

## BUDOWA GEOLOGICZNA SYNEKLIZY PERYBAŁTYCKIEJ I WARUNKI WYSTĘPOWANIA BITUMINÓW

UKD 551.24:551.79/.76:553.98"313":551.244.2(438—17+474)

W wyniku podsumowania regionalnych badań geologicznych na Niżu Polskim wykonywanych do 1962 r. wybrano do dalszych prac m.in. syneklizę perybałtycką — depresyjną jednostkę strukturalną platformy wschodnioeuropejskiej.

Synekliza położona jest między dwoma obszarami elewacji podłoża krystalicznego: tarczą bałtycką i wyniesieniem mazursko-suwańskim, stanowiącym zachodnią część anteklizy białoruskiej. Synekliza perybałtycka różni się od tych elewacji obecnością starszego paleozoiku i cechsztynu. W południowej części syneklizy wyróżniamy obniżenia litewskie i kaszubsko-warmińskie (11). Omawiany obszar leży w południowej części obniżenia litewskiego, w strefie przejściowej do wyniesienia mazursko-suwańskiego.

Pokrywa osadowa w badanej części syneklizy perybałtyckiej ma miąższość od około 1000 do ponad 3000 m. Tworzą ją utwory paleozoiku dolnego, permu, mezozoiku i kenozoiku. Paleozoik dolny reprezentują osady kambru dolnego i środkowego, ordowiku i syluru. Miąższość utworów kambru dochodzi w zachodniej części badanego obszaru do 300 m. Przeważnie są to piaskowce, przy czym udział mułowców i łuwców wzrasta ku zachodowi. Piaskowce mają porowatość w granicach od 11 do 27%, a przepuszczalność rzędu 27—845 md. Występują także wkładki piaskowców o porowatości kilku procent i minimalnej przepuszczalności.

W ordowiku o miąższości do 100 m stwierdzono obecność pieter od arenigu do aszgilu włącznie. Przeważają różnego typu wapienie, a podrzędnie występują wkładki łuwców, mułowców i margli. W pewnej ciągłości sedimentacyjnej z osadami ordowiku występuje w spągowej części landoweru poziom wapieni o miąższości dochodzącej do 20—30 m. Wapienie ordowiku i syluru dolnego charakteryzuje porowatość rzędu pojedynczych procentów, przy czym niekiedy sięga ona kilkunastu procent. Przepuszczalność tych wapieni jest minimalna, najczęściej poniżej 1—2 md. Skały te mają charakter kolektora szczelinowatego i mogą być z tego względu traktowane jako poziomy perspektywicznych skał zbiornikowych. Duże znaczenie ma litofacja ilasta lub ilasto-mułowcowa syluru. Kilkunastometrowa seria na ogół ilastych osadów tego wieku stanowi dobre uszczelnienie poziomów skał zbiornikowych kambru, ordowiku i syluru dolnego. Należy jednak zwrócić uwagę, że w polskiej części syneklizy perybałtyckiej stwierdzono szereg luk stratygraficznych. Dotyczy to zarówno kambru i ordowiku, jak też syluru (16).

Terygeniczne osady permu dolnego, występujące na ograniczonym obszarze i osiągające miąższość do 50 m, rokują raczej niewielkie perspektywy poszukiwawcze. Powodują to m.in. zazwyczaj niezbyt dobre ich własności zbiornikowe. Cechsztyń reprezentowany jest w głębszej części syneklizy perybałtyckiej przez serię salinarną o stosunkowo pełnym wykształceniu. Ku wyniesieniu mazursko-suwańskiemu poja-

wia się natomiast brzeźna facja węglanowo-siarczanowa. Węglanowe poziomy cechsztynu w głębszej części basenu, gdzie uszczelniają je wkładki soli, można traktować jako poziomy perspektywiczne, choć nie cechują się zbyt dobrymi własnościami zbiornikowymi (16).

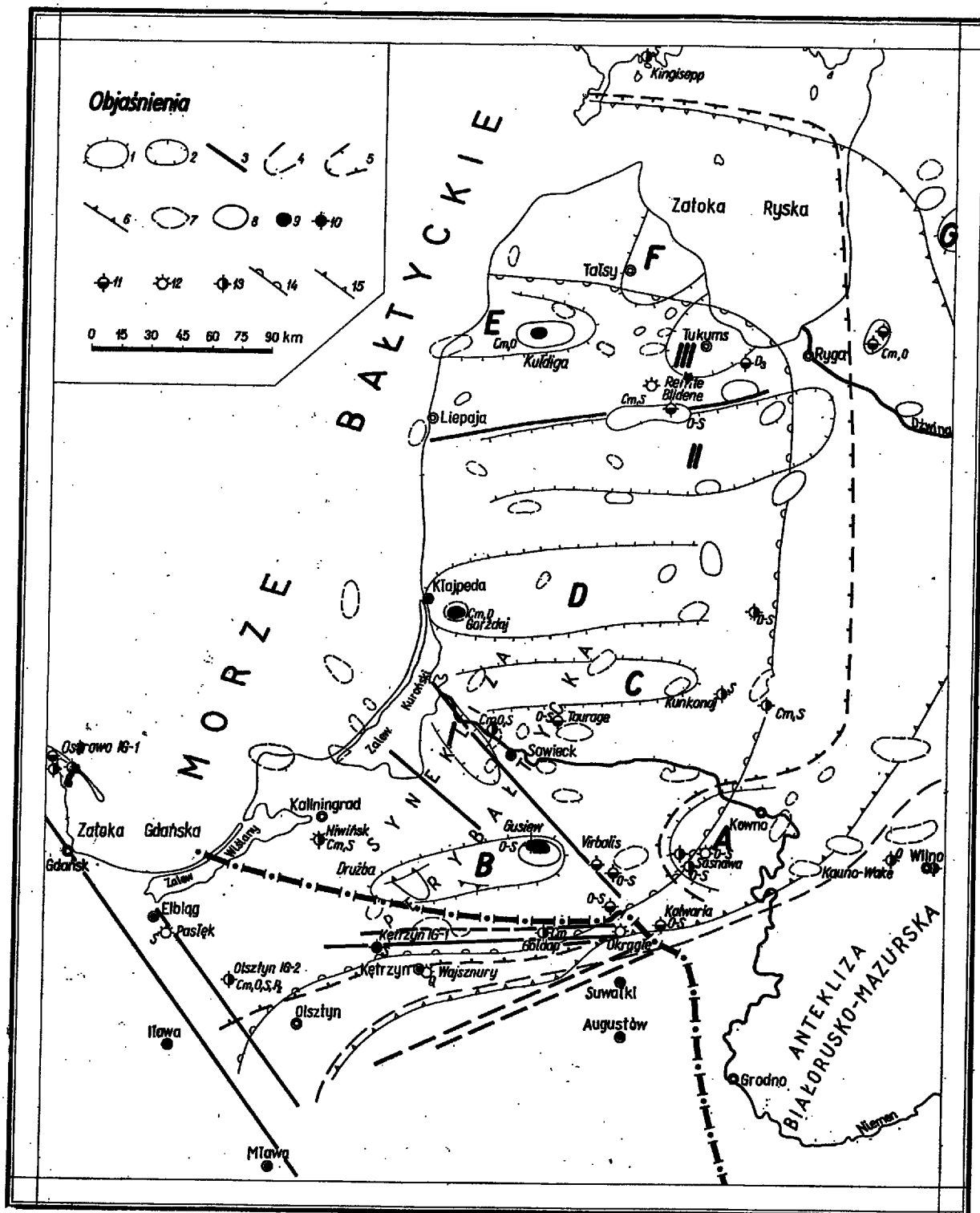
Utwory mezozoiku, ze względu na brak znaczniejszych kompleksów skał uszczelniających, liczne i stosunkowo długotrwałe przerwy w sedimentacji osadów, zjawiska erozji i denudacji są we wschodniej części syneklizy i na wyniesieniu mazursko-suwańskim ogólnie nieperspektywiczne dla poszukiwań nagromadzeń ropy naftowej i gazu. Perspektywy mezozoiku polepszają się ku zachodowi, ku strefie brzeźnej platformy prekambryjskiej, gdzie luki stratygraficzne są mniejsze i, gdzie z punktu oceny prognoz ropogazowości korzystniejsze jest litofacjalne wykształcenie osadów. Dotyczy to zwłaszcza triasu, jury i kredy dolnej (16).

Osady kenozoiku można uważać za nieperspektywiczne w świetle analizy ich litofacjalnego wykształcenia. Brak jest bowiem warunków dla zachowania się nagromadzeń węglowodorów.

Oprócz wierceń badawczych, umożliwiających poznanie pokrywy osadowej i jej podłoża, wykonano również znaczny zakres regionalnych badań geofizycznych. Powiązanie obrazu geofizycznego z faktami geologicznymi pozwoliło wyjaśnić treść geologiczną efektów geofizycznych. Wykryto nowe, ważne cechy budowy tej części kraju. Szczegółowe opracowania stratygraficzne całego materiału skalnego uzyskanego ze wszystkich, aczkolwiek niekільkich otworów wiertniczych ujawniły specyficzne zmiany w sedimentacji osadów. Poza zmianami o szerokim regionalnym znaczeniu zaobserwowano także zjawiska lokalne — okresowe pogłębienia lub spłytenia zbiornika oraz miejscową erozję i denudację. Stwierdzono, że szereg napozór mało ważnych bądź nikłych zróżnicowań sedimentacyjnych po zebraniu ich i ustawieniu w chronologicznym porządku układa się nad wyraz logicznie — w sumie dając obraz rozwoju sedimentacji i ujawniając specyficzne lokalne zmiany w tym zakresie. Przyczyn tych zmian należy szukać w procesach tektonicznych, zachodzących w ciągu długiego czasu geologicznego.

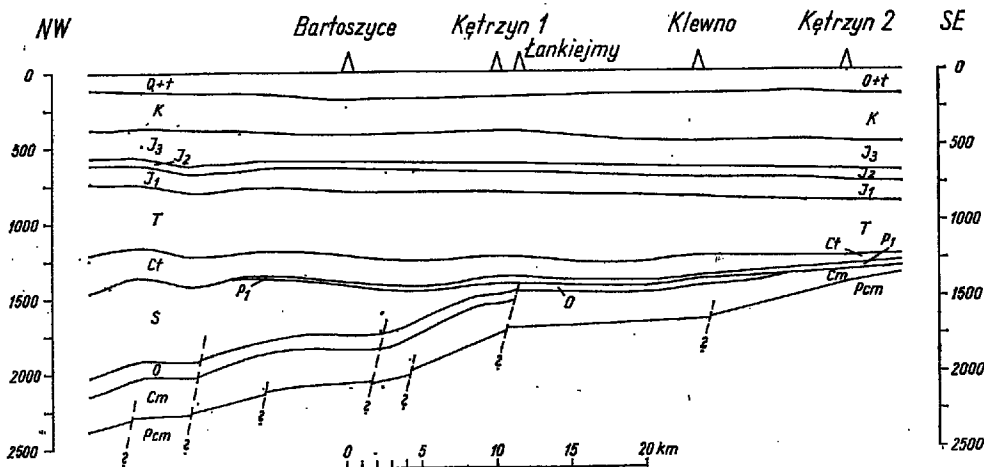
W budowie syneklizy perybałtyckiej i przyległego do niej od południa obszaru wyniesienia mazursko-suwańskiego odgrywały rolę strefy rozluźnień w podłożu krystalicznym, zaznaczające się co najmniej od dolnego paleozoiku, a prawdopodobnie i dużo wcześniej. Wyróżniono strefy rozluźnień o trzech zasadniczych kierunkach (ryc. 1):

- 1) strefa biegnąca wzdłuż naszej północnej granicy o kierunku zbliżonym do równoleżnikowego;
- 2) strefa brzeźna platformy wschodnioeuropejskiej o kierunku NW — SE;



Ryc. 1. Szkic strukturalny syneklizy perybałtyckiej zestawiony na podstawie materiałów S. Depowskiego, S. Tyskiego, L. B. Paasikivi i M. S. Zakaszańskiego. 1 — wyniesienie: A — strukturalny występ kowieński; wawy: B — czerniachowski, C — szylański, D — telshajski, E — kuldżyjski, F — talski, G — pskowsko-walmierski; 2 — depresje: I — niemeńska, II — jałgawska, III — tukumska; 3 — wgłębne strefy naruszeń (rozłamy); 4 — przybliżone kontury wielkich wyniesień; 5 — przybliżone kontury wielkich obniżeń; 6 — uskoki w pokrywie osadowej; 7 — struktury lokalnie zasygnalizowane; 8 — struktury lokalnie stwierdzone; 9 — złoża ropy; 10 — otwory z przypiływem ropy powyżej 10 litrów; 11 — otwory z małymi wypływami gazu ziemnego; 12 — objawy ropy w rdzeniach wiertniczych, 13 — granica obszarów perspektywicznych pod względem ropo-gazonośności; 14 — granica obszarów mało perspektywicznych pod względem ropo-gazonośności; 15 — granica obszarów mało perspektywicznych pod względem ropo-gazonośności.

Fig. 1. Structural sketch of the Peri-Baltic syncline compiled on the basis of materials of S. Depowski, S. Tyski, L. B. Paasikivi, and M. S. Zakashansky. 1 — elevation: A — Kowieński structural prominence; bars: B — Czerniachowski bar, C — Szylański bar, D — Telshajski bar, E — Kuldżyjski bar, F — Talski bar, G — Pskowsko-Walmierski bar; 2 — depressions: I — Niemeńska depression, II — Jałgawska depression, III — Tukumska depression; 3 — deep dislocation zones (fractures); 4 — approximate contours of large elevations, 5 — approximate contours of large depressions, 6 — faults in sedimentary cover, 7 — structures locally evidenced, 8 — structures locally ascertained, 9 — oil deposits, 10 — bore holes revealing oil flow more than 10 litres, 11 — bore holes showing macro-manifestations of oil (more than 10 cm<sup>3</sup>), 12 — bore holes revealing slight natural gas seepages, 13 — oil manifestations in drill cores, 14 — boundary of oil and gas perspective areas, 15 — boundary of low-perspective areas.



Ryc. 2. Przekrój geologiczny wg S. Tyskiego.

Q + t — czwartorzęd + trzeciorzęd, K — kreda, J<sub>3</sub> — Jura górna, J<sub>2</sub> — jura środkowa, J<sub>1</sub> — jura dolna, T — trias, Ct — cechsztyń, P<sub>1</sub> — perm dolny, S — sylur, O — ordowik, Cm — Kambryj, PCm — prekambryj.

Fig. 2. Geological cross section according to S. Tyski.

Q + T — Quaternary + Tertiary, K — Cretaceous, J<sub>3</sub> — Upper Jurassic, J<sub>2</sub> — Middle Jurassic, J<sub>1</sub> — Lower Jurassic, T — Triassic, Ct — Zechstein, P<sub>1</sub> — Lower Permian, S — Silurian, O — Ordovician, Cm — Cambrian, PCm — Pre-Cambrian.

3) strefa o kierunku NEE — SWW, zaznaczająca się na wyniesieniu mazursko-suwalskim i biegnąca od okolic Suwałk ku Piszowi i Mławie.

W budowie tektonicznej syneklizy na przyległym od północy obszarze krajów nadbałtyckich dominującą rolę odgrywają także strefy rozluźnień tektonicznych o kierunku zbliżonym do równoleżnikowego (9, 12). Nie wyklucza się istnienia dyslokacji także o innych kierunkach.

Zwiększona ruchliwość podłoża w obrębie i pobliżu stref rozluźnień spowodowała potrząskanie cokołu krystalicznego na poszczególne mniejsze bloki. Powstały dodatkowe systemy spękań o różnych kierunkach, przeważnie prostopadłych do głównych stref rozluźnień. Pozytywne i negatywne ruchy tych mniejszych bloków znalazły swoje odbicie w zróżnicowanej miąższości i facjach osadów paleozoicznych i mezozoicznych. Rozwój położeń lokalnych struktur o amplitudzie często rzędu 40—50 m był długi i zaznaczał się w rozmaity sposób w różnych okresach geologicznych. Podobnie i charakter ich budowy jest różny. Stosując terminologię geologii poszukiwawczej, oprócz zamknięć złożowych typu antyklinalnego, w syneklizie istnieją także zamknięcia litologiczne, wyklinowania stratygraficzne oraz zamknięcia ekranowane tektonicznie. Rozszyfrowanie rozwoju geologicznego jak i ustalenie charakteru struktur jest sprawą trudną, niemniej jest to konieczne dla prowadzenia racjonalnie pojętych prac poszukiwawczych.

W świetle dotychczasowych wyników badań regionalnych, w pobliżu strefy rozluźnień o kierunku równoleżnikowym, przebiegającej wzdłuż naszej północnej granicy państwowej zaznaczają się w okolicy Bartoszyce i Kętrzyna wyraźne lokalne formy strukturalne.

Na przekroju geologicznym Bartoszyce — Kętrzyn (ryc. 2) uwidoczniono schematycznie potrząskania podłoża krystalicznego na poszczególne mniejsze ruchliwe bloki. Obraz budowy podłoża znajduje swe odbicie w seriach osadów paleozoicznych i mezozoicznych. Blok krystaliczny w obrębie otworu wiertniczego Kętrzyn IG-1 jest obecnie nieco obniżony w stosunku do bloku przylegającego od południa. Można więc sądzić, że przejawy ropy naftowej stwierdzone w najniższym sylurze tego otworu związane są z zamknięciem złożowym typu tektonicznego. Blok ten w historii swojego rozwoju przechodził różne koleje i jak wykazała analiza stratygraficzno-facjalna niejednokrotnie okresowo stanowił obszar wyniesiony, podlegający erozji i denudacji. Ostatnia bardzo wyraźna lokalna luka stratygraficzna przypadła na

alb-cenoman (6). Zarejestrowane na E od otworu Kętrzyn IG-1 znamienne zmniejszenie miąższości utworów ordowiku świadczy wg Z. Modlińskiego o istnieniu w tym czasie wału o kierunku południkowym (16) przedłużającym się ku N, aż poza granicę Polski (12).

W związku z powyższym w okolicy Kętrzyna można się liczyć także z zamknięciami typu litologiczno-facjalnego. Interesująco przedstawia się sytuacja tektoniczna okolic Bartoszyce. Na podstawie obrazu sejsmicznego stwierdzono, iż obszar ten stanowi element strukturalny lokalnie wyniesiony. Na N od Bartoszyce, ku granicy państwa, zarysowuje się dalsze lokalne wyniesienie podłoża. Ku E najwyraźniej wyniesione bloki znajdują się na S od Gołdapi; tam amplituda zrzutu może wynosić około 150 m.

W zachodniej części badanego obszaru, w okolicach Pasłęka — Olsztyna, blokowo potrząskane skały prekambryjskie wykazują podobieństwo do analogicznych elementów ujawnionych w przekroju Bartoszyce — Kętrzyn. Obecnie „blok Pasłęka” stanowi element wyniesiony. Świadczą o tym wyniki regionalnych prac sejsmicznych. Między Pasłękiem a Olsztynem istnieją niewątpliwie jeszcze inne bloki. Poza obrazem sejsmicznym o strefach rozluźnień świadczą także zjawiska magmatyczne, zaobserwowane w profilach pobliskich otworów wiertniczych. Zakończenie procesów magmatogenicznych można określić na wiek posylurski, a przedcechsztyński.

Przy wyciąganiu wniosków dla określenia prognoz ropy- i gazonośności omawianego obszaru trzeba brać pod uwagę korzystne zjawisko ruchliwości bloków podłoża prekambryjskiego, wpływające na kształtowanie się lokalnych zamknięć złożowych w seriach osadów. Dolnopaleozoiczne struktury, ukryte głęboko pod grubą pokrywą elastycznych osadów syluru, stanowią mogące być korzystne zamknięcia złożowe. Z drugiej jednak strony długotrwała ruchliwość poszczególnych bloków podłoża, zaznaczająca się wyraźnie także w mezozoiku, a trwająca zapewne do dnia dzisiejszego, sprzyja powstawaniu w seriach osadów pionowych rozluźnień, umożliwiających uchodzenie igrzejszych węglowodorów. Dotyczy to zwłaszcza wschodniej części omawianego obszaru, gdzie pokrywa skał uszczelniających jest cieńsza.

Bezpośrednim dowodem możliwości odkrycia nagromadzeń węglowodorów są ich objawy i złoża. W omawianej części syneklizy perybałtyckiej objawy ropy w płaskowcach kambryj-ordowickiego obserwowano w otworach Gołdap IG-1 i Olsztyn IG-2. Szczególnie wyraźne były w otworze Olsztyn IG-2, gdzie

rdzenie z głębokości 2446,2 — 2447,6 m były nasycone lekką ropą naftową barwy zielonawej. W zachodniej części obrzeżenia mazursko-suwańskiego objawy gazu, zawierającego węglowodory i azot oraz nieznaczne ilości wodoru zaobserwowano w otworze Płońsk IG-2a w płuczce wiertniczej podczas przewiercania piaskowców kambru przy głębokościach 3613,5—3613,9 m i 3800—3805 m.

W ordowiku napotkano objawy ropy dotychczas tylko w otworze Olsztyn IG-2. W rdzeniach pobranych z margli aszgilu z głębokości 2383,7—2384,1 m obserwowano obecność niewielkich ilości gęstej, czarnej ropy naftowej. Niżej na głębokości 2391,7—2392,2 m w szczelinach wapieni i margli szarych aszgilu zanotowano nacieki płynnej ropy barwy ciemnobrunatnej. Przy badaniach tego poziomu nie uzyskano jednak przypiływu. Nadmienić należy, że liczne objawy ropy naftowej i gazu ziemnego stwierdzono w utworach ordowiku radzieckiej części syneklizy perybałtyckiej (9).

Możliwość odkrycia złóż ropy i gazu w utworach syluru uwarunkowane są głównie lokalnym występowaniem skał zbiornikowych. W okolicy Kętrzyna są nimi np. wapienie landoweru. Duże znaczenie ma seria sylurskich ilowców i łupków z graptolitami ze względu na stworzenie bardzo dobrego uszczelnienia niżej leżących poziomów skał zbiornikowych landoweru, ordowiku i kambru. Największe znaczenie poszukiwawcze dla bezpośredniego określenia perspektyw roponośności wapieni landoweru miał otwór Kętrzyn IG-1. W rdzeniach, pobranych z wapieni zrostkowo-bulastych i częściowo zlepionych wapieni landoweru z głębokości 1520—1540 m, były szczeliny wypełnione ciemnobrunatną ropą. Podczas dalszych badań ograniczonych do stropowych części wapieni (1520—1530 m) otrzymano z nich niewielki przypiływ ropy naftowej, który starano się zintensyfikować kwasowaniem i torpedowaniem. Uzyskano tylko nieznaczne zwiększenie przypiływu ropy, której w sumie szcerpiano ponad 3000 l. Wraz z ropą następował także przypiływ nieznacznych ilości solanki typu chlorkowo-wapniowego o mineralizacji 119,2 g/l.

Ropa na podstawie analiz chemicznych określona została jako średnioparafinowa o zawartości parafiny 3,80% wag. Frakcji benzynowej było około 19% obj., a naftowej około 33% obj. Ciężar właściwy ropy przy 20°C wynosił 0,8123. Ropie towarzyszyły minimalne ilości gazu o składzie:  $\text{CH}_4$  — 1,06%,  $\text{C}_2\text{H}_6$  — 5,07%,  $\text{C}_3\text{H}_8$  — 7,07%,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  — 11,37%,  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  — 5,77%,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  — 2,22%,  $\text{N}_2$  — 65,81%,  $\text{Ar}$  — 1,01%,  $\text{H}_2$  — 0,62%. Uzyskanie przypiływu tak lekkiej ropy zachęca do poszukiwań złóż w skałach węglanowych landoweru w syneklizie perybałtyckiej.

Prace badawcze nad występowaniem bituminów nawiązywano do wyników uzyskanych w północnej części syneklizy perybałtyckiej, leżącej poza granicami Polski, gdzie do rozpoczęcia poszukiwań złóż ropy i gazu zaczęły występować w utworach paleozoiku bezpośrednich objawów ropy i gazu oraz asfaltytów, które opisywano jeszcze w XIX w. (5, 9, 10). Poszukiwania rozpoczęto tam w 1940 r., przy czym w latach 1940—1941 objęto nimi głównie wyniesienie łoknowskie położone na W od Pskowa. Po przerwie spowodowanej działaniami wojennymi, w latach 1945—1956 kontynuowano prace geofizyczne i geologiczno-wiertnicze dla określenia ogólnej budowy geologicznej oraz perspektyw ropo-gazonośności syneklizy perybałtyckiej. Wyniki tych prac umożliwiły następnie rozpoczęcie poszukiwań złóż ropy i gazu, których efektem było odkrycie w ostatnim okresie złóż ropy naftowej.

Główne perspektywy odkrycia złóż ropy i gazu na tym obszarze rokują — podobnie jak i w polskiej części syneklizy — utwory kambru, ordowiku i syluru. W rejonie Liepaja — Szaulaj — Kłajpeda pozytywnie oceniane są perspektywy utworów dewonu, a w rejonie Kaliningradu — cechstyńskiego dolomitu głównego. Obecnie badane są głównie struktury brachyantyklinalne w kaledońskim piętrze strukturalnym,

których odkryto dotychczas ponad 40. Mają one na ogół długość od 5 do 25 km, szerokość od 1,5 do 5 km i amplitudę rzędu od 20 do 50 m. Szczegółowe prace sejsmiczne i wiercenia wykazały, że uskoki dzielą je zazwyczaj na bloki tektoniczne (7, 9, 17). Poszukiwania koncentrują się obecnie na strukturach: Wirbalis, Gusiew i Drużba (położonych w pobliżu polskiej granicy), Taurogi i Gorzdaj w rejonie Kłajpedy i Kułdiga w rejonie Liepaja. Na strukturze Wirbalis znacznie większe objawy ropy napotkano podczas przewiercania pirgu-porkuńskiego poziomu wapieni ordowiku w utworach strukturalnych Wirbalis (1150,45—1166,55 m), Kibartaj (poziom 1196—1216 m) i Pojevonis (poziom 1166—1180,7 m). W płuczce wiertniczej zawartość ropy naftowej wynosiła od 10 do 80%.

Na strukturze Gusiew z otworu nr 2 uzyskano z pirgu-porkuńskiego poziomu reprezentowanego przez wapienie gruzłowe i częściowo oolitowe z głębokości od 1513 do 1525 m po kwasowaniu przypiływ ropy w ilości 3 m<sup>3</sup>/dobę. Ciężar właściwy ropy wynosił 0,8468 przy 20°C. Asfaltentów stwierdzono 5,2%, żywic 65%, siarki 0,19%, parafiny 6,3%. W wymienionych strukturach badane są głównie poziomy skał zbiornikowych kambru i ordowiku.

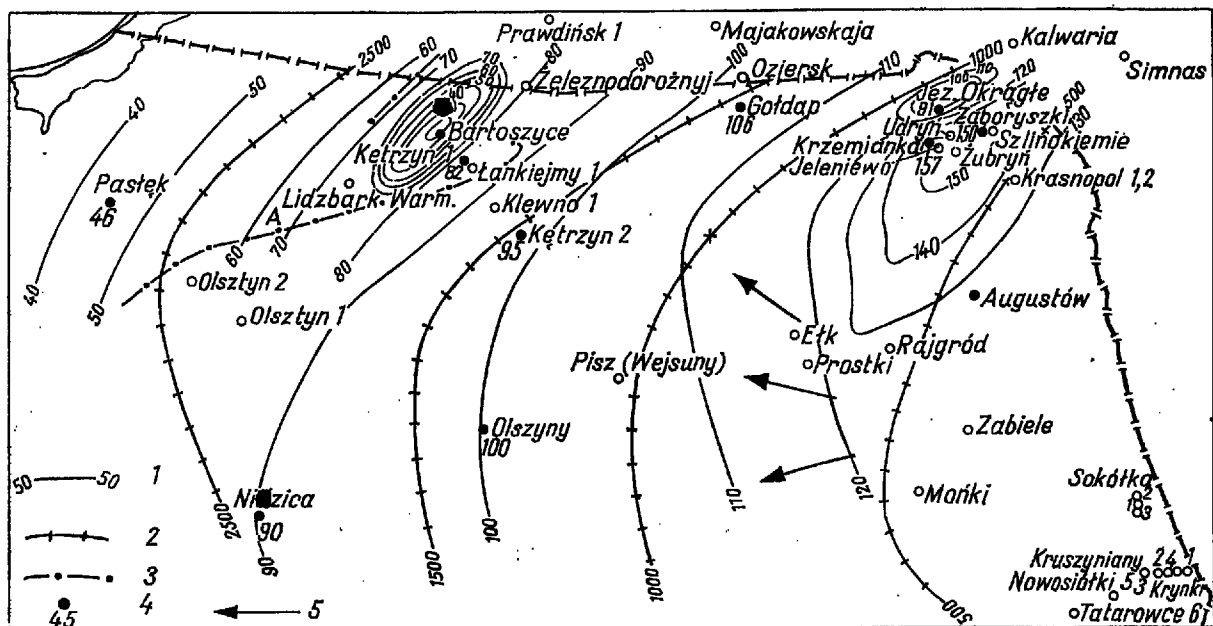
Nadmienić należy, że w otworze oporowym Niwińsk koło Kaliningradu napotkano objawy ropy naftowej w piaskowcach kambru, a w otworze oporowym Stoniszki koło Sowiecka z poziomów piaskowców kambru uzyskano przypiływ solanki typu chlorkowo-wapniowego z gazem, zawierającym:  $\text{CH}_4$  — 58,0%,  $\text{C}_2\text{H}_6$  + cięższe węglowodory — 6,3%,  $\text{H}_2$  — 4,2%,  $\text{N}_2$  + gazy szlachetne — 30,2%,  $\text{CO}_2$  — 1,9% (10).

Na strukturze Gorzdaj podczas badania poziomów piaskowcowych kambru uzyskano przypiływ ropy naftowej do 7 m<sup>3</sup>/dobę, o c. wł. 0,8. Stosunkowo najlepiej zbadana jest roponośność poziomów skał zbiornikowych kambru i ordowiku w strukturze Kułdiga. W otworze odkrywczym Adze 6 uzyskano produkcję ropy naftowej w wysokości 3 t/dobę z głębokości od 992 do 997 m, z piaskowców środkowego kambru — poziom tiskreski. Ropa ma c. wł. 0,8703 i zawiera asfaltentów — 2,1%, żywic — 18,5%, siarki — 0,43%, parafiny — 0,19%. Białej frakcji (do 300°C) uzyskano 50%\*.

Na strukturze Kułdiga badano także poziomy roponośne ordowiku. W ordowiku dolnym z poziomu kwarcowych aleurytów, z głębokości około 965 m uzyskano przypiływ ropy naftowej w ilości około 1 t/dobę. W środkowym ordowiku z gruzłowych wapieni organodetrytycznych, z głębokości około 920 m nastąpił niewielki przypiływ ropy naftowej. Górnoordowickim poziomem roponośnym są także wapienie, przy czym średnia głębokość tego poziomu wynosi około 830 m. Ropa naftowa miała c. wł. 0,8866. Przypiływy były niewielkie.

W toku prac badawczych przeprowadzono w znacznym zakresie badania wód podziemnych, których wyniki opracował L. Bojarski (16). Z punktu widzenia warunków hydrogeologicznych syneklizy perybałtycką należy uznać za duży basen zbiornikowy wypełniony wodami podziemnymi o różnym stopniu mineralizacji. Brzeg tego basenu od południo-wschodu stanowi wyniesienie mazursko-suwańskie. Warunki hydrodynamiczne zbiornika cechuje ciśnienie artezyjskie i subartezyjskie. Wszystkie wody podziemne badane w poszczególnych otworach wiertniczych są pod ciśnieniem o wyrównujących się poziomach piezometrycznych. Szczególnie wyraźnie zaznacza się to zjawisko w strefie brzeżnej syneklizy oraz na obszarze wyniesienia mazursko-suwańskiego, gdzie poziomy piezometryczne wód mezozoicznych i paleozoicznych nie wykazują dużych różnic. Generalnie dla omawianego terenu układ powierzchni piezometrycznej uwiadacza jej spadek od szczytowej części wyniesienia

\* Wg informacji pochodzących z prasy radzieckiej, ostatnio uzyskano wybitny sukces poszukiwawczy na strukturze położonej około 80 km na E od Kaliningradu koło Gwardiejska. Z otworu odkrywczego uzyskano tam dużą samoczynną produkcję ropy naftowej z poziomu piaskowcowego, leżącego w stropowej części kambru.



Ryc. 3. Szkic hydroizopiez w L. Bojarskiego.

1 — hydroizopiezy, 2 — izolinie podłoża krystalicznego, 3 — granica strefy artezyjskiej, 4 — średni poziom piezometryczny n.p.m., 5 — kierunek spadku powierzchni piezometrycznej.

Fig. 3. Sketch of hydroisopiestic lines, according to L. Bojarski.

1 — hydroisopiestic lines, 2 — contour lines of the crystalline basement, 3 — boundary of artesian zone, 4 — mean piezometric level a.s.l., 5 — direction of piezometric level decline.

mazursko-suwałskiego (zgodnie z obniżającą się powierzchnią podłoża krystalicznego) w kierunku północnym ku syneklizie perybałtyckiej i ku zachodowi — w stronę synklinorium brzeźnego (ryc. 3). Wody „krażą” od wyższej do niższej części zbiornika. W tej sytuacji wyniesienie mazursko-suwałskie stanowi obszar alimentacyjny.

W obrębie niecki artezyjskiej występuje duża depresja piezometryczna Bartoszyce, związana być może z wydzielonym, ruchliwym blokiem podłoża krystalicznego. Zaznacza się tu wyraźna anomalia w układzie ciśnień piezometrycznych (ryc. 3). Anomalia ta wywołana jest większą swobodą wymiany wód w warunkach pionowych dróg krążenia, co potwierdza ich słaby metamorfizm. Na obszarze subartezyjskim omawianego basenu, w północno-wschodnim krańcu Polski na NW od Suwałk zaznacza się wyraźny wyż piezometryczny, związany także najprawdopodobniej ze strefą dyslokacji (ryc. 3). Charakter anomalii piezometrycznej jest tu inny niż w okolicach Bartoszyce. Podniesienie się poziomów piezometrycznych pozostaje w związku z prawie całkowitym odizolowaniem wód triasu i starszych od poziomów wodnych młodszego mezozoiku.

Badania wód podziemnych dolnego paleozoiku potwierdziły wysoką ocenę perspektyw ropy i gazonośności poziomów skał zbiornikowych kambru, ordowiku i syluru. W dolnym paleozoiku stwierdzono obecność solanek typu chlorkowo-wapniowego, silnie zmineralizowanych i zmetamorfizowanych o dużej zawartości elementów biofilnych, jakimi są brom (do 2560 mg/l) i jod (do 20 mg/l). Charakterystyczny jest dla tych solanek niski współczynnik siarczanowości (do 0,01). Tego typu solanki, charakterystyczne dla bardzo utrudnionej strefy wymiany wód podziemnych, świadczą o dobrych perspektywach ropy i gazonośności dolnego paleozoiku syneklizy perybałtyckiej.

Perspektywy cechsztynu nie przedstawiają się już tak korzystnie, choć ogólnie można je ocenić pozytywnie. Solanki cechsztyńskie są bowiem mniej zmetamorfizowane i zawierają mniejsze ilości elementów biofilnych. Wody podziemne triasu, choć mineralizacja ich sięga na ogół kilkudziesięciu g/l i są w dość znacznym stopniu zmetamorfizowane, to jednak za-

wierają już znacznie większe ilości siarczanów i stosunkowo niewiele elementów biofilnych. Zaznacza się już wpływ infiltracji wód powierzchniowych, zwłaszcza we wschodniej i południowo-wschodniej części syneklizy perybałtyckiej. Utwory jury i kredy omawianej syneklizy w świetle badań hydrochemicznych są raczej nie perspektywiczne, z wyjątkiem poziomów na większych głębokościach, znajdujących się już w strefie stosunkowo utrudnionej wymiany wód podziemnych.

Celem badań geochemicznych przeprowadzonych na omawianym obszarze i w jego otoczeniu była próba oceny roli poszczególnych utworów starszego paleozoiku w procesie tworzenia się bituminów oraz wyjaśnienie dróg i kierunków migracji węglowodorów w poszczególnych ogniwach różnych wiekowiej serii (J. Calikowski i in. 16).

Na podkreślenie zasługuje fakt, że dolny paleozoik syneklizy składa się z osadów wyłącznie pochodzenia morskiego. Sedymentacja zachodziła na ogół w pograżającym się basenie, w którym kilkakrotnie przez dłuższe okresy panowało środowisko redukcyjne, sprzyjające nagromadzeniu substancji organicznej i powstawaniu węglowodorów (2, 8). Na te korzystne momenty natury sedymentacyjno-geochemicznej zwraca także uwagę L. B. Paasikivi (9), w odniesieniu do części syneklizy, leżącej na N od granicy Polski. Na naszym terenie nie uzyskano jednak bezpośrednich dowodów na to, aby utwory kambru i ordowiku były skałami macierzystymi dla ropy naftowej. Występująca w utworach kambru środkowego substancja bitumiczna i zawarte w niej węglowodory wykazują w większości wierceń (z wyjątkiem Pasieka) cechy odróżniające je od bituminów syluru. Można by więc przyjąć ewentualność migracji z głębszych części basenu kambryjsko-ordowickiego, gdzie mogą występować skały macierzyste dla ropy naftowej.

W obecnym stadium rozpoznania jedynie osady syluru wykazują cechy utworów macierzystych, jednak stopień „dojrzałości” bituminów sylurskich jest różny. W Leńborku i Wejherowie występują węglowodory głównie parafinowo-naftenowe, w Pasieku i Olsztynie natomiast zwiększona jest ilość aromatów, co świadczy o niższym stopniu zmetamorfizowania substancji organicznej. Inne jeszcze są węglowodory za-

warte w utworach syluru Kętrzyna. Mają one charakter naftowo-aromatyczny oraz wykazują obecność dużej ilości związków tlenowych. Najbardziej zmetamorfizowane bituminy o cechach ropy naftowej występują więc w zachodniej części syneklizy, tam gdzie osady syluru są najbardziej miększe i gdzie zachodzą najsilniej procesy związane z kompaktacją osadów (2, 3, 16). Podobne sugestie wysuwa L. B. Paasikivi (9).

Zróznicowanie w składzie węglowodorów sylurskich może rzucić światło na zagadnienia dotyczące czasu tworzenia się węglowodorów i dróg migracji. Proces tworzenia się węglowodorów wchodzących w skład ropy naftowej jest długotrwały i najprawdopodobniej trwał po sedimentacji i denudacji utworów syluru. Tym samym długotrwałe odsłonięcie powierzchni syluru, jej niszczenie aż do permu oraz przedpermie zjawiska intruzji skał magmatogenicznych nie wpływały ujemnie na procesy tworzenia się ropy naftowej. Dowodem potwierdzającym powyższy wniosek może być brak zróznicowania węglowodorów w bituminach syluru w tych obszarach, gdzie występują intruzje skał wylewnych.

Genezę i źródło bituminów w ordowiku Pasłęka można łączyć z utworami syluru, występującymi na W od Pasłęka. Można zatem przyjąć możliwość migracji węglowodorów, z obecnie głębiej występujących warstw syluru Lęborka, do wyżej leżących osadów ordowiku Pasłęka. Być może drogami ułatwionej migracji węglowodorów były wyżej wspomniane regionalne strefy naruszeń tektonicznych.

Prawdopodobieństwo akumulacji ropy będzie rosło wraz z grubieniem nadkładu serii izolacyjnych syluru, a więc w zachodniej części badanego obszaru. Na wschodzie zaś, gdzie w sylurze o mniejszej miąższości przeważa facja węglanowo-marglisto-łłasta, w strefach dyslokacyjnych występuje zjawisko otwarcia kolektorów. Dowodem tego według J. Calikowskiego (16) jest występowanie w Bartoszycach węglowodorów i bituminów zawierających dużo związków utlenionych. Warto także zaznaczyć, że w Bartoszycach skład grupowy bituminów zarówno w utworach paleozoicznych, jak i mezozoicznych jest jednakowy. Inaczej sprawa przedstawia się w Pasłęku, gdzie paleozoik występuje głębiej oraz lepiej są wykształcone serie uszczelniające syluru i cechsztynu. Stwierdzone tu w mezozoiku bituminy o niskim stopniu zmetamorfizowania zawierające szereg związków, które nie występują w bituminach serii dolnopaleozoicznych.

W wyniku wykonanych prac badawczych można uznać, że najbardziej perspektywiczne w syneklizie perybałtyckiej pod względem możliwości odkrycia złóż węglowodorów są poziomy piaskowcowe kambru oraz węglanowe ordowiku i dolnego syluru. Największe możliwości znaczniejszych odkryć rokuja przy tym piaskowcowe poziomy kambru. Ponadto należy uznać za perspektywiczne poziomy skał zbiornikowych cechsztynu i mezozoiku w zachodniej części badanego obszaru, w przejściu do strefy brzeżnej platformy prekambryjskiej. Utwory mezozoiku cechuje tam pełniejsze wykształcenie, przy czym dotyczy to poziomów skał zbiornikowych i uszczelniających.

Pracami badawczymi i poszukiwawczymi powinien być oczywiście objęty zarówno omawiany obszar polskiej części syneklizy perybałtyckiej, jak też jej zachodnie rejonu oraz wyniesienie Łeby. Wymienione prace powinny być prowadzone w powiązaniu z badaniami i poszukiwaniami wykonywanymi w północnej części syneklizy perybałtyckiej, leżącej poza granicami naszego kraju oraz w obrębie zachodniego obrzeżenia wyniesienia mazursko-suwalskiego i w obniżeniu podlaskim. Uznaje się za konieczne prowadzenie w dalszym ciągu badań stratygraficzno-facjalnych, tektonicznych, geochemicznych bituminów, hydrochemicznych i hydrodynamicznych wód podziemnych. W dalszym ciągu powinny być prowadzone prace nad genezą i geologicznymi warunkami występowania złóż ropy naftowej i gazu. Dążyć należy

do możliwie dokładnego zbadania pracami geologicznymi, geofizycznymi i wiertniczymi różnego typu zamknięć złożowych.

W świetle dotychczasowych doświadczeń należy uznać za niezbędne wypracowanie takiej techniki wiercenia i opróbowywania otworów wiertniczych, aby były zapewnione możliwie wiarygodne badania roponośności poszczególnych poziomów. W związku z tym powinno się dążyć do wiercenia otworów przy użyciu możliwie lekkich i dobrych jakościowo płuczek wiertniczych o minimalnej filtracji. Należy przeprowadzać badania poziomów perspektywicznych już w trakcie wiercenia próbnikami złożowymi i szeroko stosować różnego rodzaju metody intensyfikacji przepływu ropy czy gazu.

#### LITERATURA

1. Bojarski L., Depowski S. — O hydrochemicznych wskaźnikach możliwości występowania węglowodorów w południowej części obniżenia litewskiego. *Prz. geol.* 1959, nr 2.
2. Calikowski J. — Rola skał syluru syneklizy perybałtyckiej w powstawaniu ropy naftowej i jej akumulacji (praca doktorska) przyg. do druku, 1965.
3. Calikowski J., Gondek B. — Badania spektrofotometryczne w podczernieni bituminów śladowych i rop, jako wskaźnik prognoz regionalnych złóż ropy naftowej (na przykładzie syneklizy perybałtyckiej). *Techn. Poszuk.* 1967, z. 24.
4. Depowski S. — Możliwości odkrycia tzw. dużych złóż ropy i gazu w Polsce. *Prz. geol.* 1966, nr 5.
5. Dikensztejn G. Ch. — Problema nieftie-gazonosnosti niżniepaleozojskich otłozenij siewiero-zapadnoj czasti Russkoj platformy. *Gieologija niefti.* 1957, nr 9.
6. Jaskowiak M. — Die Oberkreide in Nordpolen. *Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss. A. Geol. Paläont.* 11. 6. Berlin 1966.
7. Karpickij B. J. — Nowyje dannyje o nieftie-gazonosnosti kiembrija i ordowika Kukdigskoj poszczadi Łabwiejskoj SSR. *Gieologija niefti i gaza* 1966, nr 12.
8. Langier-Kuźniarowa A. — Petrografia ordowiku i syluru na Niżu Polskim. *Biul. IG* nr 197, t. 1, 1967.
9. Paasikivi L. B., Zakaszanski M. S. — Piersplektiwij nieftie-gazonosnosti Pribaltiki. ONTI — WIZMS Wyp. 34, nr 1. Moskwa 1965.
10. Pejsik M. J. — Gieologiczeskoje strojenije i piersplektiwij nieftie-gazonosnosti Polsko-Litowskoj diepressi i sosednich s niej ploszczadie. *Glawgaz. Trudy*, wyp. 1. Moskwa 1960.
11. Pożaryski W. — Jednostki geologiczne Polski. *Prz. geol.* 1963, nr 1.
12. Suweizdis P. — Rola ruchów kaledońskich i hercyńskich w rozwoju tektonicznym obszaru nadbałtyckiego. *Kwart. geol.* (w druku).
13. Tokarski A. — Bieżący stan geologicznego rozpoznania możliwości ropno-gazowych Polski i warunki postępu prac. *Nafta* 1966, nr 9.
14. Tyski S. — Niektóre problemy geologiczne w północno-wschodniej Polsce w nawiązaniu do obszarów przyległych. *Prz. geol.* 1960, nr 4.
15. Tyski S. — Nowe dane z wierceń Bartoszyce i Gołdap. *Ibidem.* 1962, nr 4—5.
16. Budowa geologiczna syneklizy perybałtyckiej. Część 1, 2. Praca zbiorowa pod kierunkiem S. Tyskiego i S. Depowskiego. Instytut Geologiczny, 1967 (w druku).
17. *Gieologija i nieftie-gazonosnost paleozoja jużnej Pribaltiki.* Institut Gieologii. *Trudy*, wyp. 1. Wilnius 1965.

#### SUMMARY

As a result of regional geological researches, made in the Polish Lowland area before 1962, Polish part of the Peri-Baltic was, among others, selected for

further geophysical and geological explorations. The results of these works realized in the years 1963—1967, are presented in two elaborations concerning the geological structure and the perspectives of occurrence of hydrocarbon deposits. The examinations were concentrated mainly on the development of sedimentary series, tectonics of hydrocarbon occurrence sites, hydrochemistry and hydrodynamical relations of underground waters and geochemistry of bitumens.

As a result of the research works, trends of further geological-prospecting works have been determined. It is necessary to conduct both detailed complex geological and geophysical researches to recognize more in detail various deformational traps, frequently not detectable by seismic methods. Penetration by drilling and testing of promising horizons is of great importance, as well. The most valuable perspectives in search for hydrocarbon deposits are thought to be related to the series of Cambrian, Ordovician and Lower Silurian rocks. Permian formations seem to be less perspective ones. Mesozoic can be regarded as perspective one, only as concerns the deeper, western part of the Peri-Baltic syncline.

### РЕЗЮМЕ

На основании обобщения данных региональных геологических исследований, проводящихся на тер-

ритории Польской низменности до 1962 г., в качестве района дальнейших геофизических и геологических исследований была намечена польская часть Прибалтийской синеклизы. Результаты этих работ, выполненных в 1963—1967 гг., обобщены в двух трудах, освещающих геологическое строение и определяющих перспективность поисков нефти. Исследования были направлены, главным образом, на выяснение литологического состава пород, тектоники, распространение углеводородов, гидрохимических и гидродинамических условий подземных вод и геохимии битумов.

В итоге проведенных исследований были намечены направления дальнейших геолого-поисковых работ и указана необходимость продолжения детальных комплексных геологических и геофизических изысканий. Необходимо стремиться к тщательному изучению разного типа ловушек нефти, которые не всегда выявляются сейсмическими работами. Весьма важное значение имеет также правильное вскрытие скважинами и опробование перспективных горизонтов. Наиболее перспективны в отношении выявления углеводородов горизонты коллекторских пород кембрия, ордовика и нижнего силура. Менее перспективны пермские породы. Перспективность мезозоя следует ограничить лишь к более глубинной западной части Прибалтийской синеклизы.