

TADEUSZ KRYNICKI

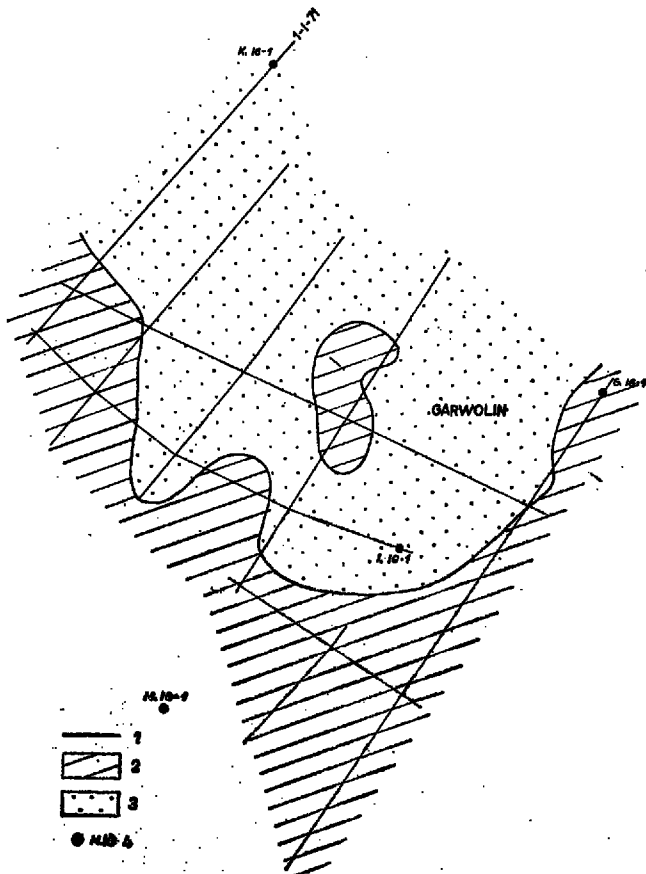
Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych

CHARAKTERYSTYKA WYNIKÓW SEJSMICZNYCH UZYSKANYCH W REJONIE WARKI—GARWOLINA

UKD 550.934.5.04/.05:551.73:518.5:681/.3.01(438.112 Warka — Garwolin)

W ostatnich dwóch latach na obszarze znajdującym się na pograniczu trzech jednostek geologicznych, a mianowicie synklinoriów: lubelskiego i brzeźnego oraz obniżenia podlaskiego, wykonano badania sejsmiczną metodą refleksyjną na profilach pokaza-

nych na ryc. 1 i 2. Obszar ten zalicza się do łatwych pod względem warunków sejsmogeologicznych, gdyż uzyskuje się tu na ogół dużo refleksów. Jednak głównym problemem (bardzo trudnym do rozwiązania) jest określenie realności głębokich granic odbijają-



Ryc. 1. Schematyczny rozkład wartości prędkości w strefie małych prędkości (SMP) w rejonie Garwolina. 1 — profile sejsmiczne, 2 — obszar z wartościami prędkości $< 400 \text{ m/sec.}$, 3 — obszar z wartościami prędkości $> 400 \text{ m/sec.}$, 4 — głębokie otwory.

cych. Rozpatrzmy problem ten nieco szerzej na podstawie materiałów sejsmicznych uzyskanych przy zastosowaniu analogowej rejestracji polowej i przetworzonych techniką analogową oraz częściowo cyfrową.

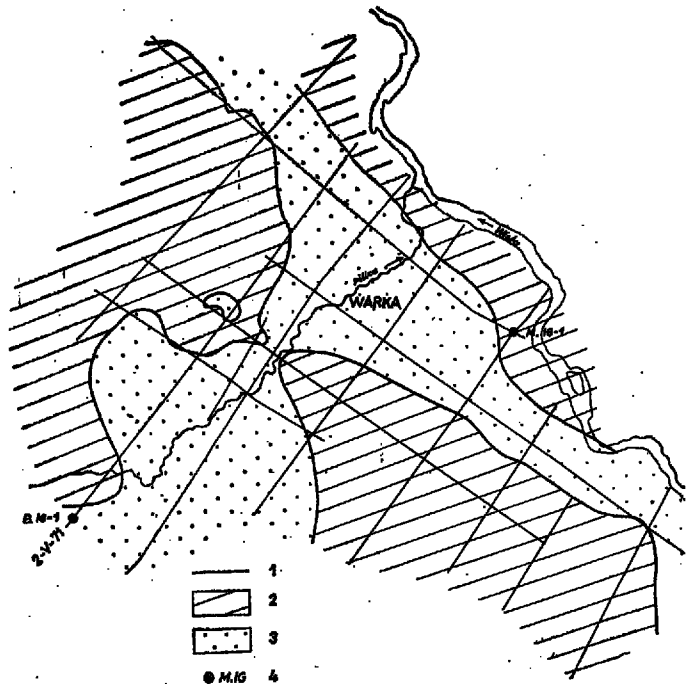
WARUNKI POWIERZCHNIOWE

W omawianym obszarze urzeźbienie terenu jest mało zróżnicowane, a strefa małych prędkości (SMP) przeważnie jednowarstwowa posiada na ogół miąższości około 3–7 m, rzadko kiedy większe. Prędkości w tej strefie wahają się od 200 do 850 m/s. Najczęściej wynoszą one 300–700 m/s. Na ryc. 1 i 2 zaznaczono obszary charakteryzujące się określonymi wartościami prędkości w SMP. Zwracają uwagę stosunkowo niskie wartości prędkości w SMP w pobliżu Wisły, dzielącej obszar przedstawiany na ryc. 1 i 2. Warto nadmienić, że w pobliżu Pilicy prędkości w tej strefie posiadają na ogół wartości wahające się od 400 do 700 m/s, a więc wyższe niż w rejonie Wisły. Podobne spostrzeżenia odnoszą się do prędkości pod SMP. Na obu brzegach Wisły prędkości nie przekraczają 1600 m/s (ryc. 3 i 4). Znaczna część obszaru charakteryzuje się prędkościami wynoszącymi pod strefą 1650–1850 m/s.

Wartości prędkości zarówno w strefie, jak i pod nią, wiążą się z wykształceniem utworów zalegających na powierzchni lub na niedużych głębokościach, lecz ze względu na szczupłość miejsca pomija się szersze omówienie tych zależności.

METODYKA PRAC POLOWYCH

Metodyka ta stosowana na profilach wykazanych na ryc. 1 i 2 nieco się różniła. Wynikało to częściowo



Ryc. 2. Schematyczny rozkład wartości prędkości w SMP w rejonie Warki. Objaśnienia jak na ryc. 1.

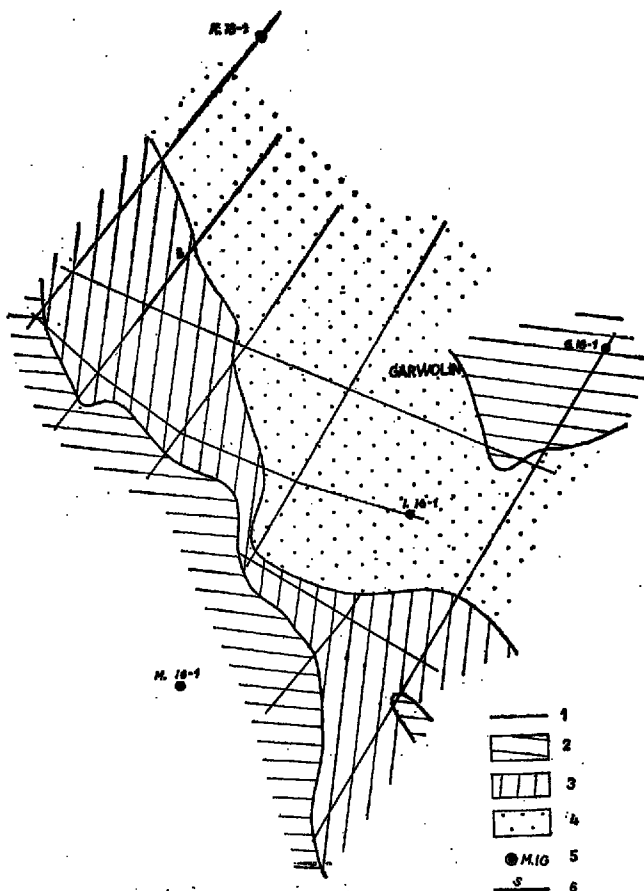
z odmiennej budowy geologicznej oraz w pewnym stopniu z przyczyn technicznych. Wszystkie profile odstrzelono metodą sześciokrotnego profilowania, stosując przeważnie 75-metrowe odległości między kanałami. Grupowano 24 geofony na kanał. Na profilach przedstawionych na ryc. 1 dokonywano wzbudzania fal w 3–7 otworach o głębokości 5–9 m, rzadziej głębszych. Stosowano rozstawy środkowe. W południowej części obszaru (rejon Warki), przedstawionego na ryc. 2, stosowano skrajne rozstawy; jednocześnie grupowano tu otwory w ilości do 3 o głębokościach od 9 do 20 m (niekiedy głębszych).

W celu rozpoznania obrazu falowego, a szczególnie odbić wielokrotnych wykonano tu również dwustronne sondowanie refleksyjne o długości jednej gałęzi 7,2 km oraz odcinek profilu z odsunięciem rozstawów od punktu strzałowego (PS) o około 900 i 1800 m. Odcinek ten odstrzelono przy takim zagęszczeniu PS, że otrzymano 6-krotne pokrycie dla rozstawów bliższych i dalszych. Odległości między kanałami wynosiły 75 m. Sondowanie wykonano przy 25 metrowych odległościach między kanałami.

WYNIKI UZYSKANE TECHNIKĄ ANALOGOWĄ

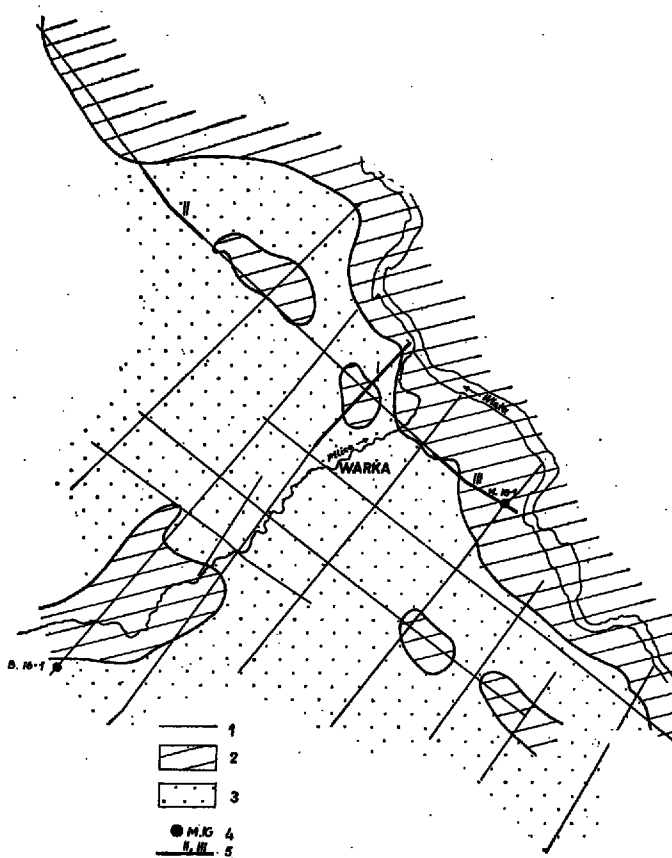
Wyniki uzyskane z zastosowaniem techniki analogowej (rejestracja i przetwarzanie) przedstawiają ryc. 5 i 6. Na przekrojach czasowych widać kilkanaście granic odbijających, z których K, J, T, C_{gr} zaliczono do przewodnych. Najgłębsza granica przewodnia C_{gr} stratygraficznie wiązana ze spągami cechsztynu lub stropem karbonu należy niewątpliwie do realnych. Nie ma tej pewności w stosunku do poziomów głębszych. Wychodząc jednak z ogólnych przesłanek takich, jak uzyskiwanie odbić od utworów karbonu w SE części omawianego obszaru, gdzie karbon zalega niezgodnie do nadkładu mezozoicznego, co ułatwia rozpoznawanie refleksów karbońskich, a ponadto na podstawie różnicowania litologiczno-prędkościowego kompleksu karbońskiego i głębszych można sądzić, iż część poziomów poniżej granicy C_{gr} jest realna.

Potwierdzenia tych wniosków starano się doszukiwać w obliczeniach prędkości efektywnych z hodografów o długości gałęzi do 1800 m. Obliczenia nie



Ryc. 3. Schematyczny rozkład wartości prędkości pod SMP w rejonie Garwolina.

1 — profile sejsmiczne, 2 — obszar z wartościami prędkości < 1600 m/sek., 3 — obszar z wartościami prędkości = 1600–1650 m/sek., 4 — obszar z wartościami prędkości > 1650 m/sek., 5 — głębokie otwory, 6 — lokalizacja sondowania refleksyjnego.



Ryc. 4. Schematyczny rozkład wartości prędkości pod SMP w rejonie Warki.

1 — profile sejsmiczne, 2 — obszar z wartościami prędkości < 1600 m/sek., 3 — obszar z wartościami prędkości > 1600 m/sek., 4 — głębokie otwory, 5 — odcinki profilu opracowane techniką cyfrową.

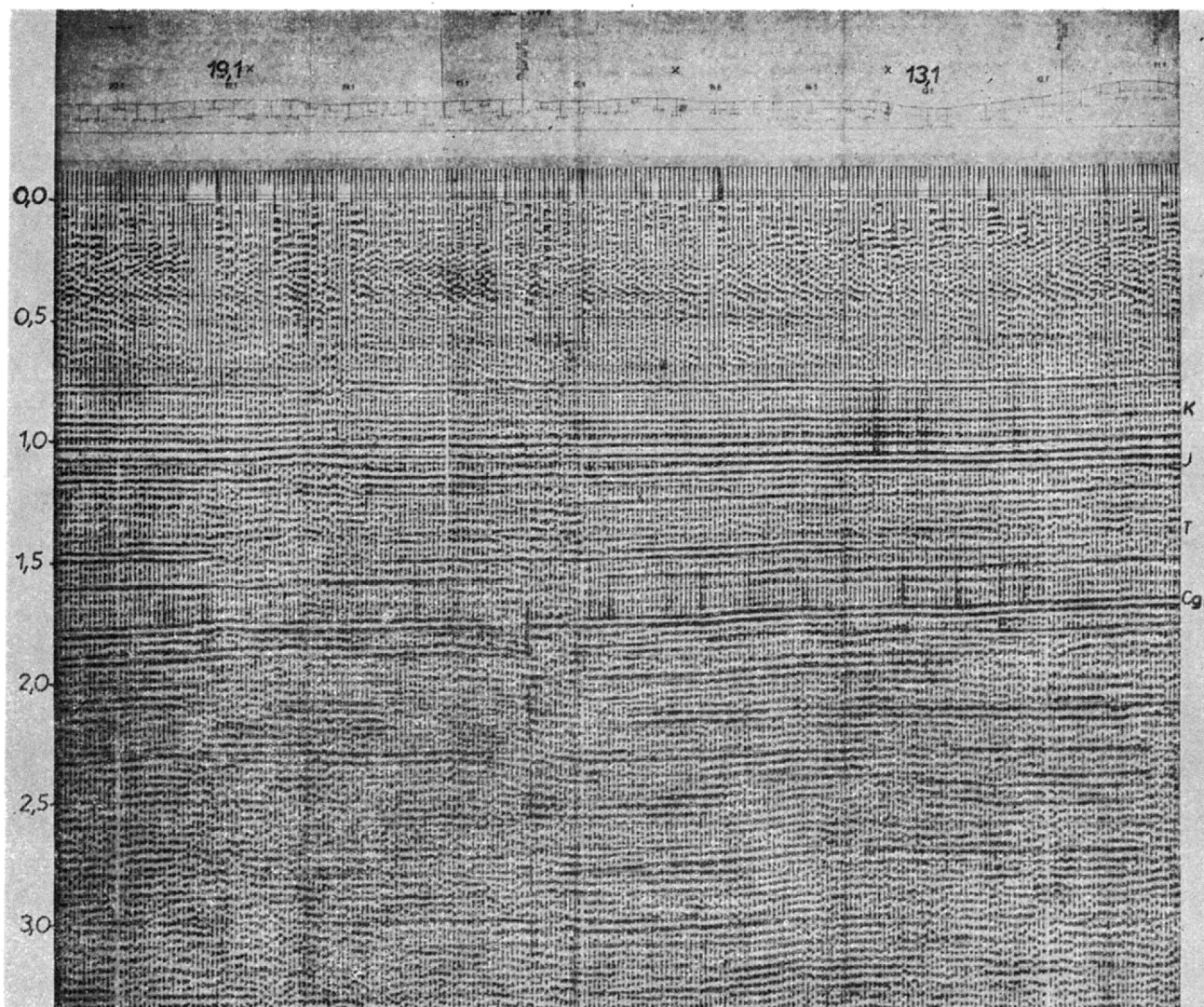
przyniosły rozwiązania problemu, gdyż wskutek dużego rozrzutu wartości prędkości efektywnych nie można z całą pewnością stwierdzić, które granice są realne. Bardziej wartościowy materiał stanowią tu dane obliczeń prędkości efektywnych z sondowania refleksyjnego (ryc. 7, wykres 5). Wykazały one, że do stropu karbonu uzyskuje się jednokrotne fale odbite, poniżej występują fale wielokrotne. Podobne wnioski można wyciągnąć na podstawie odcinka profilu, na którym stosowano rozstawy odsunięte od PS o 937,5 m, a więc rozstawy sprzyjające wytłumieniu refleksów wielokrotnych. Na przekroju czasowym sporządzonym z tego odcinka profilu, najgłębszą granicą odbijającą jest również strop karbonu. Na przekroju czasowym wykonanym dla rozstawów odległych od PS o około 1800 m uzyskano bardzo słabe wyniki, a przyczyny tego omówione zostaną poniżej.

Analizując wyniki uzyskane techniką analogową wskazane jest nawiązać do modelu prędkościowego, wykorzystując dane z pomiaru sejsmicznego i akustycznego wykonanego w otworze I-IG-1 (ryc. 7). Na podstawie pomiaru sejsmicznego wyodrębnić można kilka kompleksów skał (wykres 1). Jednocześnie wykres 2 przedstawia prędkości interwałowe obliczone dla interwału 100 m. Krzywe pomiaru sejsmicznego i akustycznego są na ogół zgodne. Jednak w przypadku kompleksu utworów cechstyńskich stwierdzono rozbieżności. Prędkości interwałowe obliczone z pomiaru sejsmicznego wynoszą około 2800 m/s, natomiast z akustycznego około 6000 m/s. Te ostatnie wydają się być zbliżone do wartości rzeczywistych, sądząc po analogii z wynikami innych otworów.

Na podstawie pomiarów prędkości obliczono współczynniki odbicia. Współczynniki te świadczą, że na granicach odbijających występujących w przyspągowej części utworów kredowych, pomiędzy permem a karbonem, na pograniczu karbonu i dewonu oraz w samym dewonie mogą powstawać intensywne refleksy. Świadczy to o możliwości uzyskiwania odbić od utworów karbonu i dewonu. Przy pewnym uproszczeniu zagadnienia możemy uważać, że na wymienionych granicach będą powstawać refleksy, ale jednocześnie i co jest bardzo istotne, granice te będą źródłem intensywnych odbić wielokrotnych.

Uwzględniając prędkości interwałowe, kompleksowe i średnie jak również dane geologiczne otworu I-IG-1 sporządzono schematy fal odbitych jednokrotnych (ryc. 8) i wielokrotnych (ryc. 9), które mogą powstać na poszczególnych granicach. Miąższości warstw, głębokość ich zalegania oraz prędkości rozchodzenia się w nich fal podano w tabeli. Kolejne numery warstw w tabeli odpowiadają numerom granic tychże warstw, naniesionych w lewej części ryc. 8 i 9, zaś u góry ryc. 8 podano numery fal jednokrotnych powstających w spągu wyodrębnionych warstw. Wychodząc tylko ze zróżnicowania prędkości fal można twierdzić, że w danym ośrodku istnieją przesłanki do powstania ponad 20 fal odbitych i podobnej ilości fal wielokrotnych, przy czym dla tych ostatnich rozpatrywano model ośrodka tylko do cechstyńny włącznie.

Dla fal jednokrotnych i wielokrotnych obliczono hodografy teoretyczne do odległości 4 km od punktu strzałowego (PS), które przedstawiono na ryc. 10 i 11. Na podstawie hodografów można wnioskować, że szczególnie niekorzystny wpływ na wyniki będą posiadać fale wielokrotne o numerach 3, 5, 7, 11, wy-



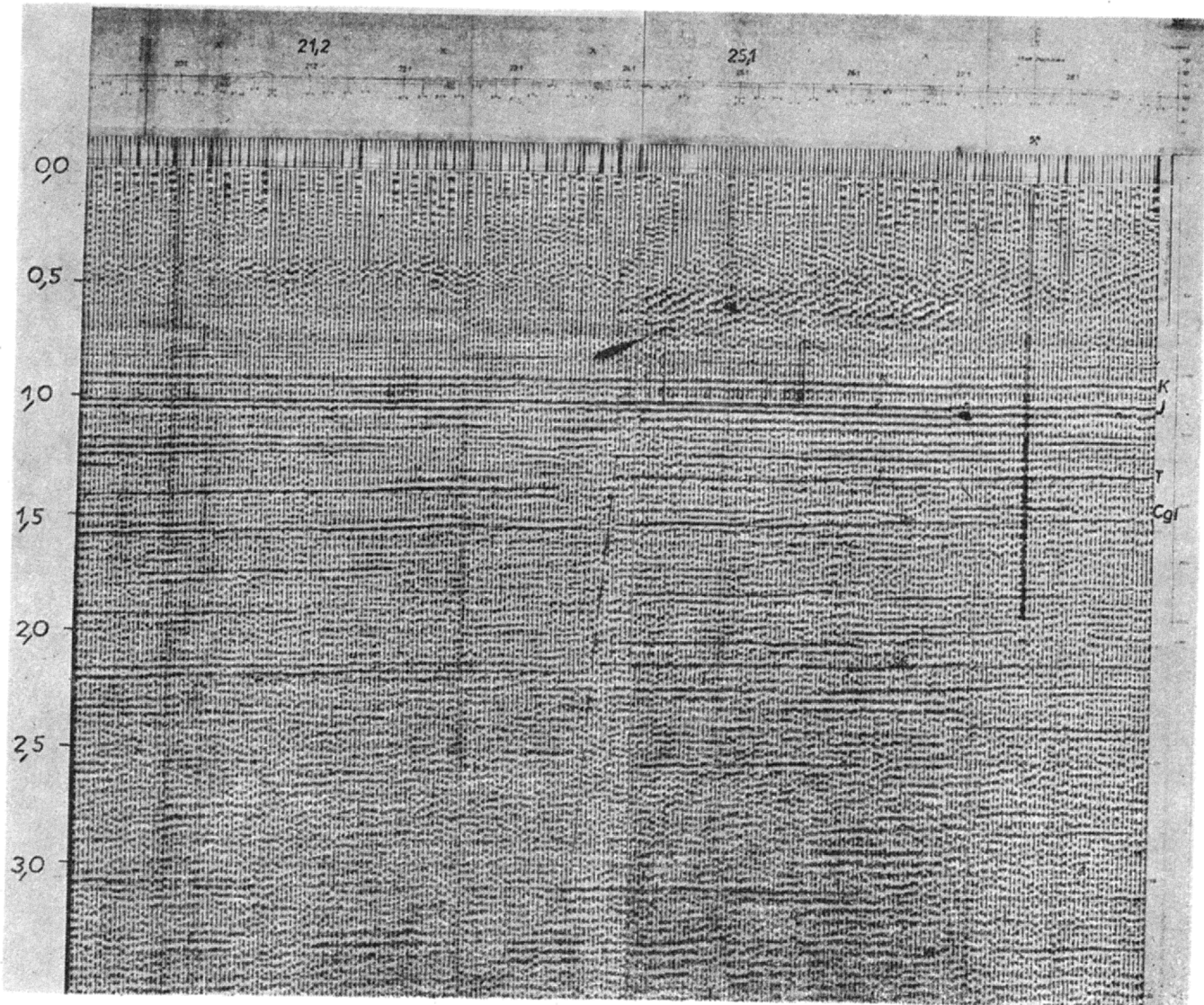
Ryc. 5. Przekrój czasowy obrazujący uzyskane wyniki techniką przetwarzania analogowego na odcinku II.

stępujące na czasie 2 t około 1,3–1,5 s i następnie grupa fal rejestrująca się od 1,85 do 2,6 s, tak więc te ostatnie występują w tym przedziale, w którym należałoby spodziewać się odbić od środkowego i dolnego paleozoiku. Z porównania hodografów fal wielokrotnych wynika, iż na rozstawach odległych od PS powyżej 2,3–2,5 km następować będzie interferencja fal wielokrotnych (vide tabela obok).

Jednocześnie na takich rozstawach zaczynają już interferować z sobą fale jednokrotne odbite w przedziale czasowym od 1,2 do około 2,0 s. Trzeba tu jednak nadmienić, że fale jednokrotne zależnie od kąta padania na granice odbijające posiadać będą różne współczynniki odbicia, a więc ich wpływ na obraz falowy będzie zmieniał się wraz z odległością od PS, co widoczne jest na ryc. 12. Znalazło to potwierdzenie w materiałach sondowania refleksyjnego jak również na odcinku profilu odstrzelonym przy rozstawach odsuniętych od PS o około 1800 m. Fakt ten powinien być uwzględniany przy wyborze geometrii rozstawów w metodzie wielokrotnych profilowań.

Jednak wpływ refleksów wielokrotnych na efekt końcowy zależeć będzie również od intensywności fal wielokrotnych oraz od dokładności wprowadzenia poprawek dynamicznych. Na pierwszy czynnik geofizyk nie ma większego wpływu, gdyż zależy on od modelu ośrodka, zaś na dokładności obliczenia poprawek

Głębokość H (m)	Δh (m)	Prędkość warstw m/s
140	140	1900
320	180	2200
520	200	2300
890	370	2700
1190	300	4000
1240	50	4300
1390	150	4400
1490	100	4300
1660	170	3800
1790	130	3300
1910	120	2700
2140	230	3600
2540	400	2300
2610	70	4200
2730	120	4000
2940	210	3900
3040	100	4400
3120	80	4500
3250	130	5400
3370	120	3400
3500	130	3100
3650	150	5000
3720	70	4800



Ryc. 6. Przekrój czasowy obrazujący uzyskane wyniki techniką przetwarzania analogowego na odcinku III.

dynamicznych odbija się znajomość prędkości rozchodzenia się fal, przy czym im dłuższe stosujemy rozstawy tym rozpoznanie prędkości powinno być pełniejsze.

Rozpatrzmy względną intensywność refleksów jednokrotnych i wielokrotnych zależnie od odległości rejestracji od PS. Intensywność tę lub ich amplitudę względną przedstawiają: ryc. 12 i 13. Na podstawie wykresów można stwierdzić, że intensywność względna dla refleksów jednokrotnych waha się od około $1 \cdot 10^{-4}$ do $1 \cdot 10^{-6}$, zaś refleksów wielokrotnych zawarta jest między wartościami $1 \cdot 10^{-5}$ — $1 \cdot 10^{-7}$. Niektóre jednak z fal wielokrotnych, np.: 3, 4, 8, 16, których schemat powstania przedstawia ryc. 9 są zbliżone pod względem intensywności do fal jednokrotnych.

Łatwo zauważyć, że intensywność względna fal jednokrotnych odbitych od granic płytko zalegających charakteryzuje się największymi wartościami, ale również i najbardziej zmiennymi wraz z odległością od PS. Wiąże się to ze zmianą współczynnika odbicia w zależności od kąta padania fali.

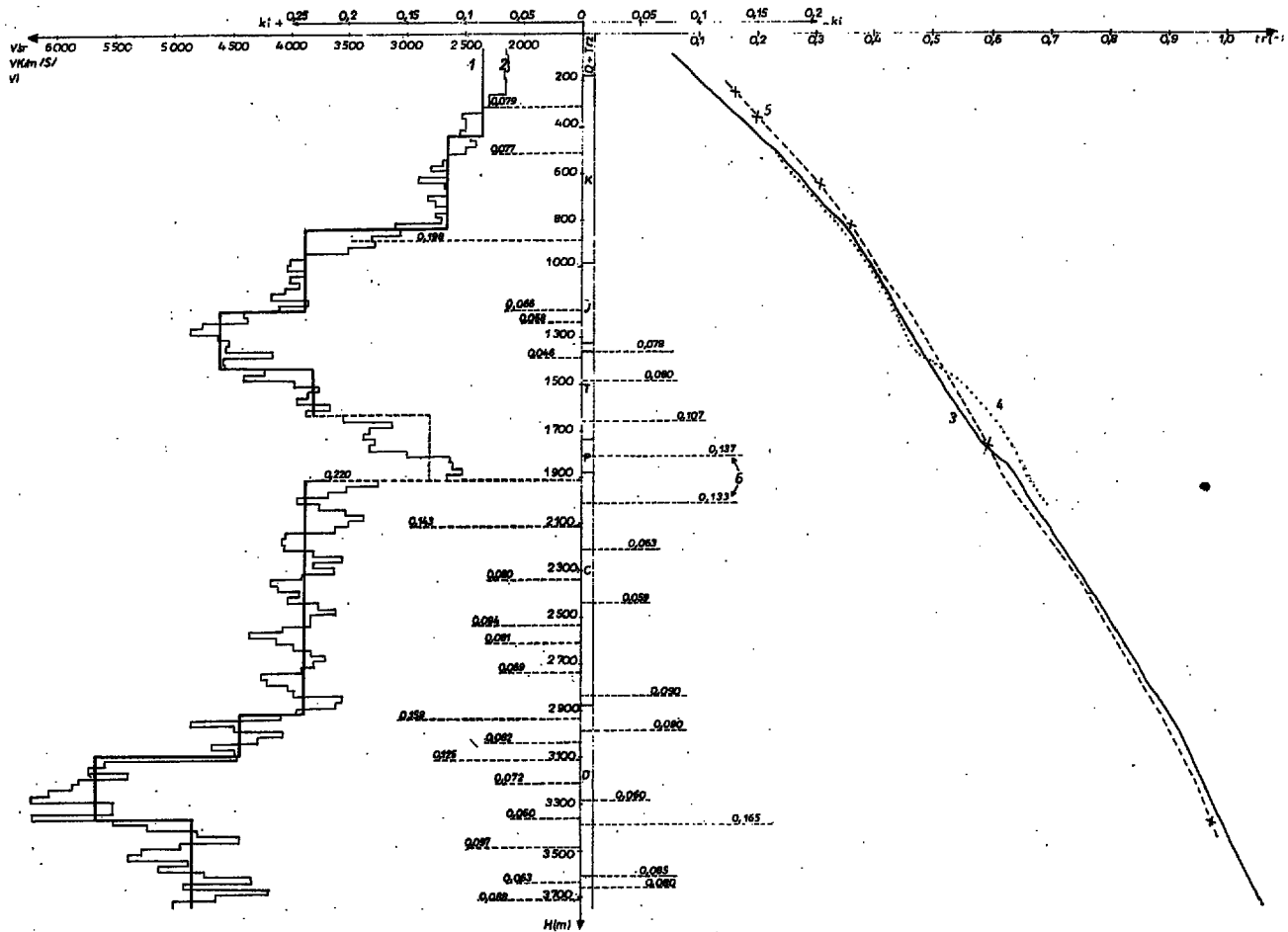
Fale wielokrotne odznaczają się dużymi zmianami intensywności względnej wraz z odległością od PS. Jednak niektóre z nich, np. fala 3 (dwukrotna od przyspągowej części utworów kredowych), nieznacznie zmieniają intensywność do 2900 m od PS, przy czym w odległości 2700 m od PS osiągają wartość maksymalną. Podobnie zresztą przedstawiają się wy-

kresy intensywności względnej dla wielu innych fal wielokrotnych złożonych, np. 8, 9, 10, 11, 16 powstałych na granicach o dużych współczynnikach odbicia.

Dla niektórych fal odbitych obliczono widma amplitudowe przedstawione na ryc. 14. Materiałem wyjściowym do obliczenia widm amplitudowych były impulsy występujące na sejsmogramach połowych. Poza nielicznymi wyjątkami widma impulsów o zbliżonych czasach nie różnią się zbytnio między sobą. Zależność częstotliwości rezonansowej impulsów od czasu rejestracji przedstawia ryc. 15. Łatwo zauważyć, iż częstotliwości fal obniżają się wraz ze wzrostem czasu rejestracji, przy czym zmiany te nie są proporcjonalne do czasu. W czasie około 1 s częstotliwości wynoszą około 50 Hz, zaś w czasie 1,8 s już tylko 30 Hz; dalej obniżenie częstotliwości jest minimalne. Zmiany częstotliwości zależnie od czasu rejestracji fal w jakimś stopniu charakteryzują właściwości pochłaniania fal w ośrodku, jak również są pomocne przy wyborze filtracji w czasie przetwarzania danych.

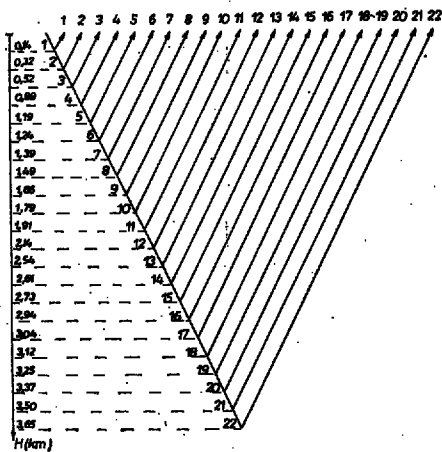
WYNIKI CYFROWEGO PRZETWARZANIA DANYCH

Analogowe rejestracje połowe uzyskane na odcinkach II i III (ryc. 4) opracowano techniką cyfrową na maszynie MINSK-22. Zalety techniki cyfrowej w sejsmice znane są powszechnie, lecz trzeba stwier-

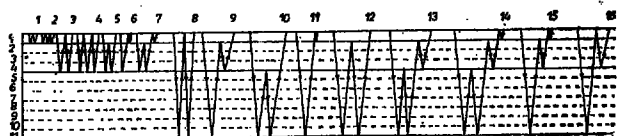


Ryc. 7. Zestawienie danych prędkości dla otworu I-IG-1.

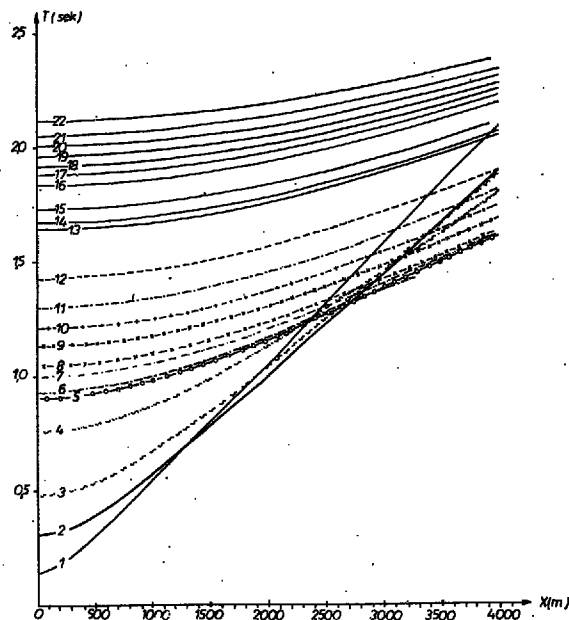
1 — wykres prędkości kompleksowych, 2 — wykres prędkości interwałowych, 3 — hodograf pionowy pomiaru sejsmicznego, 4 — hodograf pionowy pomiaru akustycznego (bez kalibracji), 5 — hodograf pionowy z prędkości efektywnych, 6 — współczynniki odbicia.



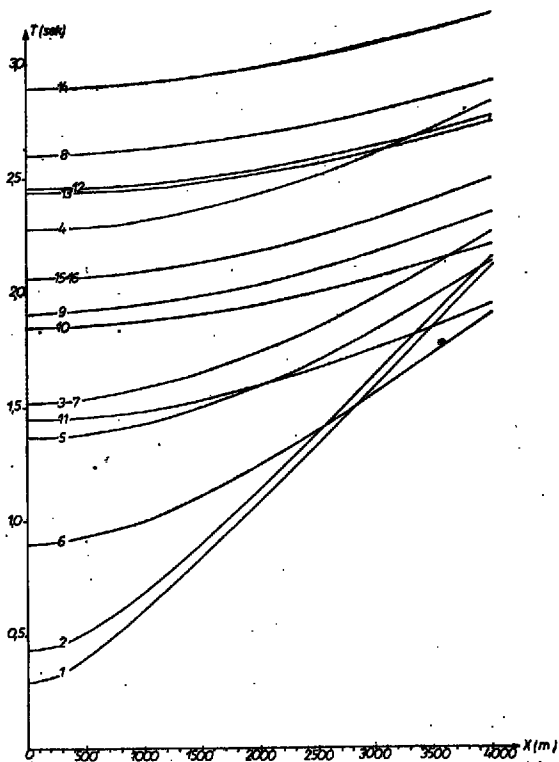
Ryc. 8. Przyjęty model ośrodka uwzględniający możliwość powstawania refleksów jednokrotnych.



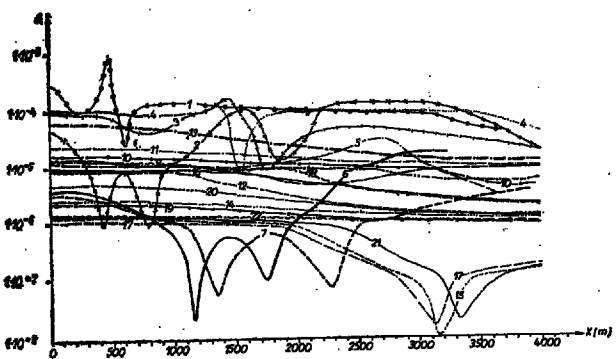
Ryc. 9. Schemat powstawania fal wielokrotnych w przyjętym modelu.



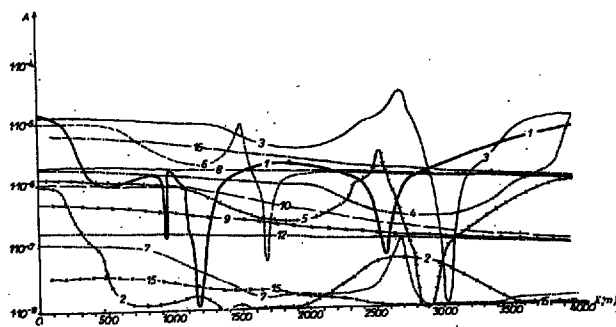
Ryc. 10. Hodograpy teoretyczne jednokrotnych fal odbitych.



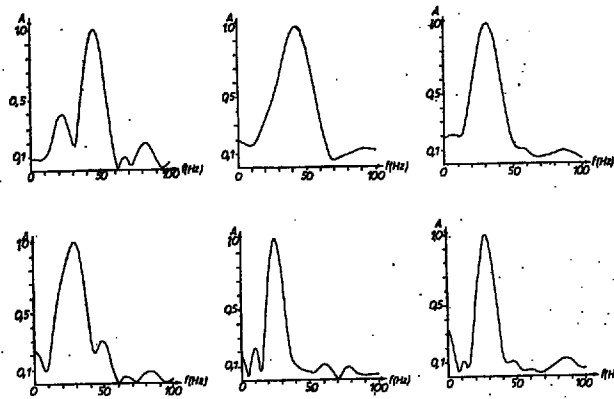
Ryc. 11. Hodografy teoretyczne fal wielokrotnych.



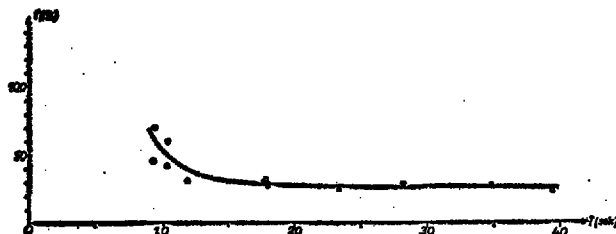
Ryc. 12. Wykresy intensywności względnej jednokrotnych fal odbitych.



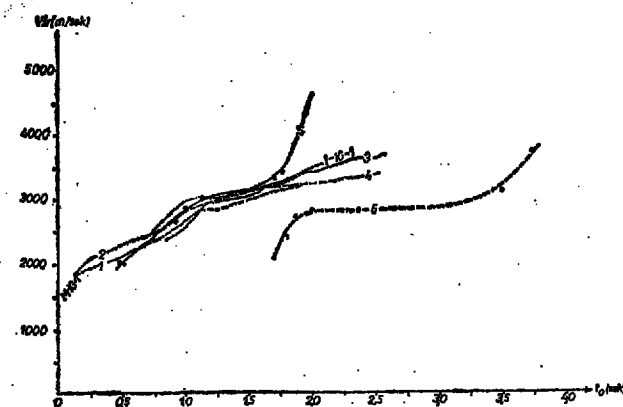
Ryc. 13. Wykresy intensywności względnej fal wielokrotnych.



Ryc. 14. Wykresy widm amplitudowych impulsów.



Ryc. 15. Wykres zmian częstotliwości impulsów w zależności od czasu rejestracji.

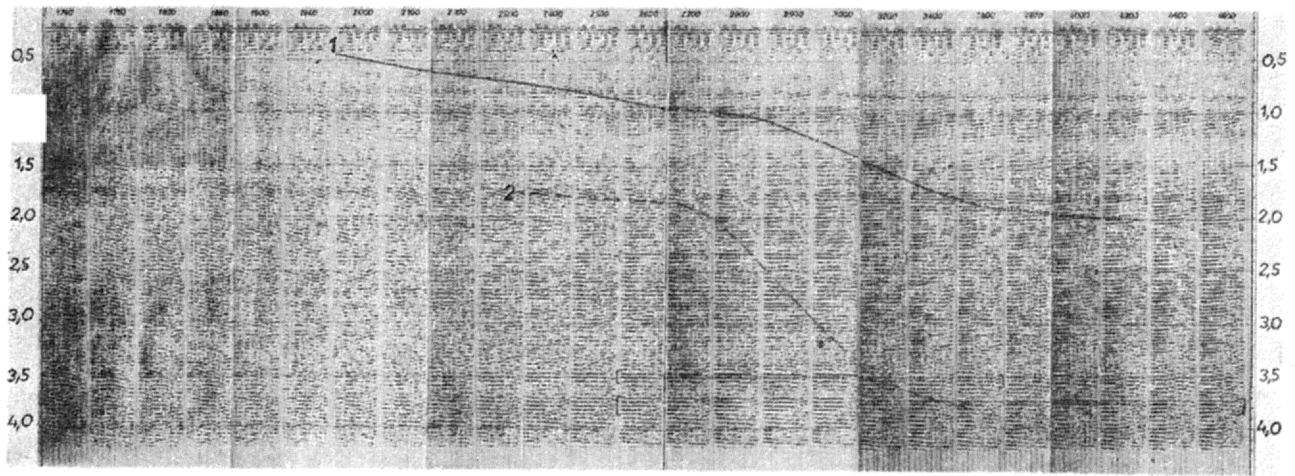


Ryc. 16. Zestawienie krzywych V_{sr} przyjmowanych do obliczenia poprawek dynamicznych.

1 — krzywa V_{sr} pomierzona w otworze M-IG-1, 2 — krzywa V_{sr} pomierzona w otworze I-IG-1, 3 i 4 — krzywe V_{sr} stosowane do obliczeń poprawek dynamicznych w analogowym przetwarzaniu materiałów z odcinków II i III, 5 — krzywa V_{sr} stosowana do obliczeń poprawek dynamicznych w przetwarzaniu cyfrowym, 6 — krzywa V_{sr} stosowana do obliczeń poprawek dynamicznych dla refleksów wielokrotnych.

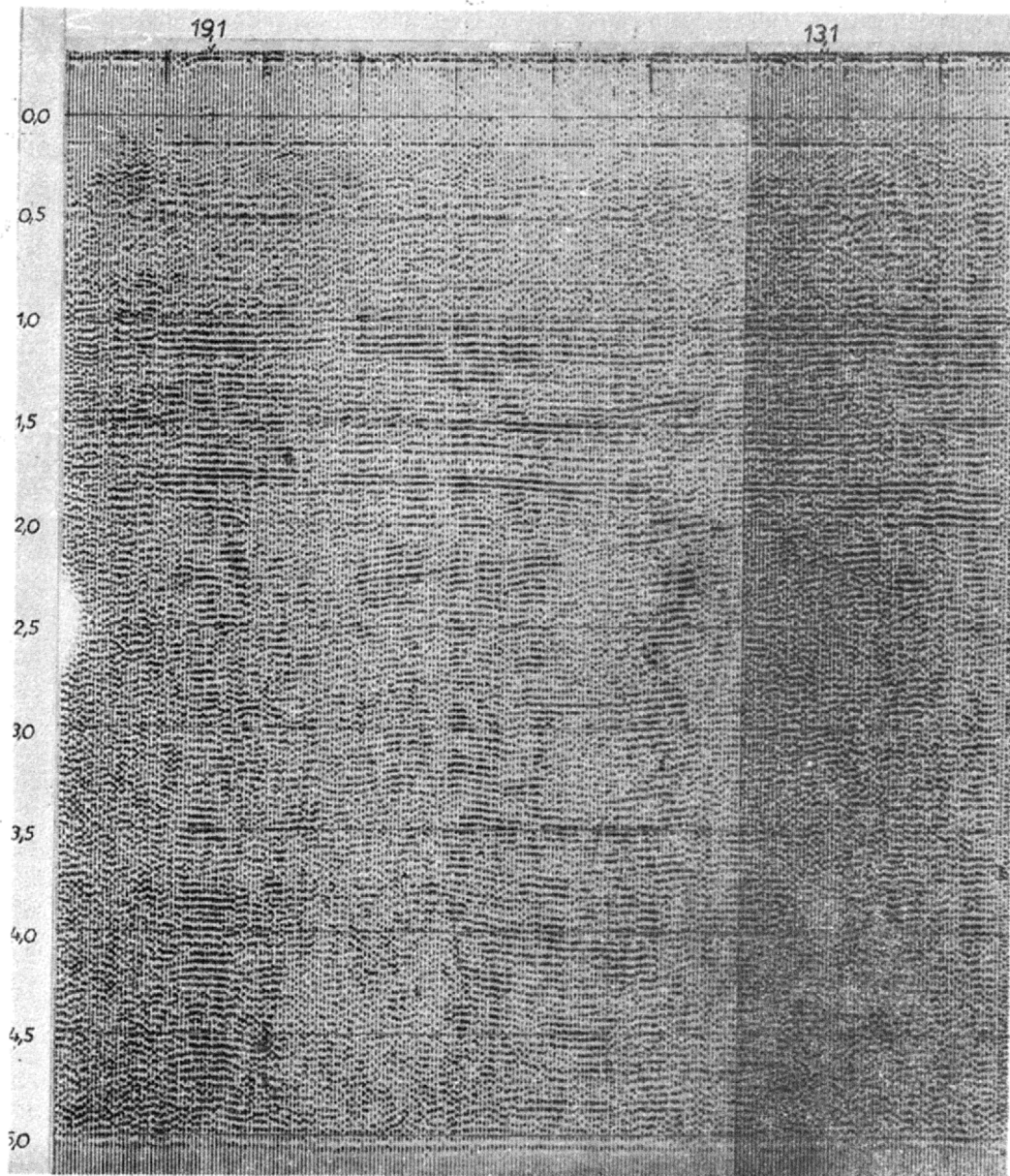
dzić, że w naszym przypadku nie mogły się one w pełni uwidocznić, ponieważ prace polowe prowadzono aparaturą z zapisem analogowym, wskutek czego utracono część informacji.

Na końcową jakość wyników sejsmicznych zarówno w technice cyfrowej, jak i analogowej poważnie wpływa dokładność wprowadzenia poprawek statycznych i dynamicznych. Te pierwsze ze względu na stosunkowo łatwe warunki powierzchniowe w omawianym obszarze zostały obliczone dokładnie, natomiast do określenia poprawek dynamicznych stosowanych w przetwarzaniu analogowym posługiwano się prędkościami średnimi pomierzonymi w najbliższych otworach oraz uwzględniono jednocześnie wartości różnicy czasu refleksów na ostatnim kanale i kanale najbliższym PS.

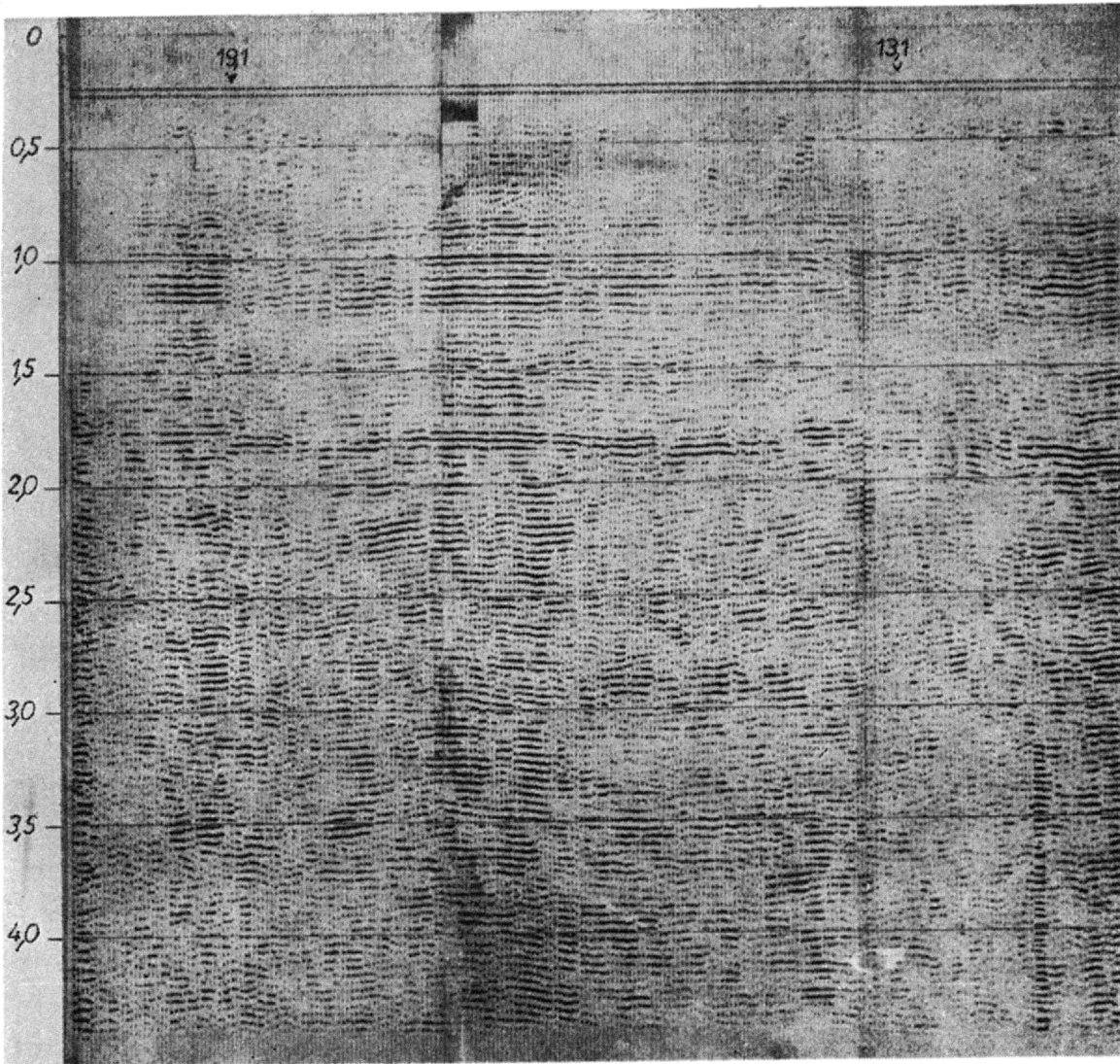


Ryc. 17. Przykład doboru krzywej V_{sr} do obliczania poprawek dynamicznych.

1 — krzywa V_{sr} dla refleksów jednokrotnych, 2 — krzywa V_{sr} dla refleksów wielokrotnych.



Ryc. 18. Przekrój czasowy uzyskany po sumowaniu z optymalnymi poprawkami dynamicznymi (wg krzywej 5, ryc. 16).



Ryc. 19. Przekrój czasowy uzyskany dla II odcinka drogą przetwarzania cyfrowego.

Krzywe średnich prędkości, na których podstawie obliczano poprawki dynamiczne dla przetwarzania analogowego przedstawia ryc. 16 (wykresy 3, 4). Jednak przy przetwarzaniu cyfrowym, korzystając z szerzej możliwości maszyny matematycznej przeprowadzono pełniejszą analizę prędkości, a więc i poprawek dynamicznych.

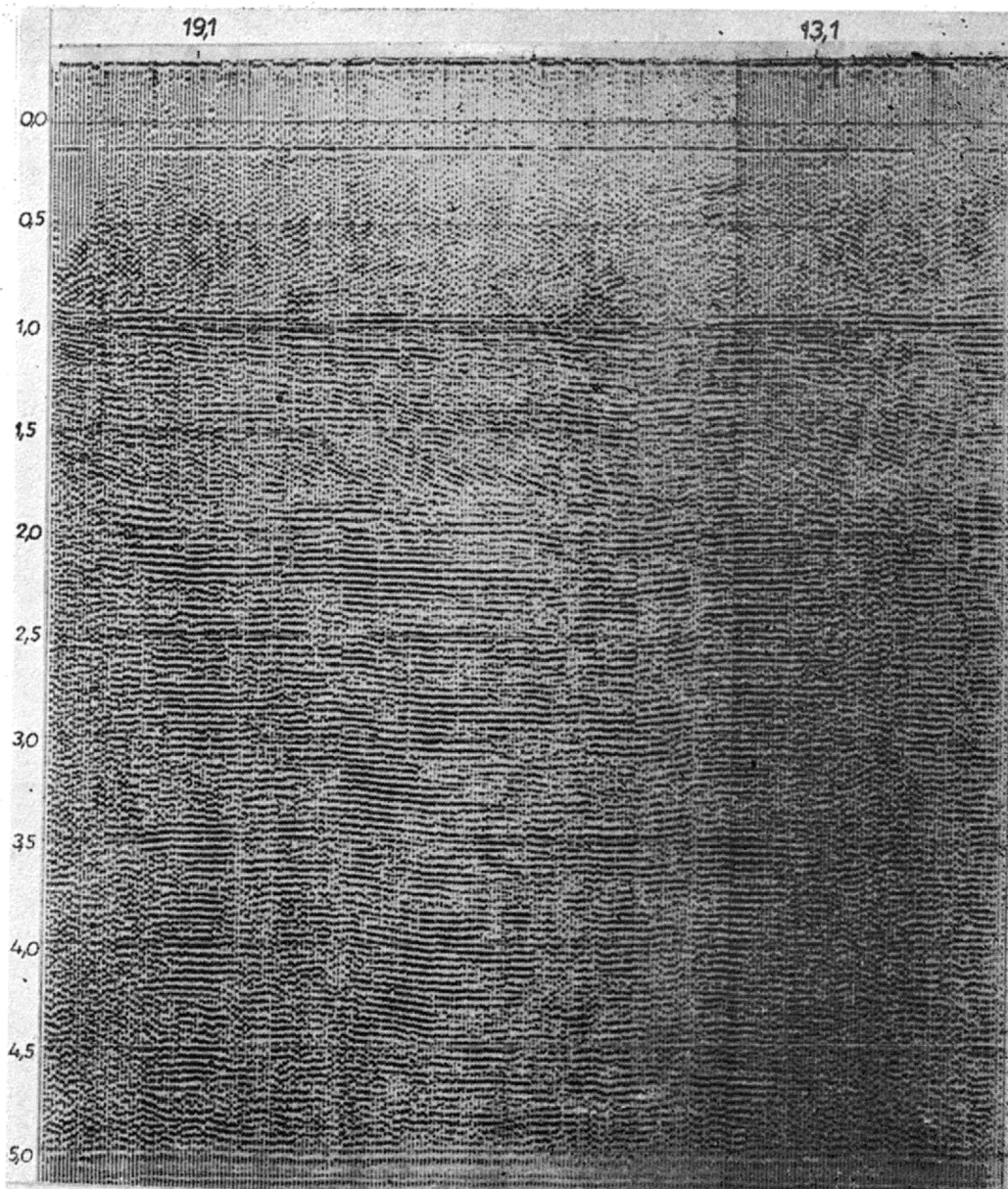
W celu wyboru prawidłowych poprawek dynamicznych sumowano kilkakrotnie mały odcinek profilu ze stałymi poprawkami dynamicznymi (w całym przedziale czasowym) obliczonymi według przyjętych prędkości. Wycinki przekroju czasowego uzyskane w wyniku takiego sumowania przedstawia ryc. 17. Wartości prędkości średnich przyjmowanych do obliczenia poprawek dynamicznych podano nad każdym wycinkiem przekroju. W wyniku sumowania uzyskano na poszczególnych wycinkach fale występujące na różnych czasach.

Oczywiste jest, że fale dla których wprowadzono właściwą poprawkę dynamiczną będą zapisane w formie najintensywniejszej. Można zatem twierdzić, iż do obliczenia przyjęto właściwą prędkość średnią. Przez połączenie intensywnych fal linią uzyskuje się krzywą zmian prędkości średnich zależnie od czasu — górna linia (1) na ryc. 17. W naszym przypadku dla refleksu na czasie około 1,0 s prędkość średnia wynosi 2800 m/s, zaś dla 2,0 s około 4300 m/s. Jeżeli do

obliczenia poprawek dynamicznych zastosujemy zaniżone wartości prędkości średniej, to w wyniku sumowania uzyskamy wzmocnienie fal wielokrotnych.

Dolna linia przerywana (2) na ryc. 17 wyznacza te właśnie wartości prędkości średniej. Na podstawie ryc. 17 stwierdzić należy, iż na odcinku profilu II występuje bardzo dużo fal wielokrotnych, przy czym do najintensywniejszych zalicza się podwójne odbicie od poziomu C_{01} wyraźnie zaznaczające się na czasie około 3,5 s. Fala ta jest na tyle intensywna, że można ją prześledzić na odcinkach przekroju sumowanych przy wprowadzeniu poprawek dynamicznych obliczonych dla prędkości średniej wynoszącej nawet 2300 m/s, a więc znacznie różniących się od rzeczywistych wartości średniej prędkości do cechu — karbonu. Niekiedy jest ona intensywniejsza od fali jednokrotnej. Prawdopodobnie jest to spowodowane nałożeniem się dodatkowo jeszcze innych złożonych fal wielokrotnych, których na odcinku II jest bardzo dużo. Wyniki przedstawione na ryc. 17 świadczą o tym jak ważny jest dobór właściwych poprawek dynamicznych.

Po obliczeniu poprawek dynamicznych sporządzono przekroje czasowe dla II i III odcinka profilu, wykonując proces przetwarzania na maszynie cyfrowej MINSK-22. Przekrój przedstawiony na ryc. 18 uzyskano stosując optymalne poprawki dynamiczne

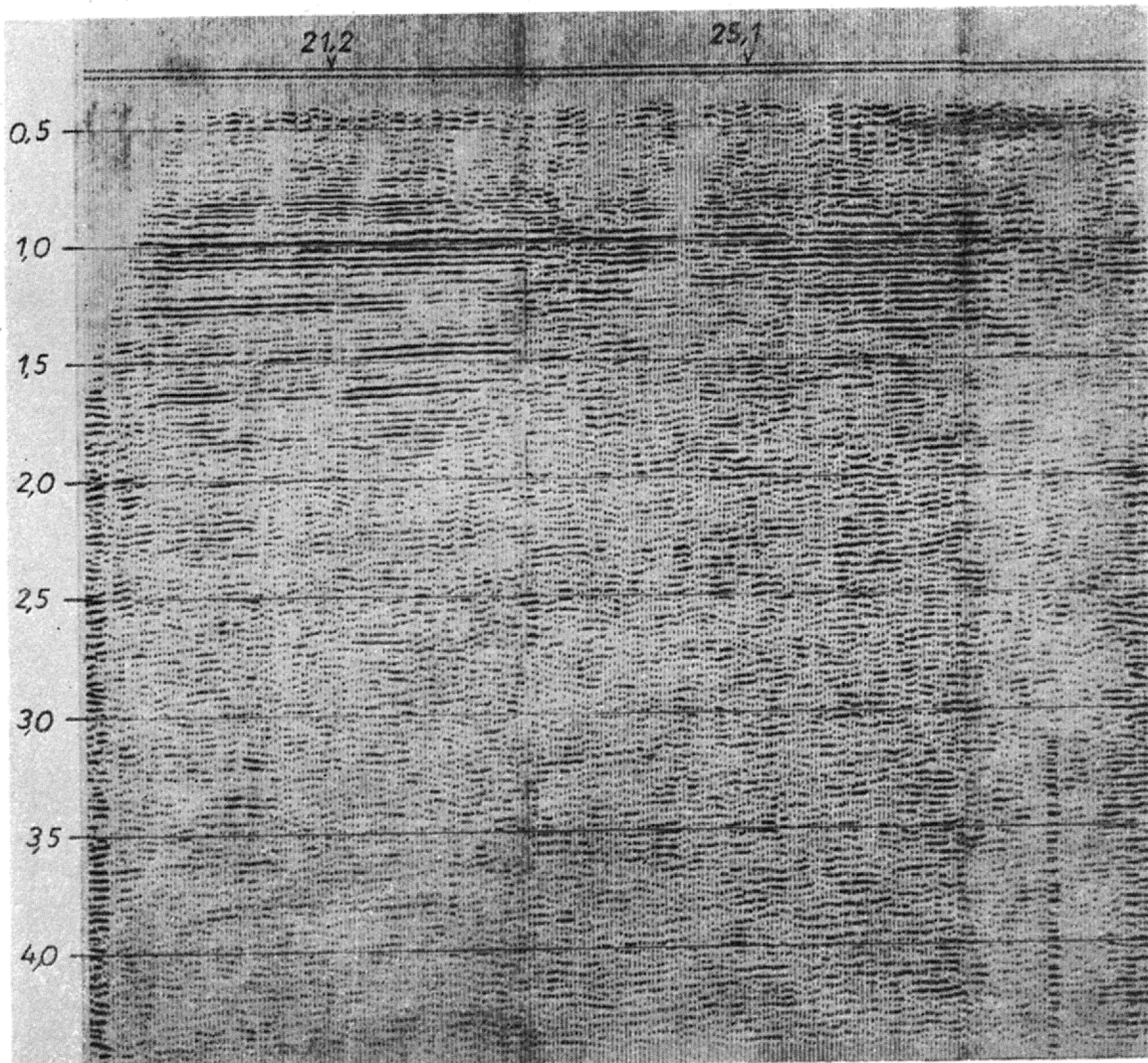


Ryc. 20. Przekrój czasowy z II odcinka profilu opracowany z poprawkami dynamicznymi sprzyjającymi wzmocnieniu refleksów wielokrotnych.

dla wyróżnienia refleksów jednokrotnych, w przedziale czasowym do 2,0 s i filtracji 20–40 Hz. Na przekroju można prześledzić dość wyraźne granice odbijające do czasu 1,8–2,0 s. Poniżej obserwuje się kilka poziomów, zwłaszcza w środkowej części przekroju, mających inny układ w stosunku do granic płytszych, a więc można je uważać za rzeczywiste. W tej części przekroju w przedziale czasowym 2,0–2,3 s, zaznacza się wyraźna fala, najprawdopodobniej dyfrakcyjna. Warto również nadmienić, że w dolnej partii przekroju na czasie 3,5–5,0 s występują refleksy, które przypuszczalnie należy zaliczyć do wielokrotnych. Ten sam odcinek profilu odtworzono przy filtracji 28–56 Hz. Nie przyniosło to jednak istotnych zmian w jakości przekroju, poza nieco lepszym rozdzielaniem refleksów płytszych i osłabieniem ogólnego tła energetycznego dolnej części przekroju.

Z omawianego II odcinka profilu sporządzono przekrój czasowy (ryc. 19) na plotterze U_2 współpracującym z maszyną MINSK-22. Przekrój wykonano przy niewielkim wzmocnieniu, aby łatwiej można było

prześledzić głębokie granice odbijające. Do czasu około 2,0 s przekrój ten nie różni się pod względem jakości wyników od przekroju przedstawionego na ryc. 5 i 18, natomiast przy czasach większych ciągłość granic jest lepsza, przy czym posiadają one odmienne upady w stosunku do nadkładu, co przemawiałoby za ich realnością. W środkowej części profilu na czasie 2,1–2,5 s obserwuje się wyniesienie, w którego szczytowej partii następuje obniżenie wyrazistości zapisu spowodowane jest uskokiem zaznaczonym na ryc. 5. Jeżeli przyjąć istnienie uskoku jako pewne, to można uznać, że mamy tu do czynienia z falami dyfrakcyjnymi, zatem występowanie wyniesienia jest niezbyt pewne. Warto nadmienić, iż część głębokich granic charakteryzuje się jeszcze innym ułożeniem; jeśli uznać je za realne, to wskazywałyby one na istnienie kompleksów skał w paleozoiku, różniących się upadami. Jednak na podstawie tylko jednego odcinka profilu trudno jest wyciągać daleko idące wnioski, jako że nie można wykluczyć obecności fal



Ryc. 21. Przekrój czasowy opracowany techniką cyfrową dla III odcinka.

wielokrotnych na przekroju opracowanym techniką cyfrową.

Jak duża ilość refleksów, wielokrotnych może występować w omawianym obszarze świadczy przekrój przedstawiony na ryc. 20, sporządzony z poprawkami dynamicznymi, obliczonymi według zanizonych prędkości średnich (krzywa 6 na ryc. 16), które sprzyjają wzmocnieniu refleksów wielokrotnych. Rzeczywiście na przekroju powyżej 2,0 s występuje bardzo dużo refleksów wielokrotnych, stanowiących niewątpliwie główną trudność w uzyskiwaniu informacji o budowie utworów paleozoicznych. Warto wspomnieć, iż na przekroju tym w przedziale czasowym 1,5—1,9 s zauważyć można dużo fal o prędkościach pozornych wahających się od 8 do 10 km/s. Podobne spostrzeżenia poczynić można odnośnie do wyników uzyskanych na III odcinku, dla którego sporządzono przekrój czasowy techniką analogową (ryc. 6), jak i cyfrową (ryc. 21). Opracowując dany odcinek techniką cyfrową chciano sprawdzić, czy i o ile podniesie się jakość wyników w stosunku do przetwarzania analogowego. Należy przyznać, że drogą przetwarzania cyfrowego nie uzyskano poprawy jakości wyników. Poza tym problem refleksów wielokrotnych nie występuje tu w tak ostrej postaci, w związku z czym nie zarysowało się zwiększenie możliwości ich rozpoznania przy cyfrowym przetwarzaniu.

Z powyższego wynika, że omawianego obszaru nie można zaliczać do łatwych pod względem śledzenia

podcechsztyńskich granic odbijających. Podstawową trudność w interpretacji przekrojów czasowych w przedziale odnoszącym się do utworów paleozoicznych (z wyjątkiem granicy C_{GI}) stanowią refleksy wielokrotne. Jest mało prawdopodobne, aby przy zapisie analogowym problem refleksów wielokrotnych został w dostatecznym stopniu wyjaśniony, zwłaszcza że długość rozstawów ze względu na obraz falowy musi być ograniczona do 2—2,3 km. Jednocześnie z powodu zakłóceń występujących w pobliżu PS, wskazane jest odsunięcie rozstawów od PS o 300—500 m.

Do granic paleozoicznych występujących na przekrojach czasowych poniżej poziomu C_{GI} należy podchodzić z dużą ostrożnością, gdyż jeżeli nawet niektóre z nich są realne, to mogą być zniekształcone przez nałożenie refleksów wielokrotnych. Przetwarzanie cyfrowe materiałów sejsmicznych, jakkolwiek ułatwia przeprowadzanie szerszej analizy, to jednak w przypadku wykonania rejestracji polowych techniką analogową nie przynosi zasadniczej poprawy wyników. Prowadzenie badań z zapisem analogowym w obszarach o budowie geologicznej podobnej do omawianego rejonu, gdzie celem jest zdobycie informacji o utworach paleozoicznych (podcechsztyńskich) jest niewskazane.

Na zakończenie chciałbym podziękować geofizykom bułgarskim, a szczególnie inż. K. Jordańskiemu za wkład pracy w cyfrowe przetwarzanie omówionych materiałów.

SUMMARY

The paper presents methodology of field works and results of seismic surveys carried out in areas under simple conditions of wave induction. Seismographs recorded numerous reflexes, some of which were accepted as guide reflexes on account of their dynamics and continuity of occurrence. However, estimation of reliability of the reflexes, and particularly of deeper reflexes appeared difficult in analog data processing. That is why a part of the seismic data were analysed by the use of computer MINSK-22.

The electronic data processing analysis carried out on the basis of theoretical computations and results recorded on time sections showed a fairly large number of repeated reflexes below the guide boundary C_{KI} . Repeated reflexes make real horizons difficult to trace.

РЕЗЮМЕ

В статье приводятся сведения по методике полевых сейсмических работ и полученным результатам на площади, характеризующейся простыми условиями возбуждения волн. На сейсмограммах регистрируется много отражений; некоторые из них, отличающиеся динамической выразительностью и непрерывностью прослеживания, выделены в качестве маркирующих. Однако, определение природы отражений, особенно глубоких, на основании материалов, обработанных на аналоговых машинах, является задачей очень трудной. Поэтому часть материалов была обработана на ЭВМ Минск-22. Проведенный анализ полученных результатов и теоретические расчеты показывают, что ниже маркирующего горизонта C_{g1} существует очень много интенсивных многократных отражений, которые препятствуют прослеживанию действительных границ.