

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA NIESEJSMICZNYCH METOD GEOFIZYCZNYCH DO ROZPOZNANIA OGÓLNEJ BUDOWY UTWORÓW PODSOLNYCH W NIECCE SZCZECIŃSKIEJ

UKD 550.831.05:550.836.838.05:551.736.3.022.4+551.243+552.53(438—16)

Głównym przedmiotem zainteresowań geologów i geofizyków w obszarze niecki szczecińskiej są osady cechsztynu i utwory podsólne. W celu poznania budowy tych utworów prowadzi się obecnie — oprócz wierceń — liczne badania geofizyczne. Z powodu największej zdolności rozdzielczej dominuje sejsmiczna metoda refleksyjna. Ostatnio, dzięki zastosowaniu w sejsmice aparatur z cyfrowym zapisem i laboratoryjnego przetwarzania wyników pomiarów, uzyskuje się coraz bogatsze informacje sejsmiczne o osadach cechsztynu, natomiast utwory podechsztyńskie nadal nie rejestrują się lub co najwyżej bardzo sporadycznie. Zachodzi więc potrzeba szerszego wykorzystania niesejsmicznych metod geofizycznych do rozpoznania ogólnej budowy utworów podsolnych.

W artykule zestawiono wyniki badań geofizycznych wykonywanych w niecce szczecińskiej i przeprowadzono ich korelację. Źródłowy materiał geofizyczny stanowią głównie mapy anomalii grawimetrycznych w skali 1:200 000 oraz przekroje i mapy horyzontów refleksyjnych — przystropowego jurajskiego i środkowego pstręgo piaskowca. Uwzględniono też wyniki badań geofizycznych wykonanych w latach 1974—1975 na dwóch regionalnych profilach, a mianowicie:

profil Chociwel — Lębork (pomiaru sejsmiczne refleksyjne, grawimetryczne, geoelektryczne, termiczne);

profil Gorzów Wlkp. — Bytów (pomiaru grawimetryczne i magnetyczne).

Gęstości skał dla poszczególnych przedziałów stratygraficznych określono na podstawie danych zawartych w dokumentacyjnych opracowaniach Przeds. Po-

szukiwań Geofizycznych (R. Blus 1965—1974) i Zakończenia Opracowań Geologicznych „Geonafsta” (S. Nickel — 1971 i 1973). Głównym źródłem informacji geologicznych było opracowanie Instytutu Geologicznego pt.: „Gazo-roponośność niecki szczecińskiej i strefy Gorzowa Wlkp. na tle budowy geologicznej — część I” (9). Na podstawie zawartych w tym opracowaniu: zestawienia i przeprowadzonej analizy danych geofizycznych określono obszary nagromadzeń mas solnych oraz obszary hipotetycznych obniżzeń i wyniesień podłoża podsolnego. Zagadnienia głębokiego, skonsolidowanego podłoża przedstawiono w oddzielnych opracowaniach (J. Skorupa — 8).

STOPIEŃ ROZPOZNANIA GEOFIZYCZNEGO ORAZ OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA MATERIAŁU ŹRÓDŁOWEGO

Szczegółowość rozpoznania obrazów zjawisk geofizycznych na powierzchni ziemi zależy głównie od ilości pomiarów wykonanych na jednostkę powierzchni (długości). Szczególnie dotyczy to metod niesejsmicznych. Zatem głównie według tego kryterium oceniono tu jakość źródłowego materiału geofizycznego.

Badania magnetyczne. Cały obszar niecki szczecińskiej jest pokryty siecią punktów pomiarowych, których wzajemna odległość waha się od 1,5 do 2,0 km. Dokładność tego powierzchniowego zdjęcia magnetycznego, ze względu na czułość stosowanej aparatury pomiarowej wynosi od ± 10 do 15 gamma w części wschodniej i około ± 8 gamma w części południowo-zachodniej niecki.

Uzyskany na podstawie tych pomiarów obraz anomalii magnetycznych ΔZ jest mało zróżnicowany. Maksymalne wartości anomalii ΔZ nie przekraczają

30 gamma. Wykonane w 1974 r. pomiary magnetyczne, aparaturą o dużej dokładności, wzdłuż profilu Gorzów Wlkp. — Bytów, nie wykazują tu istnienia anomalii ΔZ w obrębie niecki szczecińskiej. Budzi to podejrzenie, że niektóre anomalie ΔZ ujawnione w wyniku zdjęcia powierzchniowego, wykonanego w latach 1930—1943 są anomaliami nierealitywnymi i że są one wynikiem małej dokładności aparatury pomiarowej.

Badania grawimetryczne. Ogólnie można powiedzieć, że obszar niecki szczecińskiej jest już pokryty powierzchniowym zdjęciem grawimetrycznym. Podstawowa gęstość punktów pomiarowych wynosi 1,5—2,0 pkt/km². Średni błąd pomiaru na punktach wypełniających wynosi $\pm 0,06$ mGal. Wcześniej wykazano, że gdy wzajemna odległość l grawimetrycznych punktów pomiarowych jest większa od głębokości h występowania źródła anomalii Δg , to obraz tej anomalii nie jest takim zdjęciem dostatecznie dokładnie rozpoznany. W naszym wypadku wzajemna odległość grawimetrycznych punktów pomiarowych wynosi ok. 700 m. Porównanie wyników badań grawimetrycznych wykonanych w latach 1974—1975 ($l = 200$ m) wzdłuż prostych Chociwel — Lębork i Gorzów Wlkp. — Bytów z rozkładem wartości Δg , wziętych z map anomalii Δg ($l = 700$ m), wzdłuż wymienionych wyżej prostych nie wykazuje jednak istotnych różnic. Fakt ten upoważnia w dużej mierze do poczynienia założenia, że uzyskany ze zdjęcia powierzchniowego obraz anomalii Δg może być pod względem dokładności jego rozpoznania przedmiotem interpretacji geofizyczno-geologicznej.

Na podstawie przeprowadzonych dotychczas badań grawimetrycznych wydzielono na obszarze niecki szczecińskiej dużą liczbę różnych form anomalnych zarówno intensywnych i rozległych, mających charakter anomalii regionalnych, jak też mniejszych powierzchniowo anomalii lokalnych. Formy o charakterze lokalnym są najczęściej oddźwiękiem nagromadzenia mas solnych.

Pomiarowe zespoły grawimetryczne Przedsiębiorstwa Poszukiwań Geofizycznych (N. Bochnia, 1967; W. Duda, 1962 i 1967; T. Kleszcz 1970 i 1972; J. Ręczek, 1969) wykonywały wstępne interpretacje i opisy obrazów anomalii Δg z obszaru niecki szczecińskiej. Adam Dąbrowski przeprowadził taką interpretację dla całego obszaru niecki (1, 2).

W przeszłości interpretacja anomalii Δg miała przeważnie charakter jakościowy i polegała na wyznaczaniu anomalii rezydualnych oraz opracowaniu map wyższych pochodnych. W owym czasie dane te stanowiły cenne źródła informacji, szczególnie przy lokalizacji wysadów i innych nagromadzeń mas solnych. Dane grawimetryczne były niekiedy jedynym materiałem do właściwego zaplanowania badań geofizyczno-geologicznych. Obecnie wiadomo, że w obszarze niecki szczecińskiej często występuje zjawisko kompensacji efektów grawitacyjnych dodatnich struktur mezozoicznych efektami mas solnych istniejących w jądrach tych struktur i dlatego taka interpretacja anomalii Δg byłaby mało przydatna. Związków obrazu anomalii Δg z budową geologiczną można poszukiwać po uprzednim wyeliminowaniu z obrazu anomalii Δg efektów grawitacyjnych struktur mezozoicznych. Z tego względu nie przedstawiono w tej części opracowania szerszego opisu obrazu anomalii Δg .

Badania geoelektryczne. W utworach głęboko występujących badania geoelektryczne przeprowadzono dotychczas na obszarze niecki szczecińskiej jedynie wzdłuż profilu Moryń — Chociwel — Lębork. Wykonano je trzema metodami, a mianowicie: telluryczną, sondowań magnetotellurycznych i dipolowych. Ta ostatnia, ze względu na ograniczony zasięg głębokościowy, stanowi metodę pomocniczą. Na podstawie prac geoelektrycznych wyznaczono w obrębie niecki szczecińskiej przebieg horyzontu oporowego, który jest przez autorów badań wiązany z morfologią wysokopoporowych utworów cechsztynu. Rejestrowany w niecce szczecińskiej największy horyzont magnetotelluryczny odpowiada, zdaniem tych autorów, powierzchni większego skonsolidowania skał. Sygnalizuje on szereg niedociągłości, które można by wiązać z dyslokacjami.

Badania geotermiczne. Miały one charakter dość wiadczałno-metodyczny. Wykonano je w 1975 r. jedynie wzdłuż profilu Chociwel — Lębork (3). Ich celem było prześledzenie zmian wartości pola termicznego, a następnie powiązanie uzyskanych wyników z budową geologiczną. Chodziło zwłaszcza o zbadanie możliwości śledzenia tą metodą elementów głębokiej tektoniki. Temperaturę pomierzono w otworach wieńniczych na stałej głębokości 2,0 m, a odległość punktów pomiarowych wynosi ok. 400 m. Z rozkładu wartości temperatury wynika, że jej rozpoznanie wzdłuż profilu dla postawionych celów jest zadowalające. W obrębie niecki szczecińskiej wartości temperatury wahają się od 3 do 5°C. Maksymalne wartości anomalii termicznych nie przekraczają więc 2°C.

Przyjmując za autorami opracowania (3), że anomalie te nie zawierają efektów termicznych związanych z przyczynami powierzchniowymi oraz sezonowymi zmianami temperatury można uznać je za godne zainteresowania. Głębsza analiza anomalii termicznych wskazuje jednak (zobacz dalszą część niniejszego opracowania), że źródła tych anomalii występują nie głębiej niż 1200 m (tylko w jednym wypadku nieco głębiej). Znaczna część zarejestrowanych na profilu anomalii ma swoje źródło dość płytko, nie głębiej niż 300 m.

Badania sejsmiczne. Obszar niecki szczecińskiej pokrywa stosunkowo gęsta sieć refleksyjnych profili sejsmicznych. Ponadto wykonano tam badania refrakcyjne na trzech regionalnych profilach, które przecinają cały obszar niecki. Jakość uzyskiwanych wyników badań metodą refleksyjną mezo- i cząsteczkowo-geologicznego przedziału stratygraficznego — po zastosowaniu wielokrotnych pokryć, a ostatnio zapisu cyfrowego — wyraźnie wzrosła. Najlepiej rejestrującymi się poziomami sejsmicznymi w obszarze niecki szczecińskiej są:

Poziom Z_1 — jest wiązany ze spagową częścią osadów cyklotemu Werra. Odzwierciedla on konfigurację paleozoicznego podłoża podcechsztyńskiego. Poziom Z_2 śledzi się z różnym stopniem pewności na całym obszarze niecki, z wyjątkiem stref Szczecin — Maszewo i Chorzów Wlkp. — Skwierzyna — Międzychód.

Poziom Z_3 — jest wiązany ze spagową częścią osadów cyklotemu Stassfurt. Poziom ten na znacznych obszarach niecki — ze względu na małą miąższość tych osadów — praktycznie pokrywa się z poziomem Z_1 i znaczony jest wtedy jako jeden poziom Z_{1-1} .

Poziom Z_4 — jest wiązany z przystropowymi utworami cechsztynu. Poziom Z_5 w centralnej części niecki rejestruje się wyraźniej niż na jej peryferiach.

Poziom Z_6 — jest wiązany ze stropowymi osadami cechsztynu (cyklotem Aller). Odzwierciedla on konfigurację stropowej powierzchni mas solnych. Na peryferiach niecki poziom Z_6 często zanika.

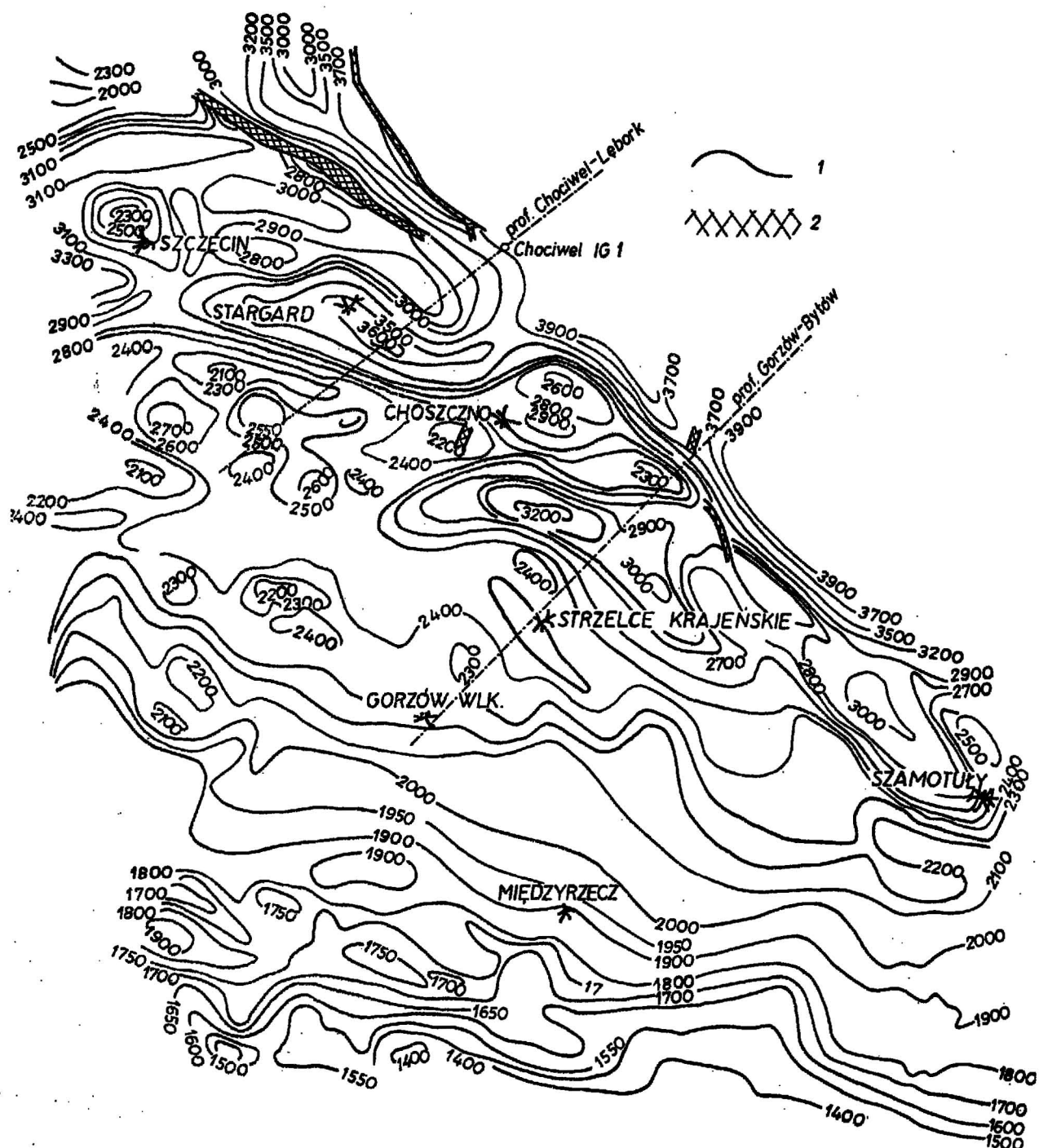
Poziom T_{ps} — jest wiązany ze stropową częścią środkowego pstręgo piaskowca. Śledzi się go w całym obszarze niecki stosunkowo wyraźnie (rys. 1).

Poziom T_m — jest wiązany z utworami wapienia muszlowego. W obszarach brzegowych niecki i w strefie Gorzowa Wlkp. poziom ten śledzi się mniej wyraźnie.

Poziom J — jest wiązany ze stropowymi osadami jury. W centralnej części śledzi się go stosunkowo dobrze, natomiast w obszarach brzegowych niecki poziom ten zanika.

Na przebiegu w 1974 r. profilu Chociwel — Lębork nie zarejestrowano poziomów podcechsztyńskich, z wyjątkiem NE części profilu (w obrębie rektformy). Względnie dobrze prześledzono horyzonty Z_1 i Z_3 oraz w mniejszym stopniu horyzont Z_2 . Poziomów płytszych, tj. kredowo-jurajsko-triasowych również nie prześledzono w sposób ciągły.

Podłużny kierunek struktur cechsztyńsko-mezozoicznych — zarejestrowanych sejsmicznie i stwierdzonych częściowo wierceniami — w obszarach przybrzeżnych od wału pomorskiego jest to NW—SE; zmienia się on na WNW — ESE w centralnej i południowej części niecki szczecińskiej. Dają się tam wyróżnić następujące ciągi strukturalne cechsztyńsko-mezozoiczne:



Ryc. 1. Mapa głębokościowa sejsmicznego poziomu refleksyjnego związanego z przystropową partią środkowego pstrego piaskowca (T_{ps}).

1 — izobaty granicy refleksyjnej, 2 — strefy dyslokacji, — — — — — linie, wzdłuż których wykonano pomiary geofizyczne.

- 1) Cziopa, Drawno, Ośno, Grzęzno, Nowogard;
- 2) Huta Szklana, Radecin, Suliszewo, Maszewo, Goleniów;
- 3) Gryfino, Choszczno, Pławno.

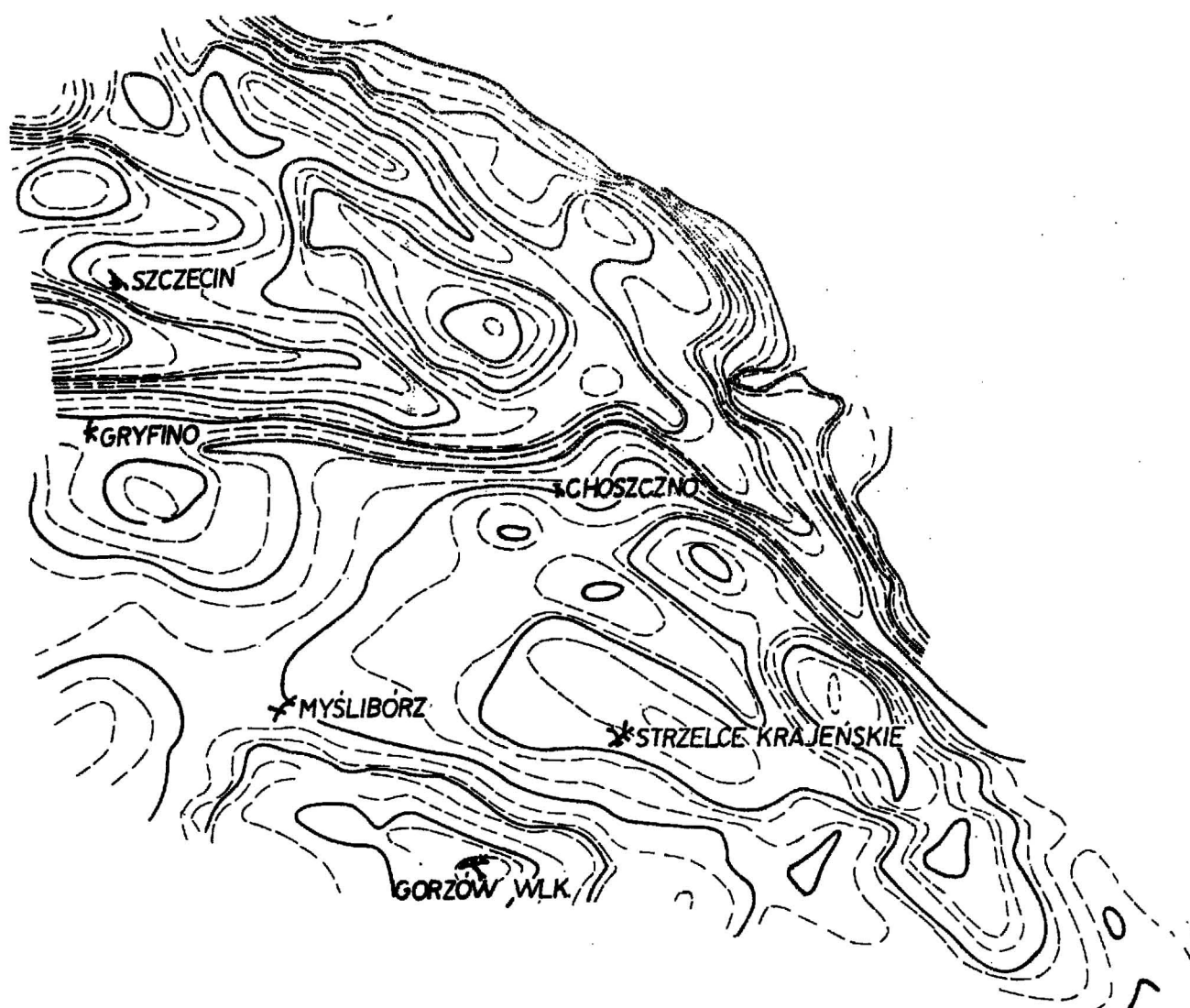
Struktury cechsztyńsko-mezozoiczne są wyraźnie zdyslokowane uskokami podłużnymi i poprzecznymi. W wypadku większości tych struktur, dane sejsmiczne wskazują na istnienie w ich jądrach wysadów, poduszek lub innych form nagromadzeń mas solnych. Dane sejsmiczne wskazują również na wygasanie procesów halokinezy w kierunku południowo-zachodnim z równoczesną zmianą miąższości utworów solnych z około 1200 m w części północno-zachodniej do ok. 500 m w południowo-zachodniej części niecki. W tym ostatnim obszarze struktury cech-

Fig. 1. Depth map of reflection seismic horizon considered as related to the uppermost part of the Middle Bundsandstein (T_{ps}).

1 — isobaths of reflection boundary, 2 — dislocation zones, — — — — — lines along which geophysical measurements were made.

sztyńsko-mezozoiczne są bardziej połogie. W całej niecce zaznacza się niezgodność planów tektonicznych podłoża podsolnego z tektoniką kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego. Strop utworów czernego spągowca, którego morfologię obrazują fragmentaryczne dane sejsmiczne (horyzont Z_{2-1}) nie wykazuje większych deniwelacji i zapada monoklinalnie w kierunku północno-wschodnim.

Podsumowanie wyników badań refrakcyjnych dotyczących najgłębszych rejestrujących się horyzontów prędkościowych zarówno dla omawianego obecnie obszaru, jak i całego kraju dokonał wielokrotnie J. Skorupa (7, 8 i in.). Autor ten wiąże horyzonty refrakcyjne o prędkościach granicznych ok. 6000 m/s, śledzone na obszarze niecki szczecińskiej, ze skonsolidowanym podłożem wieku waryscyjskiego. Wyjaśnia



Ryc. 2. Mapa anomalii grawimetrycznych $\Delta\bar{g}$ (uzyskana po odjęciu od pomierzonych wartości Δg efektów grawimetrycznych granic gęstościowych jura — nadkład i trias — nadkład).

Fig. 2. Map of gravimetric anomalies $\Delta\bar{g}$ (obtained by subtracting gravimetric effects of the Jurassic-blanket and Triassic-blanket density boundaries from measured values Δg).

przy tym, że lokalnie horyzonty te mogą odpowiadać pokrywom wulkanitów czerwonego spagowca. Do ogólnej oceny stopnia konsolidacji podłoża, a w następstwie tego oceny wieku geologicznego podłoża, J. Skorupa wykorzystał wartości sejsmicznych prędkości granicznych oraz współczynnik refragowania fal. Dla obszarów niecki szczecińskiej, a szczególnie jej środkowej i zachodniej części istnieje zbyt mała liczba danych refrakcyjnych, by na ich podstawie można było obecnie określić przestrzennie sposób zagłębienia podłoża skonsolidowanego.

CHARAKTERYSTYKA GĘSTOŚCI SKAŁ WYSTĘPUJĄCYCH W OBSZARZE NIECKI SZCZECIŃSKIEJ

Małe, a przy tym nierównomierne, nasycenie obszaru otworami wiertniczymi oraz niepełne rdzenianie tych otworów powoduje, że rozpoznanie gęstości skał w omawianym obszarze jest fragmentaryczne i dlatego niewystarczające dla celów interpretacji danych geofizycznych. W celu jak najwierniejszego odtworzenia rzeczywistego rozkładu gęstości skał, na podstawie tych fragmentarycznych danych pomiarowych, zestawiono wyniki pomiarów gęstości trzema różnymi sposobami (5).

Wykonane zestawienia i analizy danych gęstościowych wskazują na istnienie kilku kontrastów gęstościowych w utworach permio-mezozoicznych. Najlepiej udokumentowane i najwyraźniej zaznaczają się następujące kontrasty:

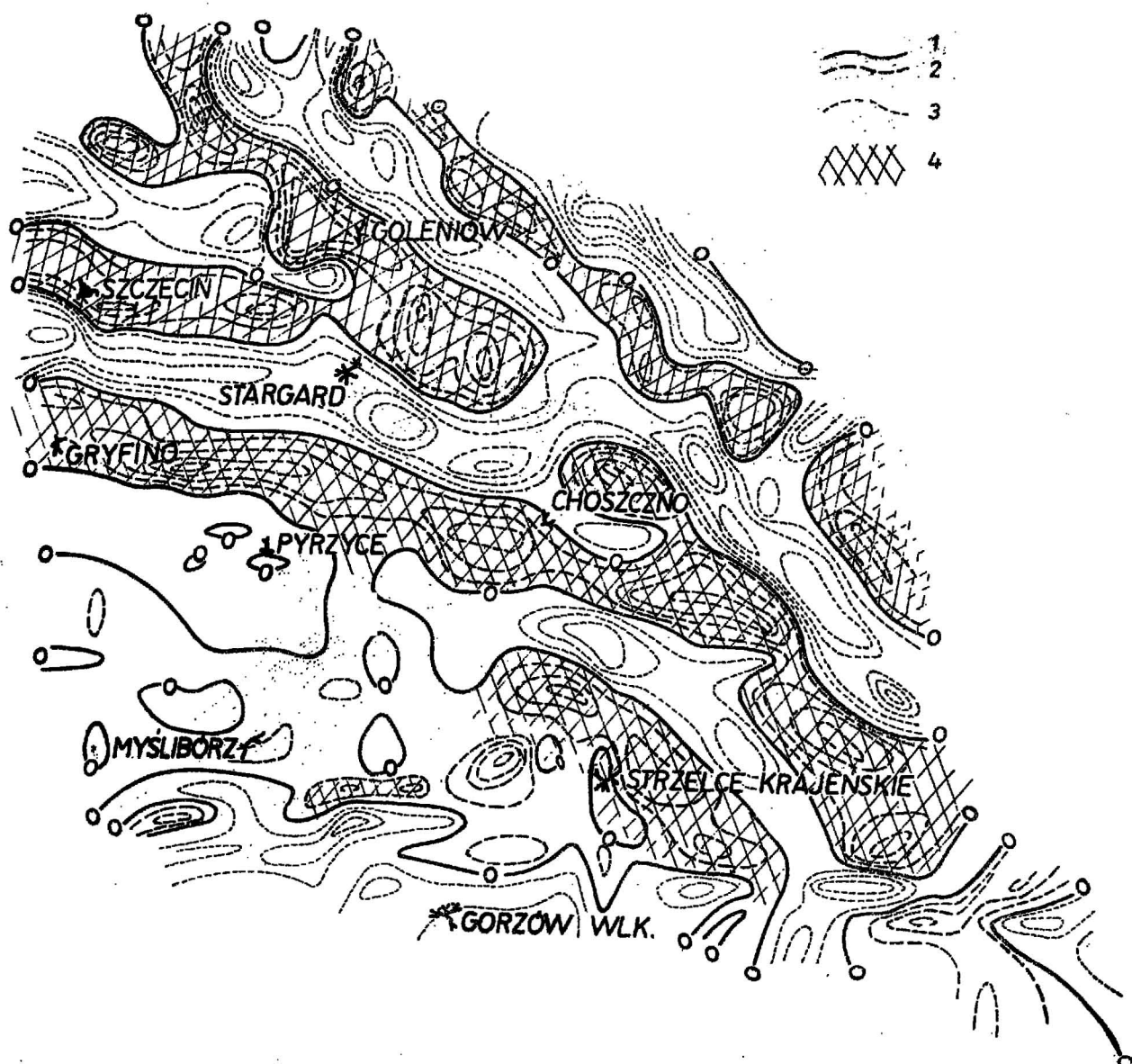
- kreda — jej podłoże,
- jura — jej podłoże,
- sól — jej otoczenie.

ZESTAWIENIE, KORELACJA I INTERPRETACJA WYNIKÓW BADAŃ GEOFIZYCZNYCH

Z krótkiego przeglądu ilości i jakości rezultatów badań geofizycznych wynika, że głównymi źródłami informacji o budowie geologicznej niecki szczecińskiej, oprócz danych z wierceń, są:

- dla utworów cechsztyńskich — wyniki badań sejsmicznych i grawimetrycznych,
- dla utworów podsolnych — wyniki badań grawimetrycznych i w mniejszym stopniu badań sejsmicznych i geoelektrycznych.

Tak więc, przy obecnym rozpoznaniu geofizyczno-geologicznym, próby rozwiązania zadania sformułowanego na wstępie, mogą być czynione głównie na podstawie wyników badań sejsmicznych i grawimetrycznych. Ponieważ informacje o budowie utworów cechsztynu otrzymywane metodą sejsmiczną są coraz bogatsze, natomiast nadal nie uzyskuje się dostatecznych informacji o utworach podsolnych, prace interpretacyjne podjęto głównie w celu rozpoznania ogólnej budowy utworów podsolnych. Wcześniejsze próby rozpoznania ogólnej budowy geologicznej utworów podsolnych, na podstawie danych geofizycznych, podjął w 1973 r. J. Jamrozik (4). Autor ten zakłada na wstępie, że grawitacyjne efekty dodatnich struktur mezozoicznych są w pełni skompensowane przez



Ryc. 3. Mapa grawimetrycznych anomalii rezydualnych δg (określona według mapy anomalii Δg).

1 — izoliny o wartości zerowej, 2 — izoliny o wartości ujemnej, 3 — izoliny o wartości dodatniej, 4 — strefy hipotetycznych wyźwignień podłoża solnego.

efekty grawitacyjne mas solnych. W podsumowaniu pracy J. Jamrozik stwierdza m. in.: „W ukształtowaniu obrazu lokalnych anomalii siły ciężkości główną rolę odgrywają podpermskie ciała zaburzające”. Założenie wstępne odnośnie do kompensacji efektów grawitacyjnych nie jest w pełni słuszne, a w związku z tym podane w podsumowaniu niektóre wnioski są dyskusyjne.

Przechodząc do zestawienia i analizowania danych geofizycznych należy przypomnieć, że w obszarze niecki szczecińskiej, a szczególnie w jej północnej części, istnieje — oprócz mniej znaczących — kilka wyraźnych granic geostępcowych. Wstępnie wyróżnił je A. Dąbrowski (2). Konfiguracja powierzchni kontrastów geostępcowych jest duża i bardzo urozmaicona. Jest to najczęściej spowodowane przemieszczeniami i nagromadzeniami mas solnych. Wskutek superpozycji efekty grawitacyjne konfiguracji powierzchni kontrastów geostępcowych utworów mezozoicznych i efekty grawitacyjne mas solnych kompensują się w różnym stopniu. W wyniku tego dodatnie struktury mezozoiczne odzwierciedlają się w obrazie anomalii grawimetrycznych jako anomalie dodatnie, ujemne lub zerowe, zamiast tylko jako anomalie dodatnie.

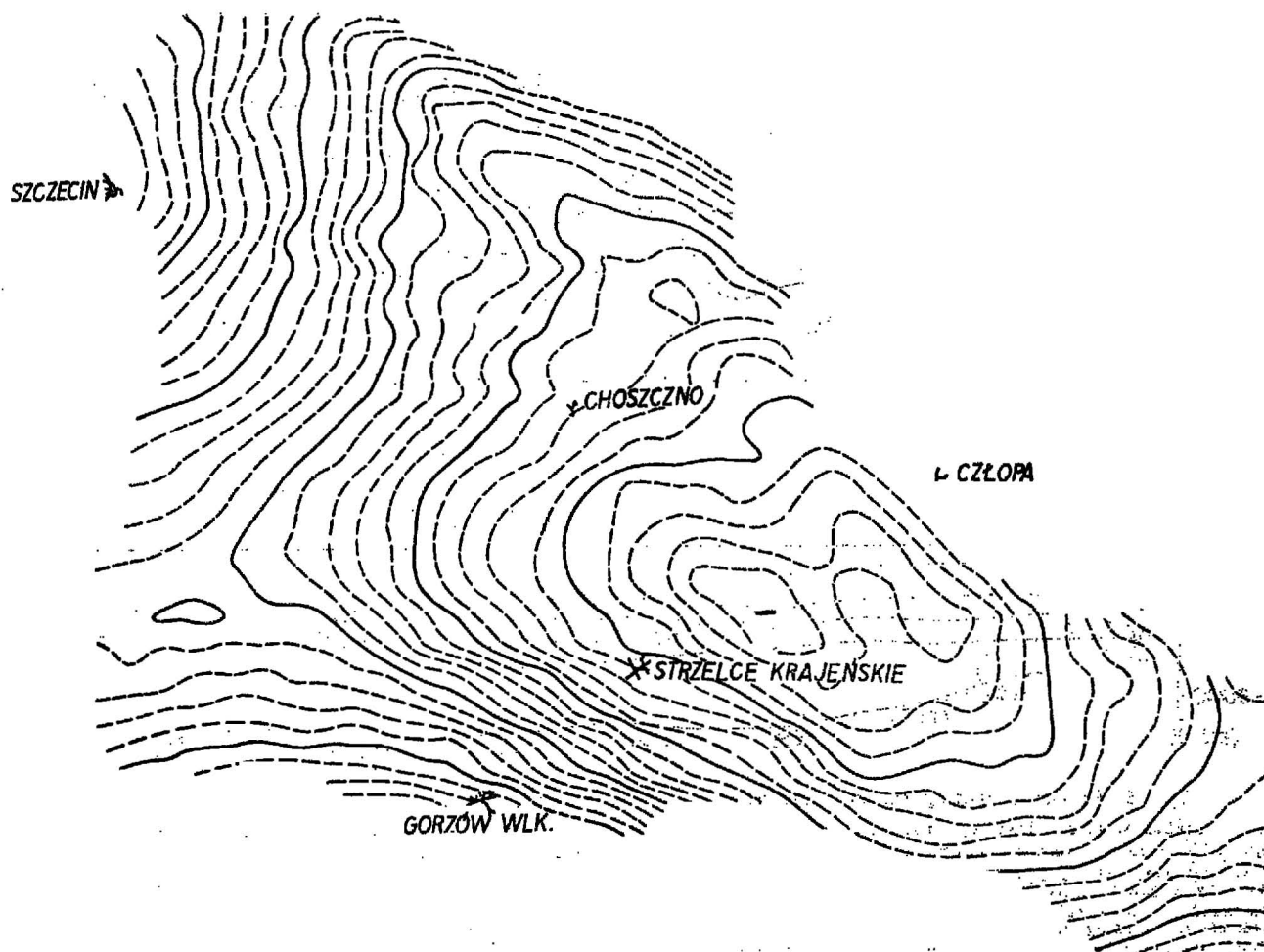
W związku z tym obraz anomalii Δg jest mało-

Fig. 3. Map of residual gravimetric anomalies δg (based on map of anomalies Δg).

1 — isolines of zero value, 2 — isolines of negative value, 3 — isolines of positive value, 4 — zone of hypothetical elevations of subsaltary basement.

czytelny i w zasadzie, w wersji pomierzonej na powierzchni Ziemi, nie może on być bezpośrednio podstawą do wyciągania daleko idących wniosków dla postawionych tu celów geologicznych. W tym wypadku konieczne jest wyeliminowanie najpierw z obrazu anomalii Δg — uzyskanego z pomiarów — efektów grawitacyjnych możliwie wszystkich źródeł, których charakter i kształt da się odtworzyć na podstawie istniejących danych geofizycznych i geologicznych. Jak dowiodła praktyka, tego rodzaju proces interpretacyjny doprowadza w wielu wypadkach do wyekspozowania anomalii będących oddźwiękiem obiektów geologicznych, stanowiących przedmiot naszego zainteresowania. Podejmując — w myśl tego co powiedziano wyżej — jako główny kierunek interpretacji obrazu anomalii Δg metodę strippingu (metoda odejmowania pól), spodziewano się uzyskać, oprócz anomalii stanowiących oddźwięk mas solnych, anomalie związane z budową geologiczną podłoża podsolnego.

Do konstrukcji modeli geologiczno-geostępcowych, a ściślej mówiąc do odtworzenia konfiguracji powierzchni kontrastów geostępcowych wykorzystano mapy horyzontów sejsmicznych i istniejące dane geologiczne. Z przeprowadzonej w tym opracowaniu analizy wyników pomiarów gęstości skał wynika, że



Ryc. 4. Mapa regionalnych anomalii grawimetrycznych (określona według mapy anomalii Δg).

pierwszy wyraźny kontrast gęstościowy (ok. $0,20 \text{ g/cm}^3$), licząc od góry, występuje na pograniczu jury i jej nadkładu. Z kolei wiemy już, że rejestrujący się na całym obszarze niecki szczecińskiej horyzont refleksyjny „J” wiąże się ze stropową częścią osadów jury. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że refleksy tego horyzontu powstają w pakiecie warstw, w których następuje — wraz z głębokością — duża zmiana własności fizycznych skał, w tym również gęstości. Kierując się tymi przesłankami założono, że refleksyjny horyzont „J” przebiega, ogólnie biorąc, zgodnie z powierzchnią kontrastu gęstościowego jura — nadkład.

Drugi znaczny kontrast gęstościowy (ok. $0,20 \text{ g/cm}^3$) zaznacza się między utworami triasu i ich nadkładem. Stropowe osady triasowe nie rejestrują się sejsmicznie w sposób dostatecznie wyraźny i ciągły, tak by — na podstawie tych rejestracji — można było odtworzyć przebieg powierzchni wspomnianego kontrastu gęstościowego. W tej trudnej dla interpretatorów sytuacji zdecydowano się postąpić następująco: odtworzyć konfigurację powierzchni omawianego obecnie kontrastu gęstościowego na podstawie mapy horyzontu sejsmicznego T_2 (ryc. 1) wiążanego z pstrym piaskowcem, przesuwać ten horyzont w górę o ok. 600 m.

W wyniku tych koniecznych uproszczeń, zróżnicowanie wartości efektów grawitacyjnych konfiguracji powierzchni kontrastu gęstościowego trias — nadkład może być nieco złagodzone, szczególnie w obszarach o skomplikowanej budowie geologicznej. Z tego głównie powodu uzyskane mapy anomalii grawimetrycznych (Δg i δg) po zastosowaniu strappingu nie mogą być i nie są tu przedmiotem ścisłej ilościowej interpretacji. Natomiast mapy te kwalifikują się w pełni do analizowania i rozpatrzenia jakościowego.

Mapa anomalii Δg (ryc. 2) powstała przez wyeli-

Fig. 4. Map of regional gravimetric anomalies (based on map of anomalies Δg).

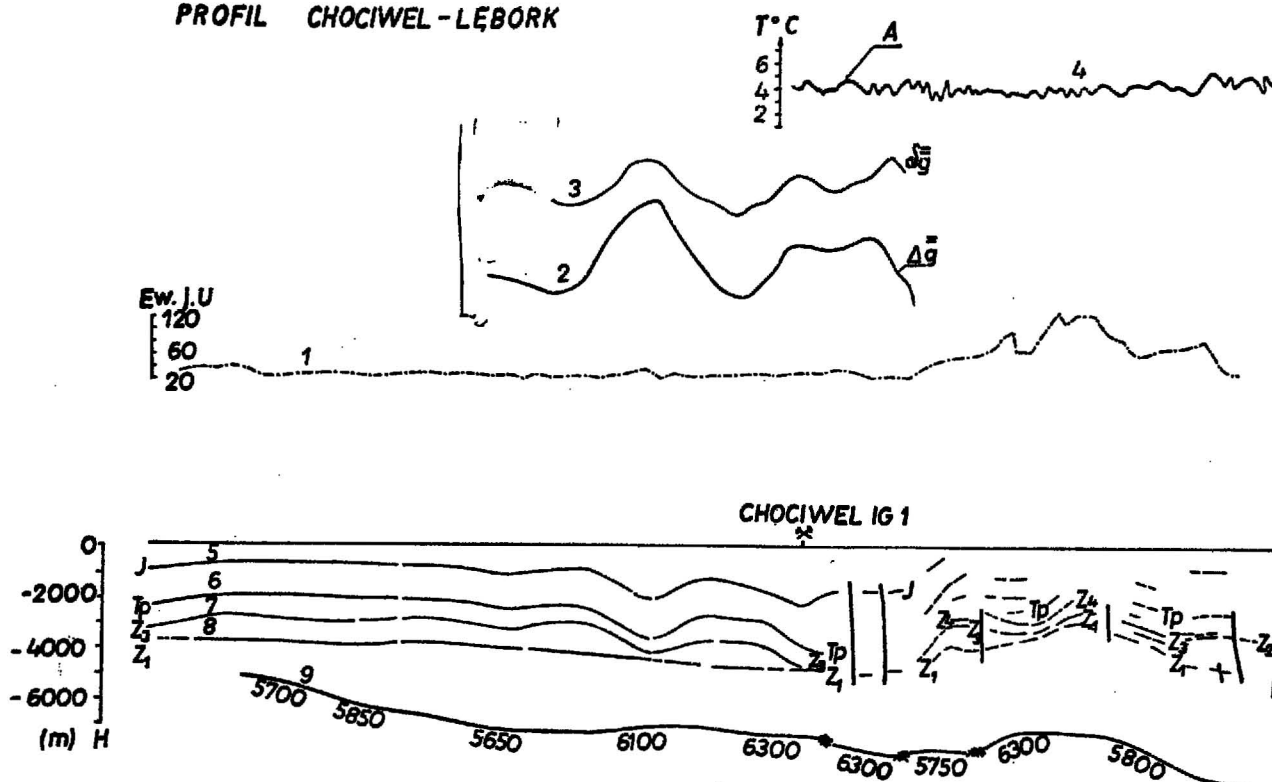
minowanie z obrazu anomalii Δg pomierzonych na powierzchni ziemi efektów grawitacyjnych konfiguracji powierzchni kontrastów gęstościowych jura — nadkład i trias — nadkład. Zgodnie z oczekiwaniem mapa anomalii Δg dostarcza — w porównaniu z mapą anomalii Δg — znacznie więcej szczegółów, gdy chodzi o rozmieszczenie nagromadzeń mas solnych.

W celu dalszej poprawy czytelności mapy anomalii Δg obliczono na jej podstawie anomalie rezydualne δg (ryc. 3), przy zastosowaniu promienia całkowienia r o wielkości zbliżonej do głębokości h występowania poduszek i innych nagromadzeń mas solnych. W świetle stawianej w tym opracowaniu hipotezy, według której głównymi źródłami anomalii lokalnych są nagromadzenia mas solnych, mapę anomalii rezydualnych δg (ryc. 3) należy czytać następująco: izolinie o wartości zerowej (ciągłe grube), ograniczające anomalie δg o wartościach ujemnych (linie przerywane długie) wyznaczają w sposób ogólny obszary nagromadzeń mas solnych. Umowną miarą wielkości tych anomalii jest ilość izolinii zawartych w polu ograniczonym liniami (linią) zerowymi.

Z kolei — biorąc pod uwagę występującą na obszarze niecki szczecińskiej prawidłowość, polegającą na tym, że w obszarach istnienia ujemnych mezozoicznych struktur sejsmicznych występują w większości wypadków dodatnie anomalie grawimetryczne Δg oraz uwzględniając teorię przemieszczania się mas solnych w górotworze — można się spodziewać w obszarach występowania dodatnich anomalii rezydualnych (ryc. 3) względnych obniżek podłoża podsolnego.

Porównując mapę anomalii rezydualnych δg ze znanymi, chociaż jeszcze nielicznymi, faktami geologicznymi i danymi sejsmicznymi (horyzont Z_2) dostrzega się dużą sprawdzalność wysuniętej tu hipotezy. Ze względu na poczynione pewne uproszczenia

PROFIL CHOCIWEL - LĘBORK



Ryc. 5. Przekrój geofizyczno-geologiczny.

1 — rozkład wartości średniego natężenia pola tellurycznego, 2 — rozkład wartości anomalii Δg (uzyskany po odjęciu od krzywej Δg pomierzonej w terenie efektów grawitacyjnych granic gęstościowych jura — nadkład i trias — nadkład), 3 — rozkład wartości anomalii rezydualnych Δg (określony według mapy anomalii Δg), 4 — rozkład wartości temperatury pomierzonej w otworach na głębokości 2 m, 5 — sejsmiczny horyzont refleksyjny, wiązany z utworami stropowej części jury (J), 6 — sejsmiczny horyzont refleksyjny, wiązany z przystropową partią pstręgo piaskowca (T_p), 7 — sejsmiczny horyzont refleksyjny, wiązany z utworami cechsztynu (Z_1), 8 — sejsmiczny horyzont refleksyjny, wiązany z utworami cechsztynu (Z_1), 9 — sejsmiczny horyzont refrakcyjny wiązany ze skonsolidowanym podłożem.

w przyjmowanych do obliczeń modelach geologiczno-gęstościowych, sformułowaną wyżej prawidłowość — dodatnie anomalie określają obszary hipotetycznych obniżen podłoża podsolnego, ujemne zaś anomalie — obszary hipotetycznych wydźwignięt tego podłoża — należy traktować jako ogólną zarówno w sensie przestrzennego rozmieszczenia tych obszarów, jak też i w sensie sprawdzalności tej hipotezy w poszczególnych wypadkach.

Z braku odpowiednich danych geologicznych i sejsmicznych, eliminacji efektów grawitacyjnych mas solnych z obrazu Δg dokonano nie według ścisłych zasad (metoda strippingu), lecz drogą podziału obrazu Δg na anomalie regionalne i lokalne. Zastosowano odpowiednio duży promień całkowania, aby z obrazu anomalii Δg zostały maksymalnie wyeliminowane efekty grawitacyjne konfiguracji granic gęstościowych istniejących w utworach permskich. Na mapie anomalii regionalnych (ryc. 4) wyraźnie zaznacza się jedynie anomalia, której ujemne ekstremum występuje w rejonie Dobiegniewa. Według ilościowej interpretacji regionalnej anomalii grawimetrycznej powoduje ją obiekt geologiczny występujący nie głębiej niż 25 km.

Gdy jednocześnie weźmie się pod uwagę, że obiekt ten występuje głębiej niż 4 km (sejsmiczny horyzont Z_4), to poprzednią wypowiedź można uściślić formułując ją następująco: obiekt geologiczny powodujący ujemną anomalię regionalną (ryc. 4), której ekstremum występuje w rejonie Dobiegniewa, znajduje się na głębokości h , przy czym $4 < h < 25$ km. Późniejsze rozmiary tego obiektu znacznie przewyższają jego rozmiary pionowe. Tak więc, najprawdopodobniej obiekt geologiczny, o którym mowa nie jest częścią składową strefy Moho.

Fig. 5. Geophysical-geological cross-section.

1 — distribution of values of mean intensity of telluric field, 2 — distribution of values of anomalies Δg (obtained by subtracting gravitational effects of Jurassic-blanket and Triassic-blanket density boundaries from the curve of Δg measured in the field), 3 — distribution of values of residual anomalies Δg (determined on the basis of map anomalies Δg), 4 — distribution of temperature values measured in boreholes at 2 m depth, 5 — reflection seismic horizon considered as related to top part of the Jurassic (J), 6 — reflection seismic horizon considered as related to uppermost part of the Buntsandstein (T_p), 7 — reflection seismic horizon considered as related to the Zechstein (Z_1), 8 — reflection seismic horizon considered as related to the Zechstein (Z_1), 9 — refraction seismic horizon considered as related to the consolidated basement.

W obrębie południowo-zachodniej części tej anomalii, horyzont refrakcyjny wiązany ze skonsolidowanym podłożem wykazuje nieznaczne ugięcie, a następnie zapada w kierunku północno-wschodnim. Z kolei, na krzywej składowej ΔZ pola magnetycznego Ziemi zaznaczają się na peryferiach regionalnej anomalii grawimetrycznej wahnięcia (zaburzenia) ok. 25–35 gamma. Jednakże charakter tych zaburzeń sugeruje, iż ich źródło znajduje się płycej niż zalega tam horyzont refrakcyjny wiązany ze skonsolidowanym podłożem.

Wyniki badań geoelektrycznych (tellurycznych i magnetotellurycznych) są w obrębie niecki szczecińskiej mało czytelne. Najpewniej i najwyraźniej odzwierciedlają się w tych danych nagromadzenia mas solnych. Należy zwrócić uwagę, że w obszarze występowania grawimetrycznej anomalii Stargardu na krzywej oporności podłużnej zaznacza się strefa silnych gradientów tego parametru. Na podstawie dotychczasowych danych nie można jednak rozstrzygnąć czy i w jakim stopniu obiekty podcechsztyńskie odzwierciedlają się w wynikach badań geoelektrycznych.

Przechodząc w zakończeniu do omawiania wyników badań geotermicznych musimy przedtem wyjaśnić, że zdaniem autorów tych badań (3) zarejestrowane w wyniku pomiarów anomalie (ryc. 5) nie zawierają efektów termicznych związanych z powierzchniowymi przyczynami i sezonowymi zmianami temperatury, a źródła anomalii termicznych znajdują się na znacznych głębokościach. Stwierdzenie to jest bardzo istotne dla utwierdzenia nas w przekonaniu co do realności zaobserwowanych tam anomalii termicznych. W celu uzyskania chociażby ogólnych

informacji o charakterze i głębokości występowania źródeł anomalii termicznych A. Kozera zinterpretował ilościowo anomalię termiczną A, występującą ok. 7 km na północ-wschód od otworu Chociwel (ryc. 5).

Punktem wyjścia do tej interpretacji jest matematyczny związek jaki zachodzi między potencjałem termalnym i grawitacyjnym (10). Korzystając w dalszej kolejności z zależności wyprowadzonych przez A. Kozera dla interpretacji danych grawimetrycznych (6), można określić w sposób jednoznaczny przedział głębokości (od powierzchni ziemi do głębokości h), w którym musi się znaleźć źródło powodujące anomalię termiczną. W wypadku rozważonej anomalii przedział ten wynosi od 2 do 1200 m. Tak więc, zarejestrowane pomiarami na profilu Chociwel — Lębork anomalie termiczne nie wiążą się bezpośrednio z budową geologiczną utworów cechsztyńskich i podcechsztyńskich.

Może się natomiast zdarzyć, że strefami rozluźnień (dyslokacjami), które biorą swój początek w utworach permskich lub starszych jest przenoszona ku górze inna niż w ich otoczeniu ilość ciepła i u wylotu tych rozluźnień powstają nowe źródła ciepła. Oszacowany wyżej przedział głębokości występowania źródeł ciepła dotyczyłby w takich wypadkach źródeł zlokalizowanych u wylotu rozluźnień (dyslokacji).

PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonego zestawienia i analizy wyników badań geofizycznych wypływają następujące wnioski:

1. Obraz anomalii grawimetrycznych Δg na obszarach niecki szczecińskiej jest wynikiem głównie superpozycji anomalii lokalnych, których źródłami są masy solne i konfiguracje utworów cechsztyńsko-mezozoicznych oraz anomalii regionalnej z ekstremum w rejonie Doblegniewa.

2. Istnieją przesłanki, że usunięcie z obrazu anomalii Δg efektów grawitacyjnych mas solnych nie doprowadzi do zniknięcia wszystkich anomalii lokalnych występujących na tej mapie.

3. Brak dostatecznej ilości danych sejsmicznych, geologicznych i gęstościowych, dotyczących utworów cechsztyńsko-mezozoicznych, nie pozwolił na opracowanie — przez odejmowanie pól — mapy anomalii grawimetrycznych, która nie zawierałaby efektów grawitacyjnych źródeł istniejących w utworach cechsztyńsko-mezozoicznych. Taka mapa dostarczyłaby najbardziej istotnych danych do oceny możliwości rozpoznania metodą grawimetryczną ogólnej budowy geologicznej utworów podcechsztyńskich.

SUMMARY

Geologists and geophysicists studying the Szczecin Basin are mainly interested in Zechstein and subsalinity rocks. For reconstruction of structure of these rocks there were made several drillings and, at present, a wide array of seismic surveys and mainly reflection seismic surveys on account of their maximum separation capacity.

At present, apparatus with numerical recording and laboratory technique of measurement data processing were introduced to the seismic surveys which resulted in a marked increase in the number of seismic data on the Zechstein. At the same time, despite of all the technical and methodological improvements, the data concerning the subsalinity rocks are scarce if ever. This makes necessary a wider use of other geophysical methods than seismics in studies on general structure of the subsalinity deposits.

The paper presents a summation and correlation of results obtained in the course of geophysical surveys in the Szczecin basin. The interpretation of results of mainly seismic, gravimetric and geological surveys made possible to delineate areas of maximum concentration of rock salt masses as well as areas of hypothetical elevations and depressions of subsalinity basement.

4. Opracowana mapa anomalii rezydualnych $\overline{\Delta g}$ informuje o rozmieszczeniu nagromadzeń mas solnych (poduszki, wysady i inne) w niecce szczecińskiej. Mapa ta pośrednio informuje również o ogólnej konfiguracji podłoża podsolnego.

5. Sejsmiczny poziom refleksyjny Z_{2-1} wiązany z przyspągowymi utworami cechsztynu nie wykazuje tak znacznych amplitud konfiguracji podłoża podsolnego, jakich należałoby się spodziewać zgodnie z wysuniętą w tym opracowaniu hipotezą przyporządkowania anomalii rezydualnym stref obniżenia i wydźwignięcia tego podłoża.

LITERATURA

1. Dąbrowski A. — Główne elementy geofizyczne podłoża Polski zachodniej. Pr. Inst. Geol., 1963, t. 30, cz. 4.
2. Dąbrowski A. — Przyczyny geologiczne anomalii siły ciężkości na obszarze Polski w świetle analizy ciężaru objętościowego. Ibidem, 1974, t. 73.
3. Gajewski A., Stajniak J. — Dokumentacja badań geotermicznych, profil Chociwel — Lębork. Inst. Geol., 1975.
4. Jamrozik J., Stypułkowski W. — Syntetyczne opracowanie materiałów grawimetrycznych i geoelektrycznych pod kątem problemów podpermskich w Niecce Szczecińskiej. Geonafra, 1973.
5. Kozera A. — Analiza wyników pomiarów gęstości skał dla obszarów północno-zachodniej Polski. Prz. geol., 1976, nr 9.
6. Kozera A. — Problem równoważnych modeli w geologicznej interpretacji danych grawimetrycznych. Kwart. geol., 1976 nr 4.
7. Skorupa J. — Objaśnienia mapy sejsmicznej Polski. Wyniki regionalnych prac refrakcyjnych przeprowadzonych w związku z rozpoznaniem głębokiego podłoża, 1974.
8. Skorupa J. — Skonsolidowane podłożo wału pomorskiego i niecki szczecińskiej oraz obszarów przyległych w świetle badań refrakcyjnych. Inst. Geol., 1976.
9. Ropo i gazoność niecki szczecińskiej i strefy Gorzowa Wlkp. na tle budowy geologicznej. Część I. Opracowanie zespołowe pod kierunkiem M. Jaskowiak-Schoeneichowej. Inst. Geol., 1975.
10. Simons G. — Interpretation of Heat Flow Anomalies. Geophysics, 1967, vol. 5, no. 1.
11. Świącicka-Pawliszyn J., Molek M. — Dokumentacja badań geoelektrycznych. Temat — profile regionalne. Profil Moryń — Lębork. Przeds. Poszuk. Geofizycznych, 1975.

РЕЗЮМЕ

В щецинской мульде предметом особого внимания геологов и геофизиков являются осадки цехштейна и подсолёвые отложения. Для познания геологического строения этих отложений в настоящее время проводят — кроме бурения скважин — большое количество геофизических исследований. Прежде всего применяется сейсмический метод в своей рефлексивной форме. Благодаря применению в сейсмике аппаратур с цифровой записью и лабораторной обработки данных можно получать всё больше сейсмических информации касающихся осадков цехштейна. Но подсолёвые отложения не подвергаются регистрации даже после применения всех возможных технических и методических приемов. Это вызывает необходимость более широкого применения несейсмических геофизических методов для познания геологического строения подсолёвых отложений.

В статье составлены результаты геофизических исследований проведенных в щецинской мульде и их корреляция. На основании проведенных интерпретационных работ в области сейсмических, гравиметрических и геологических данных выделены районы самого большого накопления солевых масс, а также территории гипотетических понижений и возвышенностей подсолёвого основания.