

## ZMIANY GĘSTOŚCI W SPĄGU TRZECIORZĘDU I ICH WPLYW NA MOŻLIWOŚCI POSZUKIWAŃ ZŁÓŻ WĘGLA BRUNATNEGO METODAMI GEOFIZYCZNYMI

UKD 550.831:551.78:553.96(438)

W końcu lat siedemdziesiątych Instytut Geologiczny zintensyfikował poszukiwania złóż węgla brunatnego w obrębie ujemnych, pasmowych anomalii grawimetrycznych. Anomalie te typowano na podstawie istniejącego już wtedy zdjęcia grawimetrycznego NW Polski, Zawężenie prac poszukiwawczych do obszarów ujemnych, pasmowych anomalii grawimetrycznych miało swoje uzasadnienie; wynikające z przyjętych wcześniej założeń teoretycznych, częściowo potwierdzonych praktycznie. Przyjęto bowiem, że ujemne grawimetryczne anomalie pasmowe powinny być rejestrowane nad rowami tektonicznymi oraz głębokimi wcięciami erozyjnymi, które wypełnione są utworami o mniejszych gęstościach niż utwory, w których te obniżenia powstały. Takie założenie jest niewątpliwie słuszne, jeżeli prawdą jest, że utwory trzeciorzędowe mają niższą gęstość od utworów podścielających. Część z tych anomalii może być wywołana zaleganiem w obniżeniach węgla brunatnych, charakteryzujących się gęstością dużo niższą niż pozostałe utwory trzeciorzędowe.

Na obszarze NW Polski wytypowano 50 wyraźnych ujemnych anomalii pasmowych, które zaliczono do I fazy oraz 50 anomalii mniej wyraźnych, przeznaczonych do przebadania w drugiej kolejności. Badania geofizyczne przeprowadzono na wszystkich obszarach I fazy. W ich wyniku uznano 12 obszarów za perspektywiczne, 12 za słabo perspektywiczne, 8 o znikomej perspektywiczności oraz 18 za nieperspektywiczne. Przeprowadzono także, na podstawie uzyskanych doświadczeń, krytyczną analizę obszarów II fazy z uwzględnieniem morfologii obszaru, kształtu anomalii oraz szacowania głębokości zalegania stropu ciała zaburzającego. W wyniku tej analizy zakwalifikowano 21 obszarów do dalszych badań, 9 do badań w drugiej kolejności oraz 20 określono jako nieprzydatne do dalszych poszukiwań.

Wspomniano już wcześniej o przyjętym założeniu, że utwory trzeciorzędowe mają niższą gęstość niż utwory podścielające. Jednak analiza danych gęstościowych, pochodzących z otworów wiertniczych (4), wykazała, że nie we wszystkich rejonach NW Polski takie założenie jest prawdziwe. Jeżeli weźmiemy, pod uwagę średnie wartości gęstości dla poszczególnych jednostek geologicznych, to na wyniesieniu Łeby średnia gęstość dla trzeciorzędu wynosi  $2,04 \text{ g/cm}^3$ , dla kredy górnej  $1,94 \text{ g/cm}^3$ , dla jury górnej  $1,97 \text{ g/cm}^3$ , dla jury środkowej zaś  $2,04 \text{ g/cm}^3$ , w synklinie perybałtyckiej przy średniej gęstości trzeciorzędu  $2,05 \text{ g/cm}^3$  gęstość kredy górnej wynosi  $1,94 \text{ g/cm}^3$ , a kredy dolnej  $2,08 \text{ g/cm}^3$ , dla niecki pomorskiej średnią gęstość trzeciorzędu określono na poziomie  $2,03 \text{ g/cm}^3$ , kredy górnej  $1,89 \text{ g/cm}^3$ , a kredy dolnej  $2,08 \text{ g/cm}^3$ , natomiast dla wału pomorskiego średnia gęstość trzeciorzędu wynosi  $2,01 \text{ g/cm}^3$  i dla podścielających osadów kredy

dolnej także  $2,01 \text{ g/cm}^3$ . Dalej na południe i na zachód średnie gęstości trzeciorzędu są niższe niż osadów zalegających bezpośrednio pod trzeciorzędem.

Posługiwanie się pojęciem średniej gęstości dla całego wydzielenia strukturalnego jest mało precyzyjne i stanowi znaczne uproszczenie, bowiem gęstość ta zależy od litologii osadów i może być bardzo zróżnicowana. Jednak stwierdzenie istnienia takiego właśnie zjawiska, innego niż dotychczas zakładane, zobligowało autora niniejszego artykułu do podjęcia próby zestawienia mapy, która uwidoczniałaby lokalizację stref, w których utwory trzeciorzędowe mają gęstości mniejsze niż utwory podścielające oraz stref, w których ten stosunek jest odwrotny. Do zestawienia takiej mapy posłużyły materiały zawarte w opracowaniu wykonanym w Zakładzie Geofizyki IG (1). Różnice gęstości w określonych punktach wyznaczono w wyniku odejmowania gęstości utworów trzeciorzędowych od gęstości kompleksów zalegających bezpośrednio pod trzeciorzędem. Kompleksy te to: masyticht i kampan, koniak i santon, turon i cenoman, malm, dogger, lias, retyk i kajper. Punktami tymi były wiercenia z pomierzonymi gęstościami oraz naroża arkuszy map w skali 1:50 000. O ile wiercenia dostarczyły informacji ściślej, pochodzącej z pomiaru, to w pozostałych punktach operowano wartościami szacowanymi, wynikającymi z interpolacji dokonanej wcześniej przy sporządzaniu map gęstości poszczególnych wydzieleni stratygraficznych.

W wyniku opisanych wyżej czynności otrzymano mapę, na której wyraźnie odznaczają się strefy różnic dodatnich i ujemnych. W strefach różnic dodatnich utwory podścielające mają gęstości wyższe niż utwory trzeciorzędowe, natomiast w strefach różnic ujemnych sytuacja była odwrotna, to znaczy utwory trzeciorzędowe mają gęstości wyższe niż utwory podścielające. Na mapie umieszczono także dodatkową informację o zasięgu osadów trzeciorzędowych i kredy górnej.

Zestawiona mapa częściowo potwierdziła obserwacje poczynione w trakcie analizowania średnich gęstości wydzieleni strukturalnych. W północno-wschodniej części rozpatrywanego obszaru uwidoczniła została rozległa strefa różnic ujemnych. Wartości tych różnic wahają się w granicach od 0,0 do  $-0,4 \text{ g/cm}^3$ . Stanowi to pełne potwierdzenie wcześniejszych informacji. Natomiast inna sytuacja zaistniała w zachodniej części obszaru. Początkowo zakładano, że tam właśnie utwory podścielające mają wyższe gęstości niż utwory trzeciorzędowe. Byłaby to zatem strefa różnic dodatnich. Po sporządzeniu mapy okazało się jednak, że i tutaj obserwuje się strefy różnic ujemnych, których wartości zawarte są w granicach od 0,0 do  $-0,4 \text{ g/cm}^3$ .

Największa taka strefa rozciąga się w okolicach Dobieg-

niewa i Strzelc Krajeńskich. Istnienie tych stref dowodzi niezbicie, jak mało precyzyjne jest posługiwanie się pojęciem średniej gęstości dla jednostki geologicznej oraz jak bardzo zróżnicowane litologicznie są utwory jednego systemu. Niewielkie strefy różnic ujemnych o małej amplitudzie uwidaczniają się także w południowej części badanego obszaru, jednak ich znaczenie jest dużo mniejsze, ze względu zarówno na rozprzestrzenienie, jak i amplitudę, przy czym ten drugi czynnik jest bardziej znaczący dla zagadnienia niż rozprzestrzenienie strefy.

Zlokalizowanie tych dwóch odmiennych stref ma duże znaczenie dla określenia zasadności typowania ujemnych, pasmowych anomalii grawimetrycznych i przypisywania im związku z możliwością wystąpień węgla brunatnych.

W obrębie obszarów stref dodatnich różnic gęstości, badanie ujemnych pasmowych anomalii grawimetrycznych jest w pełni uzasadnione. W obniżeniu podłoża o wyższej gęstości osadziły się utwory lżejsze i one to właśnie wywołały ujemną anomalię. Zadanie sprowadza się do wykonania badań geofizycznych i stwierdzenia, czy istotnie w podłożu trzeciorzędu występuje obniżenie oraz czy możliwe jest, aby w tym miejscu występowały węgle brunatne, powodujące powstanie wspomnianej anomalii. W ten sposób dokonuje się podziału obszarów pod względem perspektywiczności występowania złóż węgla brunatnego. Ostatecznej odpowiedzi dotyczącej występowania węgla brunatnego mogą dostarczyć jedynie wiercenia.

Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa w wypadku rozpatrywania stref o ujemnych różnicach gęstości. Obniżenie w stropie lżejszych utworów podtrzeciorzędowych, wypełnione utworami trzeciorzędowymi o większej gęstości powinno odwzorować się w postaci dodatniej pasmowej anomalii grawimetrycznej. Jest to jednak znaczne uproszczenie zagadnienia. Mogą zaistnieć też takie wypadki, że powstanie niewielka anomalia ujemna przy znacznej miąższości utworów węglowych, bądź też nie powstanie żadna anomalia, jeżeli utwory węglowe zniwelują różnice gęstości między trzeciorzędem a podłożem. Wystąpienie któregoś z wyżej wspomnianych sytuacji jest w zasadzie przypadkowe, czyli trudne do przewidywania i zależy nie tylko od miąższości osadów węglowych, ale także od usytuowania takiego złoża w strefie mniejszych lub większych różnic gęstości. Jeżeli zagłębienie takie poszukiwane jest w strefie niewielkich ujemnych różnic gęstości np. do wartości  $-0,1 \text{ g/cm}^3$ , to już cienka wkładka węgla brunatnego może redukować niewielką nadwyżkę gęstości utworów trzeciorzędowych w stosunku do osadów podścielających.

W dalszym etapie prac nad tymi zagadnieniami planuje się wykonanie szeregu obliczeń modelowych dla poszczególnych stref wraz z uwzględnieniem stosunków gęstościowych, w celu określenia przy jakiej miąższości utworów węglowych może powstać w danej strefie ujemna pasmowa anomalia grawimetryczna. Bardziej precyzyjnej informacji dostarczą także wiercenia, które zaprojektowano w wyniku realizacji I fazy. Do chwili obecnej rozwiercono zaledwie kilka rejonów. Tak się złożyło, że rejonu te położone są w strefach różnic dodatnich i wiercenia wykonane w nich potwierdziły jedynie sugestie zgłaszane po badaniach geofizycznych, dotyczące perspektyw występowania węgla brunatnych. Wyjątkiem był jedynie obszar Kostrzyń, gdzie węgla brunatnego nie nawiercono, ale stwierdzono, że ujemna anomalia grawimetryczna wywołana została występowaniem pakietów lekkich osadów mułów organicznych w czwartorzędzie. Znacznie bardziej interesujące powinno okazać się rozwiernienie wytypowanych do dalszych badań obszarów, które zaliczane do perspektywicznych, znalazły się w strefach ujemnych różnic gęstości.

Innym nieco zagadnieniem, na które warto zwrócić uwagę, jest problem odzwierciedlania się rowów tektonicznych w obrazie grawimetrycznym. Zagadnieniem tym zajmował się już A. Dąbrowski (2). Chodzi tu głównie o efekt zaniku anomalii grawimetrycznej pochodzącej niewątpliwie od rowu. W wypadku rowów zaznaczonych na omawianej mapie, ich efekt grawimetryczny zanika akurat na granicy strefy dodatniej. Nie może to być przypadek, czy sugestia autora mapy, bowiem zarysy rowów nanoszone były na mapę różnicową już po jej sporządzeniu. Rów Poznań—Czempiń—Mosina przebiega przez strefę różnic dodatnich, to znaczy tam, gdzie utwory podścielające mają wyższe gęstości niż trzeciorząd, a jego efekt grawimetryczny zanika w części północnej przy przejściu do strefy różnic ujemnych.

Nieco inaczej dzieje się w wypadku rowu Nakło—Więcbork. W części południowej row ten biegnie przez strefę niewielkich różnic ujemnych, ale wiadomo, że w części tej występują węgle brunatne. Ku północy row wchodzi w strefę różnic dodatnich i w obrazie grawimetrycznym odzwierciedla się w dalszym ciągu. Natomiast na skraju północnym row wchodzi znowu w strefę różnic ujemnych, a jego efekt grawimetryczny zanika przy przejściu do tej strefy. Wydaje się zatem, że w istnieniu „inwersji” gęstościowej między trzeciorzędem a podłożem może leżeć przyczyna zaniku lub braku występowania efektów grawimetrycznych pochodzących od obniżen podtrzeciorzędowych. Sprawa ta powinna być jednak w dalszym ciągu rozpatrywana w miarę postępu prac na omawianym obszarze.

W celu uściślenia, a także uwypuklenia obrazu grawimetrycznego badanych obszarów dokonano próby zastosowania analizy map gradientów pionowych (3). Dzięki zastosowaniu odpowiednich filtrów dokonano oddzielenia efektów, które mogą pochodzić od utworów starszych od trzeciorzędu. Dokonano także eliminacji efektów wynikających z wpływu morfologii. Uzyskano obraz bardziej czytelny, na którym wyraźniej rysują się anomalie, wśród których część może być wywołana występowaniem węgla brunatnych. Przyznać jednak trzeba, że identyfikacja przyczyn powstania anomalii nie jest prosta. Na ich powstanie może wpływać wiele czynników innych niż zaleganie węgla brunatnych. Przykładem może tu być obszar Kostrzyń, gdzie anomalia grawimetryczna wywołana była przez lekkie utwory czwartorzędowe, ale jej kształt i wartość nie różniły się w sposób istotny od odpowiednich elementów anomalii pochodzących od węgla brunatnych. Oddziaływanie miąższych osadów czwartorzędowych może decydująco zaciemniać obraz grawimetryczny obszaru i w dalszych pracach będzie się zwracało uwagę na możliwość wyeliminowania efektów pochodzących od tych utworów.

Wprowadzenie do prac badawczych analizy map gradientów pionowych umożliwiło w wielu wypadkach lepszą lokalizację wierceń, niejednokrotnie znacznie odbiegającą od lokalizacji wstępnej, opartej na podstawie mapy grawimetrycznej w redukcji Bouguera. Tak więc, mimo wielu jeszcze trudności z należyтым wykorzystaniem map gradientów pionowych, stosowanie ich analizy wydaje się w pełni uzasadnione, ze względu na dostarczanie przez nie, już na obecnym etapie, informacji bardziej precyzyjnych, niż uzyskiwane dotychczas z map grawimetrycznych w redukcji Bouguera.

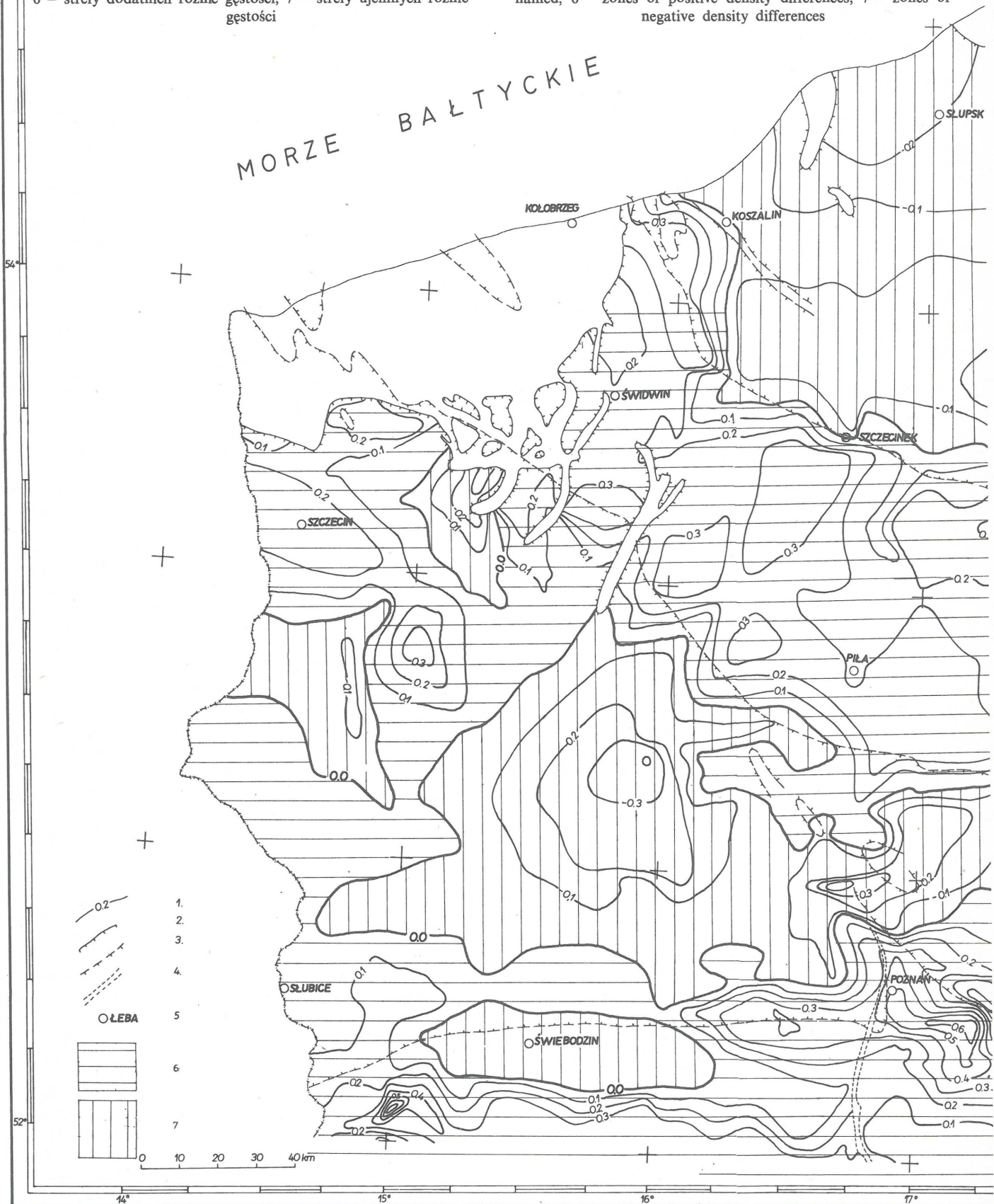
Podsumowując, należy stwierdzić, że zaprezentowana mapa nie wskazuje obszarów mniej lub bardziej perspektywicznych pod względem możliwości występowania złóż węgla brunatnego. Wskazuje ona natomiast strefy dodatnich różnic gęstości, w obrębie których ujemne, grawimetryczne anomalie pasmowe mogą wskazywać na możliwość

Mapa różnic gęstości między utworami trzeciorzędu a jego podłożem :

1 – izolinie różnic gęstości, 2 – zasięg występowania trzeciorzędu, 3 – zasięg występowania kredy górnej, 4 – rowy tektoniczne, 5 – miasta, od których wzięły nazwy mapy w skali 1:200 000, 6 – strefy dodatnich różnic gęstości, 7 – strefy ujemnych różnic gęstości

Map of differences in density of Tertiary rocks and the basement

1 – isolines of density differences, 2 – extent of Tertiary, 3 – extent of Upper Cretaceous, 4 – tectonic troughs, 5 – towns after which individual sheets of the map in the scale 1:200,000 were named, 6 – zones of positive density differences, 7 – zones of negative density differences



występowania złóż węgla brunatnych oraz strefy ujemnych różnic gęstości, w obrębie których przyczyny powstawania ujemnych, grawimetrycznych anomalii pasmowych mogą być bardzo różne, a o możliwości występowania złóż węgla brunatnych nie można nic konkretnego powiedzieć.

Nie można przy tym wykluczyć, że dalsze planowane prace oraz większa liczba wykonanych wierceń dla poszukiwań złóż węgla brunatnych, pozwoli na uściślenie oraz ukonkretnienie przedstawionego obecnie obrazu. Dociekania powyższe powinny być pomocne w określeniu perspektywiczności obszarów zaliczonych do fazy II.

## LITERATURA

1. Bronowska E., Bujnowski W., Dąbrowski A., Grobelny A., Jasiński Z., Królikowski C. — Gęstość utworów kenozoicznych i permo-mezozoicznych w NW Polsce. Arch. Inst. Geol. (maszynopis) 1983.
2. Dąbrowski A. — System rowów trzeciorzędowych w obrazie grawimetrycznym. Prz. Geol. 1980 nr 3.
3. Gaczyński E., Petecki Z., Wronicz S., Wybraniec S., Zientara P. — Przykłady zastosowania filtrów cyfrowych do przekształcania danych grawimetrycznych i magnetycznych. Referat wygłoszony na zebraniu naukowym Zakładu Geofizyki IG Warszawa w dniu 1984.05.16.
4. Praca zespołowa pod kierunkiem C. Królikowskiego — Zastosowanie metody obejmowania efektów grawitacyjnych do wyznaczania anomalii od podłoża podpermjskiego w NW Polsce. Arch. Inst. Geol. (maszynopis) 1985.

## SUMMARY

The search for brown coal deposits in banded negative gravity anomalies is conducted assuming that Tertiary rocks are characterized by lower density than the older ones. However, analyses of density data showed that the opposite situation is fairly common in NW Poland, where density of Tertiary rocks may be higher than that of the underlying ones. Compilation of borehole data gave the enclosed map of differences in density of Tertiary and older rocks. The map shows distribution of zones of positive density anomalies, in which densities of Tertiary rocks are greater than those of the underlying ones, and zones of negative density anomalies, in which the ration is opposite. At the same time the map fails to show areas which would be more or less perspective from the point of view of search for brown coal deposits. However, coal deposits may be expected in the case of banded negative gravity anomalies in the zones of positive density differences. In turn, possibilities of occurrence of coal deposits in the zones of negative density differences (i.e. zones with anomalies the nature of which remains unclear) are still to be established.

Attention should be paid to gravitational effects of the known tectonic troughs at the background of the above discussed map. The effects usually disappear at the boundary of zones of negative density differences. This may be due to disappearance of either such trough or its gravity effects in result of density inversion.

