

UKD 550.834.5.05:"312".551.736 spąg (084.3)(438)

Waldemar JÓŹWIAK, Stefan MŁYNARSKI

## Stan rozpoznania sejsmicznego spągu cechsztynu

Przedstawiono dowiązanie stratygraficzne granic sejsmicznych w cechsztynie. Scharakteryzowano odbicia od przyspągowych partii tych utworów, rejestrowane w formie dynamicznej wiązki refleksów. Stwierdzono duże zróżnicowanie jakościowe danych, wynikające z wyrazistości rejestracji granicy  $Z_1$  i stopnia zagęszczenia linii profilowych. Przedstawiono fragmenty mapy sejsmicznej  $Z_1$  monokliny przed-sudeckiej, niecki mogileńskiej, niecki pomorskiej oraz fragment mapy  $Z_2$  platformy prekambryjskiej. Regionalny obraz sejsmiczny spągu cechsztynu można otrzymać dla 90% powierzchni występowania tych utworów

### WSTĘP

Rozpoznanie budowy utworów cechsztyńskich, a szczególnie określenie ich spągu, było jednym z podstawowych zadań, jakie stawiano od wielu lat przed badaniami sejsmicznymi. Dokładność uzyskiwanych informacji była zmienna i uzależniona od rozwoju metodyki i techniki pomiarów. Początkowo wiązano granicę  $Z$  z przyspągowymi utworami cechsztynu, następnie korelowano granicę sejsmiczną  $Z_1$  ze stropem anhydrytu dolnego werry. W miarę napływu danych wiertniczych i wzrostu ilości prac sejsmicznych przy jednoczesnej poprawie wyrazistości rejestracji refleksów, co nastąpiło w drugiej połowie lat 70-tych, przystąpiono do korelacji granicy sejsmicznej  $Z_1$  ze spągami utworów cechsztyńskich. Obecny stan informacji sejsmicznej o spągu cechsztynu jest uzależniony od dwóch zasadniczych czynników: stopnia zagęszczenia profili sejsmicznych i jakości rejestracji refleksów. W basenie permskim badania sejsmiczne były wykonywane przez górnictwo naftowe w formie powierzchniowych zdjęć półszczegółowych lub nawet szczegółowych, oraz przez Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych w formie pojedynczych lub powiązanych w siatkę profili regionalnych. Dotychczasowe wyniki zawarte zarówno w dokumentacjach poszczególnych grup sejsmicznych, jak i w zestawieniach zbiorczych dotyczyły jedynie wybranych obszarów, rzadko przekraczających powierzchnię jednego arkusza w skali 1:200 000.

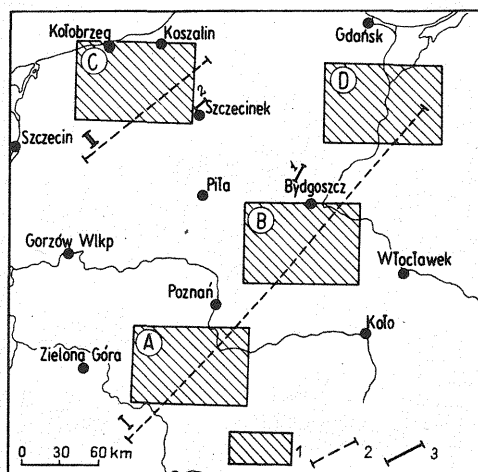


Fig. 1. Lokalizacja omawianych wyników sejsmicznych

Location of the discussed seismic data

1 – wybrane fragmenty mapy sejsmicznej zilustrowane na fig. 9A, B, C i D; 2 – linie przekrojów sejsmicznych; 3 – fragmenty sekcji sejsmicznych  
 1 – selected fragments of seismic map, shown in Figs. 9A, B, C and D; 2 – lines of seismic profiles; 3 – fragments of seismic sections

ALLER	Anhydryt graniczny	- Z <sub>4</sub>
	if czerwony górny	
	sól najmłodsza	
	anhydryt pegmatytowy	
LEINE	if czerwony dolny	- Z <sub>3</sub>
	sól młodsza	
	anhydryt główny	
	dolomit płytowy	
STRASSFURT	szary if solny	- Z <sub>2</sub>
	anhydryt kryjący	
	sól starsza	
	anhydryt podstawowy	
WERRA	dolomit główny	- Z <sub>1</sub>
	anhydryt górny	
	sól najstarsza	
	anhydryt dolny	
	wapień cechsztyński	- Z' <sub>1</sub>

Fig. 2. Dowiązanie stratygraficzne granic sejsmicznych

Stratigraphic control of seismic boundaries

Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub> – granice sejsmiczne (seismic boundaries)

Wyniki badań sejsmicznych zostały wykorzystane przy konstrukcji mapy spągu cechsztynu w ramach *Mapy tektonicznej cechsztyńsko-mezozoicznego kompleksu strukturalnego na Niziu Polskim* (R. Dadlez, red., 1980). Od tego czasu przybyło wiele informacji i to zarówno pomiarów sejsmicznych, jak i opracowań zbiorowych i reinterpretacji. Stanowiło to podstawę opracowania w Instytucie Geologicznym w 1983 r. mapy głębokościowej cechsztyńskich granic sejsmicznych. Mapa granicy sejsmicznej związanej ze spągami utworów cechsztynu została wykonana w orygi-

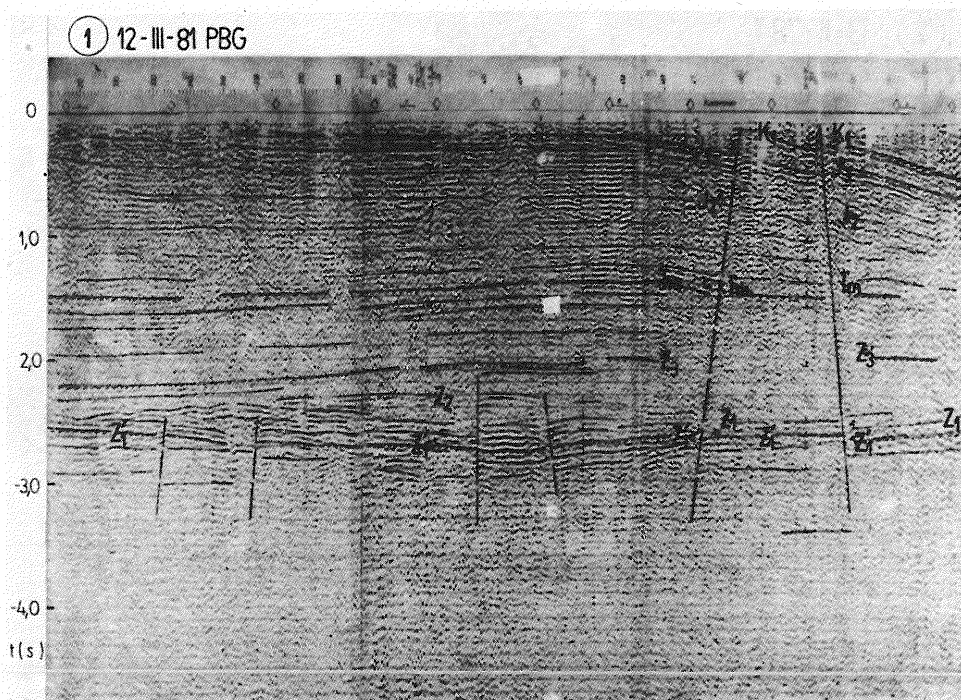


Fig. 3. Fragment przekroju czasowego

Fragment of time section

$K_1, J_1, J_2, T_m, Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5$  → granice sejsmiczne (seismic boundaries)

nale w skalach 1:200 000 i 1:500 000 z gęstością izohips co 100 m. Dla ilustracji wyników fragmenty tej mapy o różnym charakterze odwzorowania, których lokalizację przedstawia fig. 1, zostaną omówione w dalszej części opracowania. Do konstrukcji mapy zostały wykorzystane materiały źródłowe: A. Białka z 1983 r., J. Biłowej z 1979 r., M. Bojdysa z 1978 r., K. Cianciary z 1974 r., A. Czulińskiej, Z. Białowąsa i H. Tarnowskiego z 1980 r., A. Czulińskiej, B. Witeckiej i W. Wilka z 1981 r., W. Gurowa, H. Kirikowa i D. Wiśniewskiej z 1969 r., H. Grzesik, L. Kwiatkowskiej i B. Starańskiej z 1982 r., H. Jabłońskiego z 1980 r., J. Jurka z 1979 r., W. Kozłowskiego z 1972 r., B. Kuc z 1980 r., S. Młynarskiego i H. Jankowskiego z 1980 r., W. Pawłaka i R. Płockiego z 1972 r., K. Cianciary z 1977 r., K. Pietrzyka z 1978 r., M. Rudzik z 1980 r., R. Śmiechowskiego z 1978 r., Z. Winierskiej z 1975 r., M. Wilka z 1979 r., K. Wróbla i S. Szpinałskiej z 1979 r.

## CHARAKTERYSTYKA REJESTRACJI SEJSMICZNYCH

Badaniami sejsmicznymi uzyskuje się szereg granic odbijających, które pochodzą od utworów cechsztyńskich. Z dowiązania stratygraficznego (fig. 2) widać, że najgłębsza granica sejsmiczna  $Z_1$  odpowiada spągowi cechsztynu. Oprócz niej korelo-

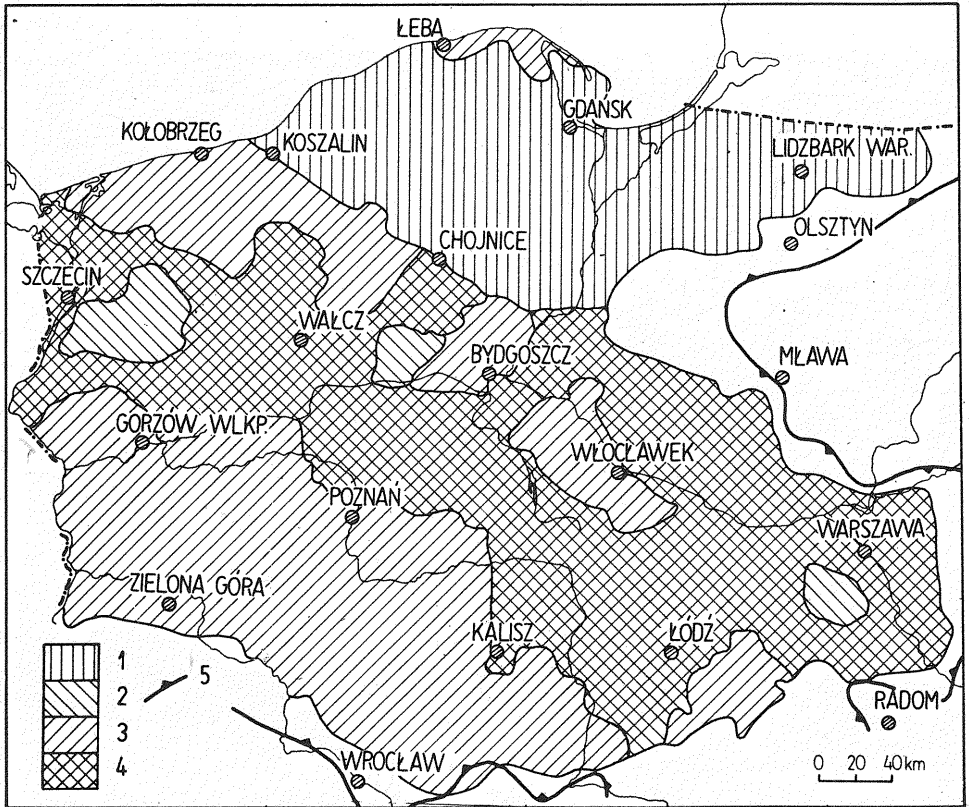


Fig. 6. Charakter źródłowych materiałów sejsmicznych

Character of source seismic material

Obszary zdjęć sejsmicznych z mapami granic: 1 -  $Z_2$ , 2 -  $Z_1$ , 3 -  $Z'_1$ ; 4 - obszary z profilami regionalnymi; 5 - granica zasięgu cechsztynu

Areas of seismic maps with maps of boundaries: 1 -  $Z_2$ , 2 -  $Z_1$ , 3 -  $Z'_1$ ; 4 - areas where regional profiles are completed; 5 - extent of Zechstein

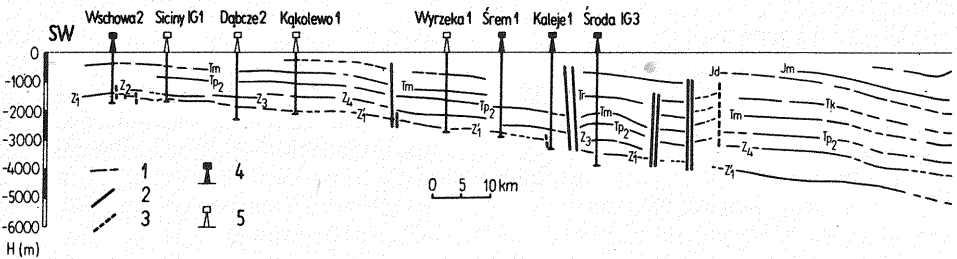


Fig. 7. Głębokościowy przekrój sejsmiczny I

1 - granice refleksyjne; 2 - uskoki o większym stopniu wiarygodności; 3 - uskoki o mniejszym stopniu wiarygodności; 4 - otwór wiertniczy na profilu; 5 - otwór wiertniczy rzutowany na profil; Jm, Jd, Tk, Tm, Tp<sub>2</sub>, Tp<sub>1</sub>, Z<sub>4</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>2</sub>, Z'<sub>1</sub> - granice sejsmiczne

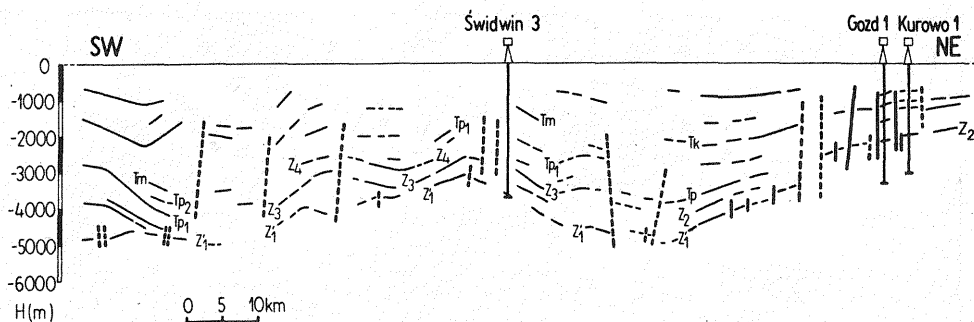


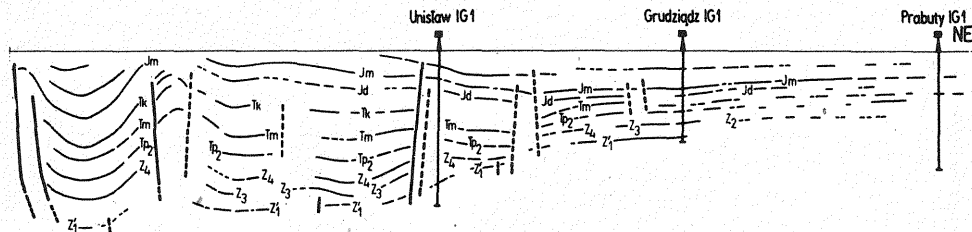
Fig. 8. Głębokościowy przekrój sejsmiczny II  
Depth seismic profile II

Objaśnienia jak na fig. 7

Explanations as given in Fig. 7

godności tej granicy (fig. 5). Przeważająca część obszaru charakteryzuje się wiarygodnością dostateczną, a ok. 25% dobrą. Pomijając tereny o słabej wiarygodności, można przyjąć, że na ok. 70% powierzchni zinterpretowana granica sejsmiczna pozwala na odzwierciedlenie budowy tektonicznej spągu cechsztynu. Są to na ogół rejonu objęte półszczegółowymi, a czasem i szczegółowymi zdjęciami sejsmicznymi, dla których konstruowano już mapy strukturalne (fig. 6). Wyjątek stanowi obszar na północny wschód od strefy Koszalina – Chojnic, a więc na platformie prekambryjskiej, gdzie dysponujemy w zasadzie zdjęciem sejsmicznym regionalnym, ale tutaj mamy do czynienia ze znacznie mniejszym zaangażowaniem tektonicznym. Należy jednocześnie podkreślić, że na podstawie materiałów źródłowych z lat 70-tych w obszarze tym nie można było wydzielić granicy sejsmicznej  $Z_1$ , co widać na przekroju I (fig. 7) na północny wschód od Grudziądza czy na przekroju II (fig. 8) w rejonie otworówiertniczych Gozd 1 i Kurowo 1. Najgłębszym rejestrowanym tutaj reflekssem jest granica  $Z_2$  wiązana z cyklotemem staffurt (fig. 6).

Hipotetyczna interpretacja w rejonach: Łaska – Łodzi – Łowicza, Konina – Gniezna – Torunia – Świecia, Gorzowa Wlkp. – Wąlcza – Chojnic czy Szczecina – Nowogardu jest wynikiem braku dostatecznego zagęszczenia profili sejsmicznych



Depth seismic profile I

1 – reflection boundaries; 2 – faults with good control; 3 – faults with less satisfactory control; 4 – borehole situated at the profile; 5 – borehole projected at the profile; Jm, Jd, Tk, Tm, Tp<sub>2</sub>, Tp<sub>1</sub>, Z<sub>4</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>1</sub> – seismic boundaries

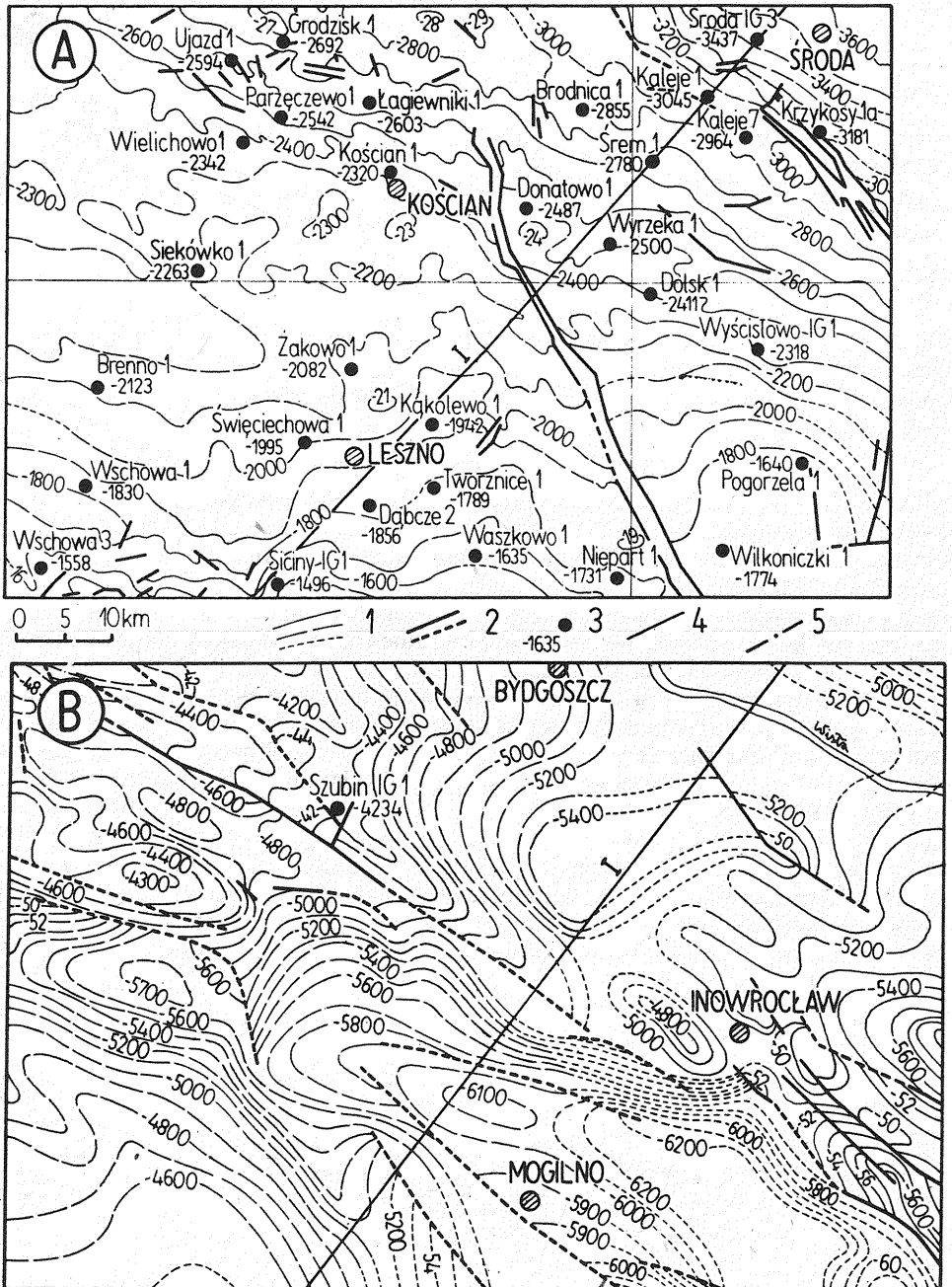
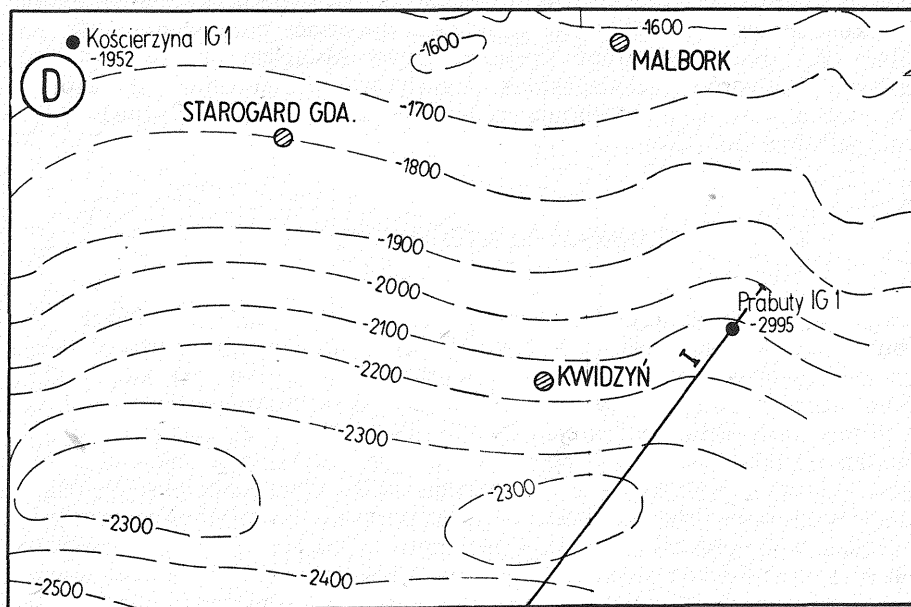
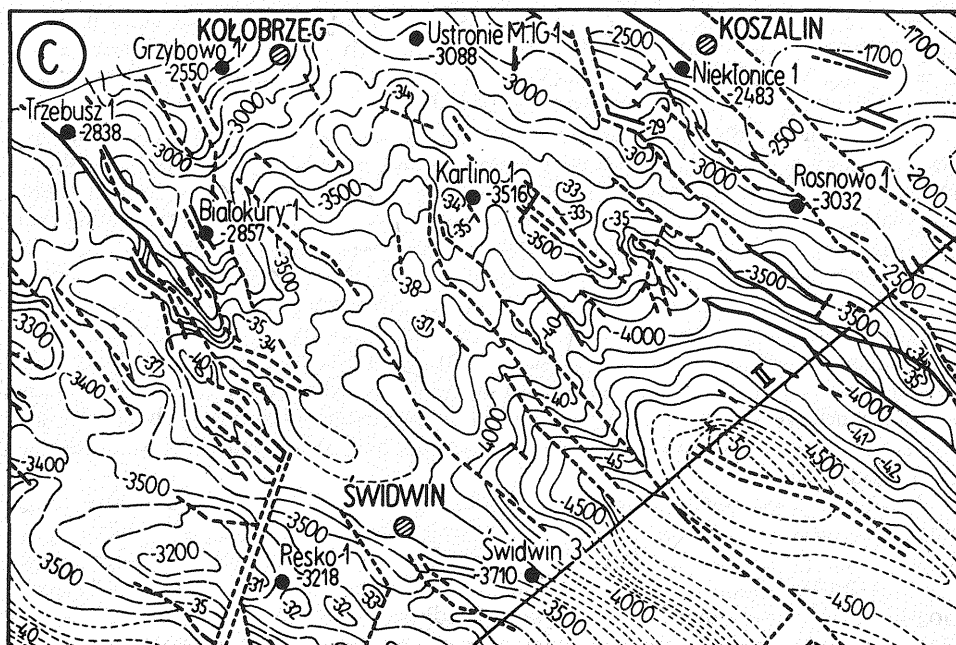


Fig. 9. Głębokościowe mapy strukturalne: A – granice  $Z_1$  monokliny przedsudeckiej, B – granice  $Z_1$  niecki mogileńskiej, C – granic  $Z_1$  i  $Z_2$  niecki pomorskiej i wału pomorskiego, D – granice  $Z_2$  platformy prekambryjskiej

Depth structural maps of: A – boundary  $Z_1$  in Fore-Sudetic Monocline, B – boundary  $Z_1$  in Mogilno Basin, C – boundaries  $Z_1$  and  $Z_2$  in Pomeranian Basin and Pomeranian Swell, D – boundary  $Z_2$  in Pomeranian Platform



1 – izohipsy o różnym stopniu wiarygodności; 2 – uskoki o różnym stopniu wiarygodności; 3 – otwory wiertnicze z nawierconą głębokością spągu cechsztynu; 4 – przebieg załączonych przekrojów sejsmicznych; 5 – izohipsy granicy sejsmicznej  $Z_2$

1 – isohypses varying in degree of reliability; 2 – faults with varying control; 3 – boreholes and depth to the base of Zechstein; 4 – course of the figured seismic profiles; 5 – isohypses of seismic boundary  $Z_2$



lub słabszej rejestracji granicy  $Z'_1$ . Dokonując powiązania źródłowych map uzyskujemy jednolity, dowiązany do otworów wiertniczych obraz strukturalny granicy  $Z'_1$  w rejonie monokliny przedsudeckiej i fragmentów sąsiednich niecek przylegających od strony północno-wschodniej (fig. 6).

W miarę jednolitym materiałem sejsmicznym dotyczącym granicy  $Z'_1$  dysponujemy również w niecce pomorskiej i warszawskiej, lecz w tym przypadku zdjęcia półszczegółowe i szczegółowe wymagają wzajemnego powiązania profilami regionalnymi (fig. 6), co znajduje wyraz w jakości materiałów (fig. 5). Obszary, dla których były opracowane mapy granicy  $Z_1$  (fig. 6) odpowiadającej stropowi anhydrytu werry, wymagały analizy przekrojów sejsmicznych. Wykorzystując fakt równoległości granic  $Z_1$  i  $Z'_1$ , jak to np. widać w części południowo-zachodniej fragmentu przekroju czasowego (fig. 3), i wprowadzając odpowiednią poprawkę, można było uzyskać mapę granicy  $Z'_1$ . Dla rejonu (fig. 6), dla którego brak jest map ze zdjęć powierzchniowych, obejmującego około 40% obszaru rejestracji granicy  $Z'_1$ , można określić budowę spągu cechsztynu dzięki interpretacji pojedynczych profili sejsmicznych. Jakość wyników (fig. 5) uzależniona jest od możliwości wzajemnego ich powiązania.

Niezależnie od omawianych czynników mających wpływ na sejsmiczny obraz spągu cechsztynu, istotną sprawą dla interpretacji głębokościowej jest stopień rozpoznania prędkości średnich. Z regionalnego punktu widzenia najwięcej wątpliwości budzą dane z rejonu Krośniewic – Kutna – Gostynia oraz Świdwina – Gozd, gdzie obserwujemy duże zmiany prędkości średnich przy znacznie ograniczonej ilości danych z otworów wiertniczych. W takich przypadkach trzeba się liczyć w przyszłości ze zmianami głębokości granicy  $Z'_1$ , co jednak nie powinno wpłynąć na zbytnią deformację struktur lokalnych. W wyniku dokonanej analizy można skonstatować, że informacje sejsmiczne dotyczące bezpośrednio ( $Z'_1$ ) lub pośrednio ( $Z_2$ ) spągu cechsztynu obejmują swym zasięgiem ok. 90% obszaru występowania utworów cechsztyńskich. Największe powierzchnie, dla których brak danych sejsmicznych, występują na wschód od Grudziądz a i Mińska Maz. oraz na południe od Piotrkowa Tryb.

## OBRAZ TEKTONICZNY

Granice sejsmiczne zinterpretowane na przekroju I (fig. 7) i II (fig. 8) charakteryzują budowę strukturalną całego kompleksu permomezoicznego. Zarejestrowano odbicia od utworów jury górnej (Jm) i środkowej (Jd), retyku (Tr), kajpru (Tk), wapienia muszlowego (Tm) oraz pstrego piaskowca środkowego ( $TP_2$ ) i dolnego ( $TP_1$ ). W utworach cechsztynu zarejestrowano refleksy  $Z_4$ ,  $Z_3$ ,  $Z_2$ ,  $Z_1$  i  $Z'_1$ , przy czym na jednym odcinku profilu występują co najwyżej trzy z wymienionych odbić. Najpełniejszy obraz przedstawia granica sejsmiczna  $Z'_1$ , która na przekroju I (fig. 7) w rejonie Wschowy – Środy charakteryzuje się dobrym dowiązaniem wiertniczym. Najmniejszą wiarygodność rejestracji uzyskano w najgłębszej partii przekroju na południowy wschód od otworu wiertniczego Unisław IG 1. Na północny wschód od otworu Grudziądz IG 1 obserwuje się tylko granicę sejsmiczną  $Z_2$  z przerwami korelacyjnymi jednak o małym zaangażowaniu tektonicznym, natomiast wzdłuż przekroju II (fig. 8) duże zaangażowanie tektoniczne utworów cechsztynu. Refleks  $Z'_1$  wykazuje znaczne deniwelacje poprzerywane często uskokami. W części północno-wschodniej przekroju II w rejonie otworu Gozd 1 i Kurowo 1 podobnie jak na przekroju I nie zarejestrowano granicy  $Z'_1$ , a najgłębiej leżący jest refleks  $Z_2$ .



Rozpatrując obraz tektoniczny można wydzielić kilka zasadniczo różniących od siebie obszarów. Pierwszy to monoklina przedsudecka (fig. 9A), gdzie spąg cechsztynu osiąga od  $-1000$  do  $-4000$  m głębokości. Występuje tu dużo drobnych uskoków i nie ma większych podniesień lokalnych. Charakterystyczny dla tego obszaru jest nieregularny przebieg izohips. Obraz taki wynika zarówno z istniejącej budowy geologicznej, jak i z dużej szczegółowości wykonanych prac sejsmicznych.

Kolejny obszar to w przybliżeniu niecka szczecińsko-mogileńsko-łódzka (fig. 9B), gdzie granica  $Z_1$  osiąga największe głębokości dochodzące do  $-6000$ , a nawet  $-7000$  m. W tym rejonie notuje się mało uskoków oraz spokojny przebieg izohips. Obraz ten najprawdopodobniej ulegnie zmianie z chwilą uzyskania danych ze zdjęć szczegółowych. Należy zwrócić uwagę, że mapa tego obszaru powstała w głównej mierze na podstawie interpretacji pojedynczych profili. Ponadto w rejonie Łęczycy – Kutna – Inowrocławia brak otworów wiertniczych, co powoduje słabsze rozpoznanie prędkości średnich, a w konsekwencji prowadzi do mniejszej wiarygodności interpretacji głębokościowej.

W niecce pomorskiej i na wale pomorskim (fig. 9C) oraz na kontakcie z platformą prekambryjską obserwuje się całe ciągi uskoków, głównie o kierunku NW – SE oraz znaczne deniwelacje strukturalne. Jest to rejon o dość dużym zagęszczeniu profili sejsmicznych, co znajduje odzwierciedlenie w szczególności obrazu.

Całkowicie odmienny charakter granicy sejsmicznej obserwowany jest na platformie prekambryjskiej (fig. 9D). Granica  $Z_2$  jest tu wiązana, jak już wspomniano, z cyklotemem stassfurt. Obserwuje się monoklinalne jej wynurzenie przy jednoczesnym zdecydowanie zmniejszonym zaangażowaniu tektonicznym. Trzeba wspomnieć, że w rejonie tym dysponowano wprawdzie zdjęciem wyłącznie regionalnym, ale prace szczegółowe wykonane w 1978 r. w rejonie Morąga – Ornety nie zmieniły obrazu strukturalnego, poza mniej zgeneralizowanym przebiegiem izohips.

Dzięki zasięgowi, na jakim występuje interesujący nas refleks  $Z_1$ , pomimo jego niejednorodności istnieje możliwość przedstawienia w miarę wiarygodnego regionalnego obrazu strukturalnego spągu cechsztynu na podstawie istniejących danych sejsmicznych.

Zakład Geofizyki  
Instytutu Geologicznego  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Nadesłano dnia 19 marca 1984 r.

## PIŚMIENNICTWO

- DADLEZ R., red. (1980) – Mapa tektoniczna cechsztyńsko-mezozoicznego kompleksu strukturalnego na Niżu Polskim. Wyd. Geol. Warszawa.
- JANKOWSKI H. (1974) – Refleksyjne badania sejsmiczne na Pomorzu Zachodnim w latach 1968 – 1972. Kwart. Geol., 18, p. 658 – 669, nr 3.
- JARZYNA A., PIETSCH K. (1977) – Identyfikacja śródcechsztyńskich granic odbijających północnej części monokliny przedsudeckiej na podstawie współczynników odbicia. Prz. Geol., 25, p. 595 – 598, nr 11.
- MŁYNARSKI S. (1976) – Budowa utworów cechsztyńskich na podstawie badań sejsmicznych na Pomorzu Zachodnim. Prz. Geol., 24, p. 538 – 549, nr 9.

Вальдемар ЮЗВЯК, Стефан МЛЫНАРСКИ

## СОСТОЯНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ ПОДОШВЫ ЦЕХШТЕЙНА

### Резюме

В статье показана стратиграфическая привязка сейсмических границ в цехштейне (фиг. 2). Охарактеризованы отражения от приподошвенных пород цехштейна, регистрируемые в виде динамического пучка рефлексов (Фиг. 3 и 4). Отмечается большая дифференцированность качества получаемых данных (фиг. 5 и 6), причиной чего является как четкость записи границы  $Z'_1$ , так и плотность линий профилирования. Рассмотрено тектоническое строение различных геологических элементов и показаны фрагменты сейсмической карты  $Z'_1$  по районам Предсудетской моноклинали (фиг. 9А), Могильненской впадины (фиг. 9В), Поморской впадины (фиг. 9С) и фрагменты карты  $Z_2$  по докембрийской платформе (фиг. 9D). Оценивается степень сейсмической изученности подошвы цехштейна и делается вывод о том, что регионально можно показать 90% площади залегания цехштейновых пород.

Waldemar JÓZWIAK, Stefan MŁYNARSKI

## THE STATE OF SEISMIC RECOGNITION OF THE BASE OF THE ZECHSTEIN

### Summary

The paper presents stratigraphic interpretation of seismic boundaries in the Zechstein (Fig. 2). Reflections from strata occurring near base of the Zechstein, recorded in the form of a dynamic bunch of reflections (Figs. 3 and 4), are characterized. In discussing the obtained data (Figs. 5 and 6), attention is paid to marked variability in their quality, connected with both distinctness of record of the boundary  $Z'_1$  and spacing of profile lines. The tectonic image obtained for individual geological units is reviewed and illustrated with fragments of seismic map  $Z'_1$  of the Fore-Sudetic Monocline (Fig. 9A), Mogilno Basin (Fig. 9B) and Pomeranian Basin (Fig. 9C), and a fragment of the map  $Z_2$  of the Precambrian Platform (Fig. 9D). Analysis of the degree of seismic recognition of the base of the Zechstein showed that regional image may be obtained for about 90% of the area of distribution of Zechstein strata.