

ZBIGNIEW FAJKLEWICZ

BUDOWA GEOLOGICZNA ANTYKLINORIUM POMORSKIEGO
W REJONIE ŚWIDWINA—TRZEBIATOWA
W ŚWIETLE INTERPRETACJI ANOMALII SIŁY CIĘŻKOŚCI
(14 fig.)

Geological Structure of the Pomorze Anticlinorium in the Area of Świdwin and Trzebiatów as Revealed by Gravity Anomalies
(14 Figs.)

Treść. Interpretacja zdjęcia grawimetrycznego rejonu Świdwina-Trzebiatowa wykazuje, że antyklinorium pomorskie w tym obszarze posiada nie tylko dwie kulminacje, ale że strop utworów mezozoicznych rozbity jest na szereg form antyklinarno-kopulastych. Kształt i kierunki tych form wyznaczone być mogą z rozkładu anomalii lokalnych siły ciężkości.

Z dalszej interpretacji wynika również, że kontakt pomiędzy kredą w niecce trzebiatowskiej i jurą antykliny kołobrzeskiej jest stromszy, niż to wynika z analizy materiałów sejsmicznych.

Pomiędzy wierceniami Świdwin 1 i Świdwin 2 biegnie linia (NN) zaniku maksymalnej wartości anomalii rezydualnych i odgranicza obszar położony na południowy wschód od obszaru położonego po przeciwnej stronie tej linii. Sposób zachowania się anomalii siły ciężkości w tym rejonie wskazywać może, iż zdeterminowany został bardzo starą dyslokacją uskokową leżącą pod miąższym nadkładem.

WSTĘP

Przedstawione opracowanie wykonane zostało w Wydziale Geofizyki P. P. Poszukiwania Naftowe w celu wyjaśnienia genezy anomalii siły ciężkości i na tej podstawie dostarczenia dalszych wiadomości o wglębnej budowie geologicznej obszaru leżącego w rejonie Świdwina-Trzebiatowa.

Prace obliczeniowe wykonane zostały pod moim kierunkiem przez zespół w składzie Maria Małecka, Janusz Jamrozik, Anna Giżejowska i Janina Mystek.

Wyrażam podziękowanie Dyrekcji P. P. Poszukiwania Naftowe za zezwolenie opublikowania niniejszej pracy stanowiącej wyciąg ze złożonego tam sprawozdania w dniu 30 stycznia 1960 roku (Z. F a j k l e w i c z, 1960).

BUDOWA GEOLOGICZNA INTERPRETOWANEGO OBSZARU

W budowie geologicznej omawianego obszaru najlepiej zorientować się można na podstawie mapy podłoża mezozoicznego w antyklinorium pomorskim (fig. 2) opracowanej przez R. D a d l e z a i J. D e m b o w s k ą (1959).

Według koncepcji Dadleza i Dembowskiej antyklinorium pomorskie posiada dwie główne kulminacje północno-wschodnią i południowo-zachodnią oraz trzecią występującą lokalnie na północny zachód od Świdwina.

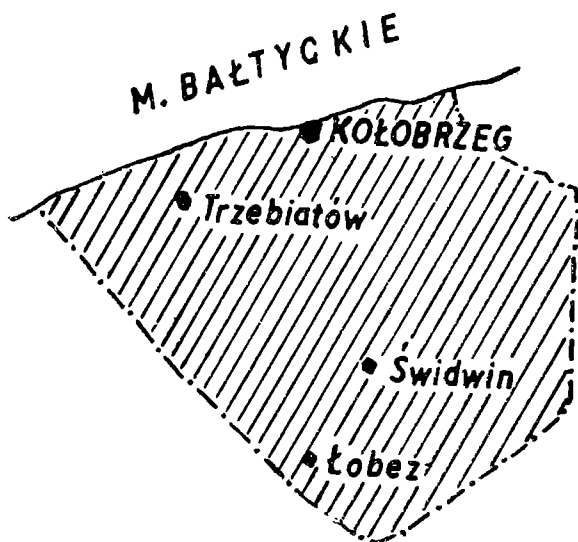


Fig. 1. Orientacyjna sytuacja interpretowanego zdjęcia anomalii siły ciężkości w red. Bouguera

Fig. 1. General localisation of the area of Świdwin — Trzebiatów

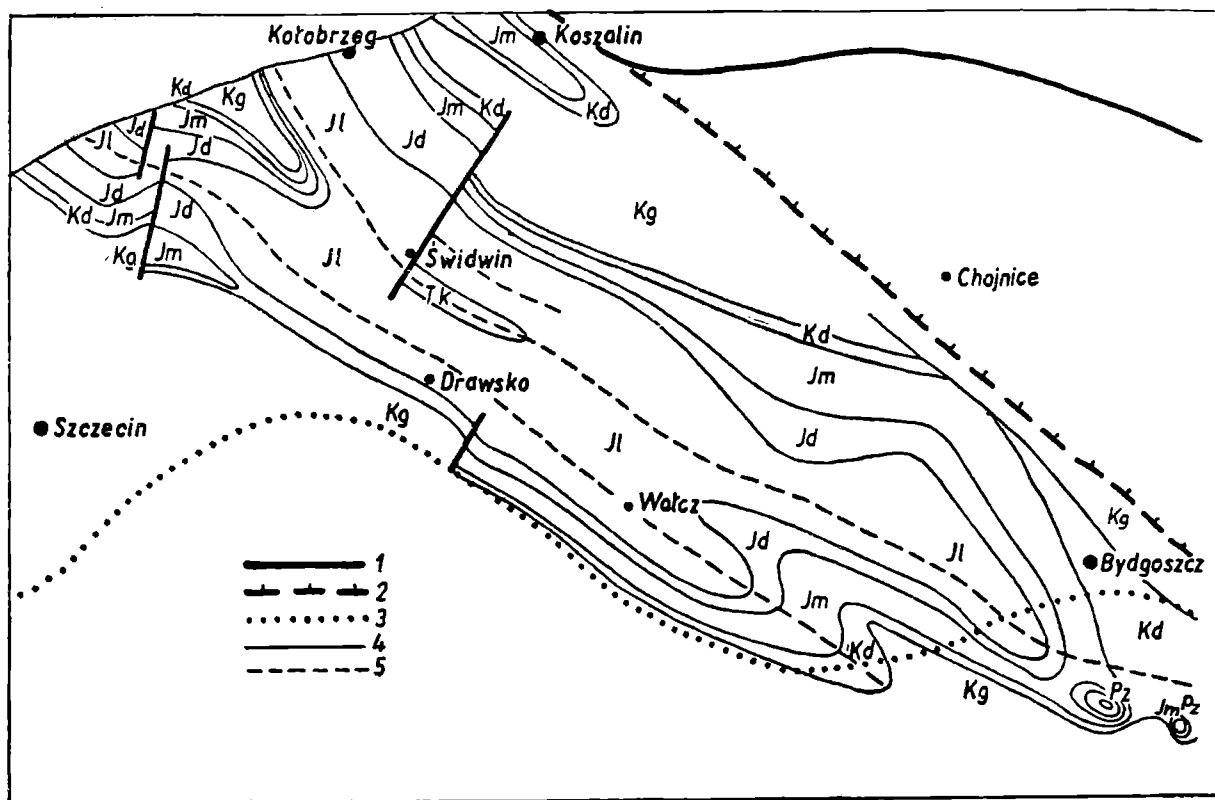


Fig. 2. Budowa podłoża mezozoicznego w antyklinorium pomorskim wg R. Dadleza i J. Dembowskiej (1959). 1 — górna krawędź w podłożu czynnym magnetycznie; 2 — dolna krawędź w podłożu czynnym magnetycznie; 3 — północna granica hercyńskiego zapadliska przedgórskiego; 4 — dyslokacje w obrębie mezozoiku; 5 — kulminacje antyklin mezozoicznych; Kg — kreda górna; Kd — kreda dolna; Jm — malm; Jd — dogger; Jl — lias; Tk — kajper; Pz — cechsztn

Fig. 2. Geological structure of the Pomorze Anticlinorium (after Dadlez and Dembowska, 1959). 1 — upper limit of magnetically active substratum; 2 — lower limit of magnetically active substratum; 3 — northern limit of the Hercynian avant-fosse; 4 — dislocations traced in mesozoic rocks; 5 — axes of anticlines consisting of Mesozoic rocks; Kg — upper Cretaceous; Kd — lower Cretaceous; Jm — Malm; Jd — Dogger; Jl — Lias; Tk — Keuper; Pz — Zechstein

Idąc od północnego zachodu pierwsza kulminacja stanowi przedłużenie antykliny kołobrzeskiej, druga stanowi przedłużenie antykliny kamieńskiej. Obie zbudowane są z utworów jurajskich (fig. 2).

W rejonie wiercenia Świdwin 2 występują również utwory kajprowe. Obszar leżący pomiędzy antykliną kamieńską i kołobrzeską zajmuje niecka trzebiatowska wypełniona utworami kredowymi.

W odniesieniu do interesującego nas obszaru przedstawiona mapa (fig. 2) uwzględnia nowe dane geologiczne w stosunku do opracowania R. Dądleza z r. 1958.

ANOMALIE SIŁY CIĘŻKOŚCI W RED. BOUGUERA

Mapa anomalii siły ciężkości w red. Bouguera wykonana została dla tego obszaru (fig. 3) przez J. Reczka w roku 1956 w ramach przeprowadzonych przez P. P. G. prac grawimetrycznych w północnej partii antyklinorium i niecki szczecińskiej.

Pomiary grawimetryczne będące podstawą omawianej mapy rozmieszczone są mniej więcej równomiernie w odległości około 2 km punkt od punktu. Obserwacji dokonano za pomocą grawimetru Nörngaarda. Średni błąd kwadratowy obserwacji wypełniających wynosił $\pm 0,22$ mGala.

Rozkład izolinii anomalii siły ciężkości wskazuje na dominującą w obrazie rolę anomalii regionalnych, które związane są tu z regionalną budową geologiczną tego obszaru.

Idąc od południowo-wschodniego krańca mapy w kierunku NW, a więc wzdłuż osi antyklinorium pomorskiego przesuwamy się po osi wyżu grawimetrycznego. Posiada on dwa maksima, jedno w rejonie wiercenia Świdwin 2 i drugie w rejonie wiercenia Świdwin 1. Oba maksima odznaczają się tą samą wielkością wynoszącą nieco ponad $+32$ mGala. Pierwsze z wymienionych maksimów posiada kształt wydłużony i ma znacznie większy gradient poziomy w stosunku do drugiego. Gdyby założyć, że oba maksima wywołane są tą samą formacją, należałoby przyjąć, że występuje ona dużo płycej w rejonie wiercenia Świdwin 2 niż w okolicy wiercenia Świdwin 1.

Przesuwając się w kierunku NE i SW, a więc prostopadle do osi podłużnej omawianego wyżu grawimetrycznego zauważamy, że wartości anomalii szybko maleją przy znacznym gradiencie regionalnym. Po stronie NE formują one depresję grawimetryczną, która częściowo widoczna jest na omawianym zdjęciu.

Występujące w okolicy Świdwina 1 maksimum grawimetryczne odgrywa w omawianym zdjęciu szczególną rolę, ponieważ leży ono w miejscu, w którym rozdwiają się jednolity pas anomalii dodatnich.

Pierwsza z jego odnóg biegnie w kierunku NNW i związana jest z antykliną kołobrzeską, druga na odcinku wiercenia Świdwin 1 — Gryfice biegnie w kierunku NW, niedaleko za Gryficami skręca na zachód i utrzymując już ten kierunek biegnie do granicy zdjęcia. Wiąże się ją z antykliną kamieńską.

W obrazie grawimetrycznym antyklin: kołobrzeskiej i kamieńskiej występują obszary anomalii lokalnych zamykające się w granicach około 2 mGali.

Pomiędzy pasmami anomalii dodatnich odpowiadającymi wspomnianym antyklinom występuje silna depresja grawimetryczna o kształcie niecki. Jest ona grawitacyjnym odbiciem synkliny trzebiatowskiej. Depre-



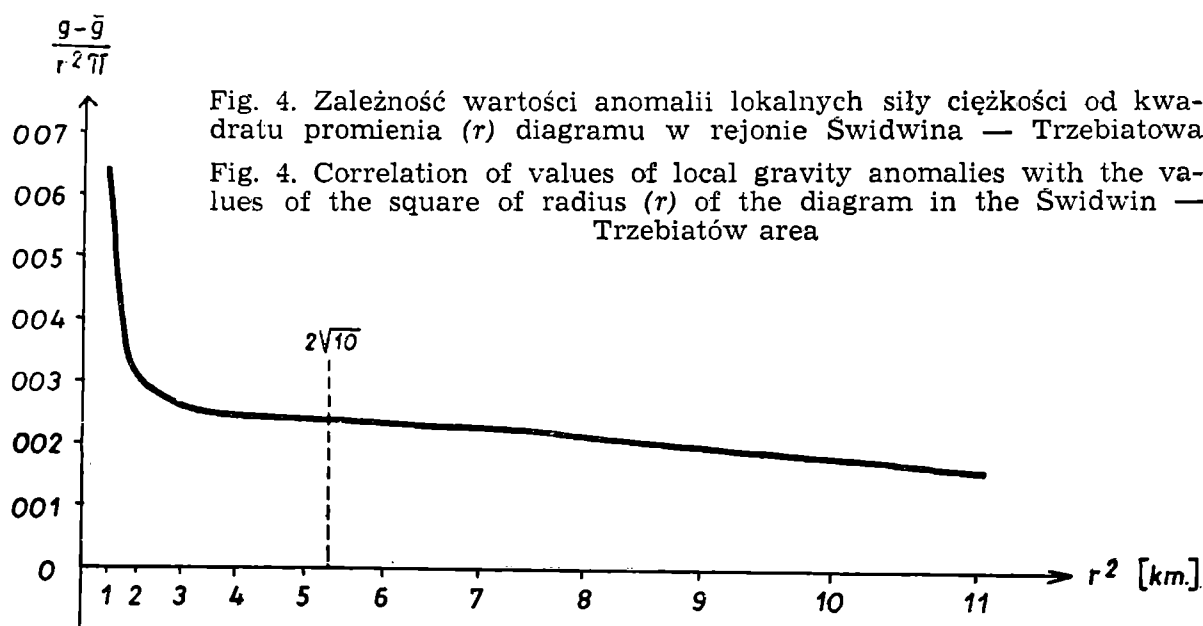
Fig. 3. Anomalie sily ciężkości w red. Bouguera w rejonie Świdwina — Trzebiatowa. Zdjęcie wykonane przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych w Warszawie. 1 — izolinie co 5 mGal; 2 — izolinie co 1 mGal; 3 — wiercenie; 4 — linie profilów

Fig. 3. Air-Bouguer anomalies in the Świdwin — Trzebiatów area. Data obtained by the Enterprise of Geophysical Exploration, Warsaw. 1 — isolines at 5 mGal intervals; 2 — isolines at 1 mGal intervals; 3 — boreholes; 4 — profiles

sja Trzebiatowa odznacza się od strony północno-wschodniej w części przylegającej bezpośrednio do morza bardzo dużym gradientem poziomym. Gradient ten zaczyna się gdzieś od izolinii + 12 mGali i nie przechodzi poza izolinie + 25 mGali.

METODYKA INTERPRETACJI

Interpretację jakościową omawianego zdjęcia grawimetrycznego przeprowadzono stosując metodykę zupełnie podobną do tej, jaka była przyjęta przy interpretacji zdjęcia grawimetrycznego z rejonu środkowej części Przedgórzia Karpat (Z. Fajkiewicz 1959). Zastosowano więc metodę L. E g y e d a (1956) w celu wyodrębnienia anomalii lokalnych i regionalnych z pola obserwowanego, użyto wzoru I T. Elkins a (1951) w celu obliczenia rozkładu drugich pochodnych pionowych.



Wymienione metody zastosowano do interpolowanej sieci kwadratów o boku jednostkowym $s = 2$ km, ponieważ średnia odległość punktów pomiarowych była tego rzędu.

Na fig. 4 uwidoczniony jest wykres zależności funkcyjnej pomiędzy rezyduum E g y e d a, a wielkością promienia użytego diagramu sporządzonego dla zdjęcia grawimetrycznego z rejonu Świdwina — Trzebiatowa. Służy on do obliczenia promienia diagramu, jego użycie pozwala obliczyć (przy pewnych założeniach) rozkład anomalii lokalnych w sposób niezależny od kształtu pola regionalnego. Z fig. 4 widać, że warunek ten zachodzi dla wybranego promienia $s/\sqrt{10}$ przy $s = 2$ km.

Anomalie lokalne (fig. 5) wykreślone zostały co 0,5 mGala, anomalie regionalne (fig. 7) co 1 mGal.

Drugie pochodne siły ciężkości (fig. 6) wykreślono co $10 \cdot 10^{-15} \text{ j} \cdot \text{cgs}$.

ANOMALIE LOKALNE I DRUGICH POCHODNYCH PIONOWYCH SIŁY CIĘŻKOŚCI

Na figurach 5 i 6 przedstawiono kolejno rozkład anomalii lokalnych i drugich pochodnych pionowych siły ciężkości. Rozkład wymienionych wielkości może być rozpatrywany równolegle, ponieważ wyniki przedsta-

wione na fig. 5 i 6 są prawie identyczne. Przy rozważaniu rozkładu anomalii lokalnych siły ciężkości przestawionego na fig. 5, rzuca się w oczy pas dodatnich wartości, który zajmuje większą część powierzchni analizowanego obszaru. Idąc od południowo-wschodniego krańca wyróżnionego pasa anomalii dodatnich napotykamy w nich szereg ekstremów, których osie odpowiednio oznaczono na mapie.

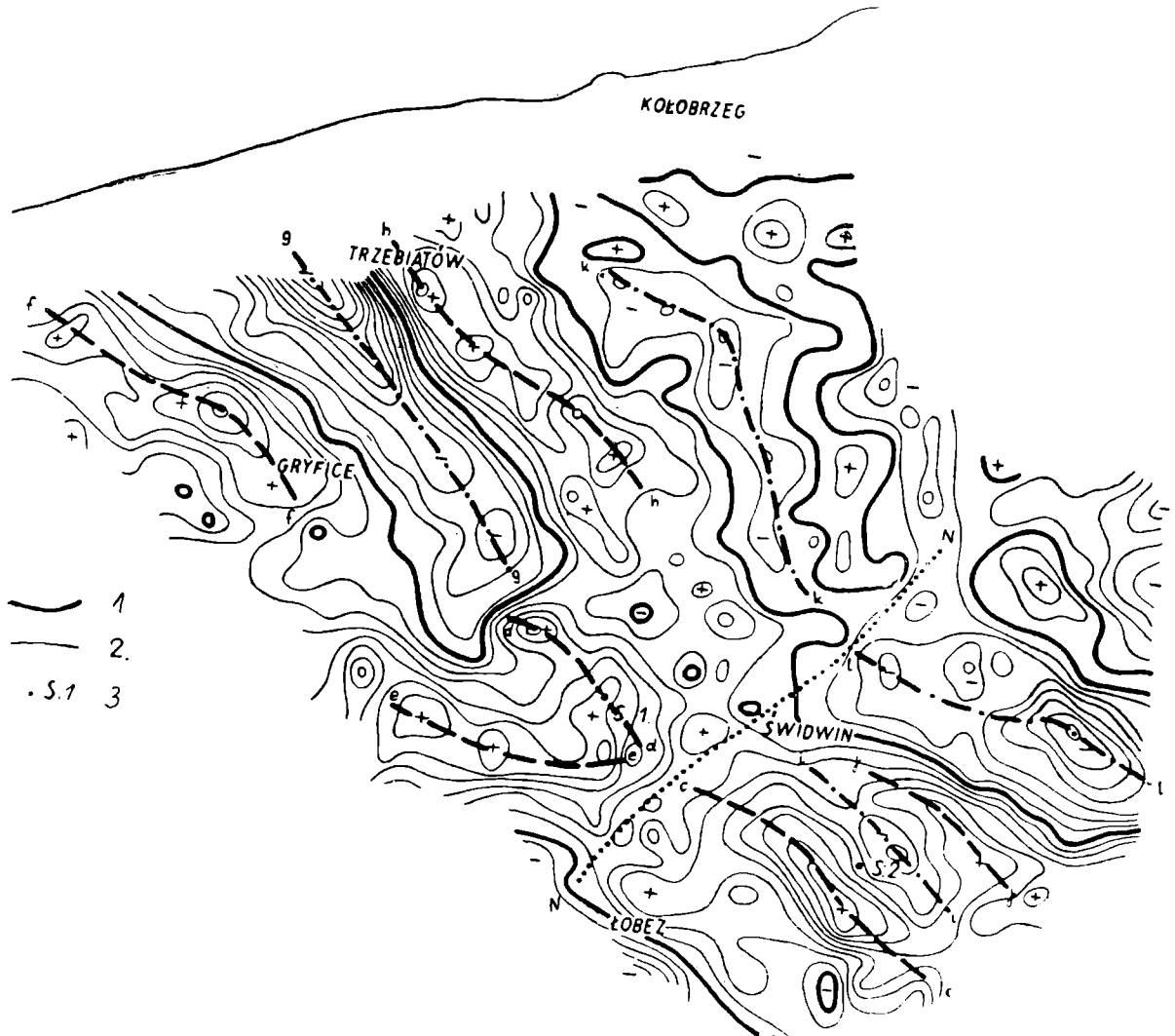


Fig. 5. Anomalie lokalne siły ciężkości w rejonie Świdwina — Trzebiatowa obliczone metodą L. Egeda, $r = 2\sqrt{10}$. 1 — izolina 0 mGal; 2 — izoliny co 0,5 mGal; 3 — wiercenie

Fig. 5. Local gravity anomalies obtained by Eged method, $r = 2\sqrt{10}$. 1 — isoline of 0 mGals; 2 — isolines at 0,5 mGals intervals; 3 — boreholes

Pierwszym z nich jest maksimum o osi podłużnej *cc*. Oś ta biegnie z SE — NW, przy czym w swej części północnej zmienia kierunek na bardziej zachodni, gdzie przedłużać się może w oś leżącego bardziej na północny zachód maksimum o osi podłużnej *dd* lub w łączące się z tym ostatnim maksimum w rejonie Reska o osi podłużnej *ee*. Oś tego ostatniego przedłużać się dalej na NW w maksimum Gryfic o osi podłużnej *ff*.

Wracając w rejon wiercenia Świdwin 2 zauważymy, że pierwsze z wymienionych tutaj maksimum (o osi *cc*) łączy się na wschodzie z maksimum leżącym w stosunku do niego na północy. Oś tego maksimum oznaczono *jj*. Oba maksima oddzielone są od siebie przez ekstremum ujemne o osi *ii*.

Osie wymienionych ekstremów (*cc*, *ii*, *jj*) są do siebie prawie równo-

ległe i ostatnie z nich (o osi *jj*) po strefie zaniku wartości maksymalnych może przedłużyć się na północnym zachodzie w maksimum o osi podłużnej *hh*. Wartości ujemne anomalii lokalnych występują tutaj w rejonie na południowy wschód od Trzebiatowa dając silną depresję o osi podłużnej *gg*.

Łatwo zauważyć na obszarze najbardziej zbliżonym do Trzebiatowa pomiędzy osiami *hh* i *gg* zaznaczający się bardzo duży gradient poziomy anomalii lokalnych siły ciężkości.



Fig. 6. Anomalie drugich pochodnych pionowych siły ciężkości w rejonie Świdwina — Trzebiatowa obliczone wzorem I T. Elkinsa, $s = 2$ km. 1 — izolinia zerowa, 2 — izoliny co $10 \cdot 10^{-15}$ cgs; 3 — wiercenia

Fig. 6. Anomalies of second vertical derivatives of gravity obtained on Elkins formula, $s = 2$ km. 1 — isoline 0 mGals; 2 — isolines at $10 \cdot 10^{-15}$ cgs intervals; 3 — boreholes

Duży gradient poziomy, lecz nie osiągający takiej wielkości jak wspomniany występuje również w części najbardziej południowo-wschodniej depresji trzebiatowskiej w miejscu, gdzie oś depresji *gg* spotyka się z osią maksimum *dd* oraz przy przejściu z maksimum Gryfic *ff* w kierunku Trzebiatowa.

Drugi obszar anomalii ujemnych występuje w północno-wschodniej części mapy. Jego oś podłużną oznaczono literami *ll* i dalej na północnym zachodzie literami *kk*.

Bardzo charakterystyczną cechą w rozkładzie anomalii lokalnych jest linia NN, biegnąca z rejonu położonego nieco na północ od Łobeza przez Świdwin dalej na północny wschód. Linia NN biegnie środkiem strefy zaniku maksymalnych wartości anomalii lokalnych i odgranicza obszar położony na południowy wschód od obszaru leżącego po przeciwnej stronie tej linii. Tak więc obszar maksymalnych wartości anomalii lokalnych występujących w rejonie wiercenia Świdwin 2 i obszar maksymalnych wartości z rejonu wiercenia Świdwin 1 i w miejscowości Resko zachowują się jakby były niezależne od siebie.

Te same wnioski można wysnuć analizując rozkład anomalii drugich pochodnych pionowych.

W pierwszym wypadku obraz jest prawie identyczny z omówionym już rozkładem anomalii lokalnych, z tą jednak różnicą, że na podstawie rozkładu anomalii drugich pochodnych można z większą pewnością mówić o przedłużaniu się maksimum o osi podłużnej *jj* w maksimum o osi *hh* oraz można również mówić o możliwości przedłużania się obszaru maksimum o osi *ii* w kierunku na depresję trzebiatowską.

Na podstawie rozkładu drugich pochodnych siły ciężkości łatwiej także zauważyć, że wyróżniony na północnym wschodzie pas anomalii ujemnych rozбивa się na dwa obszary, a mianowicie: pierwszy o osi *ll* przylegający od północy bezpośrednio do ekstremów Świdwina 2 i drugi o osi *kk* przylegający od tej samej strony do wyżu grawimetrycznego antykliny kołobrzesckiej.

REGIONALNE ANOMALIE SIŁY CIĘŻKOŚCI

Rozkład anomalii regionalnych siły ciężkości przedstawiony na fig. 7 tworzy prosty i czytelny obraz. Jest on bardzo zbliżony do przedstawionego na fig. 3 rozkładu anomalii obserwowanych. Fakt ten jest zupełnie zrozumiały, ponieważ w rozkładzie anomalii siły ciężkości w red. Bouguera decydującą rolę odgrywa składowa regionalna.

Idąc od południowo-zachodniego krańca mapy wzdłuż osi *aa* biegnącej przez wiercenie Świdwin 2 i okolice wiercenia Świdwin 1 przesuujemy się wzdłuż maksymalnych wartości anomalii regionalnych występujących na omawianym obszarze.

W rejonie wiercenia Świdwin 1 oś maksymalnych wartości regionalnych *aa* rozdwaja się na oś *aa'*, która odpowiada osi antykliny kołobrzesckiej, i na oś *aa''* będącej odpowiednikiem osi podłużnej antykliny kamieńskiej.

Przez *bb* oznaczono oś podłużną depresji anomalii regionalnych niecki trzebiatowskiej.

Rozkład anomalii regionalnych siły ciężkości związany jest z wglębną budową antyklinorium pomorskiego.

CHARAKTERYSTYKA GĘSTOŚCIOWA OMAWIANEGO OBSZARU

Przy omawianiu geologicznych odpowiedników wyróżnionych obszarów anomalii lokalnych lub anomalii regionalnych bardzo pożyteczne jest zapoznanie się z charakterystyką gęstościową analizowanego obszaru.

Na omawianym obszarze wykonano pomiary (J. B o j a n — 1952) ciężarów objętościowych w otworach: Świdwin 1, Świdwin 2 i Mechowo.

Otrzymane wyniki przedstawione są w tabeli I.

Niestety, w zestawieniu tym brakuje otworu, który by dostarczył informacji o ciężarach objętościowych utworów kredowych występujących w niecce trzebiatowskiej. Ogólnie bowiem wiadomo, że kreda występująca w tym rejonie jest bardzo lekka. Posługując się zatem odpowiednimi tablicami należy stwierdzić, że ciężary objętościowe dla niej nie będą wyższe od $2,0 \text{ g/cm}^3$.

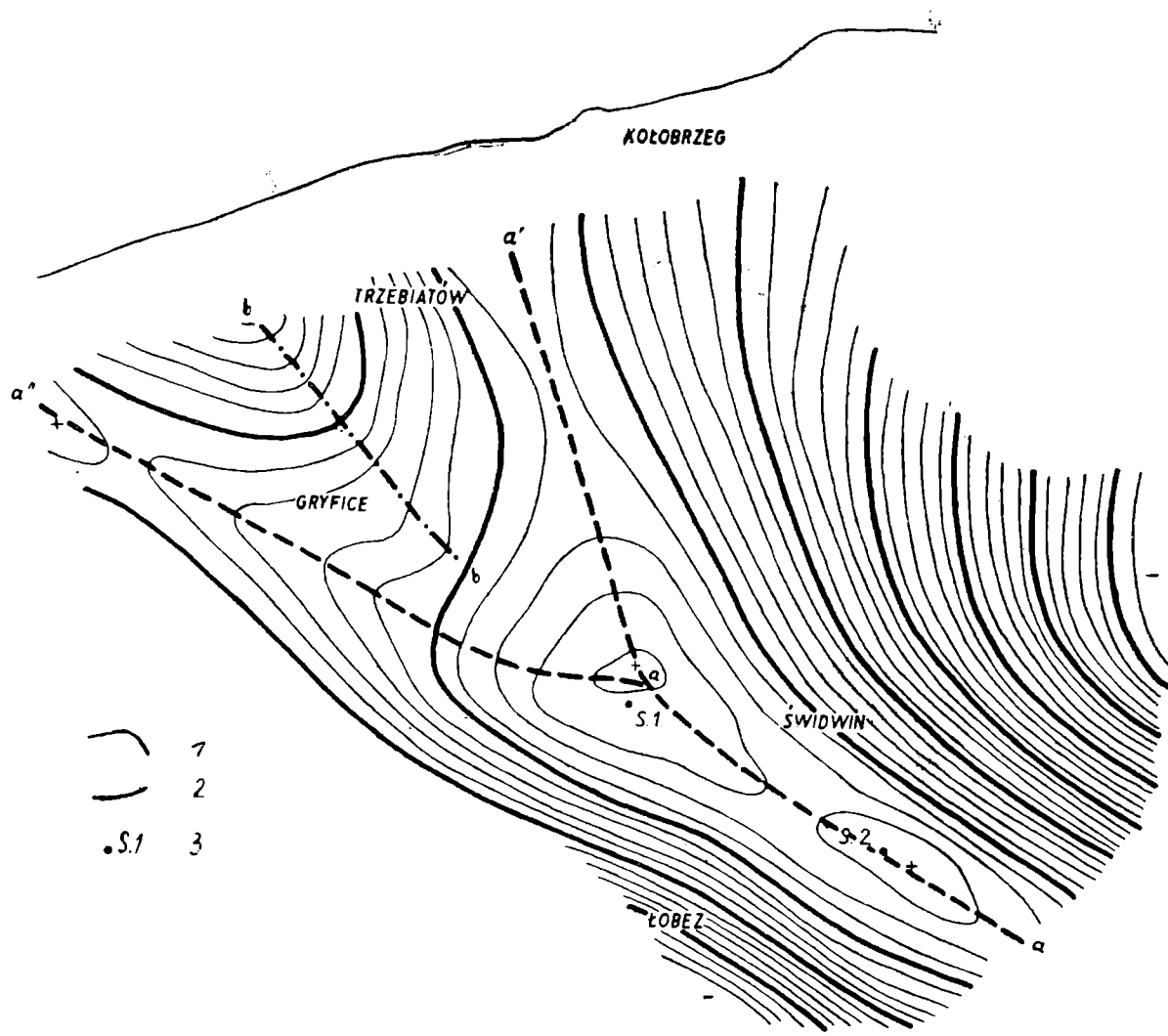


Fig. 7. Anomalie regionalne siły ciężkości w rejonie Świdwina — Trzebiatowa obliczone metodą L. Egeda, $r = 2 \sqrt{10} \text{ km}$. 1 — izoliny co 5 mGal; 2 — izoliny co 1 mGal; 3 — wiercenia

Fig. 7. Regional anomalies of gravity obtained by Eged method, $r = 2 \sqrt{10} \text{ km}$. 1 — isolines at 5 mGals intervals; 2 — isolines at 1 mGals intervals; 3 — boreholes

Tabela I

Otwór	Kenozoik	Lias	Kajper
Świdwin 1	$2,00 \text{ g/cm}^3$	$2,20 \text{ g/cm}^3$	$2,40 \text{ g/cm}^3$
Świdwin 2	$2,00 \text{ g/cm}^3$	—	$2,43 \text{ g/cm}^3$
Mechowo	$1,80 \text{ g/cm}^3$	$2,10 \text{ g/cm}^3$	$2,38 \text{ g/cm}^3$

ZESTAWIENIE DANYCH GRAWIMETRYCZNYCH Z SEJSMICZNYMI

Na obszarze bezpośrednio nas interesującym wykonano 5 profilów sejsmicznych (A. Płak i J. Łaski — 1958). Rozmieszczenie tych profilów

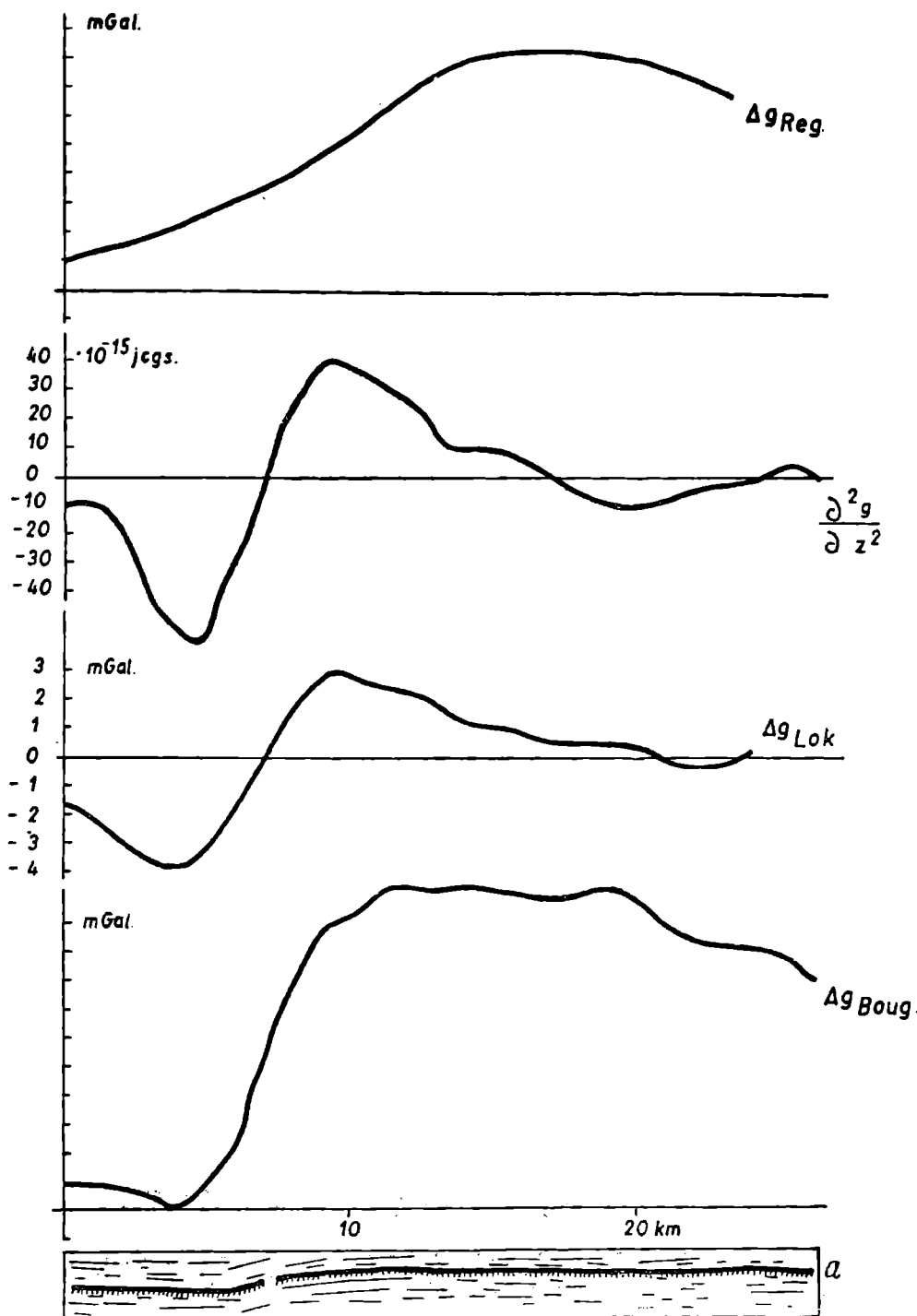


Fig. 8. Zestawienie danych grawimetrycznych z przekrojem sejsmicznym II w rejonie Świdwina — Trzebiatowa. Δg_{Boug} — anomalie siły ciężkości w red. Bouguera; Δg_{Lok} — anomalie lokalne siły ciężkości; Δg_{reg} — anomalie regionalne siły ciężkości; $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ — anomalie drugich pochodnych pionowych siły ciężkości; a — sejsmiczny przewodni poziom czasowy

Fig. 8. Correlation of gravity and seismic (profile II) data. Δg_{Boug} — air-Bouguer anomalies; Δg_{Lok} — local gravity anomalies; Δg_{reg} — regional gravity anomalies; $\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}$ — second vertical derivative of gravity anomalies; a — main time reflections horizon

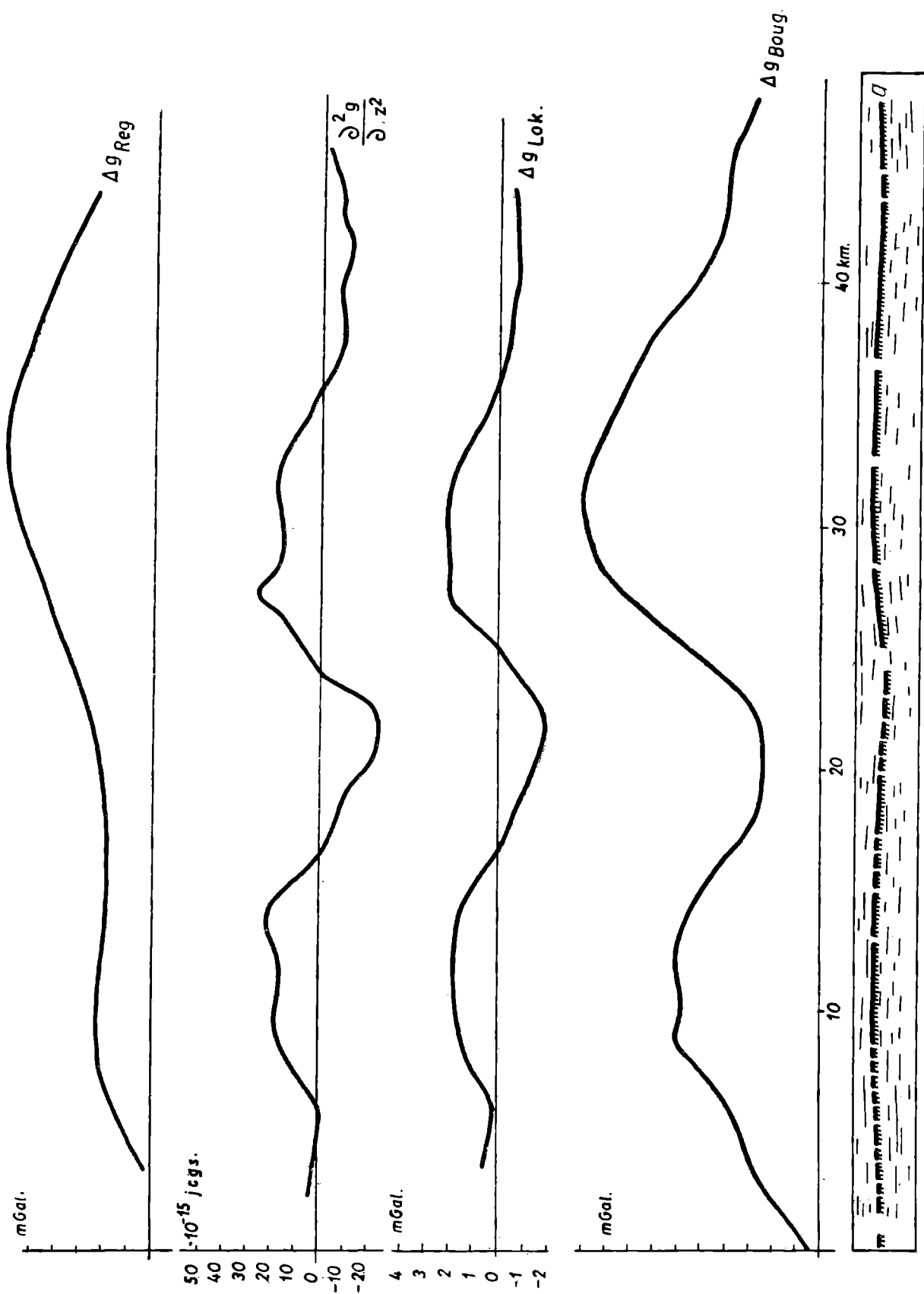


Fig. 9. Zestawienie danych grawimetrycznych z przekrojem sejsmicznym III w rejonie Swidwina — Trzebiatowa. Objaśnienia jak na fig. 8

Fig. 9. Correlation of gravity and seismic (profile III) data. Explanation of symbols see Fig. 8

uwidocznione jest na figurach 5, 6 i 7. Otrzymane wyniki są raczej słabe i całość interpretacji sejsmicznej sprowadziła się do wykreślenia przewodniego czasowego poziomu refleksyjnego.

Wyróżniony poziom autorzy opracowania wiąże ze stropem utworów kajprowych.

Na figurach od 8—12 przedstawione są zestawienia czasowych przekrojów sejsmicznych z danymi grawimetrycznymi uzyskanymi z interpretacji.

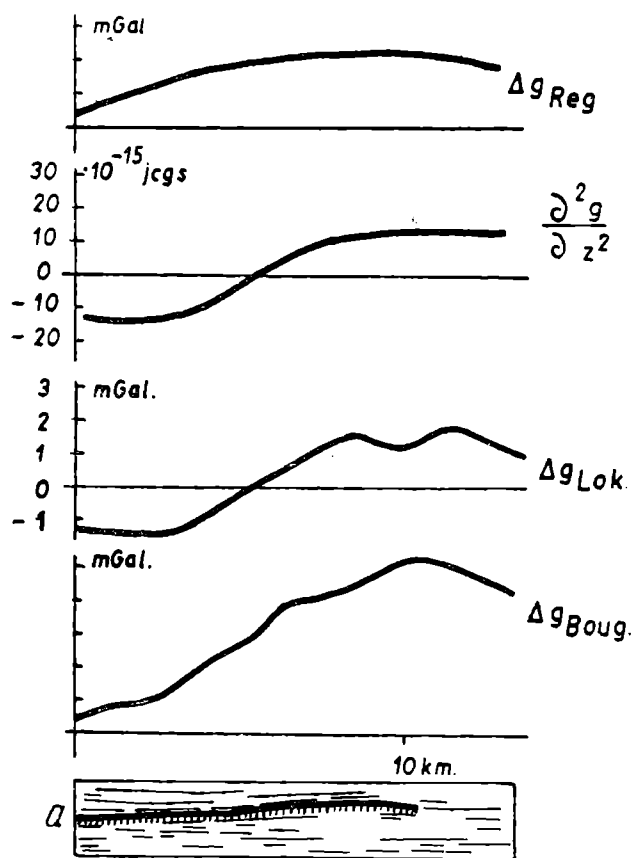


Fig. 10. Zestawienie danych grawimetrycznych z przekrojem sejsmicznym IV w rejonie Świdwina — Trzebiatowa. Objaśnienia jak na fig. 8

Fig. 10. Correlation of gravity and seismic (profile IV) data. Explanation of symbols see Fig. 8

Idąc od dołu każdego zestawienia nad czasowym przekrojem sejsmicznym umieszczone są krzywe anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera, anomalie lokalne, anomalie drugich pochodnych i krzywa anomalii regionalnych.

Najbardziej interesujący dla nas jest profil III (fig. 9) ponieważ przechodzi on przez trzy jednostki strukturalne: antyklinę kamińską, nieckę trzebiatowską i antyklinę kołobrzeską.

Analizując w profilu III bieg przewodniego horyzontu refleksyjnego na tle danych grawimetrycznych łatwo zauważyć ogólną zgodność kształtu tego poziomu z kształtem zestawionych krzywych grawimetrycznych.

Jeżeli analizę tę przeprowadzić w wymienionych profilach bardziej szczegółowo, to zauważymy, że strefie zaniku refleksów oraz miejscom, gdzie bieg poziomu przewodniego jest mniej pewny, towarzyszy zwiększenie gradientu anomalii lokalnych i drugich pochodnych siły ciężkości.

Strefy te występują na brzegach niecki trzebiatowskiej, przy przejściu na antyklinę kołobrzeską i przy przejściu na antyklinę kamińską w rejonie Gryfic oraz na przedłużeniu osi niecki trzebiatowskiej w kierunku na maksimum Świdwina 1.

Pewnym uzupełnieniem do wykonanej analizy są zestawienia w profilu IV (fig. 10) i V (fig. 11).

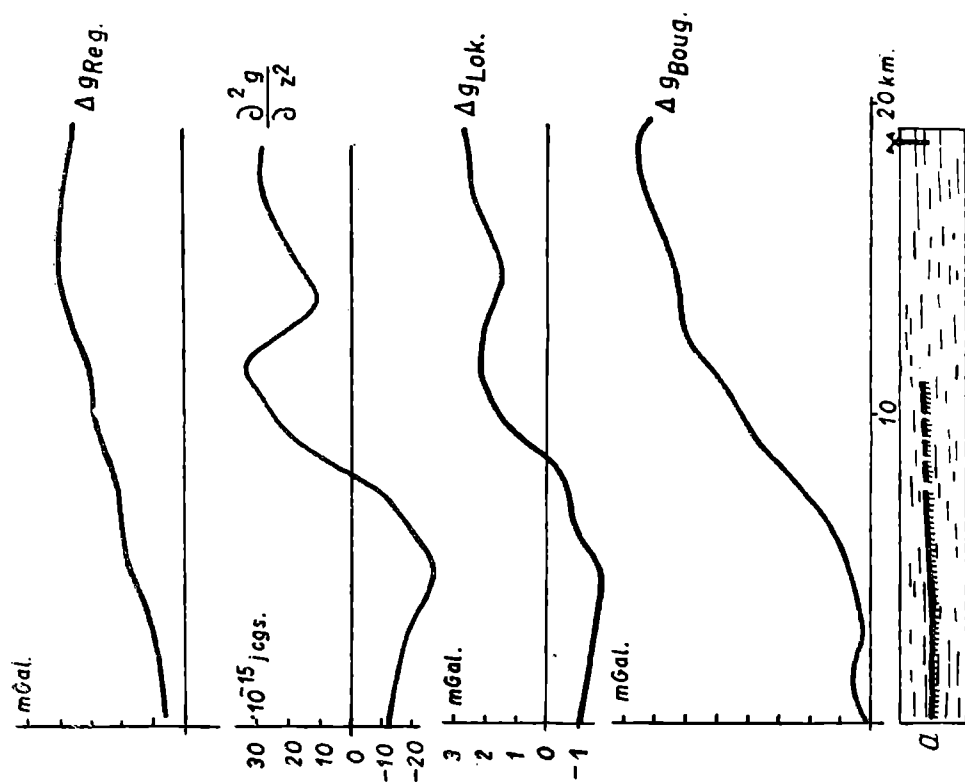


Fig. 12. Zestawienie danych grawimetrycznych z przekrojem sejsmicznym VI w rejonie Świdwina — Trzebiatowa. Objasnienia jak na fig. 8

Fig. 12. Correlation of gravity and seismic (profile VI) data. Explanation of symbols see Fig. 8

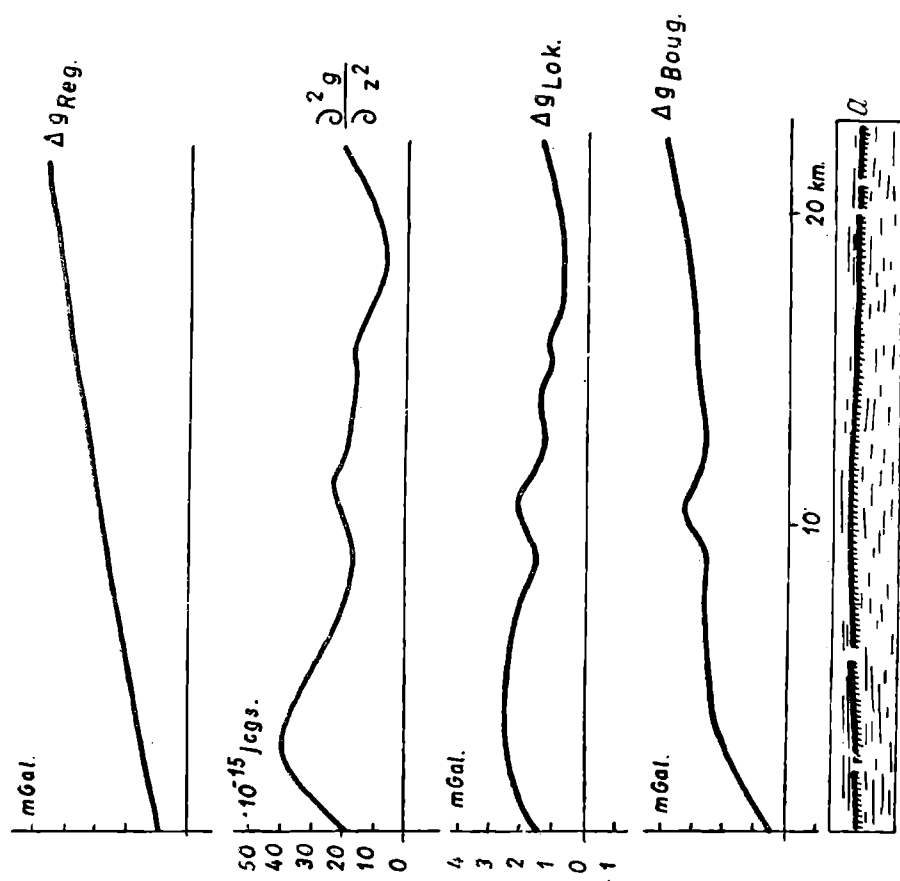


Fig. 11. Zestawienie danych grawimetrycznych z przekrojem sejsmicznym V w rejonie Świdwina — Trzebiatowa. Objasnienia jak na fig. 8

Fig. 11. Correlation of gravity and seismic (profile V) data. Explanation of symbols see Fig. 8

Drugą charakterystyczną cechą, jaką można zaobserwować w zestawieniu przekrojów sejsmicznych II i III (figury 8 i 9) z danymi grawimetrycznymi, jest przesunięcie ekstremów lokalnych w stosunku do regionalnych.

Maksima lokalne mają tendencję do przesuwania się w kierunku do depresji grawimetrycznej Trzebiatowa, natomiast maksima regionalne przesuwają się w kierunku przeciwnym. Na pozostałym obszarze śledzimy zgodności w położeniu ekstremów anomalii lokalnych i drugich pochodnych.

BUDOWA PODŁOŻA MEZOZOICZNEGO

Ścisłej, chodzi tu o podanie na podstawie interpretacji grawimetrycznej budowy podłoża mezozoicznego w antyklinorium pomorskim na obszarze Świdwin-Trzebiatów i porównanie jej z budową podaną przez R. Dądzę i J. Dembowską (1959).

W tym celu powróćmy na chwilę do map anomalii lokalnych i drugich pochodnych pionowych siły ciężkości (figury 5 i 6) i rozpatrzmy je w świetle wartości ciężarów objętościowych, które podane zostały powyżej.

Na podstawie tych danych można się zorientować, że na analizowanym obszarze mimo jego złożonej charakterystyki gęstościowej dają się wyróżnić dwie granice rozdziału gęstości. Pierwsza na obszarze antyklin kamieńskiej i kołobrzesckiej oraz na południowy wschód w przedłużeniu obu antyklin z wyjątkiem obszaru związanego z wierceniem Świdwin 2 odpowiada granicy utworów kenozoik — lias i ma wartość około $0,2 \text{ g/cm}^3$.

W niecce trzebiatowskiej granica ta biegnie pomiędzy kredą a utworami starszymi. Pierwszą granicę rozdziału gęstości nawiercono w Mechowie na głębokości 119 m i Świdwinie 1 na głębokości 142 m.

Druga nieciągłość gęstości występuje na granicy lias-kajper. Odnacza się ona mniej więcej tą samą wielkością co poprzednia, a więc wartością $0,2 \text{ g/cm}^3$ i występuje na głębokości 1220 m w wierceniu Mechowo oraz na głębokości 630 m w wierceniu Świdwin 1.

W bezpośrednim sąsiedztwie wiercenia Świdwin 2 wprost pod czwartorzędem zalega kajper, stąd na tym obszarze mamy do czynienia z jedną granicą gęstości wynoszącą około $0,42 \text{ g/cm}^3$. Głębokość jej zalegania w otworze Świdwin 2 wynosi 170 m.

Te dane gęstościowe choć niepełne wystarczają do objaśnienia mapy anomalii lokalnych i wyższych pochodnych siły ciężkości. Zauważmy wpierw, że pierwsza granica rozdziału gęstości występuje na zmiennej głębokości, co przy jej niezbyt głębokim zaleganiu musi mieć wpływ na wielkość anomalii lokalnych. Posługując się dla orientacji danymi sejsmicznymi łatwo obliczyć szacunkową wielkość anomalii, jakie powinny być wywołane tą granicą.

Dla przykładu weźmy pod uwagę odcinek czasowego poziomu refleksyjnego odpowiadający w profilu II największemu gradientowi anomalii lokalnych siły ciężkości. Ze względu na brak właściwej charakterystyki prędkościowej dla tego obszaru obliczamy różnicę głębokości zalegania tego poziomu w niecce trzebiatowskiej i na antyklinie kołobrzesckiej posługując się w tym celu prędkościami średnimi z otworu Mechowo i Świdwin 1. Obliczona w ten sposób różnica głębokości zalegania tego poziomu wynosi 1000 m przy korzystaniu z krzywej prędkości średnich z otworu Mechowo i 1350 m przy wykorzystaniu danych z otworu Świdwin 1.

Jeżeli przyjąć, że zmiana głębokości występowania tego poziomu wynosi 1000 m, to musi jej odpowiadać zmiana wartości anomalii (O. A. Szwanck — 1955):

$$\Delta g = 2\pi\kappa \Delta \sigma h \quad (1)$$

gdzie: κ — stała grawitacji,

$\Delta\sigma$ — różnica gęstości tworząca tę granicę, tutaj równa 0,2 g/cm³,

h — zmiana głębokości występowania tej granicy tutaj przyjęta 1,0 km.

W rozpatrywanym przypadku:

$$\Delta g = 41,9 \times 0,2 \times 1,0 \text{ km} \sim 8,4 \text{ mGala.}$$

Wartość ta pokrywa się z amplitudą zmiany wartości anomalii lokalnych, jaką obserwujemy przy przejściu z niecki trzebiatowskiej na antyklinę kołobrzeską biorąc pod uwagę wartość minimalną w niecce wynoszącą nieco ponad — 5 mGali i odpowiadającą jej wartość maksymalną na antyklinie kołobrzeskiej wynoszącą nieco ponad + 3 mGala.

Przy takim spojrzeniu na mapę anomalii lokalnych występujące na niej maksima o osiach *cc*, *dd*, *ee*, itd. objaśnić można zmienną głębokością zalegania granicy kenozoik-lias lub kenozoik + kreda — utwory starsze lub w rejonie wiercenia Świdwin 2 kształtem granicy kenozoik — kajper. Ponieważ w tym ostatnim wypadku różnica gęstości na granicy jest dwa razy większa, stąd też maksimum Świdwin 2 jest dużo wyraźniejsze od pozostałych.

Na tej podstawie można stwierdzić, że antyklinorium pomorskie na obszarze Świdwin-Trzebiatowa nie tylko posiada dwie kulminacje, jak to podają R. Dadlez i J. Dembowska, ale rozbite jest na szereg form antyklinalno-kopulastych¹ o osiach podłużnych *cc*, *dd*, *ee* itd. (fig. 5).

Podobne pasy anomalii ujemnych o osiach *kk* i *ll* wytłumaczyć można zwiększeniem głębokości zalegania utworów mezozoicznych. Częściowo dowodzi tego przekrój sejsmiczny III (fig. 9), w którym forma synklinalna odpowiada anomaliiom ujemnym pasa *kk*.

Zastanówmy się dalej chwilę nad przyczyną wywołującą silny gradient anomalii lokalnych na północno-wschodnim brzegu niecki w rejonie Trzebiatowa. Początkowo próbowano wyjaśnić go przebiegającą w tym miejscu dyslokacją uskokową (R e c z e k 1956). Niemniej jednak przeprowadzone przez niego obliczenia parametrów tego uskoku na podstawie danych grawimetrycznych musiały się minąć z prawdą ze względu na to, iż użył do obliczeń krzywej obserwowanej, a więc krzywej obciążonej dodatkowo gradientem regionalnym. Ta sugestia znalazła swój oddźwięk w mapie geologicznej R. D a d l e z a (1958). Na nowej mapie geologicznej tego rejonu opracowanej przez R. D a d l e z a i J. D e m b o w s k ą (1958) uskoki ten nie jest już zaznaczony.

Nie znane mi są powody, dla których autorzy zrezygnowali z poprzednich koncepcji rozwiązania budowy geologicznej północno-wschodniego skrzydła niecki trzebiatowskiej za pomocą uskoku.

Być może, że do tego przyczyniło się cytowane tutaj już opracowanie badań sejsmicznych wykonanych na tym obszarze (A. P t a k i J. Ł a s k i

¹ Na podstawie tej analizy trudno jest podać, w jakim stopniu są to formy tektoniczne lub erozyjne.

1958), na którego podstawie można sądzić o ciągłości wyróżnionego czasowego poziomu refleksyjnego. W każdym bądź razie przy analizowaniu poszczególnych przekrojów (II i III) trudno nie zauważyć, iż w miejscu, gdzie powinna wystąpić dyslokacja uskoku, napotykamy strefę zaniku refleksów o szerokości około 1 km (fig. 8 i 9).

Spróbujmy teraz na podstawie przeprowadzonej interpretacji zdjęcia grawimetrycznego tego obszaru dorzucić parę uwag na ten temat zdając sobie z góry sprawę, iż problem całkowicie może być rozwiązany jedynie za pomocą wierceń.

Obliczoną wyżej zmianę anomalii lokalnych pomiędzy wartością ekstremum ujemnym i odpowiadającym mu maksimum na antyklinie kołobrzesckiej można wytłumaczyć bez uciekania się do hipotezy uskoku. Niemniej jednak oba ekstrema leżą zbyt blisko siebie, aby można było je tłumaczyć łagodnym przejściem (upad 20°), jakie sugerowane jest na podstawie materiałów sejsmicznych.

Aby ten problem móc rozpatrzyć szczegółowiej, wykonano zestawienie danych grawimetrycznych części początkowej profilu II (fig. 13). Obejmuje ono odcinek profilu, w którym śledzimy największą zmianę anomalii lokalnych i wyższych pochodnych.

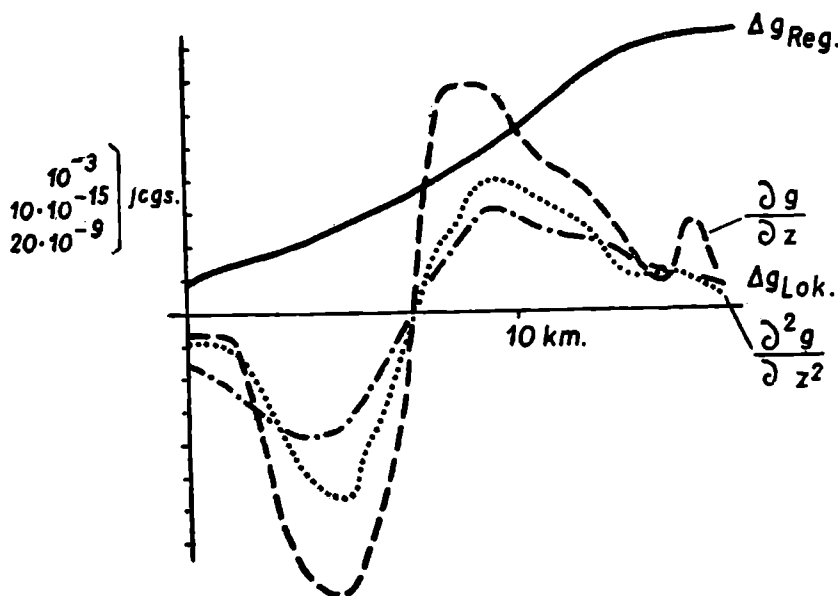


Fig. 13. Zestawienie krzywych grawimetrycznych z części początkowej profilu II w rejonie Świdwina — Trzebiatowa

Fig. 13. Comparison of gravity curves obtained for the initial part of the seismic profile II

Zauważmy teraz, że ekstrema krzywej gradientu pionowego i drugiej pochodnej leżą bliżej siebie niż ekstrema krzywej anomalii lokalnych. Jeżeli przeanalizować opisane zjawisko przesuwania się ekstremów w świetle stwierdzenia, iż im „czulsza” zostaje użyta metoda, tym otrzymane informacje pochodzą z mniejszej głębokości, to dochodzimy do wniosku, że kontakt pomiędzy utworami kredy niecki trzebiatowskiej i utworami jury antykliny kołobrzesckiej musi być dość ostry.

Innego dowodu dostarcza figura 14, na której przedstawione są dwa warianty obliczeń przy założeniu, że kontakt pomiędzy utworami jury i kredy jest pionowy.

Wariant I wskazuje, że przyjęcie wielkości stopnia pionowego na podstawie średnich prędkości z otworu Mechowo daje prawie całkowitą zgodność pomiędzy krzywą obliczoną i obserwowaną w odróżnieniu od wariantu II, gdzie tej zgodności nie ma.

Na podstawie dokonanych obliczeń nie chcę i nie mogę sugerować, że mamy do czynienia z uskokiem pionowym, choćby z tego względu, że możemy tutaj mieć do czynienia z tzw. pseudo-uskokiem, tzn. kontaktem dwu warstw o różnej gęstości. Nie chcę i nie mogę sugerować również, że kontakt ten jest rzeczywiście pionowy, nie mniej jednak obliczenia te dostarczają minimum pewności (nie wykluczając możliwości uskołu), że kontakt pomiędzy kredą niecki trzebiatowskiej a jurą antykliny kołobrzeskiej jest stromszy, niż to wynika z analizy cytowanych materiałów sejsmicznych.

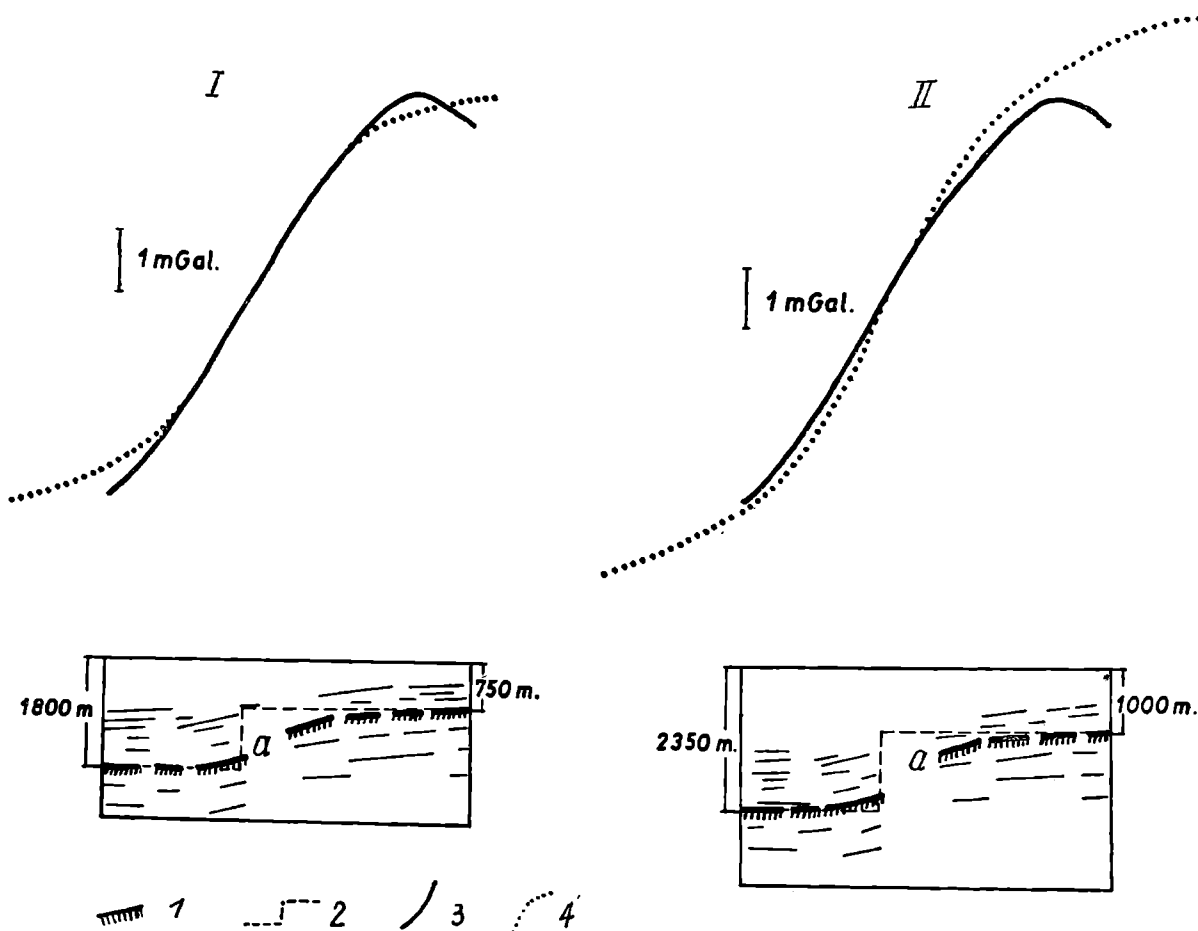


Fig. 14. Próba wyjaśnienia za pomocą stopnia pionowego silnego gradientu anomalii siły ciężkości przy przejściu z niecki trzebiatowskiej na antyklinę kołobrzeską. Wariant I — uskoki pionowy o amplitudzie 1000 metrów, głębokość wg krzywej Vśr z otworu Mechowo; wariant II — uskoki pionowy o amplitudzie 1350 metrów, głębokość wg krzywej z otworu Świdwin 1; Vśr — prędkość średnia fal sejsmicznych; a — sejsmiczny czasowy horyzont przewodni; linia ciągła — krzywa obserwowana anomalii siły ciężkości; linia kropkowana — krzywa teoretyczna anomalii siły ciężkości; $\Delta\sigma = +0,2 \text{ g/cm}^3$ — założona różnica gęstości

Fig. 14. Localisation of fault indicated by the increase of gravity anomaly gradient in the SW Limb of Kołobrzeg anticline. Variant I — fault with vertical throw 1000 m depth determined on Vśr — from Mechowo borehole; Variant II — fault with vertical throw 1350 m, depth determined on Vśr from borehole Świdwin 1; Vśr — mean velocity of seismic waves; continuous line — distribution of observed anomalies; pointed line — distribution of theoretical gravity anomalies; $\Delta\sigma = 0,2 \text{ g/cm}^3$ — assumed difference of density

W zakończeniu ostatnia uwaga co do geologicznej interpretacji map anomalii lokalnych i wyższych pochodnych siły ciężkości. Odnosi się ona do wykreślonej na fig. 5 linii NN oddzielającej od siebie ekstrema lokalne rejonu wiercenia Świdwin 2 od ekstremów leżących na północny zachód od niej. Opisany wyżej bieg izolinii anomalii lokalnych w bezpośrednim sąsiedztwie linii NN jest charakterystyczny dla starych dyslokacji uskokuwych leżących pod grubym nadkładem. Bieg jej jest zgodny z dyslokacją na mapie (fig. 2) R. Dadleza i J. Dembowskiej (1959).

Katedra Geofizyki Geologicznej
Akademii Górniczo-Hutniczej

WYKAZ LITERATURY

REFERENCES

- Baranov V. (1953), Calcul du Gradient vertical du champ de gravité ou du champ magnétique mesuré à la surface du Sol. *Geoph. Prosp.* I no. 3.
- Bojan J. (1952), Sprawozdania z pomiarów ciężarów gatunkowych skał za lata 1947—1952. *Arch. P. P. Geofiz. w Warszawie.*
- Dadlez R. (1958), Badania geologiczne na antyklinorium pomorskim w roku 1957. *Kwart. geol.* nr 4.
- Dadlez R., Dembowska J. (1959), Przebieg i wyniki badań podłoża mezozoicznego w antyklinorium pomorskim w latach 1953—1958. *Prz. geol.* nr 6.
- Egyed L. (1956), A regionalis anomaliak elvi Kerdeseirol. *Geofizikai Közlemenyek V Kötet*, 3 szum.
- Elkins T. A. (1951), The Second Derivative Method of Gravity Interpretation. *Geophysics* 14. no. 1.
- Fajkiewicz Z. (1959), Interpretacja zdjęcia grawimetrycznego z rejonu środkowej części Przedgórz Karpát. *Arch. P. P. Posz. Naft.*, Kraków.
- Fajkiewicz Z. (1960), Interpretacja zdjęcia grawimetrycznego z rejonu Świdwina — Trzebiatowa. *Arch. P. P. Posz. Naft.*, Kraków.
- Kisłowski A. (1960), Budowa geologiczna antyklinorium pomorskiego między Świdwinem a Złotowem w świetle badań geofizycznych. *Prz. Geol.* nr 1.
- Mrozek K. (1960), Rozwój rozpoznania budowy geologicznej basenu wielkopolskiego. *Nafta* nr 1.
- Ptak A., Łaski J. (1958), Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych na terenie Świdwin — Kołobrzeg w roku 1957. *Arch. P. P. Posz. Naft.*
- Reczek J. (1957), Regionalne badania grawimetryczne na obszarze niecki szczecińskiej i wału kujawsko-pomorskiego — sprawozdanie. *P. Posz. Geof. w Warszawie.*
- Shvank O. A., Шванк О. А. (1955), О природе гравитационных аномалий в саратовском Поволжье. *Приклад. геофиз.*, вып. 12.

SUMMARY

Regional gravity survey (Fig. 3) reflecting the main features of the Pomorze Anticlinorium are well pronounced in the area dealt with here (Fig. 1). Zone of positive anomalies stretching SE—NW becomes divided near the borehole Świdwin I into two subzones, one directed NNW

connected with the Kołobrzeg anticline, and the other directed first NW and then W.

In the areas of the Kołobrzeg and Kamień anticlines occur local anomalies amounting to ca mGals. A distinct gravimetric depression expressing the Trzebiatów syncline is present between these anticlines.

Local anomalies have been computed by I. E g y e d's method. Distribution of the second vertical derivatives of gravity has been obtained on the formula of I. T. E l k i n s.

The distribution of local anomalies (Fig. 5) and that of the second vertical derivatives of gravity (Fig. 6) are almost identical. In the zone of positive anomalies occurring over the prevailing part of the area are visible several local positive culminations, whose axes are denoted by the letters, *cc*, *dd*, etc. disappearing in the area whose axis is denoted by *NN* (see map).

Five seismic profiles have been made in the area dealt with in the present paper (Fig. 5—6). Results were rather vague and only the main time reflections horizon referred to the upper contact of the Keuper deposits could be established. Seismic and gravity data are compared in Fig. 8 and 12. It may be seen that they generally agree. A more detailed analysis reveals that the zones where reflections became vague or disappear coincide with the zones of increasing gradient of local anomalies and of the second vertical derivatives of gravity. It may be also seen (Fig. 8, 9, profiles II and III) that local and regional culmination do not exactly agree.

Densities of rocks (Table I) and the distribution of residual anomalies (Fig. 3 and 6) being given, two density discontinuities may be distinguished.

The first discontinuity (ca 0,2 g/cm³), occurring in the areas of Kołobrzeg and Kamień anticlines and in the area lying to the SE excepting the immediate environs of the borehole Świdwin 2, corresponds to the Tertiary-Lias contact. This discontinuity may be traced also in the Trzebiatów syncline where it corresponds to the lower contact of the Cretaceous deposits. It was found in the boreholes Mechowo and Świdwin 1 at respectively, 119 m and 142 m.

The second discontinuity (also ca 0,2 g/cm³) corresponds to the contact of the Lias and of the Keuper. It was found at 1220 m in the borehole Mechowo and at 630 m in the borehole Świdwin 1.

Near the borehole Świdwin 2 the Keuper is immediately overlain by Quarternary deposits and therefore only one discontinuity (0,42 g/cm³) was traced and found at a depth of 170 m. The above data though incomplete permit to understand the distribution of local anomalies and of the higher vertical derivatives of gravity.

It should be taken into account that the first discontinuity of density occurring at various rather small depth must influence the value of local anomalies. Anomalies referable to this discontinuity have been roughly evaluated on seismic data and the results agreed well with the distribution of the local anomalies.

It is thought therefore that the local culminations axes are denoted *cc*, *dd*, *ee* etc., are connected with the course of the contacts Tertiary (Lias, Tertiary) Cretaceous, or, near the borehole Świdwin 2, Tertiary Keuper. The difference in density in the latter case being twice as great as in the former cases, the culmination of Świdwin 2 is most conspicuous.

It follows that in the Pomorze Anticlinorium in the area dealt with here may be distinguished several brachyantoclines. Two of them were already known (Dadlez, Dembowska, Fig. 2).

In an analogous way areas of negative anomalies (axes *kk* and *ll* — see map) may be explained by the increasing depth of occurrence of the Mesozoic deposits. This is partly verified in the seismic profile III (Fig. 9) which shows a syncline corresponding to negative gravity anomalies.

It may be seen also that the Cretaceous Jurassic contact in the Trzebiatów syncline dips more steeply than it was indicated by seismic data (Figs. 12 and 13) and that the line NN (Fig. 5) corresponds to an old dislocation buried under a thick sedimentary cover.

translated by R. Unrug

*Department of Geological Geophysics
School of Mining and Metallurgy
Kraków*