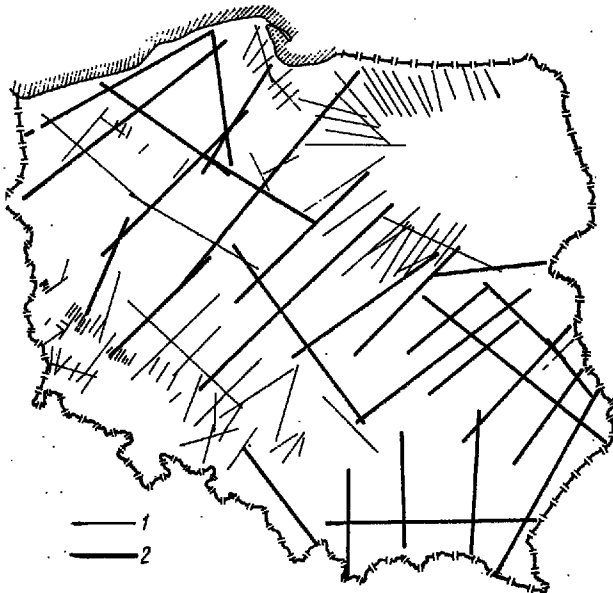


## REGIONALNE BADANIA REFRAKCYJNE I WSTĘPNA ANALIZA PRĘDKOŚCI GRANICZNYCH

UKD 550.834.3.004.14:550.344.5(438)''1961/1971''

Badania refrakcyjne w Polsce prowadzone są na obszarze całego kraju wzdłuż profili regionalnych przecinających często kilka jednostek geologicznych lub w formie zdjęć półszeregów, głównie skoncentrowanych na syneklizie perybałtyckiej, synklinorium warszawskim i monoklinie przedsudeckiej. Podstawowym zadaniem tych badań było prześledzenie głębokości zalegania i morfologii granicy załamującej związanej w początkowym okresie z podłożem krystalicznym, a od 1969 r. przyporządkowanej tzw. „skonsolidowanemu podłożu” o prędkości granicznej od 5,4 do 6,4 km/s.

Pod pojęciem strop skonsolidowanego podłoża rozumie się granicę oddzielającą pokrywę skał osadowych, ogólnie porowatych i przepuszczalnych, od głębiej leżących utworów o większym stopniu konsolidacji, w których pory pierwotne czy wtórne są zakryształizowane lub zaciśnięte. W poszczególnych rejonach kraju granica ta odpowiada różnym utworom geologicznym: na platformie wschodnioeuropejskiej — prekambryjskiemu podłożu krystalicznemu, na terenie SE Polski (na przedpoju Karpat) — zmetamorfizowanym utworom kambriu, na obszarze monokliny przedsudeckiej — zmetamorfizowanym utworom dolnego karbonu (3).



Ryc. 1. Mapa lokalizacji sejsmicznych prac refrakcyjnych wykonanych w Polsce.

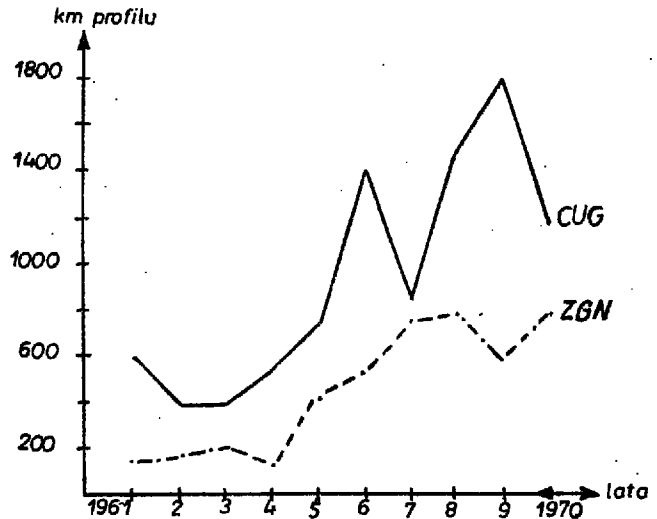
1 — profile refrakcyjne, 2 — profile refrakcyjne regionalne.

Fig. 1. Location of seismic refraction surveys completed in Poland.

1 — refraction profiles, 2 — regional refraction profiles.

Głębokość zalegania omawianej granicy zmienia się od kilkuset metrów w NE części platformy do kilkunastu kilometrów na antyklinorium kujawskim i pomorskim. Wyznaczenie głębokości występowania i morfologii tej granicy pozwala na ocenę miąższości zalegających nad nią utworów podpermских w obniżeniu wielkopolskim, wydzielenie stref zaburzeń tektonicznych oraz na wyznaczenie warstw perspektywicznych dla poszukiwań bituminów. W ostatnich latach celem prac refrakcyjnych jest śledzenie również fali o prędkości granicznej 5,6—5,7 km/s związanej z poziomami refrakcyjnymi w utworach paleozoicznych w północnej i środkowej części basenu cechsztyńskiego. Badania refrakcyjne dla rozwiązywania problemów złóż surowców stałych prowadzono w małym zakresie.

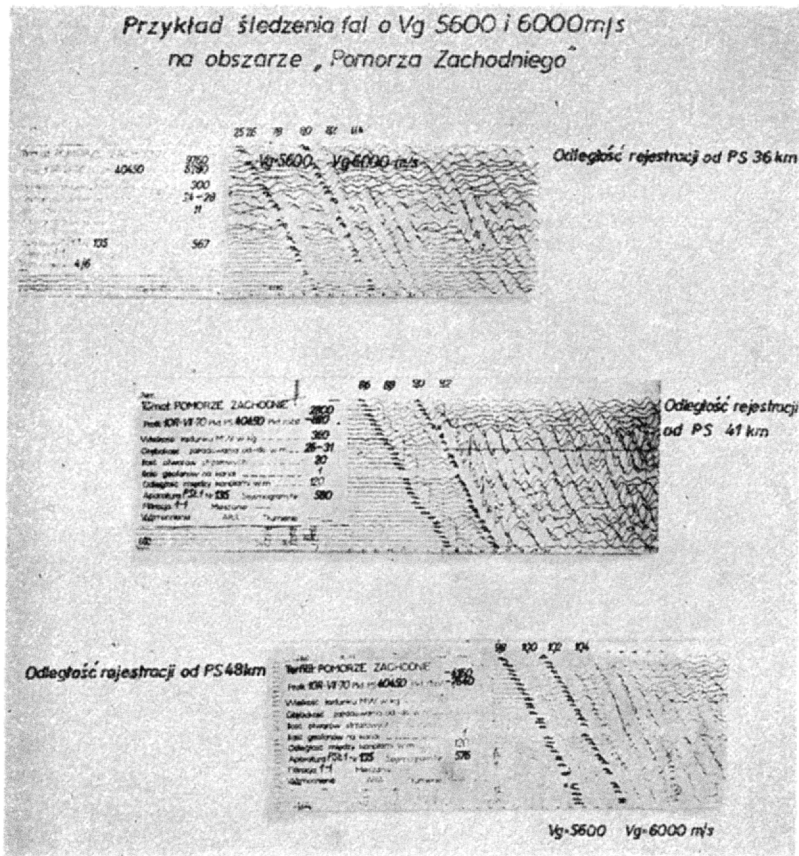
Prace refrakcyjne wykonywane są przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych oraz Przedsiębiorstwo Geofizyczne Górnictwa Naftowego w Krakowie i Toruniu. Rozmieszczenie wszystkich prac refrakcyjnych oraz zestawienie ilości wykonanych kilometrów profili w latach 1961—70 obrazuje ryc. 1 i 2. Należy podkreślić, że prace refrakcyjne wykonywane przez PPG prowadzone są niemal wyłącznie na zlecenie Instytutu Geologicznego, który planuje rozmieszczenie profili oraz bierze udział w ustalaniu metodyki badań i interpretacji (4, 5).



Ilość prac refrakcyjnych wykonana w latach 1961-70

Ryc. 2. Zestawienie ilości prac refrakcyjnych w km wykonanych w latach 1961—70.

Fig. 2. Refraction surveys (in km.) carried out in years 1961—1970.



Ryc. 3. Przykłady śledzenia fal o  $V_g = 5600$  m/s i 6000 m/s w rejonie synklinorium szczecińskiego i antyklinorium pomorskiego.

Fig. 3. Examples of record of waves with  $V_g$  equalling 5,600 and 6,000 m/s; areas of Szczecin synclinorium and Pomeranian antyclinorium.

W porównaniu z innymi krajami europejskimi ilość wykonanych prac refrakcyjnych w Polsce należy ocenić, jako bardzo dużą. Zasadniczą przyczyną wykonania tej ilości prac jest brak zadawalających wyników z badań refleksyjnych w zakresie odbić od utworów podcechszczyńskich i podłoża, przy jednoczesnym zainteresowaniu starszym paleozoikiem w poszukiwaniach złóż bituminowych.

W czasie omawianego 10-lecia badania refrakcyjne ulegały przemianom w zakresie unowocześnienia aparatur oraz rozwoju i doskonalenia metodyki prac polowych i interpretacyjnych. Umożliwiło to podejmowanie rozwiązywania zadań geologicznych w coraz bardziej skomplikowanych warunkach wglębnych i powierzchniowych. Przykładem może tu być przejście od sondowań wykonywanych na obszarze platformowym w 1960—61 r. dla kartowania podłoża krystalicznego do profilowania stropu skonsolidowanego podłoża na głębokości ok. 10 km w środkowej części basenu wielkopolskiego oraz w Karpatach Wschodnich w latach 1968—71. W artykule omówiono rozwój zasygnalizowanych na wstępie zagadnień dotyczących badań refrakcyjnych wykonanych przez PPG w latach 1961—71 oraz przedstawiono wstępną analizę niektórych wyników tych prac.

#### WYPOSAŻENIE TECHNICZNE

**Aparatury refrakcyjne.** Badania refrakcyjne w latach 1960—65 prowadzono przy użyciu aparatur typowych dla prac refleksyjnych (typ SS-26-51D i SS-24P), które charakteryzowały się stosunkowo „wysokim” pasmem rejestrowanych częstotliwości. W 1966 r. zastosowano aparatury specjalnie przystosowane do prac refrakcyjnych (typ PSL-1 60-kanalowe), które nawet w warunkach znacznie zróżnicowanej morfologii powierzchni Ziemi oraz przy rejestracji fal na dużych odległościach od punktów strzałowych (około 100 km) dawały dobre rezultaty. Od 1968 r. wprowadzono aparatury refrakcyjne z rejestracją na taśmach magnetycznych typu POISK. Zastosowanie nowego systemu rejestracji stanowiło istotny postęp w technice badań,

ponieważ umożliwiała odtwarzanie sejsmogramów z zastosowaniem interesujących parametrów. Tak więc można wymienić 3 etapy (jeśli chodzi o aparatury stosowane do badań refrakcyjnych): aparatury refleksyjne, refrakcyjne z zapisem oscylograficznym i refrakcyjne z zapisem magnetycznym.

**Geofony.** Do 1965 r. w pracach refrakcyjnych używano geofonów skonstruowanych dla prac refleksyjnych typu GF5 i GF9. W następnych latach grupy refrakcyjne wyposażono w geofony niskoczęstotliwościowe, specjalne dla prac refrakcyjnych — początkowo typu SPEN, a następnie NS3 i NC2. Podane typy geofonów podobnie jak i stosowane aparatury w okresie 10-lecia umożliwiały rejestrowanie interesujących fal w coraz niższym paśmie częstotliwości.

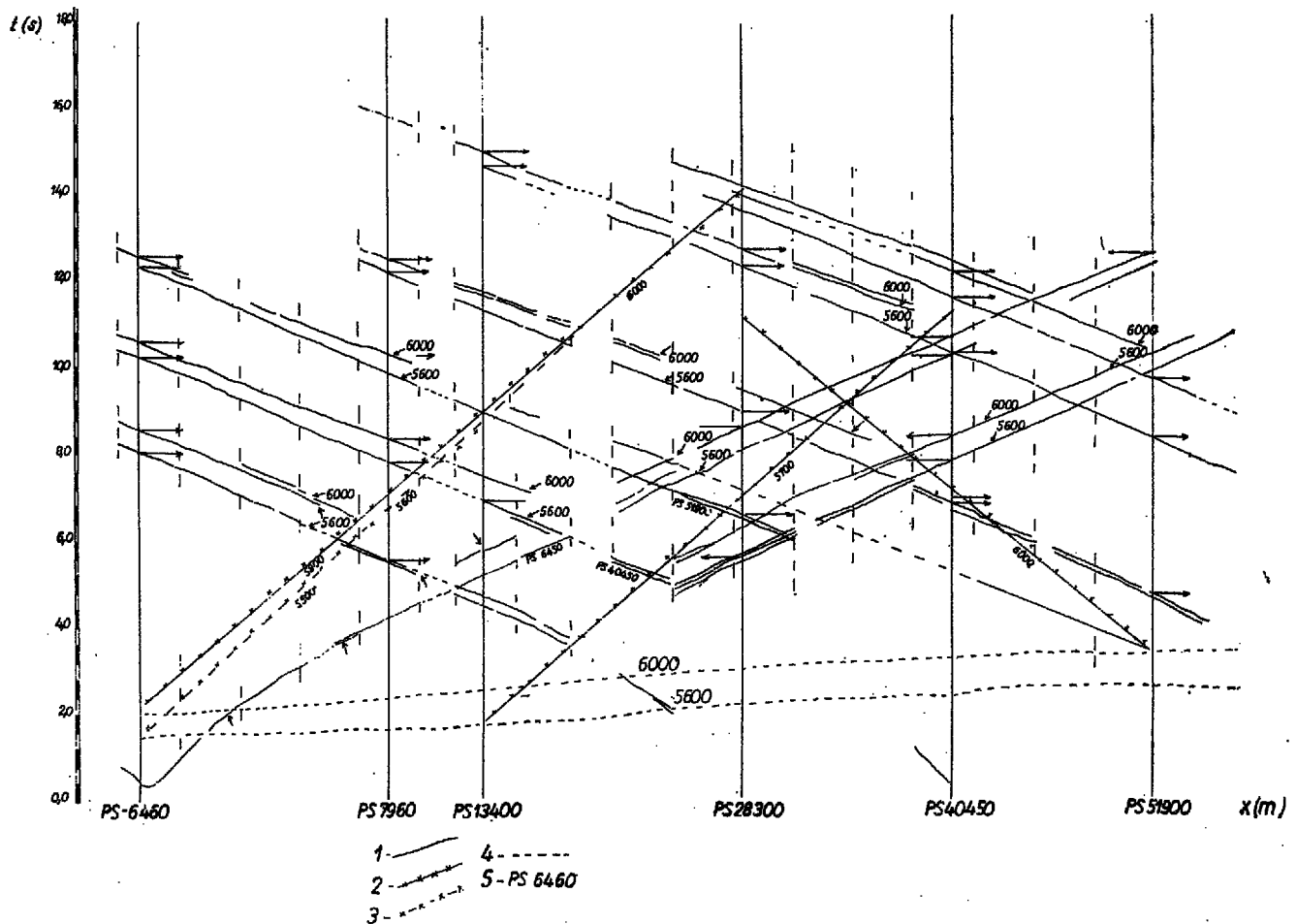
#### METODYKA BADAŃ

Metodyka badań refrakcyjnych pozostaje w ścisłym związku z zadaniami geologicznymi, głębokością zalegania granicy załamującej oraz możliwościami technicznymi posiadanego sprzętu; na ogół cały czas była ona podporządkowana przede wszystkim śledzeniu fali o  $V_g = 5,4$ —6,4 km/s. Można wyróżnić następujące etapy w rozwoju metodyki prac:

1. Rozpoznanie podłoża na obszarze platformowym oraz na monoklinie przedsudeckiej w rejonach, gdzie głębokość śledzonego horyzontu refrakcyjnego nie przekraczała 3—4 km. Stosowana metodyka badań sprowadzała się do wykonywania początkowo sondowań, a następnie profilowań. Długość gałęzi hodoğrafów w tym okresie nie przekraczała 50 km (4). W omawianych rejonach do chwili obecnej prowadzone są zagęszczające prace metodą refrakcyjną.

2. W latach 1965—66, dzięki wprowadzeniu bardziej przystosowanych aparatów do prac refrakcyjnych, rozpoczęto wykonywanie regionalnych profilów przecinających szereg jednostek geologicznych.

Stosowane schematy, właściwe w korelacyjnej metodzie fal załamanych, zapewniające ciągłe śledzenie fali związanej ze skonsolidowanym podłożem, jednocześnie zabezpieczały dostatecznie długie odcinki ho-



Ryc. 4. Przykład hodografu fal o  $V_g = 5600$  m/s i  $6000$  m/s z rejonu synklinorium szczecińskiego i antyklinorium pomorskiego.

1 — hodografy fal o prędkościach  $5600$  i  $6000$  m/s, 2–3 — hodografy różnicowe dla fal i prędkości  $5600$  i  $6000$  m/s, 4 — linie  $t_0$ , 5 — nazwy punktów strzałowych w bieżącym pikietażu profilu w metrach.

Fig. 4. Examples of hodograph of waves with  $V_g$  equalling  $5,600$  and  $6,000$  m/s; areas of Szczecin synclinorium and Pomeranian antyclinorium.

1 — hodographs of waves with velocities  $5,600$  and  $6,000$  m/s, 2–3 — differential hodographs of waves with velocities  $5,600$  and  $6,000$  m/s, 4 — lines  $t_0$ , 5 — shoot points numbers.

dografów nabieżnych wykorzystywane do identyfikacji fal. Szczegółowe schematy strzelania opracowano na podstawie sondowań refrakcyjnych, wcześniej wykonanych na badanych profilach. W związku z dużymi różnicami z głębokości występowania granicy oraz koniecznością śledzenia jej na długich odcinkach w pierwszych impulsach stosowano zmienne maksymalne odległości rozstawów od punktów strzałowych, które w granicznych wartościach dochodziły do  $120$  km.

Odstreliwane schematy na ogół ograniczono do odcinków, na których śledziła się fala o prędkości  $5,4$ – $6,4$  km/s, jednak w kilku miejscach uzyskano pełne gałęzie hodografów dla poznania obrazu wszystkich rejestrujących się fal. Stosowano jednoczesną rejestrację 2–4 aparatami; odległości między kanałami początkowo wynosiły  $80$  m, a w ostatnich latach osiągnęły  $120$  m.

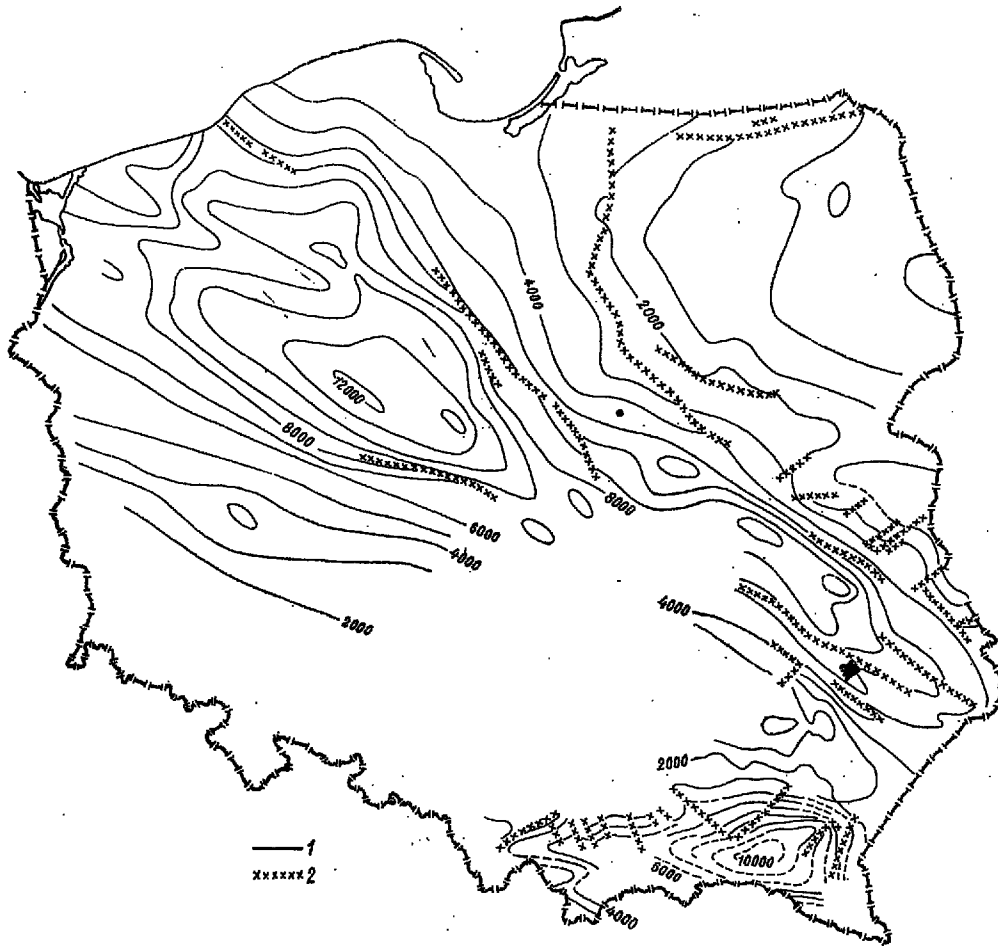
Należy podkreślić, że począwszy od 1968 r. zwrócono uwagę na śledzenie, obok fali związanej ze skonsolidowanym podłożem, nowej fali o prędkości granicznej  $5,6$ – $5,7$  km/s związanej z płytszymi utworami paleozoicznymi. Fala ta została zarejestrowana z zastosowaniem metodyki ciągłego profilowania refrakcyjnego w północnej i środkowej części obniżenia wielkopolskiego (ryc. 3).

3. Badania refrakcyjne w Karpatach, w terenie o niezwykle silnie zróżnicowanej morfologii, rozpoczęto w 1967 r. Dzięki zdobytym doświadczeniom na profilach przecinających Karpaty wzdłuż kierunku

południkowego w 1970 r. wykonano pierwszy równoleżnikowy profil, w całości położony na terenie wysokogórskim. Podobnie jak w pracach na niżu również w Karpatach stosowano metodykę ciągłego profilowania granicy refrakcyjnej przy długościach gałęzi hodografów dochodzących do  $80$  km od punktu strzałowego i  $120$  m odległościach między kanałami.

#### OPRACOWANIE MATERIAŁÓW

Otrzymane w wyniku wykonanych prac refrakcyjnych materiały podstawowe — sejsmogramy — pozwalają na dostatecznie pewne wydzielenie fali o prędkości granicznej  $5,4$ – $6,4$  km/s lub dwóch fal o prędkościach granicznych  $5,6$ – $5,7$  km/s i około  $6,0$  km/s. Fale te prześledzono na sejsmogramach na podstawie kryteriów korelacji fal załamanych, a następnie wykorzystano do sporządzenia hodografów. Obok czasów fal zaznaczono także w formie znaków umownych informacje o pewności śledzenia impulsów, strefy interferencji i zaniku amplitud. Na zdecydowanej większości profili fala o największej prędkości została zarejestrowana w pierwszych fazach na schemacie korelacyjnym zabezpieczającym przynajmniej 2-krotne pokrycie (w jedną stronę). Rejestracje omawianej fali w dalszych impulsach uzyskiwano przede wszystkim w tych przypadkach, gdy fala o mniejszej prędkości śledziła się na dłuższych odcinkach (np. obszar synklinorium i antyklinorium pomorskie-



Ryc. 5. Szkic strukturalny horyzontu refrakcyjnego wiązanego ze skonsolidowanym podłożem.

1 — izohipsy horyzontu refrakcyjnego, 2 — uskoki.

go). Na ryc. 4 przedstawiono przykłady hodografu obrazującego występowanie obu fal.

Należy podkreślić, że obok przedstawionego wyżej obrazu istnieją rejony (np. monoklina przedsudecka), gdzie obraz falowy zależnie od przyjętych kryteriów identyfikacji można interpretować jako występowanie jednej lub kilku (3, a nawet więcej) granic załamujących. Zagadnienie to ze względu na mało zróżnicowane prędkości jest bardzo trudne do jednoznacznie rozstrzygnięcia i znajduje się obecnie w toku analiz i studiów.

Przy opracowaniu i identyfikacji fal załamanych wykorzystywano dodatkowo w latach 1961–65 analizę współczynnika pochłaniania, a od 1966 r. analizę zjawiska przenikania. Współczynnik pochłaniania wyznaczono na podstawie równania:

$$\ln Ax^n = -a_2 x + C$$

gdzie:

- A — amplituda fali załamanej,
- $a_2$  — współczynnik pochłaniania w ośrodku poniżej granicy załamującej,
- x — odległość od punktu strzałowego do miejsca rejestracji drgań,
- n — wykładnik potęgowy funkcji rozchodzenia się fali,
- C — stała, zależna od siły wybuchu i fizycznych własności ośrodka.

Uzyskane wartości współczynnika  $a_2$  (w granicach  $0,1-3,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1}$ ) wykorzystywano jako dodatkowy parametr świadczący o przynależności danej fali do podłoża. Ze względu na duży rozrzut uzyskiwanych wartości  $a_2$  oraz zastrzeżenia co do prawidłowości określanych wartości amplitud wynikających z nie-

Fig. 5. Structural sketch of refraction horizon related to the consolidated substratum.

1 — isohypses of refraction horizon, 2 — faults.

doskonałości stosowanych aparatów w dalszych pracach zaniechano wyznaczenie  $a_2$ .

W toku prowadzenia prac refrakcyjnych poza platformą wschodnioeuropejską zaobserwowano nierówności hodografów nabeżnych śledzonej fali, które powiązano z występowaniem zjawiska przenikania. W związku z tym w dokumentacjach z prac refrakcyjnych od 1968 r. zastosowano identyfikację fal czołowych i refragowanych, a do hodografów fal przenikających wprowadzono odpowiednie poprawki wg równania podanego przez Awerbucha:

$$\delta t(x) = \tau/21 \cdot (x - x_p)^2 = a_2 (x - x_p)^2$$

gdzie:

- $\delta t(x)$  — wielkość poprawki, określająca różnicę czasów między hodografem fali refragowanej i fali czołowej,
- $\tau$  — współczynnik kątowy prostej otrzymanej wg zmian równoległości hodografów nabeżnych oddalonych od siebie o wielkość  $l$ ,
- $x_p$  — odcięta podstawowego punktu hodografu fal ślizgających,
- $a_2$  — współczynnik charakteryzujący wielkość przenikania.

Na podstawie równania Awerbucha wyznaczono wartości współczynnika  $a_2$  wzdłuż poszczególnych profilów regionalnych, które zmieniają się w przedziale od  $0,1$  do  $0,35 \cdot 10^{-3} \text{ s/km}^2$  zależnie od regionu, w jakim był położony profil. Po wprowadzeniu poprawek na przenikanie prowadzono interpretację hodografów wg zasad przyjętych dla fal czołowych (2, 5).

Interpretację głębokościową fal prowadzono w oparciu o metodę linii  $t_0$  lub pół czasów, stosując ja-

ko podstawową tę ostatnią. Wartości prędkości granicznych określano na podstawie izochron, pomocniczo wykorzystując także hodograf różnicowy. Do wyznaczenia głębokości granicy załamującej zakładano średnie prędkości przy wykorzystaniu danych z karotażu sejsmicznego, sondowań refleksyjnych oraz ekstrapolacji prędkościami kompleksowymi.

Ostatecznie wyniki badań przedstawiono w formie przekrojów głębokościowych granicy załamującej z podaniem wartości prędkości granicznych, map strukturalnych granicy refrakcyjnej (ryc. 5) oraz kładów przekrojów głębokościowych na mapach z sytuacją profili regionalnych.

#### ANALIZA PRĘDKOŚCI GRANICZNYCH

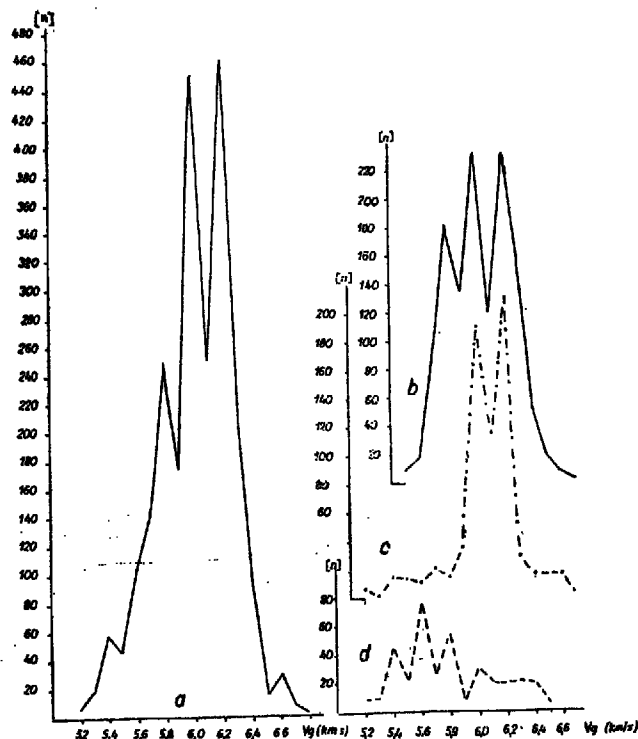
Wykorzystanie różnic prędkości granicznych do poznania zmienności petrograficznych podłoża krystalicznego stosowano już w Polsce w latach 1963 i 1965 w rejonie Suwałk. W tym celu stosowano specjalnie dobraną metodykę prac polowych i interpretacyjnych dla dokładnego określenia prędkości granicznych i wydzielenia lokalnych anomalii prędkościowych. W 1970 r. J. Skorupa zwrócił uwagę na różnice w wielkościach rozrzutu prędkości granicznych w wybranych jednostkach geologicznych (5).

W niniejszej pracy podjęto próbę wykorzystania obserwowanych wartości  $V_g$  do scharakteryzowania regionalnych zmian prędkości. Zauważono, że rozmieszczenie na terenie kraju prędkości granicznych oraz częstotliwość ich zmian nie ma charakteru przypadkowego, lecz wiąże się z określonymi regionami. Wartości prędkości granicznych dla najgłębszej granicy refrakcyjnej wzdłuż poszczególnych profili regionalnych mieszczą się w przedziale od 5,4 do 6,4 km/s. W celu określenia prawidłowości w rozmieszczeniu prędkości granicznych zestawiono wartości wg krzywej rozkładu  $V_g$ . Wartości prędkości granicznej analizowano wzdłuż granicy refrakcyjnej o łącznej długości 4810 km. Granicę tę wyznaczono wzdłuż profili regionalnych przedstawionych na ryc. 1 metodą izochron przy założeniu stałej prędkości w nadkładzie. Prędkości graniczne określone również wg sposobu przyjętego w metodzie izochron odczytywano w odstępach 2 km.

Otrzymane wartości naniesiono w prostokątnym układzie współrzędnych, gdzie na osi odciętych zaznaczono prędkości graniczne, a na osi rzędnych ilość poszczególnych wartości prędkości. Uzyskany rozkład prędkości granicznych ze wszystkich analizowanych profili regionalnych charakteryzuje się dwoma zasadniczymi ekstremami o wartościach  $V_g = 6,0$  i  $6,2$  km/s oraz mniej wyraźnie zaznaczonymi maksimumami  $V_g = 5,4$  i  $5,8$  km/s (ryc. 6a).

Dla znalezienia związku wyznaczonych wartości prędkości granicznych z regionami kraju opracowano wg takich samych zasad krzywe rozkładu  $V_g$  dla profili regionalnych rozmieszczonych głównie na obniżeniu wielkopolskim i płycie wschodnioeuropejskiej (dla 2590 km granicy) — ryc. 6b, syklinorium lubelskim (1449 km granicy) — ryc. 6c oraz dla Karpat i Przedgórze (780 km granicy) — ryc. 6d. Analiza wymienionych wykresów wskazuje, że dla pierwszego obszaru mamy do czynienia z dwoma zasadniczymi ekstremami o wartościach 6,2 i 6,0 km/s oraz mniejszym ekstremem 5,8 km/s. W drugim rejonie występują dwa ekstrema 6,0 i 6,2 km/s, a w trzecim trzy prawie równorzędne ekstrema o niższych wartościach prędkości: 5,4, 5,6 i 5,8 km/s oraz strefa o prędkościach 6,0–6,4 km/s.

Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy na obszarze charakteryzowanym przez profile regionalne położone poza rejonem Karpat i Przedgórze ustalono trzy dominujące wartości prędkości granicznych: 5,8, 6,0 i 6,2 km/s. W celu określenia rozmieszczenia dominujących prędkości na obszarze kraju przyporządkowano im różne kolory, naniesione na mapę. Skupienie danego koloru wykorzystano do wyznaczenia rejonu, w którym dominuje dana wartość prędkości. Dla scharakteryzowania zmian prędkości w wydzielonych w ten sposób obszarach spo-



Ryc. 6. Krzywe rozkładu  $V_g$  (prędkości granicznych). a — dla profili regionalnych na terenie całego kraju, b — dla profili regionalnych rozmieszczonych na obszarze obniżenia wielkopolskiego i płycy wschodnioeuropejskiej, c — dla syklinorium lubelskiego, d — dla Karpat i Przedgórze.

Fig. 6. Curves of distribution of boundary velocities ( $V_g$ ).

a — for regional profiles, b — for regional profiles through Wielkopolska depression and East-European Platform, c — for Lublin synclinorium, d — for the Carpathians and Carpathian Fore-Deep.

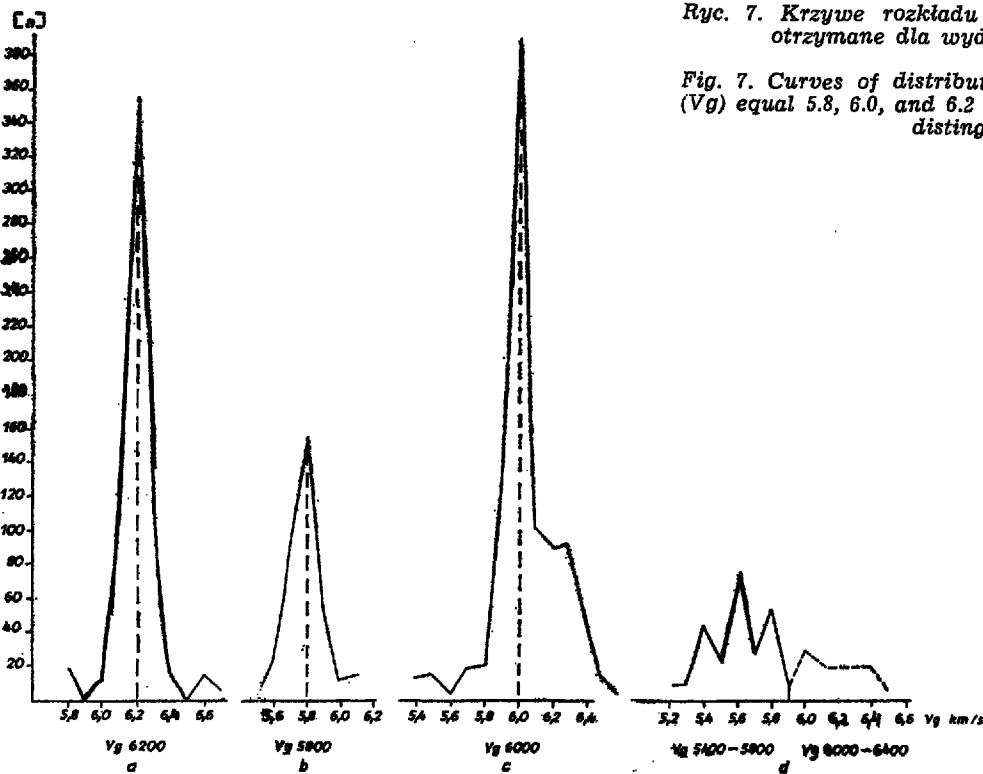
rzędono nowe rozkłady prawdopodobieństwa prędkości (ryc. 7). Wyróżniają się one w odróżnieniu od dotychczas omawianych pojedynczymi maksimumami, które są szczególnie wyraźne dla prędkości 6,0 i 6,2 km/s. Dla obszaru Karpat i Przedgórze ograniczono się do wcześniejszych wniosków ilustrowanych ryc. 6d. Należy zaznaczyć, że granice między poszczególnymi rejonami wyznaczają strefy przejściowe, których określenie „szerokości” wymagać będzie dalszych analiz  $V_g$ .

Dla zilustrowania wydzielonych dominujących wartości  $V_g$  na tle wartości występujących na profilach na ryc. 8 zestawiono zmiany wymienionych wielkości wzdłuż 3 profili charakteryzujących różne regiony kraju, a na ryc. 9 rozmieszczenie rejonów o dominujących prędkościach granicznych. Przedstawione na ryc. 6–9 materiały pozwalają na następującą charakterystykę prędkościową podłoża (ryc. 9):

1) obszar o  $V_g = 6,2$  km/s — obejmujący w północnej części kraju strefę położoną na NE od linii Kozalin — Toruń — Łowicz oraz południową część strefy znajdującej się na SW od linii Góra Kalwaria — Lublin — Hrubieszów, charakteryzuje się zdecydowanym i wąskim ekstremem (ryc. 7a);

2) obszar o  $V_g = 5,8$  km/s — obejmuje monoklinę przedśudecką oraz częściowo jednostki z nią sąsiadujące — posiada jedno dominujące ekstremum (ryc. 7b);

3) obszar o  $V_g = 6,0$  km/s — obejmuje pas o zmiennej szerokości położony między obszarami wymienionymi w pkt 1 i 2 oraz wyniesienie podlasko-lukowskie — charakteryzuje się wyraźnym ekstremem oraz dodatkowym wzrostem prędkości o wielkości 6,3 km/s (ryc. 7c);



Ryc. 7. Krzywe rozkładu  $V_g$  5,8; 6,0 i 6,2 km/sek otrzymane dla wydzielonych regionów.

Fig. 7. Curves of distribution of boundary velocities ( $V_g$ ) equal 5.8, 6.0, and 6.2 km/s for particular regions distinguished.

4) obszary: o  $V_g = 5,4-5,8$  km/s i  $V_g = 6,0-6,4$  km/s — dwie strefy wydzielono na terenie Karpat i Przedgórze, dzieląc je na część wschodnią i zachodnią; zamiast ekstremów dają się wyróżnić przedziały określone przez wymienione prędkości (ryc. 7d).

Interesująco przedstawia się porównanie rejonów wydzielonych na podstawie analizy prędkości granicznych ze strefami w obrębie skonsolidowanego podłoża podanymi przez W. Pożaryskiego (ryc. 9). SW granica obszaru o wartości  $V_g = 6,2$  km/s, jednolitego pod względem zmian prędkości, w swojej północnej i środkowej części, odpowiada zasięgowi prekambryjskiego podłoża krystalicznego, NW granica obszaru o  $V_g = 5,8$  km/s charakteryzuje zasięg orogenezy waryscyjskiej, strefa o wartości  $V_g = 6,0$  km/s na odcinku Wolin — Łódź odpowiada zasięgowi perykratonicznemu. Granica rozdzielenia prędkości w Karpatach odpowiada kontaktowi orogenezy waryscyjskiej i bajkalskiej. Trudności w powiązaniu poszczególnych stref występują na obszarze synklinorium lubelskiego i w rejonie Warszawy.

Otrzymana zgodność zasięgów jednostek geologicznych w skonsolidowanym podłożu z wynikami próby analizy  $V_g$  wymaga dalszego udokumentowania i uściślenia. Wiąże się to z koniecznością wykorzystania wszystkich materiałów refrakcyjnych oraz oparcia się o ujednolicone kryteria ich opracowania.

#### WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

1. Z przedstawionych dotychczas materiałów wynika ścisły związek śledzenia granic refrakcyjnych w coraz trudniejszych warunkach geologicznych z rozwojem metodyki i techniki prac polowych oraz interpretacyjnych. W pracach polowych systematycznie wzbogacono systemy obserwacji i obniżano pasma częstotliwości. W opracowaniu materiałów obok informacji o geometrii zalegania granicy rozpoznawano wielkości charakteryzujące fizyczne własności utworów: prędkości graniczne, współczynniki pochłaniania, współczynniki przenikania.

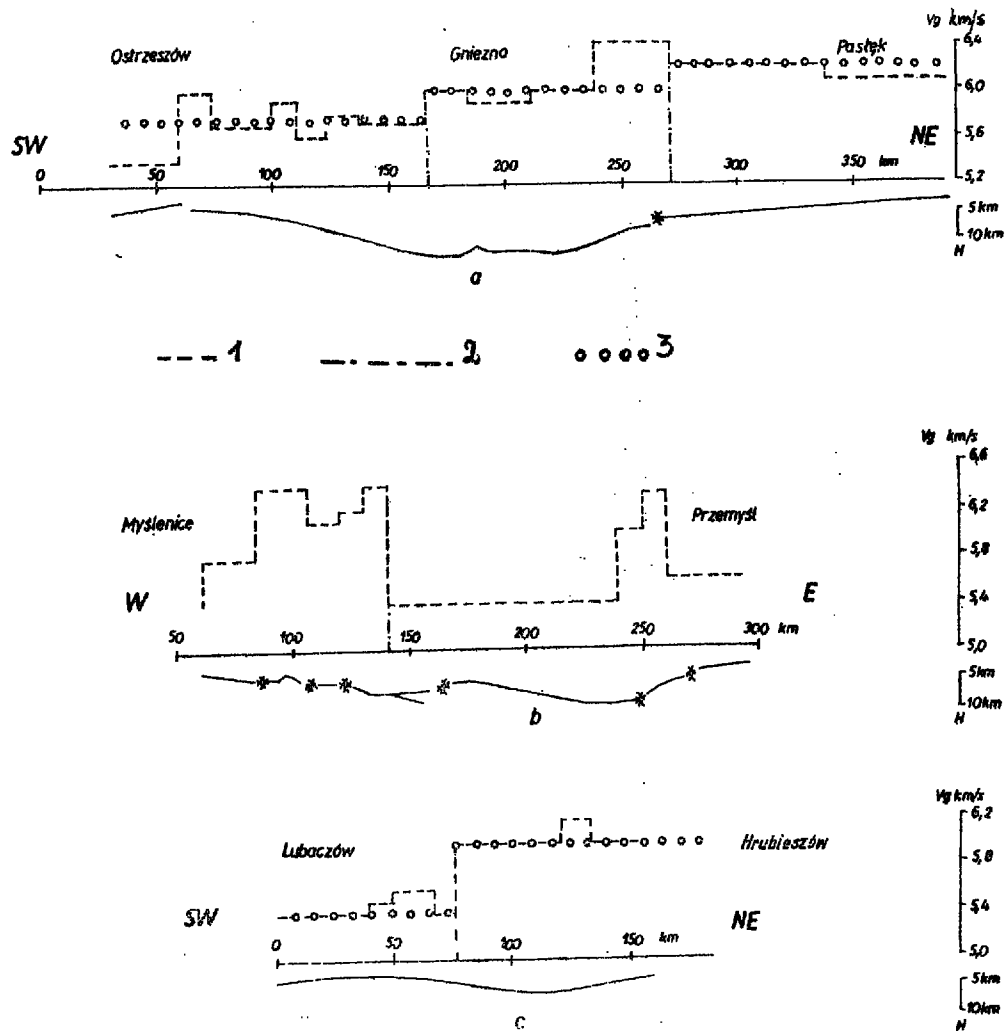
2. Dotychczasowe rezultaty prac refrakcyjnych pozwalają na przedstawienie następującej charakterystyki otrzymanych wyników:

2.1. Obszar położony na NE od linii Koszalin — Łowicz — Lublin. Granica załamująca zalega tu na głębokości od kilkuset metrów do 5 km. Sejsmogramy są dobrej jakości, pozwalają na pewne wydzielenie fal o prędkościach 6,0—6,2 km/s. Obszar ten charakteryzuje się małymi zmianami w prędkościach granicznych; na ogół występuje prędkość 6,2 km/s, a na wyniesieniu podlasko-lukowskim prędkość 6,0 km/s. Rejestrowane fale mają cechy fal czołowych; występujące lokalnie efekty przenikania na ogół nie powodują zniekształceń hodografów.

2.2. Obszar monokliny przedsudeckiej i sąsiednich jednostek. N i NE wyznaczony jest przez miejscowości — Zbąszyń, Środa Wlkp., Kalisz. Granica refrakcyjna zalega na głębokości nieprzekraczającej 5 km. Sejsmogramy są dobrej jakości, jednak zestawiony na ich podstawie obraz falowy na hodografach jest trudny do jednoznacznej interpretacji. Opracowanie materiałów przy założeniu jednej fali załamującej prowadzi do określeń dużych wartości współczynników charakteryzujących przenikanie fal. Prędkości graniczne wyznaczone z hodografów z wprowadzonymi poprawkami na przenikanie są mniejsze od 6,0 km/s. Przedstawiona charakterystyka kwalifikuje ten obszar na obecnym etapie jako niesprzyjający do prowadzenia prac refrakcyjnych.

2.3. Obszar antyklinorium pomorsko-kujawskiego i synklinorium szczecińsko-łódzkiego. Wyniki otrzymane dla granicy refrakcyjnej o  $V_g = 6,0$  km/s związanej ze skonsolidowanym podłożem są różnej jakości. Jako zasadnicze przyczyny takiego stanu można wymienić: dużą głębokość zalegania granicy (od 6 do 12 km), występowanie bogatej tektoniki solnej w nadkładzie, występowanie dodatkowej granicy refrakcyjnej w otworach paleozoicznych o prędkości 5,6—5,7 km/s. Powyższe przyczyny utrudniają jednoznaczne śledzenie i identyfikację fal załamanych.

2.4. Karpaty i Przedgórze. Rejon o bardzo zróżnicowanej głębokości granicy od 2 do 10 km oraz o dużych zmianach prędkości granicznych od 5,4 do 6,4 km/s. Zróżnicowane warunki węgłone oraz wyjątkowo bogata morfologia terenu stwarzają szereg specyficznych trudności w wykonawstwie prac refrakcyjnych.

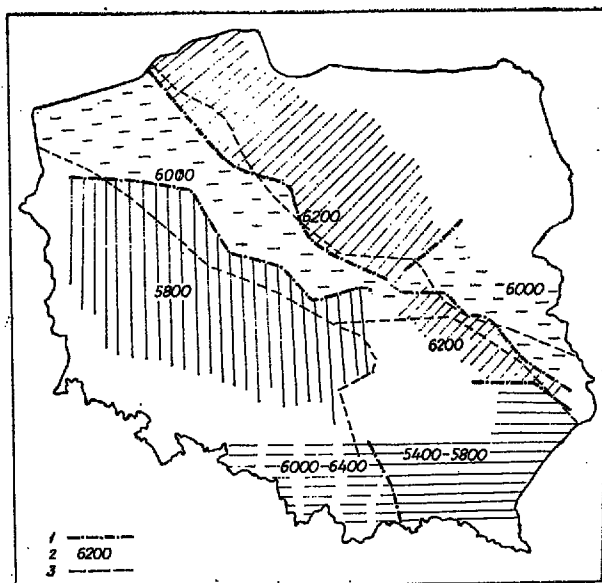


Ryc. 8. Wykresy zmian  $V_g$  wzdłuż profilów regionalnych.

1 — rzeczywiste wartości  $V_g$ , 2 — strefa zmian dominującej wartości  $V_g$ , 3 — regionalne (dominujące) wartości  $V_g$ .

Fig. 8. Diagrams of changes in value of boundary velocity ( $V_g$ ) along regional profiles.

1 — real  $V_g$  values, 2 — zone of changes of predominating  $V_g$  value, 3 — regional (predominating)  $V_g$  values.



Ryc. 9. Rozmieszczenie rejonów o dominujących prędkościach granicznych.

1 — przybliżony zasięg poszczególnych dominujących wartości  $V_g$ , 2 — wartości prędkości  $V_g$  w m/s, 3 — granica obszarów wydzielonych w obrębie podłoża skonsolidowanego wg W. Pożaryskiego.

Fig. 9. Distribution of regions with predominating values of boundary velocities.

1 — approximate extent of particular dominating  $V_g$  values, 2 —  $V_g$  velocities values in m/s, 3 — boundaries of subdivision of consolidated substratum (after W. Pożaryski).

3. Przeprowadzona analiza prędkości granicznych umożliwiła wydzielenie rejonów o charakterystycznych, dominujących prędkościach: 5,8 6,0 i 6,2 km/s. Otrzymane bardzo wyraźne i wąskie ekstrema o prędkości 6,0 i 6,2 km/s wskazują na stosunkowo jednorodną budowę wgłębną, a także na brak wyraźnej zależności prędkości granicznej od głębokości. W Karpatach i na Przedgórzu wydzielono granicę rozdziału dwóch stref zmian prędkości granicznych: 5,4–5,8 km/s i 6,0–6,4 km/s. Wyznaczony przedział zmian prędkości wskazuje na niejednorodną budowę podłoża w tym rejonie.



4. Nieduże różnice wartości prędkości granicznych, bliskie przedziałom błędów przyjmowanych w interpretacji sejsmicznej, ze względu na dobrą powtarzalność w wydzielonych obszarach, uwidocznioną na załączonych rycinach, zostały wykorzystane do określenia typowych, regionalnych wartości  $V_g$ . Z powodu niejednorodnych materiałów wyjściowych wykorzystane w przeprowadzonej analizie podane w niniejszej pracy wnioski należy traktować jako rezultaty wstępnego, regionalnego opracowania prędkości granicznych.

#### LITERATURA

1. Pepeł A. — Z zagadnień wyznaczenia funkcji prędkości od głębokości w utworach paleozoicznych

#### SUMMARY

The paper deals with development of methodology and techniques of regional refraction studies in Poland in 1961—1971. The surveys carried out during that period were aimed at recognition of morphology of refraction boundary with boundary velocity 5.4—6.4 km/s, related to crystalline or consolidated substratum. Basic problems related to analysis of materials and the results obtained are discussed. Boundary velocities established and their characteristic values for some selected areas are given.

nych syneklizy przybałtyckiej i wyniesienia Łeby. Mater. na IV Zjazd Gór. „Nowe Górnictwo”, AGH, Kraków, 1965.

2. Pepeł A. — Niektóre problemy opracowania fal załamanych związanych ze stropem karbonu. Techn. Poszuk., 1966, z. 18.
3. Pożaryski W. — Powierzchnia skonsolidowanego podłoża. Geofiz. i Geol. naft., 1970, nr 3—4.
4. Skorupa J. — Główne elementy tektoniki krystalicznego podłoża platformy wschodnioeuropejskiej dla obszaru Polski w nawiązaniu do danych geofizycznych. Pr. Inst. Geol., 1963, t. 30 (Cz. 4).
5. Skorupa J. — Próba charakterystyki ośrodka gradientowego wiążanego ze skonsolidowanym podłożem niektórych obszarów południowej Polski. Prz. geol., 1970, nr 6.

#### РЕЗЮМЕ

В статье рассматривается развитие методики и техники региональных сейсмических исследований методом преломленных волн, проводимых в Польше, за период 1961—1971 гг. Работы осуществлялись с целью изучения рельефа преломляющего горизонта с граничными скоростями 5,4—6,4 км/сек, представляющего кристаллическое или консолидированное основание. Рассматриваются проблемы, связанные с обработкой материалов, и получаемые результаты. Анализируются граничные скорости и определяются их характерные значения по некоторым районам.