

KTO BY SIĘ SPODZIEWAŁ, ŻE MOŻNA  
WYPRAWIAĆ TAKIE RZECZY Z  
PRAWEM OHMA?

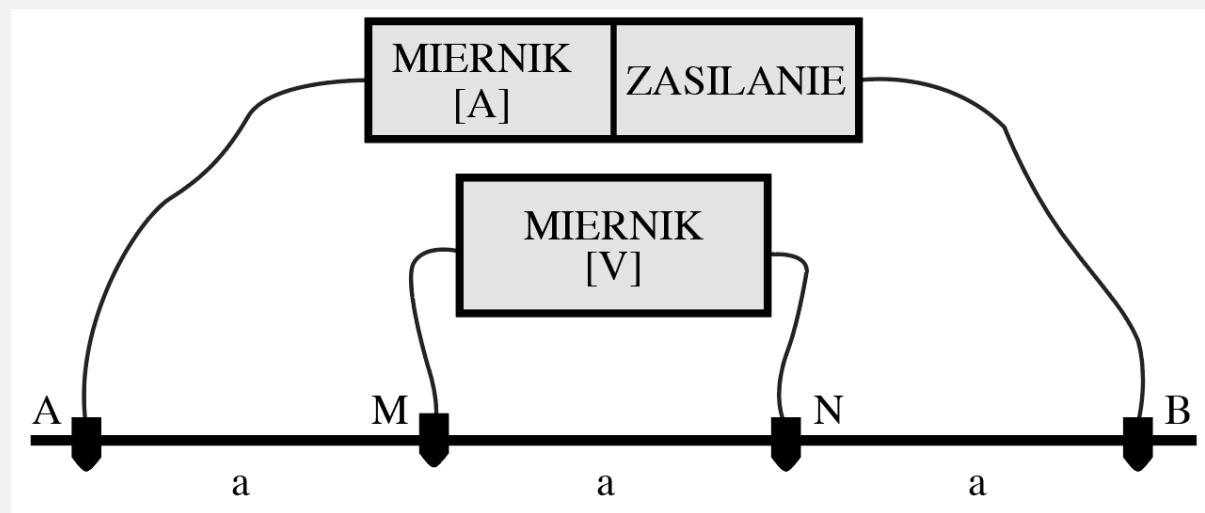
# PODZIAŁ NA PRZEWODNIKI I IZOLATORY

Podział ten wynika z oporności elektrycznej jaką stawia metr badanego materiału. Wartość tą wyraża się jako rezystywność a jej jednostką są omometry  $[\Omega \cdot m]$ . Przewodniki wyróżnia bardzo niski opór właściwy a izolatory bardzo wysoki. Gleba również stawia opór elektryczny natomiast ten ośrodek nie jest jednolity co oznacza, że w jej skład może wchodzić wiele różnych rzeczy, które wpływają na rezystywność badanego fragmentu

materiał	rezystywność ( $\Omega \cdot m$ )
srebro	$1,59 \times 10^{-8}$
miedź	$1,72 \times 10^{-8}$
złoto	$2,44 \times 10^{-8}$
aluminium	$2,82 \times 10^{-8}$
wolfram	$5,60 \times 10^{-8}$
nikiel	$6,99 \times 10^{-8}$
żelazo	$10 \times 10^{-8}$
cyna	$10,9 \times 10^{-8}$
platyna	$11 \times 10^{-8}$
ołów	$22 \times 10^{-8}$
nichrom	$150 \times 10^{-8}$
węgiel	$3,5 \times 10^{-5}$
german	0,46
krzem	640
szkło	$10^{10} - 10^{14}$
guma	około $10^{13}$
siarka	$10^{15}$

# METODA ELEKTROOPOROWA PROSPEKCJI GEOLOGICZNEJ

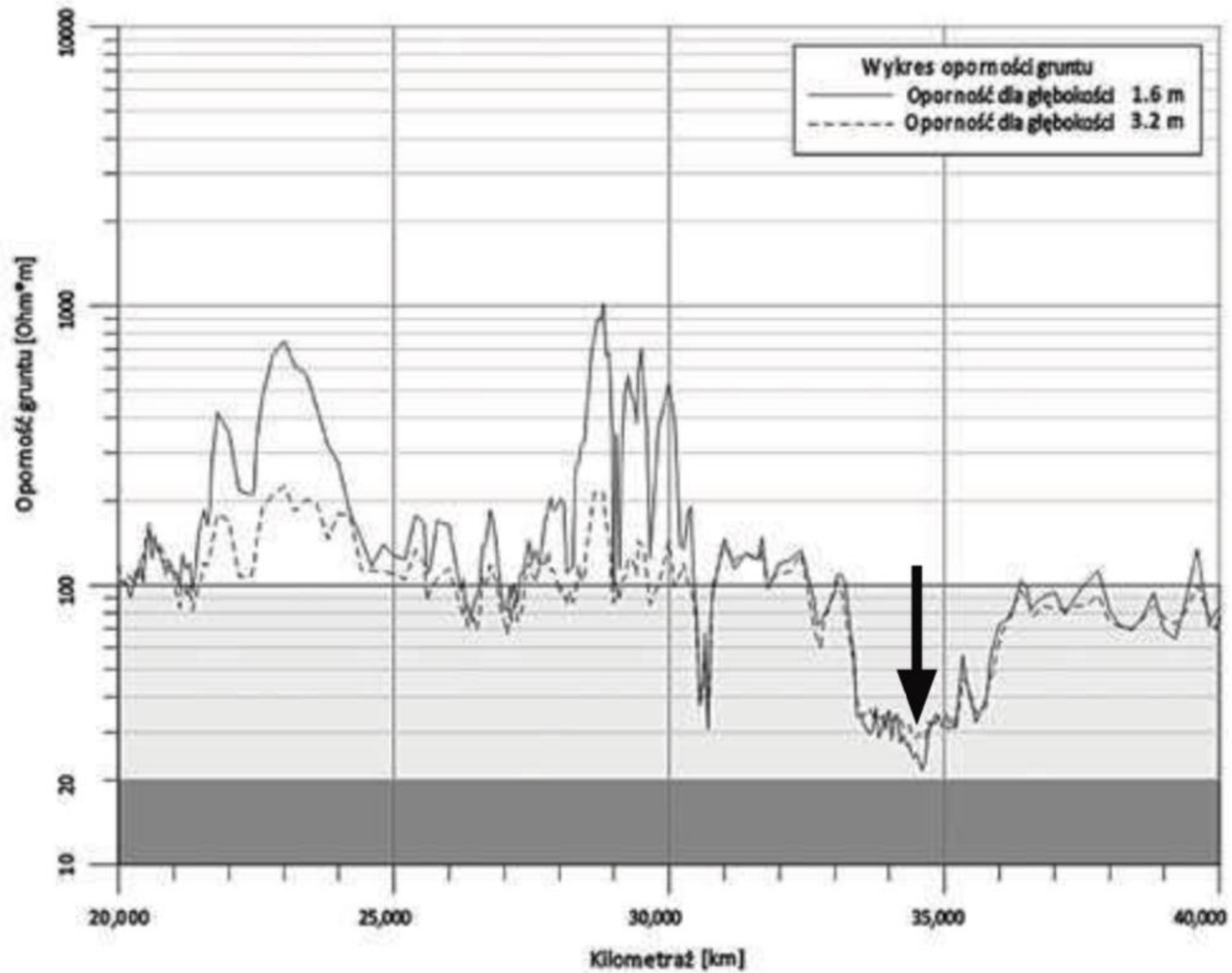
Ta metoda nie wymaga drogiej i skomplikowanej aparatury. Wystarczą jej dwa mierniki, zasilacz oraz parę prętów z przewodami. Układ zaprezentowany na ilustracji to układ Wennera, gdzie odległości między kolejnymi elektrodami są sobie równe. Elektrody A oraz B to elementy zasilające, których natężenie prądu jest monitorowane przez amperomierz. Natomiast M oraz N to sondy miernika mającego za zadanie badać różnice potencjałów, spadek napięcia pomiędzy dwoma punktami. Dzięki prostemu wzorowi z prawa Ohma jesteśmy w stanie policzyć jaki opór stawia fragment badanej gleby.



# BUDOWA GAZOCIĄGU RELACJI SZCZECIN-LWÓWEK

Okazuje się, że potrójna warstwa izolacji rury przeciw korozji może być niewystarczająca na dłuższą metę. Podczas budowy mierzącego prawie 190km długości gazociągu sięgnięto po metodę elektrooporową aby określić agresywność korozyjną ziemi. Wszelkie minerały znajdujące się w glebie, czy też jej wilgoć jednocześnie zmniejszają oporowość gleby oraz zwiększają jej agresywność korozyjną. Wniosek prosty: Im większy opór, tym lepiej dla rur. Łącznie wykonano ponad trzy tysiące pomiarów, następnie odniesiono się do zawartości tabeli.

Zagrożenie korozyjne	Oporność właściwa [ $\Omega$ m]
niskie	>100
średnie	100 do 20
wysokie	20 do 10
bardzo wysokie	<10



# ZASTOSOWANIE W ARCHEOLOGII

Znaleziska w postaci fundamentów czy czegokolwiek to najczęściej dielektryki. Taki dielektryk pozostawiony w ziemi, posiadający o wiele wyższy opór właściwy niż ośrodek skutkuje anomalią podczas pomiarów. W roku 1984 w Sycynie Północnej odnaleziono w ten sposób pozostałości dworu rodzinnego Jana Kochanowskiego. Przyjęto dwie strefy pomiarowe. Pierwsza, nazwana „Stawy” miała wymiary 30 × 40m. Druga o nazwie „Przy Figurze” wynosiła 50 × 70m. Wszystkich potrzebnych pomiarów dokonano w ciągu dziesięciu dni.

## Z METODYKI BADAŃ ARCHEOLOGICZNYCH

Sprawozdania Archeologiczne, t. XXXVI, 1984  
PL ISSN 0081-3834

KRZYSZTOF MISIEWICZ

### INTERPRETACJA WYNIKÓW PROSPEKCIJ GEOFIZYCZNEJ NA STANOWISKU SYCYNA W WOJ. RADOMSKIM

Treścią niniejszego opracowania jest zaprezentowanie możliwości zastosowania dla potrzeb archeologii metody geoelektrycznej elektrooporowej na jej obecnym etapie rozwoju. Na przykładzie prospekcji przeprowadzonej w obrębie jednego stanowiska. Przedstawiono tu metodykę tego rodzaju prac i sposób interpretacji rezultatów pomiarów wykonywanych w terenie z wszystkimi trudnościami, na jakie napotyka się przy stosowaniu tej metody do badań archeologicznych. Dla ukazania całości przebiegu procesu interpretacji danych geofizycznych wybrano celowo prospekcję metodą elektrooporową, jest ona bowiem najdłuższą stosowaną dla potrzeb archeologii<sup>1</sup> i mogłoby się wydawać, iż nabyte w trakcie badań z zastosowaniem tej metody doświadczenia zapewniają uzyskanie jednoznacznych i pewnych rezultatów.

Metodą elektrooporową stosowano na różnego typu stanowiskach. Powszechnie panuje opinia, że najpewniejsze i najbardziej przydatne dla zaplanowania badań wykopaliskowych są rezultaty prospekcji geoelektrycznej, prowadzonej tam, gdzie zalegają pozostałości konstrukcji architektonicznych. Dlatego zaprezentowano tu przebieg prac na tego typu stanowisku.

Badania w Sycynie podjęto z zamiarem ujawnienia miejsc zalegania pozostałości budynku dworskiego wraz z przyległymi zabudowaniami. Przypuszczano, że relikty tego typu obiektów zachowały się w postaci fundamentów murów kamiennych lub ceglanych. Najodpowiedniejsza do prospekcji wydawała się metoda elektrooporowa, obecnie bowiem podobnego typu pozostałości do opisanych powyżej musi wywołać zakłócenia naturalnego układu warstw geologicznych, rejestrowalne w postaci zmian w przewodności prądu, a co za tym idzie dających się zmierzyć zmian oporności gruntu.

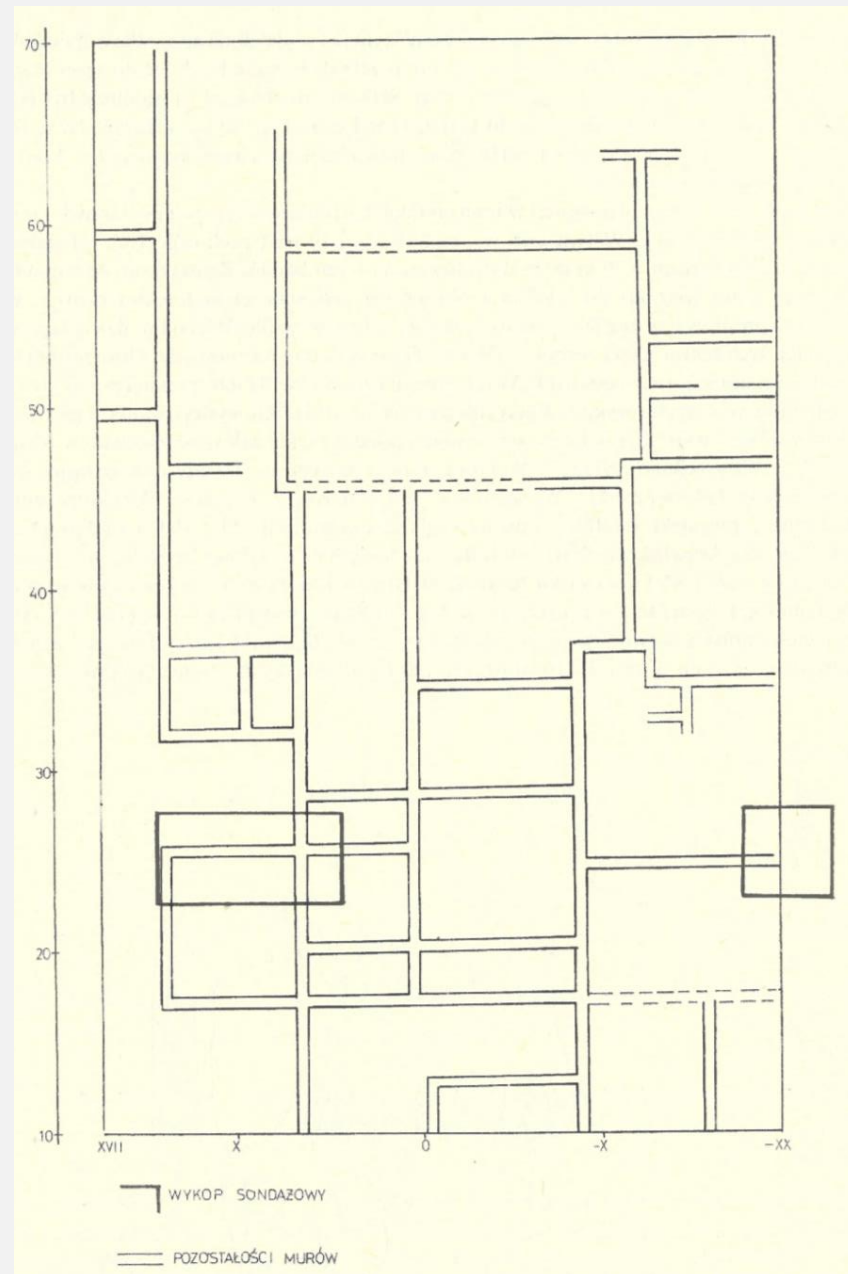
Badania przeprowadzono stosując dwa warianty metody elektrooporowej – stało- i zmiennoprądową. Do pomiarów użyto kompensatorów FDI, PLH 03 i PKE 8. Wyniki pomiarów w terenie nanoszone na podkład w skali pionowej 1:250 i logarytmicznej skali poziomej o module 6,25, sporządzając wykres zmian oporności gruntu. Zastosowanie skali logarytmicznej pozwalało na uzyskanie kontrastowego obrazu rozkładu oporności, dającego możliwość wydzielenia stref anomalnych, które można było zorientować w terenie zaznaczając miejsca ich występowania na podkładzie geodezyjnym.

Wyznaczono w terenie dwa rejonów badań nazwane „Przy Figurze” (50 × 70 m) i „Stawy” (30 × 40 m). Pomiaru polowe w obu rejonach zostały wykonane w ciągu dziesięciu dni.

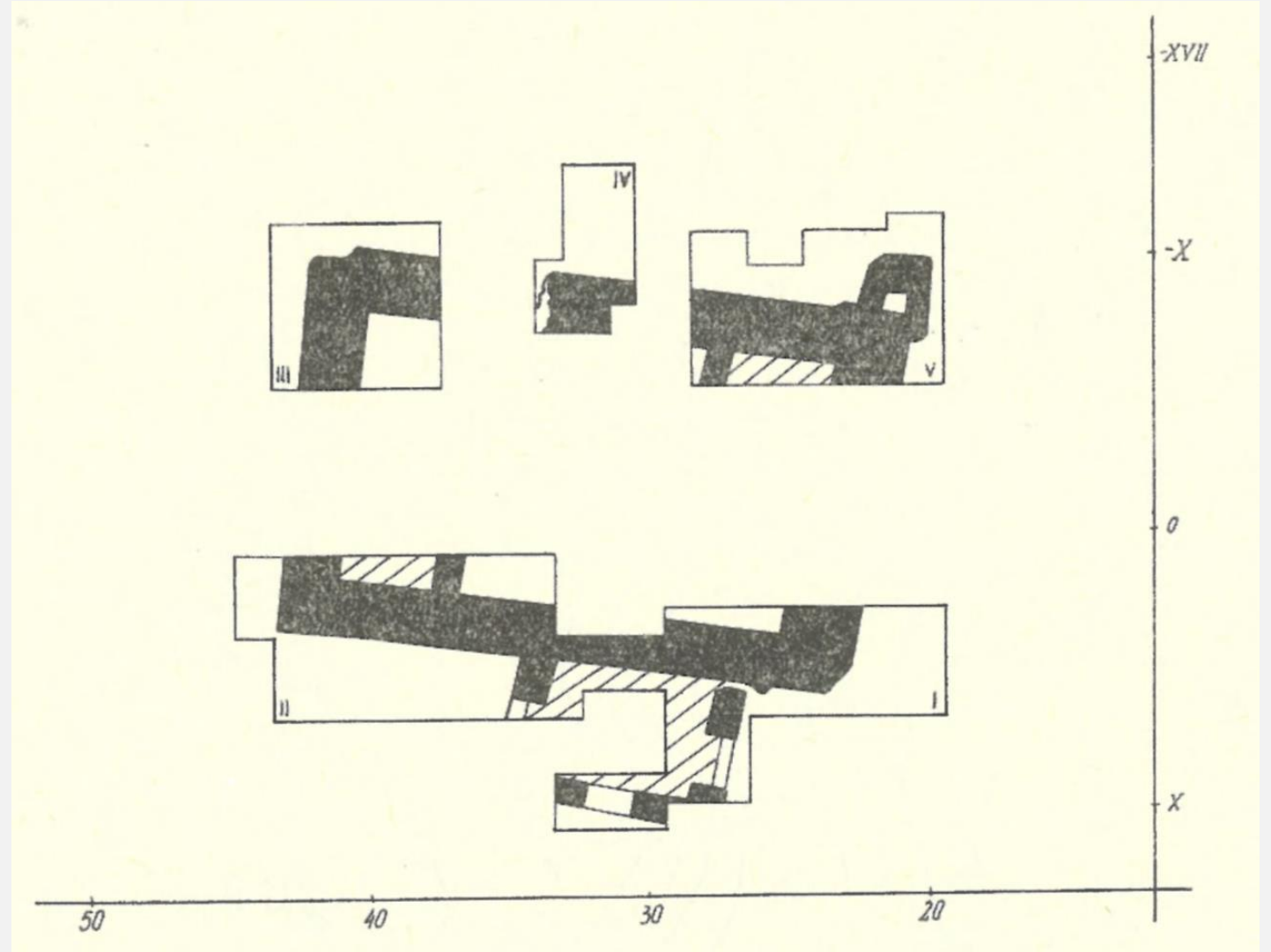
Pierwszym etapem prac były sondowania geoelektryczne – elektrooporowe – dające obraz pionowego układu warstw geologicznych podobny do profilu archeologicznego. Uznano, że dla

<sup>1</sup> Metoda ta została wprowadzona na szeroką skalę do prospekcji archeologicznej po 1950 r., m.in. przez Atkinsona – por. R. C. J. Atkinson, *Methodes electriques de prospection en archeologie, La decouverte du passe*, Paris 1952, Aitken – por. M. J. Aitken, *Physics and archaeology*, New York–London 1961, Lerichego – por. M. C. Leriche, *Applicazioni geofisiche nella ricerca archeologica*, „La Ricerca Scientifica”, R. XXX: 1960, nr 1. W Polsce stosowali ją już w latach pięćdziesiątych Stopiński i Drzewiecki, por. W. Stopiński, K. Drzewiecki, *Balania elektrycznooporowe i indukcja w obrębie dystrykacji i zyspekacji kopalin*, „Stare” *Kolo Radok* 1952, Archiwum Instytutu Geodezyjny PAN, a na szeroką skalę Dąbrowski – por. K. Dąbrowski, W. Stopiński, *Zastosowanie metody elektrycznooporowej w badaniach archeologicznych*, Kw. HKM, R. IX, 1961, s. 75–87.

Obydwie strefy zawierały ogrom anomalii, które sprawiły trudność ekipie archeologów do tego stopnia, że byli zmuszeni zasięgnąć pomocy architekta. Jego punkt widzenia logiki działalności budowlanej pozwolił im wyznaczyć najbardziej podejrzane strefy. Wyznaczono nawet miejsca wykopów sondażowych w strefie „Przy Figurze”.



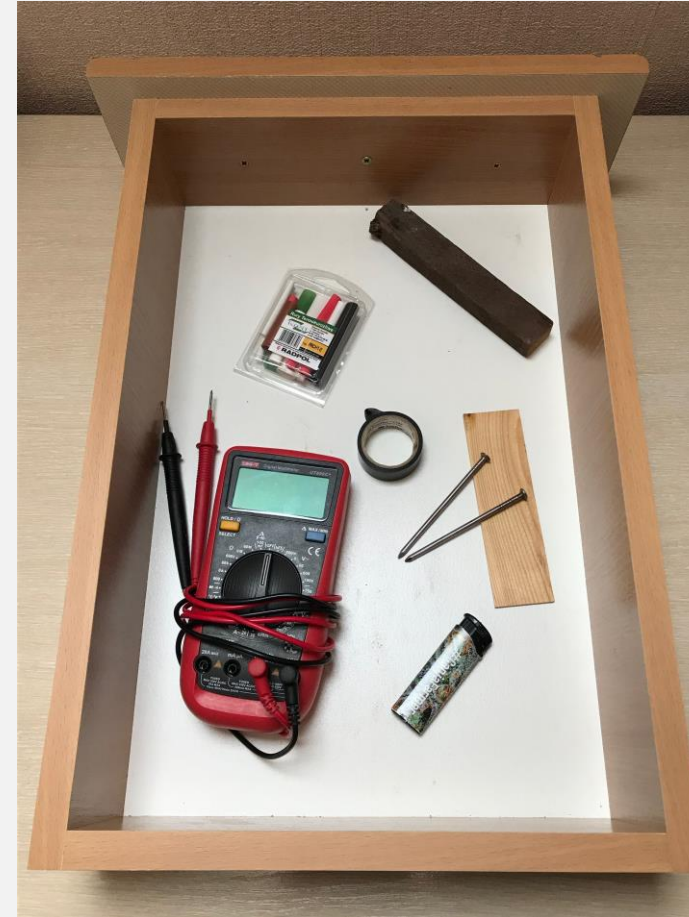
Podczas pierwszych wykopów odkopano zaledwie pozostałości jakichś murów. Sytuacja miała się o wiele lepiej w przypadku strefy „Stawy”, gdzie odkryto pozostałości całego dworu. Szkic z odśloniętymi elementami udostępniono.





# DOŚWIADCZENIE

Metoda elektrooporowa jest na tyle prostą i mało wymagającą metodą, że prawie każdy ma możliwość zrealizowania doświadczenia z jej wykorzystaniem. Sam skorzystałem ze starej szuflady o wymiarach wnętrza  $45 \times 30 \times 8$  cm, około 20 kilogramów piachu, kawałek drewna jako dielektryk, omomierza oraz dwóch gwoździ które posłużyły jako sondy.



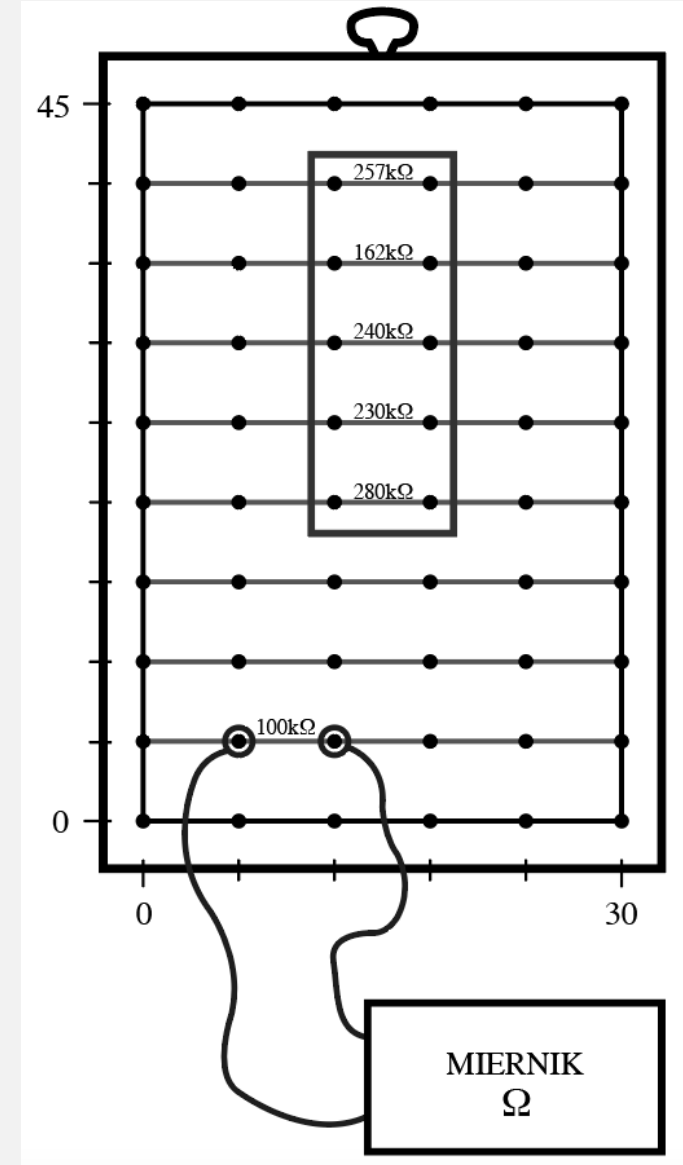
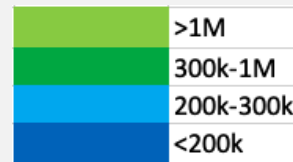
Mniej więcej na środku naszego ośrodka doświadczalnego położyłem kawałek drewna. Zasypałem ją około dwudziestoma kilogramami piachu. Sam piach lekko ugniotłem. Szufladę podzieliłem na siatkę  $9 \times 5$  za pomocą cienkiego sznurka i taśmy klejącej. Miejsca przecięć siatki wyznaczyły przyszłe punkty pomiarowe. Następnie przystąpiłem do skonstruowania sond. Na dwa długie gwoździe nałożyłem koszulki termokurczliwe w ten sposób, aby ich końcówki pozostały odsłonięte. Elektrody zamocowałem w kawałku listewki na rozwarłość  $6\text{cm}$  akurat dla wygody. Rozpocząłem pomiary mojej strefy „szuflada”, wbijając sondy w piach. Miernik uniwersalny ustawiony na pomiar oporu elektrycznego przyłączyłem do wcześniejszej konstrukcji i odczytałem wynik.



Sytuację powtórzyłem jeszcze czterdzieści cztery razy. Wszystkie wyniki zapisałem w tabeli w popularnym arkuszu kalkulacyjnym, gdzie „a” oraz „b” to położenie sond w szerokości szuflady a „y” to położenie sond w jej długości. Wartości w tabeli wyrażone są w Ohmach [ $\Omega$ ].

Nie można powiedzieć, że szereg wysokich wartości oporu elektrycznego (od  $162\text{k}\Omega$  do  $280\text{k}\Omega$ ) nie wyróżnia się na tle najniższych wartości (od  $21\text{k}\Omega$  do  $99\text{k}\Omega$ ) w tabeli. Gdybyśmy nie znali położenia naszego przedmiotu, moglibyśmy go bez problemu zlokalizować.

	a=0 b=6	a=6 b=12	a=12 b=18	a=18 b=24	a=24 b=30
y=0	11,86M	180k	161k	200k	4,69M
y=5	780k	100k	67k	125k	1M
y=10	420k	40k	20k	160k	1,5M
y=15	100k	32k	21k	100k	1,28M
y=20	400k	29k	280k	40k	911k
y=25	80k	66k	230k	46k	400k
y=30	100k	99k	240k	29k	150k
y=35	230k	59k	162k	72k	155k
y=40	200k	98k	257k	90k	195k
y=45	46,7M	115k	320k	188k	1,43M



# PODSUMOWANIE

Plusami metody elektrooporowej niepodważalnie są: prostota, jasność wyników w większości przypadków oraz bezinwazyjność. W przypadku archeologii nie okazują się zbyt szybka ale warto dodać, że ten przypadek patrzy na nią jako na uzupełnienie podstawowych prac. Wystarczy niewielki deszczyk aby pomiary zaczęły się niewiarygodnie zmieniać. Woda potrafi sporo pokazać ale też sporo ukryć, dlatego zaleca się powtórzenie pomiarów w różnych warunkach pogodowych. Oprócz tego niezastąpione będzie doświadczenie badaczy.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ