

O ANOMALIACH PRĘDKOŚCI ROZCHODZENIA SIĘ FAL SEJSMICZNYCH W OSADACH MALMU PÓŁNOCNO-WSCHODNIEJ CZĘŚCI MONOKLINY PRZEDSUDECKIEJ

UKD 550.832.4 + 550.347.29.094.5:551.762.3.022.4:552.523 542(438—14)

Zbadanie rozkładu prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych ma podstawowe znaczenie dla głębokościowych odzworowań wyników pomiarów sejsmicznych. Dlatego bardzo istotne jest rozpoznanie i wydzielenie ewentualnych anomalii tego rozkładu. W obszarze północno-wschodniej części monokliny przedsudeckiej wykonano wiele pomiarów średnich prędkości, na podstawie których stwierdzono występowanie licznych takich anomalii. Przedstawione — jako przykład — górne odcinki hodografów pionowych z dwóch regionów: rejon Buka (ryc. 1) i region Poznań — Młodasko (ryc. 2) wskazują na występowanie tam anomalii prędkości.

Hodografy pionowe pomierzone w otworach wiertniczych: Buk-1, Buk-4, Grodzisk-1, tworzą praktycznie biorąc jedną krzywą prędkości i reprezentują normalny rozkład prędkości w pierwszym z wymienionych regionów, podobnie jak hodografy dla otworów: Młodasko-1 i Bytyń-2 — w drugim. Hodografy dla otworów Buk-2 (ryc. 1) oraz Poznań GN-1 i Młodasko-4 (ryc. 2) mają kształt anomalny. W otworach tych występuje kompleks warstw o anomalnie wysokich prędkościach, któremu odpowiada odcinek hodografu o dużym nachyleniu.

Anomalnie wysokie prędkości stwierdzono w górnej części przekroju geologicznego; w interwale: od —170 do —270 m w otworze Buk IG-1, od —320 do —570 m w otworze Młodasko i od —370 do —610 m w otworze Poznań GN-1. Powyżej tego interwału hodografy pionowe rozpatrywane oddzielnie w każdym z regionów praktycznie się pokrywają, co świadczy o podobnym rozkładzie prędkości. Poniżej tego anomalnego interwału prędkości kompleksowe w różnych otworach są zbliżone, o czym świadczy równoległy przebieg hodografów normalnych i anomalnych. Wielkość anomalii czasu podwójnego 2 t wynosi około 40 ms w otworze Buk-2 i około 80 ms w otworach Młodasko-4 i Poznań GN-1.

W kilku otworach wiertniczych omawianego regionu wykonano profilowanie akustyczne. Prędkości warstwowe obliczone na podstawie tych pomiarów przedstawiono na ryc. 3. Profilowanie akustyczne wykazało, że w utworach oksfordu, w niektórych otworach, występują osady o wysokich prędkościach warstwowych: 4000—5300 m/s (Buk IG-1, Poznań GN-1, Młodasko-4), gdy w wielu innych otworach opisywanego rejonu oksford reprezentują osady o niskich prędkościach (np. odwiert Bytyń-2, ryc. 3).

Na ryc. 3 obserwuje się również następującą zależność: osady malmu o wysokich prędkościach warstwowych charakteryzują się również bardzo wysokimi opornościami, a więc anomaliiom prędkości warstwowych odpowiadają anomalie oporności. Anomalie prędkości warstwowych mają swój odpowiednik w postaci anomalii średnich prędkości. Ryc. 6 przedstawia mapę średnich prędkości do stropu środkowego pstręgo piaskowca, który w rejonie struktury Buk-S zalega prawie poziomo. Wartości średnich prędkości przedstawione na załączonym rysunku odniesiono do punktów wzbudzenia fali sejsmicznej, przy rejestracji tych prędkości.

Rozkład średnich prędkości na strukturze Buk-S wykazuje dwie anomalie. Maksimum jednej z nich występuje w pobliżu otworu Buk IG-1 i Buk-2, a maksimum drugiej leży na NE od otworu Buk-6. W otworze Buk IG-1 stwierdzono wysokie prędkości warstwowe i wysokie oporności osadów oksfordu. W otworze Buk-2, gdzie brak danych profilowania akustycznego, oksford cechują wysokie oporności (ryc. 3). Natomiast otwory Buk-3 i Buk-4, leżące poza anomalią prędkości, cechują niskie oporności osadów oksfordu.

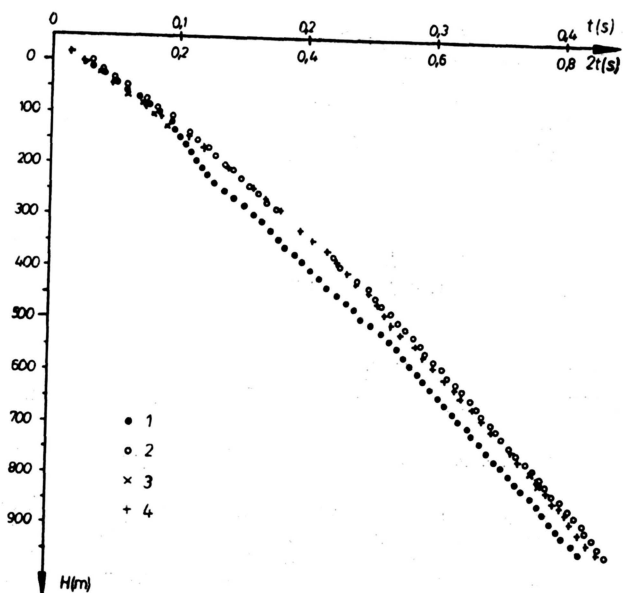
Mapa średnich prędkości struktury Buk-S ilustruje lokalny charakter anomalii prędkości. Szerokość anomalii prędkości przedstawionych na ryc. 6 nie przekracza 1000—1500 m. Lokalne anomalie prędkości mogą mieć swoją przyczynę w zmianach facjalnego wykształcenia osadów oksfordu. Przypuszczenie to potwierdza opracowana przez J. Kaczyńskiego mapa sumarycznych miąższości niezailonnych utworów oksfordu na strukturze Buk-S (ryc. 5). Mapa ta została opracowana na podstawie interpretacji pomiarów geofizyki wiertniczej. Wskazuje ona na znaczne zmiany w facjalnym wykształceniu osadów oksfordu.

Z porównania mapy sumarycznych miąższości niezailonnych utworów oksfordu z mapą miąższości utworów oksfordu (ryc. 4) wynika, że udział niezailonnych utworów oksfordu w miąższości tego kompleksu jest zmienny i minimalnie wynosi 30% w otworze Buk-4, a maksymalnie 100% w otworach Buk IG-1 i Buk-2. Porównanie map (ryc. 5 i 6) nasuwa jednoznaczny wniosek, że zwiększenie prędkości średniej odpowiada zwiększeniu sumarycznej miąższości niezailonnych (węglanowych) utworów oksfordu.

Doc. dr J. Dębowska (Instytut Geologiczny) uznała osady malmu przewiercone w otworze Buk IG-1 za oksford środkowy i górny (227—327 m), wykształcony w postaci wapieni marglistych, gruzłowych oraz oksford dolny (327—335 m) o charakterze rafowym z kawernami. Oksford w facji rafowej przewiercony został również otworem Piekary IG-1 (silnie skawerowane wapienie zlewne rafowo-gąbkowe) oraz otworem Poznań IG-1 (wapienie margliste, gruzłowe, rafowe z liczną fauną).

Z przytoczonych faktów wynikają następujące wnioski:

1. Dodatkowo anomalie prędkości w północno-wschodniej części monokliny przedsudeckiej mają charakter lokalny.
2. Dodatkowo anomalie prędkości w północno-wschodniej części monokliny przedsudeckiej wywołane są anomalnie wysokimi prędkościami propagacji fal sejsmicznych w osadach oksfordu.
3. Anomalie prędkości w osadach oksfordu północno-wschodniej części monokliny przedsudeckiej spowodowane są litofacjalnymi zmianami osadów oksfordu, a mianowicie — zmianą facji z marglisto-iłowcowo-mułowcowej na fację węglanową, z udziałem wapieni rafowych.
4. Strop ciała powodującego anomalię może mieć bardzo urozmaiconą morfologię.

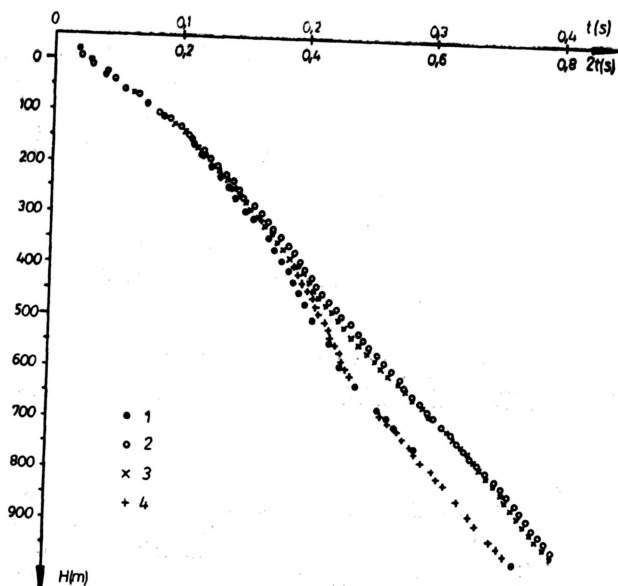


Ryc. 1. Górne odcinki hodografów pionowych będących wynikiem pomiarów średnich prędkości w otworach wiertniczych.

1 — Buk 2, 2 — Buk 3, 3 — Buk 4, 4 — Grodzisk 1.

Fig. 1. Upper sections of vertical hodographs representing the results of average velocity measurements in boreholes.

1 — Buk 2, 2 — Buk 3, 3 — Buk 4, 4 — Grodzisk 1.

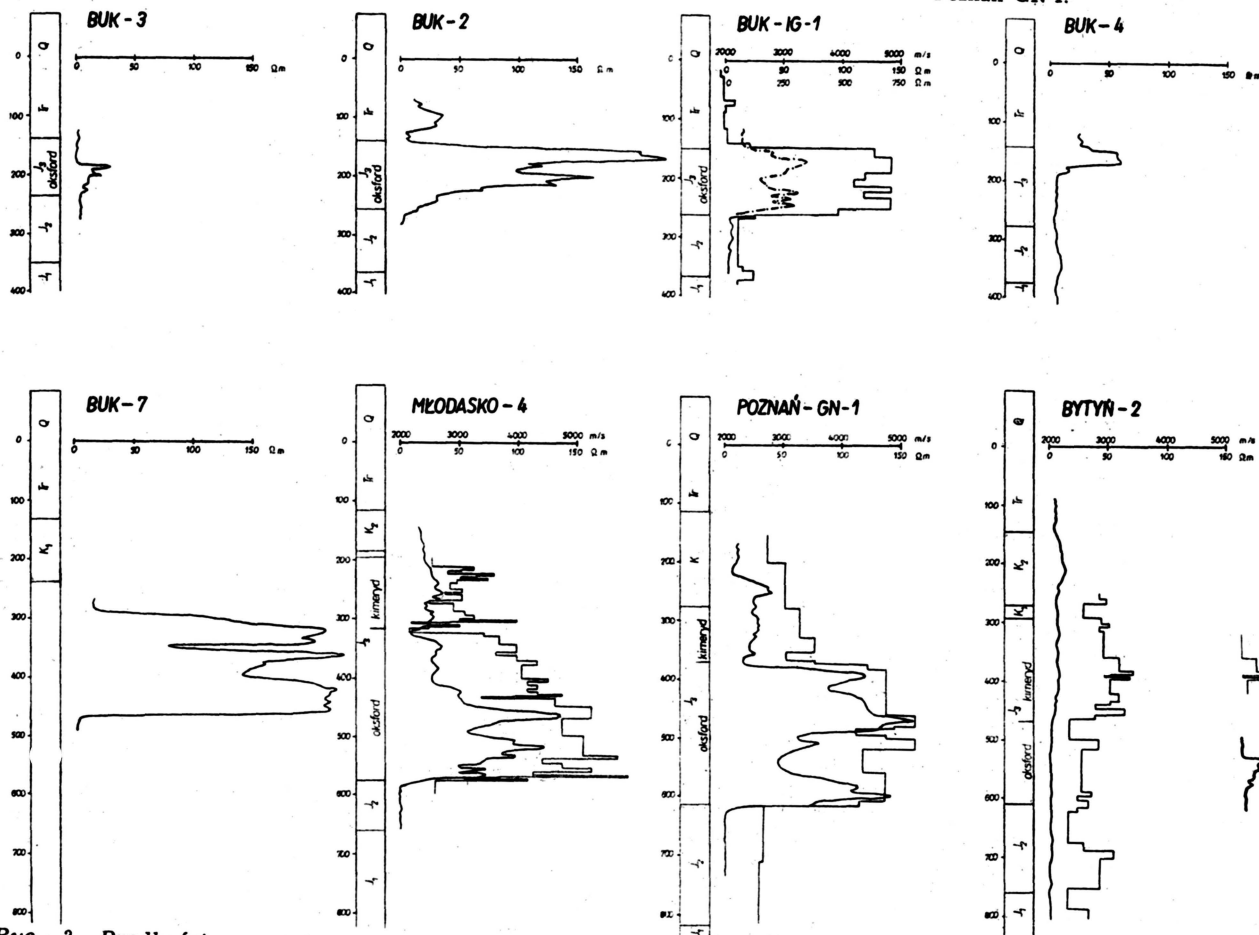


Ryc. 2. Górne odcinki hodografów pionowych będących wynikiem pomiarów średnich prędkości w otworach wiertniczych.

1 — Młodasko 4, 2 — Młodasko 1, 3 — Bytyń 2, 4 — Poznań GN-1.

Fig. 2. Upper sections of vertical hodographs representing the results of average velocity measurements in boreholes.

1 — Młodasko 4, 2 — Młodasko 1, 3 — Bytyń 2, 4 — Poznań GN-1.

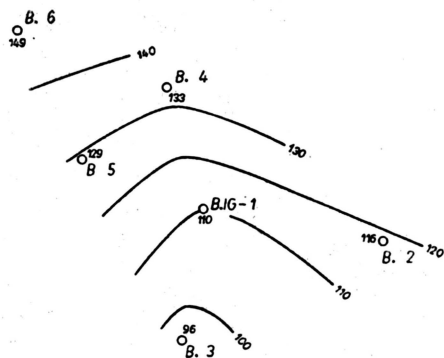


Ryc. 3. Prędkości warstwowe i oporności osadów malmu w niektórych otworach wiertniczych z północnej części monokliny przedsudeckiej.

1 — wykres prędkości warstwowych obliczonych na podstawie akustycznego profilowania prędkości, 2 — wykres oporności pozornych pomierzonych sondą M8.0 A 1.0 B.

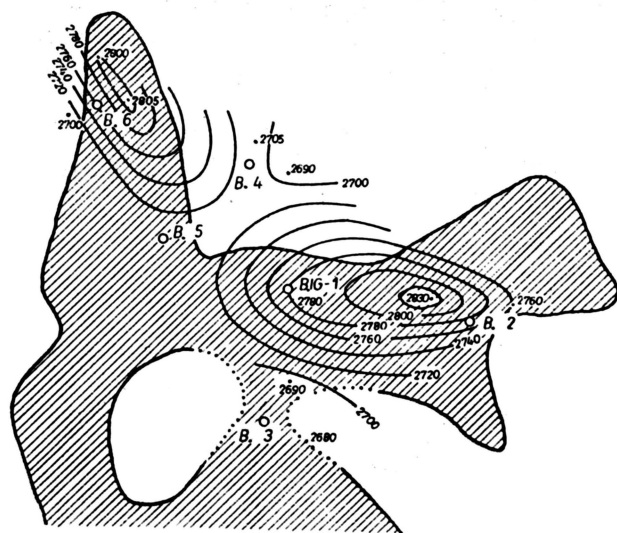
Fig. 3. Stratigraphic velocity and resistivity of Ma'm deposits from selected boreholes in the northern part of the Fore-Sudetic Monocline.

1 — graph of stratigraphic velocity calculated from acoustic velocity logging, 2 — graph of apparent resistivity values measured using plummet M8.0 A 1.0 B.



Ryc. 4. Mapa miąższości utworów oksfordu na strukturze Buk-S (według J. Kaczyńskiego).

Fig. 4. Map of thickness of Oxfordian deposits on the Buk — S structure (after J. Kaczyński).



Ryc. 6. Mapa średnich prędkości do stropu środkowego piaskowca w rejonie struktury Buk-S na tle stref obniżonej jakości wyników sejsmicznych.

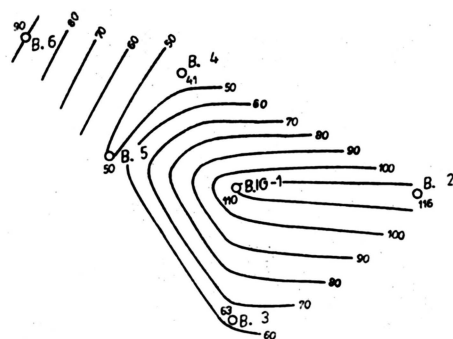
Fig. 6. Map of average velocity to the top of the Middle Buntsandstein in the area of the Buk-S structure versus zones of lower quality of seismic data.

5. Nie zaobserwowano dotychczas związku anomalii prędkości z morfologią stropu czy spągu osadów oksfordu.

WPLYW LOKALNYCH ANOMALII PRĘDKOŚCI NA WYNIKI PRAC SEJSMICZNYCH

Na obszarze północno-wschodniej części monokliny przedsudeckiej występują strefy wyraźnego osłabienia lub zaniku wyników badań sejsmicznych. Strefy te mają znaczny zasięg. Określa się je często mianem stref bezwynikowych. Załączony czasowy przekrój sejsmiczny 9-VII-74T (ryc. 7) przebiegający w bezpośrednim sąsiedztwie otworów wiertniczych Buk-3, Buk IG-1 i Buk-4 przecina jedną z takich stref. Przekrój ten wykonano aparaturą cyfrową, metodą 12-krotnego profilowania rozstawem o długości 2350 m, z odległością 50 m między grupami geofonów i odsunięciem 200 m. Grupowano 16 geofonów na kanał i po 3 otwory strzałowe.

W otworze Buk IG-1 stwierdzono anomalię prędkości w osadach malmu. Otwór ten leży w strefie bezwynikowej. Wyniki badań sejsmicznych — jak widać z załączonego przekroju — wyraźnie się poprawiają w stronę otworu Buk-4, gdzie nie stwier-



Ryc. 5. Mapa sumarycznych miąższości niezailonych utworów oksfordu na strukturze Buk-S (według J. Kaczyńskiego).

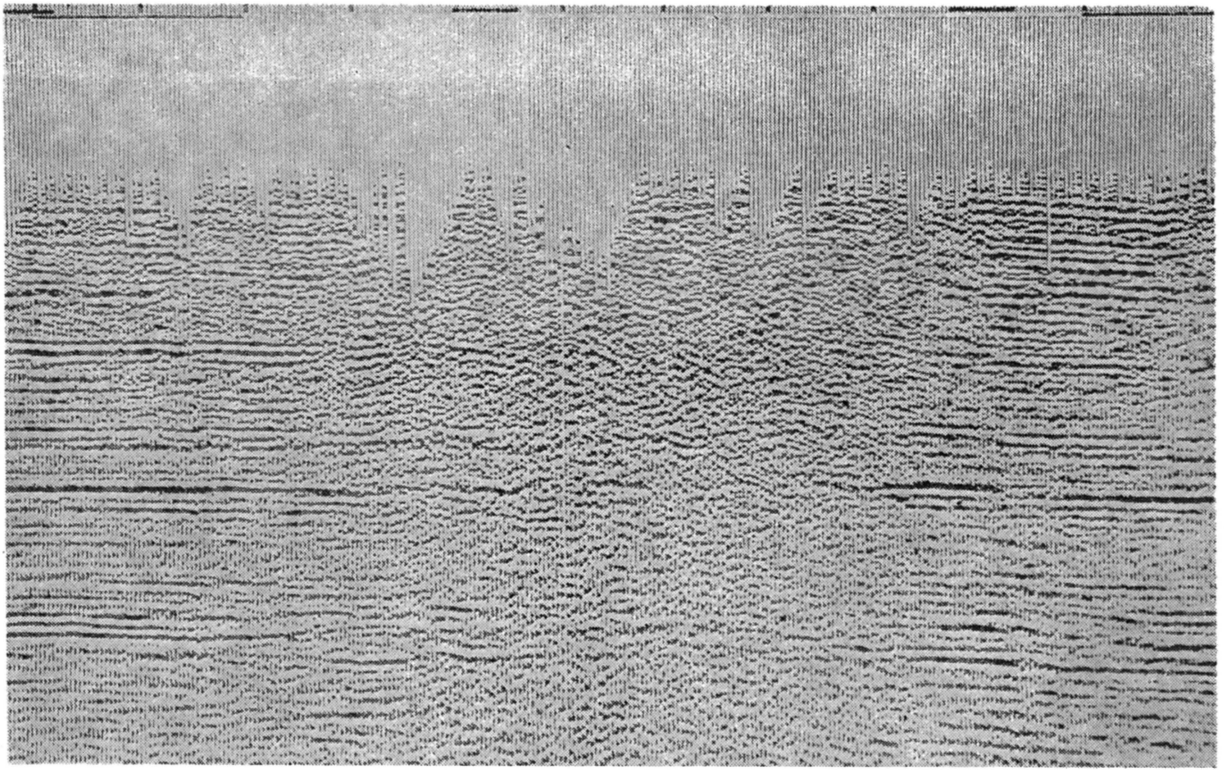
Fig. 5. Map of summative thickness of not-clayey Oxfordian deposits on the Buk-S structure (after J. Kaczyński).

dżono anomalnych prędkości związanych z malmem. W kierunku południowym strefa niskiej jakości wyników sięga natomiast daleko poza stwierdzoną anomalię prędkościową. W strefie tej leży również i otwór Buk-3, w którym anomalii prędkości nie stwierdzono. Anomalne prędkości w malmie, mimo że nie zostały stwierdzone w otworze Buk-3, występują jednak z całą pewnością na południe od tego otworu. Świadczy o tym występowanie na tym odcinku profilu fal refrakcyjnych o dużych prędkościach pozorowanych, które obserwować można na rejestracjach składowych wielokrotnego profilowania refleksyjnego. Otwór Buk-3 leży więc pomiędzy dwoma anomaliami prędkości. Przekrój sejsmiczny ze względu na duże schematyczności obserwacji daje obraz zgeneralizowany i dlatego dwie anomalie prędkości występujące z dwóch stron otworu Buk-3 na profilu 9-VII-74T są przyczyną jednej ciągłej strefy bezwynikowej.

Zastanowimy się obecnie, w jaki sposób lokalna anomalia prędkości może wpływać na jakość rejestracji sejsmicznych. Czasy przebiegu promieni sejsmicznych przechodzących przez ciało anomalne są mniejsze, co powoduje wyraźną deformację hodografu fali refleksyjnej. Deformacja taka występuje nad anomalią prędkości. W miarę zmiany współrzędnych punktu wzbudzenia fali refleksyjnej zmienia się również odległość odcinka zakłóconego anomalą od punktu strzałowego, co obserwuje się na wielu rejestracjach składowych wielokrotnego profilowania wykonanego w obszarze tej anomalii. Anomalia będzie miała szczególnie duży wpływ, gdy punkt wzbudzenia znajdzie się w jej strefie. W procesie sumowania metodą wspólnego punktu głębokościowego rejestracje sejsmiczne zakłócone przez anomalię sumują się nie w koincydencji, co obniża jakość wyników.

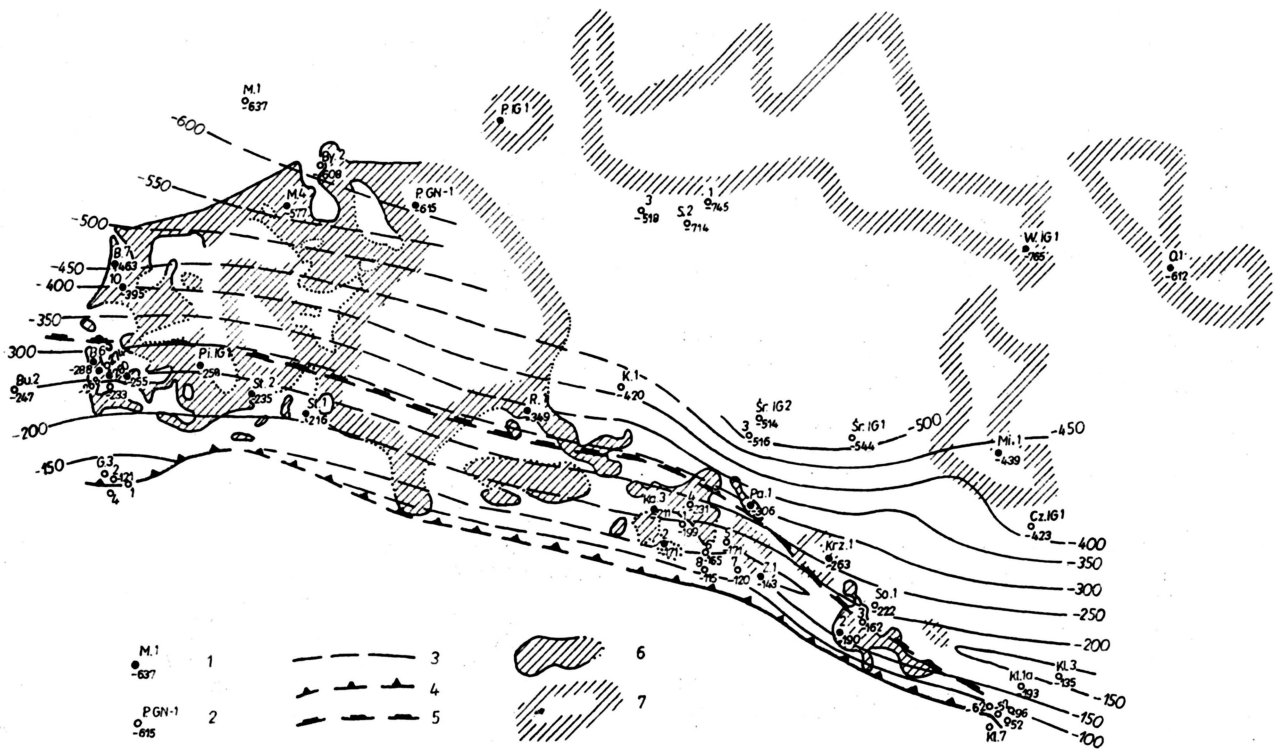
Ciało anomalne o dużej prędkości charakteryzuje duże współczynniki odbicia. Np., jeśli przyjmiemy, że osady kenezoiku charakteryzuje prędkość 1800 m/s a rafowe wapienie oksfordu 4500 m/s i uwzględnimy ponadto zmiany gęstości, to współczynnik odbicia w stropie wapieni będzie wynosił około —0,5. Występowanie ciał o anomalnie wysokiej prędkości jest powodem, że część energii wzbudzonej nad nimi odbija się od nich. Urozmaicona morfologia ciała anomalnego jest również przyczyną rozproszenia energii. Zjawiska te powodują, że na znacznej części rejestracji składowych wielokrotnego profilowania sejsmicznego w obszarze anomalnym obserwuje się intensywne fale zakłócające i brak fal użytecznych.

Przeanalizowano profile sejsmiczne z północnej części monokliny przedsudeckiej i z obszarów przyległych wykonane do 1975 r. włącznie. Na ich podstawie wydzielono strefy obniżonej jakości wyników sejsmicznych. Strefy te naniesiono na mapę (ryc. 8). Na mapie tej zaznaczono otwory wiertnicze, w których prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych w utworach malmu określono na podstawie pomiarów



Ryc. 7. Czasowy przekrój sejsmiczny 9-VII-74T.

Fig. 7. Seismic time section 9-VII-74T.



Ryc. 8. Mapa prawdopodobnego występowania facji rafowej w osadach oksfordu NE części monokliny przedsudeckiej i obszarów przyległych opracowana na podstawie zmian charakteru zapisu sejsmicznego. 1 — otwory wiertnicze, w których stwierdzono anomalnie wysokie prędkości lub oporności osadów oksfordu odpowiadające facji rafowej, 2 — otwory, w których nie stwierdzono anomalnie wysokich prędkości lub oporności osadów oksfordu (wartości liczbowe podane przy otworach oznaczają głębokość do spągu oksfordu), 3 — izohipsy spągu osadów oksfordu, 4 — granica zasięgu osadów oksfordu, 5 — granica zasięgu osadów kimerydu, 6 — obszary prawdopodobnego występowania facji rafowej oksfordu z zaznaczonymi granicami tych obszarów, 7 — obszary, w których również można spodziewać się występowania oksfordu w facji rafowej.

Fig. 8. Map of inferred occurrence of reef facies in Oxfordian deposits in the north-eastern part of the Fore-Sudetic Monocline and adjoining areas, made on the basis of changes in the nature of seismic record.

1 — boreholes in which were found anomalously high values of velocity or resistivity of Oxfordian deposits, corresponding to the reef facies, 2 — boreholes in which were not found any anomalously high values of velocity nor resistivity of Oxfordian (numbers marked next to boreholes give depth to the base of the Oxfordian), 3 — isohypses of base of the Oxfordian, 4 — extent of Oxfordian deposits, 5 — extent of Kimmeridgian deposits, 6 — inferred areas of occurrence of reef facies in the Oxfordian and their boundaries, 7 — areas in which Oxfordian deposits in reef facies may be also expected.

średniej prędkości pomiarów akustycznych lub oszacowano w przybliżeniu na podstawie pomiarów profilowania elektrycznego.

Otwory, w których stwierdzono anomalne prędkości rozchodzenia się fal sejsmicznych w osadach malmu leżą wewnątrz stref pogorszenia się wyników sejsmicznych, natomiast otwory, w których stwierdzono niskie prędkości w osadach malmu występują na ogół na zewnątrz tych obszarów*.

Pogorszenie wyników sejsmicznych może być również powodowane wielu przyczynami związanymi z budową strefy przypowierzchniowej lub z innymi czynnikami wgłębnymi. Jednakże przy przeprowadzaniu omawianej analizy stref obniżonej jakości wyników sejsmicznych eliminowano te zmiany charakteru zapisu sejsmicznego, które zdaniem autorów nie były związane z anomalnymi zmianami prędkości w osadach malmu.

UWAGI KOŃCOWE

Ze względu na wpływ, jaki zmiany własności fizycznych osadów oksfordu wywierają na jakość rejestracji fal sejsmicznych, pochodzących od leżących głębiej granic refleksyjnych, należałoby zwrócić baczniejszą uwagę na badanie utworów oksfordu. Wiele informacji o wykształceniu i parametrach fizycznych osadów oksfordu może przynieść interpretacja pomiarów geofizyki wiertniczej wykonanych w tych utworach, lecz niewielkie głębokości na jakich one zalegają w północno-wschodniej części monokliny przedsudeckiej są poważnym utrudnieniem w wykonywaniu i interpretacji tych pomiarów (duża średnica wierconych otworów i skawernowanie ich ścianek).

* Odstępstwo od tej reguły stanowią: Buk-3 i Kaleje-4, lecz należy tu nadmienić, że pogorszenie wyników sejsmicznych następuje nie tylko nad anomalią prędkości, lecz również i w bezpośrednim jej sąsiedztwie.

SUMMARY

Local anomalies in velocity of propagation of seismic waves, recorded in north-eastern part of the Fore-Sudetic Monocline, may be interpreted as a result of changes in facies of Oxfordian deposits from marly-clayey to reef limestone. The changes are responsible for the presence of zones of deteriorated quality of seismic data on reflection seismic profiles. An attempt is also made to define the extent of Oxfordian reef facies on the basis of nature of seismic record.

Ponieważ osady oksfordu o wysokich prędkościach charakteryzuje również bardzo wysoka oporność, do ewentualnej lokalizacji stref zalegania tych utworów należy wykorzystywać powierzchniowe metody elektrooporowe.

Załączona mapka (ryc. 8) może wskazać, gdzie można się spodziewać występowania wapieni rafowych w osadach oksfordu. W znacznej części rozpatrywanego obszaru zasięg rafowych osadów oksfordu jest hipotetyczny i wymaga potwierdzenia badaniami geologicznymi i innymi badaniami geofizycznymi. Autorzy uznali jednak za stosowne opublikować powyższe dane, które mogą być pomocne przy ewentualnych szczegółowych badaniach i przyczynić się mogą do dalszego rozpoznania geologicznego tego obszaru.

Wyjaśnienie głównej przyczyny występowania stref obniżonej jakości wyników badań sejsmicznych w północno-wschodniej części monokliny przedsudeckiej powinno spowodować poszukiwania takiej metody prac, która przyniosłaby poprawę tych wyników w omawianym regionie.

LITERATURA

1. Dąbrowska Z. — Malm w wierceniu Piekary. Kwart. Geol., 1960, nr 2.
2. Dąbrowska Z., Bielecka W. — Malm okolic Poznania. Ibidem, 1962, nr 1.
3. Dąbrowska Z. — Próba geologicznej interpretacji struktury Poznania. Księga pamiątkowa ku czci profesora Jana Samsonowicza. Wyd. Geol., 1962.
4. Dokumentacja wynikowa otworu Buk IG-1, 1964.
5. Dokumentacja wynikowa otworu Września IG-1, 1977.

РЕЗЮМЕ

В районе северо-восточной части предсудетской моноклинали встречаются местные аномалии скорости распространения сейсмических волн. По мнению авторов эти аномалии связаны с изменением мергелисто-глинистой фации отложений оксфордского яруса в фацию рифовых известняков. Эти изменения вызывают выступление зон с пониженным качеством сейсмических результатов на отряженных сейсмических профилях. Авторы делают попытку определения дальности рифовой фации оксфорда на основании характера сейсмической записи.