

THOMAS TOPULOS

Institut Geologiczny

## ROZPOZIOMOWANIE UTWORÓW TRZECIORZĘDOWYCH NE WYNIESIENIA ŁEBY NA PODSTAWIE WYNIKÓW BADAŃ GEOFIZYKI WIERTNICZEJ

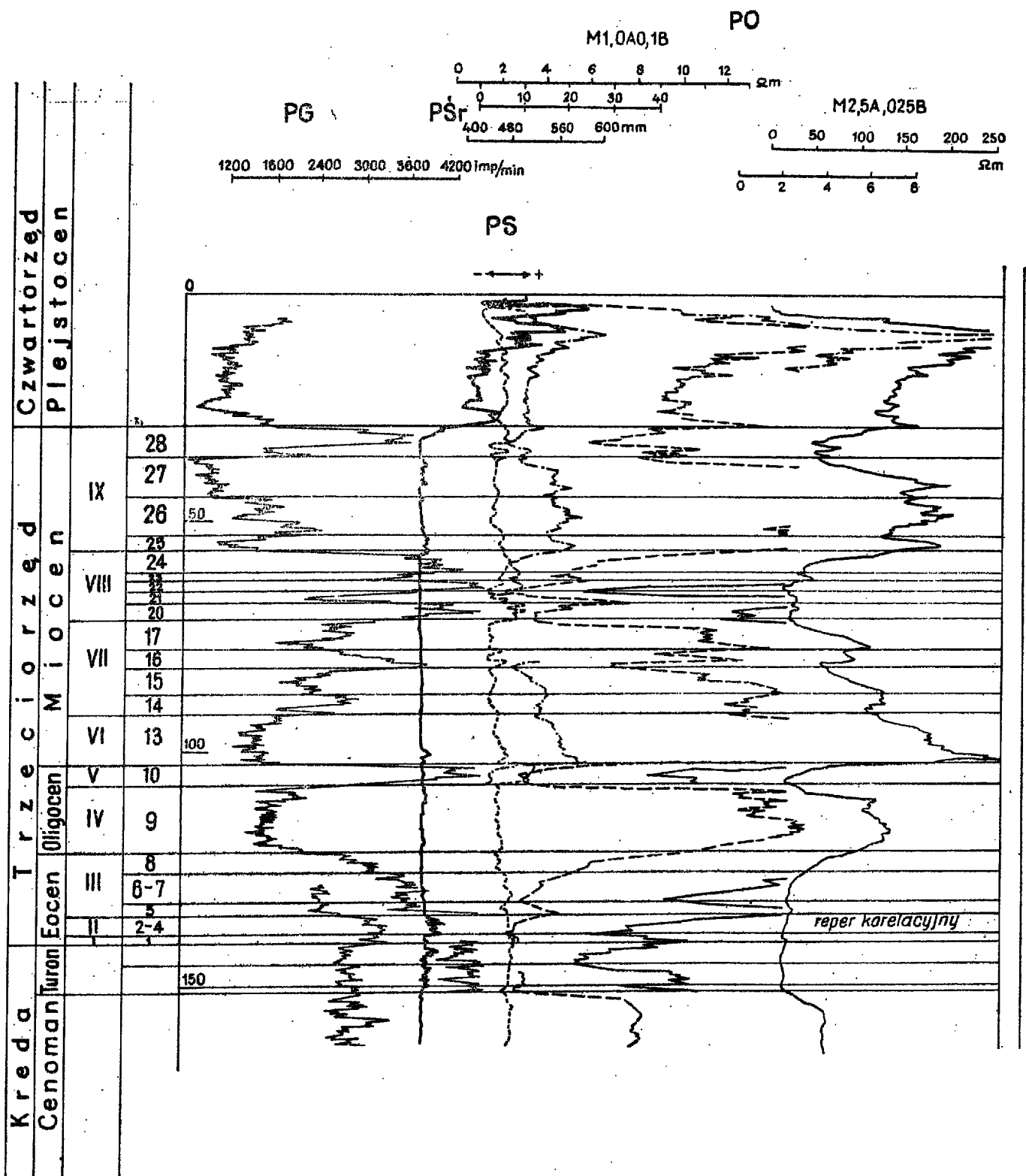
UKD [350.832.52+550.832.72/73+550.832.9]:551.78(438.16 wyniesienie Łeby)

W ramach poszukiwań złóż soli potasowych na wyniesieniu Łeby na podstawie projektów opracowanych przez Z. Wernera wiercono szereg otworów, w których wykonano kompleks badań geofizycznych. Badania te obejmowały: profilowanie oporności (PO), profilowanie gamma (PG), profilowanie potencjałów polaryzacji własnej (IPS) i profilowanie średnicy. Głównym celem tych badań było dokładne ustalenie profilu litologicznego przewierconych warstw nadkładu cechsztynu (utwory triasowe, jurajskie, kredowe, trzeciorzędowe i czwartorzędowe), ponieważ były one tylko częściowo rdzeniowane.

Wyniki badań geofizycznych wykorzystano nie tylko do określenia litologii przewierconych warstw, przeprowadzono bowiem szczegółową korelację krzywych pomiarowych między otworami (przeanalizowano wyniki badań geofizycznych wykonanych w

60 otworach rozmieszczonych w odległościach 2,5—3 km od siebie), w wyniku czego ustalono geofizyczną systematykę badanych utworów. Pozwoliło to na dokładne, przestrzenne rozpoznanie budowy geologicznej omawianego obszaru. Geofizyka wiertnicza jest metodą geologiczną stosunkowo młodą i stąd też nie była u nas w pełni wykorzystywana. Zadaniem tego artykułu będzie więc wskazanie przydatności omawianej metody w badaniach geologicznych.

Szczegółową korelację krzywych pomiarowych przeprowadzono na zasadzie dedukcji po ustaleniu dwóch skrajnych reperów geofizycznych rozpatrywanego interwału. Na podstawie powyższych zasad łatwo było odróżnić wśród utworów trzeciorzędowych zmiany miąższościowe od zmian erozyjnych tego samego skorelowanego poziomu geofizycznego oraz śledzić zmiany typu facjalnego tych samych poziomów

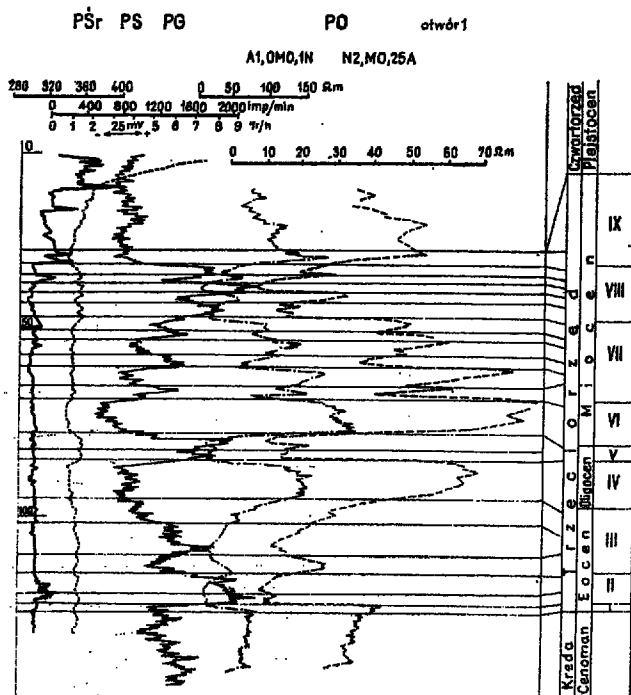


Ryc. 1. Rozpoziomowanie utworów trzeciorzędowych rejonu wyniesienia Łeby na podstawie badań geofizycznych.

Fig. 1. Zonation of Tertiary deposits from the Łeba elevation area on the basis of geophysical surveys.

1, 2, 3... poziomy geofizyczne, I, II, III... serie geofizyczne, PO - profilowanie oporności, PG - profilowanie gamma, PŚr - profilowanie średnicy, PS - profilowanie potencjałów polaryzacji własnej.

1, 2, 3... geophysical horizons, I, II, III... geophysical series, PO - resistance surveying, PG - gamma surveying, PŚr - diameter surveying, PS - selfpolarization potential surveying.



Ryc. 2. Opis i objaśnienia jak przy ryc. 1.

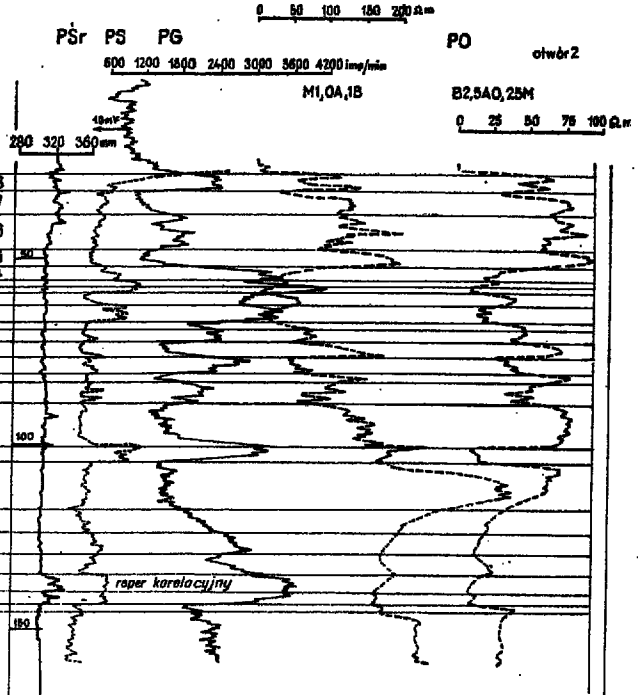


Fig. 2. Description and explanations as in Fig. 1.

geofizycznych, czy też serii korelacyjnych (np. seria V). Uchwycenie tych zmian na podstawie klasycznych badań w utworach ilasto-piaszczystych dla tych samych chronologicznie warstw jest bardzo trudne. Jak wykazuje praktyka do przeprowadzenia korelacji przewierconych warstw badania geofizyczne są bardziej obiektywne niż metody klasyczne, przy których istnieje pewna dowolność korelacyjna.

Krzywe pomiarowe podzielone zostały (biorąc z dołu do góry) na serie geofizyczne (numeracja rzymska), a te zaś na poziomy geofizyczne (numeracja arabska). Przez serię geofizyczną rozumiemy tu zespół korelujących się poziomów geofizycznych, natomiast przez poziom rozumiemy taką anomalię, która jest jednorodna w zakresie badanych parametrów fizycznych i nie podzielna w sensie korelacyjnym.

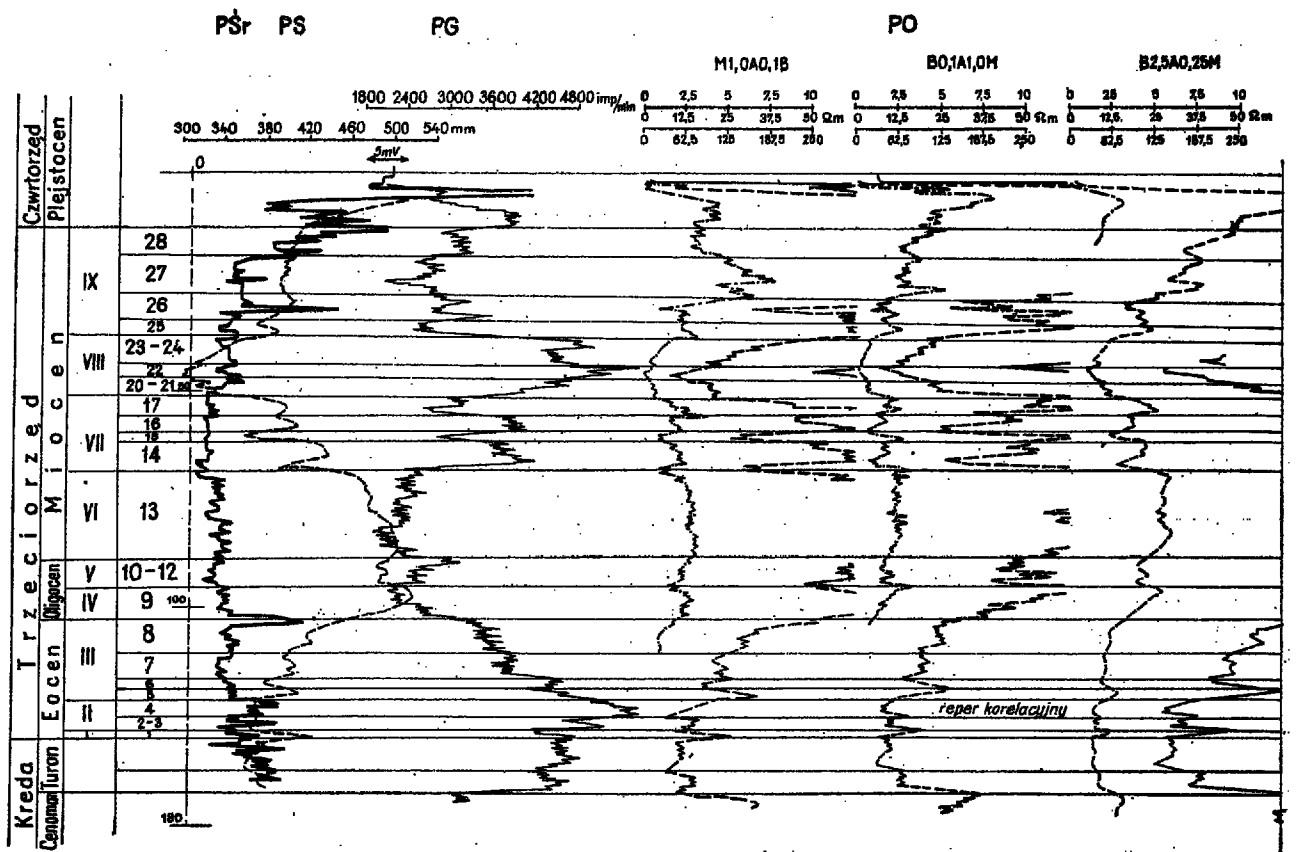
Wydzielone serie i poziomy geofizyczne (ryc. 1) zostały porównane z danymi geologicznymi z kilku otworów i nadano im konkretne nazwy litostratigraficzne (patrz tabela). Dla pozostałych otworów badanego rejonu (około 50), wierconych bezrzedniowo lub tylko z częściowym uzyskiem rdzenia — litologię i stratygrafię ustalono wyłącznie na podstawie podziału geofizycznego. Jak wynika z tabeli oraz ryc. 1—3 utwory trzeciorzędowe badanego rejonu na podstawie pomiarów geofizycznych podzielono na 9 serii geofizycznych, w których obrębie wyróżniono 28 poziomów geofizycznych (warstw). Stratygrafię rozpatrywanych tu utworów trzeciorzędowych opartą na podziale M. Marca (1, 2) podporządkowano podziałowi geofizycznemu.

Geofizyczna systematyka utworów trzeciorzędowych badanego rejonu jest systematyką nową i samodzielną. Pozwoliła ona na bardzo szczegółowe rozpoznanie budowy geologicznej trzeciorzędowego rejonu wyniesienia Łęby i ma duże znaczenie tak z punktu widzenia naukowego, jak i ekonomicznego, bowiem dla dalszych przewiercanych otworów w tym rejonie litologię i stratygrafię można będzie ustalić wyłącznie na podstawie pomiarów geofizycznych, posługując się ustaloną systematyką (po wykonaniu pomiarów) bez znajomości danych geologicznych badanego otworu. Otwory więc można wiercić bezrzedniowo.

Warto tu podkreślić, iż czas pracy przy ustalaniu obecnie litologii i stratygrafii przewierconych warstw trzeciorzędowych z danych geofizycznych jest nieporównywalnie mniejszy niż czas, którego wymaga ustalanie tych samych danych na podstawie metod klasycznych. Dane bowiem, które zamieszczono w tabeli, można uzyskać w ciągu maksimum 2 godz. po wykonaniu pomiarów w otworze. Utwory trzeciorzędowe w tej części wyniesienia Łęby zalegają bezpośrednio albo na turońcu (ryc. 1, 2), bądź na cenomanie (ryc. 3). Jak widać z ryc. 1 i 2 wyznaczenie granicy między utworami trzeciorzędowymi a turońskimi z danych geofizycznych jest łatwe, ponieważ seria I trzeciorzędu, zbudowana z piasków mułkowatych, ma wyraźnie podwyższone wartości parametru oporności i obniżone natężenie promieniowania gamma w przeciwieństwie do niżej zalegających mułków turońcu. Gdy jednak utwory trzeciorzędowe zalegają bezpośrednio na cenomanie (ryc. 3), to krzywe pomiarowe na kontakcie tych dwóch utworów, posiadających zbliżone do siebie parametry fizyczne, charakteryzują się inaczej niż w pierwszym przypadku. Tu granicę tę wyznacza się przede wszystkim z pomiaru profilowania gamma.

Strop utworów trzeciorzędowych na omawianym rejonie jest wyznaczony z danych geofizycznych również jednoznacznie, lecz za każdym razem może on posiadać różną charakterystykę geofizyczną, zależnie od tego, na którym z poziomów trzeciorzędu zalega bezpośrednio czwartorzęd, np. w otworze 1 (ryc. 3) spąg czwartorzędu zalega bezpośrednio na poziomie 25, natomiast w otworze nr 2 (ryc. 3) zalega na części spągowej poziomu 28. Granica więc między utworami czwartorzędownymi a trzeciorzędowymi wyznaczana jest na zasadzie dedukcji poprzez porównanie krzywych pomiarowych badanego otworu z krzywymi pomiarowymi otworu reperowego idąc od spągu w kierunku stropu, śledząc i wyznaczając po kolei znane poziomy i serie geofizyczne. W ten sposób bardzo łatwo jest stwierdzić brak niektórych poziomów, czy też całych serii geofizycznych.

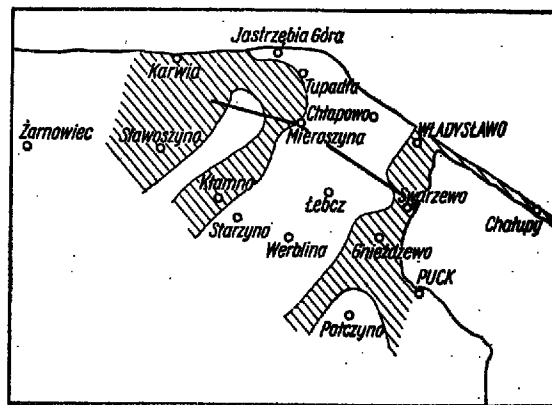
Wydzielone serie geofizyczne w obrębie utworów trzeciorzędowych różnią się od siebie swoimi właściwościami geofizycznymi bardzo wyraźnie. Te róż-



Ryc. 3. Opis i objaśnienia jak przy ryc. 1.

Fig. 3. Description and explanations as in Fig. 1.

nice wywołane są oczywiście zmianami litologicznymi, gdyż serie: I, IV, VI i IX (z wyjątkiem części stropowej) zbudowane są z utworów piaszczystych, natomiast II, V i VII zbudowane są z ilów piaszczystych lub lekko piaszczystych i mułowców, a serie VII i III z mułków i piasków mułkowatych. Utwory serii II, V i VIII w przeciwieństwie do utworów serii IV, VI i IX, dzięki zawartości w nich izotopu promieniotwórczego potasu  $K^{40}$ , na krzywych pomiaru PG charakteryzują się wysokimi wartościami natężenia promieniowania gamma naturalnego. Z drugiej strony utwory te w porównaniu z utworami czysto piaszczystymi (seria IV, VI) posiadają dużą zdolność przewodnictwa elektrycznego, a więc niskie opory. Utwory natomiast mułków (seria III) posiadają pośrednie wartości parametrów PO i PG między utworami serii II, V i VII, a utworami piaszczysto-mułkowatymi (seria I i VII), które z kolei mają wartości pośrednie między mułkami, a utworami czysto piaszczystymi (ryc. 1-3).



Ryc. 4. Szkic obszarów występowania rynien wypełnionych utworami czwartorzędowymi.

////// rynny, - - - - granica zmian parametrów fizycznych utworów trzeciorzędowych.

Fig. 4. Sketch of areas of occurrence of furrows filled with Quaternary deposits.

////// furrow, - - - - boundary of changes in physical parameters of Tertiary deposits.

Dzięki tym własnościom udało się przeprowadzić dla utworów trzeciorzędowych omawianego rejonu po raz pierwszy szczegółowy ich podział na podstawie danych geofizycznych, który można nazwać podziałem mikrofacjalnym. Między seriami I a II, II a III, IV a V oraz VI i VIII — nie zaobserwowano z danych geofizycznych żadnych zmian, które by wskazywały na istnienie między nimi przerw sedimentacyjnych. Natomiast między seriami III a IV, V i VI, VII i VIII oraz VIII i IX zaobserwowano brak części lub całego skorelowanego poziomu geofizycznego w stropie wymienionych serii (przy stałym spągu wyższej serii) w wielu otworach zlokalizowanych blisko siebie.

Jak wynika z ryc. 1-3 zmiany te zaobserwowane są między eocenem a oligocenem, oligocenem i miocenem oraz w samym miocenie, który nie jest jeszcze szczegółowo opracowany stratygraficznie.

Przedstawione tu przykłady reprezentują (z wyjątkiem otworu 1, ryc. 3) pełny profil utworów trzeciorzędowych omawianego rejonu. Szczegółowa bowiem korelacja krzywych pomiarowych pozwoliła stwierdzić, że w wielu otworach w tym rejonie badań utwory trzeciorzędowe są silnie zredukowane, albo brak ich w ogóle. Obserwowane są tu gębo-

Seria	Średnia miąższość w m	Poziom	Średnia miąższość w m	Krótką charakterystyka litologiczna	Opis stratygraficzny	
I	2,0	1	2,0	piaski kwarcowe, mułkowate, margliste, szarozielone	eocen	
		2	1,5	mułowce lekko piaszczyste ciemnoszarobrazowe		
II	7,5	3	1,5	mułowce piaszczyste ciemnoszarobrazowe		
		4	1,5	mułowce ciemnoszarobrazowe		
III	18,0	5	2,5	mułek piaszczysty, glaukonitowy, zielonawy		
		6	2,5	mułek ilasty, glaukonitowy, zielonawy		
		7	6,0	mułek glaukonitowy zielonawy		
IV	10,0	8	7,0	mułek piaszczysty, glaukonitowy, zielonawy		oligocen
V	5,0	9	10,0	piasek drobnoziarnisty, jasnoszary z glaukonitem		
		10	1,5	ił lub mułek lekko piaszczysty jasnoszary		
VI	16,5	11	1,5	ił lub piasek mułkowaty jasnoszary		
		12	2,0	ił lub mułek piaszczysty jasnoszary		
VII	32,5	13	16,5	piaski kwarcowe różnoziarniste ciemnoszarobrunatne	miocen	
		14	5,0	mułki piaszczyste, szare i jasnoszare		
		15	3,0	piaski kwarcowe, różnoziarniste szare		
		16	5,0	mułki piaszczyste, szare		
		17	4,5	piaski kwarcowe szare i jasnoszare		
VIII	13	18	2,5	mułki piaszczyste, szare		
		19	2,5	piaski lekko mułkowate, szare		
		20	4,0	iły piaszczyste czarnobrunatne		
		21	2,0	mułki piaszczyste		
		22	2,5	iły brunatnoszare		
		23	1,5	piasek mułkowaty lub mułki lekko piaszczyste		
		24	3,0	iły piaszczyste brunatnoszare		
IX	26	25	5,0	piaski różnoziarniste ciemnoszare		
		26	7,0	piaski mułkowate z przewarstwieniami mułków piaszczystych		
		27	8,0	piaski różnoziarniste ciemnoszare		
		28	6,0	iły brunatnoczarne lub mułki piaszczyste, ciemnoszare		

kie rynny czwartorzędowe obejmujące nie tylko utwory trzeciorzędowe, lecz i kredowe aż do stropu jury (ryc. 4). Głębokość tych rynien sięga maksymalnie do około 150 m. Na badanym obszarze występują trzy wielkie rynny (ryc. 4), pierwsza wzdłuż Zatoki Puckiej, obejmując również cały Półwysep Helski. Tu w trzeciorzędzie występują tylko miejscami (okolice Swarzewa) utwory eocenu. Analogiczna rywna jak poprzednia występuje od okolic Tupadła na S do okolic Kłanina. Trzecia rywna, łącząca się z drugą w okolicach Karwil, ciągnie się na S w kierunku Sławoszyna, a na W w kierunku Żarnowca. Na uwagę zasługuje to, że wszystkie wymienione rynny mają ogólne kierunki NE i SW. Najpełniejszy profil utworów trzeciorzędowych obserwuje się między pierwszą a drugą rywną, zaś między drugą a trzecią (w trzeciej w ogóle brak utworów trzeciorzędowych) z utworów miocenijskich występuje tylko minimalna część spągowa.

Nie wszystkie wydzielone serie i poziomy geofizyczne są jednorodne w całym badanym obszarze. Granica zmian parametrów fizycznych tych samych korelacyjnych poziomów geofizycznych przebiega od Swarzewa w kierunku Karwil (ryc. 4). Na N i S od tej linii obserwowane są wyraźne zmiany fizyczne niektórych poziomów, jak również zmiany miąższości. Serie I, II i III (z wyjątkiem poziomu 2 serii III) są jednorodne dla całego badanego rejonu. W obrębie serii III na N od wspomnianej linii wyróżnione zostały 4 poziomy geofizyczne (5—8) —

ryc. 2, natomiast na S trzy (5, 6, 7 razem oraz 8) — ryc. 1 i 3, a zatem poziomy 6 i 7 na S występują jako jeden poziom zbudowany z mułków, które na północy w części spągowej (poziom 6) są ilaste.

Miąższość serii I, II i III jest prawie stała dla całego badanego rejonu, zaś serii IV na północy jest dwukrotnie mniejsza niż na południu (8 i 12 m). Oprócz tego piaski tej serii na północy są lekko mułkowate. Seria V na południu wykształcona jest w postaci lekko piaszczystych ilów (ryc. 1 i 3), natomiast na N od wspomnianej linii — w postaci mułków silnie piaszczystych. Z kolei miąższość serii VI na północy jest dwukrotnie większa niż na południu (22 i 11 m). Oprócz tego począwszy od części środkowej, aż do stropu piaski tej serii są lekko mułkowate (ryc. 2).

Seria VII jest pod każdym względem jednorodna dla całego badanego rejonu. Dotyczy to również serii IX z wyjątkiem poziomu 28, który na północy wykształcony jest w postaci mułków piaszczystych, a na południu ilów z przywarstwieniami mułków piaszczystych w części spągowej (ryc. 1 i 2). Miąższość serii VIII jest prawie taka sama w całym badanym rejonie, natomiast wewnątrz jej zaobserwowane zmiany litologiczne, gdyż na południu od wspomnianej linii zmiany parametrów fizycznych skał seria ta podzielona została na 5 poziomów geofizycznych (poziomy 20—24, ryc. 1). Na N od tej linii seria VIII podzielona została tylko na trzy poziomy

geofizyczne, z których pierwszy (iły piaszczyste) odpowiada na południu poziomom 20—21, drugi (iły) — 22 i 23 (iły piaszczyste) — 23 i 24. Skrócony opis litologiczny poziomów 20—24 (występujących na południu) podano w tabeli.

Jak z powyższego wynika utwory trzeciorzędowe począwszy od serii V w północnym pasie badanego rejonu są bardziej piaszczyste niż na południu. Zmiany więc parametrów fizycznych tego samego poziomu geofizycznego uniemożliwia ustalenie dla całego badanego rejonu i utworów jednolitego programu geofizycznego do interpretacji profilu litologicznego przewierconych warstw za pomocą maszyn matematycznych. Średnia miąższość utworów trzeciorzędowych badanego tu rejonu wynosi 120 m, z tego na eocen przypada 27 m, oligocen 15 m i miocen 78 m.

#### LITERATURA

1. Marzec M. — Zarys budowy geologicznej utworów trzeciorzędowych i czwartorzędowych w rejonie Zatoki Puckiej. Prz. geol. 1971, nr 12.

#### SUMMARY

Complex geophysical surveys were made during potash salt prospectings over Leba elevation area. The surveys were aimed at establishing a detailed lithological profile of drilled through deposits overlying Zechstein series, as they were only partly covered. Detailed correlation of measurement curves between boreholes was also performed, which resulted in establishing geophysical systematics of the deposits in question, which made possible spatial reconstruction of the area's geological structure. It was also found that not all of geophysical series and horizons distinguished are homogeneous over the whole area studied.

2. Marzec M. — Krótka charakterystyka geologiczna utworów kenozoicznych na wyniesieniu Leby. Kwart. geol. 1968, nr 2.

3. Truszkowa L. J. — Ob metodykie korreliacji produktivnich otloženii jury i neokoma zapadnoj Sibiri. Geologija i geofizika, 1970, nr 10.

4. Topulos T. — Wyznaczanie litologii i stratygrafii triasu śląsko-krakowskiego na podstawie pomiarów geofizycznych. Warszawa, IG, 1968 (maszynopis).

5. Topulos T. — Analiza pomiarów geofizycznych w otworach Puck-2, Zdrada 1, 2, Orle 1 i Potczyno-1 w rejonie Zatoki Puckiej. Ibidem, 1970.

6. Topulos T. — Wyznaczanie litologii i stratygrafii utworów nadkładu cechszynu w rejonie Zatoki Puckiej na podstawie pomiarów geofizyki wiertniczej. Ibidem, 1972.

7. Werner Z. — Dokumentacja geologiczna złoża polihalitu i soli kamiennej „Chłapowo-Mieroszyńno”. Ibidem, 1967.

#### РЕЗЮМЕ

Во время поисков калийных солей на поднятии Лэбы были проведены комплексные геофизические работы, целью которых было определение детального литологического разреза пород, перекрывающих цехштейн. Эта толща была пройдена скважинами с частичным отбором керна. Была также проведена детальная корреляция геофизических данных между скважинами, позволившая составить геофизическую систематику пород и, таким образом, определить пространственное геологическое строение района. Констатировано, что определенные геофизические серии и горизонты неоднородны на всей исследованной площади.