

REFLEKSYJNE BADANIA TEKTONIKI UTWORÓW OSADOWYCH I PODŁOŻA KRystalicznego W REGIONIE TUCHOLI – TORUNIA – NAKŁA

UKD 550.834.5:551.243 + 551.242.5:552.5 + 552.3/.4(438 Tuchola – Toruń – Nakło)

W obszarze wału i niecki pomorskiej wykonano stosunkowo dużą ilość badań geofizycznych z zastosowaniem różnych metod (2, 3, 5–8). Mimo to nadal istnieje potrzeba szczegółowego określenia uskoków i rozłamów, co można wnioskować m.in. z jednej z publikacji (1). W związku ze znacznym zwiększeniem zasięgu głębokościowego metody refleksyjnej (6) sądzić należy, iż zakres jej stosowania będzie się rozszerzał. Jednocześnie wiadomo, że wyniki metody refleksyjnej pozwalają na stosunkowo dokładne rozpoznanie tektoniki. Stopień pewności uskoków wyznaczanych na przekrojach refleksyjnych można jeszcze podnieść, poddając pełniejszej analizie charakter obrazu falowego.

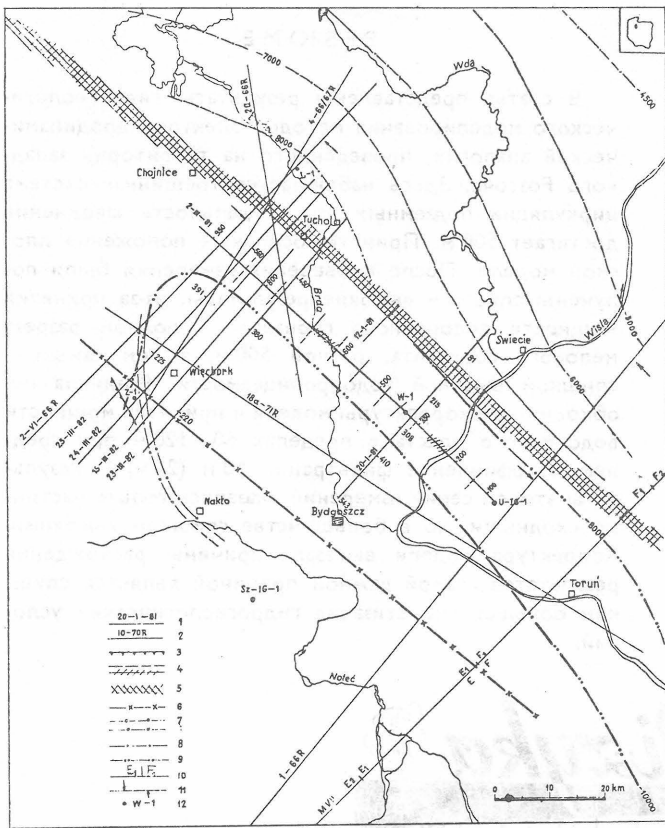
Obecnie niezależnie od obszaru badań wyznacza się uskoki z pominięciem kryterium zmian charakteru zapisu sejsmicznego. Wynika to z niedoceniań zależności obrazu falowego od własności sprężystych nie tylko utworów osadowych, ale i podłoża krystalicznego.

Podział uskoków na regionalne i lokalne głównie opiera się na kryterium długości uskoku. W obszarach o złożonej budowie geologicznej (zwłaszcza blokowej) kryterium to trudno wykorzystać, natomiast w obszarach takich jak Pomorze dużym ułatwieniem w wyznaczaniu stref tektonicznych i ewentualnie ustalaniu ich charakteru może być analiza obrazu falowego na przekrojach refleksyjnych. Wiadomo, że rejestrowany obraz falowy zależy od własności sprężystych ośrodka skalnego, które z kolei pozostają w ścisłym związku z budową geologiczną.

Analizując obraz falowy i jego zmiany można wyodrębnić pewne odcinki na przekrojach, odpowiadające blokom o podobnych własnościach sprężystych. Należy oczekiwać, że na granicach odcinków przekrojów sejsmicznych o odmiennym obrazie falowym występować będą strefy zaburzone tektonicznie. Rozpatrzmy zatem zmiany charakteru zapisu sejsmicznego na wybranych przekrojach refleksyjnych z regionu Tucholi – Torunia – Nakła (ryc. 1).

WPLYW TEKTONIKI UTWORÓW OSADOWYCH NA OBRAZ FALOWY

Zmienny, a zarazem i złożony zapis sejsmiczny występuje na przekroju 23-III-82 (ryc. 2). Złożoność zapisu na przekroju zmienia się zarówno w kierunku poziomym, jak i pionowym. Na podstawie cech zapisu sejsmicznego, a także układu strukturalnego granic odbijających na przekroju 23-III-82 wyodrębnić można 3 kompleksy skalne. Są to od góry – kompleksy utworów mezozoicznych, cechsztyńskich i podcechsztyńskich. Należy przy tym odnotować, iż charakter zapisu granic odbijających (odzwierciedlających budowę poszczególnych kompleksów) zmienia się, niekiedy na bardzo krótkich odcinkach, czasami nawet skokowo, przy czym nie zawsze w tych samych miejscach na przekroju. Tak np. przedstawiony na ryc. 2 przekrój, na podstawie charakteru zapisu kompleksu mezozoicznego występującego do czasu ok. 1,4 s w SW



Ryc. 1. Lokalizacja przekrojów refleksyjnych wybranych do analizy obrazu falowego.

1 – profile refleksyjne, 2 – profile refrakcyjne, 3 – strefa wyraźnych zmian litologii utworów cechoszyńskich; 4 – uskoki i strefy zaburzone wyznaczone na przekroju 2-III-81; 5 – strefa umownej granicy horyzontów refrakcyjnych o różnym charakterze – wg J. Skorupy (8); 6 – linia granicy bloków E-F wyodrębnionych przez A. Gutercha (5) i występujących na przekroju 25-III-82; 7 – rów trzeciorzędowy wyznaczony na podstawie badań gravimetrycznych przez A. Dąbrowskiego (4); 8–9 izohipsy granicy refrakcyjnej stropu podłoża w obrębie platformy wschodnioeuropejskiej (8) i w strefie najgłębszej głównego basenu osadowego (9) – wg J. Skorupy (8); 10 – bloki wyodrębnione na VII profilu międzynarodowym według A. Gutercha (5); 11 – południowa i północna strefa dyslokacyjna związana z kontaktem platform według S. Młynarskiego (7); 12 – głębokie otwory. Fig. 1. Location of reflection seismic profiles selected for analysis of wave image.

1 – reflection seismic profiles, 2 – refraction seismic profiles, 3 – zone of marked changes in lithology of Zechstein rocks, 4 – faults and zones of disturbances marked in profile 2-III-81, 5 – zone of arbitrary boundary of refraction horizons differing in character – after J. Skorupa (8), 6 – boundary line of blocks E-F, differentiated by A. Guterch (5) and shown in the profile 25-III-82, 7 – Tertiary trough traced on the basis of gravity surveys by A. Dąbrowski (4), 8–9 – isohypses of refraction boundary of top surface of the basement in area of the East-European Platform (8) and the deepest zone of major sedimentary basin (9) – after J. Skorupa (8), 10 – blocks, differentiated in the VII th Int. Profile – after A. Guterch (5), 11 – southern and northern dislocation zones related to the contact of platforms – after S. Młynarski (7), 12 – deep drillings.

i 1,8 s w jego środkowej części, można podzielić na kilka odcinków. Odcinek zawarty między PS 152 a dyslokacją I charakteryzuje się obecnością bardzo płytkiej granicy J o dużej dynamice zapisu. Niżej granice mezozoiczne mają liczne przerwy w korelacji, a zapadają na NE. Kolejny odcinek ograniczają dyslokacje I i II.

Wyniki tu uzyskane są bardzo słabe. Zaznacza się jedynie kilka osi fazowych fal odbitych z czasem rejestracji około 1 s. Dalej na NE od uskoku II wyrazistość zapisu granic mezozoicznych ulega poprawie. Taki charakter

zapisu refleksów związanych z omawianym kompleksem występuje do dyslokacji VII.

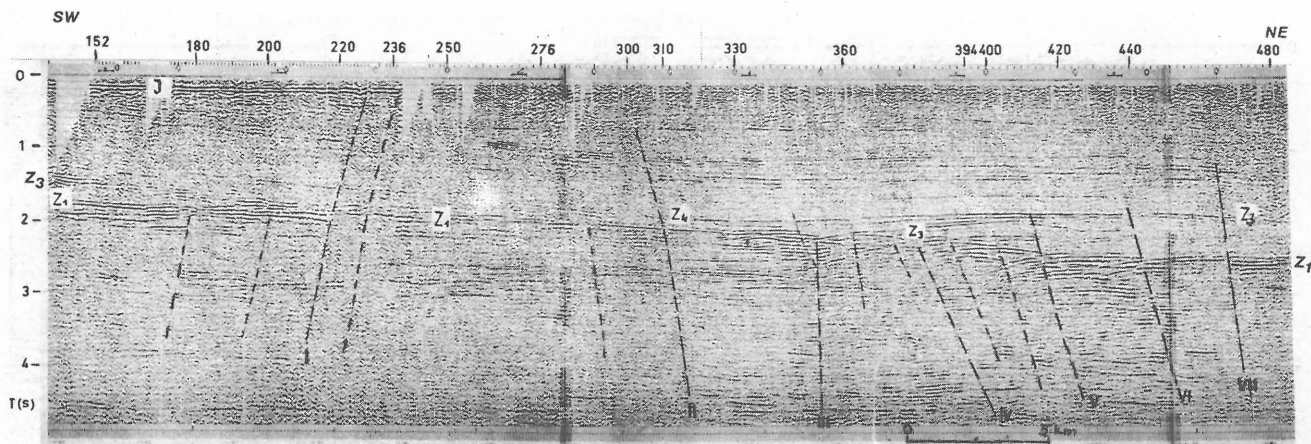
Podobnie wzdłuż przekroju 23-III-82 (ryc. 2) zmienia się zapis granic cechoszyńskich. W SW części przekroju miąższość kompleksu cechoszyńskiego występującego na PS 152 w przedziale czasu ok. 1,4–2,0 s maleje w sposób wyraźny do dyslokacji I. Poczynając od wymienionej dyslokacji, aż po uskoku II granice cechoszyńskie są nieciągłe, a ponadto zmienia się dynamika ich zapisu. Miejsca zmian charakteru zapisu, np. w okolicy PS 250, PS 264 należy wiązać z zaburzeniami tektonicznymi, chociaż wydaje się, że mają one lokalne rozprzestrzenienie. Na odcinku przekroju zawartym między dyslokacjami II a VII obraz falowy w przedziale występowania kompleksu cechoszyńskiego jest bardzo złożony. Obserwuje się tu interferencję fal, a także częste zmiany dynamiki zapisu. Ponadto różne jest nachylenie poszczególnych osi fazowych refleksów cechoszyńskich.

Tak złożony obraz falowy może być wywołany obecnością licznych stref pęknięć, uskoku lub nierównością granic odbijających, bądź też wyklinowaniem warstw. Należy jednak sądzić, że na odcinku ograniczonym dyslokacjami II i VII zasadniczy wpływ na obraz falowy ma tektonika. Dowodzi tego np. charakter występowania granicy Z_4 na NE od uskoku II, którą pewnie można wyznaczyć tylko do dyslokacji V. W pobliżu wymienionej dyslokacji następuje bowiem wyklinowanie utworów zawartych między granicami Z_4 i Z_3 , a zatem i połączenie obu granic w jedną. Stąd też trudno określić, która z nich występuje na NE od uskoku V, chociaż na podstawie dynamiki zapisu przypuszczalnie jest nią granica Z_3 .

Dyslokacja V może być więc uważana za rozgraniczającą utwory cechoszyńskie istotnie różniące się budową. Na NE od dyslokacji V zarejestrowano tylko dwie granice cechoszyńskie, mimo znacznego wzrostu miąższości cechoszyńsku, przy czym zapis tej głębszej staje się mniej zinterferowany.

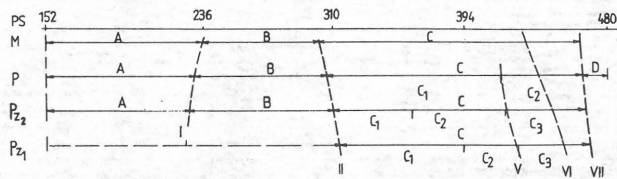
Rozpoznawanie tektoniki kompleksu podpermskiego w strefie kontaktu platform jest znacznie trudniejsze niż w utworach cechoszyńskich i mezozoicznych. Są to bowiem dość obszary, na których nie rejestrowano lub nie interpretowano refleksów głębokich, a zwłaszcza występujących poniżej 3–4 s. Poza tym nawet tam, gdzie uzyskuje się podcechoszyńskie fale odbite trudno jest wyodrębnić granice przewodnie, tak istotnie podnoszące pewność określania amplitud i kierunków zrzutu utworów w strefach tektonicznych. Nie można więc wykluczyć, iż w przypadku nagromadzenia odpowiedniej ilości danych badań refleksyjnych uda się wydzielić (choćby lokalnie) przewodnie granice w kompleksie podcechoszyńskim. Jednak i obecnie refleksyjne badania tektoniki paleozoiku podpermskiego można ułatwić, jeżeli do wyznaczania uskoku wykorzystywać się będzie (oprócz dotychczas stosowanych kryteriów) także charakter obrazu falowego i jego zmiany na przekrojach.

Pod pojęciem charakteru zapisu sejsmicznego należy tu rozumieć przede wszystkim liczbę i dynamikę granic podcechoszyńskich, a w pewnej mierze i płytszych, jeżeli założyć potomność uskoku. Potwierdzeniem tego mogą być wyniki uzyskane na omawianym przekroju 23-III-82 (ryc. 2). Na podstawie zarejestrowanego obrazu falowego z przedziału głębokości występowania osadowego kompleksu podcechoszyńskiego przekrój można podzielić na kilka odcinków lub bloków. Granice poszczególnych bloków wyznaczają przerwy w korelacji fal odbitych oraz złożony zapis sejsmiczny. Są to więc cechy charakterystyczne dla stref zaburzonych tektonicznie, rozpoznawanych



Ryc. 2. Przekrój 23-III-82 obrazujący zmienność obrazu falowego. I-VII – strefy zaburzone tektonicznie, A – odcinek wyraźnych zmian litologii utworów cechsztyńskich, pozostałe litery oznaczają granice refleksyjne.

Fig. 2. Profile 23-III-82 illustrating variability of wave image. I-VII – zones of tectonic disturbances, A – section characterized by marked changes in lithology of Zechstein rocks; other latter symbols – reflection boundaries.



Ryc. 3. Schematyczny podział przekroju 23-III-82 na odcinki (A-D) o zbliżonych cechach zapisu utworów: M – mezozoicznych, P – cechsztyńskich, Pz₂ i Pz₁ – młodszego i starszego paleozoiku podpermskiego.

Fig. 3. Sketch subdivision of the profile 23-III-82 into sections (A-D) characterized by similar features of record of: M – Mesozoic, P – Zechstein, Pz₂ – pre-Permian Upper Paleozoic, and Pz₁ – Lower Paleozoic strata.

w obszarach z rejestrowanymi przewodnimi granicami sejsmicznymi.

Na przekroju 23-III-82 trudno wyznaczyć podcechsztyńskie granice przewodnie. Powstaje zatem pytanie, czy przerwy w korelacji fal podcechsztyńskich mogą być interpretowane jako strefy zaburzone tektonicznie? Odpowiedź powinna być twierdząca, a to ze względu na fakt łączenia się niektórych takich stref z uskokami wyznaczonymi na podstawie granic przewodnych w kompleksach płytszych oraz oddzielania przez te strefy odcinków przekrojów o odmiennej liczbie i intensywności fal odbitych, jak również o różnych upadach granic podcechsztyńskich. Przykład zapisu takich stref na przekroju 23-III-82 ilustruje ryc. 2.

Do najbardziej pewnych stref tektonicznych należą te, które są oznaczone cyframi I, II, VII. Rozgraniczają one odcinki przekroju znacznie różniące się charakterem obrazu falowego. Tak np. w SW części przekroju do uskoku I zarejestrowano refleksy występujące w czasie ok. 2,1 oraz 2,7–2,8 s, a także bardzo słabe refleksy w 3,8–3,9 s. Refleksy nie tworzą w tej części przekroju ciągłych granic, gdyż obserwuje się przerwy w korelacji w okolicy PS 180 i PS 200.

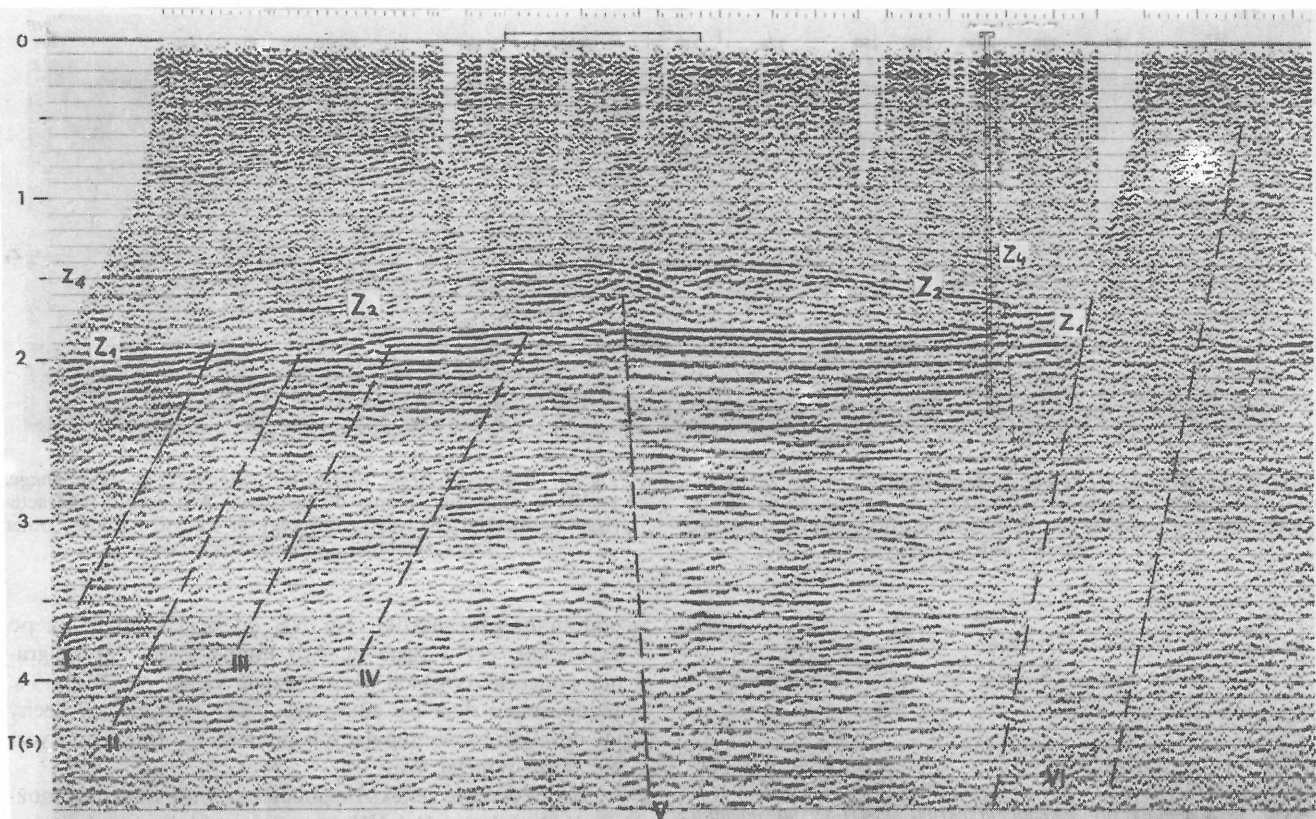
Ogólny charakter zapisu sejsmicznego pozwala sądzić, że przerwy w korelacji spowodowane są obecnością uskoków. Pierwszy uskok występujący w pobliżu PS 180 zaburza także utwory cechsztyńskie. Na odcinku przekroju między dyslokacjami I i II również można wyznaczyć granice podcechsztyńskie, jednak o bardzo niskiej dynamice zapisu; w sąsiedztwie PS 250 i PS 276 obserwuje się nawet przerwy w korelacji fal, wywołane prawdo-

podobnie przez uskoki. Na NE od dyslokacji II aż po dyslokację VII wzrasta liczba i intensywność zapisu granic podcechsztyńskich w przedziale czasu od 2 do 3 s. Jednocześnie daje się zauważyć także fale mające cechy fal odbitych, a występujących poniżej 3 s, fragmentarycznie także poniżej 4 s.

Na podstawie refleksów podcechsztyńskich sądzić można, iż dyslokacje II i VII ograniczają blok charakteryzujący się podobnym rozkładem własności sprężystych. Z kolei w obrębie bloku można wyodrębnić pewne odcinki o zauważalnych zmianach zapisu, tak np. między dyslokacjami II i III oraz V i VI obserwuje się podniesienie dynamiki granic podcechsztyńskich występujących do czasu ok. 3 s. Najbardziej dynamiczne zaś granice związane z dolnym paleozoikiem zarejestrowano poniżej 4 s między uskokami III i IV oraz V i VI. Na uwagę zasługuje ten odcinek przekroju, którego długość określają uskoki IV–V, gdyż następuje tu pogorszenie wyrazistości zapisu wszystkich granic podpermskich, jak również wyklino- wanie niektórych warstw kompleksu cechsztyńskiego. Świadczy to o wpływie tektoniki paleozoiku podpermskiego na budowę utworów cechsztyńskich na tym odcinku.

Na podstawie nieco zgeneralizowanego obrazu falowego występującego na przekroju 23-III-82 wyodrębniono w poszczególnych kompleksach bloki, które przedstawia ryc. 3. Należy sądzić, iż uskoki w większości przypadków tworzą granice bloków. Największą zmienność obrazu falowego obserwuje się na bloku C, co świadczy o dużej złożoności tektoniki w tej części przekroju. Warto odnotować, że dyslokacja VI, mimo iż zaburza utwory w szerokim przedziale głębokości nie rozgranicza przekroju na odcinku o różniącym się obrazie falowym, a więc miała ona mały wpływ na przebieg sedimentacji.

Na przedstawionym fragmencie przekroju 24-III-82 obraz falowy jest bardzo zróżnicowany (ryc. 4). Zróżnicowanie to dotyczy liczby występujących granic i intensywności ich zapisu, przy czym najbardziej dynamiczna jest granica Z₁. Jednak mimo tak dużej intensywności interpretacja jej na poszczególnych odcinkach napotyka na trudności. Najpewniej i jednoznacznie granicę Z₁ można wyznaczyć na odcinku od PS 148 do otworu Zambartowo 1 (Z-1). Na NE od wspomnianego otworu obserwuje się przerwy w korelacji granicy Z₁, połączone z pionowymi przemieszczeniami, które należy interpretować jako uskoki. Inny jest natomiast charakter zapisu granicy Z₁ w SW części przekroju do PS 148. Obserwuje



Ryc. 4. Fragment przekroju 24-III-82 ilustrujący zmiany zapisu granic odbijających; A – strefa wyraźnych zmian litologii utworów cechsztyńskich. Pozostałe objaśnienia jak do ryc. 2.

Fig. 4. A fragment of the profile 24-III-82, illustrating changes in record of reflecting boundaries.

A – zone of marked changes in lithology of Zechstein rocks; other explanations as given in Fig. 2.

się tu stosunkowo częste zmiany intensywności zapisu, którym towarzyszy interpretacja fali Z_1 .

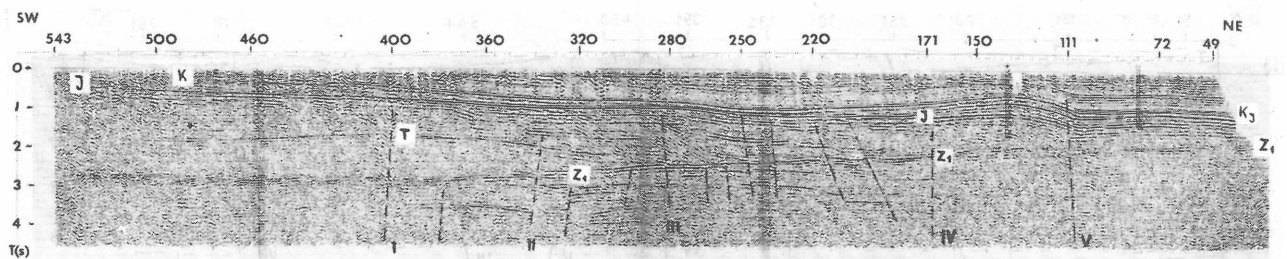
Na tle ogólnego wyraźnego zapadania granicy na SW, określenie wielkości pionowych przemieszczeń granicy Z_1 jest znacznie utrudnione występowaniem interferencji fal. Niewątpliwie interpretacja tego odcinka przekroju byłaby łatwiejsza przez zastosowanie procesu migracji. Mimo to tylko na podstawie zmian charakteru zapisu granicy Z_1 i głębszych można wyodrębnić w SW części przekroju 5 odcinków lub bloków najprawdopodobniej oddzielonych uskoki (ryc. 4). Warto przy tym odnotować, że miejsca zmian charakteru zapisu granicy Z_1 i refleksów podcechsztyńskich układają się wzdłuż linii wyznaczających odcinki o określonych cechach obrazu falowego. Wskazuje to na istnienie związku tektoniki przyspągowej części cechsztynu z niżej występującym kompleksem skalnym, co również zaobserwowano na przekroju 23-III-82 (ryc. 2). Natomiast wyniki te nie pozwalają na stwierdzenie czy uskoki I–IV zaburzą utwory zalegające nad granicą Z_1 .

Na uwagę zasługuje również ok. 3 km odcinek przekroju oznaczony literą A. Na podstawie zapisu granic podcechsztyńskich w okolicy PS 148 można wyznaczyć uskoki V, oddzielający dwa bloki o podobnej liczbie i intensywności zapisu granic podcechsztyńskich, których układ wskazuje na istnienie odmiennych kierunków upadu warstw. Można sądzić, iż uskoki V zaburza środkową część antykliny, gdyż amplituda uskoku jest trudna do określenia na podstawie granic podcechsztyńskich. Natomiast czas rejestracji refleksów cechsztyńskich Z_1 i Z_2 po obu stronach uskoku jest podobny, co wskazuje na istnienie pęknięcia lub innego elementu geologicznego różniącego się własnościami sprężystymi od otaczających skał i wywołującego tak wyraźną zmianę charakteru zapisu sejsmicznego.

Biorąc za podstawę obraz falowy na omawianym fragmencie przekroju 24-III-82 (ryc. 4) można przypuszczać, iż dyslokacje V i VI oddzielają odcinki o odmiennym rozkładzie własności sprężystych w utworach cechsztyńskich, a w kompleksie podcechsztyńskim podobną rolę odgrywają dyslokacje IV i VI.

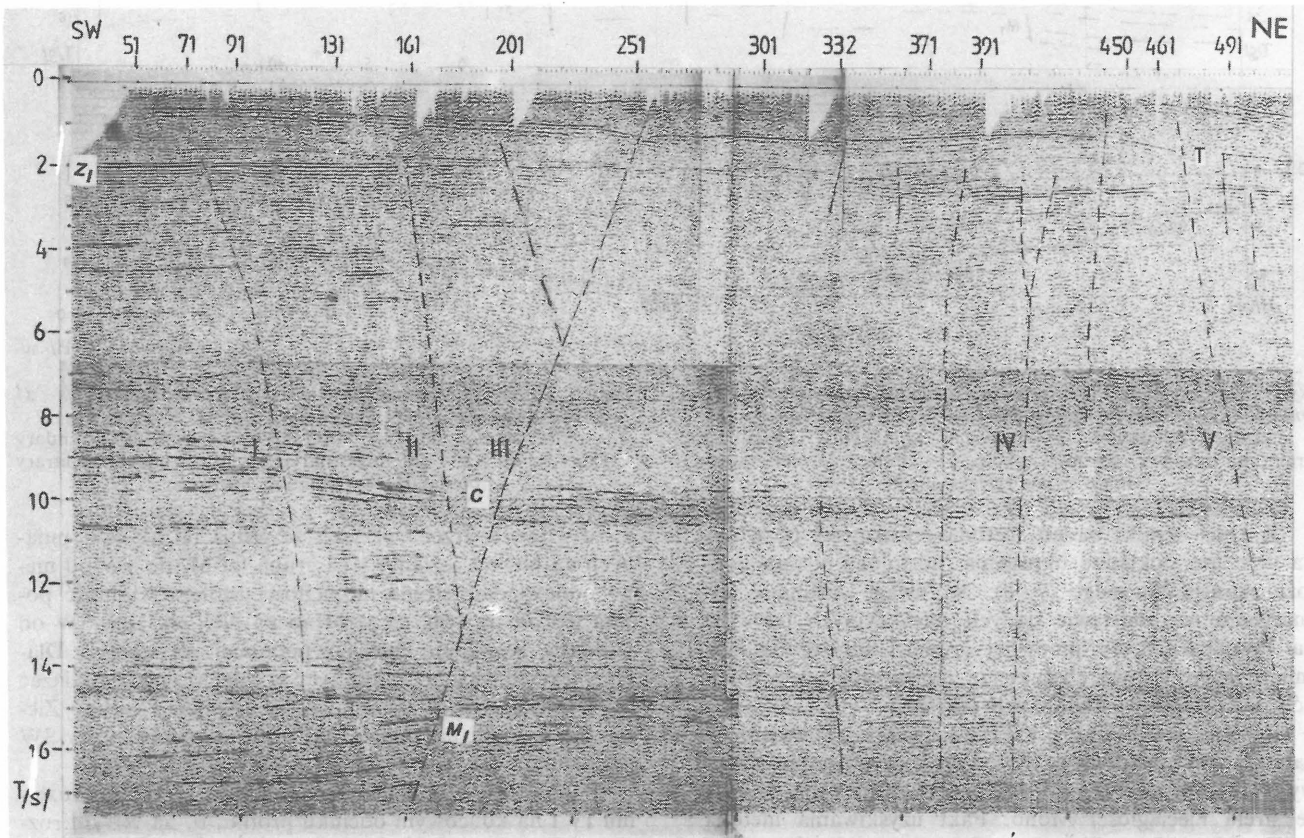
Na podstawie wyników uzyskanych na przekroju 20-I-81 można również łatwo wyodrębnić kilka odcinków różniących się charakterem zapisu (ryc. 5). Tak np. w SW części przekroju, gdzie następuje wyklinowanie utworów kredy, obniża się wyrazistość zapisu granicy jurajskiej J; nie można tu wyznaczyć granic triasowej oraz Z_1 związanej z utworami cechsztyńskimi. Kolejny odcinek przekroju od PS 500 do PS 400 odznacza się podniesieniem wyrazistości zapisu refleksów permio-mezozoicznych występujących do czasu ok. 3 s, ale granica Z_1 jest bardzo trudna do interpretacji z powodu licznych przerw w korelacji i zinterferowanego obrazu. PS 400, a ściślej dyslokację I należy przyjąć jako SW granicę kolejnego bloku, kończącego się w pobliżu PS 171. Dla tego bloku jest typowa dobra dynamika zapisu granic jurajskich i kredowych, a także Z_1 . Pojawiają się tu również granice podcechsztyńskie z licznymi przerwami w korelacji i zmianami upadów, a niekiedy kierunków upadu np. w sąsiedztwie PS 320.

Istotną zmianę zapisu refleksów podcechsztyńskich można zauważyć między PS 280 a PS 250. Charakter obrazu falowego, a także zmiany upadów granic permio-mezozoicznych pozwalają przypuszczać, że mamy tu do czynienia ze strefą zaburzoną tektonicznie o znaczeniu regionalnym, podobnie jak dyslokacje I, IV, V. Dwie ostatnie określają granice antykliny, szczególnie dobrze wyrażonej w utworach mezozoiku. W obrębie antykliny refleksy cechsztyńskie są bardzo słabe, natomiast brak



Ryc. 5. Charakter granic sejsmicznych występujący na przekroju 20-I-81. Objaśnienia jak do ryc. 2.

Fig. 5. Character of seismic boundaries from the profile 20-I-81. Explanations as given in Fig. 2.



Ryc. 6. Przykład obrazu falowego uzyskanego w południowo-zachodniej części przekroju 25-III-82.

C – fale związane ze strefą nieciągłości Conrada, M – ze strefą nieciągłości Moho, M_1 – prawdopodobnie odpowiadające przystropowej części górnego płaszczu. Pozostałe objaśnienia jak do ryc. 2.

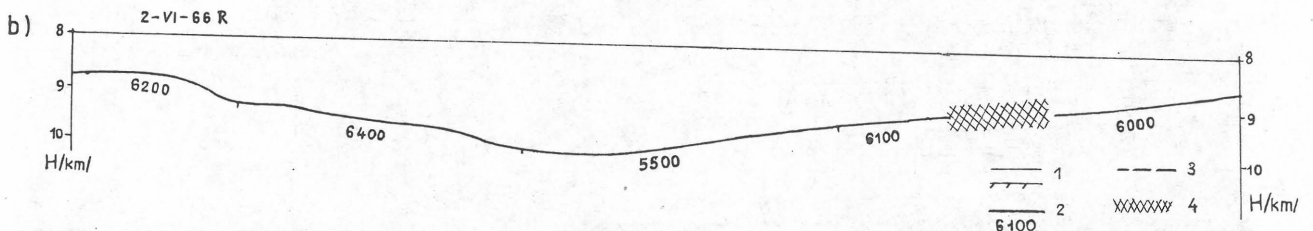
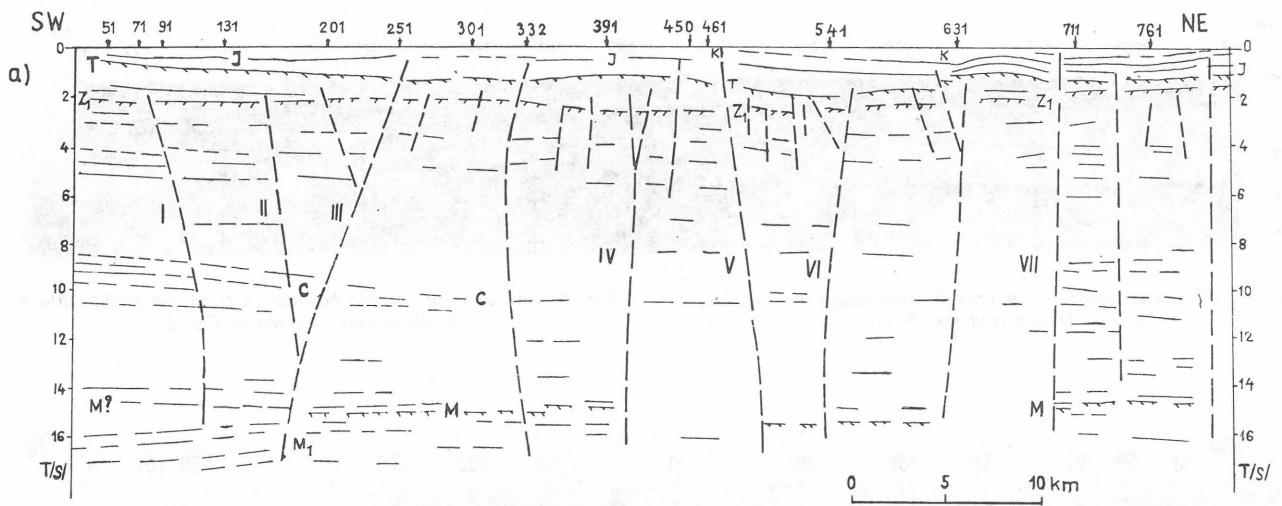
Fig. 6. An example of wave image obtained in south-western part of the profile 25-III-82.

C – waves regarded as related to Conrad discontinuity zone, M – waves related to Moho discontinuity zone, M_1 – waves presumably corresponding to the uppermost part of the upper mantle. Other explanations as given in Fig. 2.

jest fal odbitych od utworów podpermskich. Fakt ten wskazuje, że w tej antyklinie budowa utworów paleozoicznych jest bardzo złożona. Poza tym tak wyraźne różnice zapisu sejsmicznego w obrębie antykliny w porównaniu z obrazem falowym na odcinkach przekroju po obu jej stronach świadczą, że antyklina położona jest w strefie kontaktu ośrodków skalnych o odmiennym rozkładzie własności sprężystych. Niewątpliwie jest to więc bardzo ważna strefa, którą należy zaliczyć do obiektów geologicznych mających wyjątkowe znaczenie. Warto przy tym odnotować, że występująca na przekroju 20-I-81 antyklina przypada w miejscu strefy zmian charakteru zapisu fal refrakcyjnych związanych ze stropem podłoża skonsolidowanego (8). Stwarza to podstawy do rozważania związku tektoniki pokrywy osadowej z podłożem skonsolidowanym.

TEKTONIKA PODŁOŻA SKONSOLIDOWANEGO W ŚWIETLE OBRAZU FALOWEGO

Pierwszych danych o tektonice dolnej części skorupy Ziemi dostarczyły badania prowadzone metodą głębokich sondowań sejsmicznych (5). Na podstawie różnic w głębokościach zalegania granic, głównie strefy nieciągłości Moho, a także charakteru rejestrowanego obrazu falowego na VII profilu międzynarodowym wyodrębniono bloki, których granice schematycznie pokazano na ryc. 1. Bloki oddzielone są rozłamami, wyznaczonymi w stosunkowo niewielkim przedziale głębokości, co pozostaje w związku ze stosowanymi schematami obserwacji tak dobieranymi, aby zapewnić informacje o budowie granicy Moho.



Ryc. 7. Przekrój 25-III-82 przedstawiający wybrane granice sejsmiczne (a) i przekrój refrakcyjny 2-VI-66 R według J. Skorupy (8). 1 – granice refleksyjne, 2 – horyzont refrakcyjny i prędkość graniczna m/s, 3 – rozłamy i uskoki, 4 – strefa umownej granicy horyzontów refrakcyjnych.

Fig. 7. Profile 25-III-82 showing selected seismic boundaries (a) and refraction profile 2-VI-66 R (after J. Skorupa, 8). 1 – reflection boundaries, 2 – refraction horizon and boundary velocity in m/s, 3 – fractures and faults, 4 – zone of arbitrary boundary of refraction horizons.

Z kolei wyniki badań metodą refrakcyjną pozwoliły na w miarę dokładne określenie morfologii stropu podłoża skonsolidowanego (7, 8). Na uwagę zasługuje wyznaczenie na podstawie danych refrakcyjnych (również na Pomorzu) strefy umownej granicy horyzontów sejsmicznych o różnym charakterze zapisu oraz wielu uskóków przeważnie w kierunkach NW-SE.

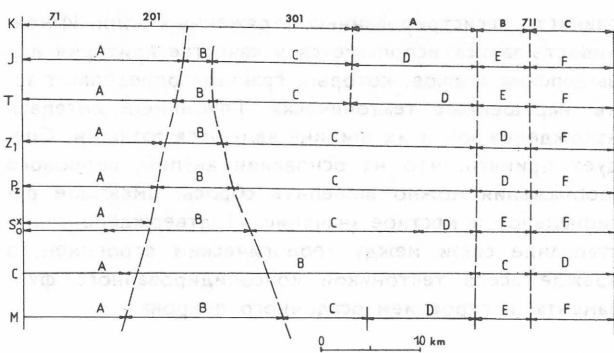
Badania refleksyjne przy zastosowaniu odpowiednich parametrów umożliwiają jednoczesne rozpoznanie budowy nadkładu osadowego i podłoża krystalicznego, łącznie ze strefą nieciągłości Moho. Fakt uzyskiwania metodą refleksyjną informacji z tak dużego przedziału głębokościowego ułatwia wyznaczanie stref zaburzeń tektonicznych oraz ustalania związków między budową podłoża skonsolidowanego a pokrywą osadową. Związek ten łatwo zauważyć na przekroju 25-III-82 (ryc. 6, 7), na którym czas rejestracji fal wydłużono do ok. 18 s. W SW części przekroju (ryc. 6) rozłamy III, IV i V należy zaliczyć do mających największy wpływ na charakter zapisu granic występujących zarówno w utworach osadowych, jak i podłożu krystalicznym. Rozłam III zaburza bowiem skały w ogromnym przedziale głębokościowym, gdyż od kilkuset metrów do poniżej 50 km. Odnotujemy, że w strefie rozłamu III występuje złożo węgla brunatnego w rejonie Więcborka. Istnienie rozłamu III, zaburzającego utwory trzeciorzędowe, znajduje potwierdzenie w wynikach metody grawimetrycznej (4).

Należy podkreślić, że na NE od rozłamu III zmienia się charakter grupy fal oznaczonych literą C, odpowiadających strefie Conrada, a także grupy fal występujących w przedziale 14–17 s, czyli na głębokościach ok. 40–50 km. Przyporządkowanie tej ostatniej grupy fal stwarza pewne trudności. Jeżeli założyć, iż rozłam III można łączyć z granicą bloków E i F wyznaczonych na VII profilu międzynarodowym (5), tak jak to pokazano na ryc.

1, to wówczas trzeba przyjąć, że grupa fal M występujących na NE od rozłamu III i grupa fal M_1 na SW od niego odpowiadają strefie nieciągłości Moho. Trudność polega jednak na tym, że zarówno na NE, jak i na SW od rozłamu, występują fale na podobnej głębokości. Dlatego też nie można wykluczyć, iż fale M_1 należy wiązać już z górną częścią płaszczka, a nie spągiem skorupy Ziemi. Ze względu na zbyt krótki odcinek przekroju na SW od rozłamu III, jest to obecnie trudno stwierdzić.

Fale grupy M mają dobrą dynamikę zapisu do rozłamu IV i na końcowym odcinku profilu, tj. na NE od rozłamu VII. Ten ostatni rozłam (o szerokości ponad 5 km) pokrywa się ze strefą zmian charakteru zapisu granicy refrakcyjnej (8), którą można utożsamiać z ostatnio wyodrębnioną (7) południową strefą dyslokacyjną związaną z kontaktem platform. Odnotujemy, że występująca wyraźna antyklina w pokrywie permo-mezozoicznej w strefie rozłamu VII jest strukturą Chojnic (ryc. 7). Tak więc głębokie rozłamy, których obecność znajduje odbicie w wynikach metody refrakcyjnej (8) oraz metody głębokich sondowań (5), jak również potwierdza się analizą danych geologicznych (1), łatwo i pewnie można wyznaczyć na przekrojach refleksyjnych. Jednocześnie na przekrojach refleksyjnych występuje więcej rozłamów niż rozpoznanych innymi metodami sejsmicznymi, co pozostaje w związku z stopniem rozdzielczości poszczególnych metod.

Wyniki refleksyjne potwierdzają ponadto istnienie zależności budowy nadkładu osadowego od tektoniki skonsolidowanej części skorupy Ziemi, schematycznie przedstawia to ryc. 8. Na podstawie cech zapisu sejsmicznego poszczególnych kompleksów skalnych wyodrębniono bloki, których przebieg granic ma znaczenie regionalne, a rozłamy III i VII oraz w pewnej mierze IV i V nawet kluczowe. Obniżenie na NE od rozłamu IV wyrazistości zapisu fal związanych ze strefą Moho tłumaczyć można



Ryc. 8. Schematyczne przedstawienie wyodrębnionych na przekroju 25-III-82 i 2-VI-66 R odcinków (A-F) o podobnych cechach zapisu poszczególnych kompleksów skalnych i morfologii oraz prędkości granicznych horyzontu refrakcyjnego.

K – kreda, J – jura, T – trias, Z₁ – przyspągowa część chechszynu Pz – paleozoik podpermski, Sx i So – strop podłoża skonsolidowanego wyznaczony na podstawie metody refleksyjnej i metody refrakcyjnej, C – strefa Conrada, M – strefa Moho.

Fig. 8. Sketch showing sections (A-F) from the profiles 25-III-82 and 2-VI-66 R, characterized by similar features of record of individual rocks complexes and morphology as well as boundary velocities of refraction horizon.

K – Cretaceous, J – Jurassic, T – Triassic, Z₁ – basal part of Zechstein, Pz – pre-Permian Paleozoic, Sx and So – top of consolidated basement as traced on the basis of reflection and refraction data, respectively, C – Conrad zone, M – Moho zone.

występowaniem tu rozłamu o kierunku SW-NE. Za taką hipotezą przemawiają zmiany kierunków przebiegu izobat stropu podłoża skonsolidowanego oraz pogorszenie wyników na przekrojach refleksyjnych usytuowanych w rejonie Tucholi. Obniżenie intensywności zapisu, a nawet częściowy brak grupy fal M na przekroju 25-III-82 na odcinku między rozłamami IV i VII nie wydają się być wywołane bliższym sąsiedztwem południowej strefy dyslokacyjnej kontaktu platform.

Jako uzasadnienie posłużyć może tu uzyskanie grupy fal M tuż za rozłamek VII na odcinku przekroju 25-III-82 rozłamek pokrywającym się z tą strefą. Poza tym na przekroju 20-I-81 w okolicy otworu W-1 zarejestrowano bardzo wyraźne granice występujące w podłożu skonsolidowanym (6), czyli w obszarze przylegającym od SW do wspomnianej strefy. O istnieniu uskoków i rozłamów o kierunku bliskim do SW-NE świadczyć mogą przekroje 2-III-81 oraz 12-I-81. Na pierwszym czasie rejestracji obejmował tylko fale odbite od utworów osadowych. Na przekroju 2-III-81 wyznaczyć można wiele uskoków, a także inne strefy tektoniczne w pobliżu Wisły i w dolinie Brdy (ryc. 1). Na przekroju 12-I-81 nie uzyskano granic występujących w podłożu skonsolidowanym, co wskazuje na prawdopodobieństwo występowania w tym rejonie rozłamu o kierunku zbliżonym do SW-NE.

Jeżeli założyć, że profil 12-I-81 znajduje się w strefie rozłamu, to jego przedłużenie na NE pokrywa się w pewnym odcinku z doliną Wdy. Na przekroju 25-III-82 wyznaczono rozłam również na przecięciu z Brdą. Prawdopodobnie w okolicy Nakła zmiana kierunku Noteci też wywołana jest rozłamek, jak to można przypuszczać z przebiegu rowu wyznaczonego na podstawie danych grawimetrycznych (4), a mogącego się pokrywać tu z dyslokacją występującą w SW części przekrojów 25-I-82 i 24-I-82 (ryc. 1). Jest prawdopodobne, że występujące w omawianym obszarze rzeki na pewnych odcinkach wyznaczają kierunki stref zaburzonych tektonicznie, na co wskazano także w publikacji (4).

Z występowaniem rozłamów poprzecznych do osi podstawowych jednostek geologicznych należy liczyć się

w miejscach zmian kierunku przebiegu strefy oddzielającej obszary o odmiennych cechach fal refrakcyjnych, a wyodrębnionych przez J. Skorupę (8). Na ryc. 1 zmiany kierunku przebiegu strefy widoczne są w pobliżu Tucholi oraz pomiędzy Toruniem a Bydgoszczą.

WNIOSKI

Skuteczność rozpoznania metodą refleksyjną tektoniki podłoża krystalicznego i nadkładu osadowego na Pomorzu można znacznie zwiększyć wydłużając czas rejestracji fal oraz dokonywać analizy obrazu falowego. Na przekrojach można wyodrębnić odcinki, odpowiadające blokom, w których obrębie uzyskuje się podobny obraz falowy. Granice bloków na ogół wyznaczają strefy zaburzone tektonicznie. Szerokość stref jak i przedział głębokościowy ich występowania mogą być różne. Analiza obrazu falowego pozwala na wyodrębnienie rozłamów i uskoków o znaczeniu regionalnym i podrzędnym.

LITERATURA

1. Dądział R. – Tektonika permo-mezozoiku a głębokie rozłamy strefy Teisseyre'a-Tornquista na terenie Polski. Kw. Geol. 1982 nr 2.
2. Dąbrowski A., Karaczun K., Karaczun M. – Południowo-zachodni brzeg platformy wschodnioeuropejskiej w Polsce w świetle wyników badań magnetycznych. Prz. Geol. 1981 nr 8.
3. Dąbrowski A. – Strefa Koszalin-Chojnice w obrazie grawimetrycznym. Ibidem 1982 nr 1.
4. Dąbrowski A. – System rowów trzeciorzędowych w obrazie grawimetrycznym. Ibidem 1980 nr 3.
5. Guterch A., Materzok R., Pajchel J., Perchuc E. – Sejsmiczna struktura skorupy ziemskiej wzdłuż VII profilu międzynarodowego w świetle badań metodą głębokich sondowań sejsmicznych. Ibidem 1975 nr 4.
6. Krynicki T. – Granice sejsmiczne w świetle wyników prac metodyczno-doświadczalnych uzyskanych w rejonie Bydgoszczy. Kw. Geol. 1982 nr 3/4.
7. Młynarski S. – Budowa głębokiego podłoża w Polsce na podstawie sejsmicznych badań refrakcyjnych. Ibidem 1982 nr 2.
8. Skorupa J. – Mapa sejsmiczna Polski. Wyniki regionalnych prac refrakcyjnych prowadzonych w związku z rozpoznaniem głębokiego podłoża. Inst. Geol. 1974.

SUMMARY

Depth extent of reflection method became markedly increased in the last years, making possible simultaneous analysis of tectonics of sedimentary strata and consolidated complex of the Earth crust. Analysis of wave image obtained in the course of reflection surveys in contact zones of the platforms in the Tuchola-Toruń-Nakło area showed variability in character of seismic record. The differences include number and intensity of the recorded reflected waves. The variability of the record was subsequently used as criterion for delineating blocks bounded by zones of tectonic disturbances. Depth range and width of these zones were found to be varying. It may be stated that analysis of wave image makes possible differentiation of faults of regional and local range. The obtained data give further support for the relation of structure of sedimentary cover and geological structure of an area, especially tectonics of consolidated basement.