

ZASTOSOWANIE METOD GEOFIZYCZNYCH W POSZUKIWANIACH ZŁÓŻ ROPY I GAZU W POLSCE

1. WSTĘP (DANE HISTORYCZNE I ORGANIZACYJNE)

Zastosowanie metod geofizycznych dla poszukiwań złóż ropy i gazu datuje się w Polsce jeszcze od lat międzywojennych. W tym czasie próbowano już wprowadzać, w niewielkim stosunkowo zakresie, badania magnetyczne, sejsmiczne i grawimetryczne. Wzrost drugiej wojny światowej przerwał nie tylko rozwój dobrze zapowiadających się prac, prowadzonych zarówno przez przemysł naftowy, jak i Instytut Geologiczny, ale również został utracony cały kosztowny sprzęt, a wykwalifikowany personel został rozproszony niemal całkowicie.

Po zakończeniu działań wojennych prace geofizyczne musiały być organizowane od podstaw. Prace te zostały podjęte bezpośrednio po wojnie zarówno przez przemysł naftowy, jak i Instytut Geologiczny, przy czym początkowo obie te instytucje prowadziły prace własnymi grupami, a następnie w latach 1951 i 1955 zostały utworzone: Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych (PPG) i Przedsiębiorstwo Geofizyki Przemysłu Naftowego (PGPN). PGPN prowadziło prace geofizyczne (głównie prace sejsmiczne) wyłącznie dla potrzeb przemysłu naftowego, zaś PPG prowadziło prace głównie na zlecenie Instytutu Geologicznego, dla szerokiego wachlarza zagadnień poszukiwawczych, w którym bardzo dużą rolę odgrywały zagadnienia podstawowe związane z poszukiwaniami złóż ropy. Zaznaczyć należy, iż Instytut Geologiczny miał również małą własną komórkę geofizyczną (Zakład Geofizyki IG), zajmującą się zagadnieniem kartografii geofizycznej, opracowaniami o charakterze syntetycznym oraz bezpośrednim prowadzeniem i nadzorem prac geofizycznych zleczanych przez instytut. Komórka ta w okresie bezpośrednio powojennym zajmowała się również wykonawstwem prac (która to rola została potem przejęta przez PPG), co pozwoliło jej, m. in. ustalić dla całego kraju typową metodykę zdjęć grawimetrycznych i magnetycznych. Podać również należy, iż ostatnio przemysł naftowy zorganizował własną komórkę, niezależną od przedsiębiorstwa (obecnie zakładu) zajmującą się zagadnieniem interpretacji i opracowań syntetycznych.

Należy również wymienić, iż w najbliższym czasie pewną rolę odgrywać będą również i prace prowadzone przez Instytut Geofizyki PAN (przy współudziale IG, przemysłu naftowego i obu przedsiębiorstw), celem których jest ustalenie budowy głębszych warstw skorupy ziemskiej, a które dla poszukiwań naftowych pozwolą określić miąższość płaszczą skał osadowych w tych obszarach, gdzie jego miąższość jest wyjątkowo duża.

By móc ocenić przydatność i wkład poszczególnych metod geofizycznych dla poszukiwań złóż ropy i gazu w Polsce oraz określać dalsze perspektywy ich stosowania należy je kolejno omówić. Przed tym jednak trzeba zwrócić uwagę na pewien fakt, który rzutować będzie na rozwój stosowania poszczególnych metod geofizycznych. Tym faktem jest to, że w Polsce głównym znanym obszarem ropoносnym są dotychczas Karpaty oraz że część obszaru przedgórza Karpat jest obszarem zasobnym lub bardzo zasobnym, jeśli chodzi o złoża gazu ziemnego. Z tego faktu wynikało, że w pewnych okresach czasu obszary te skupiały na sobie dużą część prac geofizycznych, co szczególnie widoczne jest ze zrozumiałych powodów dla prac prowadzonych przez przemysł naftowy. Fakt skupiania zainteresowań przemysłu naftowego na określonych obszarach w połączeniu z możliwościami odnalezienia

złóż ropy i gazu na terenach Nizy Polskiego powodował stałe i systematyczne prowadzenie prac geofizycznych mających w perspektywie poszukiwania złóż bituminów na tych obszarach przez Instytut Geologiczny.

Potrzeba ta była w Instytucie Geologicznym dobrze rozumiana, gdyż systematyczne geofizyczne kartowanie kraju (zdjęcia regionalne) zostało rozpoczęte jeszcze na kilka lat przed drugą wojną światową i doprowadziło do skartowania stosunkowo dużych obszarów. Przemysł naftowy interesował się również zagadnieniami poszukiwań złóż bituminów na nizu. W okresie powojennym widać wzmoczenie nasilenia poszukiwań geofizycznych na obszarach niżowych, okres ten trwa od 1955 r. Różnego rodzaju potrzeby, a często i różne podejście do tego samego zagadnienia poszukiwań złóż bituminów na nizu, widoczne na tle czasu w przemysle naftowym i Instytucie Geologicznym, doprowadziły w odniesieniu do prac geofizycznych do pewnego rodzaju „specjalizacji” w przedsiębiorstwach geofizycznych przemysłu naftowego i CUG. Oczywiście „specjalizacja” ta wtórnie rzutuje także i na metodykę poszukiwań, co będzie w dalszym ciągu szczegółowiej omówione.

2. BADANIA GRAWIMETRYCZNE

Rola badań grawimetrycznych w poszukiwaniach złóż ropy i gazu była doceniana na ogół wszędzie zarówno w ZSRR, jak i w krajach kapitalistycznych (prace przedsiębiorstw USA, Anglii, Francji, NRF). Wprowadzenie w ostatnim dziesięciu lat do powszechnego użycia grawimetrów o wysokiej dokładności (rzędu paru setnych miligala) spowodowało dalszą jeszcze efektywność użycia tej metody. Metoda ta, stosunkowo tania, stała się klasyczną w całym świecie, wyprzedzając drogą badania sejsmiczne. Docenianie metody grawimetrycznej w naszych warunkach przez Państwowy Instytut Geologiczny jeszcze w okresie przedwojennym spowodowało zorganizowanie u nas systematycznego zdjęcia regionalnego.

Już w okresie 1938—39 grupami PIG dokonano zdjęcia regionalnego dla części Kujaw i obszarów na PN od Łodzi oraz niektórych obszarów w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich. Dalsze prace już powojenne obejmowały głównie obszary Polski środkowej i wschodniej oraz Karpaty, gdyż powracające Ziemi Zachodnie miały zdjęcia regionalne, choć o bardzo słabej szczegółowości. Z okresu wojennego udało się również odzyskać materiały dla dużej ilości zdjęć szczegółowych wykonanych wagami skręceń przez firmy niemieckie dla wielu obiektów położonych w obszarach antyklinorium kujawsko-pomorskiego. Szczegółowość tych prac była dość duża, zaś ich ogólna objętość może być szacowana na około 40 000 pkt. Podkreślić jednak należy, że wobec dużej dokładności osiaganej w pracach grawimetrów w ostatnich latach, rola zdjęć wagami skręceń znacznie zmalała. Dziś prace wagami skręceń dla celów poszukiwań złóż ropy i gazu wykonywane są stosunkowo rzadko, i to tylko dla specjalnych warunków.

W dalszej kolejności, po zapełnieniu luk w obrazie regionalnym grawimetrycznym zdjęcia grawimetrów, przystąpiono do wykonania nowego zdjęcia regionalnego na obszarze Ziemi Zachodnich, gdzie okupant pozostawił zbyt mało szczegółowe zdjęcia regionalne. Nowe zdjęcia, bardziej szczegółowe wykonywano również i na obszarach starszych zdjęć, gdy były one zbyt mało szczegółowe.

Przyjęta w latach powojennych gęstość zdjęcia regionalnego dla obszarów o bardziej miększej pokrywie skał osadowych (tj. obszarów, które mogą być perspektywne dla poszukiwań ropy i gazu) wynosiła ok. 250—400 pkt na 1000 km² (jeden arkusz mapy 1:100 000). W zdjęciach regionalnych ponie-mieckich gęstość ta wynosiła zaledwie ok. 40 pkt.

Celem zdjęcia regionalnego nie jest oczywiście przedstawienie szczegółowego obrazu pola siły ciężkości, a jedynie odnalezienie i zlokalizowanie lokalnych zaburzeń, które wymagają dalszego opracowania zdjęciami półszcześciowymi lub szczegółowymi. Jednakże już zdjęcia regionalne o wskazanej wyżej gęstości punktów są zawsze możliwe do wykorzystania dla wydzielenia większych jednostek strukturalnych. Następuje to zwykle w kompleksie ze zdjęciem regionalnym magnetycznym i często regionalnymi profilami sejsmicznymi i niezbędną ilością wierceń. Wykorzystanie wstępne grawimetrycznego obrazu uzyskanego ze zdjęć regionalnych ilustrować może powszechnie znany podział Polski zachodniej i środkowej na główne jednostki tektoniczne opracowany przez Wł. Pozaryskiego.

Ogromną wartość naszych zdjęć regionalnych grawimetrycznych podkreśla fakt, iż rejestrują one stokilkadziesiąt wyraźniejszych lokalnych struktur, szczególnie interesujących w odniesieniu do poszukiwań złóż ropy, gazu i soli, dla obszarów Polski środkowej i zachodniej.

Niestety, na obszarach północno-wschodniej Polski o budowie płytowej, gdzie ze względu na stosunkowo małe głębokości szywnego podłoża krystalicznego nie można spodziewać się w skałach osadowych obecności struktur typu antyklinalnego o większych amplitudach, badania grawimetryczne są mniej efektywne (dla rozpatrywanego przez nas celu). Innym czynnikiem działającym tu w kierunku obniżenia zdolności rozdzielczej metody jest bardzo duże zróżnicowanie petrografii podłoża, co uwidacznia się w dużej „mozaikowości” obrazu pola siły ciężkości, maskującej słabe efekty ewentualnych pól górnich struktur. Dla obszarów znów Karpat i przedgórze Karpat ich czytelność powinna być z reguły podnoszona przez zdjęcia półszcześciowe ze względu na jeszcze inne specyficzne warunki budowy geologicznej. Prace takie są bardzo opłacalne.

Dokładność użytych do zdjęć regionalnych grawimetrów była rzędu 0,3 mgl, co dla tego typu zdjęć jest całkowicie wystarczające, ze względu na to, że wysokość dla punktów pomiarowych określano z map topograficznych.

Dokładność obecnie u nas używanych nowoczesnych grawimetrów wynosi parę setnych miligala, co czyni konieczne i opłacalne stosowanie niwelacji dla określenia wysokości punktów i co pozwala na osiągnięcie bardzo dużego stopnia zdetalizowania obrazu grawimetrycznego, aczkolwiek pociąga za sobą znaczne podrożenie prac.

Należy jednak dodać, iż stosowane najczęściej prace półszcześciowe, detalizujące szczegóły ujawnione zdjęciami regionalnymi, dawały również bardzo dobre rezultaty przy użyciu grawimetrów o dokładności 0,3 mgl., mimo iż detalizacja obrazu nie była tak dalece posuwana, jak ma to miejsce w ostatnich latach.

Podkreślić należy, iż w detalizacji zdjęć grawimetrycznych Instytut Geologiczny (jako główny inicjator tego rodzaju prac) nie stosuje w mechaniczny sposób zdjęcia o równym pokryciu a dużej gęstości. Byłoby to jednak jak uczy praktyka nie-ekonomiczne. Dla prac detalizujących IG stosuje w ostatnich latach dla obszarów wytypowanych dla takich zdjęć (na podstawie obrazu regionalnego) w Polsce środkowej i zachodniej gęstości 1,5 pkt na 1 km², przy czym dodatkowo duże ilości punktów (do 50%) są przeznaczane na dalszą „detalizację” interesujących szczegółów lokalnych anomalii.

Taki sposób grawimetrycznego rozpoznania kraju pozwala na „wyłowienie” struktur antyklinalnych, monoklinalnych, wyraźniejszych dyslokacji oraz wy-

sadów solnych, gdyż ich efekty grawimetryczne wy-czuwalne są na odległościach wynikających ze stosowanej siatki punktów 250—400 na 1000 km². Dla niektórych obszarów, gdzie można było podejrzewać istnienie płytkich drobnych struktur (np. wysadów solnych o średnicy nie mniejszej niż 0,7—0,5 km) stosowano jeszcze gęstsza siatkę.

Taki sposób postępowania jest bardzo ekonomiczny poza osiągnięciem ogromnej obniżki kosztów zdjęcia, pozwala na otrzymanie obrazu grawimetrycznego tych części kraju, które są interesujące dla poszukiwań złóż ropy, gazu i soli, oczywiście obrazu grawimetrycznego należyte zdetalizowanego w bardzo skróconym terminie. Obraz taki powinien być w zasadzie otrzymany przed rozpoczęciem zdjęć sejsmicznych, a w każdym razie przed rozpoczęciem zdjęć sejsmicznych powierzchniowych. Podkreślam tu, iż dla obszarów Polski zachodniej, jak i środkowej korelacja obrazu sejsmicznego z obrazem grawimetrycznym (czy to w sensie prostym czy inwersji) jest na ogół bardzo dobra. Zdjęcia o dużym stopniu zdetalizowania obrazu poza podziałem lokalnych struktur na szereg jednostek, bardzo często dobrze odzwierciedlają lokalną tektonikę, co jest bardzo cenne nawet dla interpretacji zdjęć sejsmicznych. Ponadto te szczegóły osiągnąć są stosunkowo szybko i tanio.

Kartograficzne opracowania tak materiałów grawimetrycznych, jak i magnetycznych są obecnie scentralizowane w Instytucie Geologicznym (mapa 1:300 000 i 1 000 000).

Mówiąc o grawimetrii jako metodzie badawczej należy wymienić stosowane ostatnio różne zabiegi zmierzające do jaśniejszego zlokalizowania anomalii grawimetrycznych związanych z lokalnymi strukturami poprzez zdejmowanie „tła regionalnego” i przedstawianie anomalii wyższych pochodnych.

Stosowanie matematycznych sposobów eliminowania „tła regionalnego” powinno mieć miejsce głównie dla zdjęć zdetalizowanych i to w dodatku zdjęć o dużej dokładności. Sposoby te nie będąc same w sobie samodzielnym narzędziem badawczym mogą jednak zwiększyć czytelność prac grawimetrycznych, co jest bardzo cenne w szczególności dla zestawiania ich z wynikami prac sejsmicznych.

Interesujące byłoby porównanie metodyki prac grawimetrycznych stosowanej u nas z pracami gdzie indziej. Tak więc należy stwierdzić, że nasze zdjęcia grawimetryczne są wykonywane dzięki zastosowaniu etapowości oszczędniej w porównaniu z pracami zachodnimi. Wynika to z tego, iż zachodnie firmy geofizyczne zainteresowane są wykonaniem nawet kilkakrotnych zdjęć na tym samym obszarze, za każdym razem z większą szczegółowością lub cd razu z maksymalną szczegółowością, co u nas ze względu na inny sposób ich planowania nie może mieć miejsca. W porównaniu z ZSRR nasze zdjęcia regionalne swą szczegółowością odpowiadają mniej więcej szczegółowszym zdjęciom regionalnym w ZSRR.

Jeśli chodzi o detalizację, to ma ona miejsce u nas w o wiele szerszym zakresie, gdyż m. in. ZSRR nie posiada na razie takiego nasycenia nowoczesnymi precyzyjnymi grawimetrami jak Polska.

W ostatnich latach (1957—1960) wykonano zdjęcia zageszczające na zlecenie IG w 14 rejonach, na zlecenie przemysłu naftowego w 8 rejonach, w tym tylko jeden dla obszaru pozakarpacciego. Każdy z tych obszarów obejmuje z reguły po kilka struktur lokalnych lub duże jednostki, jak np. antyklina Gopła. Niemniej jednak tempo zdjęć grawimetrycznych detalizujących musi być wzmożone, by osiągnąć prawidłową kolejność wykonywania prac sejsmicznych po wykonaniu zdetalizowanego zdjęcia grawimetrycznego.

Rolę zdjęć grawimetrycznych i to zarówno regionalnych, jak i szczegółowych dla stosowania ich w kompleksie z innymi metodami omówię dokładniej potem.

3. BADANIA MAGNETYCZNE

Rola badań magnetycznych w poszukiwaniach złóż ropy, gazu czy wysadów solnych nie jest tak wybitna jak badań grawimetrycznych czy sejsmicznych. Niemniej jednak w określonych warunkach są lub mogą być wykorzystywane i dla tych celów. Tak więc zdjęcia magnetyczne regionalne dają w kompleksie ze zdjęciami grawimetrycznymi o wiele głębszą ich interpretację tektoniczną. Dla niektórych obszarów (np. o budowie płytowej) w przypadku istnienia określonych kontrastów petrograficznych w starym podłożu krystalicznym dane magnetyczne pozwalają się np. wyzyskać do narysowania wstępnych (bo mało jeszcze dokładnych) redakcji map morfologii takiego podłoża. Zdjęcia magnetyczne regionalne pozwalają ponadto lokalizować obszary występowania niektórych typów skał wulkanicznych w obrębie pokrywy skał osadowych. W innych jeszcze obszarach przy istnieniu specjalnie korzystnych warunków geologicznych (np. obecność w nadkładzie czynnych magnetycznie skał wulkanicznych) poprzez zdjęcie grawimetryczne dają się również lokalizować wysady solne. Ogólnie jednak biorąc w porównaniu z metodą grawimetryczną rola badań magnetycznych jest mniej „uniwersalna” dla poszukiwań złóż ropy i gazu.

Niemniej jednak w Polsce można wskazać na istnienie obszarów, na których zdjęcia magnetyczne wniosły bardzo dużo i gdzie ich rola w stosunku do badań grawimetrycznych była jeśli nie pierwszoplanowa, to im nie ustępująca. Do obszarów tych należą w szczególności obszary północno-wschodniej Polski, gdzie obraz magnetyczny jest szczególnie urozmaicony. Również nie bez znaczenia dla interpretacji obrazu grawimetrycznego jest i fakt, że w obszarach Polski zachodniej obraz magnetyczny jest bardzo spokojny. Aby jednak móc mówić o interpretacji badań magnetycznych czy to samodzielnie, czy też w kompleksie z badaniami grawimetrycznymi konieczne było dokonanie systematycznego zdjęcia regionalnego magnetycznego kraju. Zdjęcie to zostało podjęte jeszcze w okresie międzywojennym przez Państwowy Instytut Geologiczny i wznowione po wojnie. Po 1950 r. wykonawstwo tych zdjęć zostało przejęte przez PPG, które dokonywało ich na zlecenie Instytutu Geologicznego i pod jego metodycznym nadzorem. Instytut Geologiczny zapewnił ponadto ich obsługę bazową i tak, jak i dla grawimetrii podjął prowadzenie planowych prac kartograficznych (wydanie przewidywanych redakcji map anomalii w skali 1:300 000 i 1:1 000 000).

Na dzień dzisiejszy praktycznie biorąc cały obszar kraju pokryty jest zdjęciem regionalnym. Jego gęstość jest różna, choć na ogół zadowalająca. Dla obszarów Polski zachodniej, spokojnej magnetycznie, można było wykonać zdjęcia rzadsze, zaś dla Polski wschodniej, gdzie, jak już wspominałem, obraz był bardziej urozmaicony dokonano zdjęcia magnetycznego o większej gęstości. W tych obszarach gęstość dochodzi nawet do kilkuset punktów na 1000 km².

Należy jednak podkreślić, iż przemysł naftowy już w okresie przedwojennym rozumiał znaczenie zdjęć magnetycznych. Pierwsze zdjęcia magnetyczne regionalne były podjęte na jego zlecenie jeszcze w okresie przedwojennym. Zdjęcia te wyróżniały się w porównaniu ze zdjęciami Instytutu Geologicznego szczegółowością i dużą dokładnością.

Dla obszarów przedgórza na zlecenie przemysłu naftowego PPG wykonuje obecnie zdjęcia bardziej szczegółowe dla wyprowadzenia związków obrazu anomalii magnetycznych z ukształtowaniem podłoża.

Jak wynika nawet z mapy 1:1 000 000 badania magnetyczne mogły dostarczyć najwięcej danych ilościowych dla północno-wschodniej Polski, choć jak wspomniano, jakościowo są one bardzo cenne i dla innych obszarów. Materiały magnetyczne północno-wschodniej Polski były u nas wykorzystywane do celów interpretacyjnych przez kilku autorów (Dąbrowski i Karaczun, Pawłowski, Skorupa). Ich

opracowania łączą się ściśle z rozwojem poglądów na budowę tektoniczną.

Pomimo iż aktualny obecnie obraz morfologii podłoża krystalicznego jest dość sprecyzowany, bo oparty na dużej już stosunkowo ilości danych sejsmicznych, jest on bliski w swoim charakterze do ostatniego wymienionego tu opracowania, które opierało się niemal wyłącznie na wykorzystaniu danych magnetycznych.

Prace te mogły zatem jeszcze w tym okresie, gdy nie mieliśmy dla tych obszarów większej ilości prac sejsmicznych spowodować wykonanie wstępnej rejonizacji jednostek tektonicznych tej części kraju. Rejonizacja ta ma swój sens pozytywny (określenie przebiegu wschodniej części strefy brzeżnej platformy wschodnio-europejskiej), jak i negatywny dla poszukiwań złóż ropy i gazu (zlokalizowanie obszarów wyniesień podłoża).

Oczywiście aktualny schemat tektoniczny dla Polski północno-wschodniej opiera się na materiałach sejsmicznych, chociaż dla niektórych obszarów wykorzystuje i materiały magnetyczne.

Mówiąc o materiałach magnetycznych dla Polski zachodniej i południowej nadmienić należy, iż w wielu przypadkach będą one dopiero zinterpretowane wtedy, gdy będziemy dysponować odpowiednimi danymi sejsmicznymi i wiertniczymi. Są to oczywiście obszary o dużych stosunkowo miąższościach skał osadowych i brak nam obecnie dokładniejszych danych czy obserwowane (najczęściej słabe) efekty anomalne łączyć należy ze starym podłożem krystalicznym (nieokreślonego wieku) czy też ze skałami wulkanicznymi zawartymi w nadkładzie osadowym.

Z powyższego wynika, że dla celów tu omawianych, wykorzystanie badań magnetycznych w naszych warunkach ogranicza się raczej do fazy tektonicznego rozpoznania kraju. W fazie poszukiwania i inwentaryzowania lokalnych struktur ich rola w przeciwnieństwie do prac grawimetrycznych jest, jak wynika z dotychczasowych naszych doświadczeń, minimalna. Wykonane bezpośrednio po wojnie prace metodyczne (Maryniak) wykazały, iż dla np. struktur solnych można obserwować zaledwie bardzo słabe efekty anomalne niemal rzędu dokładności pomiarów.

O ile więc badania magnetyczne dla poszukiwań złóż rud w naszych warunkach mogą być jeszcze stosowane w dalszym ciągu, to dla poszukiwań złóż ropy i gazu ich rola na przyszłość w obszarach niżowych wydaje się być stosunkowo mała, w szczególności dla inwentaryzacji lokalnych struktur typu antyklin, fleksur, wysadów solnych itp.

Również w najbliższym czasie zostanie wyjaśniona rola i możliwości szczegółowych badań magnetycznych prowadzonych obecnie na zlecenie przemysłu naftowego na Przedgórzu Karpat. Można jednak przypuszczać, iż i tu będzie ona bardzo ograniczona.

4. BADANIA SEJSMICZNE

Rola badań sejsmicznych dla poszukiwań złóż ropy i gazu jest szczególnie ważna. Została ona bardzo wcześniej doceniona przez przemysł naftowy zarówno u nas, jak i za granicą. Przemysł naftowy jest niemal wszędzie największym konsumentem prac sejsmicznych. U nas w obecnej chwili stosunek ilości aparatów sejsmicznych pracujących dla potrzeb przemysłu naftowego do ilości aparatów sejsmicznych pracujących dla innych celów wynosi w przybliżeniu 10:1. Oczywiście biorę tu pod uwagę zarówno grupy przemysłu naftowego, jak i PPG. Grupy PPG (których przerób w metodzie sejsmicznej wynosi ok. 25% przerobu grup PGP) pracujące na zlecenie Instytutu Geologicznego wykonują do chwili obecnej również pomiary na profilach sejsmicznych wchodzących w skład prac podstawowych, zmierzających do wydzielenia zasadniczych jednostek tektonicznych kraju i określenia ich perspektywiczności pod kątem poszukiwań ropy i gazu

(tzw. prace I-go etapu). O ile badania grawimetryczne lub magnetyczne dostarczały informacji co do wypadkowego, sumarycznego pola obserwowanego na (lub nad) powierzchnią ziemi, to badania sejsmiczne pozwalają poprzez śledzenie poszczególnych horyzontów odbijających lub refrakcyjnych bezpośrednio „rozwarstwiać” nadkład skał osadowych.

Te szczególne własności czynią metodę sejsmiczną metodą dostarczającą z reguły danych ilościowych, gdy tymczasem poprzednio dwie metody najczęściej mogą być stosowane jako metody „jakościowe”, szczególnie w odniesieniu do dostarczania informacji głębokościowych. Stąd też wynika ważność dysponowania przed rozpoczęciem prac sejsmicznych obrazem grawimetrycznym i magnetycznym dla fazy rozpoznania regionalnego, zaś w naszych warunkach szczegółowym zdjęciem grawimetrycznym dla fazy ewidencjonowania struktur, czy też ich szczegółowego rozpoznawania. Często obserwowana dobra zgodność lokalizacji powierzchniowej struktur określonych w wyniku zastosowania omawianych metod nakazuje ze względów ekonomicznych stosować drogie stosunkowo prace sejsmiczne tam, gdzie struktury zostały już zasygnalizowane i zlokalizowane tańszymi badaniami grawimetrycznymi. Takie postępowanie pozwala nie tylko oszczędzać duże objętości prac, ale i poprowadzić o wiele dalej interpretację geologiczną napotykanymi obiektami (strukturami) sejsmicznymi.

Należy podkreślić, iż bardzo często, w szczególności dla badań regionalnych grawimetrycznych, prace sejsmiczne stanowią podstawę do interpretacji wyników prac grawimetrycznych. One właśnie dostarczają danych głębokościowych i określają czy dane lokalne zaburzenia grawimetryczne posiadają z obserwowanymi strukturami związki „proste” czy „odwrotne”. Niemniej jednak ustalenie takich związków obowiązuje już dla dość dużych obszarów sąsiedztwa.

Należy również podkreślić, że spotyka się również i na naszych ziemiach tego typu warunki geologiczne, iż odnalezienie lokalnych struktur możliwe jest jedynie dzięki pracom sejsmicznym, gdyż struktury te (ze względu na niewielką amplitudę, połogłość lub zbyt małe zróżnicowanie gęstościowe utworów budujących) nie mają wyraźniejszych odwzorowań w obrazie grawimetrycznym. W takim przypadku prace sejsmiczne muszą przejmować na siebie również rolę inwentaryzacji struktur, co prowadzi już do znaczących kosztów tego „zainwentaryzowania”.

Prace sejsmiczne w poszukiwaniach złóż ropy i gazu oraz wydajnych struktur solnych prowadzone są zarówno w odmianie refleksyjnej, jak i refrakcyjnej. Wybór odmiany wiąże się każdorazowo z celem prac, warunkami seismogeologicznymi oraz szczegółowością (etapem) badań.

Objętościowo odmiana refleksyjna jest stosowana o wiele szerzej w poszukiwaniach złóż ropy i gazu. Jest to metoda stosowana praktycznie wyłącznie przez grupy sejsmiczne naszego przemysłu naftowego. Jej rozpowszechnienie uzasadnione jest tym, iż uzyskane taką drogą wyniki dobrze charakteryzują układ warstw osadowych na badanych profilach (jeśli nie obserwuje się zbyt dużych upadów). Oczywiście pożądane tu jest śledzenie horyzontów przewodnich, śledzących się na stosunkowo dużych obszarach i w tym kierunku zmierzają zwykle wysiłki metodyczne. Pozwala to w przypadku dysponowania siecią profili sejsmicznych sporządzać mapy głębokości zalegania poszczególnych horyzontów sejsmicznych z ujawnioną siecią linii dyslokacyjnych.

Jednakże nie we wszystkich obszarach refleksyjne horyzonty przewodnie pozwalają się wydzielać. Obserwowanie obfitych refleksów, ale nie śledzących się w sposób ciągły pozwala co prawda rysować przebieg domniemywanych horyzontów (tzw. horyzontów umownych), ale w takich przypadkach

dla otrzymania analogicznego, jak poprzednio stopnia pewności poprowadzenia horyzontu, konieczna jest o wiele bardziej gęsta sieć wierceń, do których należy dowiązywać wyniki. Bardzo często spotyka się u nas także i obszary, dla których otrzymuje się większą ilość refleksów tylko do pewnych, niezbyt dużych głębokości (rzędu np. 1—1,5 km). Znany jest również i fakt nie otrzymywania refleksów poniżej określonego horyzontu (np. horyzontu gipsowo-anhydrytowego na przedgórzu Karpat). Oczywiście w takich przypadkach zarówno u nas, jak i za granicą, usiłuje się drogą prowadzenia prac doświadczalnych dobrać taką metodykę prac, czy też parametry sprzętowe, by uzyskiwać bogatsze pewniejsze, czy też głębsze refleksy. I zarówno u nas, jak i za granicą uzyskuje się na ogół wyniki lepsze, choć czasem (w rzadkich przypadkach) nie uzyskuje się wyraźniejszej poprawy lub tylko dość mierną poprawę. Granice stosowności metody refleksyjnej w obszarach uważanych za „niesejsmiczne” poszerzają się na świecie z każdym rokiem.

Należy sądzić, iż w naszych warunkach w najbliższych latach można by to również osiągnąć, gdyby tym zagadnieniom poświęcić więcej uwagi i wysiłków.

Dotyczy to zarówno prac wykonywanych przez grupy sejsmiczne przemysłu naftowego, jak i grupy PPG.

Należy jednak podnieść, iż w określonych warunkach seismogeologicznych zastosowanie odmiany refrakcyjnej metody sejsmicznej pozwala osiągnąć wiele informacji niedostępnych w ogóle dla odmiany refleksyjnej. Muszą tu jednak istnieć w przekroju geologicznym takie utwory geologiczne, które w stosunku do otaczających, czy nadległych będą cechować się posiadaniem większych prędkości przewodzenia fal sprężystych. Ich ilościowości powinny być dostateczne, ale znów nie za wielkie, szczególnie w przypadku, gdy chcemy śledzić inne horyzonty o podobnych dużych prędkościach, głębiej położone. O ile w naszych warunkach w pracach refleksyjnych spotykamy się z dużą ilością horyzontów odbijających, to ilość horyzontów refrakcyjnych jest stosunkowo niewielka i różna w różnych rejonach. Różny zresztą jest (tak, jak w odmianie refleksyjnej) zasięg ich powierzchniowego śledzenia.

Oczywiście w badaniach refrakcyjnych prowadzonych np. na większych obszarach nastawiać się należy metodycznie na śledzenie horyzontów refrakcyjnych przewodnich. Takimi horyzontami przewodnimi refrakcyjnymi w północno-wschodniej Polsce będzie np. horyzont przystropowy podłoża krystalicznego prekambryjskiego, horyzont przystropowy skał wulkanicznych dolnego kambru czy eokambru i horyzont związany z obecnością skał anhydrytowo-solnych cechsztynu.

Istnienie takich horyzontów przy zastosowaniu stosunkowo tanich sondowań refrakcyjnych pozwoliło Instytutowi Geologicznemu na uzyskanie mapy morfologii horyzontu refrakcyjnego o Vgr ok. 6 km/sek. dla tych obszarów gdzie horyzont ten może być identyfikowany ze stropem podłoża krystalicznego prekambryjskiego lub skał wulkanicznych dolnego kambru, czy eokambru (pn.-wsch. Polska).

Mapa głębokości do wymienionego horyzontu refrakcyjnego cechsztyńskiego dla północnej części synkliny brzeżnej jest obecnie w opracowaniu.

Tak więc mielibyśmy przykład uzupełniania wyników metody refleksyjnej wynikami metody refleksyjnej. Na wspomnianym tu obszarze północno-wschodniej Polski otrzymywano często metodą refleksyjną wyniki tylko do ograniczonych głębokości a uzyskanie głębszych wyników metodą refrakcyjną stanowi ważną informację dla poszukiwań złóż ropy i gazu, mówiącą o miąższości piasków skał osadowych.

Oczywiście przytoczony tu przykład nie wyczerpuje wcale możliwości metody refrakcyjnej. Wyda się np., iż dla środkowej części synkliny brzeżnej takim przewodnim horyzontem refrakcyjnym będzie wspomniany tu horyzont cechsztyński. Szersze sto-

sowanie tu metody refrakcyjnej pozwolić może zatem na dostarczenie dla metody refleksyjnej horyzontu o określonej pozycji geologicznej, w istotny sposób uzupełniającej profil refleksyjny.

Ponadto stosowanie odmiany refrakcyjnej w parze z pracami refleksyjnymi zmierzającymi do inwentaryzacji czy też szczegółowego opracowania lokalnych struktur, nawet przy stosunkowo mało rozległym powierzchniowo śledzeniu się horyzontów refrakcyjnych, prowadzi do o wiele lepszego poznania budowy tych struktur przy tej samej ilości wierceń lub takiego samego stopnia poznania, przy dużo niższej ilości wierceń niezbędnych jako repery do geologicznej interpretacji wyników.

Wreszcie stosowanie prac refrakcyjnych, niezależnie od innych możliwości metodycznych, pozwalać może na obszarach np. przedgórza na otrzymanie głębszych wyników niż uzyskiwane dotychczas drogą prac refleksyjnych, ze względu na istniejące tu stosunki sejsmogeologiczne. Takich obszarów można zresztą wymienić i więcej.

Należy również zauważyć, iż prace refrakcyjne są również bardzo efektywne w badaniach struktur typu wysadów solnych, gdzie nad samym wysadem nie otrzymuje się z reguły refleksów, zaś najwyższe części skrzydeł bocznych struktur są trudne lub niemożliwe refleksyjnie do śledzenia ze względu na duże upady lub zdyslokowanie.

Prace refrakcyjne w ostatnich latach były niemal wyłącznie stosowane w tematach prac prowadzonych przez Instytut Geologiczny, wykonywanych przez PPG.

W dokonanym tu krótkim przeglądzie poświęciłem stosunkowo dużo miejsca warunkom metodycznym stosowalności prac refrakcyjnych. Dokonane to było celowo, gdyż w wykonawstwie naszych prac sejsmicznych zmierzających w kierunku poszukiwania złóż ropy i gazu (oraz struktur typu wysadów solnych lub do nich zbliżonych) prace refrakcyjne w widocznym stopniu pozostały w tyle. Nie znaczy to oczywiście, iż nasze prace refleksyjne były na tyle dobre, że nie wymagały pomocy ze strony prac refrakcyjnych. Ich jakość bardzo często pozostawia wiele do życzenia, szczególnie jeśli chodzi o zasięg głębokościowy. Obok prowadzenia zatem w najbliższej przyszłości powszechnego stosowania prac refrakcyjnych do prac sejsmicznych grup sejsmicznych przemysłu naftowego (gdzie trzeba byłoby nawet odrobić powstałe zaległości) konieczne jest w obu naszych krajowych przedsiębiorstwach geofizycznych wzmóc badania nad zwiększeniem zasięgu głębokościowego badań refleksyjnych. Należy tu wyraźnie stwierdzić, iż jeśli w badaniach refrakcyjnych głębokościowo w ostatnim roku PPG osiągnęło istotny postęp, to w badaniach refleksyjnych w obu przedsiębiorstwach notować można raczej pewnego rodzaju regresję. Ponadto niezbędne jest opracowanie skutecznej metodyki prac dla rejonów, gdzie uzyskuje się wyniki bardzo słabe lub wyniki niejednoznaczne (np. Karpaty).

Mówiąc o zadaniach na przyszłość należałoby wspomnieć o potrzebie należytego szczegółowego opracowania struktur sejsmicznych do wierceń i opracowania odpowiedniej metody dla takich badań. W różnych warunkach oczywiście jest rzeczą niemożliwą dać recepty na „szczegółowość” opracowania poszczególnych typów struktur. Ich szczegółowość, a tym samym i metodyka badań sejsmicznych powinna w należyłym stopniu odpowiadać etapowi rozpoznania i w należyłym stopniu nasświetlać nie tylko „generalną” budowę lokalnych struktur, ale i tektonikę. W tym ostatnim zakresie nie mamy zbyt bogatego doświadczenia, a wykonane dotychczas przez przemysł naftowy badania sejsmiczne szły w kierunku głównie inwentaryzacji struktur ze zbyt ogólnym stopniem poznania ich budowy.

Uwagi powyższe dotyczyły zagadnień ogólnometodycznych bez rozpatrywania ich na bardzo istotnym tle ogólnego kierunku i celu prac w poszczególnych etapach rozpoznania kraju i poszukiwań

złóż ropy i gazu. Do tych zagadnień powrócimy jeszcze dalej. Tu zwrócić uwagę, iż podane wyżej uwagi co do naszych prac sejsmicznych są bardzo ogólne (dotyczą zakresu i metodyki stosowania poszczególnych metod i ich kompleksowania) i nie mogą z głównych powodów dotyczyć bardzo szerokiej spraw (tym ostatniom zostanie poświęcony oddzielny referat) postępu technicznego oczywiście w nawiązaniu do wysuwanych tu potrzeb (zwiększenie głębokości, efektywności, jak i zwiększenie wydajności badań).

Kończąc omawianie zastosowania metody sejsmicznej dla poszukiwań złóż ropy i gazu stwierdzić należy, iż metoda ta w różnych swoich odmianach pozostanie długi jeszcze czas podstawową i niezależną. To właśnie wytycza główny kierunek rozwoju i doskonalenia prac geofizycznych w naszych warunkach.

5. BADANIA GEOELEKTRYCZNE

Rola badań geoelektrycznych w poszukiwaniach złóż ropy i gazu jest w różnych krajach różna, jak i różne jest ich zastosowanie w różnych etapach prac zmierzających do poszukiwania i rozpoznawania struktur. Jest ona związana z budową geologiczną obszarów badań (która musi być korzystna dla ich stosowania), choć z reguły ogranicza się do etapów wczesnych, jak etap wydzielenia głównych tektonicznych jednostek w związku z określeniem ich perspektywiczności, oraz etap inwentaryzacji struktur. Powodowane to jest głównie tym, że zdolność rozdzielnia metod geoelektrycznych w porównaniu do metod sejsmicznych jest stosunkowo niska (wymaga istnienia dużych stosunkowo obiektów) oraz tym, iż dla badań tych niezbędne jest istnienie wyraźnych kontrastów (niemożliwość rozpoznawania pewnych typów struktur). Z metod dotychczas najczęściej za granicą stosowanych wymienić należy jedynie metodę elektrooporową i telluryczną. U naszych sąsiadów prace geoelektryczne stosowane są z reguły przed pracami sejsmicznymi i najczęściej rolą ich (analogicznie jak badań grawimetrycznych) jest uzyskanie wstępnej lokalizacji domniemych struktur, które będą następnie opracowane szczegółowiej metodą sejsmiczną.

W Polsce pierwsze prace geoelektryczne metodą oporową dla celów poszukiwań złóż ropy i gazu (ew. struktur solnych) wykonano po wojnie równolegle w dwu rejonach. Pierwszym były Karpaty, gdzie skomplikowane warunki budowy geologicznej nie mogły sprzyjać ich rozwojowi. Drugim rejonem, gdzie podjęto takie prace, był rejon struktur Kłodawy i Rogoźna, w którym również skomplikowane warunki, a co za tym idzie uzyskane bardzo ogólne wskazania wykonanych profili, czy sondowań elektrycznych, również nie zachęcały do szerszego ich stosowania, w szczególności wobec dysponowania innymi metodami geofizycznymi dostarczającymi o wiele dokładniejszych danych. To ostatnie oraz fakt nie dysponowania aparaturą o większym zasięgu głębokościowym spowodowało, iż przez długi okres czasu nie czyniono nic by wprowadzić metodę elektrooporową przynajmniej do tego rodzaju badań nawet tam, gdzie jej użycie miałoby zagwarantowane powodzenie. Badaniami takimi mogłyby być badania głębokości podłoża krystalicznego dla obszarów, gdzie to podłoże nie zalega zbyt głęboko (do paru kilometrów) oraz dla niektórych obszarów kartowanie głębokości określonych horyzontów (przy należytych kontraście oporowym) np. stropu jury czy np. stropu karbonu na obszarze Lubelszczyzny.

Dotychczas w ostatnim czasie przemysł naftowy użył aparaturę do głębszych badań i wykonał pierwsze prace powierzchniowe na obszarach monokliny przedsejsmicznej, gdzie wyniki prac sejsmicznych należały do bardzo słabych. PPG do dziś nie ma takiej aparatury, choć dokonywano niejednokrotnie nacisku na PPG, by taką aparaturę skonstruować we własnym zakresie. Budowana obecnie w PPG apa-

ratura wydaje się również nie mieć należyście dużego zasięgu głębokościowego.

Jeśli chodzi o wprowadzenie metody prądów tellurycznych, to będzie mogło ono nastąpić prawdopodobnie dopiero w roku bieżącym i to tylko dla zagadnień kartowania głębokości stropu podłoża krystalicznego w obszarze również niezbyt głębokiego jego zalegania (południowe Podlasie i północna Lubelszczyzna).

Należy wyraźnie stwierdzić, iż w okresie, gdy badania elektrooporowe i telluryczne mogły być w szerokim zakresie stosowane do rozpoznania zasięgu głównych jednostek tektonicznych kraju, nie zostały one podjęte. Oczywiście ich rola została przejęta przez inne metody, głównie przez metodę sejsmiczną. Szereg danych, jakich dostarczyły tu badania sejsmiczne ma o wiele wyższą dokładność niż miałyby je dane geoelektryczne, te jednak byłyby uzyskane niższym kosztem (nawet parokrotnie). Dziś jednak wobec stosunkowo dużego już zaawansowania prac sejsmicznych i to tak regionalnych, jak i prac inwentaryzujących strukturę zakres badań zarówno oporowych, jak i tellurycznych w tego rodzaju zagadnieniach może być o wiele uboższy. Ich stosowanie może mieć miejsce głównie w tych rejonach, gdzie prace sejsmiczne nie dostarczyły pewnych wyników lub gdzie ich wyniki nie mogą być jednoznacznie interpretowane. Myślę tu głównie o obszarach gdzie warunki powierzchniowe dla prac sejsmicznych są wyjątkowo niekorzystne, lub gdzie istnieją wątpliwości czy np. wyniki sejsmiczne refrakcyjne łączyć z horyzontem odpowiadającym stropowi starego podłoża krystalicznego, czy też skał wulkanicznych zawartych w nadkładzie osadowym.

Oczywiście prace elektrooporowe mogą być stosowane i dla inwentaryzacji struktur, tam, gdzie warunki sejsmogeologiczne są wyjątkowo trudne, zaś sam charakter struktur będzie odpowiedni do ich inwentaryzowania metodą oporową lub telluryczną. Wreszcie prace elektrooporowe będą mogły być stosowane czasem i równolegle z pracami sejsmicznymi dla etapu inwentaryzacji i rozpoznania struktur w przypadkach, gdy badaniami elektrycznymi będzie mógł być śledzony np. jeden z ważniejszych dla rozpoznania horyzontów, wtedy, gdy horyzont ten lub bliskie mu horyzonty nie będą śledzić się dostatecznie pewnie metodą refrakcyjną lub refleksyjną.

W każdym razie można powiedzieć, iż wobec istnienia długiego okresu niestosowania u nas metod geoelektrycznych dla inwentaryzacji struktur nie sposób dziś przewidywać zakresu ich stosowalności. Można jedynie nieobowiązująco przypuszczać, iż zakres ich opłacalnej stosowalności nie będzie szczególnie duży. Wprowadzenie innych odmian badań geoelektrycznych mogłoby nastąpić po uprzednim wykorzystaniu i ustaleniu możliwości klasycznych tu metod: oporowej i tellurycznej.

6. ROLA I CHARAKTER PRAC PRZY UŻYCIU POSZCZEGÓLNYCH METOD GEOFIZYCZNYCH NA RÓŻNYCH ETAPACH POSZUKIWANIA ZŁOŻ ROPY I GAZU

W naszych warunkach znalazł zastosowanie umowny podział kompleksu prac zmierzających do odkrycia złóż ropy i gazu. Jest to podział wyróżniający dla prac geofizycznych następujące etapy:

1) etap prac zmierzających do ustalenia zasięgu poszczególnych jednostek tektonicznych,

2) etap prac zmierzających do zainwentaryzowania możliwie maksymalnej ilości struktur lokalnych, z którymi można łączyć nadzieje surowcowe (ropa i gaz, ewentualnie sól),

3) etap szczegółowego rozpoznania poszczególnych struktur w związku z planowaniem prac wiertniczych zmierzających do określenia perspektyw surowcowych na danych (wybranych) strukturach,

4) etap prac szczegółowych w związku z potrzebami planowania otworów eksploatacyjnych.

Podany tu podział jest podziałem bardzo schema-

tycznym. Ustalenie granic poszczególnych etapów możliwe jest jedynie przy zachowaniu ich wyłączenie umownego charakteru. Niemniej jednak ze schematem tym łączy się ściśle rola poszczególnych metod geofizycznych oraz od stopnia zaawansowania prac poszukiwawczych (od etapu badań) zależy metodyka prac dla danej metody lub warunki ich kompleksowania.

Tak więc dla prac pierwszego etapu (którego celem jest określenie granic głównych jednostek tektonicznych kraju i określenie ich przypuszczalnej perspektywiczności surowcowej) do kompleksu prac geofizycznych, które muszą tu być wykorzystane wchodzi w pierwszy rzędzie regionalne zdjęcia grawimetryczne i magnetyczne o należytej szczegółowości. Zdjęcia tego rodzaju już mamy. Dla ich interpretacji konieczne są prace sejsmiczne profilowe oraz niezbędna ilość wierceń reperowych. Założona długość profili sejsmicznych wynosiła ponad 2500 km. Będą one zakończone w 1961 r. W tym etapie jest również miejsce na prace geoelektryczne, które dostarczają albo danych głębokościowych dla podłoża krystalicznego lub innego przewodniego horyzontu. W tym etapie może być mowa o stosowaniu sondowań sejsmicznych lub geoelektrycznych dla zbadania ogólnego charakteru morfologii charakterystycznych horyzontów w obrębie niektórych jednostek tektonicznych kraju. Oczywiście profilowe prace refleksyjne powinny być uzupełnione pracami refrakcyjnymi tam, gdzie to tylko jest celowe.

Wynikiem interpretacji całego kompleksu materiałów dla pierwszego etapu jest dla Polski północno-wschodniej mapa morfologii prekambryjskiego podłoża krystalicznego, ewentualnie stropu skał wulkanicznych dolno- lub eokambryjskich uzupełniona dla niektórych obszarów na podstawie wierceń i profili sejsmicznych mapami zasięgu poszczególnych horyzontów lub formacji. Dla reszty obszarów niższych powinny być na podstawie danych sejsmicznych i wierceń sporządzone mapy ilustrujące sposób zalegania poszczególnych horyzontów przewodnich (lub w wyjątkowych przypadkach umownych), mapy zasięgu poszczególnych formacji oraz w wyniku wykorzystania ich łącznie z danymi grawimetrycznymi i magnetycznymi schematy tektoniczne zasięgu poszczególnych jednostek tektonicznych.

Dla prac II etapu muszą być wykorzystane przede wszystkim prace grawimetryczne, gdyż lokalizują one poprzez odwzorowanie lokalnych anomalii ogromną większość wyraźniejszych struktur, interesujących ze względu na poszukiwanie złóż ropy i gazu oraz wysadów solnych. Oczywiście, ponieważ badania grawimetryczne regionalne mogą odwzorowywać tylko większe struktury lokalne, niezbędne jest dla tego etapu dla określonych obszarów wykonanie zdjęć detalizujących.

Po zdjęciach grawimetrycznych, z reguły już zagęszczonych zdjęciem detalizującym, powinny przyjść prace sejsmiczne, rozwijające się w sieć profili dających obraz przestrzenny badanej struktury czy też lokalnej jednostki składającej się z szeregu struktur. W tym etapie mogą być stosowane i prace geoelektryczne powierzchniowe, jeśli ich zastosowanie może w jakimś stopniu uzupełnić obraz dostarczany przez grawimetrię i sejsmikę lub też, gdy ich zastosowanie może spowodować dalsze (w stosunku do grawimetrii) zaoszczędzenie prac sejsmicznych. Oczywiście wspomniane tu nawiązanie prac sejsmicznych do szczegółowych prac grawimetrycznych powinno być regułą, niemniej jednak znamy takie obszary, gdzie istnieją struktury (o czym wspomniano), które nie odwzorowują się dostatecznie jasno nawet w badaniach grawimetrycznych szczegółowych. Również i dla szeregu typów struktur zastosowanie prac geoelektrycznych nie prowadzi do zadowalających rezultatów. Takie obszary będą pokrywane samym zdjęciem powierzchniowym sejsmicznym, którego gęstość będzie oczywiście dostosowana do potrzeb (zależna od typu rejestrowanych struktur).

Wynikiem interpretacji dla prac II etapu powinny być mapy ilustrujące sposób zalegania dających się śledzić horyzontów przewodnich (lub wyjątkowo umownych) z ujawnieniem pozwalających się wydzielić zasadniczych linii tektonicznych. Ich szczegółowość powinna być dostateczna dla dostatecznie pewnego lokalizowania pierwszych wierceń rozpoznawczych.

Dla prac III etapu (których celem jest określenie perspektyw surowcowych dla danej struktury) stosowane będą niemal już wyłącznie prace sejsmiczne, będące dalszym ciągiem zdjęć powierzchniowych II etapu, ale już o bardzo dużym stopniu szczegółowości. Generalne nastawienie tych prac zmierza w kierunku szczegółowego rozpoznania tektoniki struktury i wydzielenia jej podrzędnych elementów. Prace geoelektryczne lub grawimetryczne mogą być tu stosowane raczej wyjątkowo. Zastosowania prac magnetycznych dla II i III etapu nie należy przewidywać w naszych warunkach. Wyniki interpretacji prac III etapu powinny być szczegółowe mapy dających się śledzić i ważnych surowcowo horyzontów z ujawnieniem szczegółowej tektoniki lokalnej.

Prace IV etapu, z reguły również tylko sejsmiczne, stanowiące ciąg dalszy prac III etapu w warunkach odpowiadających oddanej do eksploatacji strukturze i w nawiązaniu do wyników wierceń, lokalizują się już tylko na perspektywicznych częściach struktury.

Przedstawiona tu etapowość badań, pomimo swej umowności dobrze ilustruje (choć również w sposób schematyczny) sposób i metodykę stosowania poszczególnych metod geofizycznych dla poszukiwania złóż ropy i gazu, jak i ubocznie struktur solnych.

O ile w wykonaniu prac I etapu jesteśmy dość zaawansowani, to rozwój badań geofizycznych dla II etapu w różnych jednostkach jest różny. Oczywiście ocena stopnia zaawansowania jest tu dość trudna, gdyż nie wystarcza zainwentaryzowanie struktury wyłącznie poprzez badania grawimetryczne. Różny był zresztą w różnych jednostkach udział grawimetrii w okresie poprzedzającym prace sejsmiczne, a w szczególności zauważyć można, iż dla szeregu struktur prowadzono zdjęcia sejsmiczne bez posiadania szczegółowego obrazu grawimetrycznego. Ponadto trudno mówić o całkowitym zakończeniu prac etapu inwentaryzacji danej struktury na podstawie wyłącznie badań sejsmicznych, gdy szczegółowe badania grawimetryczne mogą jeszcze wnieść interesujące szczegóły. Tak więc ocena stopnia zaawansowania prac tego etapu jest dla referenta szczególnie trudna i musiałaby być dokonywana dla poszczególnych jednostek tektonicznych lub nawet pojedynczych struktur lokalnych, co przekracza oczywiście z góry określone ramy niniejszego referatu. Takiego podsumowania dla wykonanych już prac II etapu oczekiwać należy od przemysłu naftowego.

Odnosnie do prac III etapu i IV etapu należałoby i tu mówić tylko o poszczególnych strukturach, czego ocena nie należy do tego artykułu.

Celem przedstawionego artykułu było ogólne zorientowanie w możliwie prawidłowym zastosowaniu i wykorzystywaniu klasycznych metod geofizycznych w poszukiwaniu złóż ropy i gazu w warunkach Polski. Z tego też powodu nie została omówiona metoda badań radiometrycznych, co do przydatności której dla omawianego celu zdania są podzielone.