

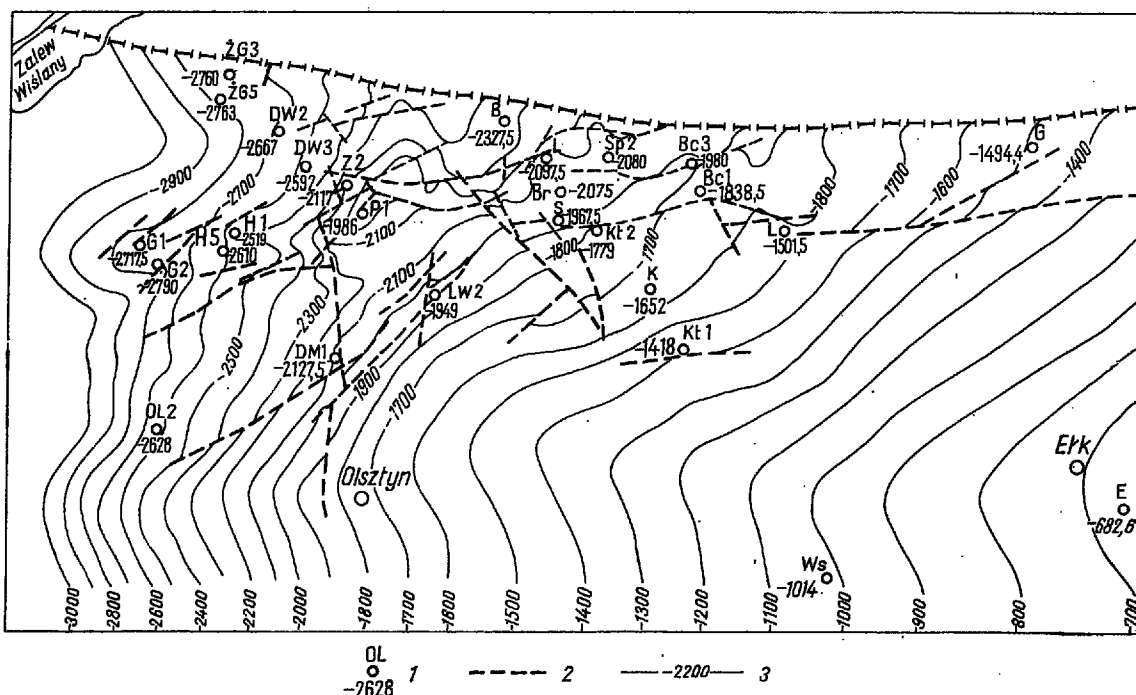
GEOLOGICZNE WARUNKI WYSTĘPOWANIA WĘGLOWODORÓW W OSADACH KAMBRU WE WSCHODNIEJ CZĘŚCI SYNEKLIZY PERYBAŁTYCKIEJ

UKD 553.98.2:551.243/244:551.3.051:551.732(438—18)

W geologicznych pracach poszukiwawczych prowadzonych w północnej Polsce szczególną uwagę zwrócono na osady kambru uznane, spośród całego kompleksu utworów dolnopaleozoicznych, za najbardziej perspektywiczne pod względem możliwości odkrycia złóż węglowodorów (8, 30). Dotychczas dość intensywnymi badaniami objęto wschodnią część syneklizy perbałtyckiej. Podłoże paleozoiku jest tam wiekowo i petrograficznie zróżnicowane. Poszczególne elementy petrograficzne cokołu krystalicznego mogą ze sobą kontaktować wzdłuż stref nieciągłości, wielokrotnie

odnawianych w okresach późniejszych (15, 16, 23). Relief powierzchni prekambryjskiej charakteryzują szkice strukturalne sporządzone głównie na podstawie wyników sejsmicznych badań refrakcyjnych (2, 25, 26). Podkreślić jednak należy, iż obraz rzeźby podłoża uzyskany w ten sposób cechuje się dość znacznym uogólnieniem.

W celu dokładniejszego przedstawienia powierzchni podłoża uwzględniono także wnioski wynikające z analizy zjawisk zarówno tektonicznych, jak i związanych z nimi zróżnicowanych procesów sedymentacji



Ryc. 1. Szkic strukturalny podłoża krystalicznego.

1 — otwory wiertnicze z rzędnią stropu podłoża krystalicznego, 2 — uskoki i inne strefy nieciągłości tektonicznych przypuszczalne i stwierdzone w podłożu, 3 — izohipsy powierzchni stropowej co 100 m.

Fig. 1. Structural sketch of the crystalline basement.

1 — boreholes with ordinate of the top surface of crystalline basement, 2 — faults and other tectonic dislocation zones found or inferred in the basement, 3 — contour lines of the top surface of the basement given in 100 m intervals.

osadów. W rezultacie sporządzono szkic strukturalny podłoża krystalicznego (ryc. 1), w którym zarysowują się znamienne strefy wyniesień i obniżień. Najwyraźniejsza, wyniesiona strefa o rozciągłości prawie równoleżnikowej, zaznacza się w okolicach Pleszkowa — Zaręb — Henrykowa — Gładysz (otwory P1, Z2, H1, H5, G1, G2). Od S przylega do niej dość głębokie obniżenie Lidzbarku Warmińskiego — Dobrego Miasta — Morąga.

Podobne wyniesienia i obniżenia równoleżnikowe stwierdzono w syneklizie perybałtyckiej, poza granicami kraju. Najbliższy naszego obszaru jest wał czerniachowski (8, 21) zwany także gusiewsko-kibartajskim (11). Być może zachodnie przedłużenie tego wału odpowiada nieznacznemu podniesieniu w okolicach Żelaznej Góry (otwory ZG3, ZG5). Drugim prawie równoleżnikowym elementem jest wał kaliningradzki (11), w którego obrębie w utworach kambru odkryto kilka złóż ropy naftowej. Zdaniem P. Suweizdisa (28) na Litwie i w Obwodzie Kaliningradzkim, bezpośrednio przylegającym do naszej granicy, zarysowuje się masyw dolnoniemieński nazywany przez W. A. Korkutisa — żjamałtińskim. O predyspozycji tektonicznej wyniesienia dolnoniemieńskiego może świadczyć fakt, że wśród skał granitoidowych stwierdzono blok gnejsów i łupków, zawierających synorogeniczne intruzje skał kwaśnych i przejściowych, być może odmłodzonych w gotyjskiej epoce tektonicznej (10).

Ku N zarysowują się dalsze równoleżnikowe wały, poprzedzielane strefami obniżień (8, 11, 21). Wszystkie te elementy strukturalne włączają się genetycznie z uskoki i innymi strefami nieciągłości tektonicznych w podłożu.

Dużo spokojniejszy obraz morfologii podłoża w brzeżnych częściach omawianego obszaru zarówno na S, jak i na W tłumaczyć można nie tyle rzeczywistość mniejszym zróżnicowaniem budowy geologicznej, co niedostateczną ilością faktów geofizycznych i geologicznych, nie pozwalających na dokładniejszą interpretację. Urozmaiconą blokową budową geologiczną podłoża prekambryjskiego zarysowuje się na N, poza

granicami kraju (24, 28), na S — w obniżeniu podlaskim (1) oraz na W, na wyniesieniu Łeby (19). Z pewnością więc i w obniżeniu gdańskim przejawiała się działalność tektoniczna wzdłuż stref nieciągłości, zaznaczały się przesunięcia pionowe poszczególnych bloków, wywołane ruchami epirogenicznymi brzeżnej strefy platformy prekambryjskiej.

Na ogół we wschodniej części syneklizy, bezpośrednio na skałach krystalicznego podłoża, leżą osady dolnego kambru świadczące o postępującej od W transgresji morskiej (17, 29). Płytkim morzem zalany był wówczas zarówno obszar syneklizy, jak i wyniesienia mazursko-suwalskiego.

Stratygraficzne rozpoznomowanie kambru na podstawie kryteriów paleontologicznych było możliwe jedynie w przypadkach rozporządzenia dość pełnym profilem przewierconych skał (17, 18). W większości jednak otworów wiertniczych podstawą dla charakterystyki osadów są głównie wyniki pomiarów geofizycznych korelowane z nielicznymi rdzeniowanymi profilami kambru. Próbę korelacji profili środkowego kambru z kilku otworów przedstawiono na ryc. 2. Wyróżniono tu umownie trzy kompleksy warstw: A, B i C, o charakterze cyklotemów sedymentacyjnych, wśród których dolne ogniwa na ogół większej miąższości niż górne reprezentują piaskowce. Przykryte są one kilkumetrowymi seriami łuwcowo-piaskowcowymi, rzadziej łuwcowymi. Najmłodszy kompleks warstw — C podzielono na dwie części:

- C1 — piaskowce kwarcowe, niemal zupełnie pozbawione wkładek i lamin ilastych,
- C2 — piaskowce kwarcowe, bardzo zwięzłe i twarde, znacznie bogatsze w spoiwo regeneracyjne, a ponadto zazwyczaj w stropie zawierające liczne wkładki i lamany czarnych łuwców.

Szkic geologiczny bez osadów młodszych od kambru ilustruje występowanie i zasięg każdego z trzech wyróżnionych kompleksów warstw oraz ich zróżnicowanie litologiczne (ryc. 3). Mniej pełne wykształcenie osadów, ścienia erozyjne i większe piaszczystości utworów we wschodniej części obszaru świadczą, że

w kambrze na zmiany te wywierać mogła wpływ pierwotna konfiguracja dna zbiornika sedymentacyjnego, a być może także i tendencja do ruchów wznoszących, silniej zaznaczająca się na E niż na W. Wyższe poziomy kambru, jeśli nawet na E występowały, to zostały usunięte przed sedymentacją ordowicką. Można przyjąć, iż podłoże krystaliczne, stanowiące sztywną płytę, a podlegające w tym czasie zróżnicowanym ruchom, najprawdopodobniej uległo potrzaskaniu na boki, wzdłuż nowo powstałych bądź starych, a następnie odnowionych stref nieciągłości.

W zarysowujących się obniżeniach podłoża krystalicznego występują najstarsze poziomy kambru. Miąższość osadów dolnego kambru jest tam stosunkowo największa. Dotyczy to głównie obniżonej strefy Dobrego Miasta — Morağa (ryc. 4), gdzie miąższość tych osadów kształtuje się w granicach 135—180 m (DM1 — 136 m, OL2 — 178 m). Wraz z rozwojem sedymentacji, najprawdopodobniej stopniowo przykrywane były zbocza lokalnych wyniesień podłoża. Wynika to z porównania profili kambru w otworach Ł, P, Z1 i Z2, gdzie zaznacza się stopniowa redukcja dolnych jego ogniw, w miarę zbliżania się ku wyniesieniu Pieszkowa — Zareb. W kulminacji tego wyniesienia brak jest w ogóle osadów dolnego kambru, a kambr środkowy zredukowany jest prawie do zera (otwór Zareb 2 — 1,5 m).

Na podkreślenie zasługuje fakt, iż na N (na Litwie) na wyniesieniach podłoża prekambryjskiego, sedymentację rozpoczynają niekiedy osady wyższych poziomów kambru (28), a czasem nawet dopiero utwory ordowiku. W profilach otworów Veivirzenai 1 i 2 oraz Plunge 6, w obrębie równoleżnikowego wału tielszajskiego, na podłożu krystalicznego bezpośrednio leżą osady ordowiku (K. A. Sakalauska, inform. ustna). Niewykluczone jest jednak, że dopiero po osadzeniu się utworów dolnego kambru blok Pieszkowa — Zareb został wyniesiony, a osadzone na nim utwory kambru uległy denudacji. Na przejściu do kambru środkowego zaznaczają się bowiem w podłożu tendencje do pionowych ruchów wznoszących, wyrażone niekiedy wyraźną zmianą osadu na bardziej piaszczysty i zwiększeniem zasięgu zbiornika morza kambryjskiego (1, 17).

W rozkładzie miąższości utworów środkowego kambru strefa maksymalnych wartości znajduje się, tak jak i w dolnym kambrze w obniżeniu Lidzbarku Warmińskiego — Dobrego Miasta — Morağa (ryc. 5). Miąższość osadów środkowego kambru wahają się tam w granicach 125 — 140 m (LW2 — 136 m, DM1 — 138 m, OL2 — 125 m), wyraźnie mniejsze miąższości obserwuje się w obrębie wyniesionego elementu Pieszkowa — Zareb (Z1 — 112,4 m, P — 45 m, Z2 — 1,5 m). Zróżnicowania w miąższości osadów dolnego i środkowego kambru (ryc. 4 i 5) jeszcze wyraźniej zaznaczają się na szkicu miąższości całego kompleksu kambryjskiego (ryc. 6). W rozkładzie miąższości tych utworów (szczególnie w zachodniej części omawianego obszaru) wyraźnie zarysowuje się kierunek zbliżony do równoleżnikowego, determinowany głównymi strefami nieciągłości tektonicznych. Fakt ten dowodzi, iż równoleżnikowe strefy dyslokacyjne o starych założeniach akcentowały się w morfologii podłoża krystalicznego przed rozpoczęciem sedymentacji kambryjskiej i trwały nadal podczas kambru i po kambrze.

Na E do południkowej strefy dyslokacyjnej Dobrego Miasta — Olsztyna zróżnicowania miąższości utworów kambru nie są tak wyraźne i zdają się ujawniać aktywność stref nieciągłości tektonicznych także o innych kierunkach poza równoleżnikowym (ryc. 6). Pewnym potwierdzeniem tego przypuszczenia są wnioski wynikające z analizy niewielkich co prawda zmian litologicznych, zaobserwowanych w rozwoju osadów kambru wschodniej części syneklizy (ryc. 2 i 3). Zmiany w wykształceniu osadów środkowego kambru na ogół postępują z W na E — strefy spekań podłoża powinny więc przebiegać prostopadle do tych zmian.

Ogólny plan strukturalny nie ulega wątpliwości. Niezależnie od tego, pod transgresywnie leżącym ordowikiem mogą w obrębie kompleksu kambryjskiego za-

znaczyć się lokalne zaburzenia (przedordowickie), które mogą się ujawnić dopiero po przeprowadzeniu dokładniejszej korelacji stratygraficznej i litologicznej.

Dla scharakteryzowania lokalnych, dolnopaleozoicznych form strukturalnych, występujących we wschodniej części syneklizy, przedstawiono budowę trzech, najczęściej spotykanych typów struktur (ryc. 7). Zarysują się one w obrazie sejsmicznym w ordowiku, ale odniesiono je na szkicach do stropowych serii kambru. Uwzględniono także uskoki i inne strefy nieciągłości w podłożu krystalicznym i dolnym paleozoiku. Przy konstrukcji przekrojów geologicznych wzięto pod uwagę wyniki badań sejsmicznych i geologicznych, dotyczących podłoża oraz utworów aż po strop syluru łącznie:

a) struktura Barcian (we wschodniej części obszaru) reprezentuje układ trzech bloków, przedzielonych dwoma równoleżnikowymi uskokami. Bloki stopniowo obniżają się ku N. Amplituda uskoku południowego osiąga 200 m, a północnego około 100 m.

b) struktura Gładów (w środkowej części obszaru) w wysokim stopniu skomplikowana jest dyslokacjami o różnych kierunkach. Centralną jej część stanowi blok (otwór Z2) przypuszczalnie ograniczony ze wszystkich stron uskokami: dyslokacją północną równoleżnikową o amplitudzie 40—50 m; południową strefą dyslokacyjną także równoleżnikową, ponad 200 m; zachodnią południkową, 50 m i od E dyslokacją o kierunku NW-SE i amplitudzie około 90—100 m. Blok ten zaznacza się jako wyniesienie w stosunku do bloków przyległych do N, E i W, zaś od S — jako obniżenie. Południowy blok Pieszkowa (otwór P1) znacznie bardziej wyniesiony prawdopodobnie ze wszystkich stron również ograniczony jest uskokami o niewielkich zrzutach. W obrębie struktury Gładów stwierdzono intruzję skał wylewnych (otwór P1).

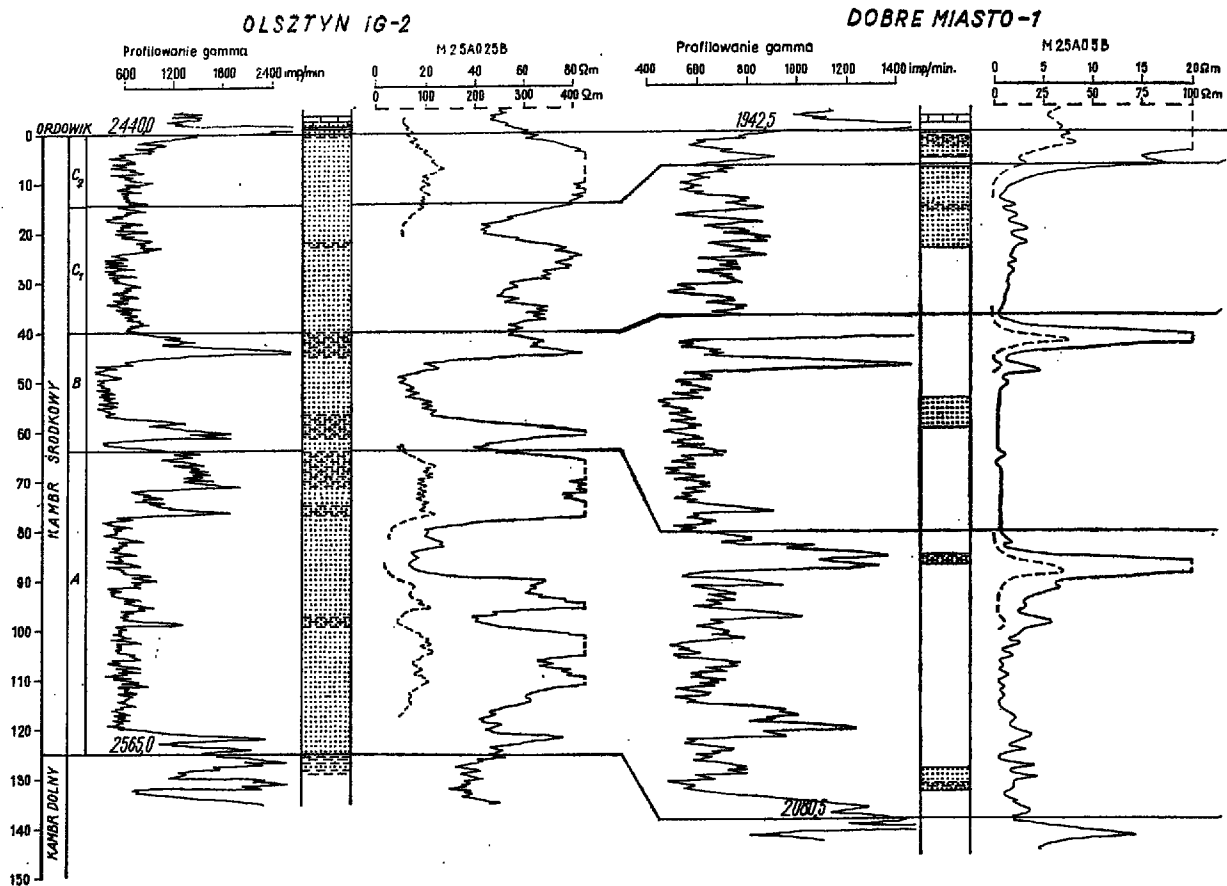
c) struktura Gładysz (w zachodniej części obszaru) reprezentuje podniesienie zbliżone do brachyantyklinального, w dużo mniejszym stopniu zaburzone dyslokacjami, aczkolwiek od N ogranicza je uskoki o kierunku NE-SW i o amplitudzie około 40 m. Od SE zarysowuje się w obrazie sejsmicznym strefa braku korelacji, która może odpowiadać uskokowi o niewielkim zrzućcie.

Jak wynika z przekrojów geologicznych (ryc. 7) rozwój dolnopaleozoicznych struktur lokalnych przede wszystkim uzależniony był od pionowych ruchów bloków podłoża. Zaznaczały się one jeszcze przed kambrze, trwały z różnym nasileniem na przestrzeni długiej historii rozwoju geologicznego obszaru badań i do dziś nie ustały (30). Zagadnieniom tym poświęcono więcej uwagi przy omawianiu geologicznych warunków występowania węglowodorów w utworach ordowiku i syluru (artykuł w druku).

Ujawnione cechy budowy geologicznej lokalnych struktur potwierdzają przypuszczenie, że w syneklizie w kambrze występować zamknięcia złożowe tektonicznie ekranowane uskokami, zamknięcia typu antyklinalnego oraz wyklinowania stratygraficzno-litologiczne (8, 30). W obrębie jednej lokalnej struktury mogą występować układy różnego typu zamknięć złożowych.

Historia kształtowania się lokalnych struktur oraz zróżnicowania zamknięć złożowych ma istotne znaczenie dla rozwoju prac geologiczno-poszukiwawczych nie tylko tu, ale w ogóle na całej syneklizie (9, 13). Można bowiem przypuszczać, że rozwój strukturalny tej części platformy prekambryjskiej, jaką stanowi synekliza perybaltycka był podobny, aczkolwiek nie identyczny (11, 24, 30).

Własności zbiornikowe piaszkowców środkowego kambru w syneklizie są dość zmienne. Porowatość ich waha się od kilku do ponad 20%, a niekiedy przekracza nawet 30% (22). Przepuszczalność jest także znacznie zróżnicowana, niekiedy osiąga wartości kilku mdcy (otwory DM1, DW2), często 100—300 mdcy, a czasem nawet ponad 1000 mdcy (otwory LW1, LW3, DM1). W większości profili kambru w przystropowych partiach piaszkowców obserwuje się bardzo nis-



Ryc. 2. Korelacja osadów kambru w wybranych otworach synkliny perybaltyckiej.

1 — ilowce, 2 — mułowce, 3 — piaskowce.

kie wartości porowatości. Przyczyny tego można dopatrywać się we wtórnej cementacji. W poszczególnych profilach kambru obserwuje się także znaczne zróżnicowanie porowatości i przepuszczalności pias-

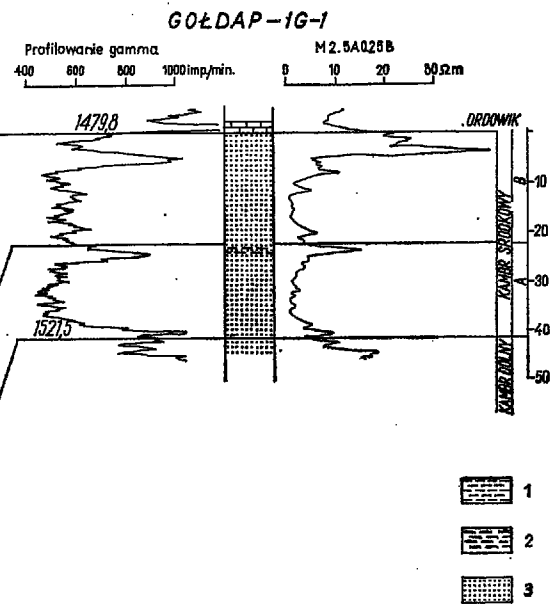


Fig. 2. Correlation of Cambrian deposits from selected boreholes in the Peribaltic Syncline area.

1. — claystones, 2 — mudstones, 3 — sandstones.

kowców kambru. Np. w otworze DM1 porowatość piaskowców środkowego kambru waha się od 4,5 do 28%, a przepuszczalność od 8 do 1614 mdcy. W profilu pobliskiego otworu DM3, przy podobnej rozpiętości

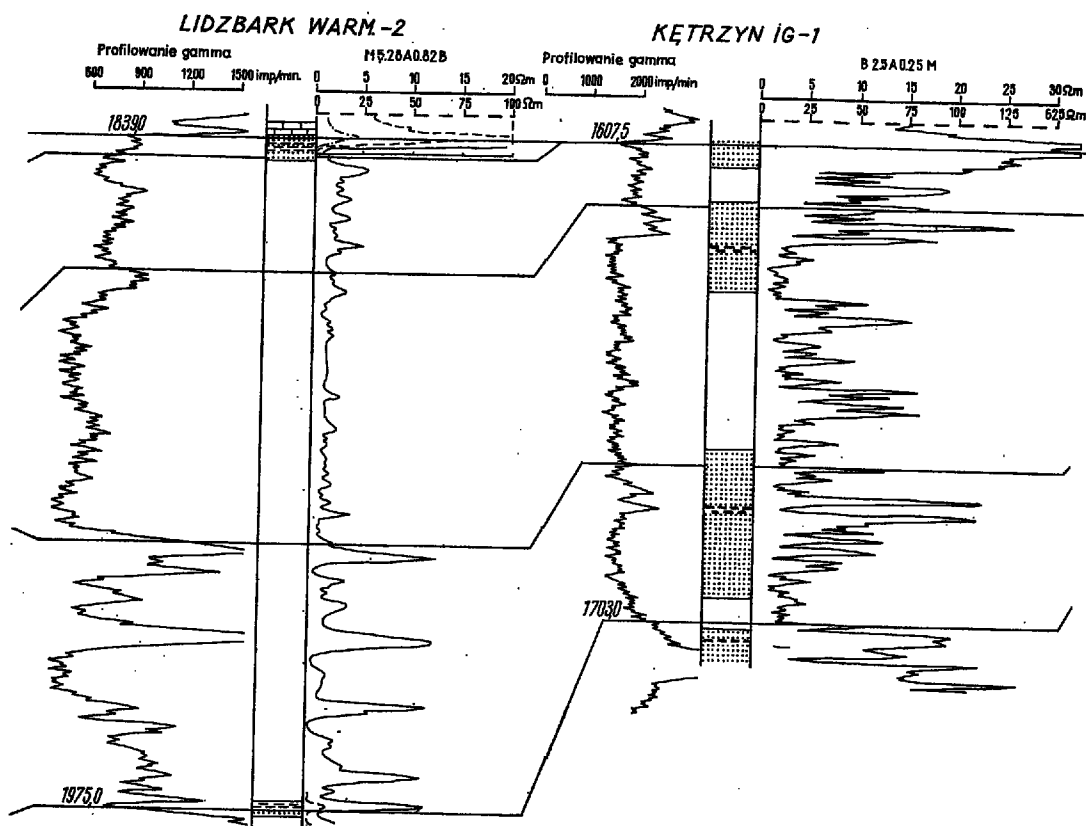
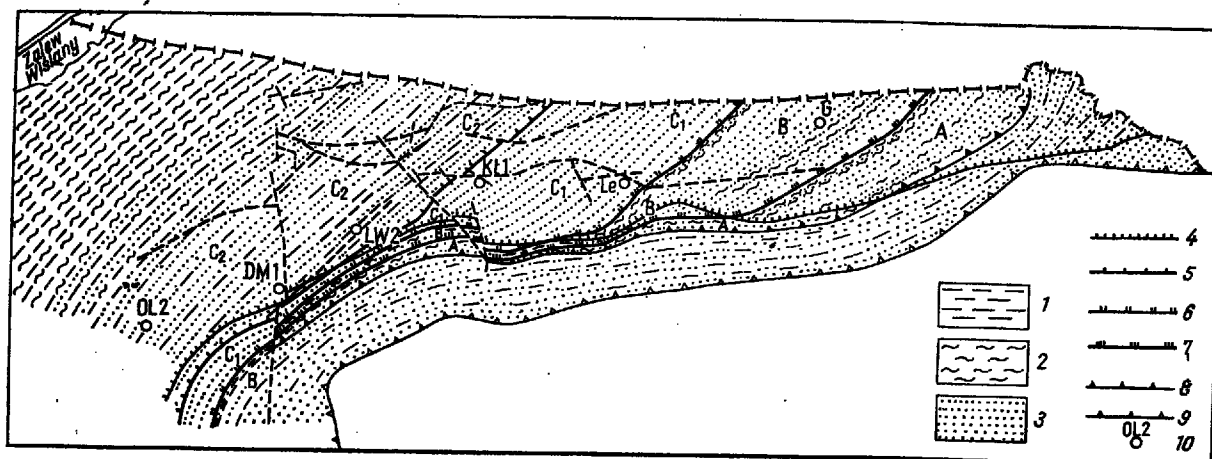


Fig. 2.

Ryc. 2.



Ryc. 3. Szkic geologiczny bez osadów młodszych od kambru.

Fig. 3. Geological sketch of distribution of Pre-Ordovician rocks.

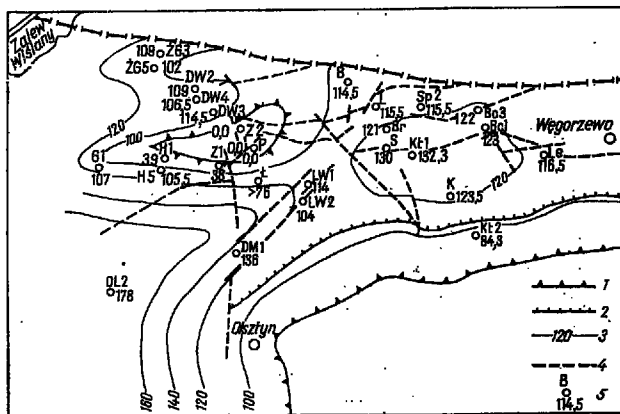
1 — łowce, 2 — mułowce, 3 — piaskowce, 4 — zasięg ordowiku, 5 — zasięg kambru środkowego, warstw C_2 ; 6 — zasięg kambru środkowego, warstw C_1 ; 7 — zasięg kambru środkowego, kompleks B; 8 — zasięg kambru środkowego, kompleksu A; 9 — zasięg kambru dolnego; 10 — otwory wiertnicze.

1 — claystones, 2 — mudstones, 3 — sandstones, 4 — extent of Ordovician, 5 — extent of Middle Cambrian, Beds C_2 , 6 — extent of Middle Cambrian, Beds C_1 , 7 — extent of Middle Cambrian, Complex B, 8 — extent of Middle Cambrian, Complex A, 9 — extent of Lower Cambrian, 10 — boreholes.

wartości porowatości — przepuszczalność zamyka się, w granicach 53—74 mdcy.

Przytoczone przykładowo zmiany własności fizycznych skał kambryjskich w wysokim stopniu utrudniają korelację poziomów zbiornikowych, stwierdzonych w różnych otworach, czasem nawet przeprowadzenie korelacji okazuje się niemożliwe. Na wyniesieniu Łęby, w dwóch otworach oddalonych od siebie

o ok. 1,5 km nie można skorelować środkowokambryjskich poziomów roponośnych, cechujących się podobnie dobrymi własnościami zbiornikowymi. Zjawiska te stwarzają możliwości występowania zamknięć złożowych, związanych z lokalnymi zmianami porowatości i przepuszczalności piaskowców kambryjskich. Zaobserwowane fakty podbudowują tezę, że zmian własności fizycznych piaskowców kambru

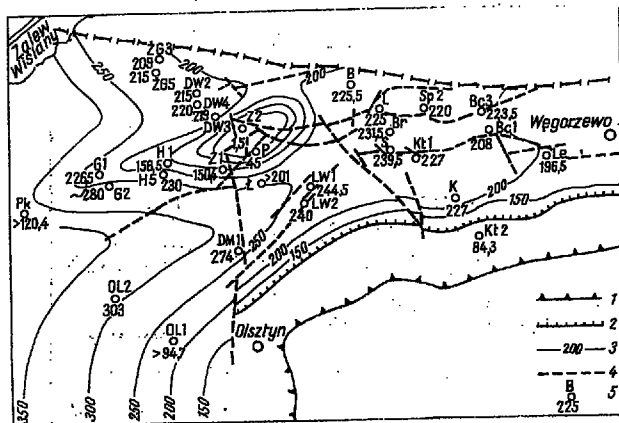


Ryc. 4. Szkic miąższości kambru dolnego.

1 — zasięg kambru dolnego, 2 — zasięg kambru środkowego, 3 — izopachyty kambru dolnego co 20 m, 4 — uskoki i inne strefy nieciągłości tektonicznych przypuszczalne i stwierdzone w podłożu krystalicznym, 5 — otwory wiertnicze (liczba przy otworze oznacza miąższość kambru dolnego w m).

Fig. 4. Sketch of thicknesses of the Lower Cambrian.

1 — extent of Lower Cambrian, 2 — extent of Middle Cambrian, 3 — isopachytes of Lower Cambrian given in 20 m intervals, 4 — faults and other tectonic dislocation zones found or inferred in crystalline basement, 5 — boreholes (number given for thickness of the Lower Cambrian series in meters).



Ryc. 6. Szkic miąższości kambru.

1 — zasięg kambru dolnego, 2 — zasięg kambru środkowego, 3 — izopachyty kambru co 50 m, 4 — uskoki i inne strefy nieciągłości tektonicznych przypuszczalne i stwierdzone w podłożu, 5 — otwory wiertnicze (liczba przy otworze oznacza miąższość kambru w m).

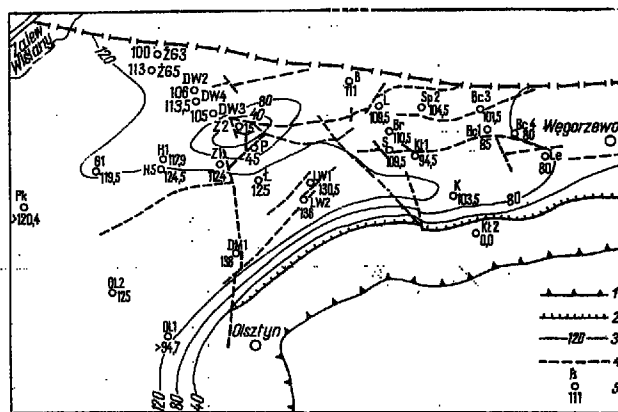
Fig. 6. Sketch of thicknesses of the Cambrian.

1 — extent of Lower Cambrian, 2 — extent of Middle Cambrian, 3 — isopachytes of Cambrian given in 50 m intervals, 4 — faults and other tectonic dislocation zones found or inferred in crystalline basement, 5 — boreholes (number given for thickness of Cambrian in meters).

w syneklizie perybałtyckiej nie można ściśle wiązać tylko z warunkami sedimentacji. Zmiany te najprawdopodobniej zachodziły także w wyniku posegmentacyjnych procesów cementacji osadów. Wyjaśnienie tej ważnej dla poszukiwań kwestii powinno być przedmiotem specjalistycznych badań.

Ogólnie można stwierdzić, że:

a) najkorzystniejsze własności zbiornikowe stwierdzono w profilach środkowego kambru, m. in. w



Ryc. 5. Szkic miąższości kambru środkowego.

1 — zasięg kambru dolnego, 2 — zasięg kambru środkowego, 3 — izopachyty kambru środkowego co 40 m, 4 — uskoki i inne strefy nieciągłości tektonicznych przypuszczalne i stwierdzone w podłożu, 5 — otwory wiertnicze (liczba przy otworze oznacza miąższość kambru środkowego w m).

Fig. 5. Sketch of thicknesses of the Middle Cambrian.

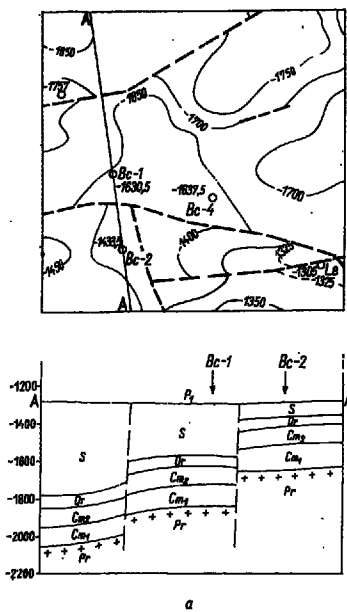
1 — extent of Lower Cambrian, 2 — extent of Middle Cambrian, 3 — isopachytes of Middle Cambrian given in 40 m intervals, 4 — faults and other tectonic dislocation zones found or inferred in crystalline basement, 5 — boreholes (number given for thickness of the Middle Cambrian in meters).

otworach DM1, DM3, Ł, LW1, LW3, K, a więc w środkowej części obszaru,

b) pewne przesłanki wskazują, że ku W własności zbiornikowe piaskowców środkowokambryjskich ulegają regionalnemu pogorszeniu. Świadczą o tym niższe wartości porowatości i przepuszczalności, znaczna zwięźłość piaskowców i większy udział materiału ilastego w poznanych dotychczas profilach kambru tej części syneklizy. W profilu kambru otworu OL2 najwyższe wartości porowatości nie dochodzą do 4,5%, Podobnie w Prąbucie porowatość osiąga 1—3%, a tylko w nielicznych przypadkach przekracza 5%. Przepuszczalność z reguły jest mniejsza od 1 mdcy. W jedynym dotychczas profilu kambru w obniżeniu gdańskim, porowatości i przepuszczalności nie odbiegają od znanych z Prąbut, a w profilu kambru środkowego zaznacza się tam ponadto znacznie większy udział drobniejszego materiału klastycznego — mułowcowego i ilastego. Te nieliczne dane nie pozwalają jednak jeszcze sprecyzować jednoznacznej opinii, co do zaobserwowanych regionalnych zmian. Konieczne są dalsze podstawowe badania, zanim przystąpi się na większą skalę do prac poszukiwawczych. Możliwe jest polepszenie własności zbiornikowych piaskowców kambru dzięki często spotykanym spękanom i szczelinom.

Bezpośrednim dowodem możliwości odkrycia nagromadzeń węglowodorów są ich objawy i złoża. W omawianej części syneklizy wyraźne objawy ropy w piaskowcach środkowego kambru obserwowano w otworze OL2, gdzie rdzenie na pewnym odcinku nasycone były lekką ropą (8). Podobne objawy ropy rejestrowano w profilach środkowego kambru, w otworach DM1, G1, G2 i Z2. W tym ostatnim, w całej 1,5 m serii kambryjskiej, w przypowierzchniowych warstwach ordowiku, a także w przypowierzchniowych, spękanych skałach podłoża krystalicznego występowały na rdzeniach wycieki ropy. W czasie opróbowywania horyzontów kambryjskich w otworach G1 i G2, w solance obserwowano objawy gazu palnego.

Uzupełniając te informacje należy zaznaczyć, że najważniejsze, na razie nieprzemysłowe, przyływy



Ryc. 7. Typy lokalnych struktur.

a — struktura Barclan, b — struktura Gładów, c — struktura Gładysz. Przekroje geologiczne przewyższone dziesięciokrotnie. Objasnienia rycin w tekście.

ropy naftowej w środkowym kambrze oraz objawy gazu ziemnego w dolnym kambrze, stwierdzono na wyniesieniu Łeby. W ostatnich latach, poza granicą kraju (w Obwodzie Kaliningradzkim) odkryto w piaskowcach środkowego kambru kilka złóż ropy naftowej, w obrębie struktur: krasnoborskiej, uszakowskiej, ładuskińskiej i kulikowskiej (11, 20, 24). Dalej na N (na Litwie) złoża ropy kambryjskiej występują w strukturach: szuparajskiej, wilkiczajskiej i deglajskiej (11, 24). Najdawniej odkryto na Litwie złoża ropy naftowej w piaskowcach kambru na obszarze Gorgźdaj pod Kłajpedą (11) i na Łotwie, na strukturze Kuīdiga, koło Liepaja (14). Wszystkie te złoża występują w warunkach strukturalnych, skomplikowanych uskokami, wiążą się ze strukturami ogólnie — typu brachyantiklinalnych, podzielonymi uskokami na szereg bloków, a konkretne zamknięcia złożowe są w nich ekranowane uskokami (9, 13).

Kambryjskie struktury blokowe, ukryte głęboko pod grubą pokrywą osadów młodszych, stanowią korzystne zamknięcia złożowe. Rolę warstw uszczelniających spełniają przede wszystkim ilaste serie syluru ponadto węglanowe utwory ordowiku i salinarne — cechsztynu, a niekiedy, szczególnie na W, w głębszej części basenu, dość grube śródkambryjskie pakiety ilowcowe lub mułowcowo-piaszczyste, o złych własnościach zbiornikowych. Utwory syluru osiagają na omawianym obszarze miąższości od 300 m na E (Gołdap) do około 900 m na W (Żelazna Góra). Na wyniesieniu Łeby miąższość osadów syluru jest większa, a w obniżeniu gdańskim przekracza nawet 2000 m. Ku E warstwy uszczelniające cienieją i izolacja stopniowo staje się coraz słabsza.

Ujemny wpływ na zachowanie się nagromadzeń węglowodorów w utworach kambru, w południowej części syneklizy, wywarło bliskie sąsiedztwo wyniesienia mazursko-suwałskiego, najprawdopodobniej najsilniej wydzwigniętego w efekcie oddźwięków ruchów warwicyjskich (28). Osady paleozoiczne, pokrywające omawiany obszar ulegały wówczas intensywnej erozji, aż do całkowitego ich usunięcia na wyniesieniu mazursko-suwałskim. Im bliżej więc erozyjnej granicy zasięgu ordowiku (ryc. 3) i syluru tym perspektywy ropo- i gazonośności osadów kam-

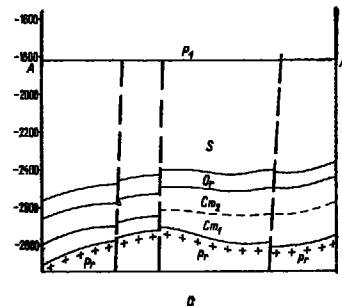
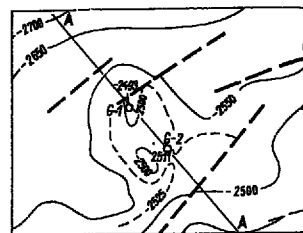
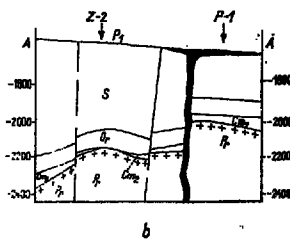
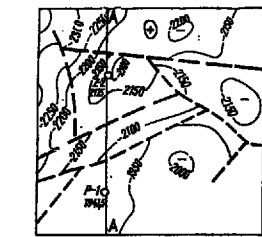


Fig. 7. Types of local structures.

a — Barclany structure, b — Gładów structure, c — Gładysz structure.

bru zmniejszają się i zanikają, wskutek braku odpowiednich warstw izolujących.

Strefy nieciągłości tektonicznych, wielokrotnie odnawiane, ułatwiały lateralną migrację węglowodorów z W, z głębszej części zbiornika dolnopaleozoicznego, częściowo strefy te odgrywały także rolę destrukcyjną (30). Wobec cieńszej pokrywy uszczelniającej, ten ich destrukcyjny wpływ silniej zaznaczał się we wschodniej części syneklizy. Prawdopodobniejsza tam była wertykalna migracja węglowodorów z kambru, ku formacjom młodszym, wzdłuż pionowych stref rozluźnień tektonicznych (27). Z tego więc punktu widzenia szanse zachowania się złóż bituminów w kambrze wzrastają także ku W, ku obniżeniu gdańskiemu.

Wyniki badań hydrogeologicznych, poza uściśleniem znanych już wniosków (3, 4, 30), dodatkowo ujawniają (5):

a) mniejszy przyływ wód kambryjskich w miarę zbliżania się ku obniżeniu gdańskiemu. Związane to jest z regionalnym pogarszaniem się w tym kierunku własności zbiornikowych piaskowców kambru;

b) — ewentualne istnienie we wschodniej części syneklizy lokalnego wyżu piezometrycznego, przy regionalnie postępującym spadku poziomu piezometrycznego od wyniesienia mazursko-suwałskiego ku syneklizie i niecce brzeżnej. Uzyskanie potwierdzenia tego lokalnego zjawiska pozwoliłoby przyjąć, że ascenzyjny ruch wód odbywał się wzdłuż stref nieciągłości tektonicznych (ryc. 1 i 6). Miałoby to istotne znaczenie przy określaniu stref przemieszczania się węglowodorów z głębszej, ku płytszej części zbiornika.

Ostatnie wyniki badań geochemicznych (12) rozszerzyły dotychczasowe poglądy, co do roli utworów starszego paleozoiku w procesie tworzenia się bituminów oraz dróg i kierunków migracji węglowodorów (6, 7, 30). Stwierdzono przy tym, że:

a — kambryjskie ropy naftowe z różnych miejsc wykazują podobne własności chemiczne, a jednocześnie zdecydowanie różnią się od rop naftowych z ordowiku i dolnego syluru. Fakt ten wiąże się z omówioną już rolą warstw uszczelniających, jaką mogą spełniać na ogół związane, nieprzepuszczalne skały węglanowe ordowiku;

b — dolnocechsztyńska ropa naftowa z jednego otworu na wyniesieniu Łeby zbliżona jest w swym składzie do rop kambryjskich. Można więc przypuszczać, że odnowiona aktywność starej strefy nieciągłości tektonicznych umożliwiła w tym przypadku pionową migrację węglowodorów z kambru, aż do węglanowych utworów podsolnych dolnego cechsztynu.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Rozwój sedimentacji osadów kambru syneklizy perybałtyckiej uzależniony był od konfiguracji i rzeźby stropu podłoża krystalicznego oraz od pionowych przemieszczeń bloków, wzdłuż aktywnych w kambrze stref nieciągłości tektonicznych. Blokowy charakter budowy geologicznej sprzyjał powstawaniu różnego typu zamknięć złożowych.

2. Wszystkie bez wyjątku złoża ropy naftowej odkryte w kambrze w syneklizie perybałtyckiej poza granicami kraju, występują w warunkach strukturalnych skomplikowanych uskokał. Najistotniejsze dla rozwoju i efektywności dalszych prac badawczo-poszukiwawczych w syneklizie jest więc ujawnienie stref dyslokacyjnych i innych nieciągłości tektonicznych o różnych kierunkach. Ponadto konieczne jest śledzenie i wyjaśnianie procesów sedimentacyjnych związanych z tektoniką i procesów wtórnych, decydujących w tym przypadku o własnościach zbiornikowych piaskowców kambryjskich.

3. Lokalne, blokowe, dolnopaleozoiczne struktury, w różnym stopniu skomplikowane dyslokacjami najprawdopodobniej występują także bardziej na W, w obniżeniu gdańskim i na wyniesieniu Łeby. Wykrycie i zbadanie tego typu struktur jest tam trudne ze względu na większą głębokość występowania kambru, znaczniejsze młaższości łałstego syluru i salinarnego cechsztynu oraz na ogół niewielką amplitudę przemieszczenia bloków. Być może, dla wyjaśnienia zasadniczych rysów budowy geologicznej okazałyby się tu pomocne, oprócz sejsmicznych, także i badania gravimetryczne, magnetyczne oraz geoelektryczne (16).

4. Za rozwojem prac badawczo-poszukiwawczych w obniżeniu gdańskim i na wyniesieniu Łeby przemawiają przede wszystkim niedawno odkryte złoża ropy naftowej w Obwodzie Kaliningradzkim oraz nieprzemysłowe na razie przypływy ropy stwierdzone u nas na wyniesieniu Łeby. Warunki geologiczne najbardziej zbliżone do znanych z okolic Kaliningradu powinny w Polsce występować w północnej, nadmorskiej części obniżenia gdańskiego, na wyniesieniu Łeby oraz w obrębie południowej, przybrzeżnej części Bałtyku. Są podstawy do twierdzenia, że na tych łałdowych i morskich obszarach zachodniej części syneklizy perybałtyckiej rozwój osadów kambru jest pełniejszy, a więc i korzystniejszy niż na E.

Korzystniej także wykształcone są serie uszczelniające. Destrukcyjny wpływ pionowych stref rozluźnień tektonicznych powinien być tu mniejszy niż we wschodniej części syneklizy. Przesłanki wynikające z badań hydrochemicznych i geochemicznych zachęcają również do zwrócenia szczególnej uwagi na perspektywiczność utworów kambru w zachodniej, głębszej części basenu. Zaobserwowane na razie w paru punktach regionalne pogarszanie się ku W własności zbiornikowych piaskowców kambru stanowi niewątpliwie przesłankę niekorzystną dla poszukiwań, zwłaszcza złóż ropy naftowej. Kwestia ta będzie wyjaśniona w toku dalszych badań.

5. We wschodniej części syneklizy obiektem prac poszukiwawczych powinna być nadal struktura Gładów (ryc. 7), w której w profilu otworu Z2 stwierdzono nasycenie ropą nie tylko resztkowych osadów kambru, lecz także zwietrzałych skał podłoża krystalicznego oraz spagowych serii ordowiku. Ponadto celowe jest kontynuowanie poszukiwań w zbadanych sejsmicznie, a nierozpoznanych jeszcze geologicznie strukturach, w zachodniej części omawianego obszaru.

6. Wobec niedostatecznego stopnia geologicznego rozpoznania zachodnich obszarów syneklizy oraz nie-licznych jeszcze faktów naukowych, które umożliwi-

łyby ugruntować i rozszerzyć obecne poglądy, przed rozwinięciem na szerszą skalę poszukiwań, konieczne są dalsze podstawowe badania regionalne, obejmujące podłoże krystaliczne i pokrywę osadową, ze szczególnym uwzględnieniem paleozoiku. Konieczne są dokładniejsze niż dotychczas badania geofizyczne, tektoniczne, stratygraficzno-facjalne, petrograficzne, geochemiczne, hydrogeologiczne, termodynamiczne i inne. Wymienione prace należy powiązać z badaniami i poszukiwaniami w północnej części syneklizy, poza granicami naszego kraju i na obszarze Bałtyku oraz w obrębie zachodniego i południowego obrzeżenia wyniesienia mazursko-suwalskiego i w niecce brzeżnej.

7. Przedstawiona problematyka dotyczy geologicznych warunków występowania węglowodorów — nie uwzględniono tu szerzej wyników badań geofizycznych, hydrogeologicznych, geochemicznych, złożowych i innych. Celowe jest, aby zagadnienia te, po szczególnym ich opracowaniu, były możliwie szybko wykorzystane i nadal udostępniane w formie publikacji dla umożliwienia wymiany myśli i poglądów ze specjalistami zarówno w kraju, jak i za granicą, co w efekcie powinno przyczynić się do najprawdopodobniejszego ukierunkowania dalszych prac geologiczno-poszukiwawczych w tym regionie.

LITERATURA

1. Areń B. — Rozwój paleozoiku w obniżeniu podlaskim. *Kwart. geol.* 1972, nr 1.
2. Bałaszow E. T., Karamzin G. A., Poleszak E. — Budowa geologiczna SE części syneklizy perybałtyckiej na podstawie kompleksu badań geofizycznych. *Prz. geol.* 1971, nr 11.
3. Bojarski L., Depowski S. — O hydrochemicznych wskaźnikach możliwości występowania węglowodorów w południowej części obniżenia litewskiego. *Ibidem*, 1959, nr 2.
4. Bojarski L. — Warunki hydrodynamiczne w syneklizie perybałtyckiej. *Ibidem* 1969, nr 4.
5. Bojarski L. — Określenie warunków hydrochemicznych i hydrodynamicznych w poziomach perspektywicznych zachodniej części syneklizy perybałtyckiej. (maszynopis) *Inst. Geol.*, 1972.
6. Calikowski J. — Rola skał syluru syneklizy perybałtyckiej w powstawaniu ropy naftowej i jej akumulacji (praca doktorska). *Inst. Geol.*, 1965.
7. Calikowski J., Gondek B. — Badania spektrofotometryczne w podczerwieni bituminów śładowych i rop, jako wskaźnik prognoz regionalnych złóż ropy naftowej (na przykładzie syneklizy perybałtyckiej). *Techn. Poszuk.*, 1967, z. 24.
8. Depowski S., Tyski S. — Budowa geologiczna syneklizy perybałtyckiej i warunki występowania bituminów. *Prz. geol.*, 1968, nr 7.
9. Goldberg I. S., Ruchowiec N. M. — O wriemieni formiowania lokalnych struktur i zależej łałfti w bałtyjskiej sinieklizie. *Geologia i łałfti i gaza*. 1970, nr 1.
10. Gołowin J. W. — Ispolzowanie geofizycznych danych dla izuczenia geologicznego strojenia krystalicznego fundamenta siewierozapada Russkoj platformy. *Woprosy razwiedocno-geofiziki*, wyp. 5, Leningrad. 1966.
11. Gołubkow J. A., Ilina E. V., Passikiwi L. B., Ruchowiec N. M. — Pribatika nowaja neftienosnaja obłałt' SSSR. *Geologija nefti i gaza*, 1970, nr 1.
12. Gondek B., Pomykała Z. — Charakterystyka niektórych grup węglowodorów nasyconych występujących w ropach naftowych syneklizy perybałtyckiej. *Prz. geol.* 1972, nr 8—9.
13. Kapłan A. A., Suweizdis P. J. — Niekotoryje osobnosti tektoniki Pribatiki w swiazi s jejo neftienosnosti. *Biul. Mosk. Obszcz. Ispyt. Prirody*, otd. geol. 1970, nr 3.

14. Karpickij B. J. — Nowyje dannyje o nieftienosti klembrija i ordowika Kuldigskoj ploszczadi Łatwijskoj SSR. *Gieologija niefti i gaza*, 1966, nr 12.
15. Kubicki S., Ryka W., Znosko J. — Tektonika podłoża krystalicznego prekambryjskiej platformy w Polsce. *Kwart. geol.* 1972, nr 3.
16. Kuchmazow U. A., Łapina E. G., Fajtelson A. S. — Nieftienosnoś' bałtyjskoj sinieklizy po dannym morskich gieofizycznych issledowanij. *Gieologija niefti i gaza*, 1970, nr 1.
17. Lendzion K. — O stratygrafii kambru platformowego w Polsce. *Kwart. geol.*, 1969, nr 3.
18. Lendzion K. — Eokambr i kambr w otworze Żarnowiec IG-1. *Prz. geol.* 1970, nr 7.
19. Lisiakiewicz S. — Problemy strukturalne na obszarze tzw. wyniesienia Łeby w świetle sejsmicznych badań refleksyjnych. *Prz. geol.*, 1970, nr 7.
20. Łapina E., Łapin S., Fomienko K. — Głubinnoje strojenie Pribaltiki. *Gieologija niefti i gaza*, 1971, nr 1.
21. Paasikivi L. B., Zakaszanski M. S. — Pierspektiwy nieftie-gazonosnosti Pribaltiki. ONTI-WIZMS, wyp. 34, nr 1. Moskwa, 1965.
22. Reinisch R., Drwięga Z. — Właściwości kolektorskie i perspektywicznoś' utworów kambryjskich w syneklizie perybałtyckiej. *Nafta*, nr 8—9, 1971.
23. Ryka W. — Development of the Crystalline Basement of North-Eastern Poland. *Materiały i Prace*, 34, Zakład Geofizyki PAN, PWN, 1970.
24. Sakalauskas K. A. — Tiektonika i nieftiegazonosnoś' jugozapadnoj Pribaltiki. *Inst. Geol., Vilnius, Trudy*, wyp. 4, 1968.
25. Skorupa J. — Główne elementy tektoniki krystalicznego podłoża platformy wschodnioeuropejskiej dla obszaru Polski w nawiązaniu do danych geofizycznych. *Pr. Inst. Geol.*, t. XXX, cz. IV, 1963.
26. Skorupa J. — Morfologia skonsolidowanego podłoża w Polsce w świetle sejsmicznych prac refrakcyjnych. *Inst. Geol.* 1968.
27. Stolarczyk F., Tyski S. — Geologiczne warunki występowania węglowodorów w poziomie wapienia cechsztyńskiego Werry we wschodniej części syneklizy perybałtyckiej. *Prz. geol.* 1972, nr 6.
28. Suweizdis P. — Rola ruchów kaledońskich i hercyńskich w rozwoju tektonicznym obszaru nadbałtyckiego. *Kwart. geol.* 1968, nr 4.
29. Znosko J. — Sinian i kambr północno-wschodniej Polski. *Ibidem*, 1965, nr 3.
30. Zbiorowa — Budowa geologiczna syneklizy perybałtyckiej. Cz. 1 i 2. *Praca zbior. pod kier. S. Tyskiego i S. Depowskiego (maszynopis)*. *Inst. Geol.* 1967.

SUMMARY

The development of sedimentation of Cambrian deposits in the Peribaltic Syncline was conditioned by the configuration and relief of crystalline substratum and by vertical translocation of substratum blocks along tectonic dislocation zones active during the Cambrian. The differentiation of dislocation zones differently oriented, and particularly of those approximately meridionally or longitudinally oriented, is of great importance for the development and effectivity of further research-prospecting work in this area. Moreover, it is necessary to trace and explain sedimentary processes related to tectonics, as well as secondary processes, which conditioned the capacity properties of Cambrian sandstones occurring here. Recognition and study of local, block, Lower Paleozoic structures, which are variously complicated by dislocations, appear difficult. This is particularly the case in the western, deeper part of the basin, towards which Cambrian rocks plunge at a greater depth and isolating Silurian clay complex and salty Zechstein series markedly increase in thickness; here, however, the amplitudes of translocations of particular blocks are generally small.

The block character of disturbances facilitated the formation of ore enclosures of various types: tectonically shielded by fault planes, anticlinal enclosures, as well as those related to stratigraphical-lithological wedging out. It is also possible that some enclosures are related to local, post-sedimentary changes in capacity properties of Cambrian sandstones.

Studies to date show that, over the Polish part of Peribaltic Syncline, hydrocarbon accumulations are most likely to be found in the northern, seaside part of the Gdańsk depression, on the Łeba elevation, and also over the southern part of the Baltic Sea.

РЕЗЮМЕ

Процесс осадконакопления кембрийских отложений Балтийской синеклизы проходил в зависимости от конфигурации поверхности кристаллического основания и вертикальных движений блоков вдоль активных тектонических зон. Выявление тектонических зон разного направления, в особенности близких широтному и меридиальному направлениям, имеет важное значение в развитии и эффективности геолого-поисковых исследований. Необходимой задачей является познание связей седиментационных процессов с тектоникой, а также изучение процессов, обуславливающих возникновение коллекторских свойств кембрийских песчаников. Выявление и изучение местных блоковых структур палеозоя, в разной степени нарушенных дислокациями, представляет трудную задачу. Особенно это касается западной, более глубокой части бассейна, в пределах которой кембрий залегает на большей глубине, изолирующие глинистые комплексы силура и соленосного цехштейна отличаются повышенной мощностью, а амплитуда смещения отдельных блоков как правило незначительна.

Блоковый тип строения благоприятствовал образованию разного рода ловушек: экранированных сбросами, антиклинальных и стратиграфо-литологических выклиниваний. Возможно также наличие ловушек, связанных с местными, постседиментационными изменениями коллекторских свойств кембрийских песчаников.

Согласно данным проведенных исследований наиболее перспективными в отношении выявления залежей углеводородов являются в пределах польской части Балтийской синеклизы: район северной, приморской части Гданьского прогиба, поднятие Лэбы и южные зоны Балтийского моря.