetycznego na mapie cieniowanej, natomiast po prawej – mapę pionowego gradientu magnetycznego. W celu wyeliminowania wpływu zmian globalnych i umożliwienia analizy jedynie anomalii rezydualnych, dane pełnego pola magnetycznego zostały uprzednio znormalizowane. Proces normalizacji oparto na danych referencyjnych pochodzących z Centralnego Obserwatorium Geofizycznego w Belsku, udostępnianych za pośrednictwem sieci Intermagnet.




W dalszej kolejności dla każdego obszaru przedstawiono analogiczny zestaw map, na których zaznaczono potencjalne struktury mogące odpowiadać miejscom pochówków. Mapy te mają na celu wizualizację możliwych interpretacji anomalii geofizycznych w kontekście poszukiwanych obiektów archeologicznych.

W analogicznej strukturze zaprezentowano wyniki uzyskane metodą konduktometryczną. Dla każdego z analizowanych obszarów przygotowano zestaw sześciu map prezentujących

rozkład przewodności (odwrotności oporności właściwej) dla wybranych głębokości: 0,25 m, 0,5 m, 0,8 m, 1,1 m, 1,6 m oraz 2,3 m. Następnie, na każdą z tych map naniesiono oznaczenia lokalizacji potencjalnych obiektów o cechach mogących wskazywać na obecność struktur grobowych. Taki schemat prezentacji umożliwia porównanie wyników uzyskanych z wykorzystaniem dwóch niezależnych metod oraz ocenę spójności interpretacji przestrzennej.



Legend

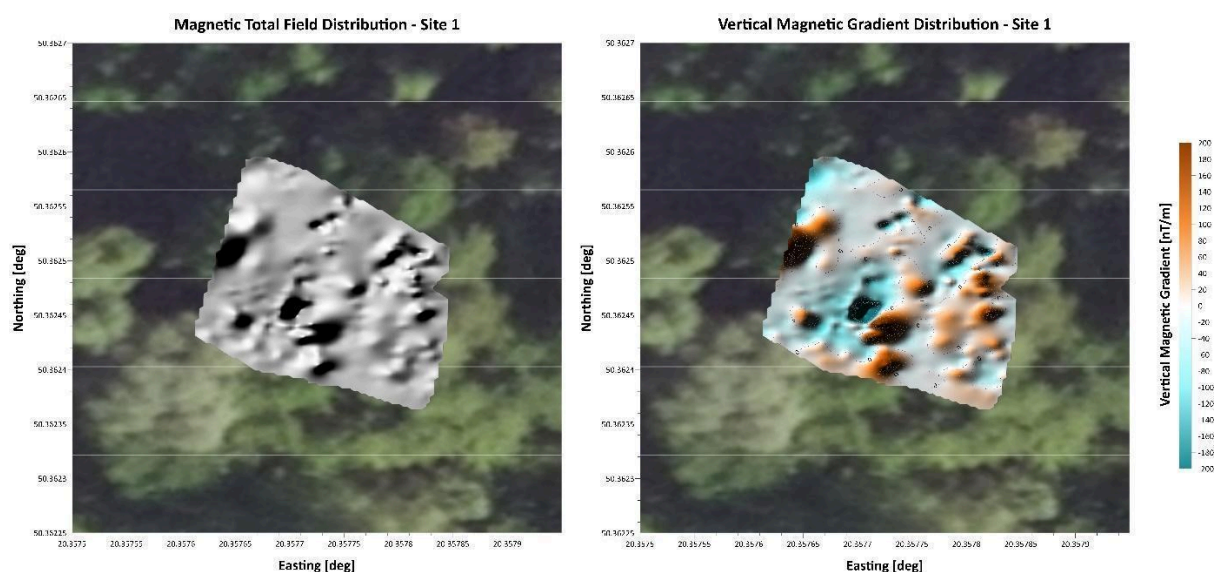
-  Individual matzevot
-  Possible boundary
-  Boundary

25 12,5 0 25 50 75 100
Meters

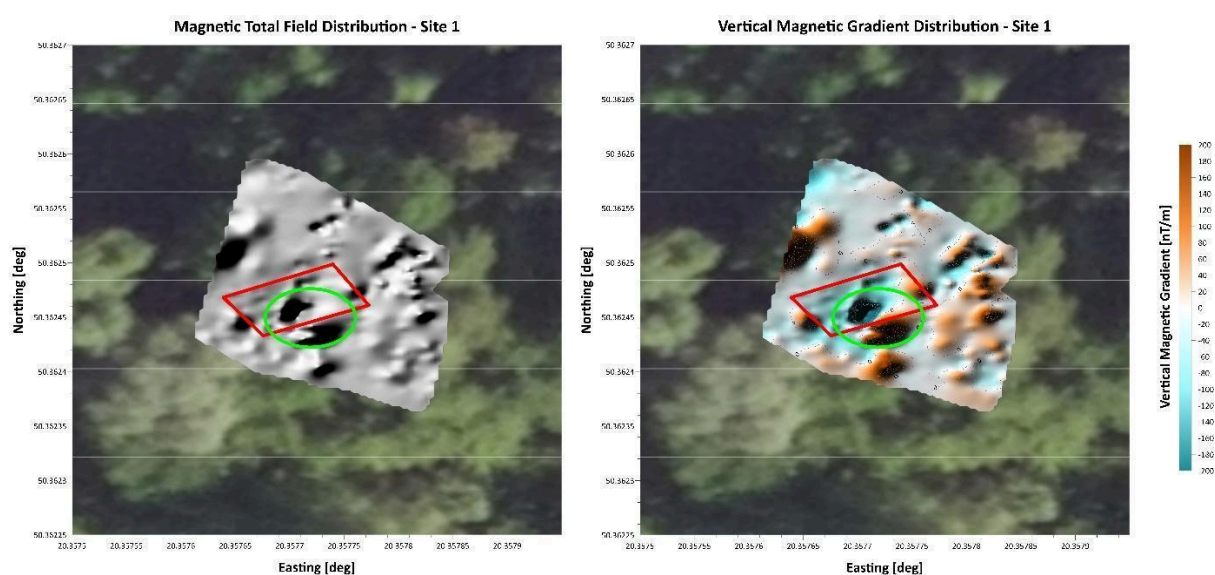
Obszar 1

Na rysunkach Ilustr. 16 oraz Ilustr. 17 przedstawiono wyniki pomiarów magnetometrycznych wykonanych na obszarze oznaczonym jako poligon 1. Na mapie rozkładu pełnego pola magnetycznego widoczny jest wyraźnie zarysowany, quasi-prostokątny obszar anomalii, który w centralnej części pokrywa się z charakterystycznym układem przejścia pomiędzy maksimum dodatnim a maksimum ujemnym na mapie pionowego gradientu pola magnetycznego. Układ ten może wskazywać na obecność przekopanej struktury –

najprawdopodobniej w formie liniowego obiektu, takiego jak rów, interpretowanego wstępnie jako potencjalna zbiorowa mogiła. Na uwagę zasługuje fakt, że anomalia ta układa się prostopadle do kierunku prowadzonych profili pomiarowych, co zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia tzw. efektu śladu związanego z kierunkowością akwizycji danych. W pozostałej części poligonu obserwuje się liczne punktowe anomalie o trudnym do jednoznacznego zinterpretowania charakterze, co wskazuje na znaczny poziom zakłóceń i zaszumienia badanego obszaru.

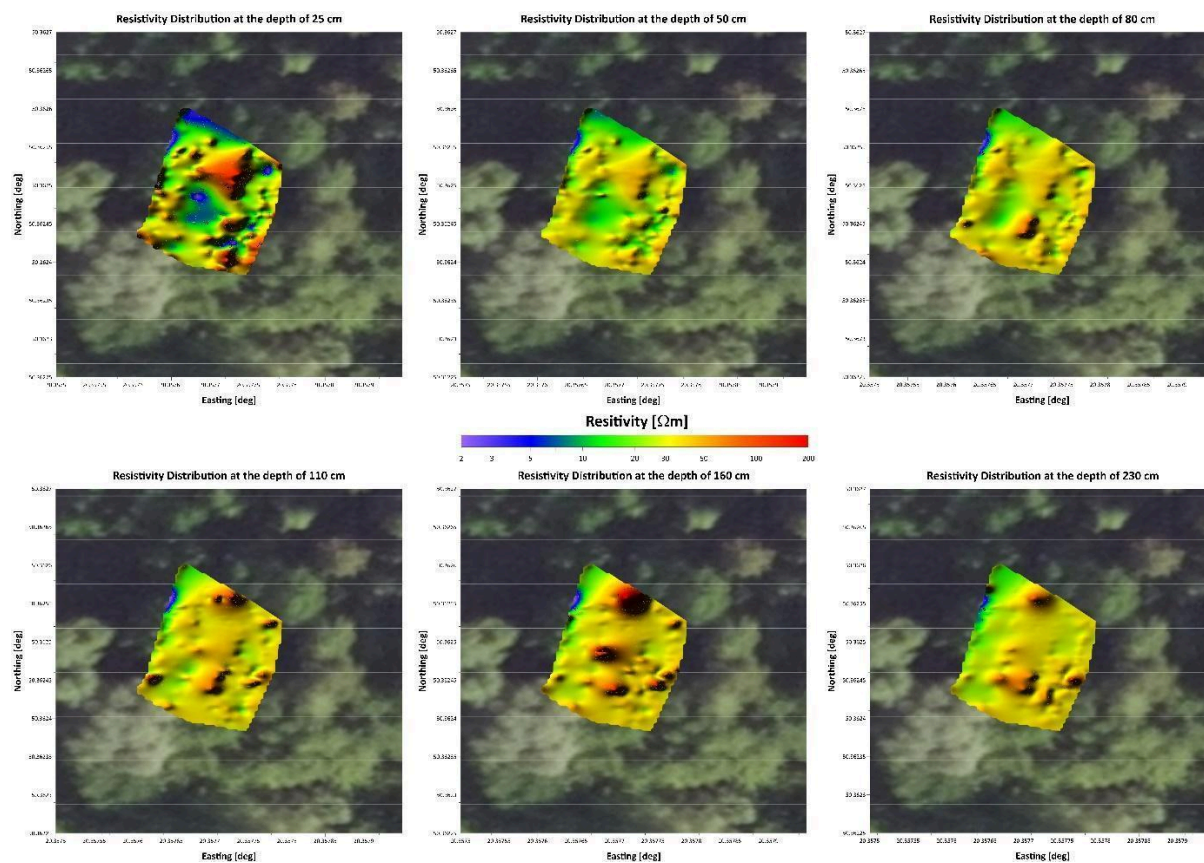


Ilustr.16. Rozkład pełnego pola magnetycznego (po lewej) oraz pionowego gradientu pola magnetycznego (po prawej) w granicach obszaru badawczego nr 1.

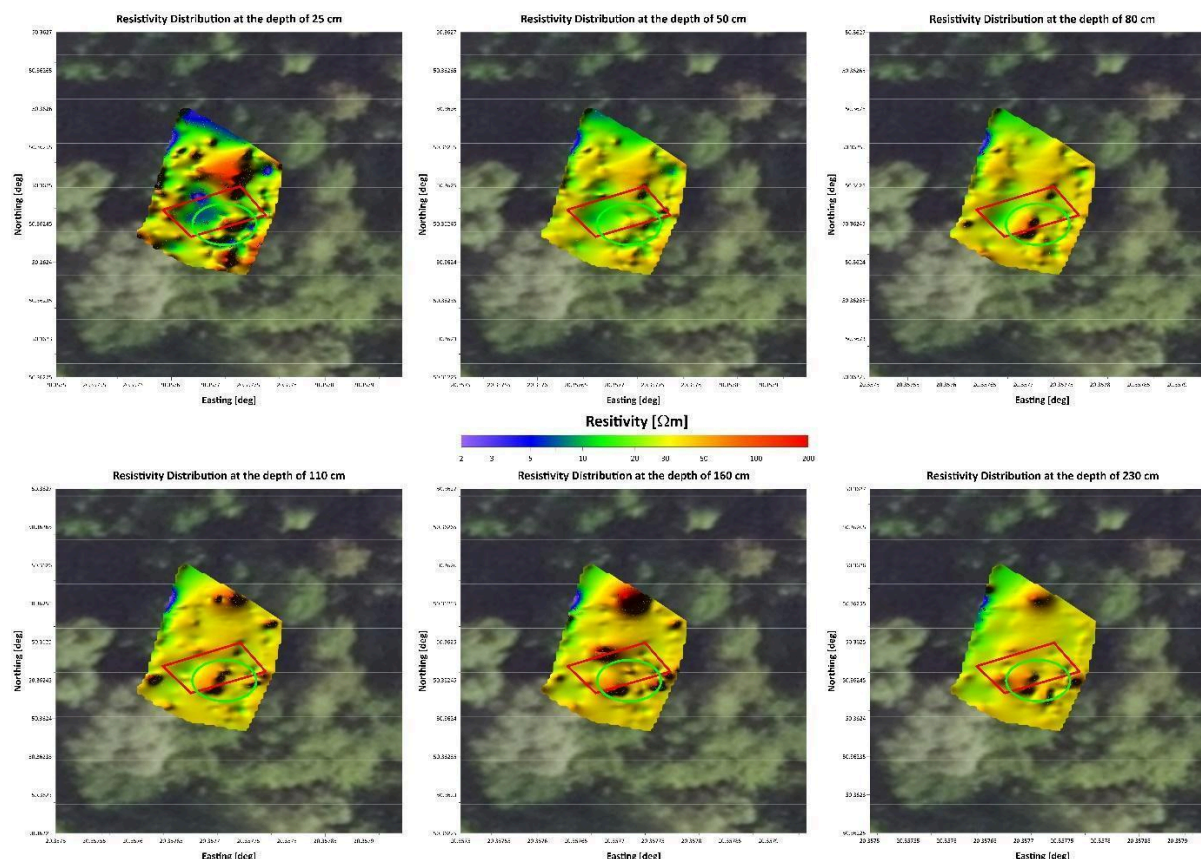


Ilustr.17 Rozkład pełnego pola magnetycznego (po lewej) oraz pionowego gradientu pola magnetycznego (po prawej) w granicach obszaru badawczego nr 1 z zaznaczonym na czerwono obiektem anomalnym wyinterpretowanym z danych magnetycznych oraz na zielono wyinterpretowanym z danych konduktometrycznych.

Na kolejnych rysunkach (Ilustr. 18 oraz Ilustr. 19) przedstawiono rozkład oporności elektrycznej dla poligonu 1, uzyskany z wykorzystaniem metody konduktometrycznej. W zbliżonym obszarze, w którym wcześniej zarejestrowano wyraźną anomalię magnetyczną, widoczna jest dominująca struktura opornościowa. Charakteryzuje się ona niskimi wartościami oporności w przypowierzchniowych partiach, do głębokości około 1 metra, przechodzącymi następnie w strefę oporności podwyższonej. Taki układ jest wyraźnie kontrastowy względem otaczającego podłoża, w którym zmienność oporności z głębokością jest znacznie mniej zróżnicowana. Interpretacja tej anomalii może sugerować obecność obiektu antropogenicznego – potencjalnie zbiorowej mogiły – w której szczątki ludzkie znajdują się poniżej głębokości 1 metra, a przestrzeń nad nimi została zasypana materiałem dobrze przewodzącym, takim jak lokalnie występujące gliny lub namuły rzeczne. Tego rodzaju kontrast oporności może być efektem zarówno właściwości materiału wypełniającego, jak i zaburzeń strukturalnych w naturalnym układzie litologicznym.



Ilustr.18. Rozkład oporności elektrycznej ośrodka na głębokościach 0.25, 0.5, 0.8, 1.1, 1.6 oraz 2.3m w granicach obszaru badawczego nr 1.

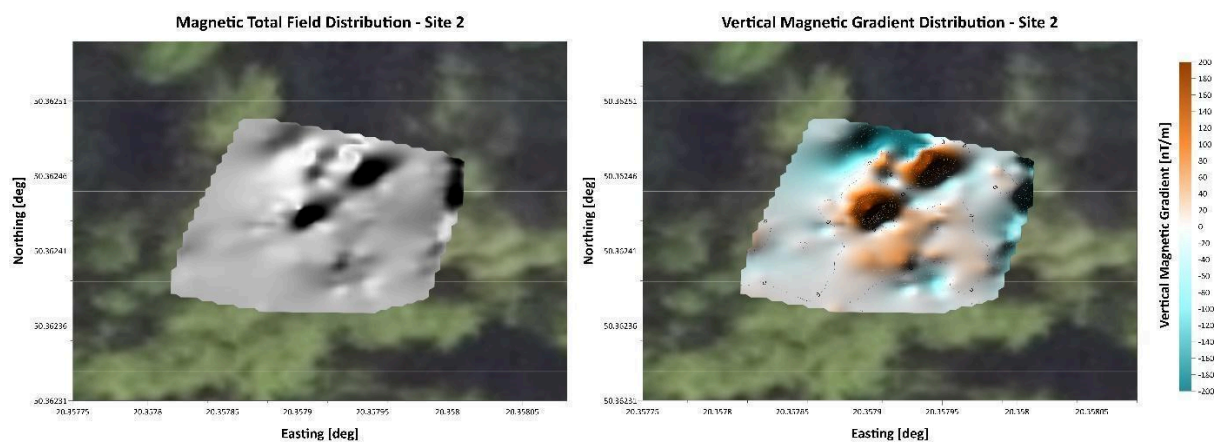


Ilustr.19. Rozkład oporności elektrycznej ośrodka na głębokościach 0.25, 0.5, 0.8, 1.1, 1.6 oraz 2.3m w granicach obszaru badawczego nr 1 z zaznaczonym na czerwono obiektem anomальnym wyinterpretowanym z danych magnetycznych oraz na zielono wyinterpretowanym z danych konduktometrycznych.

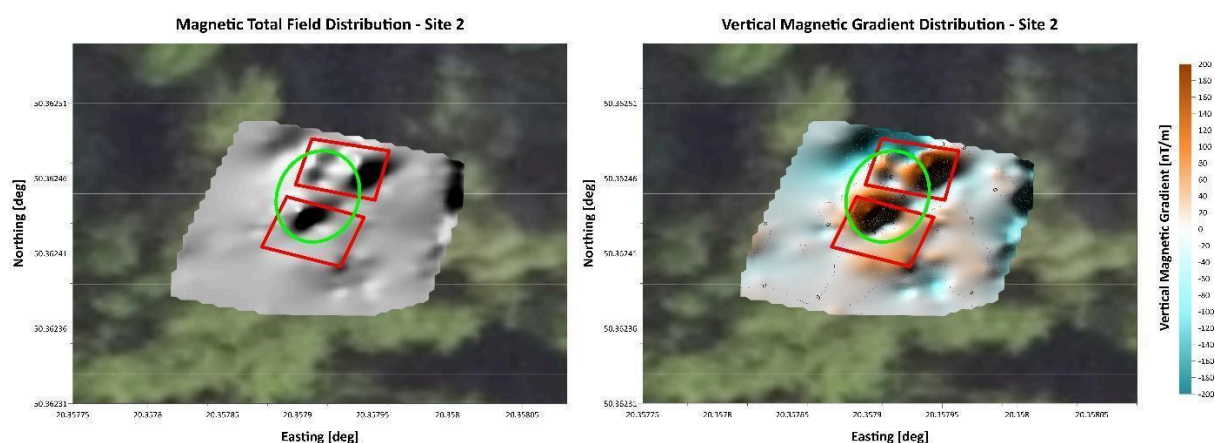
Obszar 2

Na rysunkach Ilustr. 20 oraz Ilustr. 21 zaprezentowano wyniki pomiarów magnetometrycznych wykonanych na obszarze oznaczonym jako poligon 2. W północnej części badanego obszaru widoczna jest struktura anomalna w postaci dwóch blisko zlokalizowanych maksimów pionowego gradientu pola magnetycznego, przedzielonych lokalnym minimum. Układ ten znajduje swoje odzwierciedlenie również na mapie pełnego pola magnetycznego, jednak cała struktura ma charakter mniej wyraźny i trudniejszy do jednoznacznej interpretacji w porównaniu z anomalią zaobserwowaną w poligonie 1. Dodatkowo, we wschodniej części poligonu widoczny jest silny efekt magnetyczny, który należy jednoznacznie wiązać z obecnością metalowego ogrodzenia pomnika, znajdującego się w bezpośrednim sąsiedztwie obszaru pomiarowego. W porównaniu do poligonu 1, liczba punktowych anomalii zakłócających interpretację jest mniejsza, co przekłada się na nieco

wyższy poziom czytelności danych. Warto podkreślić, że poligony 1 i 2 przylegają do siebie bezpośrednio, co umożliwia ich wzajemne odniesienie przestrzenne w dalszej analizie.



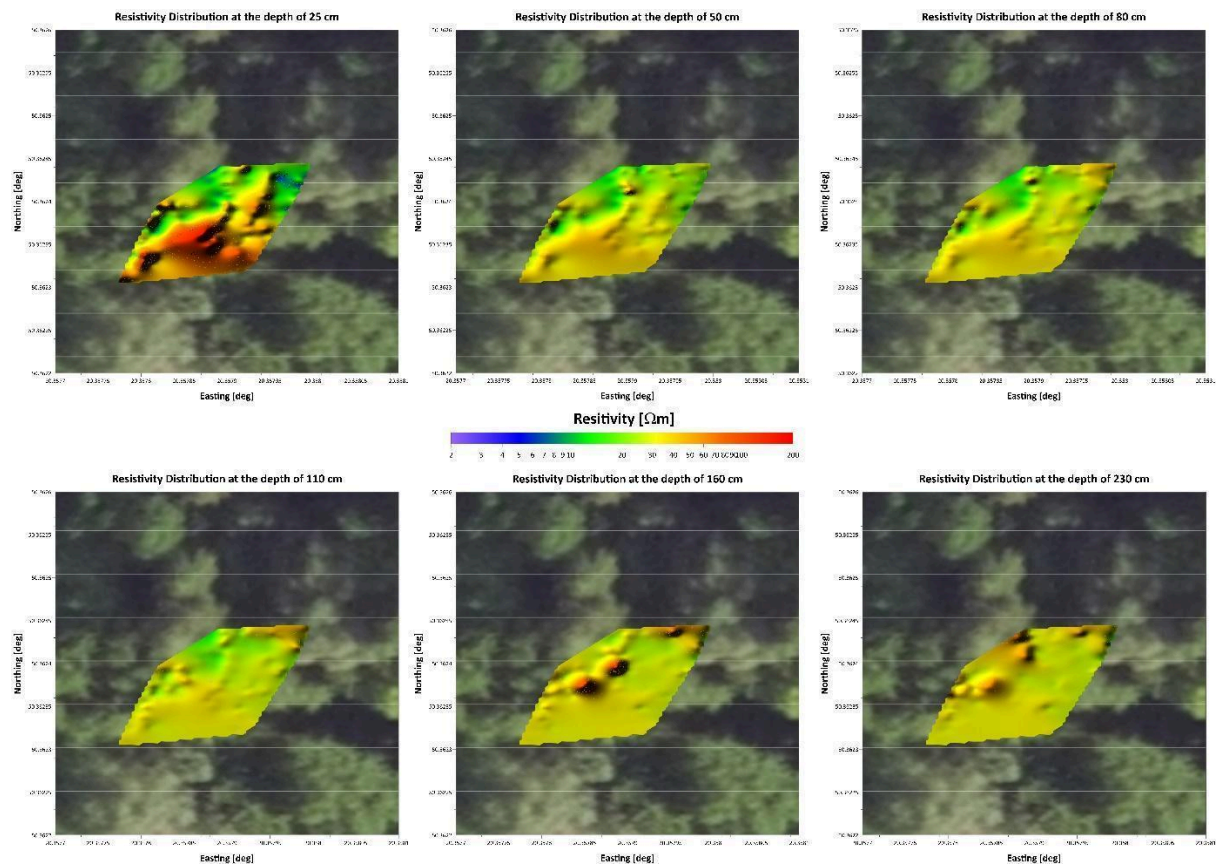
Ilustr.20. Rozkład pełnego pola magnetycznego (po lewej) oraz pionowego gradientu pola magnetycznego (po prawej) w granicach obszaru badawczego nr 2.



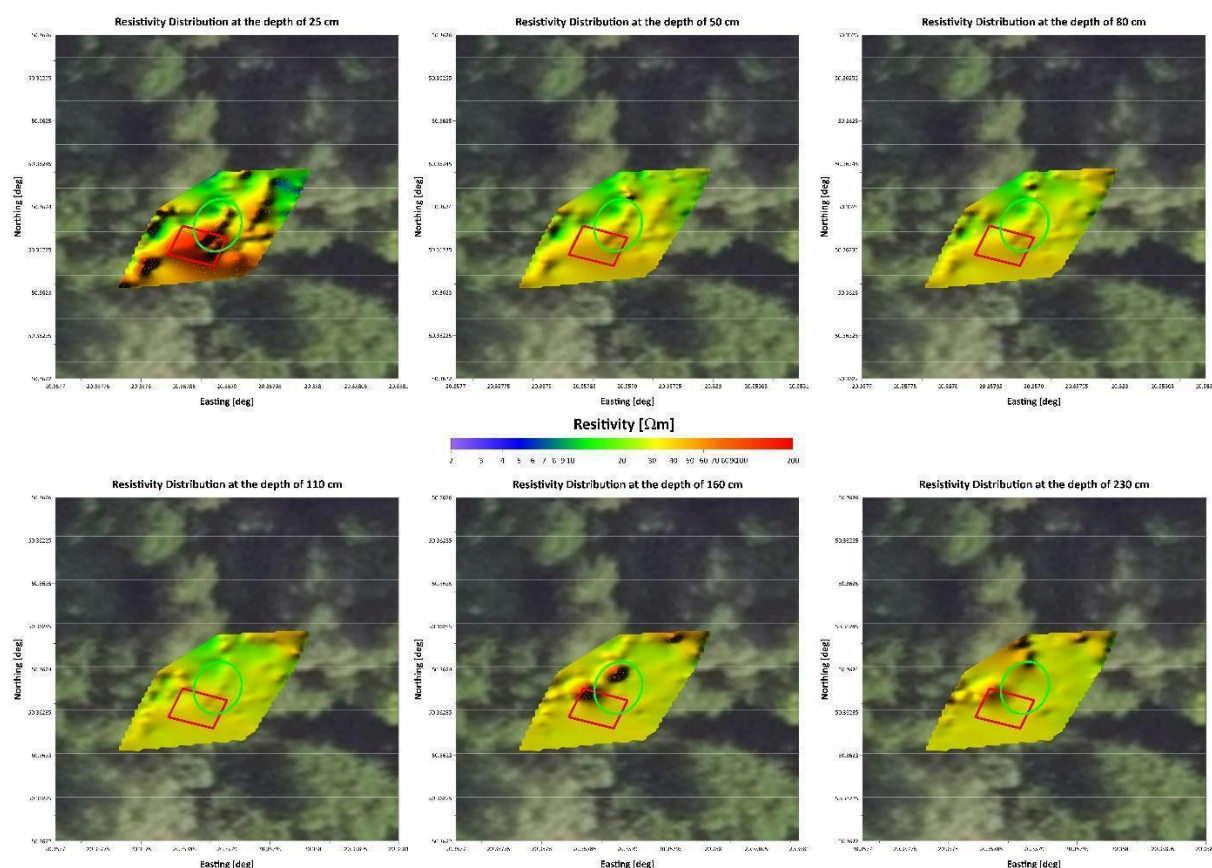
Ilustr.21. Rozkład pełnego pola magnetycznego (po lewej) oraz pionowego gradientu pola magnetycznego (po prawej) w granicach obszaru badawczego nr 2 z zaznaczonym na czerwono obiektem anomальnym wyinterpretowanym z danych magnetycznych oraz na zielono wyinterpretowanym z danych konduktometrycznych.

Odmienny obraz w porównaniu do danych magnetycznych prezentuje rozkład oporności elektrycznej ośrodka, zobrazowany na rysunkach Ilustr. 22 oraz Ilustr. 23. W danych tych widoczna jest wyraźna liniowa anomalia zlokalizowana we wschodniej części poligonu, którą można jednoznacznie utożsamiać z przebiegiem metalowego ogrodzenia, wcześniej zidentyfikowanego również jako źródło zakłóceń w pomiarach magnetycznych. Szczególnie w płytszych przedziałach głębokości uwidacznia się wyraźna dwudzielność badanego obszaru – południowa część poligonu charakteryzuje się wyższymi wartościami oporności, natomiast część północna wykazuje niższe wartości. Zróżnicowanie to stopniowo zanika wraz ze wzrostem głębokości. W centralnej części poligonu pojawia się dodatkowo zgrupowanie

punktowych anomalii, pokrywające się przestrzennie z obszarem anomalii zarejestrowanej w danych magnetycznych. W interpretacji zdecydowano się pozostawić jedynie południowy z zaznaczonych prostokątów, który koreluje z anomalią wysokooporową, potencjalnie wskazującą na antropogeniczne przekształcenie ośrodka. Brak natomiast wyraźnej korelacji dla najbardziej na północ wysuniętej struktury, co nie pozwala na jednoznaczne jej zinterpretowanie jako potencjalnego obiektu docelowego.



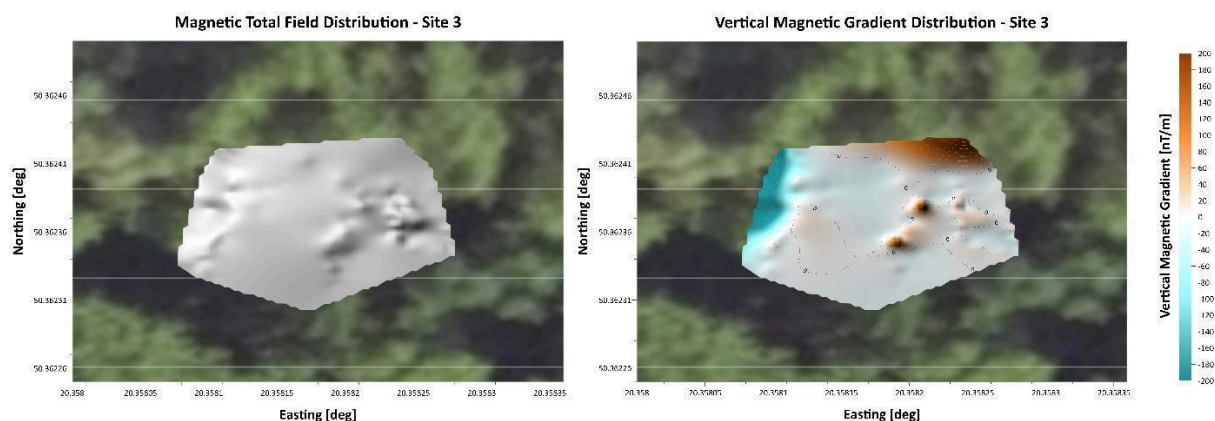
Ilustr.22. Rozkład oporności elektrycznej ośrodka na głębokościach 0.25, 0.5, 0.8, 1.1, 1.6 oraz 2.3m w granicach obszaru badawczego nr 2.



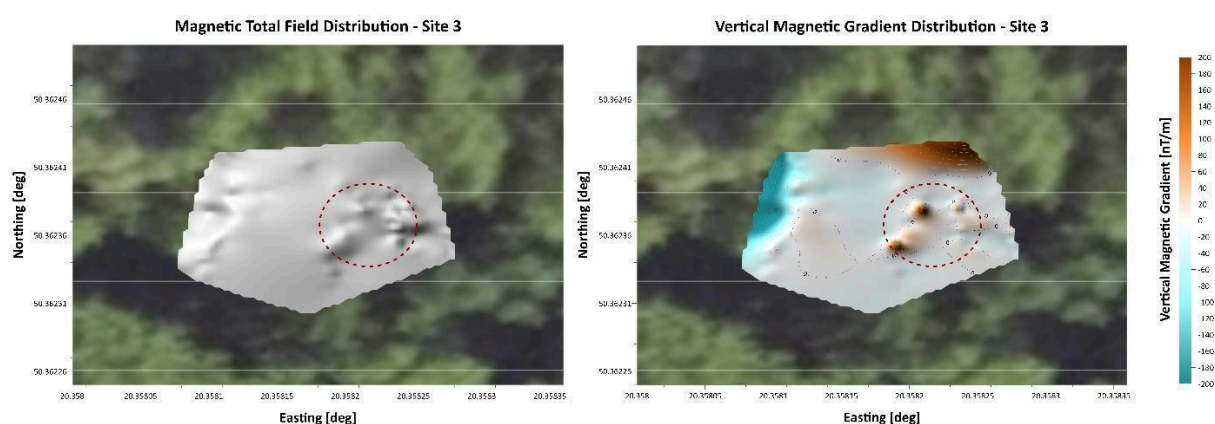
Ilustr.23. Rozkład oporności elektrycznej ośrodka na głębokościach 0.25, 0.5, 0.8, 1.1, 1.6 oraz 2.3m w granicach obszaru badawczego nr 2 z zaznaczonym na czerwono obiektem anomальnym wyinterpretowanym z danych magnetycznych oraz na zielono wyinterpretowanym z danych konduktometrycznych.

Obszar 3

Wyniki pomiarów magnetometrycznych dla poligonu 3, przedstawione na rysunkach Ilustr. 24 oraz Ilustr. 25, wydają się stosunkowo jednoznaczne w interpretacji. Dominującą anomalię zlokalizowano w zachodniej części obszaru, gdzie obserwuje się silny efekt magnetyczny będący konsekwencją obecności metalowego ogrodzenia pomnika. W centralnej części poligonu zarejestrowano natomiast zgrupowanie dodatnich anomalii punktowych w mapie pionowego gradientu pola magnetycznego, które częściowo znajduje swoje odzwierciedlenie w nieregularnym rozkładzie pełnego pola magnetycznego. Struktura ta została oznaczona bordowym przerywanym okręgiem jako obszar o niejednoznacznym charakterze interpretacyjnym – brak jednoznacznych przesłanek pozwalających na określenie jej genezy, przy jednoczesnym wskazaniu na jej potencjalnie antropogeniczne pochodzenie.

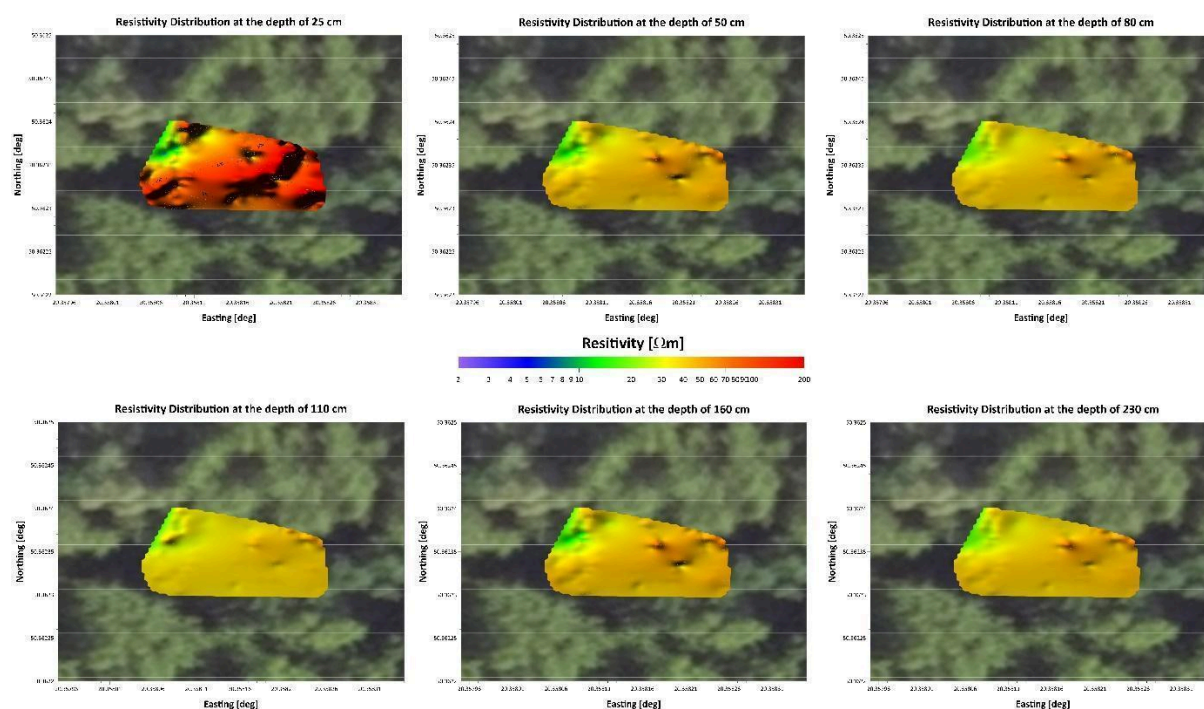


Ilustr.24. Rozkład pełnego pola magnetycznego (po lewej) oraz pionowego gradientu pola magnetycznego (po prawej) w granicach obszaru badawczego nr 3.

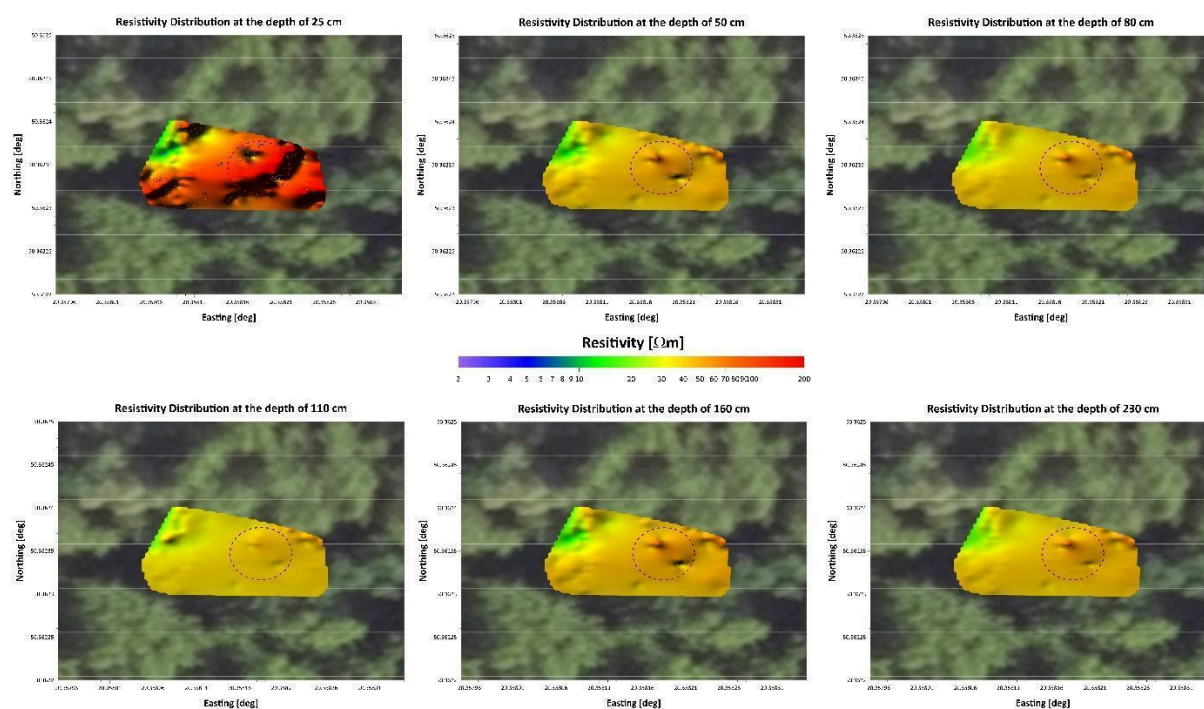


Ilustr.25. Rozkład pełnego pola magnetycznego (po lewej) oraz pionowego gradientu pola magnetycznego (po prawej) w granicach obszaru badawczego nr 3 z zaznaczonym na czerwono obiektem anomальnym wyinterpretowanym z danych magnetycznych oraz na zielono wyinterpretowanym z danych konduktometrycznych.

Na rysunkach Ilustr. 26 oraz Ilustr. 27 przedstawiono rozkład oporności elektrycznej dla poligonu 3. Podobnie jak w przypadku danych magnetometrycznych, również tutaj dominującą cechą interpretacyjną jest silna anomalia zlokalizowana w zachodniej części obszaru, będąca efektem oddziaływania metalowego ogrodzenia pomnika. Na uwagę zasługuje istotny wzrost wartości oporności przypowierzchniowej warstwy w porównaniu do wcześniej analizowanych poligonów, pomimo ich bezpośredniego sąsiedztwa. Może to wskazywać na lokalne zróżnicowanie właściwości litologicznych lub warunków wilgotnościowych. Wschodnia część poligonu charakteryzuje się obecnością zgrupowania punktowych anomalii – lokalnych maksimów oporności – których geneza pozostaje niejednoznaczna. Chociaż ich rozmieszczenie wskazuje na pewną spójność przestrzenną, brak jest wyraźnej korelacji z wynikami magnetycznymi lub kontekstem archeologicznym, co utrudnia jednoznaczną interpretację ich charakteru.



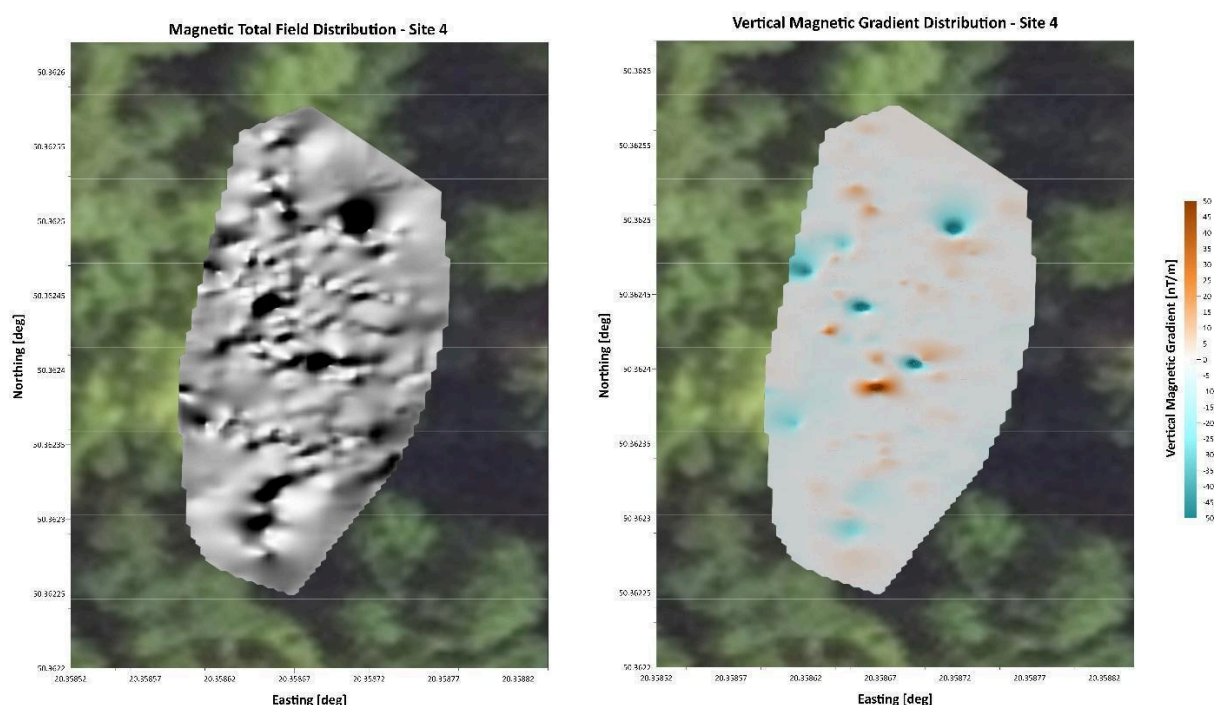
Ilustr.26. Rozkład oporności elektrycznej ośrodka na głębokościach 0.25, 0.5, 0.8, 1.1, 1.6 oraz 2.3m w granicach obszaru badawczego nr 3.



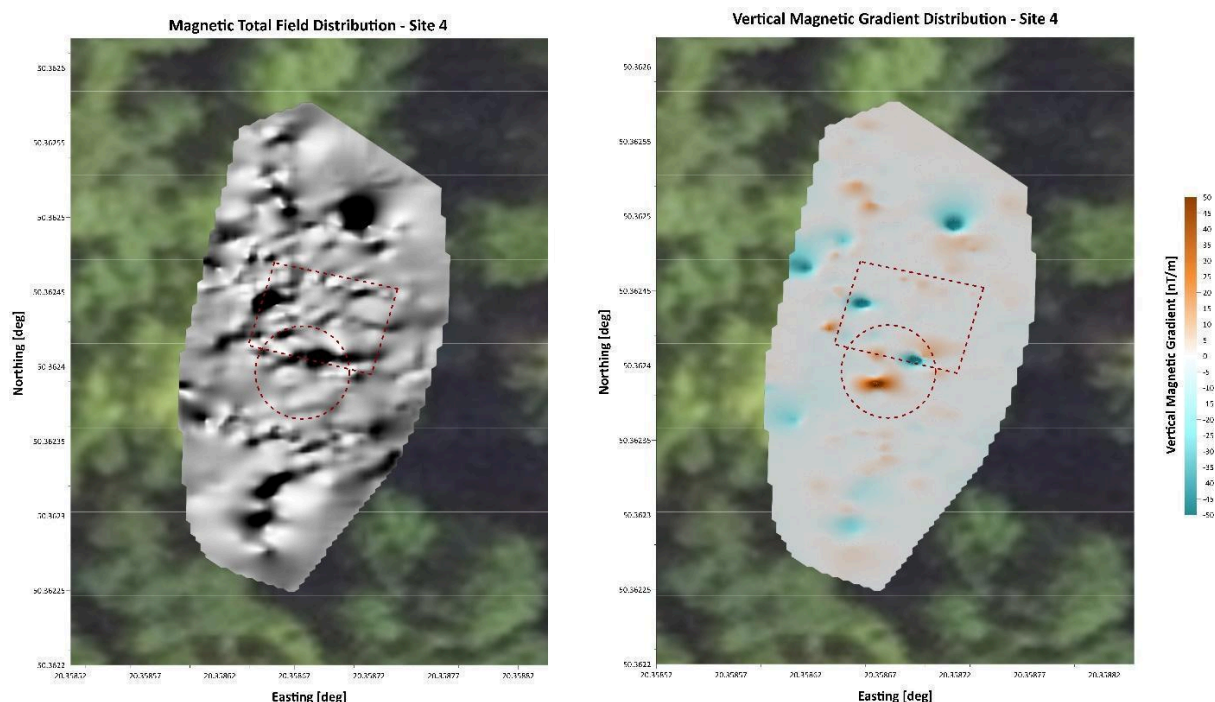
Ilustr.27. Rozkład oporności elektrycznej ośrodka na głębokościach 0.25, 0.5, 0.8, 1.1, 1.6 oraz 2.3m w granicach obszaru badawczego nr 3 z zaznaczonym na czerwono obiektem anomalnym wyinterpretowanym z danych magnetycznych oraz na zielono wyinterpretowanym z danych konduktometrycznych.

Obszar 4

Wyniki pomiarów magnetometrycznych dla poligonu nr 4 przedstawiono na rysunkach Ilustr. 28 oraz Ilustr. 29. Jedną z kluczowych cech odróżniających ten obszar od wcześniej analizowanych jest wyraźne osłabienie efektu magnetycznego. Wartości gradientu pionowego mieszczą się w zakresie od -50 do +50 nT/m, co kontrastuje ze skalą od -200 do +200 nT/m stosowaną w prezentacjach danych dla poligonów 1–3. Niższy poziom sygnału przekłada się na ogólnie słabszy kontrast anomalii magnetycznych w tym obszarze. W centralnej części poligonu zarejestrowano niewielkie nagromadzenie lokalnych maksimów i minimów gradientu magnetycznego, które częściowo korespondują z liniowymi strukturami widocznymi na mapie pełnego pola. Jednakże, korelacja ta nie jest jednoznaczna, a interpretacja zarysów tych struktur jest znacznie mniej oczywista niż w przypadku, na przykład, poligonu 1. Potencjalny obszar występowania struktury o charakterze antropogenicznym oznaczono bordowym przerywanym prostokątem oraz okręgiem, jako strefę wymagającą dalszej weryfikacji.



Ilustr.28. Rozkład pełnego pola magnetycznego (po lewej) oraz pionowego gradientu pola magnetycznego (po prawej) w granicach obszaru badawczego nr 4.

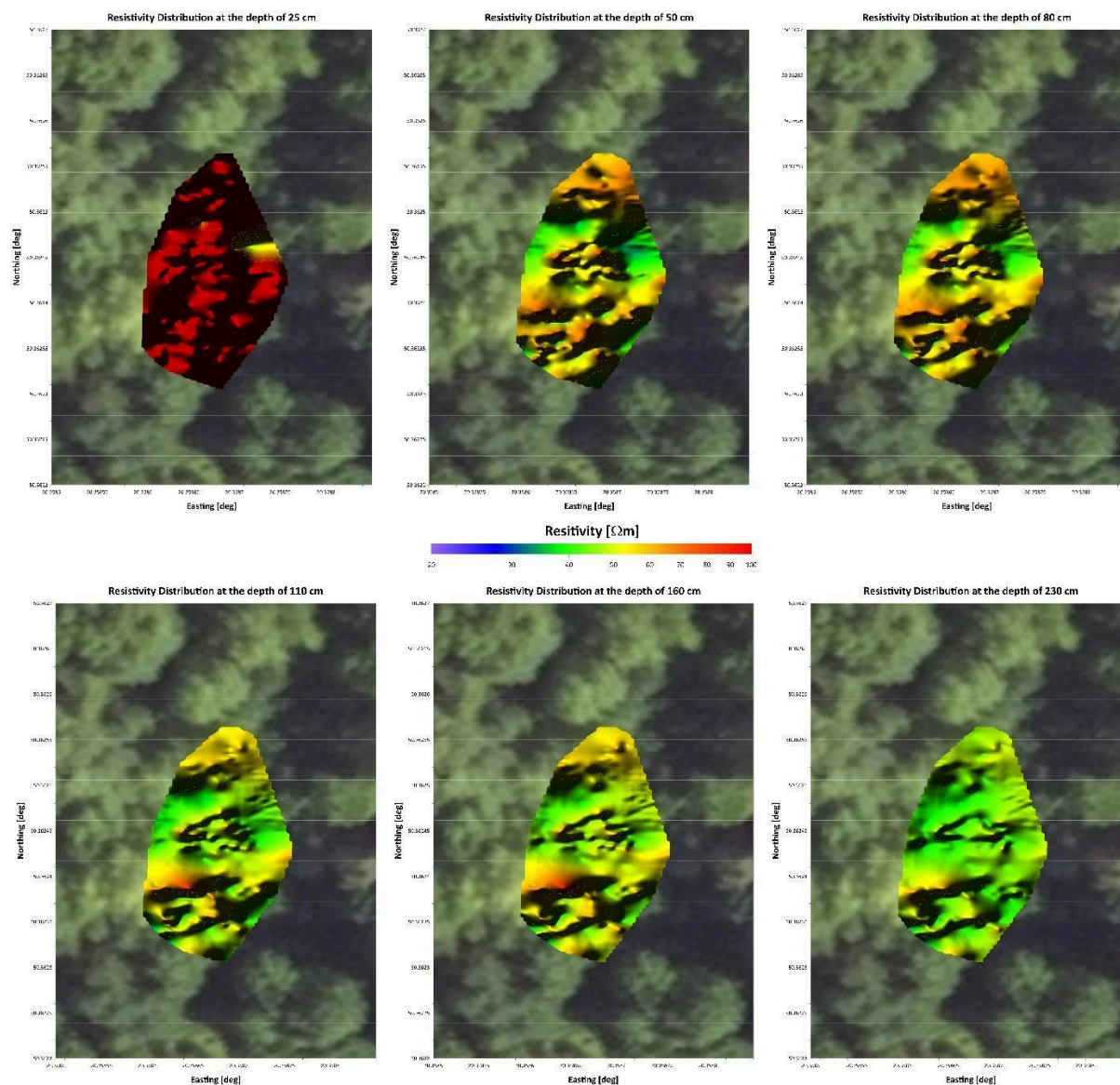


Ilustr.29. Rozkład pełnego pola magnetycznego (po lewej) oraz pionowego gradientu pola magnetycznego (po prawej) w granicach obszaru badawczego nr 3 z zaznaczonym na czerwono obiektem anomальnym wyinterpretowanym z danych magnetycznych oraz na zielono wyinterpretowanym z danych konduktometrycznych.

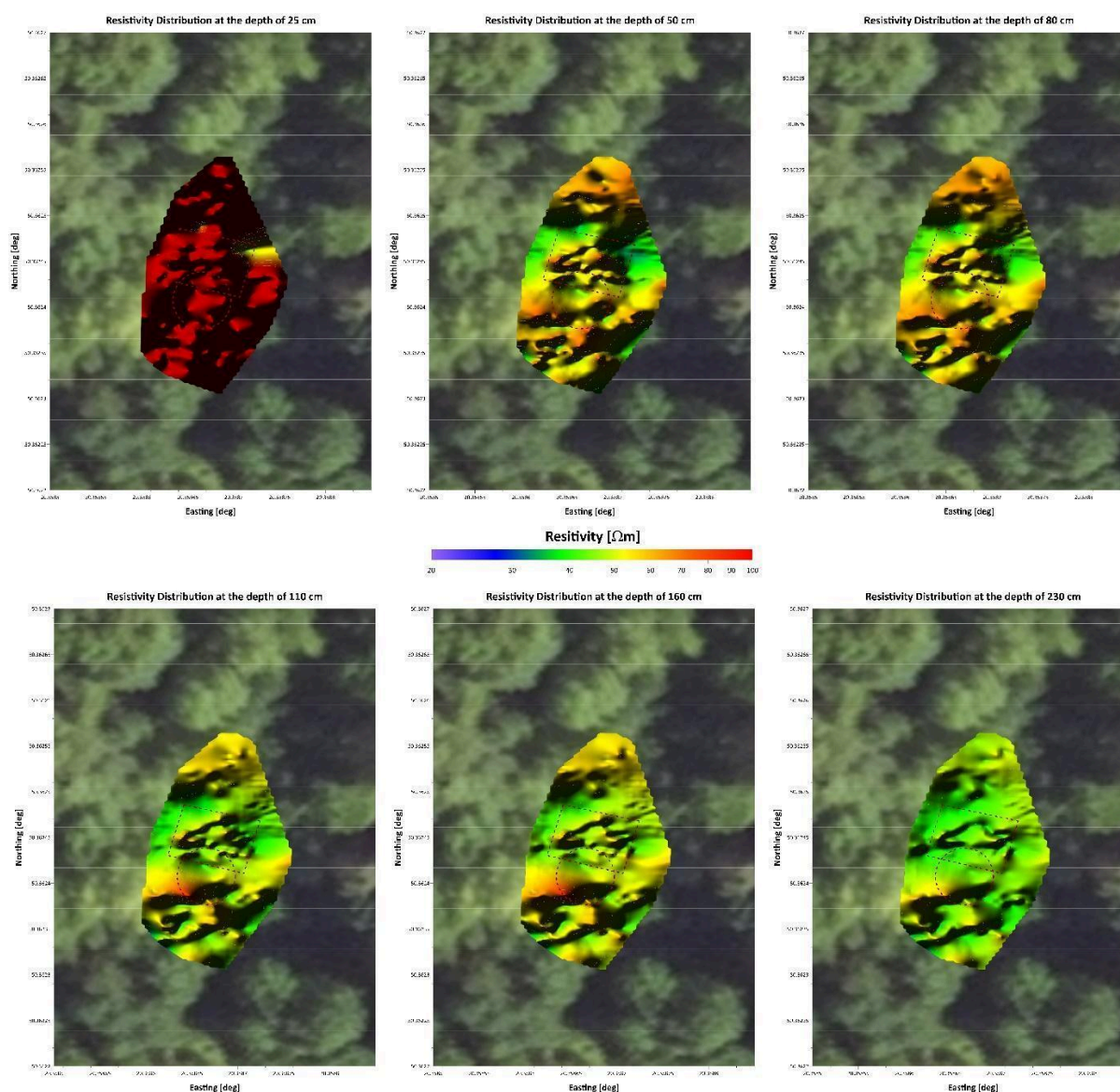
W przypadku poligonu 4 zdecydowanie bardziej obiecujące rezultaty uzyskano z zastosowaniem metody konduktometrycznej. Wyniki te przedstawiono na rysunkach Ilustr. 30 oraz Ilustr. 31. Pomijając warstwę przypowierzchniową, dla której zarejestrowano skrajnie wysokie wartości oporności – najprawdopodobniej wynikające z przesuszenia warstw lessowych – w głębszych partiach widoczny jest wyraźny, liniowy schemat zmian oporności, przebiegający poprzecznie względem osi wąwozu. W północnej i południowej części obszaru dominują struktury o wyższej oporności, natomiast w centralnej części zarysowuje się strefa o niższej oporności elektrycznej względem otoczenia, przypominająca morfologicznie rodzaj kanału lub rowu.

W obrębie tej strefy, na głębokościach do około 1 metra, występuje struktura o podwyższonej oporności – porównywalnej do wartości obserwowanych w warstwach otaczających. Poniżej tego poziomu oporność ponownie spada, zbliżając się do wartości tła geologicznego. Zjawisko to może wskazywać na obecność wypełnionej przestrzeni (np. jamy lub rowu), zasypanej materiałem pochodzącym z otoczenia – co byłoby zgodne z możliwym scenariuszem antropogenicznego zasypania. Warto podkreślić, że pozycja tej struktury przestrzennie koreluje z anomalią magnetyczną opisaną wcześniej, co wzmacnia hipotezę o obecności potencjalnego obiektu archeologicznego. Jednocześnie, z uwagi na specyfikę ukształtowania

terenu i genezę wąwozu, nie można wykluczyć udziału naturalnych procesów denudacyjnych w kształtowaniu obserwowanego rozkładu oporności.



Ilustr.30. Rozkład oporności elektrycznej ośrodka na głębokościach 0.25, 0.5, 0.8, 1.1, 1.6 oraz 2.3m w granicach obszaru badawczego nr 4.

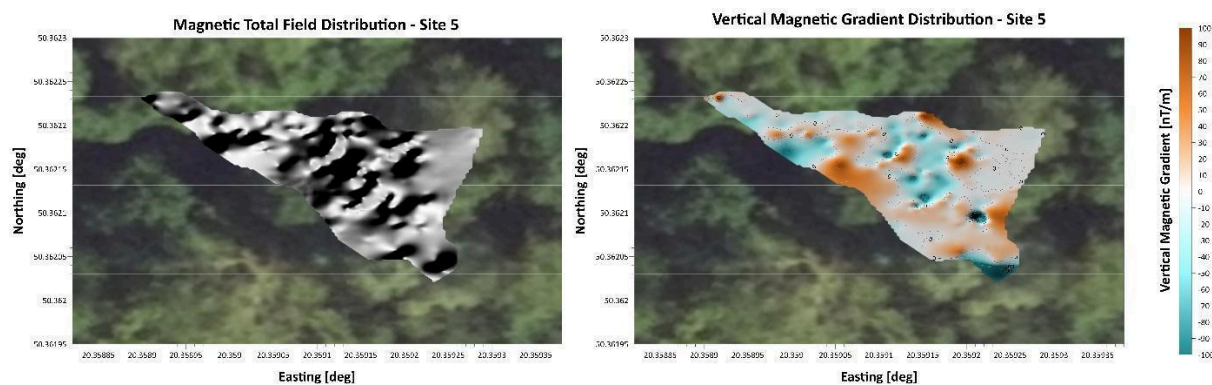


Ilustr.31. Rozkład oporności elektrycznej ośrodka na głębokościach 0.25, 0.5, 0.8, 1.1, 1.6 oraz 2.3m w granicach obszaru badawczego nr 4 z zaznaczonym na czerwono obiektem anomalnym wyinterpretowanym z danych magnetycznych oraz na zielono wyinterpretowanym z danych konduktometrycznych.

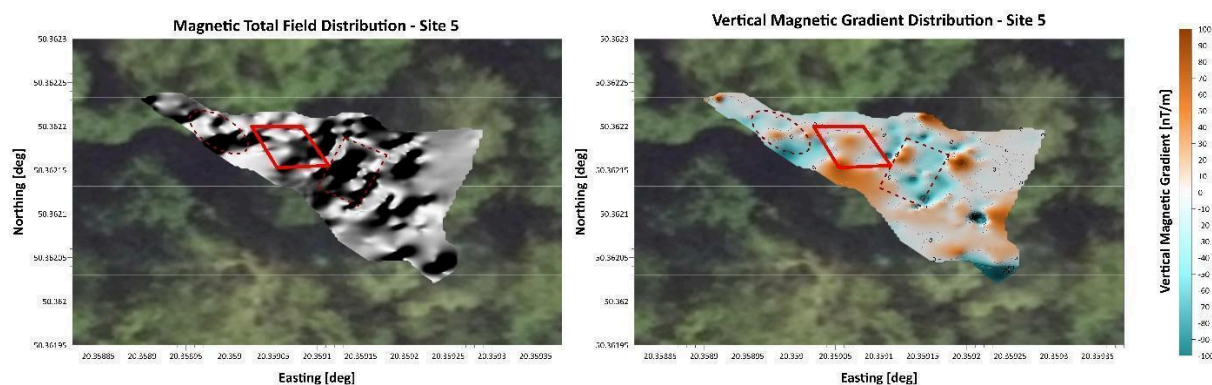
Obszar 5

Poligon 5 zlokalizowany był przy leśnej drodze, a dokładniej w rejonie rozwidlenia dwóch dróg leśnych, co nadało mu nietypowy, trójkątny kształt. Wyniki pomiarów magnetometrycznych zaprezentowano na rysunkach Ilustr. 32 oraz Ilustr. 33. W porównaniu z poligonem 4 zarejestrowane anomalie są silniejsze, jednak należy zaznaczyć, że obszar ten charakteryzował się dużym stopniem zanieczyszczenia – obecne były liczne porzucane przedmioty metalowe, takie jak fragmenty drutu, garnki, butelki oraz inne elementy mogące generować zakłócenia. Wzdłuż północnego obrzeża poligonu, sąsiadującego z drogą, widoczne jest zgrupowanie punktowych maksimów i minimów gradientu magnetycznego, jednak interpretacja ich genezy jest utrudniona. Obszar ten cechuje się również

nieregularnym, trudnym do jednoznacznego określenia rozkładem pełnego pola magnetycznego. W związku z obecnością licznych zaburzeń i niejednoznacznością sygnału, uzyskane wyniki należy traktować z dużą ostrożnością, jako materiał pomocniczy, który wymaga uzupełnienia i weryfikacji innymi metodami.



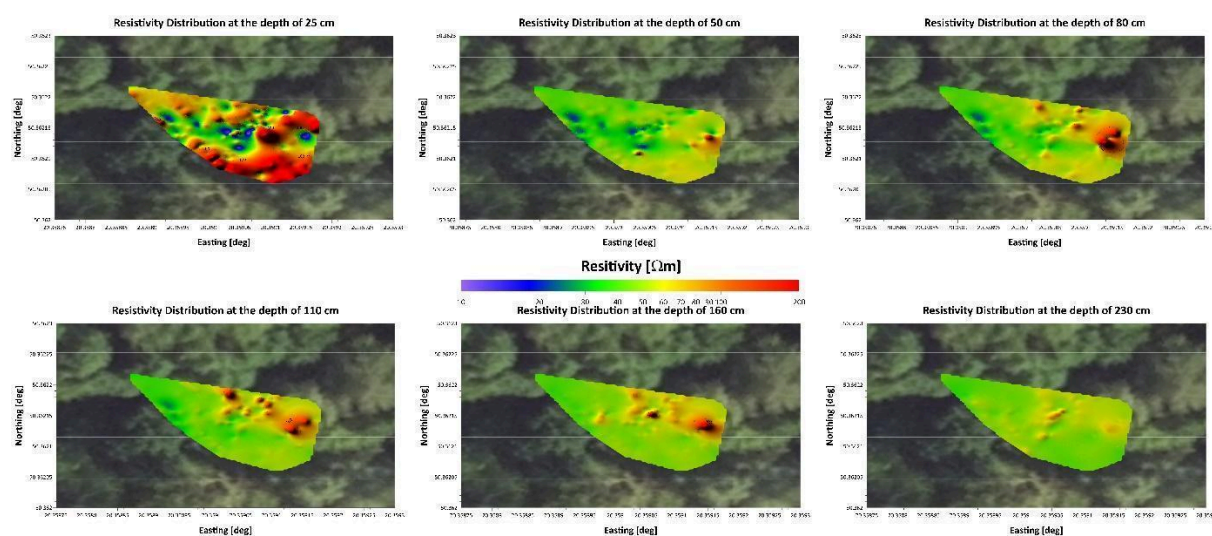
Ilustr.32. Rozkład pełnego pola magnetycznego (po lewej) oraz pionowego gradientu pola magnetycznego (po prawej) w granicach obszaru badawczego nr 5.



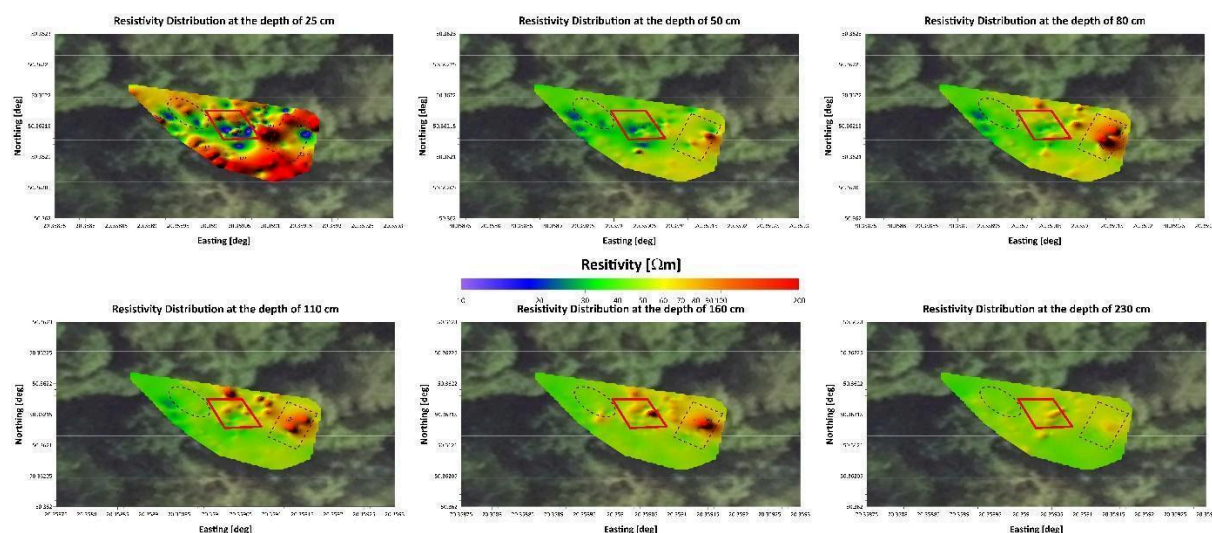
Ilustr.33. Rozkład pełnego pola magnetycznego (po lewej) oraz pionowego gradientu pola magnetycznego (po prawej) w granicach obszaru badawczego nr 5 z zaznaczonym na czerwono obiektem anomalnym wyinterpretowanym z danych magnetycznych oraz na zielono wyinterpretowanym z danych konduktometrycznych.

Wyniki pomiarów konduktometrycznych dla poligonu 5 przedstawiono na rysunkach Ilustr. 34 oraz Ilustr. 35. Najbardziej wyróżniającą się strukturą w danych opornościowych jest wysokooporowa strefa zlokalizowana w północno-wschodniej części poligonu, interpretowana jako usypana hałda ziemna znajdująca się w bezpośrednim sąsiedztwie drogi. Struktura ta jest szczególnie dobrze widoczna w zakresie głębokości od około 0,8 do 1,6 metra pod powierzchnią terenu, natomiast nie odznacza się wyraźnie w maksymalnym zakresie głębokości pomiaru. W pozostałych partiach obszaru zarejestrowano lokalne

punktowe minima oporności, występujące do głębokości około 0,5 metra. Część z tych anomalii wykazuje częściową korelację z danymi magnetometrycznymi, jednak ich rozproszenie i płytkie położenie wskazują, że mogą one być związane z niewielkimi obiektami metalowymi zalegającymi w przypowierzchniowych warstwach – takimi jak odnotowane wcześniej druty, fragmenty naczyń czy butelki. Jedyną anomalią, dla której zachodzi istotna i spójna korelacja pomiędzy danymi opornościowymi i magnetycznymi, pozostaje wspomniana hałda, której obecność należy wiązać z nienaturalnym przekształceniem powierzchni terenu.



Ilustr.34. Rozkład oporności elektrycznej ośrodka na głębokościach 0.25, 0.5, 0.8, 1.1, 1.6 oraz 2.3m w granicach obszaru badawczego nr 5.



Ilustr.35. Rozkład oporności elektrycznej ośrodka na głębokościach 0.25, 0.5, 0.8, 1.1, 1.6 oraz 2.3m w granicach obszaru badawczego nr 5 z zaznaczonym na czerwono obiektem anomalnym wyinterpretowanym z danych magnetycznych oraz na zielono wyinterpretowanym z danych konduktometrycznych.

Podsumowanie wyników

Przeprowadzone pomiary geofizyczne z wykorzystaniem magnetometrii gradientowej oraz metody konduktometrycznej umożliwiły identyfikację szeregu struktur o potencjalnym znaczeniu archeologicznym, jak również rozpoznanie obiektów i zjawisk o charakterze zakłócającym. Charakter oraz intensywność zarejestrowanych anomalii różniły się istotnie pomiędzy analizowanymi poligonami, co wynikało zarówno z lokalnych warunków geologicznych i geomorfologicznych, jak i obecności elementów zakłócających, takich jak ogrodzenia metalowe czy porozrzucane obiekty wtórne.

Najbardziej wyraziste i spójne przestrzennie anomalie zarejestrowano na poligonach 1 i 4, gdzie dane obu metod wskazują na obecność struktur o potencjalnym antropogenicznym charakterze. Szczególnie w przypadku poligonu 1 korelacja pomiędzy wynikami magnetycznymi i opornościowymi pozwala na wstępne rozpoznanie anomalii mogącej odpowiadać zbiorowej mogile. Również na poligonie 4, pomimo osłabionych efektów magnetycznych, dane konduktometryczne wykazały obecność struktur mogących mieć znaczenie w kontekście poszukiwawczym.

Poligony 2 i 3 cechowały się obecnością zakłóceń związanych z bliskością ogrodzenia oraz zmiennym stopniem zaszumienia danych, jednak także tam zaobserwowano lokalne korelacje pomiędzy obiema metodami. W przypadku poligonu 5, ze względu na znaczne zaśmieszenie terenu oraz nietypowy układ topograficzny, interpretacja danych jest najbardziej problematyczna – jedynie w obrębie hałdy ziemnej w północno-wschodniej części zarejestrowano spójną anomalię konduktometryczną, częściowo potwierdzoną przez dane magnetyczne.

5. Badania geofizyczne: badania z wykorzystaniem georadaru

W niniejszym rozdziale przedstawiono charakterystykę metody georadarowej (GPR), która – podobnie jak opisane w poprzednim raporcie metody geofizyczne – znajduje szerokie zastosowanie w badaniach archeologicznych. Georadar należy do grupy nieinwazyjnych metod prospekcji geofizycznej i umożliwia detekcję podpowierzchniowych struktur o zróżnicowanych właściwościach dielektrycznych, bez potrzeby prowadzenia ingerencyjnych prac ziemnych. Dzięki wysokiej rozdzielczości i zdolności obrazowania ciągłych przekrojów podłoża, metoda ta pozwala na skuteczne rozpoznanie zarówno obiektów o charakterze antropogenicznym, jak i naturalnych zmian litologicznych. W dalszej części rozdziału omówiono podstawy fizyczne działania georadaru, zakres jego zastosowań, sposób

przewodzenia pomiarów oraz specyfikę interpretacji danych w kontekście badań archeologicznych.

GPR

Georadar, znany również jako radar penetrujący grunt (ang. ground-penetrating radar, GPR), to metoda geofizyczna o wysokiej rozdzielczości i mobilności. GPR używa wysokoczęstotliwościowych fal radiowych (zwykle w zakresie 10 MHz do 2,6 GHz). Nadajnik i antena GPR emitują falę elektromagnetyczną w głąb ziemi. Gdy napotyka ona na pograżony w ziemi obiekt lub granicę między materiałami o różnych przenikalnościach elektrycznych, może zostać odbita, załamana lub rozproszona z powrotem na powierzchnię. Antena odbiorcza rejestruje zmiany w sygnale powrotnym. Zasady działania są podobne do sejsmiki, jednak metody GPR wykorzystują falę elektromagnetyczną zamiast akustycznej. Głębokość badania GPR może być ograniczona przez przewodność elektryczną podłoża, częstotliwość wysyłanego sygnału i moc promieniowania. Wzrost przewodności elektrycznej tłumi wprowadzoną falę elektromagnetyczną, co skraca głębokość penetracji. Wyższe częstotliwości nie penetrują tak głęboko jak niższe, jednak mogą zapewnić lepszą rozdzielczość. Analiza takich danych pomiarowych jest możliwa dzięki specjalistycznemu oprogramowaniu, które generuje obrazy przypominające przekroje przez badane medium. Przykłady takich przekrojów obejmują geologiczne warstwowanie gruntów i skał, struktury budowlane (np. dróg, mostów), podziemne przeszkody i pustki, zabytki archeologiczne, instalacje podziemne oraz wiele innych.

W omawianym przypadku badania zostały przeprowadzone przy użyciu urządzenia Mala RAMAC GPR z anteną ekranowaną o częstotliwości 500 MHz. Dane zostały zebrane na trzech obszarach badawczych oznaczonych jako 2, 3 i 4. Na obszarze 2 wykonano 11 profili, natomiast na obszarach 3 i 4 – po pięć profili. Wszystkie profile prowadzono równolegle, w odstępach około 1 metra. Na obszarze 2 długość profili wynosiła około 8 metrów, natomiast na pozostałych dwóch obszarach – około 10 metrów. W przeciwieństwie do wcześniej zastosowanych metod, w przypadku badań georadarowych pominięto obszary 1 i 5 ze względu na techniczne trudności uniemożliwiające poprawne przeprowadzenie pomiarów.

Przetwarzanie

Metoda georadarowa wymaga wstępnego przetworzenia zarejestrowanych danych pomiarowych, a następnie ich właściwej interpretacji w kontekście geofizycznym i archeologicznym. Szczegółowy opis poszczególnych etapów przetwarzania danych zostanie przedstawiony odrębnie. Pomiary georadarowe planowano na pięciu poligonach badawczych, zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie. W przeciwieństwie do wcześniej

zastosowanych metod, w przypadku badań georadarowych pominięto jednak obszary 1 i 5. Każdy z pozostałych obszarów stanowił odrębne zadanie interpretacyjne.

Badania przeprowadzono na trzech poligonach badawczych zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca upamiętnienia Cmentarza Żydowskiego w Działoszycach oraz na dwóch dodatkowych obszarach pomiarowych, położonych w pewnym oddaleniu – po przeciwnych stronach drogi leśnej. Teren badań charakteryzował się znacznym stopniem złożoności w kontekście zastosowanych metod geofizycznych. Dla dwóch pierwszych poligonów istotnym źródłem zakłóceń była przebiegająca w pobliżu linia energetyczna. Dodatkowo, w bezpośredniej bliskości poligonów 2 i 3 zlokalizowane jest metalowe ogrodzenie pomnika, co znacząco wpłynęło na jakość danych.

Czwarty poligon zlokalizowany był w obrębie wąwozu lessowego. Na tym stanowisku główne zakłócenia wynikały z obecności porozrzucanych fragmentów metalu, takich jak druty, puszki, stare naczynia czy kapsle. W miarę możliwości teren został uprzątnięty przed rozpoczęciem prac pomiarowych.

GPR

Przetwarzanie danych wykonane zostało wykonane z użyciem standardowych procedur – o nieco różniących się parametrach dla kolejnych profili. Na podstawie danych geologicznych średnia prędkość fali elektromagnetycznej w badanych utworach została oszacowana na 0.11 m/ns. Zastosowana została następująca sekwencja przetwarzania:

- *move starttime* – jest to procedura mająca na celu korektę o sygnału. Wykonywana jest osobno dla każdej trasy poprzez przesunięcie czasu zerowego – na pierwsze wejście fali. Ma to na celu korektę głębokości. Dla profili WYS1 korekta ta wynosiła -3.8 ns.
- *bandpassbutterworth 350-650 MHz* – jest to filtr pasmowy przepustowy Butterwortha, który ma na celu odcięcie sygnału o częstotliwościach znacznie wyższych lub niższych od sygnału nadawanego z anteny. W tym przypadku przyjęto okno o szerokości 300MHz, tak aby środkowa częstotliwość odpowiadała częstotliwości anteny.
- *subtract mean (dewow)* – Filtr ten oblicza średnią wartość dla każdej trasy, korzystając z okna czasowego, które jest podane jako parametr filtra. Wyznaczona średnia wartość jest odejmowana od wartości centralnej, co pozwala na usunięcie dudnienia niskoczęstotliwościowego, zwanego jako "wowing".

- *subtract DC shift* – jest to procedura mająca na celu usunięcie szumów generowanych przez aparaturę i związanych z zasilaniem prądem stałym. Procedura ta jest niezbędna przy przetwarzaniu danych ze starszego typu anten. Okno czasowe zostało dobrane w taki sposób, aby ominąć wysokoamplitudową część sygnału a skupić się jedynie na jego końcowym fragmencie, a więc od 15 do 60 ns.
- *background removal* – Działanie tego filtra polega na usuwaniu tła, czyli szumów i innych zakłóceń, które nie są interesujące z punktu widzenia badania. Dzięki temu, uzyskane wyniki są bardziej precyzyjne i pozwalają na bardziej dokładne zobrazowanie struktury podłoża.
- *time cut* – zastosowany został również filtr wycięciowy, aby usunąć część zapisu, w której nie spodziewamy się już sygnału użytecznego, w omawianym przypadku wycięto sygnał poniżej 40 ns.
- *gain function* – normalizacja amplitudy sygnału w całych danych poprzez zastosowanie funkcji wzmocnienia na dla wszystkich tras.

Filtry te są niezwykle istotne w georadarowym przetwarzaniu sygnału, ponieważ umożliwiają one skuteczne usunięcie zakłóceń i poprawienie jakości uzyskanych wyników.

Przedstawienie wyników

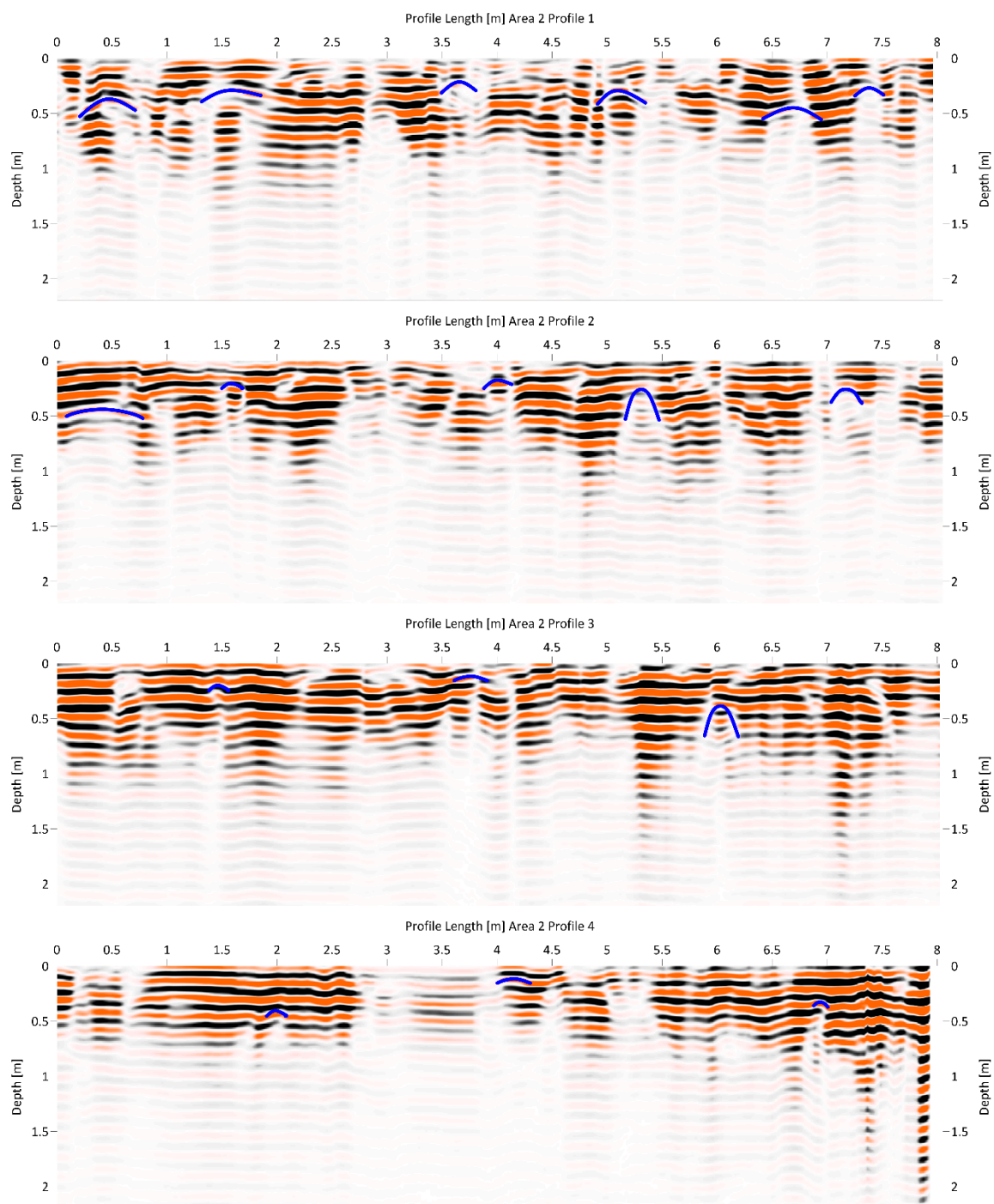
W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki pomiarów geofizycznych uzyskane w trakcie badań na wspomnianych trzech poligonach badawczych. Każdy z obszarów analizowany jest oddzielnie, zgodnie z ustaloną kolejnością. Prezentację wyników otwiera zestawienie profili georadarowej, które są głównym przedmiotem interpretacji, a następnie mapy rozkładu anomalii uzyskane w wyniku interpolacji pomiędzy profilami na danych głębokościach.

Obszar 2

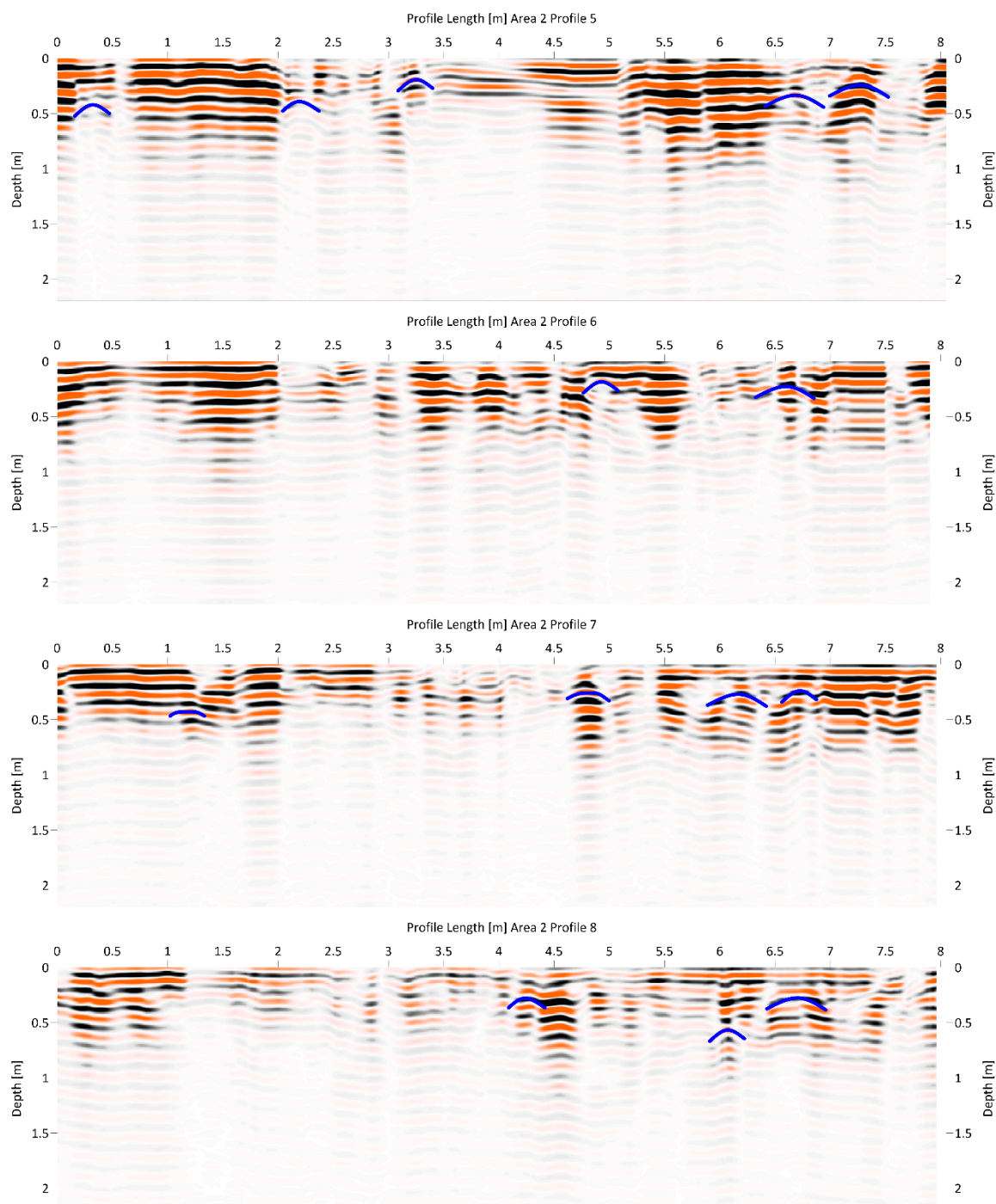
Na rysunkach Ilustr. 36, Ilustr. 37 oraz Ilustr. 38 przedstawiono przetworzone echogramy georadarowe odpowiadające kolejnym profilom z obszaru 2. Profile te zostały wykonane równolegle i prowadzone były w jednym kierunku – z południa na północ. Charakterystyczną cechą wszystkich zaprezentowanych echogramów jest zróżnicowanie parametrów geoelektrycznych ośrodka wzdłuż poszczególnych profili. Szczególnie widoczne jest silniejsze tłumienie sygnału w ich centralnych partiach, zwłaszcza pomiędzy 2. a 5. metrem bieżącym. Zjawisko to wykazuje pewną korelację z wynikami badań konduktometrycznych, w których

centralna i północna część obszaru charakteryzowała się niższą opornością w porównaniu do części południowej.

Na wszystkich jedenastu profilach kolorem niebieskim oznaczono hiperbole dyfrakcyjne, które występują dość licznie, jednak dominują głównie w płytkich warstwach i mają charakter krótki oraz lokalny. Na sąsiadujących ze sobą profilach obserwuje się występowanie hiperbol w zbliżonych lokalizacjach, co może wskazywać na ciągłość struktur w poprzek profili. Należy jednak uwzględnić, że odległość wzdłuż profilu określana jest za pomocą odometru (koła przymocowanego do anteny), który obarczony jest pewnym błędem pomiarowym. Głębokość natomiast szacowana jest na podstawie estymowanej średniej prędkości propagacji fali w ośrodku, co może prowadzić do niewielkich odchyleń w jej wartości. Szczególnie charakterystyczne jest grupowe występowanie hiperbol dyfrakcyjnych na ograniczonym obszarze, co może świadczyć o gwałtownych zmianach właściwości fizycznych medium w niewielkiej skali przestrzennej.



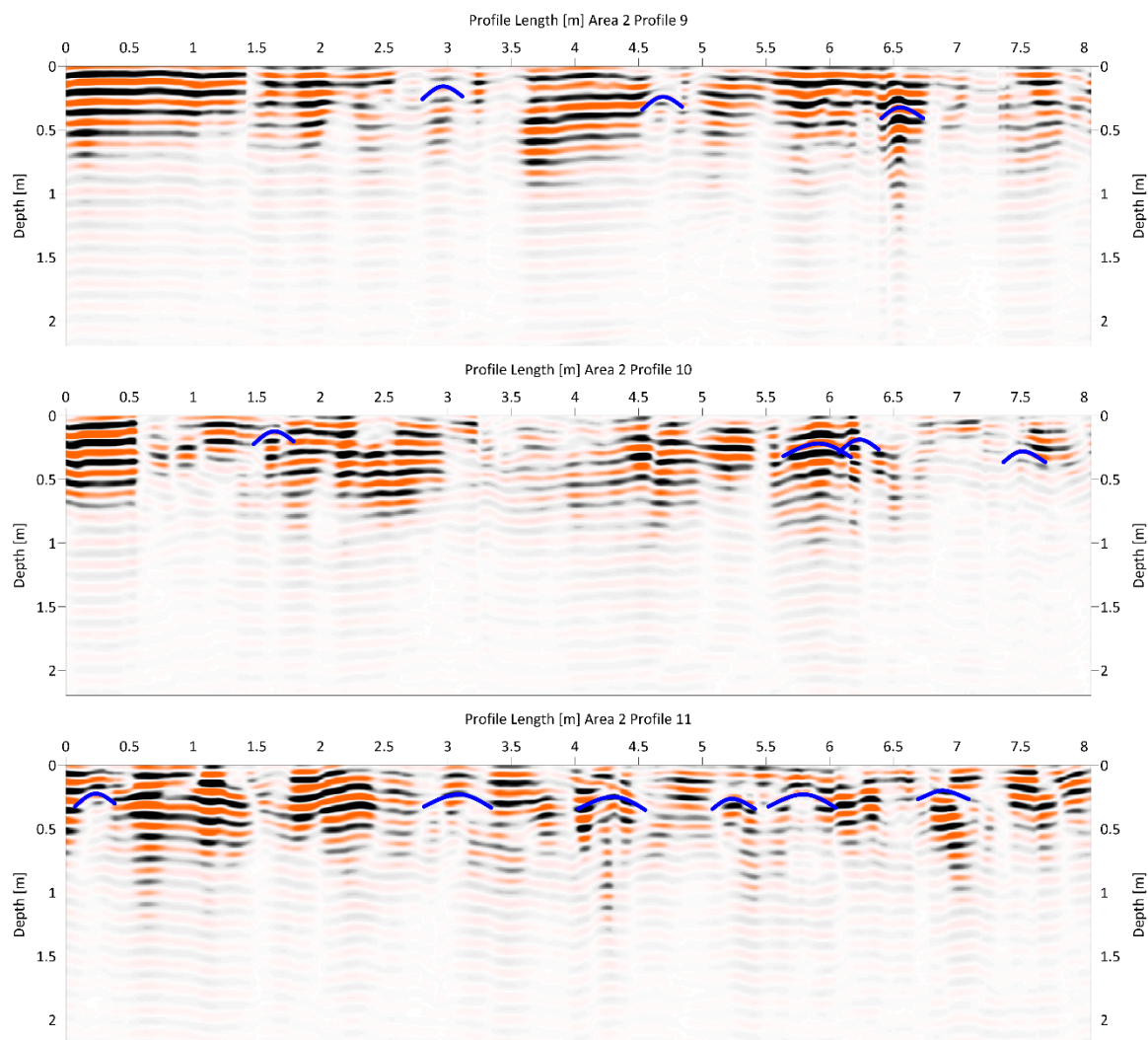
Ilustr.36. Zestawienie przetworzonych echogramów georadarowych dla profili od 1 do 4 wykonanych na obszarze 2.



Ilustr.37. Zestawienie przetworzonych echogramów georadarowych dla profili od 5 do 8 wykonanych na obszarze 2.

W przypadku pierwszych czterech profili dyfrakcyjne hiperbole występują niemal na całej ich długości, co może wskazywać na rozproszone i niejednorodne warunki geologiczne lub obecność licznych niewielkich obiektów o kontrastujących właściwościach fizycznych względem otoczenia. W miarę przesuwania się profili na wschód obserwuje się wyraźną zmianę – hiperbole zaczynają koncentrować się głównie w północnych częściach profili. Taka dystrybucja może sugerować obecność podziemnej struktury o ograniczonym zasięgu

lateralnym, zlokalizowanej w centralnej części badanego obszaru. Jej górna granica (strop) znajduje się na głębokości około 50 cm poniżej powierzchni terenu. Regularność występowania anomalii w zbliżonych lokalizacjach na sąsiednich profilach może świadczyć o ciągłości tej struktury w kierunku wschód–zachód oraz o jej potencjalnym znaczeniu archeologicznym.



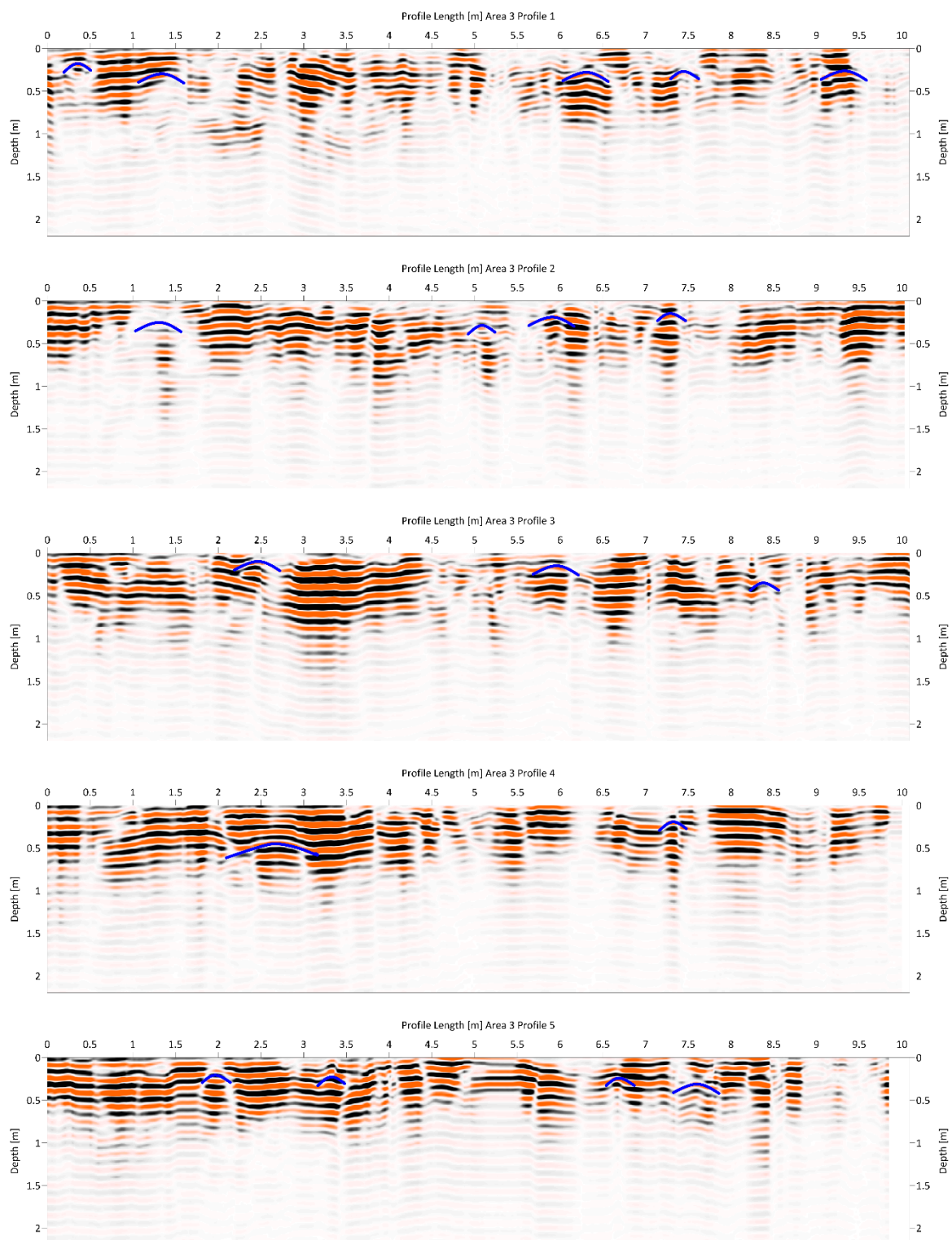
Ilustr.38. Zestawienie przetworzonych echogramów georadarowych dla profili od 9 do 11 wykonanych na obszarze 2.

Na profilach od 6 do 9 zaobserwowano charakterystyczne ugięcie ciągłości warstw w rejonie pomiędzy 5,5 a 7 metrem bieżącym, szczególnie wyraźne w profilu oznaczonym jako 7. Struktura ta znajduje się na głębokości około 50–70 cm poniżej powierzchni terenu. Tego rodzaju deformacja może wskazywać na obecność obiektu o odmiennej charakterystyce fizycznej względem otaczającego ośrodka, co sugeruje potencjalne powiązanie z obiektem archeologicznym, np. zasypianym wykopem, lub inną formą ingerencji antropogenicznej.

Regularność obserwowanego zaburzenia w kilku sąsiednich profilach może dodatkowo świadczyć o jego przestrzennej ciągłości.

Obszar 3

Echogramy georadarowe dla poligonu 3, przedstawione na rysunku Ilustr. 39, obejmują wszystkie profile wykonane w tym obszarze. Zarejestrowano pięć równoległych profili o długości około 10 metrów, rozmieszczonych w odstępach co około 1 metr. Podobnie jak w przypadku wcześniej opisywanego obszaru 2, pomiary wykonano w kierunku południe–północ. Przy zastosowaniu tego samego schematu przetwarzania danych widoczna jest istotna różnica w stosunku do obszaru 2 – mianowicie, występuje tu znacznie mniej stref o silnym tłumieniu sygnału. Zjawisko to wyraźnie koreluje z wyższą opornością gruntu, co potwierdzają również wyniki uzyskane z pomiarów konduktometrycznych.



Ilustr.39. Zestawienie przetworzonych echogramów georadarowych dla profili od 1 do 5 wykonanych na obszarze 3.

Wyraźna jest również różnica w liczbie oraz wyrazistości hiperbol dyfrakcyjnych w porównaniu z obszarem 2 – na poligonie 3 występują one znacznie rzadziej i są słabiej zarysowane. Na dwóch pierwszych profilach, zlokalizowanych najbardziej na zachód,

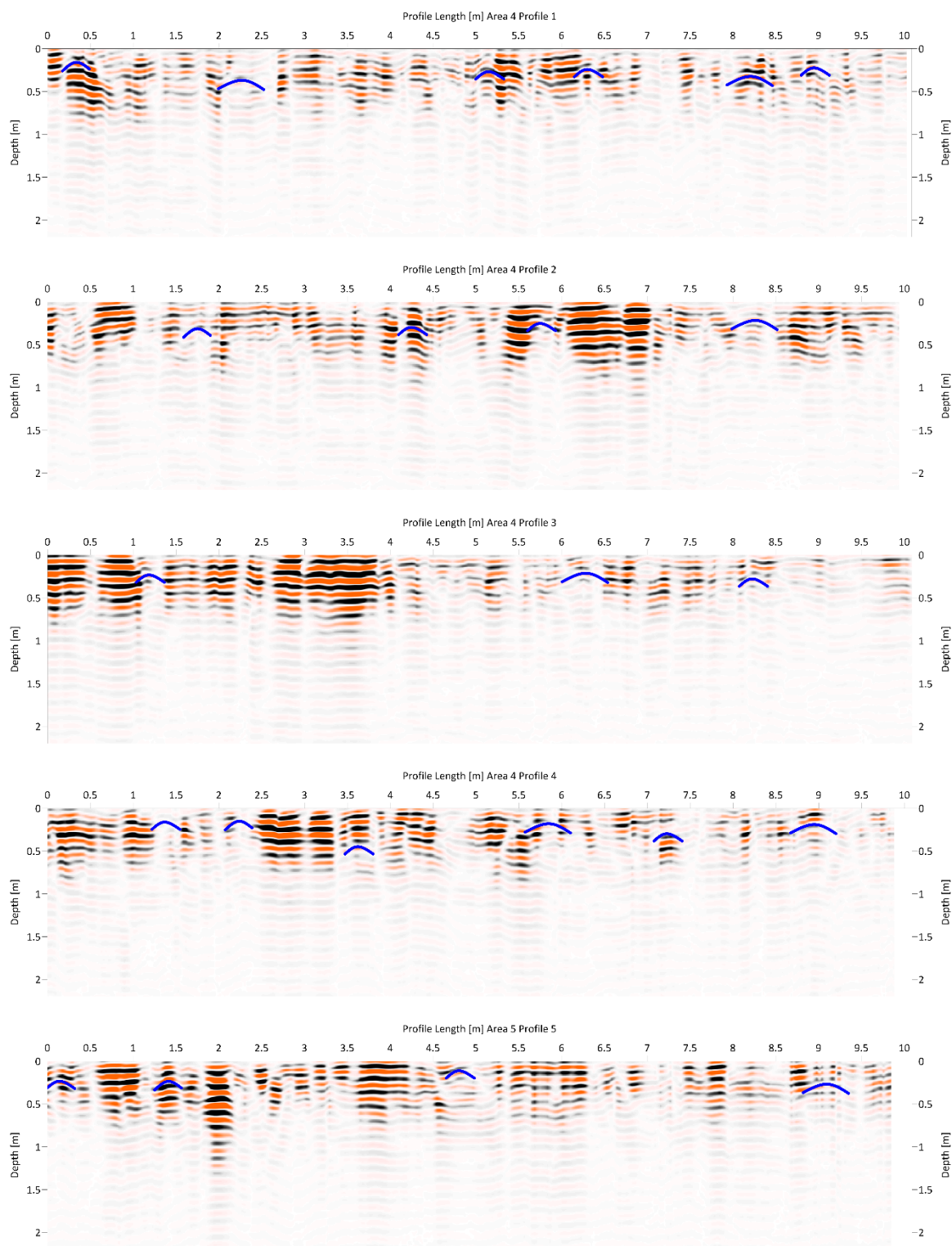
widoczna jest anomalia przypominająca zapadającą się strukturę, będąca najprawdopodobniej efektem obecności metalowego ogrodzenia. W tym przypadku należy ją traktować jako artefakt pomiarowy, niezwiązany z właściwościami podłoża. Poza pojedynczymi, lokalnie występującymi hiperbolami dyfrakcyjnymi, uwagę zwracają także wyraźne ugięcia warstw – podobne do tych obserwowanych w obszarze 2. Zjawisko to jest szczególnie widoczne na profilach 3, 4 i 5, w rejonie pomiędzy 2. a 4,5 metrem bieżącym.

Obszar 4

Echogramy georadarowe dla poligonu 4, przedstawione na rysunku Ilustr. 40, obejmują komplet profili wykonanych w tym obszarze badawczym. Poligon ten zlokalizowany jest w obrębie wąwozu lessowego, co stanowi istotny czynnik wpływający na propagację fal elektromagnetycznych oraz jakość rejestrowanych danych. W szczególności zauważalne są wyraźne, lokalne spadki amplitudy sygnału, związane z intensywnym tłumieniem fal w obrębie bardziej wilgotnych lub silnie rozproszonych osadów lessowych.

Ze względu na uwarunkowania topograficzne – strome zbocza wąwozu oraz potencjalne zaburzenia wynikające z nierównego kontaktu anteny z podłożem – zdecydowano się na przeprowadzenie pomiarów wyłącznie na dnie wąwozu. Teren ten zapewniał względnie stabilne warunki pomiarowe i umożliwiał zachowanie porównywalnej geometrii do tej zastosowanej w pozostałych obszarach. Wykonano pięć równoległych profili, każdy o długości około 10 metrów, w odstępach co 1 metr, prowadzonych w kierunku południe–północ.

Analiza echogramów ujawnia wyraźne zróżnicowanie charakteru odbić wzdłuż długości profili. W szczególności zauważalne jest wyraźne zwiększenie tłumienia sygnału w północnych odcinkach wszystkich profili. Zjawisko to najprawdopodobniej związane jest z większą miąższością i zmiennością właściwości fizycznych pokrywy lessowej w tej części poligonu. Grubsza warstwa lessu może charakteryzować się wyższą wilgotnością, mniejszą porowatością lub obecnością drobniejszych frakcji mineralnych, które w połączeniu mogą skutkować silniejszym tłumieniem sygnału georadarowego. Warto również zauważyć, że w porównaniu do poligonów 2 i 3, echogramy z obszaru 4 cechują się większą jednorodnością warstw i mniejszą liczbą wyraźnych anomalii punktowych, takich jak hiperbole dyfrakcyjne. Może to wskazywać na bardziej jednorodne warunki litologiczne oraz brak obecności silnie kontrastujących struktur antropogenicznych lub naturalnych.



Ilustr.40. Zestawienie przetworzonych echogramów georadarowych dla profili od 1 do 5 wykonanych na obszarze 4.

W porównaniu z wcześniej analizowanymi obszarami (poligonami 2 i 3), poligon 4 charakteryzuje się wyraźnie większym zróżnicowaniem zarówno wzdłuż poszczególnych profili, jak i pomiędzy nimi. Tego rodzaju niejednorodność nie była obserwowana w takim stopniu na wcześniejszych stanowiskach. Hiperbole dyfrakcyjne, choć liczniejsze, występują

na różnych głębokościach oraz w różnych miejscach na sąsiadujących profilach, co utrudnia ich jednoznaczną interpretację jako elementów przestrzennie ciągłych. Taka zmienność może wskazywać raczej na lokalne zaburzenia właściwości fizycznych ośrodka niż na spójną strukturę antropogeniczną.

Warto również zauważyć brak charakterystycznych, zapadających się struktur, które były widoczne na echogramach z poligonów 2 i 3, z jednym możliwym wyjątkiem – w profilu 1, pomiędzy 2. a 3. metrem bieżącym, gdzie zarejestrowano anomalię przypominającą tego typu formę. Niemniej jednak jej interpretacja pozostaje niepewna, ze względu na brak potwierdzenia w sąsiednich profilach oraz potencjalny wpływ lokalnych zmian litologicznych.

Z uwagi na rozproszony charakter obserwowanych anomalii, ich zmienną głębokość i ograniczoną korelację między profilami, trudno jest jednoznacznie powiązać zarejestrowane sygnały z konkretnym obiektem archeologicznym. Może to wynikać z bardziej złożonej budowy geologicznej tego obszaru lub z braku obecności wyraźnych struktur antropogenicznych w obrębie badanego przekroju. Nie należy także wykluczać, że tak licznie występujące hiperbole mogą być wynikiem jakichś zakłóceń zewnętrznych. Mimo zastosowania anteny ekranowanej nie daje ona 100% osłony przed odbiciem fali powyżej anteny, a teren badań był pokryty gęstą roślinnością, co także mogło wpłynąć na jakość danych.

Podsumowanie wyników

Badania georadarowe przeprowadzone na poligonach 2, 3 i 4 stanowią uzupełnienie wcześniejszych pomiarów magnetometrycznych i konduktometrycznych, dostarczając dodatkowych informacji o charakterze i głębokości zarejestrowanych anomalii.

Na poligonie 2 zaobserwowano liczne hiperbole dyfrakcyjne oraz strefy silnego tłumienia sygnału, szczególnie w centralnej części profili. Część tych struktur pokrywa się z wcześniej zarejestrowanymi anomaliami konduktometrycznymi, co może wskazywać na obecność obiektów o potencjalnym znaczeniu archeologicznym.

Poligon 3 charakteryzował się mniejszą liczbą i wyraznością anomalii. Zarejestrowane ugięcia warstw oraz lokalne zakłócenia (np. efekt ogrodzenia) były zgodne z wcześniejszymi obserwacjami ograniczonej przydatności tego obszaru do interpretacji archeologicznej.

Na poligonie 4, pomimo silniejszego tłumienia fali w północnej części i braku wyraźnych struktur zapadających się, odnotowano zwiększoną liczbę hiperbol oraz lokalne zaburzenia ciągłości warstw. Występujące tam zróżnicowanie głębokości i form pokrywa się częściowo z wcześniej zidentyfikowanymi anomaliami konduktometrycznymi.

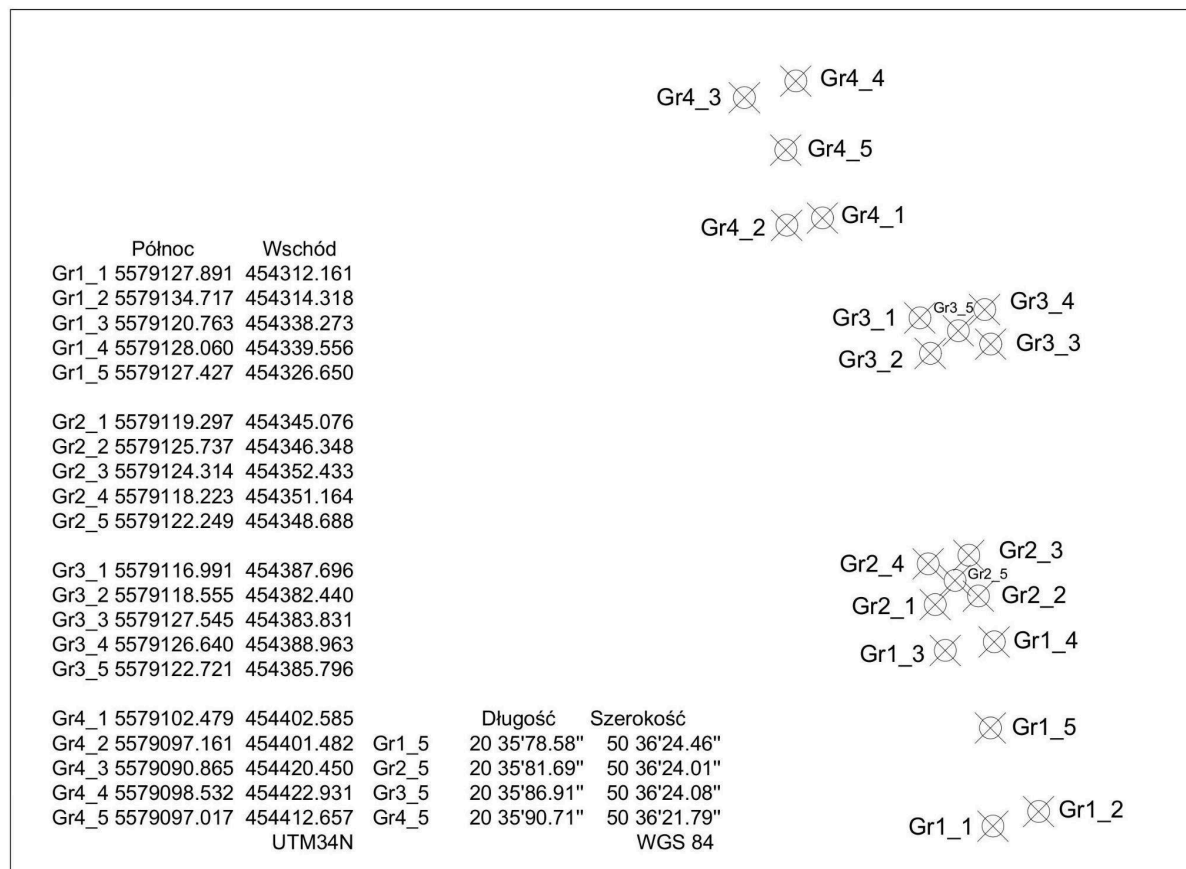
Łącznie dane GPR potwierdzają znaczenie poligonów 2 i 4 jako obszarów o największym potencjale badawczym i stanowią podstawę do dalszych analiz oraz ewentualnych prac wykopaliskowych.

6. Podsumowanie wyników

W pierwszej połowie 2025 roku Fundacja Zapomniane przeprowadziła kompleksowe badania nieinwazyjne na terenie dawnego cmentarza żydowskiego w Działoszycach oraz jego otoczenia. Celem było zlokalizowanie miejsc egzekucji i pochówku ofiar masowych zbrodni dokonanych przez Niemców 2–3 września 1942 roku, w wyniku których zamordowano ok. 1500–1600 osób żydowskiego pochodzenia.

Badania prowadzono z poszanowaniem zasad Halachy oraz zgodnie z wytycznymi Komisji Rabinicznej ds. Cmentarzy Żydowskich. W wyniku przeprowadzonych prac wytypowano pięć obszarów badawczych, oznaczonych na mapie jako:

- GR1 i GR2 – obejmujące obszary 1, 2 i 3,
- GR3 – obszar 4,
- GR4 – obszar 5.



Ocena wyników badań

Obszary 1, 2 i 3 (GR1 i GR2)

Wyniki badań w tych lokalizacjach wykazały obecność silnych i jednoznacznych anomalii geofizycznych, potwierdzonych co najmniej dwiema metodami (magnetometrią i konduktometrią), a w przypadku obszaru 2 także GPR.

- Obszar 1 – zidentyfikowano liniową anomalię o wymiarach ok. 9 m x 2 m, o charakterystyce odpowiadającej zbiorowej mogile.
- Obszar 2 – potwierdzono anomalię w układzie dwóch sąsiadujących stref, o wymiarach ok. 6–7 m x 2,5 m, również interpretowaną jako miejsce pochówku.
- Obszar 3 – wyniki są mniej jednoznaczne, lecz również wskazują na obecność możliwych struktur antropogenicznych.

Zgodność wyników z relacjami świadków, dokumentacją z lat 60. oraz topografią terenu pozwala stwierdzić, że co najmniej dwa miejsca mogą być z wysokim prawdopodobieństwem uznane za zbiorowe groby wojenne z września 1942 r. i spełniają przesłanki wpisu do ewidencji grobów wojennych.

Obszary 4 i 5 (GR3 i GR4)

Wyniki badań w tych lokalizacjach nie są jednoznaczne i nie pozwalają na konkluzywną interpretację.

- Obszar 4 to teren wąwozu lessowego, który okazał się bardzo trudny do skutecznej penetracji przy użyciu georadaru i innych metod.
- Obszar 5 charakteryzuje się silnym zanieczyszczeniem metalami wtórnymi i zaburzeniami topograficznymi.

Pomimo technicznych ograniczeń, należy podkreślić, że obie lokalizacje zostały wskazane przez naoczego świadka jako potencjalne miejsca egzekucji i pochówków. W związku z tym powinny one być traktowane jako miejsca szczególnej troski pamięciowej i ochrony, nawet jeśli aktualny stan wiedzy nie pozwala na jednoznaczną dokumentację strukturalną pochówków.

Wnioski i rekomendacje

Obszary 1, 3 i 3 spełniają kryteria uznania za miejsca pochówku zbiorowego ofiar II wojny światowej i powinny zostać objęte procedurą wpisu do ewidencji grobów wojennych.

Obszary 4 i 5 – pomimo braku jednoznacznych wyników, ze względu na silne przesłanki świadków, rekomenduje się ich trwałe oznaczenie, zabezpieczenie i upamiętnienie.

Wyniki badań stanowią solidną podstawę do dalszych działań dokumentacyjnych, edukacyjnych i upamiętniających na terenie Działoszyc.