

dr Radosław Mieszkowski
Uniwersytet Warszawski
Wydział Geologii
ul. Żwirki i Wigury 93
02-089 Warszawa
r.mieszkowski@uw.edu.pl
tel. 505 650 113

Załącznik 2

do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

AUTOREFERAT

Metody nieinwazyjnej geologii w rozpoznaniu stanowisk archeologicznych

oraz omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Warszawa, luty 2018

1. Imię i nazwisko: Radosław Bogdan Mieszkowski

2. Posiadane dyplomy, stopnie

- 2010 – pedagogiczne studia podyplomowa, Warszawa
- 2003 – studia podyplomowe Geofizyka Naftowa, AGH – Kraków
- 1998–2002 – studia inżynierskie; Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska
- 2001 – doktor nauk o Ziemi w zakresie geologii, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii. Praca doktorska pt.: *Modelowanie procesu dyfuzji w gruntach spoistych nasyconych*. Promotor: Prof. dr hab. Stanisław Jan Matysiak (Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii)
- 1996 – studia podyplomowe – Metoda Elementów Skończonych; Wydział Inżynierii Środowiskowej, Politechnika Warszawska
- 1991–1996 – studia magisterskie, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii. Specjalność: Geologia Inżynierska, studia ukończone z wyróżnieniem. Praca magisterska pt.: *Analiza odkształceń gruntów wokół wyrobiska metra na odcinku między ul. Narbutta, a SGH*. Promotorzy: Prof. dr hab. Stanisław Jan Matysiak (Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii); Prof. dr hab. inż. Lech Wysokiński (Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Geotechniki i Fundamentowania). Praca otrzymała wyróżnienie w konkursie im. A. Semkowa n/t ochrony środowiska (Warszawa, 1997)
- 1991 r. – matura, technik geolog
Technikum Geologiczne im. Jana Samsonowicza, ul. J. Szanajcy 5, Warszawa

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

Od	Do	Nazwa Zakładu Pracy	Stanowisko
2012	obecnie	Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej (IHIGI), Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa.	starszy wykładowca,
2012	2016	Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej (IHIGI), Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa.	Zastępca Dyrektora w Instytucie Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Wydział Geologii UW
2001	2012	Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa.	adiunkt
1996	2001	Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa.	Studia doktoranckie
II 1996	IX 1996	Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa.	pracownik inżynierijno-techniczny.

4. Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.):

a) tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego,

Jako osiągnięcie naukowe przedstawiono cykl siedmiu publikacji pod zbiorczym tytułem:

METODY NIEINWAZYJNEJ GEOLOGII W ROZPOZNANIU STANOWISK ARCHEOLOGICZNYCH

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy),

1. Welc F., **Mieszkowski R.**, Lipovac Vrkljan G., Konestra A. (2017) – An attempt to integration of different geophysical methods (magnetic, GPR and ERT); A case study from the Late Roman settlement on the Island of Rab in Croatia. *Studia Quaternaria*, vol. 34, no. 1, 47-59. [14 pkt. MNiSW 2016]

Jestem współautorem koncepcji publikacji. Razem z pozostałymi autorami sformułowałem problem badawczy. Przy czym po mojej stronie było przygotowanie metodyki badań geofizycznych (GPR i ERT) dla rozwiązania postawionego problemu archeologicznego. Koordynowałem geofizyczne prace terenowe. Wykonałem przetwarzanie i interpretacje uzyskanych wyników badań georadarowych i elektrooporowych. Uczestniczyłem w przygotowaniu tekstu pracy (w tym w dyskusji wyników i sformułowaniu wniosków) oraz rysunków. Mój udział procentowy szacuję na 40% (oświadczenia współautorów o procentowym wkładzie w autorstwo pracy znajdują się w Załączniku 5).

2. Welc F., **Mieszkowski R.**, Conyers L.B., Budziszewski J., Jedynak A. (2016) – Reading of ground-penetrating radar (GPR) images of prehistoric flint mine; case study from Krzemionki Opatowskie archaeological site in central Poland, *Studia Quaternaria*, vol. 33, no. 2, 117-130. [14 pkt. MNiSW 2016]

Przygotowałem koncepcję badań georadarowych dla rozwiązania postawionego przez archeologów problemu badawczego. Wykonałem pomiary terenowe oraz opracowałem wyniki i przedstawiłem ich interpretację. Uczestniczyłem w przygotowaniu tekstu pracy (w tym w dyskusji wyników i sformułowaniu wniosków) oraz rysunków. Mój udział procentowy szacuję na 40% (oświadczenia współautorów o procentowym wkładzie w autorstwo pracy znajdują się w Załączniku 5).

3. Welc F., **Mieszkowski R.** (2015) – Unknown Ancient Funerary Structures Discovered in West Saqqara (Egypt) Using Ground-Penetrating Radar (GPR), *Études et Travaux (Centre d'Archéologie Méditerranéenne de l'Académie Polonaise des Sciences)*, vol. XXVIII, 201-215. [MNiSW 2015: 11 pkt]

Przygotowałem koncepcję badań georadarowych dla rozwiązania postawionego przez archeologów problemu badawczego. Wykonałem pomiary terenowe oraz opracowałem wyniki i przedstawiłem ich interpretację. Uczestniczyłem w przygotowaniu tekstu pracy (w tym w dyskusji wyników i sformułowaniu

wniosków) oraz rysunków. Mój udział procentowy szacuję na 50% (oświadczenie współautora o procentowym wkładzie w autorstwo pracy znajduje się w Załączniku 5).

4. Welc F., **Mieszkowski R.**, Trzciniński J., Kowalczyk S. (2015) – Western Section of the 'Dry Moat' Channel Surrounding Step Pyramid Complex in Saqqara in the Light of Ground-penetrating Radar Prospection. *Archaeological Prospection*, vol. 22, no. 4, 293-305. [MNiSW 2015: 30 pkt, IF=1.917]

Przygotowałem koncepcję badań georadarowych dla rozwiązania postawionego przez archeologów problemu badawczego. Uczestniczyłem w opracowaniu wyników badań georadarowych. Uczestniczyłem w przygotowaniu tekstu pracy (w tym dyskusji wyników i sformułowaniu wniosków) oraz rysunków. Mój udział procentowy szacuję na 40% (oświadczenia współautorów o procentowym wkładzie w autorstwo pracy znajdują się w Załączniku 5).

5. **Mieszkowski R.**, Welc F., Budziszewski J., Migal W., Bąkowska A. (2014) –Preliminary results of the ground penetrating radar (GPR) prospection in the area of the prehistoric flint mine Borownia, southeastern Poland. *Studia Quaternaria*, vol. 31, no. 2, 123-132. [8 pkt. MNiSW 2014]

Przygotowałem koncepcję badań georadarowych dla rozwiązania postawionego przez archeologów problemu badawczego. Wykonałem pomiary terenowe oraz opracowałem wyniki i przedstawiłem ich interpretację. Uczestniczyłem w przygotowaniu tekstu pracy (w tym w dyskusji wyników i sformułowaniu wniosków) oraz rysunków. Mój udział procentowy szacuję na 40% (oświadczenia współautorów o procentowym wkładzie w autorstwo pracy znajdują się w Załączniku 5).

6. Welc F., **Mieszkowski R.**, Budziszewski J., Wysocki J., Kowalczyk S., Nalazek C. (2014) – Przydatność metody georadarowej (GPR) w nieinwazyjnej prospekcji archeologicznej na przykładzie trzech typów stanowisk z obszaru Polski. *Fontes Archaeologici Posnanienses*, vol. 50, no. 2, 147-161. [10 pkt. MNiSW 2014; S: nie widnieje w bazie; GS: 1(1)]

Jestem współautorem koncepcji publikacji. Przygotowałem metodykę badań georadarowych dla rozwiązania postawionego przez archeologów problemu badawczego. Koordynowałem geofizyczne prace terenowe. Wykonałem przetwarzanie i interpretacje uzyskanych wyników badań georadarowych. Uczestniczyłem w przygotowaniu tekstu pracy (w tym w dyskusji wyników i sformułowaniu wniosków) oraz rysunków. Mój udział procentowy szacuję na 35% (oświadczenia współautorów o procentowym wkładzie w autorstwo pracy znajdują się w Załączniku 5).

7. Welc F., **Mieszkowski R.**, Kowalczyk S., Trzciniński J. (2014) – Applicability of Ground Penetrating Radar in desert archaeological sites: a case study from the Saqqara necropolis in Egypt. *Studia Quaternaria*, vol. 31, no. 2, 133-141. [8 pkt. MNiSW 2014]

Przygotowałem koncepcję badań georadarowych dla rozwiązania postawionego przez archeologów problemu badawczego. Uczestniczyłem w opracowaniu wyników badań georadarowych. Uczestniczyłem w przygotowaniu tekstu pracy (w tym w dyskusji wyników i sformułowaniu wniosków) oraz rysunków. Mój udział procentowy szacuję na 40% (oświadczenia współautorów o procentowym wkładzie w autorstwo pracy znajdują się w Załączniku 5).

8. Welc F., Trzciniński J., Kowalczyk S. **Mieszkowski R.** 2013. Geophysical survey (GPR) in West Saqqara (Egypt): preliminary remarks. *Studia Quaternaria*, vol. 30, no. 2, 99-108. [8 pkt. MNiSW 2013; S: 5(3); GS: 5(4)]

Przygotowałem koncepcję badań georadarowych dla rozwiązania postawionego przez archeologów problemu badawczego. Uczestniczyłem w opracowaniu wyników badań georadarowych. Uczestniczyłem w przygotowaniu tekstu pracy (w tym w dyskusji wyników i sformułowaniu wniosków) oraz rysunków. Mój udział procentowy szacuję na 30%. (Oświadczenie współautorów o procentowym wkładzie w autorstwo pracy znajduje się w Załączniku 5).

c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Wprowadzenie

W sformułowaniu „metody nieinwazyjnej geologii” należy rozumieć głównie zastosowanie metod geofizycznych, w tym przypadku do poszukiwania i rozpoznania zarówno zasięgu jak i stratyfikacji stanowisk archeologicznych datowanych na różne okresy historyczne. Proces aplikacji metod geofizycznych do rozpoznania stanowisk archeologicznych rozpoczął się połowie XX wieku. Pierwsze, spektakularne osiągnięcia wyników badań geofizycznych na stanowiskach archeologicznych zostały przedstawione w pracach np. Atkinsona (1953) – pomiary elektrooporowe; Clarka (1968, 1969) – pomiary elektrooporowe; Scollara (1965, 1968, 1969) – pomiary magnetyczne; i Vickersa i in (1976) – pomiary georadarowe.

W Polsce pionierami wdrażania metod geofizycznych do rozwiązywania problemów archeologicznych byli m. in.: Dąbrowski i Stopiński (1961), Dąbrowski (1963), Misiewicz (1991, 1993) oraz Herbich (1995, 1998). Historia geofizyki archeologicznej w Polsce, wraz z podaniem pełnej bibliografii prac dotyczących zastosowania metod geofizycznych w archeologii, została opisana w pracy Misiewicza (2002). Natomiast zarys aplikacji metod geofizycznych prowadzony przez różne ośrodki na świecie jest precyzyjnie opisany np. w pracy Misiewicza (2006), Conyers'a (2013, 2016) i Davida i in.(2008).

Na osiągnięcie naukowe składa się cykl ośmiu oryginalnych publikacji naukowych będących studiami aplikacji metod geofizycznych dla rozpoznania 3 stanowisk archeologicznych datowanych na różne okresy, położonych w terenie o odmiennej budowie geologicznej tj.:

- zespół neolitycznych kopalni krzemienia pasiastego eksploatowany ok. 3900–1600 p.n.e. w pobliżu Ostrowca Świętokrzyskiego (Polska);
- teren u podnóża piramidy schodkowej Dżosera w Sakkarze (Egipt), zbudowanej około 2650 p.n.e.;
- teren późnorzymskiego osadnictwa (ok. 3-4 wiek p.n.e.) na wyspie Rab (Chorwacja).

Przedstawione prace mają charakter interdyscyplinarny. Zajęto się w nich zagadnieniami jakości (głównie rozdzielczości) uzyskanych wyników geofizycznych w odniesieniu do typu stratyfikacji stanowiska archeologicznego oraz charakteru budowy geologicznej. Rozważono też kwestię doboru metodyki badawczej do konkretnego stanowiska (problemu) archeologicznego oraz czynników wpływających negatywnie na otrzymane rezultaty pomiarowe (głównie tłumienie).

W powyższych badaniach wybrano te metody, które umożliwiają płytką prospekcję i dobrą rozdzielczość, tj.: metodę georadarową, metodę geomagnetyczną i metodę tomografii elektrooporowej. Tam gdzie było to możliwe, dokonano korelacji uzyskanych wyników badań geofizycznych z wynikami bezpośrednich badań wykopaliskowych (sondażami).

Archeologiczne badania sondażowe (wykopaliska na małą skalę) są konieczne do rozpoznania stratyfikacji i wieku danego stanowiska. Niemniej mają charakter inwazyjny, co w praktyce oznacza wykonanie niszczącego strukturę stanowiska wykopu czy też sondażu. Najczęściej jest to 1 ar i/lub wielokrotność kilku arów. Niestety często bywa tak, że ze względu na słabe rozpoznanie zasięgu stanowiska w trakcie prospekcji powierzchniowej wykopy archeologiczne nie zawsze zostają zlokalizowane w jego obrębie lub w najbardziej interesującej partii stanowiska. Zwiększanie ilości wykopów lub ich powierzchni prowadzi do straty czasu i zwiększenia kosztów badań. W efekcie, postawiony problem archeologiczny często nie zostaje rozwiązany.

W związku z tym zastosowanie metod geofizycznych w badaniach archeologicznych pozwala na nieinwazyjne, powierzchniowe i stosunkowo szybkie rozpoznanie terenu po kątem identyfikacji anomalii pola fizycznego skorupy ziemskiej. Zlokalizowana anomalia geofizyczna jest pierwszym etapem do zaplanowania kolejnych prac archeologicznych. Należy podkreślić, że rzeczywisty charakter tych anomalii może być rozpoznany jedynie w toku dalszych prac archeologicznych (weryfikacyjnych). Możliwości stosowania wybranych metod geofizycznych na różnego typu stanowiskach archeologicznych przedstawili np. Misiewicz (1998) i Herbich (2014).

Stanowiska archeologiczne generują w obrazie geofizycznym charakterystyczne anomalie w zależności od zastosowanej metody, warunków gruntowo-wodnych oraz rodzaju badanego obiektu, a nawet jego wieku. Charakter anomalii geofizycznej w zależności od rodzaju stanowiska archeologicznego został przedstawiony w pracach np. Clarka (1996), Vaughana (1986), Conyera (2012, 2015) i Misiewicza (2006).

W praktyce w rozpoznaniu stanowisk archeologicznych, zarówno w Polsce jak i na świecie najczęściej stosuje się wybrane metody geofizyczne. Są to: metoda elektrooporowa, metoda magnetyczna i metoda georadarowa

Idea **metody elektrooporowej** opiera się na wygenerowaniu sztucznego pola elektrycznego w górotworze przez system elektrod, a następnie oznaczeniu parametrów tego pola (natężenie, napięcie, oporność). Metoda ta dla celów geofizyki poszukiwawczej została opracowana przez Wennera (1916) i Schlumbergera (1920). Metoda ta jest do dzisiaj rozwijana np. przez: Kellera & Frischknechta (1966), Szymankę i Stenzela (1973), Dahlina (1996), Loke'a i Barkera (1996), Mościckiego i Antoniuka (1998), Loke'a i in. (2015) i Loke'a (2016).

W metodzie elektrooporowej parametrem wiodącym jest oporność elektryczna podłoża. Parametr ten zależy od wilgotności, cech strukturalno-teksturalnych (porowatość, uziarnienie, zagęszczenie) i składu mineralnego ośrodka i mineralizacji wody podziemnej. Zmienność oporności elektrycznej ośrodka gruntowego mieści się w przedziale $10^{-3} \Omega\text{m}$ (siarczki metali) do $10^6 \Omega\text{m}$ (skały chemiczne) (Fajklewicz 1972). Obiekty archeologiczne zazwyczaj objawiają się w wynikach badań elektrooporowych, jako anomalie o podwyższonych opornościach elektrycznych (rzędu kilkuset, kilku tys. Ωm), np. miększe warstwy osadnicze, rumowiskowe, mury, nasypy, pustki (Misiewicz 2006).

Idea **metody georadarowej** opiera się na zjawisku odbicia fal elektromagnetycznych o wysokich częstotliwościach, emitowanych za pomocą specjalnych anten nadawczych w głąb ośrodka geologicznego. Odbite fale są odbierane przez antenę odbiorczą i archiwizowane przy użyciu odpowiednio skonfigurowanych systemów rejestracji. Parametrami fizycznymi, które mają wpływ na rejestrowane echogramy to: stała dielektryczna (powstanie fal odbitych) i oporność elektryczna (tłumienie energii). Istotny wpływ na możliwości prospekcji radarowej ma oporność elektryczna badanego ośrodka. Im oporność elektryczna jest niższa, tym większe tłumienie fali oraz spadek zasięgu prospekcji radarowej i odwrotnie, im wyższa oporność elektryczna, tym głębokość prospekcji wzrasta. W praktyce przyjmuje się, że dobre warunki dla prospekcji radarowej występują dla oporności ośrodka powyżej $100 \Omega\text{m}$ (Daniels 2004; Jol 2009; Karczewski i in. 2012). Sygnaturami obiektów archeologicznych w zarejestrowanych echogramach georadarowych są horyzonty refleksyjne, hiperbole dyfrakcyjne, obszary wzmocnienia sygnału rejestrowanych fal (Conyers 2012, 2015).

Metoda magnetyczna jest metodą pasywną, polegająca na obserwacji zjawisk zachodzących w naturalnym polu magnetycznym Ziemi (Janowski 1958; Fajklewicz 1972). Typowe badania magnetyczne w prospekcji archeologicznej polegają na rejestracji zmiany wartości wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego (lub jego gradientu: pionowego, poziomego), dzięki czemu jest możliwe wydzielenie anomalii, których źródłem może być obecność w podłożu artefaktów. Przykładowymi obiektami, które powodują anomalie pola magnetycznego są np.: piece, paleniska, przedmioty żelazne, konstrukcje kamienne, ale również wypełnienie rowów, jam, czy relikty zabudowy mieszkalnej, obronnej lub użytkowej. Prospekcja magnetyczna nie daje wprost odpowiedzi jaki jest to rodzaj obiektu, który daną anomalię powoduje (Herbich 2014). Jednak analizując siłę położenia i rodzaj anomalii magnetycznej możliwe jest w przybliżeniu określenie z jakim typem obiektu się możemy spotkać (Misiewicz, 2006).

Przykłady zarejestrowanych anomalii magnetycznych oraz modele obiektów archeologicznych w świetle badań magnetycznych zostały szeroko omówione np. w pracach: Aitkena i Alldreda (1966), Scollara (1969a), i Herbicha (1998, 2003).

Omówienie wyników badań geofizycznych prowadzonych na obszarze zespołu neolitycznych kopalni krzemienia pasiastego eksploatowanego ok. 3900–1600 p.n.e. w pobliżu Ostrowca Świętokrzyskiego (Polska)

Zagadnienie to zostało omówione w pracach:

Welc F., **Mieszkowski R.**, Conyers L.B., Budziszewski J., Jedynek A. (2016) – Reading of ground-penetrating radar (GPR) images of prehistoric flint mine; case study from Krzemionki Opatowskie archaeological site in central Poland. *Studia Quaternaria*, vol. 33, no. 2, 117-130.

Mieszkowski R., Welc F., Budziszewski J., Migal W., Bąkowska A. (2014) – Preliminary results of the ground penetrating radar (GPR) prospection in the area of the prehistoric flint mine Borownia, southeastern Poland. *Studia Quaternaria*, vol. 31, no. 2, 123-132.

Welc F., **Mieszkowski R.**, Budziszewski J., Wysocki J., Kowalczyk S., Nalazek C. (2014) – Przydatność metody georadarowej (GPR) w nieinwazyjnej prospekcji archeologicznej na przykładzie trzech typów stanowisk z obszaru Polski. *Fontes Archaeologici Posnanienses*, vol. 50, no. 2, 147-161.

Do badań wytypowano trzy pola górnicze występowania krzemieni, tzn. dwa miejsca, gdzie eksploatacja była prowadzona metodami górniczymi (w Krzemionkach Opatowskich i Borowni) oraz jedno pole górnicze gdzie wydobywanie krzemieni odbywało się metodą odkrywkową (w Seredzicach k/Łlży).

W przedstawionych artykułach zajęto się głównie czterema zagadnieniami:

- wykonaniem testowych badań georadarowych w Muzeum Archeologicznym i Rezerwacie Krzemionki (k/Ostrowca Świętokrzyskiego). Teren ten jest dosyć dobrze rozpoznany pod względem archeologicznym i budowy geologicznej. Następnie wykonano pomiary georadarowe na obszarze dotąd nierozpoznanych dawnych pól górniczych krzemienia pasiastego koło Borowni;
- wykonaniem testowych badań georadarowych na obszarze odkrywkowego pola górniczego krzemieni pasiastych, które nie było dotąd badane tą metodą;
- zbadaniem możliwości aplikacyjnych metody georadarowej pod kątem weryfikacji wcześniej przyjętych hipotez dotyczących jej przydatności w nieinwazyjnej prospekcji archeologicznej głównie na obszarach związanych z pradziejową eksploatacją krzemienia;
- wypracowanie najbardziej efektywnej metodyki pomiarowej, jak również procedur przetwarzania danych georadarowych oraz interpretacji otrzymanych wyników.

Pola górnicze: Krzemionki Opatowskie i Borownia

Wstępne badania rekonesansowe w obrębie pola górniczego Krzemionki Opatowskie przeprowadził w latach '90-tych Szykiewicz (1999) za pomocą georadaru SIR1. Z danych literaturowych (np.: Gutowski i Pieńkowski 2004; Król i Migaszewski 2009) wynika, że dwa poziomy krzemieni pasiastych wydobywanych w okolicach Krzemionek Opatowskich oraz Borowni zalegają na

głębokości ok. 7–10 m p.p.t. w zależności od kąta zapadania warstw skalnych, przy czym strop osadów górnej jury reprezentuje typowy profil wietrzeniowy przykryty warstwą osadów czwartorzędu o miąższości ok. 1–2 m. Z punktu widzenia możliwości zastosowania georadaru, na wskazanym terenie generalnie występują korzystne warunki pomiarowe z uwagi na wysokooporowe podłoże wykształcone jako wapienie.

Na obszarze eksploatacji krzemieni pasiastych metodą górnictw (Krzemionki Opatowskie i Borownia) zastosowano system georadarowy ProEx (MALA, prod. szwedz.) z antenami ekranowanymi 100 MHz i 250 MHz. Do przetwarzania echogramów zastosowano programy: ReflexW (*Sandmeier Software*).

Na terenie pól górniczych w Krzemionkach Opatowskich uzyskano prospekcję do ok. 10 m p.p.t. Na obrazie georadarowym zarejestrowano liczne koncentracje anomalii w postaci hiperbol dyfrakcyjnych i wzmocnień sygnału fali elektro-magnetycznych pochodzących od potwierdzonych szybów kopalnianych i stropów chodników eksploatacyjnych. Na echogramach dają się również zidentyfikować horyzonty refleksyjne od granic litologicznych.

Wykonane w następnej kolejności badania georadarowe na terenie pól górniczych koło Borowni umożliwiły wykrycie tam dotąd niezbadanych szybów oraz kawern w górotworze po neolitycznej eksploatacji krzemieni pasiastych. Uzyskane wyniki mogą być przedmiotem dalszych badań archeologicznych.

W badaniach, których celem jest m.in. głęboka prospekcja, bardzo ważne jest przyjęcie optymalnych parametrów pomiarów georadarowych tj.: wartości składania sygnału, częstotliwość próbkowania sygnału, kroku pomiarowego i okna czasowego. Istotny jest również czas wykonywanych pomiarów w terenie. W realizowanych pomiarach na terenie pola górniczego w Krzemionkach Opatowskich wykonano szereg pomiarów, przy różnych konfiguracjach powyższych ustawień. Wydaje się, iż najbardziej optymalnymi parametrami z uwagi na czas wykonania pomiarów i jakość uzyskanych wyników było przyjęcie 16-sto krotnej wartości składania sygnału, okna czasowego odpowiadającego 200 [ns], częstotliwość próbkowania sygnału odpowiadającą wartości $>10 \times$ wielkość okna czasowego (ns) [MHz], przy kroku pomiarowym 5 cm. Takie ustawienia korespondują z propozycją konfiguracji georadaru dla potrzeb budownictwa (Karczewski i in. 2017).

Zestawy procedur do przetwarzania echogramów powinny być dedykowane dla konkretnego problemu badawczego w zależności od postawionego celu i warunków gruntowo-wodnych. W przypadku pól górniczych Krzemionki i Borownia sprawdziły się procedury: „move starttime”, „subtract DC-shift”, „bandpassfrequency”, „background removal”, „gain” i „fk migration”. Prędkość rozchodzenia się fal elektromagnetycznych w górotworze przyjęto na podstawie rozpoznanego profilu gruntowego w Krzemionkach i korelacji hiperbol dyfrakcyjnych. Wizualizację wyników badań przedstawiono w formie dwuwymiarowych echogramów, map anomalii (slices) oraz blokdiagramów.

Pole górnicze: Seredzice k/Iłży

Zgodnie z wynikami badań Budziszewskiego i Bednarza (1994) eksploatacja krzemieni z okolic Seredzic odbywała się metodą drążenia płytkich dołów (ok. 1–2 m) w stropie skał jurajskich. Na wybranym poligonie badawczym wykonano otwory geologiczne. Stwierdzono występowanie osadów

czwartorzędowych wykształconych, jako gliny i gliny piaszczyste o miąższości ok. 1–1.5 m, zaś głębiej zaleganie zwietrzałego stropu wapieni górnej jury.

Obecność osadów spoistych (o niskiej oporności elektrycznej) stanowiło pewne ograniczenie zastosowania metody georadarowej w kontekście jej prospekcji. Pomiary wykonano powyższym systemem georadarowym z zastosowaniem anten ekranowanych: 100 MHz, 250 MHz i 500 MHz. Przy niesprzyjających warunkach oporności elektrycznej podłoża uzyskano na echogramach stosunkowo wyraźne horyzonty refleksyjne odpowiadające zagłębieniom w stropie skał wapiennych (na głębokości ok. 1 m p.p.t.), które mogą być reliktem dawnej eksploatacji krzemieni. Anteny o wyższych częstotliwościach dawały zdecydowanie bardziej czytelne echogramy.

Omówienie wyników badań geofizycznych prowadzonych u podnóża piramidy schodkowej Dżosera w Sakkarze (Egipt), zbudowanej około 2650 p.n.e.

Zagadnienie to zostało omówione w pracach:

Welc F., **Mieszkowski R.** (2015) – Unknown Ancient Funerary Structures Discovered in West Saqqara (Egypt) Using Ground-Penetrating Radar (GPR). *Études et Travaux (Centre d'Archéologie Méditerranéenne de l'Académie Polonaise des Sciences)*, vol. XXVIII, 201-215.

Welc F., **Mieszkowski R.**, Trzciński J., Kowalczyk S. (2015) – Western Section of the 'Dry Moat' Channel Surrounding Step Pyramid Complex in Saqqara in the Light of Ground-penetrating Radar Prospection. *Archaeological Prospection*, vol. 22, no. 4, 293-305.

Welc F., **Mieszkowski R.**, Kowalczyk S., Trzciński J. (2014) – Applicability of Ground Penetrating Radar in desert archaeological sites: a case study from the Saqqara necropolis in Egypt. *Studia Quaternaria*, vol. 31, no. 2, 133-141.

Welc F., Trzciński J., Kowalczyk S., **Mieszkowski R.** (2013) – Geophysical survey (GPR) in West Saqqara (Egypt): preliminary remarks. *Studia Quaternaria*, vol. 30, no. 2, 99-108.

Obszar wytypowany do badań znajdował się na terenie koncesji Polskiej Misji Archeologicznej w Sakkarze koordynowanej przez Prof. Karola Myśliwca (PAN). Zdecydowano się na wykonanie badań geofizycznych w celu określenia obszaru występowania reliktyw dawnej fosy (Dry Moat), jak również jej charakterystyki, tj. głębokości i szerokości. Analiza odsłoniętego profilu gruntowego wykazała, iż przy powierzchni terenu, o miąższości ok. 0,5 m zalega warstwa przewianego, suchego piasku, głębiej występuje ok. 3 m warstwa pylasto-piaszczysta z przewarstwieniami węglanowymi, zaś na głębokości ok. 4 m p.p.t. znajduje się strop wapieni paleogenu. Z uwagi na charakter budowy geologicznej zdecydowano się na wykonanie badań geofizycznych metodą georadarową.

Badania georadarowe przeprowadzono za pomocą systemu ProEx (MALA, prod. szwedz.) antenami ekranowanymi: 100 MHz i 250 MHz. Do przetwarzania echogramów zastosowano program:

ReflexW (Sandmeier Software). Pomiary wykonano na kilkunastu prostokątnych poligonach zlokalizowanych w poprzek spodziewanej *Dry Moat*, przy czym w obszarze każdego poligonu zaprojektowano pomiaru wzdłuż 5–10 równoległych profili w rozstawie co 1 m.

Wizualizację wyników badań przedstawiono w formie zinterpretowanych echogramów (2D), mapy anomalii georadarowych (*slices*) i blokdiagramów. Rezultatem przeprowadzonych badań było określenie szerokości struktury *Dry Moat*, jak również wykrycie reliktyw dawnych świątyń. Krawędzie *Dry Moat* zaznaczyły się na echogramach w formie hiperbol dyfrakcyjnych, zaś przestrzeń wewnątrz fosy odznaczyła się wyraźnym tłumieniem sygnału. Oznacza to, że *Dry Moat* jest wypełniona osadem o niskiej oporności (pył?).

Obecność warstwy pyłów piaszczystych uniemożliwiła głęboką prospekcję. Efektywna głębokość rozpoznania podłoża sięgnęła do ok. 3 m p.p.t. Na podstawie testów pod kątem ustawienia optymalnych parametrów pomiarowych zdecydowano się na przyjęcie: okna czasowego 300 ns, 8-śmio krotnej wartości składania sygnału, częstotliwość próbkowania sygnału odpowiadającą wartości $>10 \times$ wielkość okna czasowego (ns) [MHz], przy kroku pomiarowym 5 cm. Przyjęto następujący zestaw procedur przetwarzania echogramów: „move starttime”, „subtract DC-shift”, „bandpassfrequency”, „background removal” i „gain”.

Były to pierwsze badania georadarowe wykonywane przez polski zespół naukowy w okolicach Piramidy Dżosera. Uzyskane wyniki przyczynią się do dalszych polskich badań archeologicznych w pobliżu piramidy Dżosera.

Omówienie wyników badań geofizycznych prowadzonych na terenie późnorzymskiego osadnictwa (ok. I wiek p.n.e) na wyspie Rab (Chorwacja)

Zagadnienie to zostało omówione w pracy:

Welc F., **Mieszkowski R.**, Lipovac Vrkljan G., Konestra A. (2017) – An attempt to integration of different geophysical methods (magnetic, GPR and ERT); A case study from the Late Roman settlement on the Island of Rab in Croatia. *Studia Quaternaria*, vol. 34, no. 1, 47-59.

Celem prac badawczych była identyfikacja zasypanych na niewielkich głębokościach (ok. kilkudziesięciu cm ÷ 2 m) reliktyw kamiennych po dawnych domostwach oraz ewentualnie drobnych artefaktów. W świetle parametrów fizycznych, spodziewano się, iż w danych warunkach geologicznych, relikty archeologiczne będą dawać anomalie pola fizycznego.

W badaniach zastosowano następujące metody geofizyczne: georadar, tomografię elektrooporową i magnetykę. Dodatkowo wykonano punktowe rozpoznanie budowy geologicznej. Stwierdzono, iż pokrywa osadów czwartorzędowych wykształcona, jako osady sypkie i małospoiste (piaski, pyły piaszczyste), zalega na eoceńskich piaskowcach. Miąższość osadów czwartorzędowych sięga od kilkudziesięciu cm do kilku metrów.

Kompleksowe badania geofizyczne wykonano na pięciu prostokątnych poligonach o powierzchni od 100 m² do 400 m². Badania georadarowe przeprowadzono za pomocą systemu ProEx

(MALA, prod. szwedz.) anteną ekranowaną 500 MHz. Założono profile pomiarowe w rozstawie co 1 m. Do przetwarzania echogramów zastosowano programy: *ReflexW* (Sandmeier Software) oraz *GPR Process* i *GPR slices* (L. Conyers). Badania elektrooporowe wykonano metodą tomografii elektrooporowej (ERT) za pomocą cztero-kanalowego urządzenia Terrameter LS (ABEM, prod. szwedz.). W celu dokładnego rozpoznania rozkładu oporności elektrycznej podłoża w kontekście identyfikacji obiektów archeologicznych, zastosowano uziemienie elektrod co 0,75 m i 1 m. Taka metodyka umożliwiła prospekcję do ok. 5–7 m p.p.t. oraz rozdzielczość rzędu kilkunastu do kilkudziesięciu centymetrów w zależności od głębokości. Badania magnetyczne wykonano za pomocą gradientometru GRAD601 (Bartington, prod. bryt.). Pomiarzy były wykonywane w układzie równoległych profili w odstępach co 0.5 m.

Efektom wykonanych pomiarów było możliwość skorelowania uzyskanych wyników geofizycznych. Stwierdzono, iż anomalie geofizyczne wywołane obecnością zakopanych w piaskach dawnych murów kamiennych charakteryzują się:

- w metodzie **georadarowej** obecnością wyraźnych wzmocnień oraz występowaniem wielokrotnych horyzontów refleksyjnych na echogramach 2D, jak również wyraźnym wzrostem amplitudy zarejestrowanych fal w świetle wizualizacjach typu *slice* (mapy anomalii georadarowych);
- w metodzie **tomografii elektrooporowej** obecność kamiennych murów zaznaczała się wyraźnym wzrostem oporności elektrycznej do 500 Ω m;
- w metodzie **magnetycznej** udało się wyodrębnić wyraźne anomalie pionowego gradientu wektora całkowitego natężenia pola magnetycznego (ΔT), których rozkład pokrywał się z anomaliami zidentyfikowanymi na mapach *slice-ów*.

Opracowana metodyka badań geofizycznych okazała się skuteczna. Na podstawie korelacji otrzymanych anomalii: georadarowych, elektrooporowych i magnetycznych wskazano obszary do dalszego rozpoznania archeologicznego prowadzonego za pomocą wykopalisk archeologicznych. Prace takie zostały wykonane i potwierdziły wyniki badań geofizycznych. Wyniki prac wykopaliskowych przedstawiono w artykule:

Lipovac Vrkljan G., Konestra A., Ilkić M., Welc F., **Mieszkowski R.** (2017) – Project RED's field activities in 2016: geophysical and filed surveys, *Annales Instituti Archaeologici*, Zagreb, XIII – 2017, 163-166.

Podsumowanie

Przedstawiony cykl artykułów miał na celu wykazanie efektywności aplikacji wybranych metod geofizycznych w badaniach archeologicznych.

Wydaje się, iż do istotnych osiągnięć moich badań należy:

1. zaprezentowanie możliwości kompleksowego zastosowania metod geofizycznych bazujących na pomiarach różnych pól fizycznych (elektrycznych, elektro-magnetycznych i magnetycznych) do rozpoznania stanowisk archeologicznych;
2. opracowanie metodyki pomiarów geofizycznych istotnych dla poszukiwań archeologicznych tj.: rozstawu profili pomiarowych, rozstawu elektrod, ustawień georadarowych;

3. wykazanie przydatności metod geofizycznych, głównie georadarowej, ale również metody tomografii elektrooporowej i metody magnetycznej do nieinwazyjnego zbadania terenu w celu identyfikacji relikwów działalności ludzkiej (kopalnie, obiekty budowlane, artefakty);
4. wybranie optymalnych parametrów badań georadarowych dla określonych stanowisk archeologicznych;
5. przedstawienie ograniczeń metod geofizycznych przy poszukiwaniach archeologicznych związanych z opornością elektryczną podłoża, zmianami wilgotności i niejednorodnością podłoża gruntowego;
6. stosowanie z powodzeniem opracowywanej metodyki pomiarów geofizycznych podczas wykonywania badań w ramach dalszej współpracy z jednostkami naukowymi, fundacjami i jednostkami samorządowymi.

Zagadnieniem, które wymaga dalszych badań, a zrazem prac projektowych i wdrożeniowych jest rola badań geofizycznych wykonywanych z dronów. Jest to kierunek perspektywiczny bo przyczyni się między innymi do rozpoznania obszarów trudnodostępnych

Literatura

- Aitken M.J., Alldred J. 1966. Prediction of magnetic anomalies by means of a simulator. *Prospezioni Archeologiche* 1, 67-72.
- Atkinson R. 1953. *Field archeology*, London.
- Budziszewski J., Bednarz M. 1994. Wstępne badania kompleksu środkowo- i górnopaleolitycznych stanowisk na wychodni krzemienia czekoladowego w Seredzicach, gm. Iłża, woj. Radom. W: M. Bienia (red.), *Najważniejsze odkrycia archeologiczne w Polsce środkowowschodniej w 1993 roku*: 7-10. Biała Podlaska.
- Clark A.J. 1968. A square array for resistivity surveying. *Prospezioni Archeologiche* 3, 11-114.
- Clark A.J. 1969. *Resistivity surveying*. W: *Science and Archeology*, Brothwell D., Higgs E.S. (red.), London, 695-707.
- Clark A.J. 1996. *Seeing beneath the soil. Prospecting methods in archaeology (new revised edition)*, London.
- Conyers L.B. 2012. *Interpreting Ground-penetrating Radar for Archaeology*. Left Coast Press, Walnut Creek, California.
- Conyers L.B. 2013. *Ground-penetrating Radar for Archaeology, Third Edition*. Rowman and Littlefield Publishers, Alta Mira Press, Latham, Maryland.
- Conyers L.B. 2015. Analysis and interpretation of GPR datasets for integrated archaeological mapping: Multiple GPR datasets for integrated archaeological mapping. *Journal of Near-surface Geophysics*, 31, 1, 2241-2262.
- Conyers L.B. 2016. *Ground-penetrating Radar for Geoarchaeology*, Wiley-Blackwell Publishers, London.
- Dahlin T. 1996. 2D resistivity surveying for environmental and engineering applications. *First Break*, 14, 275-284.

- Daniels D.J. 2004. Ground Penetrating Radar, The Institution of Electrical Engineers.
- Davis A., Linford N., Linford P. 2008. Geophysical survey in archaeological field evaluation, Swindon
- Dąbrowski K., Stopiński W. 1961. Zastosowanie metody elektrooporowej w badaniach archeologicznych. *Kwartalik Historii Kultury Materialnej*, 9, 83-86.
- Dąbrowski K. 1963. The application of geophysical methods to archaeological research in Poland. *Archaeometry*, 3, 83-88.
- Fajkiewicz Z. (red.) 1972. *Zarys geofizyki stosowanej*, Wydawnictwa Geologiczne.
- Gutowski J., Pieńkowski G. 2004. Geneza krzemieni górnego oxfordu w Krzemionkach Opatowskich. *Volumina Jurassica*, 2, 2, 29-36.
- Herbich T. 1995, The development of the resistivity method and actual problems of the prospection of multi-strata sites, *Theory and practice of archaeological research II*, Urbańczyk P. (red.), Warszawa, 451-468.
- Herbich T. 1998. Magnetic survey at Hierakopolis. *Nekhem News*, 10, 17-18.
- Herbich T. 2003. Archaeological geophysics in Egypt: the Polish contribution. *Archaeologia Polona* 41, 13-57.
- Herbich T. 2014. Problematyka standaryzacji komercyjnych badań archeologiczno-geofizycznych: od pomiaru do interpretacji. *Fontes Archaeologici Posnanienses*, 50/2, Muzeum Archeologiczne w Poznaniu, 19-40.
- Janowski B.M. 1958. *Magnetyzm ziemski*, Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa.
- Jol H.M. (ed.) 2009. *Ground Penetrating Radar: Theory and Applications*, 1st ed., Elsevier.
- Karczewski J., Ortyl Ł., Pasternak M. 2012. *Zarys metody georadarowej*, wydanie drugie poprawione i rozszerzone, Wydawnictwo AGH, Kraków.
- Karczewski J., Ortyl Ł., Mazurkiewicz E. 2017. Ocena wpływu wybranych parametrów profilowań georadarowych w badaniach podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa na przykładzie zrębu Zakrzówka. *Przegląd Geologiczny*, 65, 796-802.
- Keller G.V., Frischknecht F.C. 1966. *Electrical methods in geophysical prospecting*. Pergamon Press Inc., Oxford.
- Król P., Migaszewski Z.M. 2009. Rodzaje, występowanie i geneza krzemieni. *Zarys problematyki*. W: Król P. (red.) *Historia Krzemienia*. Muzeum Narodowe w Kielcach, 12-45.
- Loke M.H., Barker R.D. 1996. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting*, 44, 131-152.
- Loke, M.H., Kiflu, H., Wilkinson, P.B., Harro, D., Kruse, S. 2015. Optimized arrays for 2-D resistivity surveys with combined surface and buried arrays. *Near Surface Geophysics*, 13, 505-517.
- Loke, M.H. 2016. Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys. Geotomosoft Solutions, Malaysia.
- Misiewicz K. 1991. Magnetic survey at Hambaukol, *Archaeometry '90*, Basel, 747-756.
- Misiewicz K. 1993. Resistivity Survey in Prospection of Settlement Sites. *Archaeologia Polona*, 31, 105-106.
- Misiewicz K. 1998. *Metody geofizyczne w planowaniu badań wykopaliskowych*, Warszawa.
- Misiewicz K. 2002. How we tried to show invisible – history of archaeological geophysics in Poland. *Archaeologia Polona*, 40, 111-125.

- Misiewicz K. 2006. Geofizyka archeologiczna, Instytut Archeologii i Etnologii PAN, Warszawa (ISBN 83-89499-30-4).
- Mościcki W.J., Antoniuk J. 1998. The method of electrical resistivity tomography. The examples of investigations for engineering-geology aims. Materials of the 5. Scientifically technical Conference: geophysics in geology, the mining and the protection of the environment(in Polish). Krakow, Poland, 315-325.
- Samouelian A., Cousin I., Tabbagh A., Bruand A., Richard G. 2005. Electrical resistivity survey in soil science: a review. Soil & Tillage Research, 83, 173-193.
- Schlumberger C. 1920. Etude sur la Prospection Electrique du Sous-sol, Paris.
- Scollar I. 1965. A contribution to magnetic prospecting in archaeology, Archaeo-Physik 1, 21-92.
- Scollar I. 1968. A program package for the interpretation of magnetometer data. Prospezioni Archeologiche, 3, 9-18.
- Scollar I. 1969. Some techniques for the evaluation of archeological magnetometer surveys. World Archeology, 1, 77-89.
- Scollar I. 1969a. A program for the simulation of magnetic anomalies of archaeological origin in a computer. Prospezioni Archeologiche, 4, 59-83.
- Szymanko J., Stenzel P. 1973. Metody geofizyczne w badaniach hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Szynkiewicz A. 1999. Możliwości wykorzystania radaru do penetracji gruntu (GPR) w badaniach archeologicznych. W: XI Śląskie Spotkania Archeologiczne, Karlów 5-8 maja 1999, Wrocław, 43-44.
- Wenner F. 1916. A method of measuring earth resistivity. Bulletin of US Bureau of Standards, 12, 469-478.
- Vaughan C.J. 1986. Ground penetrating radar surveys used in archaeological investigations, Geophysics, 51, 3, 595-604.
- Vickers, R., Dolphin L., Johnson D. 1976. Archaeological investigations at Chaco Canyon using subsurface radar. pp. 81-101. In: Remote Sensing Experiments in Cultural Resource Studies, assembled by Thomas R. Lyons, Chaco Center, USDI-NPS and University of New Mexico.
- Zhdanov M.S., Keller G.V. 1994. The geoelectrical methods in geophysical exploration. Elsevier, Amsterdam.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych.

BADANIA NAUKOWE Z ZAKRESU APLIKACJI METOD GEOFIZYCZNYCH NA STANOWISKACH
 ARCHEOLOGICZNYCH I HISTORYCZNYCH
 prowadzone zgodnie z decyzją Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków lub Stołecznego
 Konserwatora Zabytków

1. Decyzja nr 376/DS/2017 Mazowieckiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków z dn. 27.IX.2017 dla CAD-ART Małkowski na prowadzenie badań zgodnie z *Programem nieinwazyjnych badań*

archeologicznych i pomiarów wysokościowych na terenie piwnic klasztornych w miejscowości Siennica, obejmującym działki o nr ew. 138, 139 i 140 na obszarze AZP 59-72.

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań georadarowych; koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 50%. Były to pierwsze badania geofizyczne wykonywane na tym terenie

2. Pozwolenie nr 256/C/2017 Starosty Poznańskiego za zgodą Wielkopolskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków z dn. 19.IX.2017 dla CAD-ART Małkowski na prowadzenie badań zgodnie z programem *Prowadzenie nieinwazyjnych badań archeologicznych: geofizyczna prospekcja magnetyczna, GPR, pomiar sytuacyjno-wysokościowy, prospekcja i pomiary elektrooprowe ERT na stanowisku archeologicznym nr 1/206 na obszarze nr AZP 53-26 – grodzisko średniowieczne, w m. Dąbrówka, dz. ewid. 110, gm. Dopiewo, pow. poznański, woj. wielkopolskie.*

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (GPR i ERT); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 33%. Były to pierwsze badania geofizyczne wykonywane na tym terenie.

3. Decyzja Stołecznego Konserwatora Zabytków nr 253A/17 z dn. 31.VIII.2017 dla CAD-ART Małkowski na prowadzenie badań archeologicznych na terenie Parku „Na Książęcym” zgodnie z programem badań *Program badań archeologicznych na terenie historycznego parku Na Książęcym ks. Kazimierza Poniatowskiego w sąsiedztwie groty Elizeum ze względu na osadnictwo średniowieczne i nowożytne.*

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (GPR i ERT); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 25%. Były to pierwsze badania geofizyczne wykonywane na tym terenie.

4. Decyzja Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków NR 201A/17 z dnia 31.VIII.2017 dla CAD-ART Małkowski na prowadzenie badań archeologicznych na stanowisku zabytkowym Reduta Ordona w Warszawie Celem badań było rozpoznanie niewidocznych na powierzchni terenu reliktyw XIX wiekowej architektury militarnej dawnego fortu wojskowego.

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (GPR i ERT); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 25%.

5. Umowa nr RPI.7031.47.2016.RZ z dn. 22.IX.2016, z zgodą Wielkopolskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków, między Burmistrzem gm. Trzcianka Krzysztofem Czarneckiego a Radosławem Mieszkowskim na realizację *Nieinwazyjnych badań geofizycznych w rejonie mauzoleum żołnierzy radzieckich w miejscowości Trzcianka (pow. czarnkowsko-trzcianecki), Plac Pocztowy.*

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (GPR i ERT); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 90%. Były to pierwsze badania geofizyczne wykonywane na tym terenie.

BADANIA NAUKOWE Z ZAKRESU APLIKACJI METOD GEOFIZYCZNYCH NA STANOWISKACH ARCHEOLOGICZNYCH i HISTORYCZNYCH

prowadzone we współpracy z jednostkami naukowo-badawczymi, muzeami oraz fundacjami

1. Prowadzenie badań geofizycznych metodą georadarową w Pałacu Kazimierzowskim (Uniwersytet Warszawski). Współpraca z Dyrekcją Muzeum Uniwersytetu Warszawskiego (dr. hab. Hubertem Kowalskim). Cel: rozpoznanie reliktów dawnej zabudowy (II.2018).

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (GPR); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 70%.

2. Prowadzenie badań geofizycznych metodą tomografii elektrooporowej na obszarze Grodu Cypłowego oraz Góry Zamkowej w Starym Dzierzgoniu (woj. pomorskie). Współpraca z Fundacją Ureusz. Temat dofinansowany przez Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego w ramach Programu: Wielokulturowy Obiekt Warowny w Starym Dzierzgoniu. Cel: wglębne rozpoznanie konstrukcji wałów warowni (XII.2017)

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (ERT); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 80%. Były to pierwsze badania geofizyczne wykonywane na tym terenie.

3. Prowadzenie badań geofizycznych na polu bitwy pod Kunowicami (1759 r.). Współpraca z Fundacją dla Ochrony Europejskiego Dziedzictwa Kultu "DOBRO KULTURY". Cel: lokalizacja zbiorowych mogił poległych żołnierzy. (IX.2017)

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (ERT i GPR); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 90%.

4. Prowadzenie badań geofizycznych metodą georadarową i metodą tomografii elektrooporowej na obszarze dolnego ogrodu przy Arkadach Kubickiego w Warszawie. Współpraca z Dyrekcją Zamku Królewskiego w Warszawie – Muzeum Rezydencja Królów I Rzeczypospolitej. Cel: rozpoznanie reliktyw dawnej zabudowy (IV.2017).

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (ERT i GPR); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 90%.

5. Prowadzenie badań geofizycznych na stanowisku archeologicznym w Dolinie Vinodolskiej, Chorwacja. Współpraca z City Museum of Crikvenica, P. Preradovica 1, 51260 Crikvenica, Chorwacja. Cel badań: poszukiwanie historycznych obiektów budowlanych z okresu Cesarstwa Rzymskiego. (IX.2016).

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (ERT i GPR); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 40%. Były to pierwsze badania geofizyczne wykonywane na tym terenie.

6. Prowadzenie badań geofizycznych na stanowisku archeologicznym Wyspa Rab, Chorwacja (IV.2016). Współpraca z Institute of Archaeology, Ljudevita Gaja 32, 10000 Zagreb, Chorwacja. Cel badań: poszukiwanie historycznych obiektów budowlanych z okresu Cesarstwa Rzymskiego. (IX.2016).

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (ERT i GPR); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 40%. Były to pierwsze badania geofizyczne wykonywane na tym terenie.

7. Prowadzenie badań geofizycznych na stanowisku archeologicznym przy kościele p.w. Matki Boskiej Królowej Polski w Warszawie (teren dawnej letniej rezydencji Jana III Sobieskiego). Współpraca z Uniwersytetem Rzeszowskim, Instytut Archeologii, ul. Moniuszki 10, 35-015 Rzeszów. Cel badań: poszukiwanie reliktyw budowli z XVII w. (IX.2016)

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmował: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (ERT i GPR); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 90%.

8. Kompleksowe rozpoznanie geo-archeologiczne obszaru wokół Zamku w Pasłęku 2016. Współpraca z Zespołem archeologów z Instytutu Archeologicznego Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego z Warszawy. Celem pomiarów geofizycznych było rozpoznanie terenu wokół Zamku w Pasłęku, jak również jego pomieszczeń piwnicznych, pod kątem wskazania pozostałości po dawnej (średniowiecznej) zabudowie. W ramach opracowania wykonano: projekt badań geofizyczno-geologicznych, koordynowanie terenowych badań geofizycznych (GPR, ERT), przetwarzanie i opracowanie wyników badań (X-XI.2016)

Mój udział w powyższym programie badawczym: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (ERT i GPR); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 50%. Były to pierwsze badania geofizyczne wykonywane na tym terenie.

9. Prowadzenie badań geofizycznych z użyciem metody georadarowej na terenie dawnego KL Auschwitz II-Birkenau. Współpraca z Państwowym Muzeum Auschwitz-Birkenau w Oświęcimiu, ul. Więźniów Oświęcimia 20, 32-603 Oświęcim. Cel: przeszukiwanie terenu wokół krematorium pod kątem wykrycia dawnej infrastruktury. (V.2016)

Mój udział w powyższym programie badawczym: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (GPR); przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 50%.

10. Wykonanie badań geofizycznych metodą tomografii elektrooporowej na obszarze średniowiecznego grodziska w Surażu, powiat białostocki, woj. podlaskie. Współpraca z Instytutem Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk, Al. Solidarności 105, 00-140 Warszawa, Polska. Cel: poszukiwanie reliktyw średniowiecznej zabudowy. (2015)

Mój udział w powyższym programie badawczym obejmuje: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (ERT); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 100%.

11. Prowadzenie badań geofizycznych na stanowisku archeologicznym w Joachimowych Mogiłach, woj. mazowieckie. Współpraca z Instytutem Archeologii i Etnologii Polskiej Akademii Nauk Al. Solidarności 105, 00-140 Warszawa, Polska. Cel: lokalizacja zbiorowych mogił poległych żołnierzy z okresu I wojny światowej na linii frontu rz. Rawki. (XI.2014)

Mój udział w powyższym programie badawczym: przygotowanie metodyki badań geofizycznych (ERT); koordynowanie terenowych prac geofizycznych; przetwarzanie i opracowanie danych geofizycznych. Mój udział procentowy szacuję na 100%.

Publikacje, oraz/lub informacje bibliometryczne, są dostępne pod adresami:

<https://scholar.google.pl/citations?user=GgR5GpoAAAAJ&hl=pl>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506673029>

https://www.researchgate.net/profile/Radoslaw_Mieszkowski

<https://www.mendeley.com/profiles/radosaw-mieszkowski/>

<https://orcid.org/0000-0002-4021-4965>

https://pbn.nauka.gov.pl/sedno-webapp/persons/3931073/Radosław_Mieszkowski

6. Zestawienie dorobku naukowo-badawczo-dydaktycznego

Dorobek naukowo-badawczy	Przed doktoratem	Po doktoracie	Suma
Sumaryczna ilość publikacji naukowych	1	69	70
Publikacje w czasopismach z listy JCR (lista „A” MNiSW)	1	10	11
Publikacje w czasopismach innych niż z bazy JCR (lista „B” MNiSW)	-	29	29
Publikacje w czasopismach naukowych znajdujących się w bazie European Reference Index for the Humanities (ERIH) (lista „C” MNiSW)	-	1	1
Publikacje w recenzowanych czasopismach naukowych nieznajdujących się w ujednoliconym wykazie czasopism naukowych MNiSW w roku publikacji	-	6	6
Recenzowane artykuły konferencyjne w języku angielskim	-	3	3
Recenzowane artykuły konferencyjne w języku polskim	-	3	3
Monografie (członek zespołu autorskiego)	0	1	1
Aktywny udział w konferencjach – komunikaty naukowe	1	14	15
Edytorial w czasopiśmie naukowym	-	0	0
Sumaryczna liczba punktów wg MNiSW zgodnie z punktacją obowiązującą w roku opublikowania	30	438	468
Sumaryczny Impact Factor (IF) zgodnie z rokiem opublikowania	2.208	11.182	13.39
Liczba cytowań wg Web of Science (WoS) łącznie (bez autocytowań)	3	20/(21)	23/(21)
Liczba cytowań wg Scopus łącznie (bez autocytowań)	7/(2)	77/(29)	84/(31)
Liczba cytowań wg Google Scholar łącznie (bez autocytowań)	18/ (16)	88/ (46)	106/ (62)
Indeks Hirscha wg bazy Web of Science (bez autocytowań)	0	3	3
Indeks Hirscha wg bazy Scopus (bez autocytowań)	0	5	5
Indeks Hirscha wg bazy Google Scholar (bez autocytowań)	0	6	6
Udział w projektach badawczych jako wykonawca (Projekty badawcze KBN, MNiSW, NCN i NCBiR / inne projekty)	1 (1/0)	7 (1/6)	8 (2/6)
Udział w komitetach organizacyjnych konferencji krajowych (jako przewodniczący komitetu)	-	2	2
Recenzje artykułów naukowych w czasopismach (z listy JCR)	-	10 (9)	10
Udział w komitetach redakcyjnych i czasopism naukowych	-	0	0
Promotor pomocniczy w przewodach doktorskich	-	3	3
Promotor lub współpromotor prac magisterskich	-	37	37
Promotor lub współpromotor prac inżynierskich	-	12	12
Promotor lub współpromotor prac licencjackich	-	4	4
Opiekun prac magisterskich	-	5	5

Recenzent prac magisterskich	-	65	65
Recenzent prac inżynierskich	-	10	10
Recenzent prac licencjackich	-	6	6
Liczba godzin ćwiczeń, praktyków oraz wykładów przeprowadzona w latach akademickich 1996-2018 (przy rocznym pensum, w zależności od umowy zatrudnienia na od 210 do 360 godzin)	ok. 6000 (ogółem 17 przedmiotów w latach 1996-2018)		
Udział w konferencjach międzynarodowych	0	8	8
Udział w konferencjach/sympoziach krajowych	3	13	16
Nagrody Rektora/(Dziekana)	0	2(3)	2(3)

R. M. ...