

E. T. BAŁASZOW, L. KNIESZNER, E. POLESZAK

Przedsięb. Geofizyki Górn. Naft. Toruń

WARUNKI ROZWOJU LOKALNYCH STRUKTUR W STARSZYM PALEOZOIKU NA OBSZARZE SYNEKLIZY PERYBAŁTYCKIEJ

UKD 551.243:561.732.2/736.1:553.981/982.23(438-18)

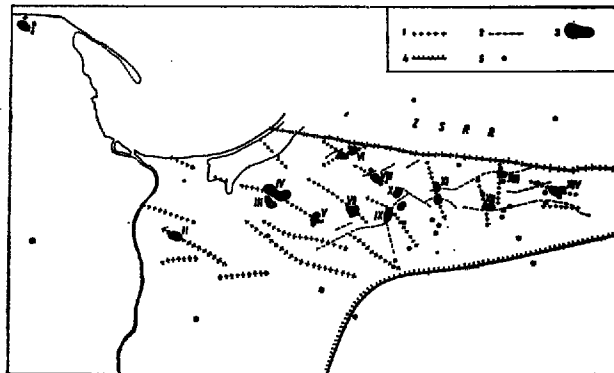
W poprzednich dwóch numerach „Przeglądu Geologicznego” F. Stolarczyk i S. Tyski opublikowali artykuły na temat warunków geologicznych występowania węglowodorów w osadach kambru, ordowiku i syluru syneklizy perybałtyckiej na tle jej rozwoju (9, 10). Poza zagadnieniami wynikającymi z tytułów artykułów autorzy ci poruszyli problem rozwoju lokalnych struktur, który jest bardzo istotny dla poszukiwań nagromadzeń węglowodorów na obszarze syneklizy perybałtyckiej. Zasadniczo pogląd autorów na rozwój i blokową budowę lokalnych struktur jest zbieżny, choć istnieją także i pewne różnice. W celu rozszerzenia tej problematyki dokonano poniżej próby klasyfikacji lokalnych struktur według etapów ich formowania w oparciu głównie o wiek dyslokacji.

We wschodniej i środkowej części syneklizy perybałtyckiej sejsmicznymi pracami refleksyjnymi przygotowano dotychczas do wierceń poszukiwawczych 13 dolnopaleozoicznych struktur lokalnych, badając je szczegółowo w obrębie granicy odbijającej, związanej z utworami ordowiku. Na jedenastu z nich wykonano bądź wykonuje się wiercenia poszukiwawcze, z których materiały dają bogatą informację o budowie strukturalnej. Porównanie i analiza danych geologicznych i geofizycznych pozwalają ustalić pewne określone regularności w budowie, a także wyjaśnić warunki tworzenia się i formowania struktur w różnych okresach paleozoiku.

Obecny plan strukturalny syneklizy uformował się w rezultacie ruchów blokowych podłoża krystalicznego, co znajduje swe bezpośrednie odbicie w stylu budowy struktur niższego rzędu (II i III rzędu). Powstawanie struktur blokowych i ich rozwój w wielu przypadkach zależał od tektoniki dysjunktywnej, różnie przejawiającej się w poszczególnych okresach paleozoiku. W poprzednich artykułach (1, 2) określono prawidłowości w powstawaniu i rozmieszczeniu większych elementów tektoniczno-strukturalnych (ryc. 1). Istnieją również prawidłowości w rozmieszczeniu i formowaniu struktur lokalnych.

Większość dotychczas rozpoznanych lokalnych struktur i podniesień III rzędu związanych jest ze strefami regionalnych naruszeń tektonicznych, a wszystkie występują w obrębie większych elementów strukturalnych — stref podniesionych, wykształconych w formie nosów strukturalnych (ryc. 1). Stwierdzenie to stanowi kryterium dla poszukiwań lokalnych obiektów strukturalnych.

Typowo platformowe lokalne struktury syneklizy perybałtyckiej charakteryzują się małymi amplitudami. W związku z tym zachodzi konieczność stosowania bardzo szczegółowych badań geofizycznych.

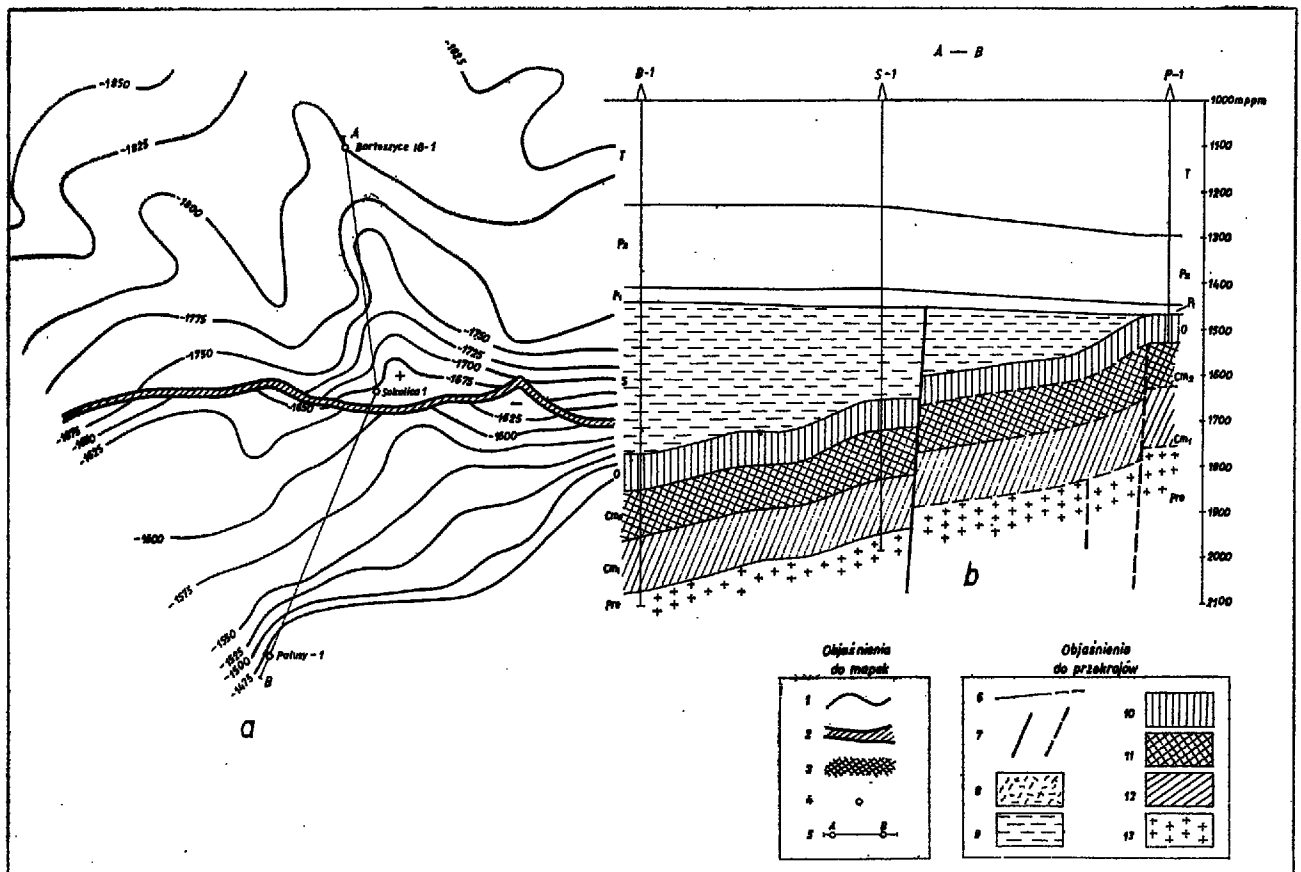


Ryc. 1. Mapa lokalizacji struktur lokalnych w starszym paleozoiku.

1 — osie stref podniesionych zarejestrowanych sejsmicznie w ordowiku, 2 — uskoki zarejestrowane sejsmicznie w ordowiku, 3 — struktury lokalne udokumentowane sejsmicznie w ordowiku: I — Żarnowiec, II — Malbork, III — Kwietnik, IV — Majewo-Młynary, V — Gładysze, VI — Żelazna Góra, VII — Henrykowo, VIII — Dębowiec, IX — Zareby-Pieszkowo, X — Głady, XI — Wyręba, XII — Sokolica, XIII — Sepopol, XIV — Barclany; 4 — obecny zasięg występowania ordowiku, 5 — głębokie odwierty.

Fig. 1. Distribution of local structures in the early Paleozoic.

1 — axes of uplifted zones seismically recorded in the Ordovician, 2 — faults seismically recorded in the Ordovician, 3 — local structures seismically recorded in the Ordovician: I — Żarnowiec, II — Malbork, III — Kwietnik, IV — Majewo-Młynary, V — Gładysze, VI — Żelazna Góra, VII — Henrykowo, VIII — Dębowiec, IX — Zareby-Pieszkowo, X — Głady, XI — Wyręba, XII — Sokolica, XIII — Sepopol, XIV — Barclany; 4 — present distribution of Ordovician rocks, 5 — deep boreholes.



Ryc. 2. Sejsmiczna mapa strukturalna ordowiku i przekrój geologiczny struktury Sokolica.

1 — izobaty granicy refleksyjnej w ordowiku, 2 — strefy uskokowe, 3 — fleksury, 4 — głębokie odwierty, 5 — linia przekroju, 6 — granice geologiczne, 7 — uskoki, 8 — skały wylewne, 9 — sylur, 10 — ordowik, 11 — kambr środkowy, 12 — kambr dolny, 13 — prekambr.

Fig. 2. Seismical structural map of the Ordovician and geological section through the Sokolica structure.

1 — isobaths of Ordovician reflectional boundary, 2 — fault zones, 3 — flexures, 4 — deep boreholes, 5 — line of section, 6 — geological boundaries, 7 — faults, 8 — effusive rocks, 9 — Silurian, 10 — Ordovician, 11 — Middle Cambrian, 12 — Lower Cambrian, 13 — Precambrian.

Rozmiary rozpoznanych w syneklizie struktur nie przekraczają 20 km², a amplitudy wahają się w granicach 20 do 80 m. Formy struktur są różne. Przede wszystkim są to nosy strukturalne, z wyniesionymi partiami w części centralnej, często skomplikowane i rozgraniczone uskokami na poszczególne bloki. Struktury są asymetryczne, mają pewne i zdecydowane upady skrzydła zwróconych generalnie ku północy, w stronę regionalnego pograżenia syneklizy i mniej pewne o małej amplitudzie — południowo-wschodnie skrzydła. Fakt ten należy uwzględniać przy projektowaniu prac geofizycznych i wiertniczych.

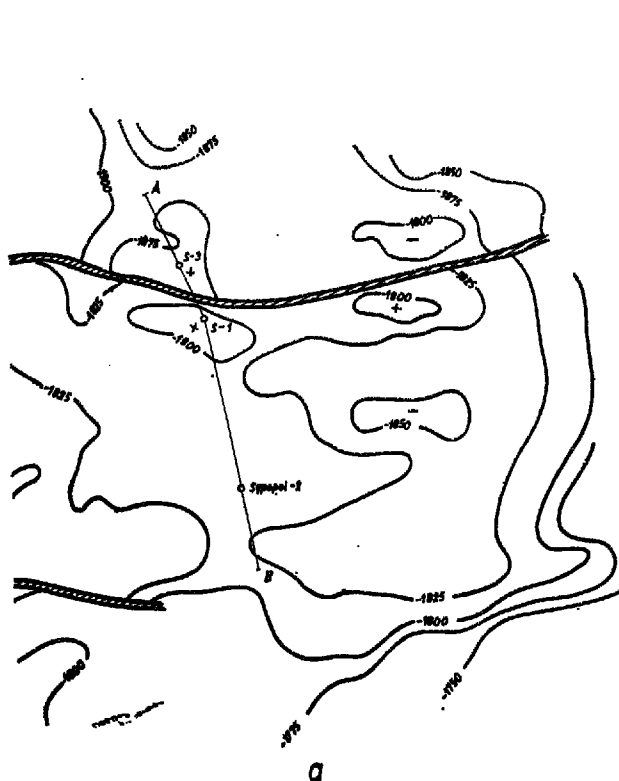
Poniżej, na podstawie kilku typowych przykładów przedstawiono charakterystyczne cechy budowy geologicznej i warunki rozwoju struktur w starszym paleozoiku.

Struktura Sokolica posiada formę nosa strukturalnego ograniczonego od S uskokiem (ryc. 2a). Geologiczny przekrój sporządzony przez otwory Bartoszyce IG-1, Sokolica 1 i Paluzy 1 wykazuje, że struktura wykształcona jest na skomplikowanym uskoku z boku syneklizy, podnoszącym się ku masywowi mazursko-suwałskiemu (ryc. 2b). Miąższość utworów dolnego i środkowego kambru, a także ordowiku w bloku północnym praktycznie jest stała, co świadczy o poordowickim wieku uskoku. Być może, że uskok ten wykorzystał starszą strefę naruszeń i odnowił się w sylurze. Nie wykluczone, że miąższość utworów staropaleozoicznych w innych blokach może być zmienna, nie posiadamy jednak danych geolo-

gicznych. Wydzielony, przypuszczalny uskok w rejonie otworu Paluzy 1 jest starszy, a w utworach ordowiku zaznacza się w formie ostro rysującej się fleksury. Struktura Sokolica prawdopodobnie rozpoczęła formować się jeszcze w kambrze, ulegając bardziej wyraźnej przebudowie tektonicznej w sylurze.

Struktura Sępól — element typowo blokowy. Uskok, który ją dzieli na bloki jest wieku poordowickiego. Struktura stanowi charakterystyczny przykład wpływu tektoniki dysjunktywnej na budowę kompleksu dolnopermskiego. W otworze Sępól 1, w pobliżu którego śledzi się uskok, obserwuje się bowiem wyraźne zmniejszenie miąższości czerwonego spągowca (ryc. 3b).

Struktury: Głądy, Zareby — Pieszkowo. Budowę geologiczną tych struktur przedstawiono na ryc. 4a, b. Są to także typowe struktury blokowe. Autorzy załączyli ten sam, co F. Stolarczyk i S. Tyski (9) przekrój geologiczny, tylko nieco inaczej zinterpretowany, w celu pokazania różnowiekowych uskoku, które miały wpływ na rozwój struktur i ich obecną budowę. W otworach Zareby 2, Pieszkowo 1 i Łaniewo 1 obserwuje się w obrębie każdego z bloków zmiany miąższości utworów kambru. Świadczy to o samodzielnym rozwoju poszczególnych bloków już w kambrze. Miało to wpływ na zróżnicowaną sedimentację utworów dolnego paleozoiku na poszczególnych blokach. W bloku, na którym wykonano otwór Zareby 2 praktycznie brak jest utworów kambru, miąższość jego wynosi tu ok. 1,5 m, przy czym utwory te według danych geofizyki wiertniczej (dane



Ryc. 3. Sejsmiczna mapa strukturalna ordowiku i przekrój geologiczny struktury Sępól. Objaśnienia jak przy ryc. 2.

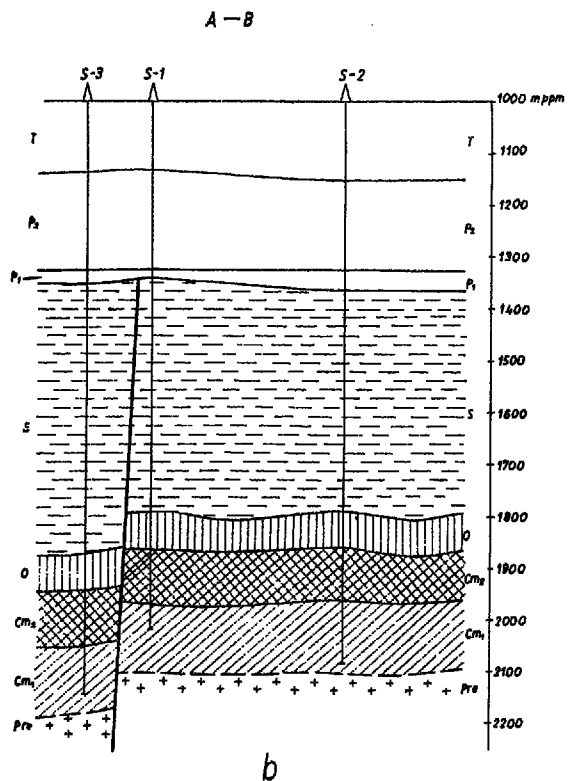


Fig. 3. Seismical structural map of the Ordovician and geological section through the Sępól structure. Explanations as in Fig. 2.

Prac. Interpretacji PGGN Toruń pod kier. E. Król) korelują się z utworami kambru środkowego w innych odwiertach tego rejonu. Według F. Stolarczyka (PPN Wołomin) i K. Lendzion (IG) utwory te także zaliczane są do kambru środkowego.

W bloku, gdzie wykonano odwiert Pieszkowo 1 miąższość utworów kambru wynosi ok. 50 m. Zalicza się je również do kambru środkowego. W związku z tym można stwierdzić, że zmniejszenie miąższości utworów kambryjskich w niektórych blokach było wynikiem „wypadania” z przekroju niższych ogniów stratygraficznych kambru. W bloku, gdzie usytuowany jest otwór Łaniewo 1 miąższość utworów kambru wynosi ponad 200 m, z czego 125 m przypada na kambr środkowy. Fakty te świadczą, że już w kambrze dolnym zaznaczała się tektonika blokowa. Przez analogie z radziecką częścią syneklizy można przypuszczać, że istnieją tu uskoki wieku przedkambryjskiego, które odnowiły się w dalszych fazach tektogenezy. Zdania tego są również F. Stolarczyk i S. Tyski (10). W radzieckiej części syneklizy najstarszy typ uskoków wydzielono na podstawie kompleksowej interpretacji danych grawimetrycznych i magnetycznych (3, 5).

Pod względem wieku uskoki, rozdzielające struktury Głądy i Zaręby — Pieszkowo na bloki, można podzielić na przedordowickie, które spowodowały omówione wyżej zmiany miąższości utworów kambru i poordowickie — zarejestrowane sejsmicznie w obrębie granicy refleksyjnej ordowiku. Te ostatnie przejawiały się w końcu syluru i w początkach dolnego permu, o czym świadczy prawie stała miąższość ordowiku, a bardzo zmienna syluru. Oczywiście zarówno przedordowickie, jak i poordowickie uskoki mogły wykorzystywać strefy najstarszych przedkambryjskich naruszeń tektonicznych. Uskoki poordowickie prawdopodobnie są przyczyną występowania skał wylewnych stwierdzonych niektórymi otworami w sylurze, bądź na granicy utworów syluru i dolnego permu (10). Formowanie struktur Głądy i Zaręby —

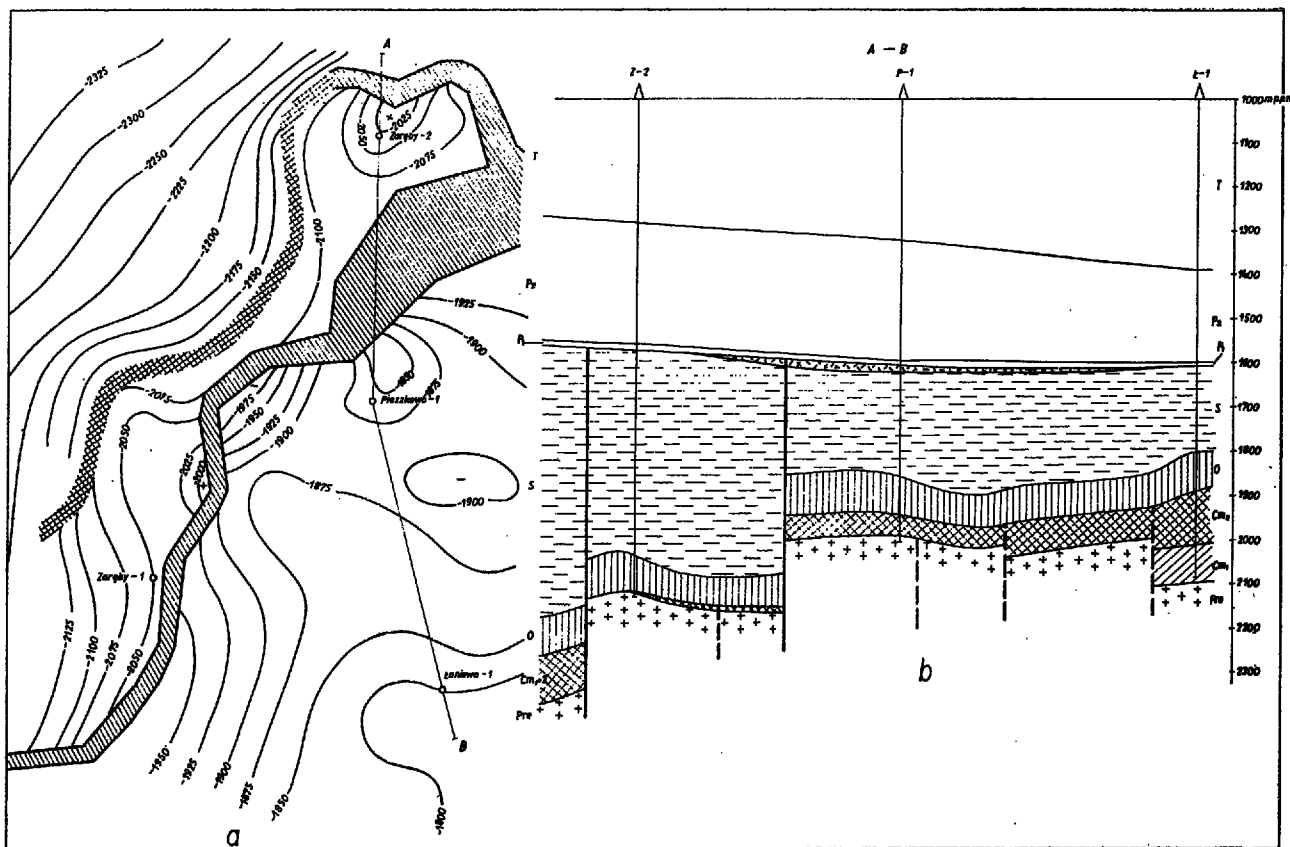
Pieszkowo rozpoczęło się już w dolnym kambrze, a zakończyło w zasadzie między sylurem i dolnym permem.

Struktura Henrykowo według danych sejsmicznych jest lokalnym podniesieniem na tarasie dużego nosa strukturalnego (ryc. 5a). Wiercenia wykonane na tej strukturze wykazały (ryc. 5b), że miąższość osadów kambru dolnego w otworze Henrykowo 1, w porównaniu z jego miąższością w otworze Henrykowo 5, jest znacznie zmniejszona, przy prawie niezmienionej miąższości kambru środkowego. Przez porównanie danych geofizyki wiertniczej można przypuszczać, że to zmniejszenie miąższości dolnego kambru przebiegało w wyniku „wypadnięcia” z przekroju dolnych partii tego wieku. Przyczyną tego zjawiska może być uskok między otworami Henrykowo 1 i 5, rozdzielający strukturę na dwa oddzielne bloki. Jak wykazuje przedstawiony materiał struktura Henrykowo rozpoczęła się formować jeszcze w dolnym kambrze, w którym już zaznaczała się jej blokowa budowa, spowodowana istnieniem uskoku. Nie wyklucza się możliwości, że uskok ten wykazywał swoją aktywność także i po ordowiku. Byłaby to jednak aktywność dość słaba, bo utwory ordowiku w profilach obu otworów zachowały stałą miąższość, a w strefie uskoku wykazują według danych sejsmicznych przebiegi strukturalne.

Oprócz opisanych przykładów wykonano podobną analizę i dla pozostałych struktur syneklizy, jak np.: Dębowiec, Barciany, Dobrze Miasto, Żelazna Góra i Gładysze. Uogólniając ten geologiczno-geofizyczny materiał w aspekcie powstawania i rozwoju lokalnych struktur wschodniej części syneklizy można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Występowanie lokalnych struktur i podniesień III rzędu związane jest z określonymi strefami, odpowiadającymi strefom uskokowym i podniesionym elementom strukturalnym II rzędu.

2. Wszystkie struktury sokmplikowane są uskokami, będącymi przyczyną ich blokowej budowy.



Ryc. 4. Sejsmiczna mapa strukturalna ordowiku i przekrój geologiczny struktury Głady i Zareby-Pieszkowo. Objaśnienia jak przy ryc. 2.

Fig. 4. Seismical structural map of the Ordovician and geological section through the Głady and Zareby — Pieszkowo structures. Explanations as in Fig. 2.

3. Geneza lokalnych struktur częściowo, a w wielu przypadkach całkowicie zależy od zróżnicowanych ruchów poszczególnych bloków.

Wyróżnić można 3 generacje uskoków zależnie od wieku ich powstania. Do pierwszej generacji należą uskoki najstarsze, przedkambryjne. Później w określonych fazach tektogeny niektóre z nich odnawiały się. Uskoki drugiej generacji, starsze, przejawiały się przed ordowikiem i były główną przyczyną, mającą wpływ na charakter osadzania się osadów i ustalenie miąższości utworów kambru. Do trzeciej generacji należą uskoki młodsze, poordowickie, które miały dominujący wpływ na charakter obecnej budowy tektonicznej lokalnych struktur w kompleksie paleozoicznym. Uskoki te najbardziej aktywnie przejawiały się w końcu syluru, a czasem także akcentowały się i na początku dolnego permu. Od wieku uskoków i historii rozwoju poszczególnych złożeń zależy typ lokalnych struktur.

Na podstawie przedstawionych danych można wydzielić trzy zasadnicze typy struktur lokalnych.

Pierwszy typ charakteryzuje się tym, że struktury skomplikowane są starszymi przedordowickimi uskokami, co było przyczyną zmian miąższości utworów dolnego i środkowego kambru w poszczególnych blokach. Należą tu np.: Henrykowo, częściowo Głady, Zareby — Pieszkowo. Zmniejszenie miąższości utworów kambryjskich przebiega prawdopodobnie w wyniku wypadania dolnych partii dolnego i środkowego kambru, co świadczy o największej aktywności tektonicznej na początku każdego kambryjskiego cyklu sedimentacyjnego. Za początek formowania tego typu struktur można uważać dolny kambr.

Drugi typ lokalnych struktur charakteryzuje się w zasadzie stałą miąższością utworów dolnego i środ-

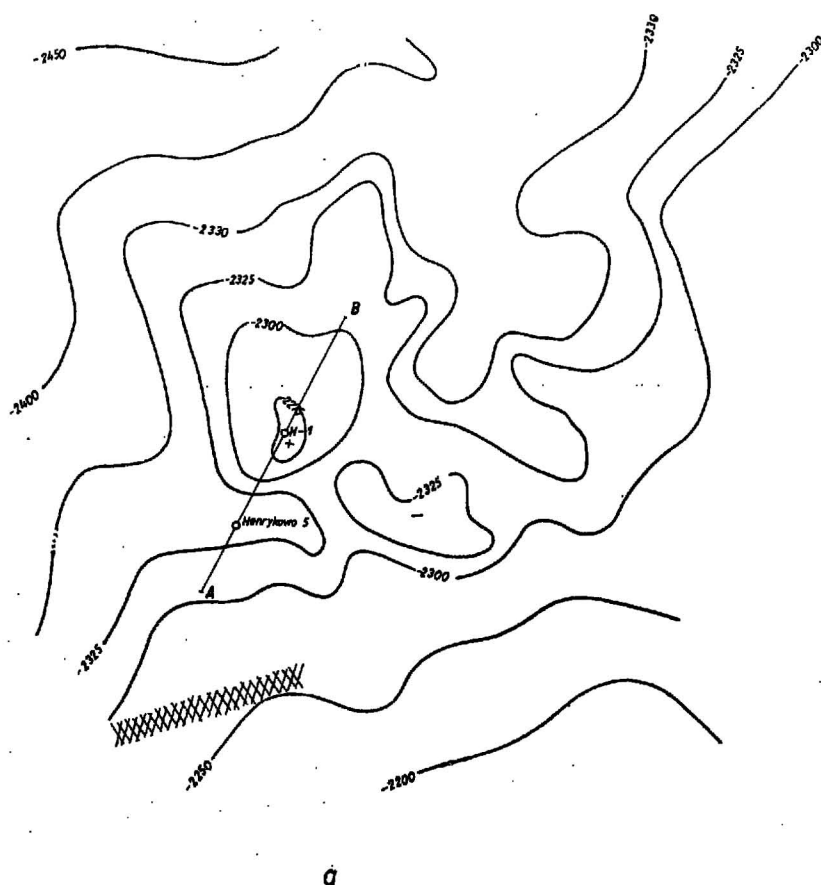
kowego kambru, a także ordowiku w różnych blokach. Struktury te skomplikowane są uskokami młodszy, poordowickimi (Barciany, Sokolica, Sępopol). Wykształcenie tych struktur w zasadzie zakończyło się w końcu syluru, a w niektórych przypadkach na początku dolnego permu. Dla tego typu struktur, gdzie główną rolę grają młode paleozoiczne uskoki, obserwuje się zgodność planów strukturalnych utworów kambryjskich i ordowickich.

Trzeci typ lokalnych struktur jest typem kombinowanym. Charakteryzuje się tym, że posiada cechy zarówno pierwszego, jak i drugiego typu. Przykładem są struktury: Głady, Zareby — Pieszkowo. Powstały one w dolnym kambrze i formowały się do końca syluru, bądź nawet do dolnego permu.

Są podstawy do przypuszczeń, że istnieją także struktury typu konsedymantacyjnego. Zagadnienia te poruszają F. Stolarczyk i S. Tyski (10). Zależnie od typów struktur i ich warunków formowania można oczekiwać następujących zamknięć złożowych w starszym paleozoiku syneklizy perybałtyckiej:

- antyklinalne i litologiczno-stratygraficzne — przy pierwszym typie struktur,
- ekranowania tektonicznego i antyklinalne — przy drugim typie struktur,
- wszystkie wymienione rodzaje pułapek — przy trzecim typie struktur.

Rozpatrywane w niniejszym artykule zagadnienia, dotyczące warunków formowania się lokalnych struktur w paleozoiku, mają znaczenie praktyczne dla określenia kierunków i metodyki prac poszukiwawczych w syneklizie perybałtyckiej. Wzajemny związek między formowaniem się złóż bituminów, a historią rozwoju struktur lokalnych w syneklizie perybałtyckiej wymaga dalszych badań.



Ryc. 5. Sejsmiczna mapa strukturalna ordowiku i przekrój geologiczny struktury Henrykowo. Objaśnienia jak przy ryc. 2.

Fig. 5. Seismical structural map of the Ordovician and geological section through the Henrykowo structure. Explanations as in Fig. 2.

LITERATURA

- Bałaszow E., Karamzin G., Poleszak E. — Budowa geologiczna SE części synkliny perybałtyckiej na podstawie kompleksu badań geofizycznych. *Prz. geol.* 1971, nr 11.
- Bałaszow E., Knieszner L., Poleszak E. — Rozwój tektoniczny starszego paleozoiku w synklinie perybałtyckiej. *Ibidem*, 1972, nr 8-9.
- Birkis A. P., Bogdanowa C. W. i in. — Tiektonika krystalicznego fundamenta Bałtyjskiej siniekliny i sopriedielnych tjeritorij. *Sow. Gieol.* 1972, nr 6.
- Depowski S., Tyski S. — Budowa geologiczna synkliny perybałtyckiej i warunki występowania bituminów. *Prz. geol.* 1968, nr 7.
- Golberg J., Ruchowec N. — O wriemienije formirowanija lokalnych struktur i zależej niefti w Bałtyjskoj sinieklinie. *Gieol. niefti i gaza.* 1970, wyp. 1.
- Knieszner L. — Racionalne rozpoznanie sejsmiczne struktur lokalnych w obszarach platformowych. *Geofiz. i Geol. naft.* 1971, nr 6-7.
- Maniłow S., Bałaszow E. — Założenia planu dalszego rozwoju prac geofizycznych w obniżeniu przybałtyckim PRL w latach 1969-70. *Ibidem*, 1968, nr 11-12.
- Pożaryski W. — Rozwój tektoniczny starszego paleozoiku w środkowej i północnej Polsce. *Kwart. geol.* 1968, nr 4.
- Stolarczyk F., Tyski S. — Warunki geologiczne występowania węglowodorów w osadach kambru synkliny perybałtyckiej. *Prz. geol.* 1972, nr 8-9.
- Stolarczyk F., Tyski S. — Warunki geologiczne występowania węglowodorów w osadach ordowiku i syluru synkliny perybałtyckiej na tle jej rozwoju. *Ibidem*, 1972, nr 10.

SUMMARY

Conditions of formation of local Early Paleozoic structures from the Peribaltic syncline are characterized on the basis of analysis of geological and geophysical data. Regularities in distribution of the local structures are discussed. It is also shown that all the local structures are tectonically complicated by faults, which result in their block form. Genesis of local structures is related to the development and motion of particular blocks.

Three generations of faults are distinguished according to the time of their origin. Correspondingly, three principal types of local structures are identified. It is shown that the time span of formation and development of these local structures might range from the Lower Cambrian to the Lower Permian. Some types of petroleum traps related to type of structures and conditions of their development are distinguished.

Problems discussed in the present paper are of importance for current practise in selecting trends and methodology of petroleum exploration over the area of the Peribaltic syncline.

РЕЗЮМЕ

В представленной работе, на основании обобщения и анализа геолого-геофизических материалов по изученным локальным структурам Балтийской синеклизы, дается история формирования их в палеозойское время. Показано, что локальные структуры имеют характерную закономерность в своём распределении в регионе, тяготея к определённым зонам.

Указывается, что большинство локальных структур осложнено тектоническими нарушениями, которые являются причиной их блокового строе-

ния. Генезис структур связан с развитием и движением отдельных блоков. Выделено три типа тектонических нарушений по времени своего наиболее активного проявления. По характеру тектонических нарушений и истории развития отдельных блоков выделены три основных типа локальных структур.

Показано, что время заложения и развития локальных структур может охватывать интервал от

нижнего кембрия до нижней перми включительно.

В зависимости от типа структур и условий их образования указаны возможные типы ловушек для аккумуляции углеводородов.

Рассматриваемый в настоящей статье вопрос об условиях формирования локальных структур имеет важное практическое значение в определении направления и методики нефтепоисковых работ в Балтийской синеклизе.