

ANALIZA WŁASNOŚCI FIZYCZNYCH GRUNTU ZAPORY ZIEMNEJ W ŚWIEŁLE BADAŃ GEOFIZYCZNYCH

UKD 624.131.43:627.824.1/5:550.834 + 550.837.31(438. 111 Wieliszew)

Badania geofizyczne w problematyce geologiczno-inżynierskiej wykorzystywane są przede wszystkim dla celów budowlanych, przy posadowieniu różnego rodzaju obiektów. Zadaniem ich jest poznanie charakterystyki naturalnego środowiska geologiczno-inżynierskiego rejonu budowy. Ma to istotne znaczenie dla właściwego przeprowadzenia robót ziemnych i innych prac budowlanych, stąd też szerokie zastosowanie różnych metod badawczych dla dokładnego poznania środowiska geologicznego rejonów budowlanych.

Badania omówione w niniejszym opracowaniu dotyczą poznania charakterystyki gruntu nie występującego w warunkach naturalnych. Celem tych prac było rozpoznanie metodą sejsmiczną i elektryczną własności fizycznych gruntu, budującego zapórę ziemną w Wieliszewie. W dalszym etapie prac geofizycznych na tej zaporze przewiduje się przeprowadzenie badań mikrograwimetrycznych, oraz po wypełnieniu zbiornika wodą, powtórnie badań sejsmicznych i elektrycznych. Wyniki tych badań zostaną przedstawione w oddzielnych opracowaniach.

METODYKA BADAŃ

Badania na zaporze ziemnej w Wieliszewie przeprowadzono dwoma metodami: sejsmiczną i elektryczną. Ze względu na odrębność metodyki prac terenowych i obliczeniowych, prace wykonywane każdą z tych metod zostaną odrębnie omówione.

Badania sejsmiczne

Zastosowanie badań sejsmicznych na zaporze ziemnej wiąże się z możliwością poznania jakościowej charakterystyki stopnia zagęszczenia gruntu wzdłuż przekroju poziomego. W tym celu należy określić rozkład prędkości fali sejsmicznej wzdłuż badanego odcinka zapory. Analizując następnie prędkości fal można wyznaczyć strefy o względnie większym lub mniejszym stopniu rozluźnienia, czy też zagęszczenia gruntów. Najbardziej przydatną metodą dla rozwiązania omawianego zagadnienia wydaje się metoda przesświetlania sejsmicznego.

W pracach terenowych zastosowano wielokanałową aparaturę sejsmiczną typu ASI-314, która umożliwia rozwiązywanie m.in. wielu problemów z geologii inżynierskiej, hydrogeologii i geologii złóż. Zapewnia ona rejestrację przebiegu fali sejsmicznej w 14 kanałach, z jednoczesną rejestracją znaczników czasu, przy czym można wybrać do rejestracji obraz fal w dowolnym zakresie czasu względem momentu wzbudzenia fal. Przebieg fal, widoczny na lampie oscyloskopowej, rejestrowany jest metodą fotograficzną.

Pracami sejsmicznymi objęto odcinek zapory ziemnej o długości 100 m (ryc. 1). Szerokość zapory w koronie (w miejscu wykonywania prac sejsmicznych) wahała się od 22 do 25 m, u podstawy od 30 do 40 m, wysokość jej wynosiła około 5 m.

Badania sejsmiczne przeprowadzono metodą przesświetlania sejsmicznego. Metoda ta wiąże się z rejestracją fal sejsmicznych w pierwszych impulsach. Wynikiem są prędkości podłużnych fal bezpośrednich (V_p).

W celu otrzymania pełnego rozpoznania charakterystyki zmian prędkości fal sejsmicznych w rejonie badanej zapory zaprojektowano następującą metodykę prac terenowych.

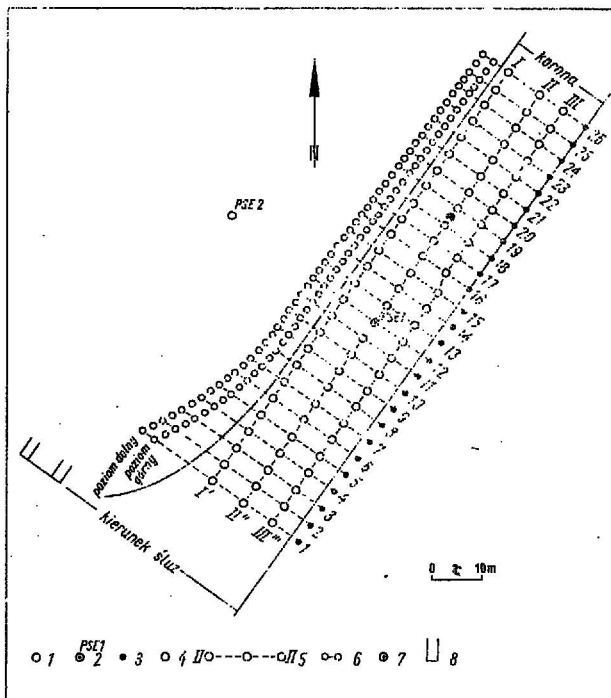
Po stronie wewnętrznej zapory, tzn. od strony zbiornika, usytuowano rozstawy geofonów na dwóch poziomach — górnym i dolnym (ryc. 1). Geofony rozmieszczono w odległości 2 m jeden od drugiego, całkowity rozstaw geofonów wynosił więc 26 m. Rozstawem tym przesuwano się wzdłuż wewnętrznej

strony zapory, przy czym rozstawy III i IV zachodziły wzajemnie na siebie pięcioma stanowiskami geofonów. Łącznie badania wykonano na czterech rozstawach (ryc. 2). Górny poziom geofonów usytuowany został 1,5 m poniżej powierzchni korony zapory, a dolny — 1,0 m powyżej dna zbiornika.

Stanowiska źródeł drgań sejsmicznych usytuowano po przeciwnej stronie zapory (ryc. 1, 2). Odległości pomiędzy poszczególnymi stanowiskami wynosiły 4 m, były więc dwukrotnie większe od odległości między geofonami. Poziom punktów wzbudzenia drgań usytuowano w połowie wysokości badanej zapory. Drgania wzbudzono metodą udarową, za pomocą młota.

Schemat rozchodzenia się promieni fal sejsmicznych od źródeł do geofonów przedstawiono na ryc. 2. Podano tu jedynie skrajne promienie, tzn. 1 i 14, dla każdego stanowiska pomiarowego (źródła drgań). Obserwacje prowadzono również na wszystkich pozostałych kanałach, nie wpisywano ich ze względu na zachowanie przejrzystości rysunku. Podany schemat obserwacji zapewniał rejestrację przyścia fal sejsmicznych w 14 kanałach dla każdego punktu pomiarowego.

W celu zwiększenia dokładności badań, na każdym stanowisku wykonywano około 10 pomiarów śladu fal sejsmicznych, stosując przy tym różne zakresy pracy aparatury.

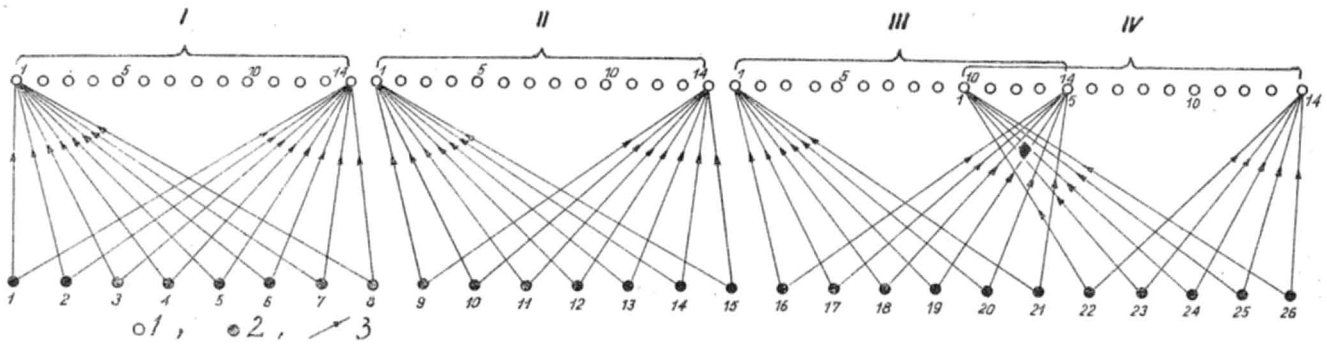


Ryc. 1. Szkic sytuacyjny geofizycznych stanowisk pomiarowych na zaporze ziemnej w Wieliszewie.

1 — stanowisko PE, 2 — sondowanie elektryczne, 3 — źródło drgań sejsmicznych, 4 — stanowisko geofonu, 5 — profil elektryczny, 6 — profil sejsmiczny, 7 — studnie, 8 — śluza.

Fig. 1. Location map of geophysical measurement points at earth dam at Wieliszew.

1 — measurement point of PE, 2 — electric sounding, 3 — source of seismic oscillations, 4 — geophone point, 5 — electric profile, 6 — seismic profile, 7 — wells, 8 — flood-gate.



Ryc. 2. Schemat obserwacji badań sejsmicznych.

1 — stanowisko geofonu, 2 — źródło drgań sejsmicznych, 3 — promień fali sejsmicznej.

Fig. 2. Scheme of seismic studies.

1 — geophone point, 2 — source of seismic vibrations, 3 — radius of seismic wave.

Badania geoelektryczne

Prace geoelektryczne przeprowadzone w rejonie zapory miały za zadanie dać charakterystykę przestrzenną i profilową zmian własności elektrycznych na badanym odcinku. Tym samym miały one dostarczyć dodatkowych danych dotyczących parametrów fizycznych gruntu budującego zapórę.

Badania elektryczne zostały przeprowadzone metodami elektrooporowymi — sondowania i profilowania elektrycznego. W pierwszym etapie prac wykonane zostały dwa pionowe sondowania elektryczne (PSE) w symetrycznym układzie Schlumbergera. Głównym zadaniem sondowań było określenie optymalnego rozstawu elektrod dla metody profilowania elektrycznego (PE), który zapewniłby możliwość rejestracji zmian oporności elektrycznej (ρ_p) wzdłuż badanych profili. Sondowanie nr 1 usytuowano na koronie zapory w pobliżu punktu nr 12, a nr 2 — na dnie przyszłego zbiornika wodnego (ryc. 1).

Analiza krzywych sondowań umożliwiła wyznaczenie rozstawów dla profilowania elektrycznego. Ustalono, że profilowania elektryczne prowadzone będą układem symetrycznym, trójpoziomym. Dzięki takiemu układowi elektrod na każdym profilu uzyskuje się charakterystykę zmian oporności elektrycznych (ρ_p) na trzech różnych głębokościach. Przy określaniu wielkości dla poszczególnych rozstawów kierowano się również wysokością zapory. Chodziło mianowicie o ustalenie takich rozstawów elektrod, aby istniała możliwość penetracji zapory zarówno w pobliżu (nieco poniżej) jej korony, jak również w jej środkowych i dolnych partiach.

Biorąc pod uwagę dane z sondowań elektrycznych oraz wysokość nasypu ustalono, że najbardziej optymalnymi rozstawami elektrod dla poszczególnych pozycji profilowania elektrycznego będą następujące: AB = 4 m, 8 m i 16 m.

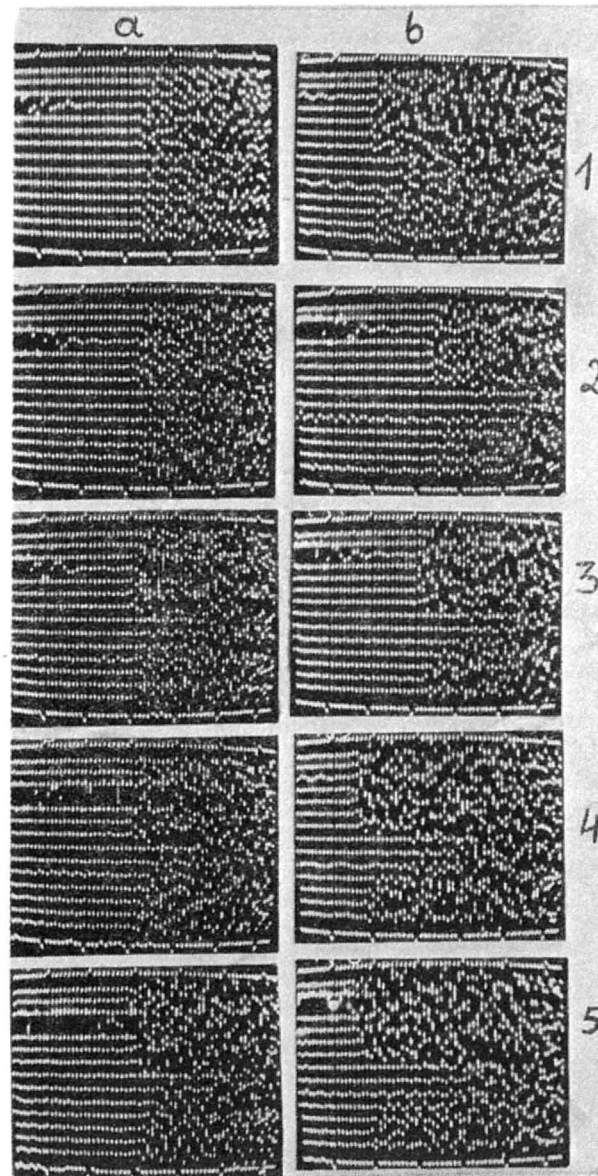
Rozstaw AB = 4 m umożliwił penetrację gruntu na głębokości około 1–1,5 m, rozstaw AB = 8 m na około 2,5 m i rozstaw AB = 16 m na głębokości około 5 m. Punkty pomiarowe profilowania elektrycznego znajdowały się na wysokości stanowisk sejsmicznych (ryc. 1). Odległości między poszczególnymi stanowiskami PE, czyli krok profilowania, wynosiły 4 m.

Uzyskanie pełnej charakterystyki geoelektrycznej w przekroju pionowym i poziomym badanej zapory wymagało przeprowadzenia pomiarów na kilku profilach. W związku z tym ustalono, że pomiary zostaną wykonane na trzech profilach, według schematu przedstawionego na ryc. 1. Profile I i III wytyczono w brzożnych partiach zapory, przy czym profil I usytuowano od strony zbiornika, profil III zaś po przeciwnej stronie zapory. Profil II przebiegał w części środkowej badanej zapory.

WYNIKI BADAŃ

Badania sejsmiczne

Rezultatem sejsmicznych prac polowych, przeprowadzonych na zaporce ziemnej w Wieliszewie, są zdjęcia fotograficzne przebiegu śladu fali sprężystej,



Ryc. 3. Zapisy fal sejsmicznych uzyskanych na zaporce ziemnej.

a — poziom górny, b — poziom dolny

Fig. 3. Records of seismic waves made on the earth dam.

a — upper horizon, b — lower horizon.

stanowiące podstawę interpretacji geofizycznej. Dla przykładu na ryc. 3 przedstawiono zdjęcie fotograficzne śladu fali, uzyskane dla pierwszych 5 stanowisk poziomu górnego i dolnego.

Na zdjęciu widoczny jest moment przyścia pierwszych impulsów fal do poszczególnych kanałów sejsmicznych. Ślad fali sejsmicznej zarejestrowany na danym kanale odpowiada miejscu usytuowania geofonu.

Zadaniem prac sejsmicznych było określenie prędkości fal podłużnych (bezpośrednich) — V_p — rozchodzących się po drodze: źródło drgań — geofon. Na podstawie zdjęć fotograficznych określono czasy (t) przyścia pierwszych impulsów. Wyznaczając następnie, za pomocą pomiarów geodezyjnych, odległości (s) między poszczególnymi stanowiskami geofonów a odpowiadającymi im punktami wzbudzenia drgań otrzymano V_p .

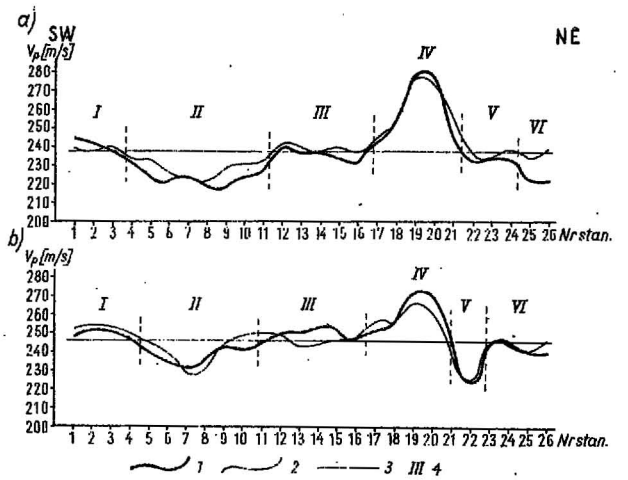
Wartości V_p uzyskane dla poszczególnych kanałów sejsmicznych zostały uśrednione, odpowiednio dla każdego stanowiska pomiarowego. Otrzymano w ten sposób $V_{p\bar{r}}$. Przy analizie prędkości fal podłużnych zwrócono uwagę na fakt, że znaczna część tych wielkości dotyczy przejścia fal następującego wzdłuż ukośnie przebiegających promieni sejsmicznych (znajdujących się poza bezpośrednią linią źródła drgań — geofon) w stosunku do podłużnej rozciągłości zapory. W związku z tym zachodziła obawa, że uwzględnienie wartości V_p w obliczeniach $V_{p\bar{r}}$ może zmniejszyć obraz zmian prędkości fal na badanym odcinku zapory. Dlatego poza wartościami $V_{p\bar{r}}$ obliczono również prędkości fali podłużnej wzdłuż trzech kierunków, najbardziej zbliżonych do prostopadłych, w stosunku do podłużnej osi zapory. Wartości tych prędkości oznaczono symbolem V_{pb} . Otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli oraz na wykresach w formie profili prędkościowych (ryc. 4).

Analizując wyniki prędkości uzyskane dla obu badanych poziomów można stwierdzić, że nie odbiegają one zarówno swymi wartościami, jak również nie różnią się zbyt wiele w rozkładzie zmian wzdłuż zapory ziemnej. Nie obserwuje się również dużych różnic między wartościami V_{pb} i $V_{p\bar{r}}$. Szczególnie interesująca jest bardzo niewielka różnica w wartościach prędkości fali podłużnej między poziomem dolnym a górnym (7–10 m/s, tab.). Fakt ten dowodzi, że zagęszczenie gruntu dla obu rozpatrywanych poziomów nie różni się zbyt wiele między sobą. W rejonie punktów 19–22 uzyskano nawet nieco niższe wartości V_p dla poziomu dolnego niż dla górnego. Wahania prędkości V_p w pionie są więc minimalne i praktycznie nieistotne dla wydzielenia jakichkolwiek stref o zmiennym stopniu zagęszczenia w przekroju pionowym.

Mimo niewielkiego również zróżnicowania wartości V_p w kierunku poziomym można tu wydzielić kilka stref charakteryzujących się względnie większymi prędkościami fal, w stosunku do wartości uśrednionych (ryc. 4). Obecność tych stref stwierdza się zarówno na poziomie górnym, jak i dolnym, przy czym należy zaznaczyć, że prawie wszystkie wydzielone strefy zaznaczają się w sposób podobny na obu poziomach i prawie w tych samych miejscach. Na poziomie górnym można przede wszystkim wydzielić dwie charakterystyczne strefy, wyraźnie odbiegające od uśrednionych wartości V_p , są to strefa II i IV. Strefa II, która zawarta jest między punktami 4–11, wykazuje obniżenie wartości V_p , wynoszące około 6% w stosunku do wartości średnich. Strefa IV wyznaczona punktami 17–20 wykazuje natomiast wyraźny wzrost wielkości V_p , dochodzący do 11% w stosunku do uśrednionych wartości.

Na poziomie dolnym szczególnie wyraźnie zaznaczają się strefy IV i V. Strefa IV (punkty 17–20) charakteryzuje się podobnie jak w poziomie górnym większymi o około 7%, w stosunku do wartości uśrednionych, prędkościami fal. Strefa V (punkty 21–22) wykazuje natomiast wyraźne minimum. Wartości V_p są tu o około 8% niższe w stosunku do wartości uśrednionych dla tego poziomu oraz niższe również od prędkości uzyskanych dla poziomu górnego.

Wyniki prac sejsmicznych świadczą o istnieniu w kierunku poziomym, na badanym odcinku zapory ziemnej, stref prędkościowych zróżnicowanych w mniejszym lub większym stopniu. Strefy o większych



Ryc. 4. Profile zmian prędkości fal sejsmicznych. a — poziom górny, b — poziom dolny, 1 — wykres prędkości V_{pb} , 2 — wykres prędkości $V_{p\bar{r}}$, 3 — wykres uśredniony V_p , 4 — numer strefy prędkościowej.

Fig. 4. Profiles of changes in velocity of seismic waves.

a — upper horizon, b — lower horizon, 1 — graph of velocities V_{pb} , 2 — graph of velocities $V_{p\bar{r}}$, 3 — adjusted graph V_p , 4 — number of velocity zone.

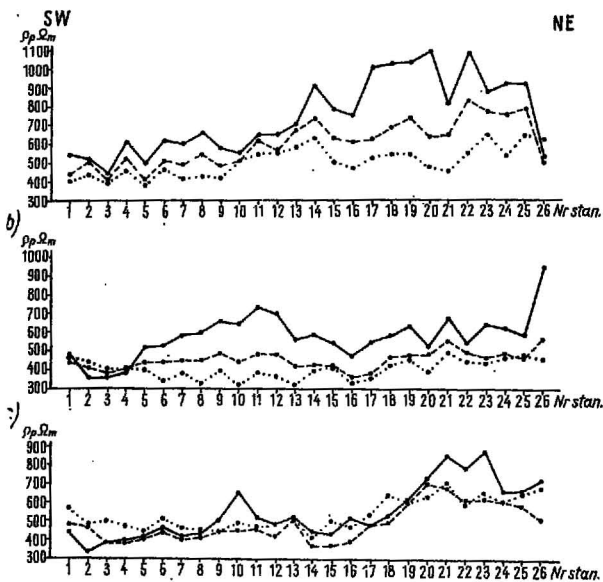
PRĘDKOŚĆ FAL PODŁUŻNYCH NA ZAPORZE ZIEMNEJ W WIELISZEWIE

Stanowisko nr	Poziom górny		Poziom dolny	
	V_{pb} m/s	$V_{p\bar{r}}$ m/s	V_{pb} m/s	$V_{p\bar{r}}$ m/s
1	245	239	249	252
2	242	237	252	251
3	238	242	255	256
4	231	232	247	250
5	224	234	241	243
6	218	223	236	244
7	228	225	232	227
8	219	217	234	228
9	216	229	248	256
10	220	232	241	247
11	221	226	245	249
12	251	249	255	251
13	233	238	247	241
14	236	237	254	244
15	235	240	254	247
16	224	234	238	246
17	250	247	254	260
18	244	250	253	254
19	285	283	276	269
20	278	272	272	261
21	249	255	252	242
22	226	232	199	210
23	234	234	248	215
24	235	240	240	244
25	219	231	239	240
26	223	242	240	248
wartości średnie	236	239	246	246

prędkościach należy wiązać z rejonami o względnie dużym stopniu zagęszczenia, strefy zaś o małych prędkościach z rejonami o względnie małym stopniu zagęszczenia w stosunku do pozostałych miejsc na zaporce. Ponadto badania te wykazują, że wraz z głębokością nie obserwuje się wyraźnego wzrostu zagęszczenia, a nawet w niektórych przypadkach, jak dowodzą tego prędkości fal, można się spodziewać mniejszych zagęszczeń dla gruntów niżej leżących.

Badania geoelektryczne

Rezultatem przeprowadzonych prac geoelektrycznych, na badanym odcinku zapory ziemnej, są krzywe sondowania elektrycznego — PSE i wykresy profilowania elektrycznego — PE (ryc. 5). Charakterystyka uzyskanych wykresów i ich interpretacja przedstawia się następująco.



Ryc. 5. Wykresy profilowania elektrycznego.

a — profil I, b — profil II, c — profil III, 1 — AB = 4 m, 2 — AB = 8 m, 3 — AB = 16 m.

Fig. 5. Graphs of electric profiling.

a — profile I, b — profile II, c — profile III, 1 — AB = 4 m, 2 — AB = 8 m, 3 — AB = 16 m.

PSE nr 1 jest krzywą pięciowarstwową typu HQ o opornościach zmieniających się od 700 Ω m do 75 Ω m. Krzywa PSE nr 2 przedstawia typ krzywej trójwarstwowej typu Q o pojemnościach od 2100 Ω m do 53 Ω m. W wyniku interpretacji obu krzywych sondowań otrzymano charakterystykę opornościową (ρ_p) gruntu budującego zapórę oraz jego podłoża. Oporności gruntu zapory zmieniają się od 700 Ω m do 280 Ω m, podłoża — od 75 Ω m do 53 Ω m.

W celu uzyskania charakterystyki przestrzennej wzdłuż badanego odcinka zapory wykonano trzy profilowania elektryczne w układzie trójpoziomowym. Krzywe profilowania elektrycznego (ryc. 5) wykazują w swoim przebiegu zróżnicowanie opornościowe, przy czym największe jest ono dla rozstawu elektrod AB = 4 m, czyli dla układu penetrującego najbliżej ośrodek gruntowy. Fakt ten jest całkowicie zrozumiały, jeśli weźmie się pod uwagę, że przypowierzchniowe ośrodki gruntowe są najbardziej czułe na zewnętrzne warunki atmosferyczne (różny stopień wilgotności). Wartości oporności pozornych (ρ_p) dla AB = 4 m zmieniają się na poszczególnych profilach od około 350 Ω m do około 1100 Ω m, dla AB = 8 m od 380 Ω m do 800 Ω m, dla AB = 16 m od ok. 300 Ω m do około 700 Ω m.

Opisane wyżej wykresy PE zostały uśrednione (ryc. 6). Analiza krzywych uśrednionych pozwala wydzielić na nich trzy strefy opornościowe, o wartościach ρ_p stopniowo wzrastających wzdłuż osi zapory, z kierunku SW na NE. Strefa I zawarta jest między punktami 1—5, strefa II między punktami 6—17, strefa III pomiędzy punktami 18—26. Różnice oporności między wydzielonymi strefami wynoszą od 100 do 200 Ω m. Wzrost oporności w NE fragmentach badanej zapory należy tłumaczyć większym, w stosunku do pozostałych części zapory, wysuszeniem gruntu w tym miejscu oraz kształtem zapory.

Przestrzenną charakterystykę geoelektryczną ośrodka gruntowego uzyskuje się na podstawie map i przekrojów izomów (linii jednakowych wartości oporu pozornego). W niniejszym opracowaniu mapy zostały wykreślone dla poziomów AB odpowiadających: 4 m, 8 m i 16 m (ryc. 7). Analizując mapy izomów można zauważyć, że w środkowym pasie zapory oporności elektryczne układają się w postaci minimów, występujących niezależnie od głębokości badań (tj. wielkości AB). Pas minimów widoczny jest

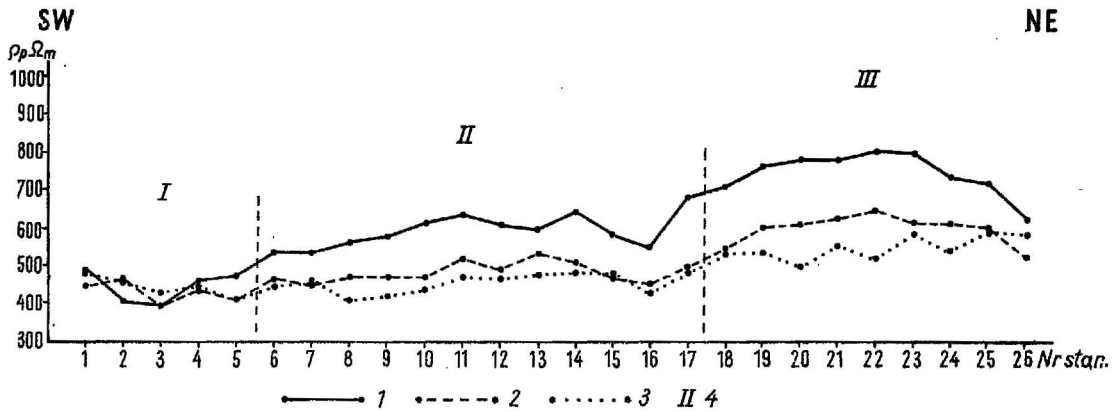
na całej rozciągłości badanego odcinka zapory. Obecność tych minimów należy tłumaczyć większą wilgotnością środkowych części zapory w stosunku do bardziej wysuszonych brzeżnych partii.

Przy bliższej analizie map izomów dla poszczególnych rozstawów AB (ryc. 7) można zauważyć pewne różnice między nimi zarówno co do przebiegu izolacji, jak również co do ich wartości. Najbardziej zróżnicowana w obrazie geoelektrycznym jest mapa izomów dla rozstawu AB = 4 m, a więc odnosząca się do przypowierzchniowych gruntów zapory. Podobny charakter miały profile uzyskane dla tych samych rozstawów. Jak wynika z załączonej mapy, wartości oporności pozornych wzrastają stopniowo od profilu III i I oraz z kierunku SW na NE. Mapa izomów dla AB = 8 m przedstawia obraz geoelektryczny znacznie mniej zróżnicowany od omówionej wyżej. Niemniej również i tu można prześledzić podobny charakter zmian oporności elektrycznych na odpowiednich kierunkach. Najbardziej konsekwentnym i regularnym obrazem geoelektrycznym charakteryzuje się mapa izomów dla poziomu najgłębszego — AB = 16 m. Spowodowane to jest tym, że efekty wpływów zewnętrznych są tu najmniejsze.

Przekroje izomów (ryc. 8) charakteryzują przestrzenny obraz zmian oporności elektrycznych w pionie na poszczególnych profilach. Przekroje I i II nie różnią się zbyt w przebiegu izolacji. Można przy tym zauważyć, że przekrój drugi charakteryzuje się stosunkowo najmniejszym zróżnicowaniem wartości ρ_p w pionie. Jest to zrozumiałe, jeśli weźmie się pod uwagę, że przekrój II przebiega przez środkowy pas zapory, a więc jest tym samym najmniej narażony na wpływy czynników zewnętrznych, które mogą w sposób istotny rzutować na mierzone wartości ρ_p . Wartości oporności pozornych na przekroju III układają się odmiennie w porównaniu do przekrojów I i II. Prawdopodobnie związane to jest częściowo z dosyć zróżnicowaną morfologią w tej części zapory. Ogólnie dla wszystkich rozpatrywanych przekrojów można stwierdzić, że oporności maleją wraz z głębokością badań.

Przedstawiony wyżej opis map i przekrojów izomów oraz profiliw elektrycznych świadczy o stosunkowo dużym zróżnicowaniu pod względem elektrycznym gruntu budującego zapórę ziemną zarówno w poziomie, jak i pionie. Należy zdawać sobie sprawę z tego, że na otrzymany obraz geoelektryczny nakłada się tu wpływ wielu czynników: oporność ośrodka gruntowego, stopień wilgotności gruntu, kształt zapory. Wyniki badań elektrycznych dają więc aktualny, dla okresu wykonywania pomiarów, obraz zmian oporności, uzależniony nie tylko od zmian własności fizycznych gruntu, lecz także od wymiarów i kształtu zapory. Niemniej znaczenie praktyczne uzyskanego obrazu polega na tym, że odzwierciedla on stan, jaki możemy obserwować przed napełnieniem zbiornika wodą. Z chwilą kiedy w zbiorniku będzie woda zmieniają się w sposób istotny parametry elektryczne badanej zapory. Ponadto jeśli będzie następowała infiltracja wód w zapórę, to wówczas odzwierciedli się ona w postaci obniżenia mierzonych wartości oporności elektrycznych.

Zachodzi teraz pytanie, w jakim stopniu można porównać ze sobą wyniki badań sejsmicznych i elektrycznych, uzyskanych na tym samym odcinku zapory. Analiza omówionych prac pozwala wyciągnąć wnioski, że na obecnym etapie badań, tzn. przeprowadzonych przed wypełnieniem zbiornika wodą — porównanie tych wyników nie może dać jednoznacznych rezultatów. Wiąże się to z odmiennością wpływu tych samych czynników na wyniki badań sejsmicznych oraz elektrycznych. Prędkości fal sejsmicznych w rejonie badanej zapory zależne są przede wszystkim od stopnia zagęszczenia gruntu, w mniejszym stopniu od jego wilgotności. Świadczą o tym również wyniki badań uzyskane na pryzmach gruntu (1, 6). Oporności elektryczne uzależnione są natomiast głównie od wilgotności gruntu, w mniejszym stopniu od jego zagęszczenia, a częściowo od kształtu zapory. Analiza porównawcza wyników badań sejsmicznych i elektrycznych oraz wyciągnięcie wniosków odnośnie do wpływu własności fizycznych gruntu na

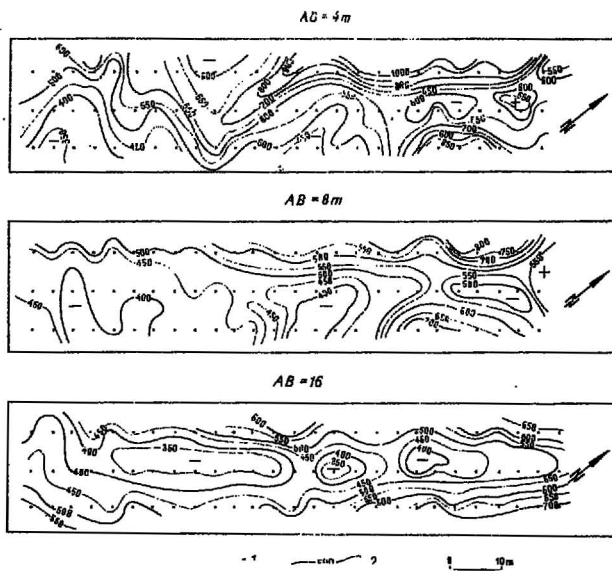


Ryc. 6. Usrednione wykresy profilowania elektrycznego.

1 — AB = 4 m, 2 — AB = 8 m, 3 — AB = 16 m, 4 — numer strefy opornosciowej.

Fig. 6. Adjusted graphs of electric profiling.

1 — AB = 4 m, 2 — AB = 8 m, 3 — AB = 16 m, 4 — number of resistivity zone.



Ryc. 7. Mapy izoomów.

1 — stanowisko pomiarowe, 2 — wartości oporu w omometrach.

Fig. 7. Map of isohms.

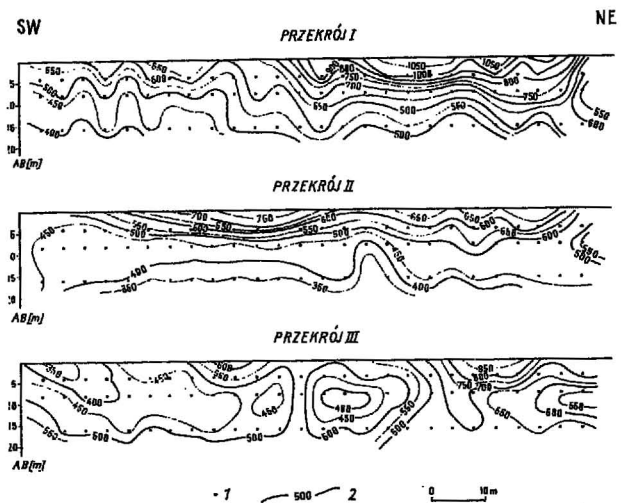
1 — measurement point, 2 — value of resistance in ohmmeters.

oporność elektryczną będzie możliwa dopiero po wykonaniu powtórnych badań, kiedy zbiornik wypełniony zostanie wodą. Obraz geoelektryczny otrzymany w badaniach powtórnych będzie wówczas stanowił efekt nakładania się wpływu warunków panujących na zaporze przed i po wypełnieniu zbiornika wodą. Po wyeliminowaniu wpływów pierwotnych (przed napełnieniem zbiornika wodą) powinno się zaobserwować zależność oporności pozornych od parametrów fizycznych w rejonie badanej zapory.

WNIOSKI

— Wyniki badań sejsmicznych świadczą o istnieniu na badanym odcinku zapory ziemnej w Wieliszewie sześciu stref prędkościowych w poziomie, charakteryzujących się różnymi wartościami V_p .

— Badania sejsmiczne dowodzą, że zagęszczenia gruntu budującego zaporę ziemną są znacznie bardziej zróżnicowane w poziomie niż w pionie.



Ryc. 8. Przekroje izoomów.

1 — punkt, dla którego otrzymano wartość ρ_p , 2 — wartość oporu w omometrach.

Fig. 8. Isohm sections.

1 — point for which value ρ_p was obtained, 2 — resistivity value in ohmmeters.

— Analiza prędkości fal sejsmicznych uzyskanych dla dwóch różnych poziomów głębokościowych świadczy o niewielkim wzroście zagęszczenia gruntu z głębokością badań. Dla kilku punktów pomiarowych stwierdza się nawet mniejsze zagęszczenia dla poziomu niżej położonego.

— Oporność elektryczna na badanej zaporze charakteryzuje się zmiennością uzależnioną od własności fizycznych (wilgotności) gruntu, a częściowo od wymiarów i kształtu zapory.

— Badania elektryczne wykazują istnienie na zaporze trzech stref charakteryzujących się stopniowym wzrostem oporności z kierunku SW na NE, w stosunku do podłużnej osi zapory.

— W środkowym pasie zapory stwierdza się obecność strefy minimów oporności elektrycznej, przebiegającej wzdłuż całego badanego odcinka.

— Pełne porównanie wyników badań sejsmicznych i elektrycznych oraz wyciągnięcie wniosków odnośnie do wpływu zagęszczenia na korelację wyników prac elektrycznych i sejsmicznych będzie możliwe po wykonaniu powtórnych badań, po wypełnieniu zbiornika wodą.

LITERATURA

1. Adamczyk J., Czepulis K., Jaczynowska E., Marciniak B., Stein J. — Badania stanu zagęszczenia nasypów metodą sejsmiczną. *Gidrotechnika i Melioracje*, Sofia, 1976, nr 1.
2. Frankowski Z., Królikowski C., Linowski H. — Badania parametrów dynamicznych gruntu. *Inż. Bud.* 1973, nr 12.
3. Fröhlich K., Kanowski H. — Eine komplexe Methode zur geomechanischen Deckerkundung. *Wasserwirtschaft — Wassertechnik*, 1975, nr 10.
4. Kowalczyk J. M. — *Sejsmiczne metody poszukiwawcze*. Kraków, 1971.
5. Królikowski C. — Problemy metodyki badania zmian porowatości gruntów i skał piaszczystych przy zastosowaniu fal sprężystych. *Prz. geol.*, 1975, nr 8.
6. Stopiński A., Adamczyk J., Czepulis K., Marciniak B., Stein J. — Określanie wskaźnika zagęszczenia gruntów metodą sejsmiczną. *Tech. Poszuk.*, 1974, nr 6.
7. Stenzel P., Szymanko J. — *Metody geofizyczne w badaniach hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich*. Wyd. Geol., Warszawa, 1973.

SUMMARY

The paper presents the results of seismic and electric studies carried out for evaluation of physical parameters of soil used for construction of earth dam of water reservoir at Wieliszew before its infilling.

The seismic surveys were carried out with the use of the seismic "radiographic" method which makes it possible to record first impulses of elastic waves. On the basis of the results obtained the dam section surveyed was divided into zones differing in velocities of direct wave (Fig. 4). The zones distinguished indicate differences in consolidation of soil medium forming the earth dam.

The electric surveys involved sounding and electric resistance profiling. The results have shown a marked influence of humidity and, partly, dimensions and shape of the dam on electric resistance values obtained. On the basis of the analysis of curves of electric profiling and isoohm maps and cross-sections (Figs. 5—8) the dam section surveyed was divided into 3 zones characterized by a gradual increase in resistance values from SW to NE as well as to find a marked belt of minimum values of electric resistance which stretches along the whole dam.

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты сейсмических и электрических исследований применяемых для определения физических параметров грунтов составляющих земляную плотину в Велишаве — перед наполнением резервуара водой. В сейсмических исследованиях пользовались методом сейсмического просвечивания, который позволяет регистрировать упругие волны в первых импульсах. На основании проведенных сейсмических работ на исследованном участке плотины были выделены зоны с разными величинами скорости прямой волны (рис. 4). Эти зоны указывают на разную степень уплотнения грунтовой среды слагающей земляную плотину.

В электрических исследованиях проведенных на описываемой плотине применяли зондирование и электросопротивительное профилирование. Результаты исследований указывают на большое влияние влажности, а частично также размеров и формы плотины на измеряемые величины электрического сопротивления. Анализ кривых электрического профилирования, а также карт и разрезов изоомов (рис. 5—8) позволил выделить в районе исследованного участка три зоны, которые характеризуются постепенным увеличением сопротивлений с юго-запада на северо-восток, а также полосу простирающуюся вдоль плотины, характеризующуюся минимальными величинами электрического сопротивления.