

OBRAZ FALOWY CHARAKTERYZUJĄCY SKONSOLIDOWANY KOMPLEKS SKORUPY ZIEMI

UKD 550.834.5obraz falowy:550.347.62:551.243.1(438)

W ostatnich latach w badaniach skonsolidowanego kompleksu skorupy Ziemi w Polsce, obok głębokich sondowań sejsmicznych, coraz szerzej stosuje się metodę fal odbitych w strefie przed punktem krytycznym. W świetle dotychczasowych wyników uzyskanych tą metodą, co prawda jeszcze nielicznych, wskazane jest podjęcie próby syntetycznego ujęcia obrazu falowego, charakteryzującego własności sprężyste skonsolidowanego kompleksu skorupy Ziemi. Uzasadnieniem tego jest rejestrowanie odmiennego obrazu falowego nie tylko w poszczególnych regionalnych jednostkach geologicznych, ale nawet w regionach blisko siebie położonych, tj. w odległości mniejszej od głębokości występowania granic sejsmicznych. Skoro własności sprężyste ośrodka skalnego są wynikiem procesów geologicznych, to obraz falowy ułatwia poznanie przebiegu tych procesów. Trzeba odnotować, że w poszczególnych jednostkach geologicznych stosowano nieco inną metodykę pomiarów, zasadniczo dobieraną dla zapewnienia informacji o budowie utworów osadowych, co w jakimś stopniu utrudnia syntetyczne ujęcie rejestrowanego obrazu falowego. Mimo to, biorąc pod uwagę niewątpliwe zalety metody refleksyjnej, wynikające z jej założeń teoretycznych, należy uznać za celowe scharakteryzowanie rejestrowanego obrazu falowego na podstawie dotychczasowych badań.

CHARAKTERYSTYKA GRANIC SEJSMICZNYCH WYSTĘPUJĄCYCH W SKONSOLIDOWANYM KOMPLEKSIE SKORUPY ZIEMSKIEJ

Dla scharakteryzowania granic sejsmicznych można stosować różne kryteria, których wybór zależy głównie od ilości nagromadzonych danych. Uwaga ta odnosi się i do granic głębokich, chociaż trzeba stwierdzić, że natura ich nie jest dobrze znana. Budzą się zatem wątpliwości, czy kryteria wykorzystywane w pracach interpretacyjnych do oceny granic wiązanych z utworami osadowymi, będą słuszne i w jakim stopniu dla granic występujących w skonsolidowanym kompleksie skorupy Ziemi? Należy sądzić, że w miarę gromadzenia danych odpowiedź na to pytanie będzie znacznie łatwiejsza. Przyjmijmy, że takie kryteria, jak np. częstotliwość występowania fal odbitych, wyrazistość ich zapisu na przekrojach, ciągłość korelacji, niezgodność kątów upadu granic mogą stanowić podstawę do scharakteryzowania cech strukturalnych i tektonicznych ośrodka skalnego, występującego poniżej nadkładu osadowego.

INTENSYWNOŚĆ I CZĘSTOTLIWOŚĆ WYSTĘPOWANIA FAL

Intensywność fal należy do kryteriów najszerzej stosowanych przy opisie wyników sejsmicznych. Pozostaje to

w związku z dużą zależnością intensywności zapisu fal od stopnia zróżnicowania własności sprężystych na granicy dwóch warstw geologicznych. Rejestrując bowiem wyraźne fale odbite można stwierdzić, że w ośrodku skalnym występują granice o dużych współczynnikach odbicia. Nadmienimy, że na dynamikę zapisu fal rzutują także inne czynniki, w tym również i parametry wzbudzenia. Efekty tych ostatnich są łatwe do rozpoznania, gdyż wpływają one na fale rejestrowane w całym przedziale czasowym. Dynamika zapisu fal ma istotne znaczenie w pracach interpretacyjnych. Fale wyróżniające się intensywnością zapisu łatwiej jest korelować, a wyraźniejsze z nich traktowane są jako przewodnie. Czy jednak istnieje możliwość rejestrowania fal odbitych od granic występujących w skonsolidowanym kompleksie skorupy, fal różniących się dynamiką zapisu? Pytanie jest tym istotniejsze, że wśród sejsmików przeważał pogląd, iż fale odbite w strefie przed punktem krytycznym nie w każdym obszarze mogą być rejestrowane. Do takich obszarów w Polsce

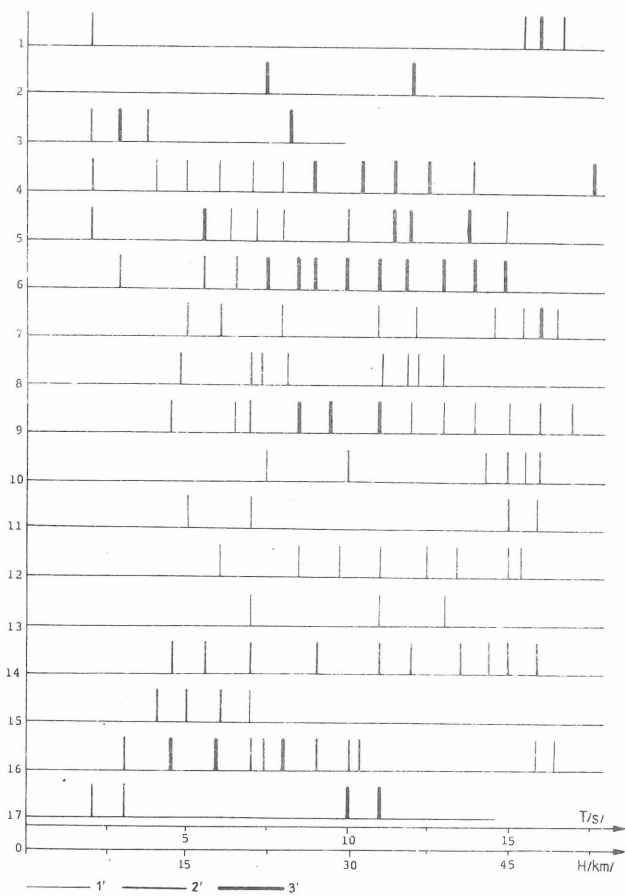


Ryc. 1. Szkic sytuacyjny pomiarów głębokich fal odbitych. Liczby na szkicu odpowiadają numerom wykresów na ryc. 2, 5, 6.

1 — regiony pomiarów.

Fig. 1. Location map of measurements of deep reflected waves. Numbers given in the map correspond to numbers of graphs in Figs. 2, 5 and 6.

1 — areas covered by the surveys.



Ryc. 2. Zestawienie intensywności zapisu fal odbitych od granic w skonsolidowanym podłożu.

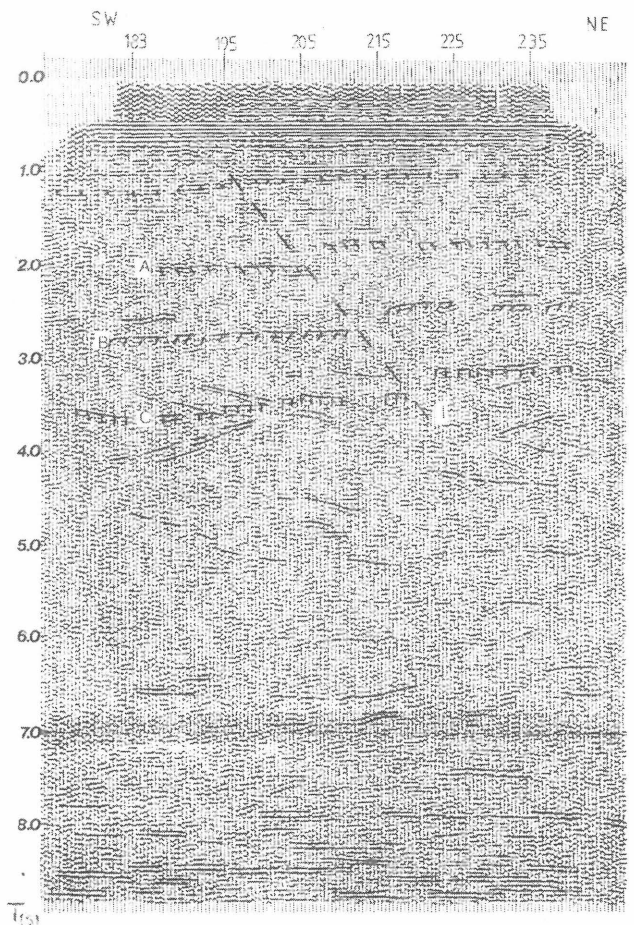
1', 2', 3' – fale o dynamice zapisu: niskiej (1'), średniej (2') i wysokiej (3'). 1–17 regiony pomiarów widoczne na ryc. 1: 1 – wyniesienie Łęby, 2 – wyniesienie mazurskie, 3–6 – Lubelszczyzna, 7–15 – centralna część basenu permjskiego, 16 – Górnośląskie Zagłębie Węglowe, 17 – niecka północnosudecka.

Fig. 2. Comparison of intensity of record of waves reflected from boundaries in consolidated basement.

1', 2', 3' – waves with record dynamics: low (1'), intermediate (2') and high (3'). 1–17 – surveyed areas shown in Fig. 1: 1 – Łęba Elevation, 2 – Mazury Elevation, 3–6 – Lublin region, 7–15 – central part of Permian Basin, 16 – Upper Silesian Coal Basin, 17 – North-Sudetic Basin.

zaliczano głównie basen permjski, w którym występujące utwory cechsztyńskie traktowano jako ekranujące energię fal sprężystych (3).

Na możliwość rejestracji fal odbitych od głębokich granic w strefie przed punktem krytycznym wskazują wyniki uzyskane w wielu rejonach kraju (ryc. 1). W zasadzie wszędzie rejestrowano fale odbite, chociaż ich intensywność, jak to ilustruje ryc. 2 jest różna w poszczególnych miejscach pomiarów. Dynamikę zapisu fal określono wizualnie na podstawie sejsmogramów lub przekrojów czasowych. Linie poziome informują o wartościach czasu występowania fal w poszczególnych regionach, które oznaczono numerami od 1 do 17, grubość linii pionowych zaś oznacza dynamikę zapisu fal. Wyodrębniono trzy grupy intensywności zapisu fal, a mianowicie falom najbardziej dynamicznym odpowiadają linie najgrubsze, najmniej intensywnym zaś – linie najcieńsze. Linie o grubości pośredniej wskazują na występowanie fal o dobrej dynamice, umożliwiającej pewne wyznaczenie przebiegu osi fali lub granicy odbijającej na przekroju czasowym. W przypadku występowania



Ryc. 3. Przykład zapisu uskoku I uzyskanego na Lubelszczyźnie (region Kolechowic).

A, B, C – granice występujące w podłożu skonsolidowanym.

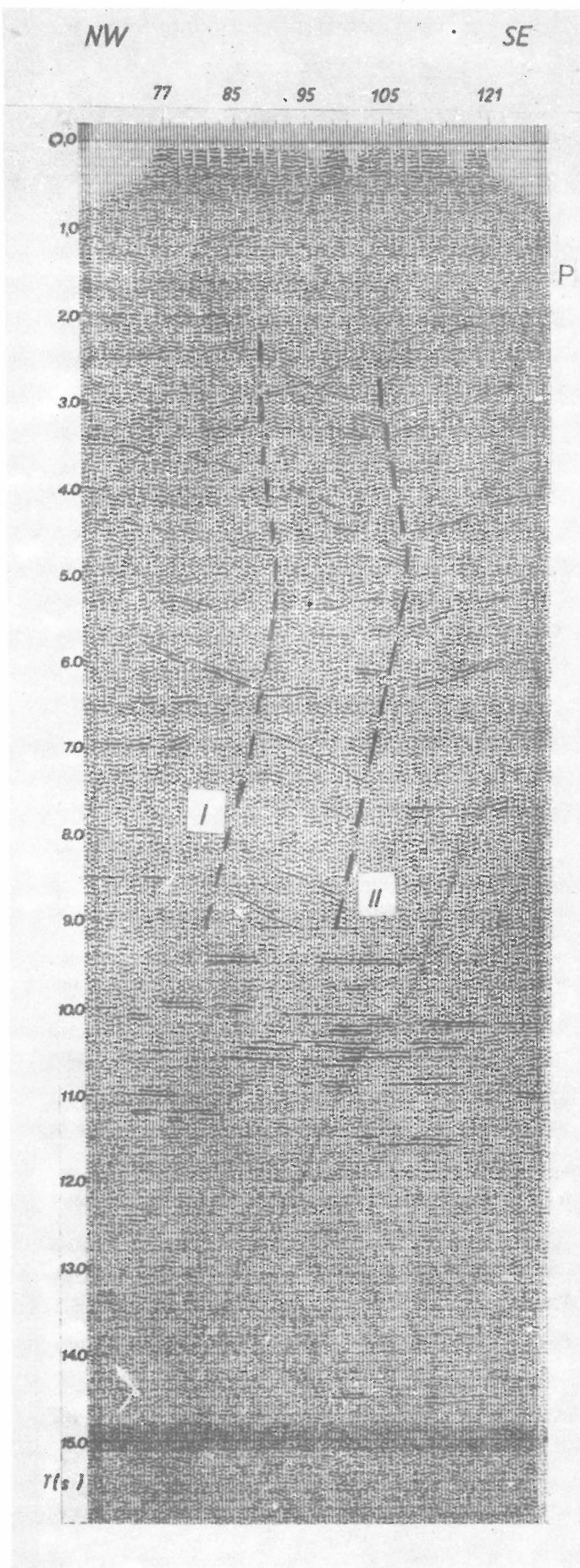
Fig. 3. Example of record of fault I, obtained in the Lublin region (Kolechowice area).

A, B, C – boundaries situated in consolidated basement.

dużego upadu granic sejsmicznych, czas rejestracji fal uśredniano dla wybranych długości odcinków przekrojów uznawanych za należące do bloków o podobnej charakterystyce własności sprężystych.

Na ryc. 2, oprócz linii czasu rejestracji refleksów, podano głębokości (H) występowania poszczególnych granic odbijających, zakładając że średnia prędkość przebiegu fal wynosi 6000 m/s. Wartość ta dla refleksów płytkich – do czasu około 5 s – w większości regionów, a zwłaszcza przy znacznej miąższości nadkładu osadowego, jest zawyżona. Na podstawie danych ryc. 2 można stwierdzić, że w każdym regionie zarejestrowano fale odbite. W wielu regionach są one intensywne lub niekiedy bardzo intensywne. Jedynie na wykresach nr 10–13 przeważają refleksy o złej dynamice. Wiąże się to z tym, że do analizy wykorzystano przekrój czasowy 25-III-82 opracowany wstępnie, a ponadto, a może przede wszystkim z tym, że w obszarze usytuowania przekroju należy liczyć się z silnymi zaburzeniami tektonicznymi, do czego powrócimy niżej.

Na uwagę zasługuje występowanie na Lubelszczyźnie (wykresy 3–6) dużej ilości fal dobrze widocznych nawet na sejsmogramach odtworzonych w aparaturze polowej, a więc bez zastosowania procesów przetwarzania polepszających dynamikę fal użytecznych. Na wykresach 3–6 fale intensywne grupują się w przedziale czasu 9–14 s. Głębsze refleksy, mimo że czas rejestracji np. w okolicy



Ryc. 4. Przekrój czasowy uzyskany w centralnej części niecki północnosudeckiej.

I, II – strefy zaburzone tektonicznie, P – granica wiązana z utworami permickimi.

Chełma i Krasnegostawu (wykresy 5, 6) był wydłużony do 18 s, nie występują. Wyjątek stanowi tu region Sawina (wykres 4), gdzie na bardzo krótkim odcinku, równym 600 m granicy odbijającej występuje wyraźna fala na 17,8 s. Odnotujmy, że odcinek ten położony jest na SW od rozłamu o nazwie pochodzącej od regionu prac (6) i przypada na początek analizowanego przekroju 20-II-82. Stąd też trudno jest mówić o obszarze rejestracji tej fali odbitej bardzo głęboko, gdyż na około 54 km. Natomiast fale odbite od granic występujących w przedziale głębokości 45–50 km uzyskano w obszarze wyniesienia Łęby, niecki i wału pomorskiego, na W i NW od Bydgoszczy oraz na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. W tej ostatniej jednostce geologicznej fale mają słabą dynamikę zapisu.

Na podkreślenie zasługuje fakt rejestrowania intensywnych fal głębokich, występujących na 15–16 s (ryc. 2) w regionie Bydgoszczy, tj. w centralnej części basenu permickiego, gdzie w zasadzie w miarę pełne dane refleksyjne kończyły się na utworach cechsztyńskich. Trzeba odnotować, że tak istotne zwiększenie zasięgu głębokościowego badań refleksyjnych uzyskano poprzez zmianę parametrów metodyki prac, co szerzej omówiono w publikacjach (4, 5). Jednocześnie wskazuje to na duże możliwości metody refleksyjnej, które dotychczas nie są w zadowalającym stopniu wykorzystywane w badaniach podstawowych, wykonywanych przez Instytut Geologiczny, a do zadań których powinno się zaliczać obecnie także rozpoznanie budowy skonsolidowanego podłoża, przynajmniej na wybranych profilach sejsmicznych. Ponadto zwiększenie zasięgu głębokościowego metody refleksyjnej w centralnej części basenu permickiego obala dotychczasową szeroko rozpowszechnioną opinię o ekranujących właściwościach utworów cechsztyńskich.

W nawiązaniu do ryc. 2 można stwierdzić, że intensywność fal uzyskanych na tych samych odcinkach przekrojów jest różna w poszczególnych przedziałach czasowych. Świadczy to o tym, że zmiany dynamiki fal spowodowane są głównie czynnikami wglębnymi, do których trzeba zaliczyć głównie zróżnicowanie wartości oporności akustycznych na granicach sejsmicznych w skonsolidowanym kompleksie skorupy Ziemi. Na podstawie ryc. 2 można uważać, że w ujęciu regionalnym istnieje podobieństwo w występowaniu takiej cechy fal jak intensywność. Tym niemniej zauważa się też i różnice. Tak np. w rejonie Chełma (wykres 5) zarejestrowano bardzo wyraźną falę na około 5,6 s, której nie obserwuje się na pozostałych wykresach z obszaru Lubelszczyzny (wykresy 3, 4, 6). Daje to podstawę do sądenia, że w skonsolidowanym podłożu można spotykać wyraźne granice o lokalnym rozprzestrzenieniu. Występowanie takich granic wskazuje na istnienie odmiennego rozkładu własności sprężystych w poszczególnych regionach, nawet położonych blisko siebie. Granice o takim charakterze mogą jednocześnie wskazywać na to, że skonsolidowany kompleks skorupy ma blokowy charakter budowy.

TEKTONIKA I CIĄGŁOŚĆ GRANIC SEJSMICZNYCH

Obraz falowy charakteryzujący skonsolidowany kompleks skorupy Ziemi

Badania metodami sejsmicznymi tektoniki dowolnego kompleksu skalnego zalicza się do zadań trudnych. Dla

Fig. 4. Time section obtained in central part of the North-Sudetic Basin.

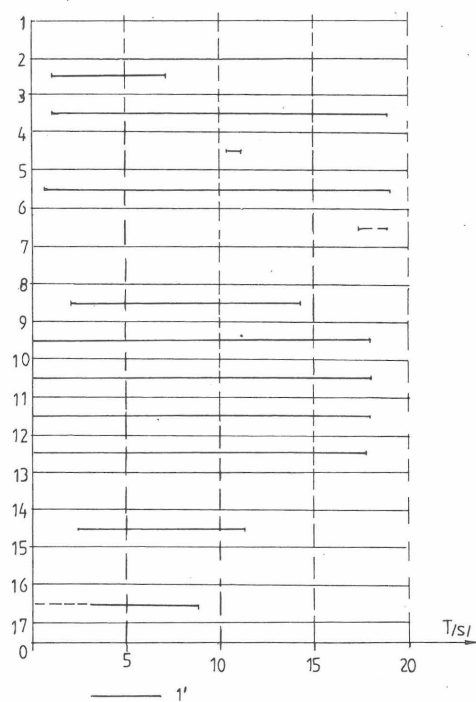
I, II – tectonically disturbed zones. P – boundary related to Permian rocks.

pewniejszego zlokalizowania stref zaburzonych wykorzystuje się dane kilku metod geofizycznych, a także i przesłanki geologiczne. Jak dotychczas, w Polsce nie stawiano przed metodą refleksyjną zadania rozpoznania tektoniki skonsolidowanego podłoża. Powodem tego było powszechne przekonanie, że cel taki jest nieosiągalny. W świetle uzyskanych wyników refleksyjnych był to pogląd błędny. Rozpatrzymy problem wyznaczania stref zaburzeń tektonicznych w skonsolidowanym podłożu na przykładzie przekrojów czasowych pochodzących z obszaru Lubelszczyzny i niecki północnosudeckiej, a przedstawionych na rycinach 3 i 4.

Na przekroju czasowym z obszaru Lubelszczyzny (ryc. 3) uzyskano kilka granic sejsmicznych, z których granice A, B i C należy wiązać z kompleksem skonsolidowanym. Wyznaczone one zostały głównie na podstawie zgodności osi faz fal, a więc kryterium uważanego za wystarczające do wykonania korelacji fal odbitych. Charakter zapisu tych granic, a także granicy płytszej, występującej w przedziale czasu 1,0–1,2 s, wskazuje na istnienie uskoku I, którego SW skrzydło jest zrzucone. Zmiana zapisu polega na powstaniu przerw w korelacji fal oraz przemieszczeń granic pionowych. Wydłużenie zatem czasu rejestracji fal, poza interwał występowania na przekroju utworów osadowych, pozwoliło na pewniejsze wyznaczenie uskoku oraz umożliwiło określenie jego płaszczyzny, zapadającej na NE. Stąd też nasuwa się wniosek, że w badaniach tektoniki nawet tylko utworów osadowych wskazane jest rozszerzenie przedziału czasu rejestracji na podłożu skonsolidowane.

Na przekroju o kierunku NW–SE, uzyskanym w środkowej części niecki północnosudeckiej, obserwuje się fale o stosunkowo dobrej intensywności zapisu, występujące od 2,5 do 9 s (ryc. 4). Mimo, że ze względu na zbyt krótki odcinek przekroju, wynoszący zaledwie kilka kilometrów, interpretacja obrazu falowego jest utrudniona, to jednak daje się zauważyć pewne szczególne cechy zapisu. Na podkreślenie zasługuje brak granic wiązanych z utworami osadowymi, chociaż profil usytuowany jest w środkowej części niecki, a więc w obszarze o największej miąższości osadów. Na omawianym odcinku przekroju (ryc. 4) charakterystyczne jest ułożenie osi fazowych fal zarejestrowanych w przedziale czasu 3–9 s. Fale te o cechach fal odbitych wskazują na wyraźną zmianę kierunków upadu granic występujących do 9 s, tj. do głębokości około 27 km.

Warto podkreślić, że zmiana kierunków upadu granic jest ważnym kryterium przy rozpoznawaniu uskoków w utworach osadowych. Istnieją zatem podstawy, by w miejscach zmian kierunku nachylenia osi fazowych, oznaczonych na przekroju liniami przerywanymi I i II, liczyć się z możliwością występowania stref zaburzonych tektonicznie, obecność których uzasadniały także brak wyników dla utworów kredy i permu. O szerokości stref trudno sądzić, gdyż przekrój opracowano bez zastosowania procesu migracji, udokładniającego położenie granic odbijających. Strefy te jednak nie wydają się szerokie, mimo że obejmują znaczny przedział głębokości, a w ujęciu regionalnym można je traktować jako jedną strefę, tym bardziej że mają one na przekroju czasowym podobny przebieg. Odnotujemy, że przekrój opracowano bez zastosowania procesów migracji, dlatego też położenie granic odbijających i samej strefy na przekroju zmieni się po zastosowaniu tego procesu. Jednakże istnienie strefy nie budzi wątpliwości. Strefa ma kierunek przebiegu SW–NE, czyli – jak się wydaje – przecina w poprzek niekę północnosudecką. Ze względu na duży interwał głębokościowy, zaburzony przez strefę, można nazwać ją rozłamem. Trudno jednak stwierdzić, czy rozłam zaburza także granice



Ryc. 5. Zestawienie przedziałów czasowych występowania stref zaburzeń tektonicznych.

1' – strefy zaburzone, 1–17 – jak na ryc. 2.

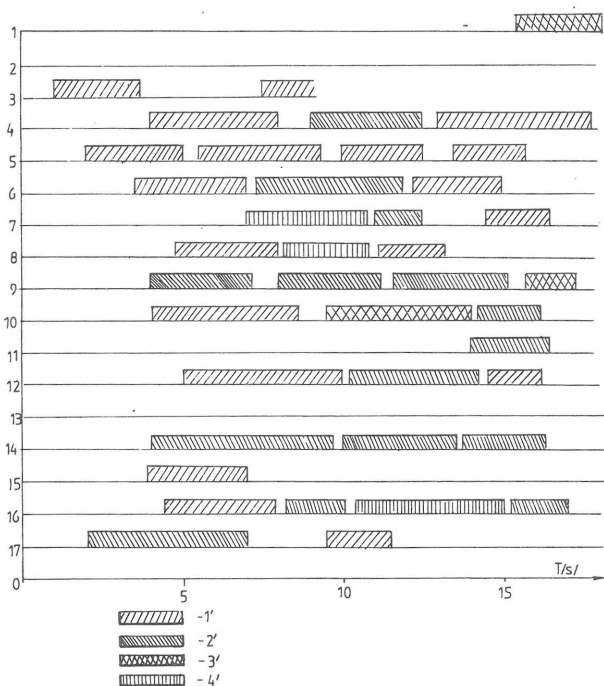
Fig. 5. Comparison of time sections of occurrence of tectonically disturbed zones.

1' – disturbed zones, 1–17 – as in Fig. 2.

występujące w przedziale czasu 10–11 s, które w świetle wyników VII profilu międzynarodowego (1) należy wiązać ze strefą nieciągłości Moho, chociaż trzeba stwierdzić, że wskutek poziomego składania impulsów sejsmicznych w metodzie wielokrotnych pokryć, zastosowanej na omawianym odcinku przekroju, uzyskuje się wydłużenie granic odbijających, co utrudnia rozpoznanie uskoków.

Nadmienimy, że na pewność wyznaczenia dyslokacji wpływa wiele czynników, a głównie ilość materiałów geofizycznych. Stąd też na podstawie pojedynczych przekrojów, w dodatku stosunkowo krótkich, trudno jest w dostatecznie pewnym stopniu charakteryzować tektonikę skonsolidowanego podłoża. Ważniejsze jest wykazanie możliwości stosowania metody refleksyjnej w badaniach tektoniki podłoża skonsolidowanego, co potwierdzają omówione przykłady, podobnie jak i zestawienie wyników na ryc. 5. Na ryc. 5 naniesiono przedziały czasowe, w których jest bardzo prawdopodobne, a często i pewne, występowanie stref zaburzonych tektonicznie w poszczególnych regionach pomiarów głębokich fal odbitych. Przy wyznaczaniu stref korzystano z kryteriów stosowanych w badaniach granic w utworach osadowych.

Nawiązując do ryc. 5 należy stwierdzić, że w wielu regionach obserwuje się strefy zaburzeń tektonicznych. Wskazuje to na stosunkowo szerokie ich występowanie w skonsolidowanym podłożu. Prawdopodobnie wynika to stąd, że większość profilów przyjętych do analizy zlokalizowano w obszarze kontaktu regionalnych jednostek geologicznych lub w pobliżu znanych struktur tektonicznych, np. Kocka na Lubelszczyźnie. Znaczna część wyznaczonych na przekrojach refleksyjnych stref zaburzonych tektonicznie, ze względu na duży przedział głębokości występowania, jak o tym świadczą np. wykresy 10–13 na ryc. 5,



Ryc. 6. Wyodrębnione kompleksy w skonsolidowanym podłożu.

1'–3' – kompleksy o upadach granic sejsmicznych: małych do kilku stopni (1'), większych i zmiennych (2'), większych ale równoległych (3') i kompleksy, z których nie rejestrowano fal (4'), 1–17 – jak na ryc. 2.

Fig. 6. Complexes differentiated in the consolidated basement.

1'–3' – complexes with dip of seismic boundaries: low angle (1'), high angle, varying (2'), high angle but parallel (3'); 4' – complexes for which no waves were recorded; 1–17 – as in Fig. 2.

powinna być zaliczona do rozłamów, które oddzielają poszczególne bloki skorupy Ziemi, tak istotnie różniące się pod względem rozkładu własności sprężystych. Podkreślmy, że najlepiej jest to widoczne na przekroju 25-III-82 usytuowanym nieco na W od linii Więcbork–Tuchola. Odnotujmy, że na przekroju tym strefę kontaktu dwóch platform należy wyznaczyć w rejonie Tucholi (wykres 13 ryc. 1, 5). Jeżeli nawet okaże się, na podstawie dodatkowych profilów sejsmicznych, że kontakt platform znajduje się w innym miejscu, to i tak uchwyconą strefę w rejonie Tucholi należy zaliczyć do jednej z ważniejszych, dzielącej skorupę Ziemi na bloki bardzo różniące się rozkładem własności sprężystych. Strefa ta o tak dużym zasięgu głębokościowym, zaburzająca utwory mezozoiczne, paleozoiczne oraz kompleks skonsolidowany skorupy Ziemi musi mieć również znaczną długość.

Na podstawie dotychczasowych wyników uzyskanych metodą refleksyjną daje się zauważyć związek ciągłości granic sejsmicznych w skonsolidowanym podłożu z tektoniką tego kompleksu. Wpływ tektoniki na ciągłość korelacji fal odbitych w strefie przed punktem krytycznym wydaje się większy od zmian własności sprężystych wzdłuż granic lub nawet zmian miąższości kontaktujących skał. Można to wnioskować na podstawie wyników uzyskanych na najdłuższym z dotychczas wykonanych profilów sejsmicznych 25-III-82, wynoszącym około 60 km, i który miał na celu rozpoznanie budowy nadkładu osadowego oraz skonsolidowanego podłoża. Pozostałe profile, na których rejestrowano fale odbite od głębokich granic, były stosunkowo krótkie, stąd też nie można określić ciągłości śledzenia granic występujących w skonsolidowanym kompleksie skal-

nym. Jednakże wniosek dotyczący wpływu tektoniki na ciągłość granic sejsmicznych można będzie potwierdzić, a właściwie pełniej uzasadnić po wykonaniu kilku regionalnych profilów, o długości co najmniej zbliżonej do długości przekroju 25-III-82. Tym niemniej przy projektowaniu badań refleksyjnych podłoża skonsolidowanego należy mieć na uwadze prawdopodobne kierunki przebiegu stref zaburzonych, a ściślej rozłamów. Pierwsze profile regionalne o rozszerzonym celu badań na kompleks skonsolidowany skorupy Ziemi powinny mieć kierunek bliski do prostopadłego względem granic podstawowych jednostek geologicznych, na co wskazują także wyniki głębokich sondowań sejsmicznych (1, 2).

Kompleksy strukturalno-tektoniczne

Badania refleksyjne skonsolidowanego podłoża skorupy Ziemi wskazują na występowanie zróżnicowania obrazu falowego rejestrowanego w podanych na ryc. 1 regionach lub nawet na oddzielnych odcinkach przekroju 25-III-82. Różnice w zapisie sejsmicznym dotyczą liczby fal i ich intensywności, długości i częstotliwości występowania przerw w korelacji fal, wielkości i kierunków upadu granic, a także uzyskiwanego zasięgu głębokościowego. Biorąc za podstawę charakter obrazu falowego wyodrębniono w poszczególnych regionach prac kompleksy mające pewne wspólne cechy zapisu sejsmicznego (ryc. 6).

Trzeba stwierdzić, że ustalenie przedziałów występowania kompleksów nie zawsze jest jednoznaczne. Przykładem mogą być omawiane już przekroje z obszaru Lubelszczyzny i niecki północnosudeckiej – ryciny 3–4. Na przekrojach tych wyodrębniono po 2 kompleksy (wykres 3 i 17 – ryc. 6), mające łatwo zauważalne cechy zapisu, które wyżej omówiono. Natomiast trudno jest jednoznacznie określić granicę między tymi kompleksami. Tak np. na przekroju z Lubelszczyzny (ryc. 3), za spąg płytszego kompleksu przyjęto granicę C i uznano, że strop najgłębszego występuje na około 7,5 s. Natomiast przedział przekroju zawarty między granicą C a 7,5 s ma pewne cechy zapisu, na podstawie których można by zwiększyć miąższość wyodrębnionych już kompleksów, albo też wydzielić nawet kolejny kompleks. Ze względu na krótki odcinek przekroju uznano, że właściwiej będzie wyodrębnić dwa kompleksy w granicach podanych na ryc. 6 (wykres 3). Analogiczny sposób rozumowania przyjęto przy wyodrębnianiu kompleksów na przekroju z obszaru niecki północnosudeckiej (ryc. 4), na którym budzi wątpliwości, co do przyporządkowania, przedział czasowy zawarty między 6 i 9. Na podstawie analizy obrazu falowego uzyskanego na tym przekroju, kompleks płytszy można podzielić na 2 a nawet 3 bloki, między którymi przebiegają granice wzdłuż stref tektonicznych I i II.

W świetle danych ryc. 6, w skonsolidowanym podłożu występuje różna liczba kompleksów. Fakt ten wskazuje na urozmaiconą budowę skonsolidowanego podłoża w Polsce. O złożoności budowy takiego podłoża można sądzić także na podstawie upadów granic sejsmicznych, które niekiedy są równoległe w wyodrębnionych kompleksach, bądź też zmienne co do wielkości i kierunków upadu na tych samych odcinkach przekrojów. W kilku przypadkach zauważono kompleksy charakteryzujące się wyjątkowo małą liczbą fal odbitych. Jeżeli jeszcze dodamy fakt rejestrowania fal o różnej intensywności występowania stref zaburzonych tektonicznie, a niekiedy i rozłamów tnących całą skorupę Ziemi łącznie z utworami osadowymi (np. wykres 10, 11, 12 – ryc. 5) to trzeba stwierdzić, że obraz budowy skonsolidowanego podłoża w Polsce jest nie tylko zróżnicowany, ale i złożony.

WNIOSKI

W świetle dotychczasowych wyników metoda fal odbitych w strefie przed punktem krytycznym może być stosowana w badaniach budowy głębokiego podłoża w Polsce. Obraz falowy uzyskiwany w różnych regionach świadczy o dużych możliwościach metody refleksyjnej w rozpoznaniu struktury i tektoniki podłoża skonsolidowanego. Uzyskane wyniki uzasadniają konieczność rozszerzenia badań refleksyjnych nie tylko na utwory podcechsztyńskie, ale także na podłoże skonsolidowane, przynajmniej na wybranych profilach. Istnieje związek między charakterem głębokich granic a nadkładem utworów osadowych, co powinno przyczynić się do ułatwienia ukierunkowania prac poszukiwawczych. Obszar występowania poszczególnych kompleksów wydaje się najczęściej ograniczany strefami tektonicznymi, zaburzającymi granice sejsmiczne często w znacznym przedziale głębokości, co wskazuje na blokową budowę podłoża skonsolidowanego. Niekiedy mogą to być bloki o niewielkich rozmiarach.

W nawiązaniu do dotychczas uzyskanych wyników, potwierdzających duże możliwości metody refleksyjnej w badaniach głębokich granic należy rozszerzyć zakres stosowania metody. Profile, na których wykonano rejestrację fal odbitych od granic występujących w całym kompleksie skorupy Ziemi, łącznie z utworami osadowymi, a w niektórych obszarach prawdopodobnie także i w części górnego płaszcza, można by traktować jako reperowe. Jednocześnie przekroje sejsmiczne, obejmujące tak duży przedział głębokości można uważać za takie, na których etap badań sejsmicznych, a zwłaszcza prac polowych, ostatecznie zakończono.

LITERATURA

1. Guterch A., Materzok R. et al. — Sejsmiczna struktura skorupy ziemskiej wzdłuż VII profilu międzynarodowego w świetle badań metodą głębokich sondowań sejsmicznych. *Prz. Geol.* 1975 nr 4.
2. Guterch A., Grad M. et al. — Refraction studies of structure of the Earth's crust and upper Mantle with deep seismic sounding method on the territory of Poland. 24-th Geophysical Symposium Cracow, 1979 Proceedings I.
3. Knieszner L., Solawa W. — Kartowanie sejsmiczne młodszego paleozoiku w północno-zachodniej Polsce. *Prz. Geol.* 1980 nr 3.
4. Krynicki T. — Wybrane zagadnienia metodyki prac polowych podczas badań budowy geologicznej utworów paleozoicznych metodą refleksyjną. *Kwart. Geol.* 1982 nr 1.
5. Krynicki T. — Granice sejsmiczne w świetle wyników prac metodyczno-doświadczalnych uzyskanych w rejonie Bydgoszczy. *Ibidem* nr 3/4.
6. Krynicki T. — Przydatność wyników refleksyjnych w badaniach struktury skorupy ziemskiej na przykładzie obszaru Lubelszczyzny. *Ibidem* 1983 (w druku).

SUMMARY

The paper presents results of studies carried out with the use of method of waves reflected from boundaries

in consolidated complex of the Earth crust, in zone in front of critical point. A special attention was paid to the recorded wave image and both intensity of record and frequency of occurrence of reflected waves were analysed. Attention was also paid to the question of identification of zones of tectonic disturbances (and fractures) in seismic profiles.

The analysis of wave image made possible identification of complexes characterized by similarity of seismic record in the surveyed regions. A change in number and thickness of the identified complexes indicates differences in distribution of elastic properties of the Earth crust in areas covered by reflection surveys. Zones of deterioration in quality of reflection data should be regarded as related to tectonic disturbances. An increase in frequency of faults and fractures is recorded in areas of contact of major geological units. The analysis of wave image made it possible to find relations between structure of the consolidated complex of the Earth crust and its sedimentary cover. The relations concern course of tectonic zones and changes in thickness and even distribution of Mesozoic and Paleozoic rocks. This makes it necessary to extend the range of reflections surveys to cover the boundaries in pre-Permian sedimentary cover and those in the consolidated complex of the Earth crust. Seismic profiles comprising so wide depth interval should markedly facilitate choosing directions in further geological prospecting works.

РЕЗЮМЕ

В статье приведены результаты полученные методом отражённых волн в зоне перед критической точкой, от границ находящихся в консолидированном комплексе земной коры. Особенное внимание обращено на регистрирование волнового изображения. Проведен анализ интенсивности записи отражённых волн и частоты их выступления. Рассуждается вопрос определения на сейсмических разрезах зон тектонически нарушенных, в том числе также разломов. Анализ волнового изображения позволил выделить в отдельных районах исследований — комплексы с подобными характеристиками сейсмической записи. Изменения числа и мощности комплексов указывают на разное распределение упругих свойств в земной коре, в районах проведенных исследований. Зоны ухудшения результатов исследований методом отражённых волн следует связывать с тектоническими нарушениями. В районе контакта основных геологических единиц наблюдается увеличение частоты нахождения сбросов и разломов. Проведен анализ волнового изображения позволил определить связь строения консолидированного комплекса земной коры с его осадочным покровом. Эта связь касается расположения тектонических зон и изменений мощности, а также районов распространения мезозойских и палеозойских отложений. В статье указана необходимость расширения исследований методом отражённых волн не только на подцехштейновые границы в осадочных отложениях, но и на границы связанные с консолидированным комплексом земной коры. Сейсмические разрезы с большим интервалом глубины значительно облегчают подбор направлений поисковых геологических работ.