

Andrzej WITKOWSKI

## Budowa geologiczna rejonu Żarnowca\*

### WSTĘP

Przedstawiona poniżej charakterystyka geologiczna dotyczy obszaru położonego w nadmorskiej, wschodniej części wyniesienia Łeby, gdzie dzięki badaniom intensywnie prowadzonym w ostatnich latach przez Instytut Geologiczny i Zjednoczenie Górnictwa Naftowego uzyskano znaczny postęp w rozpoznaniu wglębnej budowy geologicznej.

Wykonane w tym rejonie badania dostarczyły nowych, niezmiernie interesujących danych tak z zakresu stratygrafii i geologii strukturalnej starszego paleozoiku, jak i przesłanek pozwalających pozytywnie oceniać perspektywy ropo- i gazonośności.

Zasadniczym tematem artykułu są problemy wglębnej budowy geologicznej paleozoiku podcechsztyńskiego, reprezentowanego przez osady syluru, ordowiku i kambru, jak również zagadnienia osadowej serii podkambryjskiej i podłoża krystalicznego. Budowa geologiczna i charakterystyka utworów permsko-mezozoicznej i kenozoicznej pokrywy osadowej jako formacji nieperspektywicznych dla poszukiwań złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w tym rejonie przedstawiona została jedynie w ogólnych zarysach.

Należy podkreślić, że podanie nowych informacji geologicznych opartych na danych z głębokich otworów wiertniczych i interpretacji badań geofizycznych jest możliwe tylko dzięki wysiłkowi szerokiego grona pracowników zarówno Instytutu Geologicznego z Zakładów Geologii Strukturalnej, Geologii Złóż Ropy i Gazu, Geofizyki, Stratygrafii, Petrografii i Geochemii, jak i jednostek Zjednoczenia Górnictwa Naftowego — PGGN Toruń, PPN Piła i Zakładu Opracowań Geologicznych „Geonafta”.

Wszystkim, którzy przyczynili się do opracowania niniejszego artykułu — udostępniając do wykorzystania niejednokrotnie nie publikowane jeszcze materiały — autor składa w tym miejscu podziękowanie.

---

\* Referat wygłoszony dnia 8 VI 1973 r. na LXXIII sesji naukowej Instytutu Geologicznego poświęconej geologii paleozoiku dolnego platformowych obszarów Polski.

## OGÓLNA SYTUACJA GEOLOGICZNA

Północno-wschodnia część wyniesienia Łeby (W. Pożaryski, 1956; J. Sokołowski, 1968), stanowiącego na obszarze Polski fragment jednostki strukturalnej zwanej syneklizą perybałtycką (określonej przez geologów radzieckich jako synekliza bałtycka), charakteryzuje się typową dla obszaru platformowego budową geologiczną. Pod stosunkowo cienkimi (z reguły nie przekraczającymi 200 m miąższości) osadami trzeciorzędu i czwartorzędu występują silnie zredukowane osady permsko-mezozoicznego kompleksu strukturalnego.

Utwory mezozoiku reprezentowane są w dolnej części przez zredukowane osady pstrego piaskowca (głównie pstry piaskowiec dolny, miejscami występują również osady pstrego piaskowca środkowego) i warstwy lęborskie — seria piaszczysta nieokreślonego wieku (należąca, być może, do triasu) o miąższości 22—67 m, wydzielona przez R. Dadleza.

Utwory jury należą głównie do jury środkowej i częściowo dolnej (?); osady oksfordu znane są ze wschodniej części obszaru (Darżlubie). Kreda górna (cenoman) wykształcona jest w charakterystycznej dla tego regionu facji piaskowców glaukonitowych, stropowa powierzchnia utworów kredy jest powierzchnią erozyjną. Cały profil osadów mezozoiku charakteryzuje się licznymi redukcjami, rozmyciami i przerwami sedimentacyjnymi. Łączna miąższość tych utworów waha się od ok. 440 m (Dębki 2) do ok. 610 m (Darżlubie IG-1).

Osady cechsztynu na znacznej części obszaru należą do cyklotemów Werra i Stassfurt, jedynie na południowym wschodzie częściowo uzupełnione są osadami cyklotemu Leine (Darżlubie). Są to wapienie, anhydryty i sole z przewarstwieniami polihalitów. Łączna miąższość utworów cechsztynu waha się od 230 m na zachodzie (Białogóra) do 310 m na wschodzie (Darżlubie). Brak tu osadów czerwonego spągowca (?), karbonu i dewonu.

Utwory staropaleozoicznego piętra strukturalnego reprezentowane są przez osady syluru, ordowiku i kambru o łącznej miąższości 2400—2500 m. Poniżej, bezpośrednio na podłożu krystalicznym występują osady tzw. serii żarnowieckiej o miąższości 18—35 m. Podłoże krystaliczne występuje na głębokości —3200 do —3500 m i obniża się monoklinalnie w kierunku południowym i południowo-wschodnim.

## ZARYS HISTORII BADAŃ

Badania geofizyczne obszaru wyniesienia Łeby rozpoczęte zostały już w latach 1942—1943 przez niemiecką firmę „Seismos”, która wykonała prace grawimetryczne. Zdjęcie regionalne, kontynuowane przez PIG w latach 1949—1950 zakończone zostało przez PPG w 1957 r., w latach 1969—1970 PPG wykonało na zlecenie Zjednoczenia Górnictwa Naftowego zdjęcie grawimetryczne.

Badania magnetyczne regionalne wykonane w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych zostały opracowane w 1970 r. przez W. Draczyńskiego, K. Karaczuna i M. Karaczun dla składowej pionowej Z.

Badania geoelektryczne prowadzono w latach 1964—1969 metodami sondowań dipolowych, stabilizacji pola magnetycznego i telluryczną, uzys-

kując wyniki z powierzchni cechsztyńskiej i częściowo z podłoża krystalicznego (na zachód od Jeziora Żarnowieckiego).

Najważniejsze jednak dla odtworzenia przestrzennej wgłębnej budowy geologicznej utworów starszego paleozoiku są badania sejsmiczne wykonywane głównie metodą refleksyjną. Badania refrakcyjne — ograniczone są do pojedynczych profili regionalnych.

Regionalno-powierzchniowe prace sejsmiczne refleksyjne rozpoczęto w latach 1966—1967, początkowo aparaturą z zapisem oscylograficznym; badania półszczegółowe kontynuowane były w latach 1968—69 w ramach funduszy ONZ aparaturą z zapisem magnetycznym dla poszukiwań złóż soli potasowych, przy czym metodyka badań nastawiona była na uzyskiwanie wyników z cechsztynu. W latach 1970—1972 prace sejsmiczne półszczegółowe i szczegółowe wykonywało Przedsiębiorstwo Geofizyczne Górnictwa Naftowego w Toruniu, stosując m.in. metodę pokryć wielokrotnych, co umożliwiło śledzenie przewodniego horyzontu sejsmicznego związanego z utworami węglanowymi ordowiku.

Poza pracami na lądzie, w latach 1964 i 1967, na zlecenie Instytutu Geologicznego wykonane zostało regionalne zdjęcie powierzchniowe sejsmiczne metodą refleksyjną w obszarze morskim. W latach 1967—1968 wykonano tu również badania magnetyczne (R. Dadlez, S. Młynarski, 1972; D. Żardecka, 1973).

Badania wiertnicze — intensywnie prowadzone od 1963 r. przez Zakład Złóż Soli i Surowców Chemicznych IG we wschodniej części wyniesienia Łeby — umożliwiły na podstawie kilkudziesięciu otworów dobre rozpoznanie utworów mezozoiku i permu oraz skartowanie górnej części osadów syluru (Z. Werner, 1972).

Badanie utworów starszego paleozoiku dla określenia perspektywy ropo- i gazonośności tego regionu rozpoczął Zakład Geologii Struktur Wgłębnych Niżu IG wykonaniem w latach 1968—1969 głębokiego otworu badawczego Żarnowiec IG-1, zaprojektowanego przez K. Jaworowskiego do podłoża krystalicznego, oraz otworami wiertniczymi Ż IG-1a i Ż IG-4, wykonanymi w latach 1970—1972 i zakończonymi w osadach kambru środkowego. Ponadto w latach 1972—1973 w części południowo-wschodniej obszaru wykonano badawczy otwór wiertniczy Darzłubie IG-1, zakończony w podłożu krystalicznym.

Oprócz wymienionych wyżej otworów wiertniczych Zjednoczenie Górnictwa Naftowego wykonało w latach 1971—1973 wiercenia Dębki 2, D-3, Piaśnica 2 i Białogóra 1, zakończone w osadach kambru środkowego. W głębinie znajduje się otwór Władysławowo 4, zaprojektowany do podłoża krystalicznego. W zachodniej części obszaru, poza opisywanym rejonem, Górnictwo Naftowe wykonało w latach 1969—1970 otwory wiertnicze rozpoznające całą pokrywę osadową i nawiercające skały podłoża krystalicznego (Łeba 8 i Smółdino 1).

Tak więc we wschodniej części wyniesienia Łeby istnieje obecnie 8 głębokich otworów wiertniczych, z których dwa osiągnęły podłoże krystaliczne. Wyniki badań stratygraficznych rejonu Żarnowca były referowane w 1972 r. na posiedzeniu naukowym Zakładu Geologii Struktur Wgłębnych Niżu przez dra H. Tomczyka, który pełnił obowiązki nadzoru geologicznego wierceń Instytutu Geologicznego (H. Tomczyk, 1972).

## CHARAKTERYSTYKA STRATYGRAFICZNO-LITOFACJALNA

## PODŁOŻE KRYSTALICZNE

Utwory fundamentu krystalicznego o powierzchni ukształtowanej przez erozję zbudowane są według W. Ryki (praca w druku) z proterozoicznych gnejsów hornblendowych i biotytowych, enderbitów i czarnokitów w większości przeobrażonych hydrotermalnie (Żarnowiec IG-1). Najstarsze zespoły skalne (enderbity) powstały według tego autora w czasie konsolidacji svekofenno-karelidów i były regenerowane w okresie gotyjskim. Na podstawie wstępnych danych w otworze Darzłubie IG-1 występują głównie granitoidy metasomatycznie przeobrażone, prawdopodobnie również w okresie konsolidacji gotyjskiej.

W zachodniej części obszaru w rejonie Smołdzina (W. Ryka, 1973) występują najstarsze ze znanych na Niżu Polskim skały krystaliczne, należące do kompleksu pomorskiego konsolidacji presvekofenno-karelskiej.

Na dotychczas publikowanych mapach tektonicznych krystalicznego podłoża platformy prekambryjskiej w Polsce (S. Kubicki, W. Ryka, J. Znosko, 1972, 1973), na obszarze wyniesienia Łeby znaczone występowanie odpowiedników jotnickich kwarcytów i łupków kwarcytowych, co nie znajduje uzasadnienia, ponieważ — jak wynika z ostatnich badań — osady tzw. serii żarnowieckiej są znacznie młodsze (K. Lenzion, 1970 oraz praca w druku).

## EOKAMBR — KAMBR DOLNY

Utwory pokrywy osadowej rozpoczynają się klastycznymi osadami serii żarnowieckiej (K. Lenzion, 1970), wykształconej w postaci piaskowców arkozowych grubo- i średnioziarnistych z podrzędnymi wkładkami i prze-warstwieniami żwirowców i mułowców, przeważnie o spoiwie ilasto-żelazistym, powodującym pstre zabarwienie osadów.

Miąższość osadów serii żarnowieckiej wzrasta w kierunku zachodnim — od 18 m w Darzłubiu IG-1 do 35 m w Żarnowcu IG-1 i zwiększa się nadal do 80 m w Łebie i 148 m w Smołdzinie. Ponieważ utworów tych nie stwierdzono w Krynicy Morskiej, należy przypuszczać, że wyklinowują się na wschód od Darzłubia — być może w okolicy Gdańska; zasięg wschodni serii żarnowieckiej uściślony zostanie znajdującym się obecnie w głębinie otworem wiertniczym<sup>1</sup> Gdańsk IG-1.

Utwory piaszczysto-żwirowe serii żarnowieckiej charakteryzują się lokalnie zwiększoną porowatością do 13,2% (Darzłubie), stanowiąc poziom o pozornie dobrych własnościach zbiornikowych, jednak ze względu na minimalną przepuszczalność wydaje się, że bardziej prawdopodobne jest występowanie w nim gazu ziemnego niż ropy naftowej.

Problem przynależności stratygraficznej serii żarnowieckiej nie został dotychczas wyjaśniony; K. Lenzion (1970) korelując ją z wendyjskimi piaskowcami Nexö z Bornholmu nie wyklucza ostatecznie (K. Lenzion, praca w druku) możliwości zaliczenia części serii żarnowieckiej do kambru dolnego.

<sup>1</sup> Jak wynika z profilu otworu Gdańsk, występuje tu jeszcze cienka warstwa piaszczysto-żwirowych utworów o miąższości 18 m; tak więc osady serii żarnowieckiej wyklinowują się na wschód od tego tworu (przyp. autora z dnia 2 lipca 1974 r.).

Na podstawie analizy miąższościowo-facjalnej sądzę, że pogląd ten jest jak najbardziej uzasadniony; we wschodniej części wyniesienia Łęby zmniejszeniu miąższości serii żarnowieckiej towarzyszy zwiększenie miąższości osadów kambru dolnego (Żarnowiec — Darżlubie, tab. 1), przy czym łączna miąższość tych osadów jest wyrównana. Ponadto niekiedy przejście osadów serii żarnowieckiej w utwory kambru dolnego (Kościerzyna IG-1) jest stopniowe, są to osady jednego cyklu sedymentacyjnego.

## KAMBR

Utwory kambru rozpoziomowane przez K. Lendzion (1970 oraz praca w druku) na trzy oddziały wykazują w rejonie Żarnowca stosunkowo niewielkie zróżnicowanie miąższościowo-facjalne poszczególnych kompleksów litostratygraficznych, przy dość znacznej zmienności w obrębie mniejszych jednostek litostratygraficznych (ogniwa, pakiety).

Analiza pełnego profilu osadów kambryjskich wyniesienia Łęby oparta jest na 4 profilach: Darżlubie, Żarnowiec, Łęba 8 i Smołdzino. Zestawienie miąższości poszczególnych oddziałów kambru i eokambru przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Miąższość oddziałów kambru i eokambru w analizowanych otworach

Osady		Darżlubie 1	Żarnowiec 1	Łęba 8	Smołdzino 1
Kambr	Cm <sub>3</sub>	8,0	9,6	11,0	16
	Cm <sub>2</sub>	262,0	273,6	259,0	222
	Cm <sub>1</sub>	218,0	196,1	238,0	240
Razem Cm		488,0	480,0	508,0	478
Eokambr		18,0	35,0	80,0	148
Eokambr + Cm <sub>1</sub>		236,0	231,0	318,0	388
Razem eokambr i kambr		506,0	514,0	588,0	626

Osady kambru dolnego reprezentujące według K. Lendzion (praca w druku) poziomy subholmiowe (klimontowskie) holmiowe i protolenusowe wykształcone są w facji piaszczystej i mułowcowo-ilastej. Autorka ta, opierając się na wstępnych badaniach, w artykule z 1970 r. wyraziła przypuszczenie, że najstarszymi osadami kambru są utwory poziomu holmiowego. Z. Brodowicz (praca w druku) — opracowując mapy litologiczno-facjalne ilościowe kambru wyniesionej części platformy prekambryjskiej — analizowała kambr dolny razem z serią żarnowiecką. Współczynnik piaskowcowo-lupkowy zmienia się od 0,6 (Darżlubie) do 1,3 w Żarnowcu i 0,9 w Łębie. Miąższość izolitów piaskowcowych wynosi odpowiednio 84 m, 130 m i 160 m, a średnia miąższość warstw piaskowcowych waha się od 3,0 do 5,6 m. Osady gruboklastyczne reprezentowane są przeważnie przez piaskowce kwarcytowe zwarte, praktycznie biorąc nieporowate, z nielicznymi wkładkami piaskowców kwarcowych o porowatościach rzędu 5,3—7,8% i przepuszczalności 0,2—3 mdcy.

Osady kambru środkowego, należące według K. Lendzion (1970, praca w druku) do poziomów *Paradoxides oelandicus* i *P. paradoxissimus* (brak osadów poziomu *Paradoxides forchhammeri*), w części dolnej wykształcone są w litofacji mułowcowo-ilastej, przechodzącej ku górze w litofację mułowcowo-piaszczystą.

W kompleksie osadów kambru środkowego rejonu Żarnowca wyróżniam następujące ogniwa litostratygraficzne (fig. 1):

- I — dolne ogniwo ilasto-mułowcowe (155—176 m);
- II — ogniwo piaskowcowe (38—63 m);
- III — ogniwo piaskowcowo-mułowcowe (12—41 m);
- IV — górne ogniwo ilasto-mułowcowe (18—26 m).

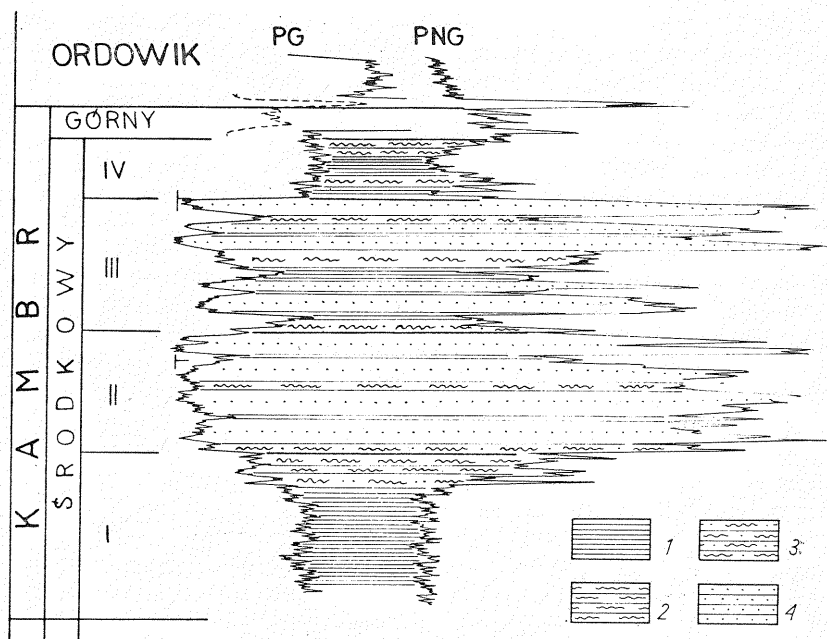


Fig. 1. Podział litostratygraficzny utworów kambru środkowego na przykładzie otworu wiertniczego Żarnowiec IG-1 (normalizacja krzywych według L. Króla)

Lithostratigraphical subdivision of the Middle Cambrian formations, exemplified by borehole Żarnowiec IG-1 (normalization of curves according to L. Król)

1 — ilowce; 2 — mułowce; 3 — mułowce piaszczyste; 4 — piaskowce;  
I — dolne ogniwo mułowcowo-ilaste; II — ogniwo piaskowcowe; III — ogniwo piaskowcowo-mułowcowe; IV — górne ogniwo ilaste

1 — claystones; 2 — siltstones; 3 — arenaceous siltstones; 4 — sandstones;  
I — lower siltstones-clay member; II — sandstone member; III — sandstone-siltstone member; IV — upper clay member

W Darzłubiu w spągu dolnego ogniwa ilasto-mułowcowego (155 m) występuje ponadto pakiet piaszczysty (13 m) i trudno jest wydzielić spośród przekładańców piaskowcowo-mułowcowych wyraźną serię piaskowcową. Bezpośrednio ponad serią ilasto-mułowcową, w dole serii mułowcowo-piaskowcowej, występują piaskowce o miąższości ok. 4,9 m, z punktowymi śladami węglowodorów w świetle UV, przeciętnej porowatości.

8,38% (dane z 23 pomiarów), przepuszczalności do 3,4 mdcy. Niestety, opróbowanie powyższego horyzontu dało wynik negatywny.

Miąższość izolitów piaskowcowych waha się od 54,5 m w Darzłubiu do 94,6 w Żarnowcu i 38,0 w Łebie 8. Współczynnik piaskowcowo-lupkowy zmienia się = 0,3 — 0,5 — 0,2, średnia miąższość warstw piaskowcowych = 4,2 — 6,8 — 4,2, a ilość warstw piaskowcowych = 13 — 14 — 9.

Stwierdzone dotychczas ślady i przypływy ropy naftowej związane są w rejonie Dębki — Żarnowiec z serią piaskowcową i piaskowcowo-mułowcową, w których pośród zbitych piaskowców kwarcytowych występują warstwy piaskowców kwarcowych o porowatościach (dane laboratoryjne) do 10,56% i przepuszczalności do 16 mdcy, miąższości 0,75—12 m, nasyconych ropą lub solanką.

Z warstw tych w otworach Żarnowiec IG-4 i Dębki uzyskano stały pulsacyjny samowypływ ropy naftowej nie przewyższający 2,5 m<sup>3</sup>/dobę. Jest to ropa niskosiarkowa typu parafinowego o c.w. 0,80 g/cm<sup>3</sup>, zawartości frakcji benzynowej 31%, frakcji olejowej 35,7% i frakcji typu olejów smarowych 23,8%. Dane dotyczące własności fizycznych powyższych poziomów zbiornikowych, uzyskane na podstawie badań geofizycznych i opróbowania próbnikami złoża typu Halliburton, są znacznie wyższe od danych laboratoryjnych (porowatość do 18%, przepuszczalność ponad 100 mdcy). Spowodowane jest to — poza uwzględnieniem porowatości międzyziarnowej — wpływem szczelinowatości i mikroszczelinowatości, znacznie zwiększającymi przepuszczalność efektywną poziomów zbiornikowych; efekt ten potwierdzają wysokie przypływy solanek (ponad 6,5 m<sup>3</sup>/h) z otworu wiertniczego Ż IG-1a. Jak wynika z badań petrograficznych (W. Rydzewska, 1971), piaskowce kwarcytowe o regeneracyjnym spoiwie krzemionkowym powstały w wyniku procesów epigenetycznych i wbrew niektórym poglądom nie można ich uważać za utwór synsedymenacyjny. Świadczą o tym wyraźnie obwódki regeneracyjne wokół ziarn kwarcu, często o powierzchni pokrytej pyłem bitumicznym.

Przytoczone powyżej dane oraz znaczna zmienność położenia warstw piaskowcowych o dobrych własnościach zbiornikowych w stosunku do stropu kambru środkowego, zmienna ilość warstw (od 1 do 5) i zmienna miąższość (od 0,75 do 12 m) świadczą o występowaniu w rejonie Żarnowca typowych pułapek litologicznych. Nie wykluczone jest przy tym, że mogą tu występować również wartościowe nagromadzenia węglowodorów w pułapkach kombinowanych — litologiczno-strukturalnych lub tektonicznych.

Powyżej górnej serii ilasto-mułowcowej kambru środkowego występują niewielkiej miąższości osady kambru górnego (8—11 m), na których zniszczonej powierzchni leżą osady ordowiku rozpoczynające się glaukonitytem lub mułowcem glaukonitowym arenigu. Podobnie jak na większości obszaru platformowego Polski brak tu jest osadów tremadoku.

Kambr górny wykształcony jest w postaci czarnych ilowców z soczewami wapieni krystalicznych, zawiera bogatą faunę trylobitów, na podstawie których K. Lenzion (1970) stwierdziła występowanie pięciu poziomów (spośród 6 według podziału skandynawskiego); brak jest osadów najwyższego poziomu kambru górnego (*Acerocare*). Należy podkreślić, że właśnie w rejonie Żarnowca po raz pierwszy w Polsce na obszarze platformy prekambryjskiej stwierdzono faunistycznie udokumentowane utwory kambru górnego.

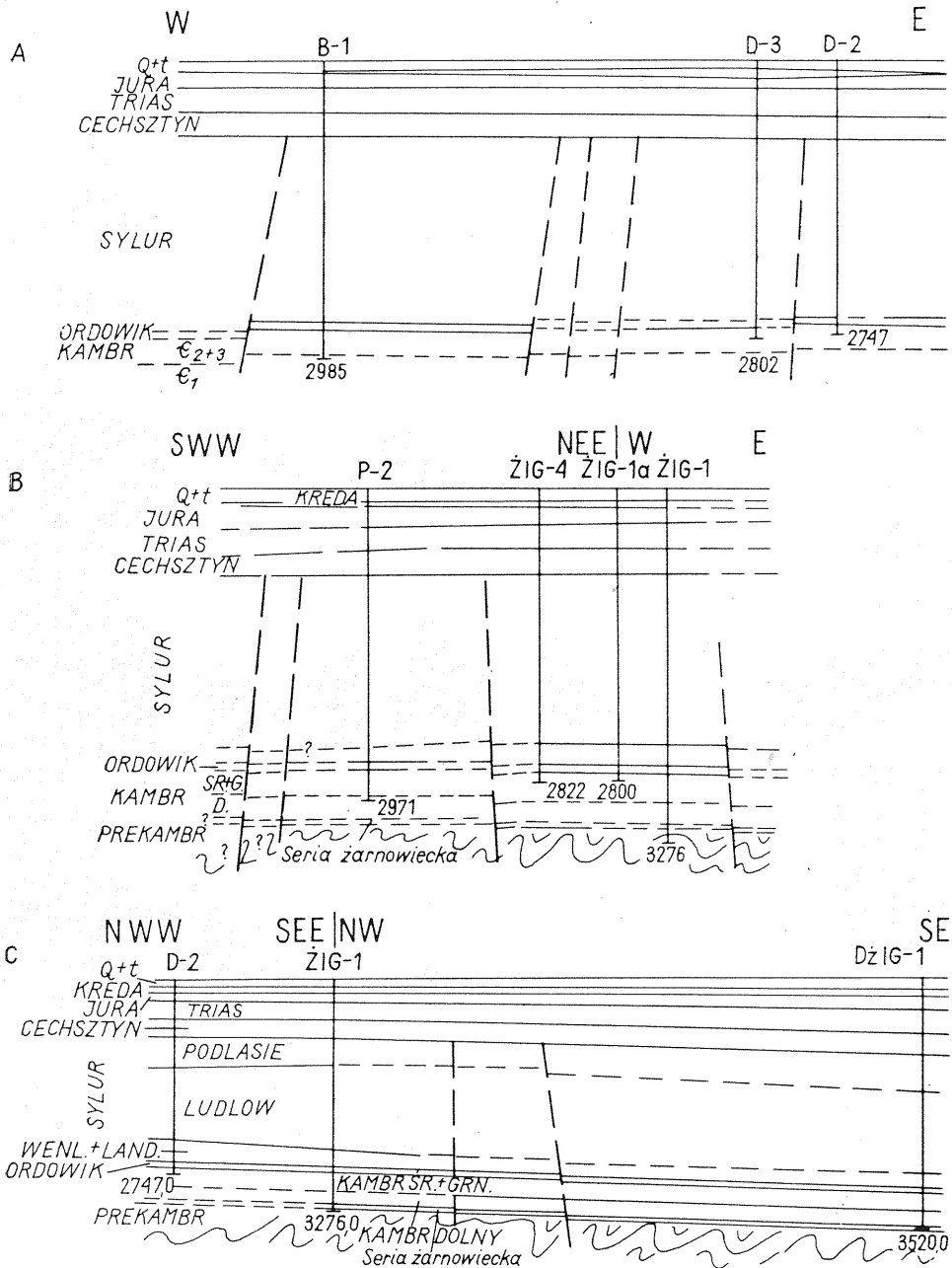


Fig. 2. Schematyczne przekroje geologiczne: A — Białogóra — Dębki; B — Piaśnica — Żarnowiec; C — Dębki — Darżlubie

Schematic geological cross sections: A — Białogóra — Dębki, B — Piaśnica — Żarnowiec, C — Dębki — Darżlubie



## ORDOWIK

Utwory ordowiku według Z. Modlińskiego (1971) reprezentowane są przez osady arenigu, lanwirnu, landeila, karadoku i aszgilu; w wykształceniu litofacjalnym podkreślić należy występowanie wśród osadów mułowcowo-ilastych pakietu marglisto-wapiennego o zmiennej miąższości (20—10 m), występującego w piętrach arenig i lanwirn. Poziom ten jest bardzo istotny dla sejsmiki refleksyjnej, gdyż jako jedyny daje wyraźne odbicia, które uważane są za poziom przewodni. Łączna miąższość osadów ordowiku w Darzłubiu wynosi 60 m, w rejonie Żarnowca — Białogóry 71—76 m i w Łebie 8 równa się 71 m. Objawów węglowodorów nie stwierdzono.

## SYLUR

Pośród utworów staropaleozoicznego piętra strukturalnego osady syluru odznaczają się największymi miąższościami, dochodzącymi w zachodniej części wyniesienia Łeby do 3300 m (Słupsk IG-1). W obszarze wschodnim, w rejonie Żarnowca — Darzłubie miąższość utworów syluru waha się od 1780 do 1870 m.

Szczegółowy podział stratygraficzny syluru dokonany został przez H. Tomczyka (1969, 1972), który wyróżnił utwory piętra podlaskiego, ludlowu, wenloku i landoweru. Nawiązując do ustalonego przez siebie podziału litostratygraficznego (H. Tomczyk, 1972) wydzielił ponadto w ludlowie warstwy siedleckie (górne, środkowe i dolne) i warstwy mielnickie.

Pomimo znacznie rozbudowanej miąższości, wykształcenie litologiczno-facjalne syluru jest bardzo monotonne, większość profilu reprezentowana jest przez osady ilaste lub ilasto-mułowcowe i mułowce (ludlow dolny). Podrzednie w najwyższym sylurze (piętro podlaskie) rozwinięta jest litofacja ilasto-marglista.

Zestawienie miąższości osadów poszczególnych pięter syluru (wg wydzielen H. Tomczyka) na obszarze wyniesienia Łeby przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Miąższość osadów syluru

Piętro	Dż IG-1	Ż IG-1	Ż IG-4	P-2	Ł-8	Smółdzino
podlasie	545	371	420	404	460	421
ludlow	1140	1255	1167	1160	1295	1460
landower + + wenlok	188	190	208	216	198	185
Razem	1873	1816	1795	1783	1953	2066

Utwory syluru ze względu na znaczną miąższość i wykształcenie litologiczno-facjalne stanowią, podobnie jak osady ordowiku, kompleks skał uszczelniających; nie zaobserwowano w nich objawów węglowodorów.

Na obszarze wyniesienia Łeby brak jest utworów dewonu, karbonu i czerwonego spągowca; bezpośrednio na erozyjnej powierzchni syluru leżą osady cechsztynu.

## CHARAKTERYSTYKA STRUKTURALNA

Odtworzenie przestrzennej wgłębnej budowy geologicznej utworów starszego paleozoiku obszaru wyniesienia Łeby jest możliwe wyłącznie przy zastosowaniu kompleksowych metod badawczych — geofizyki i wierceń głębokich.

Uzyskany w ostatnim 5-leciu postęp w zakresie zbadania tego regionu jest ogromny i stopień wiarygodności przedstawionych obecnie interpretacji jest dość wysoki, dlatego też w obszarze lądowym regionalne rozpoznanie tej części obszaru można uznać za wystarczające. Dane uzyskane z obszaru akwenu Bałtyku należy traktować jako informacje wstępne, wymagające uściślenia dalszymi badaniami regionalnymi.

Pomimo rozpoznania ogólnego regionalnego charakteru budowy geologicznej utworów staropaleozoicznego piętra strukturalnego i jego podłoża, stopień lokalnego skomplikowania układu przestrzennego poszczególnych stref strukturalnych jest tak zróżnicowany, że ciągle jeszcze należy się liczyć z niespodziankami. Potwierdzeniem tego są ostatnie wyniki otworów wiertniczych: w otworze B-1 zamiast bloku wyniesionego stwierdzono w ordowiku obniżenie, a w otworze W-4 strop utworów kambryjskich napotkano ponad 100 m wyżej niż można było przypuszczać opierając się na analizie materiałów sejsmicznych.

## PODŁOŻE KRYSTALICZNE

Morfologia powierzchni stropowej podłoża krystalicznego — określona badaniami wiertniczymi i sejsmiczną metodą refrakcyjną — przedstawiona jest na mapach sejsmicznych opracowanych przez M. Wińskiego w 1971 i 1972 r., J. Skorupę (1970, praca w druku) i A. Kisłowa w 1973 r. Dwie pierwsze wersje, zbliżone do siebie, przedstawiają łagodną, monoklinalną powierzchnię obniżającą się od północy ku południowi w granicach —3250 do —3500 m, przy czym J. Skorupa podkreśla, że ze względu na dokładność metody refrakcyjnej nie można przedstawić bardziej szczegółowej interpretacji, zwłaszcza w zakresie określania przebiegu stref dyslokacyjnych o niewielkich amplitudach. Odmienny pogląd reprezentuje A. Kisłowski przedstawiając znacznie bardziej zróżnicowany obraz ukształtowania powierzchni podłoża o szybkości granicznej 6000 m/sek, w cięciu co 50 i 100 m, skomplikowanej licznymi dyslokacjami o kierunkach równoleżnikowych i zbliżonych do NW-SE. Strefy te w rejonie Żarnowca posiadają kierunki w zasadzie zbliżone do stref nieciągłości obserwowanych w utworach staropaleozoicznego piętra strukturalnego (fig. 3).

## STAROPALEOZOICZNE PIĘTRO STRUKTURALNE

Analiza układu przestrzennego utworów starszego paleozoiku oparta jest głównie na wynikach badań sejsmiki refleksyjnej, śledzącej przewodni horyzont wapieni śródorowickich.

Pierwsze wersje głębokościowe obrazujące przestrzennie wgłębą budowę strukturalną utworów starszego paleozoiku na podstawie umownego horyzontu „C” (na lądzie) oraz horyzontu „D” (w obszarze morskim) pochodzą z 1965 r. i przedstawiają w rejonie Żarnowca niewielkie wyniesie-

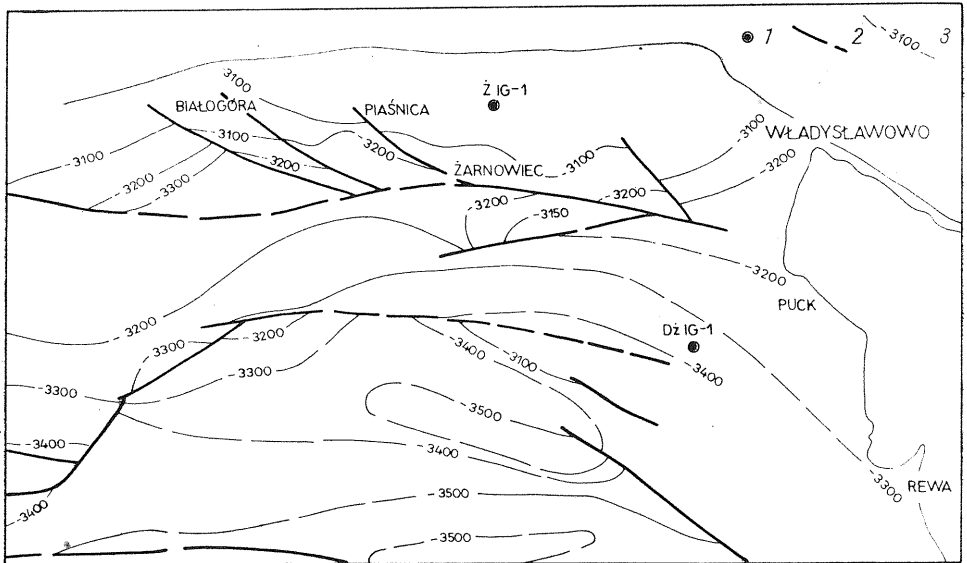


Fig. 3. Fragment mapy kształtowania stropu podłoża z  $V_{gr}=6000$  m/sek syneklizy perybałtyckiej (na podstawie materiałów A. Kisłowa z 1973 r.)

Fragment of a map showing morphology of the top of the basement characterized by boundary velocity = 6000 m/sec in the Peribaltic syncline (according to A. Kisłowa's materials from 1973)

1 — otwory wiertnicze osiagające podłożo krystaliczne; 2 — dyslokacje; 3 — izohipsy stropu podłoża krystalicznego

1 — boreholes that penetrated the crystalline basement; 2 — dislocations; 3 — contour lines of the top of the crystalline basement

nia o osi NWW-SSE. Po wykonaniu badań sejsmicznych przez PPG w latach 1966—1968, W. Stasiak na głębokościowej mapie sejsmicznej horyzontu „C” wyinterpretował między Jeziorem Żarnowieckim a Karwią łagodnie wznoszący się ku NW element strukturalny o charakterze hemiantykliny (tzw. nos strukturalny) wyznaczony izobata — 2650 (fig. 4).

Na podstawie uzupełniających przekrojów sejsmicznych, wykonanych na tym obszarze przez PGGN Toruń w 1970 r., M. Radoń i S. Szyrajew

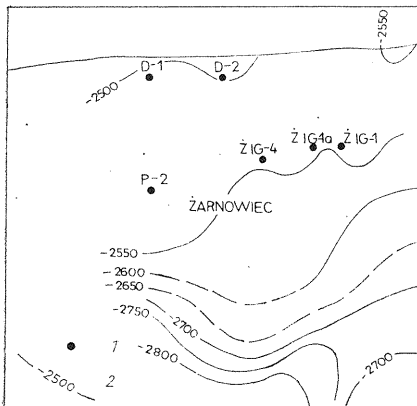


Fig. 4. Fragment szkicu strukturalnego horyzontu refleksyjnego C, opracowanego w 1969 r. przez W. Stasiak dla wyniesienia Leby

Fragment of a structural sketch of the reflexion horizon C worked out in 1969 by W. Stasiak for the Leba elevation

1 — otwory wiertnicze osiagające utwory kambru; 2 — izohipsy horyzontu refleksyjnego

1 — boreholes that reached the Cambrian formations; 2 — contour lines of reflexion horizon

przedstawili na głębokościowym szkicu granicy refleksyjnej *Or* w starszym paleozoiku strukturę przydyslokacyjną, wyznaczoną izobata —2700, częściowo zamkniętą od zachodu strefą dyslokacyjną o zmiennym kierunku NE-SW i NNE-SSW i wielkości zrztu skrzydła zachodniego 80—100 m (fig. 5).

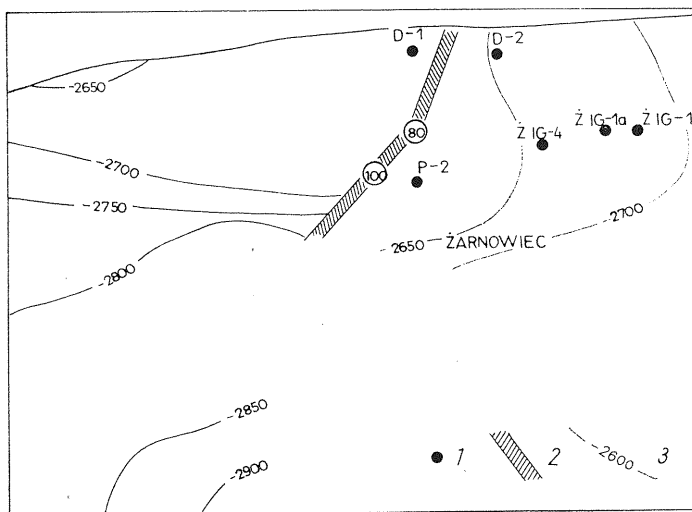


Fig. 5. Fragment szkicu strukturalnego granicy refleksyjnej w starszym paleozoiku (*Or*), opracowanego w 1970 r. przez M. Radonia i S. Szyrajewa dla rejonu Żarnowca

Fragment of a structural sketch of the reflexion boundary in the Early Palaeozoic (*Or*) worked out in 1970 by M. Radoń and S. Szyrajew for the region of Żarnowiec

1 — otwory wiertnicze osiagające utwory kambru; 2 — strefa dyslokacyjna z opisaną wielkością zrztu; 3 — izohipsy granicy refleksyjnej *Or*

1 — boreholes that reach the Cambrian formations; 2 — dislocation zone with the described throw value; 3 — contour lines of the reflexion boundary, *Or*

Najnowsze wersje układu przestrzennego horyzontu sejsmicznego *Or* opracowane zostały również w PGGN Toruń przez T. Żarionowa, A. Czulińską-Wierzchowską, N. Prutkija i A. Adamską po wykonaniu zdjęcia półszeregowego i szczegółowego w latach 1971—1972 i opublikowane w 1973 roku (Z. Białowas, A. Wierzchowska-Czulińska, 1973). Na mapie tej element strukturalny Żarnowca przedstawiony został jako struktura przydyslokacyjna z dwiema brachyantyklinalnymi elewacjami zamkniętymi izobata —2640. Podkreślając blokowy charakter wgłębnej budowy, autorzy wyróżnili we wschodniej części wyniesienia Łęby następujące „strefy strukturalno-tektoniczne”: 1 — strefę strukturalno-tektoniczną Jastarni; 2 — strefę strukturalno-tektoniczną Żarnowca z trzema blokami Cetniewa, Żarnowca i Białogóry; 3 — strefę strukturalno-tektoniczną Biebrowa; 4 — strefę strukturalno-tektoniczną Łęby.

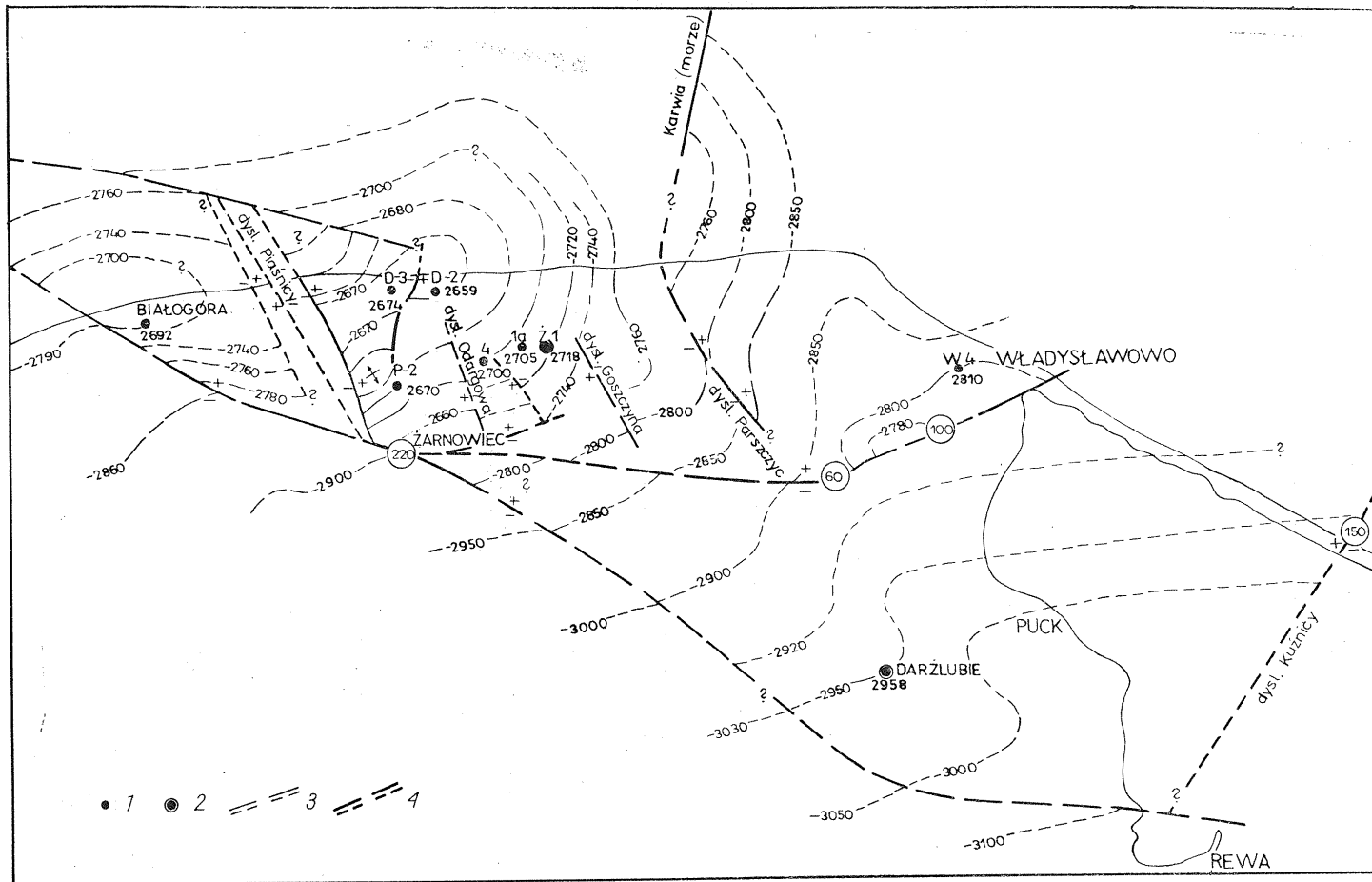


Fig. 6. Hipotetyczny szkic strukturalny stropu utworów kambru rejonu Żarnowiec — Puck (na podstawie wierceń IG i ZGN oraz nie publikowanych opracowań sejsmicznych W. Stasiaka, M. Radoń, D. Żardeckiej, A. Wierzchowskiej-Czulińskiej)

Hypothetical structural sketch of the top of the Cambrian formations in the region of Żarnowiec — Puck (on the basis of drillings made by Geological Institute and Petroleum Industry, and according to unpublished seismic works by W. Stasiak, M. Radoń, D. Żardecka, A. Wierzchowska-Czulińska)

1 — otwory nawiercające utwory kambru; 2 — otwory osiagające podłoże krystaliczne; 3 — izohipsy stropu utworów kambru; 4 — dyslokacje nieciągłe pewne i przypuszczalne

1 — boreholes that reach the Cambrian formations; 2 — boreholes that reach the crystalline basement; 3 — contour lines of the top of the Cambrian formations; 4 — discontinuous dislocations, both proved and supposed

W sprawozdaniu z badań sejsmicznych wykonanych w 1972 r. po raz pierwszy poza granicą refleksyjną *Or* zarejestrowano horyzont refleksyjny wiązany z utworami prekambru, który generalnie biorąc zgodny jest z regionalnym układem starszego paleozoiku.

Opracowanie wyników morskich badań sejsmicznych z lat 1964—1967 oraz nawiązanie do prac sejsmiki lądowej wykonane zostało w 1971 r. przez D. Żardecką (1973), a interpretacja geologiczna tych badań dokonana przez R. Dadleza (R. Dadlez, S. Młynarski, 1972).

Na podstawie analizy wymienionych powyżej materiałów sejsmicznych i otworów wiertniczych oraz uwzględnieniu opracowanych w 1972 r. w ZOG „Geonafra” regionalnych map strukturalnych stropu ordowiku syneklizy perybałtyckiej przez T. Wilczka i stropu kambru przez J. Rakowską (opracowania nie publikowane) sporządzono hipotetyczny szkic strukturalny stropu utworów kambru rejonu Białogóra — Żarnowiec — Darżlubie (fig. 6).

Wyróżniono dwie zasadnicze strefy strukturalne: północną i południową — oddzielone dyslokacją o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego, ograniczone od zachodu i południa regionalną dyslokacją o kierunku zbliżonym do NW-SE, zmieniającą kierunek na wschodzie na zbliżony do równoleżnikowego. Zapewne na południe od Darżlubia dyslokacja ta łączy się z wałą strefą dyslokacyjną Wejherowa, wyznaczoną przez J. Rakowską (praca w druku).

Strefa strukturalna północna, określona jako strefa Białogóry — Władysławowa, prawdopodobnie ograniczona jest od NW uskokiem ujawnionym przez morskie zdjęcie sejsmiczne, który ma przebieg zbliżony do równoleżnikowego: Łeba (morze) — Dębki (morze). Oddzielona jest od strefy strukturalnej południowej — Darżlubia — dyslokacją równoleżnikową Żarnowiec — Krokowa — Władysławowo.

W obrębie pierwszej strefy strukturalnej można wyróżnić następujące elementy lokalne (od zachodu): 1 — blok Białogóry (obniżony); 2 — blok Dębki — Żarnowiec (podniesiony); 3 — blok Sławoszyno — Karwia (obniżony); 4 — blok Władysławowa (podniesiony). W bloku tym A. Wierzchowska wyróżnia podniesienie Mieroszyno północ i Mieroszyno południe.

Wyróżnione bloki oddzielone są dyslokacjami o kierunku zbliżonym do południkowego (od zachodu): 1 — strefą dyslokacyjną Piaśnicy, złożoną z kilku dyslokacji; 2 — dyslokacją Odargowa; 3 — dyslokacją Goszczyna; 4 — dyslokacją Parszczyz, która, być może, łączy się na północy z dyslokacją Karwia — morze.

Ponadto w obrębie bloku Żarnowca istnieje jeszcze dyslokacja Dębek, przebiegająca między otworami wiertniczymi D-2 i D-3. Dyslokacja ta, pomimo wyraźnego zaznaczenia się na sekcjach czasowych, nie została wyróżniona w końcowych sprawozdaniach sejsmicznych. Dyslokacji Dębek nie można łączyć z uskokiem Odargowa ze względu na odwrotny kierunek zrzutu, co wymagałoby przyjęcia istnienia uskoku nożycowego.

Przedstawiona interpretacja strukturalna bloków Białogóra — morze i Żarnowiec — Dębki (fig. 6) jest ze względu na brak jednoznacznych danych jedną z możliwych do przyjęcia wersji. Należy zwrócić uwagę na możliwość odwrotnej interpretacji układu strukturalnego tych bloków, tj. przyjęcie wynurzania się bloku Białogóry w kierunku północnym aż do zamknięcia dyslokacyjnego i przedstawienie rejonu Dębek jako zamy-

kającej się poza łądem brachyantykliny z pominięciem dyslokacji północnej.

W strefie strukturalnej Darżlubia, stanowiącej w stosunku do strefy północnej obszar obniżony, ze względu na mniejszą ilość materiałów nie można obecnie bliżej określić istniejącego zapewne zróżnicowania strukturalnego. A. Wierzchowska-Czulińska na podstawie prac z 1972 r. wyróżnia tu dwa dodatnie elementy: na północy strukturę Gnieźdźewa i na południu strukturę Żelistrzewa. Od wschodu strefa ta prawdopodobnie oddzielona jest dyslokacją Kuźnicy.

Cały obszar wschodniej części wyniesienia Łeby od południowego zachodu i zachodu ograniczony jest regionalną dyslokacją Białogóra — Połchowo — Rewa, o malejącej od północy amplitudzie zrzutu od ponad 200 do kilkudziesięciu metrów.

### UWAGI TEKTONICZNE

Rozwój tektoniczny staropaleozoicznej pokrywy osadowej tej części platformy wschodnioeuropejskiej, podobnie jak i pozostałego obszaru, determinowany był w znacznym stopniu ruchliwością poszczególnych bloków podłoża krystalicznego. Jak wynika z porównania rezultatów badań sejsmiki refrakcyjnej i refleksyjnej, część stref dyslokacyjnych przemieszczających kompleksy osadowe jest głęboko zakorzeniona w podłożu krystalicznym.

Udokumentowany przez K. Lenzion (1970) brak osadów najwyższego poziomu kambru środkowego (*Paradoxides forchhammeri*) świadczy o przerwie sedymentacyjnej spowodowanej wynurzeniem obszaru w związku z fazą świętokrzyską, które powtórzyło się pod koniec kambru górnego (faza sandomierska) i trwało aż do arenigu. Ruchy powyższe miały charakter typowych dla obszaru platformowego ruchów epejrogenicznych, trudno jest się tu dopatrzeć różnic kątowych w ułożeniu utworów kambru środkowego, górnego i ordowiku — syluru, nie istnieje tu więc problem przebudowy planów strukturalnych. Odtworzenie układu przestrzennego jednego z przewodnich poziomów (ordowik) jest charakterystyczne w zasadzie dla całego kompleksu staropaleozoicznego.

W rejonie struktury Żarnowca prawdopodobnie nie zaznaczyły się ruchy fazy takońskiej orogenicznego cyklu kaledońskiego; według H. Tomczyka (1972) istnieje ciągłość sedymentacyjna między ordowikiem a sylurem i osady aszgilu stopniowo przechodzą w utwory landoweru, jednak Z. Modliński (praca w druku) w otworze Kościerzyna (na południe od wyniesienia Łeby) wyróżnia w stropie utworów aszgilu kilkunastocentymetrową warstwę piaskzystą o rozmytej powierzchni, co może świadczyć tu o spłycaeniu lub nawet lokalnym wynurzeniu.

Młodsze ruchy synchroniczne z fazami orogenicznymi: krakowską i ardeńską wyraziły się również różnie skierowanymi ruchami pionowymi, powodującymi w ludlowie znaczny wzrost miąższości osadów mułowcowo-ilastych, a w podlasiu spłycaeniem wyrażonym zmianą facji na ilasto-marglistą.

Dotychczas brak jest bezpośrednich dowodów na istnienie w obszarze wyniesienia Łeby osadów dewonu i karbonu; sądząc jednak po ich występowaniu w republikach nadbałtyckich Związku Radzieckiego i w niecce

pomorskiej można przypuszczać, że obecny brak osadów tych okresów spowodowany został epigenetyczną erozją przedcechsztyńską.

Problem wieku powstania poszczególnych stref dyslokacyjnych i ich rozwoju nie został dotychczas jednoznacznie wyjaśniony i wymaga dalszych badań. Być może istnieją tu również dyslokacje przedarenidzkie związane z fazą świętokrzyską lub sandomierską kaledońskiego cyklu orogenicznego, lecz brak jest na to dowodów, a wyrównane miąższości osadów kambru dolnego i środkowego nie wskazują na większe zróżnicowanie subsydencji bezpośrednio w strefie Żarnowiec — Darżlubie. Zmniejszenie miąższości osadów kambru dolnego w Żarnowcu zostało częściowo skompensowane większą miąższością osadów kambru środkowego, a osady arenigu wszędzie leżą bezpośrednio na utworach kambru górnego.

Wyraźne różnice zaznaczają się dopiero przy porównaniu miąższości osadów kambru dolnego, a zwłaszcza kambru dolnego i serii żarnowieckiej rejonu Żarnowca — Darżlubia z obszarem zachodnim — Łeby 8 i Smołdzina, gdzie różnica ta wynosi już 80—150 m.

Nie wydaje się słusznym wniosek A. Czulińskiej (Z. Białowąs, A. Wierchowaska-Czulińska, 1973), że w rejonie tym mogą istnieć dyslokacje naruszające osady starszego paleozoiku jedynie do ordowiku włącznie, ponieważ istniejąca według H. Tomczyka (1972) ciągłość sedimentacji między aszgiem a landowerem nie wskazuje — poza lokalnymi rozmyciami (Z. Modliński, praca w druku) — na ruchy fazy takońskiej. Ponadto blokowe potrzaskanie podłoża podsylurskiego musiałyby się zaznaczyć zróżnicowaniem subsydencji w dolnym sylurze, tymczasem osady landoweru i wenloku odznaczają się wyrównaną miąższością na całej wyniesionej części obszaru Łeby, przy czym różnice miąższości nie przekraczają tu 30 m.

Bardziej prawdopodobne jest, że część dyslokacji założona została w lądolwie, gdyż stwierdzono różnice miąższości świadczące o zróżnicowanej subsydencji na niewielkim obszarze — między otworami Żarnowiec IG-1 i IG-1a a Żarnowcem IG-4 i Darżlubiem — wahające się od 85 do 115 m.

Utwory piętra podlaskiego ze względu na erozyjny charakter powierzchni stropowej nie mogą być brane pod uwagę przy analizie paleotektonicznej (S. Tyski, 1973), ponieważ zróżnicowanie tempa denudacji mogło być uwarunkowane przewagą zjawisk egzogenicznych nad endogenicznymi.

Przypuszczalnie jednak wiele dyslokacji powstało w okresie dewon — karbon, a więc w związku z wpływem ruchów orogenezy waryscyjskiej, które powodowały na platformie rozładowanie naprężeń wyrażonych powstawaniem wgłębnym rozładowaniem naprężeń wyrażonych powstawaniem wgłębnym rozładowaniem naprężeń wyrażonych powstawaniem

S. Lisiakiewicz (1970) analizując problemy strukturalne cechsztynu na wyniesieniu Łeby wyraża pogląd, że występujące w utworach tego piętra dyslokacje o przebiegu równoleżnikowym bądź zbliżonym do równoleżnikowego powstały na starych założeniach tektonicznych, natomiast dyslokacje południkowe są zjawiskiem młodszym, związanym z wpływami epoki alpejskiej.

Możliwa jest jednak odmienna interpretacja, że dyslokacje o przebiegu południkowym i zbliżonym do tego kierunku są starsze, regenerowane — podobnie jak w Skandynawii (H. G. Backlund, 1937) — na starych zało-



żeńiach rozłamów w gotyjskim podłożu krystalicznym, natomiast dyslokacje równoleżnikowe związane są z młodszymi ruchami epejrogenicznymi (faza laramijska), powodującymi dźwiganie tarczy bałtyckiej i jej południowego obrzeżenia.

## WNIOSKI

1. Obszar wschodniej części wyniesienia Łeby charakteryzuje się w starszym paleozoiku i prekambrze budową blokową, powstałą na regenerowanych, niejednokrotnie starych założeniach dyslokacyjnych. Zasadniczy okres kształtowania głównych elementów strukturalnych nastąpił po ordowiku w związku z ruchami epejrogenicznymi, stanowiącymi na platformie odzwierciedlenie poszczególnych faz kaledońskiego i waryscyjskiego cyklu orogenicznego. Dotychczas nie stwierdzono tu występowania znanych ze wschodniej części syneklizy perybałtyckiej paleostruktur przedarenidzkich typu Zaremb i Pieszkowa.

2. Wykształcenie litologiczno-facjalne i ciągłość sedymentacyjna utworów serii żarnowieckiej i kambru wskazuje na możliwość zaliczenia części osadów uważanych dotychczas za eokambryjskie do kambru dolnego.

3. Perspektywiczność osadów kambru środkowego dla poszukiwania złóż ropy naftowej i gazu ziemnego na wyniesieniu Łeby została potwierdzona przyływami ropy w rejonie Żarnowca. Roponośne poziomy zbiornikowe odznaczają się znaczną zmiennością miąższości, ilości warstw i rozmieszczeniem w profilu, co wskazuje na występowanie pułapek typu litologicznego. Znaczący wpływ na polepszenie własności zbiornikowych mają zjawiska szczelinowatości związane ze strefami rozluźnień tektonicznych, w związku z czym celowe jest dalsze rozpoznawanie i uściślenie przebiegu stref dyslokacyjnych.

4. Występujące licznie w profilu utworów kambru piaskowce kwarcytowe są utworem epigenetycznym, powstałym przez rekrytalizację spoiwa krzemionkowego. Przebieg procesów diagenetycznych doprowadził do zablźnienia por piaskowców, czyniąc je praktycznie nieprzepuszczalnymi.

5. Odtworzenie układu przestrzennego utworów staropaleozoicznego piętra strukturalnego oparte jest głównie na analizie materiałów sejsmiki refleksyjnej, śledzącej przewodni horyzont śródordowicki. Zadanie to jest utrudnione ze względu na niewielką amplitudę struktur, mieszczącą się niejednokrotnie w granicach jednej fazy. Lokalnie obserwuje się zbieżność wyników badań sejsmicznych refrakcyjnych i refleksyjnych w zakresie przebiegu równoleżnikowych i diagonalnych stref dyslokacyjnych w podłożu krystalicznym i pokrywie osadowej starszego paleozoiku.

6. Dyskusyjne zagadnienie wieku powstania dwóch zasadniczych systemów dyslokacyjnych — o kierunku południkowym i równoleżnikowym nie zostało dotychczas jednoznacznie wyjaśnione, możliwe są w tym zakresie przeciwstawne interpretacje; problem ten wymaga dalszych badań

## PIŚMIENNICTWO

- BACKLUND H. G. (1937) — Die Umgrenzung der Svekofenniden. Bull. Geol. Institut., 27. Upsala.
- BIAŁOWAŚ Z., WIERZCHOWSKA-CZULIŃSKA A. (1973) — Uwagi o budowie geologicznej wyniesienia Łeby w świetle ostatnich wyników badań geofizycznych. Prz. geol., 21, p. 131—133, nr 3. Warszawa.
- BRODOWICZ Z. (w druku) — Mapy litologiczne ilościowe kambru i wałdaju podniesionej części starej platformy w Polsce. Biul. Inst. Geol. Z badań tektonicznych. Warszawa.
- DADLEZ R., MLYNARSKI S. (1972) — Wgłębna budowa geologiczna polskiego obszaru szelfu bałtyckiego. Przew. XLIV Zjazdu Pol. Tow. Geol., Cetniewo, p. 14—36. Warszawa.
- KUBICKI S., RYKA W., ZNOSKO J. (1972) — Tektonika podłoża krystalicznego prekambryjskiej platformy w Polsce. Kwart. geol., 16, p. 523—545, nr 3. Warszawa.
- KUBICKI S., RYKA W., ZNOSKO J. (1973) — Skały platformy prekambryjskiej w Polsce. cz. 1. Podłoże krystaliczne — Tektonika. Pr. Inst. Geol., 68, p. 129—137. Warszawa.
- LENDZION K. (1970) — Eokambr i kambr w otworze Żarnowiec IG-1. Prz. geol., 18, p. 343—344, nr 7. Warszawa.
- LENDZION K. (w druku) — Stratygrafia eokambru i kambru zachodniej części syneklizy perybałtyckiej. Prace geostrukturalne. Warszawa.
- LISIAKIEWICZ S. (1970) — Problemy strukturalne na obszarze tzw. wyniesienia Łeby w świetle sejsmicznych badań refleksyjnych. Prz. geol., 18, p. 344—345, nr 7. Warszawa.
- MODLIŃSKI Z. (1971) — Osady ordowiku na wyniesieniu Łeby. Kwart. geol., 15, p. 547—555, nr 3. Warszawa.
- MODLIŃSKI Z. (w druku) — Stratygrafia i litofacje ordowiku zachodniej części syneklizy perybałtyckiej. Prace geostrukturalne. Warszawa.
- POŻARYSKI W. (1956) — Podział geologiczno-strukturalny Polski jako podstawa badań. Prz. geol., 4, p. 237—241, nr 6. Warszawa.
- RAKOWSKA J. (w druku) — Szkic tektoniczny kambru syneklizy perybałtyckiej. Prace geostrukturalne. Warszawa.
- RYDZEWSKA W. (1971) — Opracowanie petrograficzne zachodniej części syneklizy perybałtyckiej ze szczególnym uwzględnieniem dolnego paleozoiku z wierceń Żarnowiec IG-1 i Prabuty IG-1. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.
- RYKA W. (1973) — Skały platformy prekambryjskiej w Polsce. cz. 1. Podłoże krystaliczne. Stratygrafia. Pr. Inst. Geol., 68, p. 138—149. Warszawa.
- RYKA W. (w druku) — Prekambr w otworze wiertniczym Żarnowiec IG-1. Profile głębokich wierceń. Inst. Geol. Żarnowiec IG-1. Warszawa.
- SKORUPA J. (1970) — Morfologia podłoża krystalicznego obszaru wyniesienia Łeby w oparciu o prace refrakcyjne. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.
- SKORUPA J. (w druku) — Morfologia skonsolidowanego podłoża w obszarach łądowych zachodniej części syneklizy perybałtyckiej w świetle prac geofizycznych. Prace geostrukturalne. Warszawa.

- SOKOŁOWSKI J. (1968) — Charakterystyka strukturalna i geologiczna jednostek regionalnych Polski pod kątem poszukiwania bituminów. Sur. Miner., 1. Warszawa.
- TOMCZYK H. (1969) — Geologiczna dokumentacja wynikowa otworu wiertniczego Żarnowiec IG-1. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.
- TOMCZYK H. (1972) — Wyniki badań stratygraficznych starszego paleozoiku w rejonie Żarnowca (wyniesienie Łeby). Kwart. geol., 16, p. 1013—1014, nr 4. Warszawa.
- TYSKI S. (1973) — Rozwój strukturalno-tektoniczny obszaru Żarnowca. Prz. geol., 21, p. 133—136, nr 3. Warszawa.
- WERNER Z. (1972) — Złoża soli potasowych w rejonie Zatoki Puckiej. Przew. XLIV Zjazdu Pol. Tow. Geol., Cetniewo, p. 37—46. Warszawa.
- ŻARDECKA D. (1973) — Sejsmiczne badania refleksyjne w morskiej i lądowej części wyniesienia Łeby. Kwart. geol., 17, p. 189—195, nr 1. Warszawa.

Андрей ВИТКОВСКИ

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА ЖАРНОВЦА

### Резюме

Структурный элемент Жарновца, расположенный в восточной части поднятия Лэбы (север Польши), в последние годы (1968—1973) стал объектом интенсивных геолого-геофизических исследований. Проведенные здесь работы подтвердили перспективность кембрийских отложений, особенно среднего кембрия, в области нефтегазоносности. Средний кембрий, представленный песчано-алевролитово-глинистой фацией, относимой К. Лендзэн (1970) к горизонту *Paradoxides oelandicus* и *P. paradoxissimus* разделен на 4 литостратиграфических звена (фиг. 1): нижнее глинисто-алевролитовое звено (176 м), песчаное звено (38—63 м), песчано-алевролитовое звено (12—41 м) и верхнее глинисто-алевролитовое звено (18—26 м). Многочисленные нефтепроявления, а также постоянное пульсирующее фонтанирование нефти получены из песчаного и песчано-алевролитового звеньев.

Коллекторами являются насыщенные нефтью или минерализованной водой пласты кварцевых песчаников мощностью 0,7—12 м, пористость их доходит до 10,5%, а проницаемость до 16 мдси. Из опробований проведенных испытателем пластов следует, что улучшение коллекторских условий связано с трещиноватостью, увеличивающей пористость и проницаемость по сравнению с лабораторными данными. Нефтеносные пласты отличаются изменчивой мощностью, количеством их и положением в разрезе также непостоянно, что указывает на наличие ловушек литологического типа.

Кварцитовые песчаники эпигенетического происхождения, образовались путем рекристаллизации кремнистого цемента (В. Рыззевска, 1971).

Площадь структурной зоны Жарновца в древнем палеозое и докембрии имеет блоковое строение, образовавшееся на регенерированных дислокациях (фиг. 2 и 6). Основным периодом образования главных элементов глубинного геологического строения явилось послеродовицкое время, связанное с эпйрогеническими движениями, которые на платформе являлись отложением фаз каледонского и варисийского орогенеза. До сих пор здесь не обнаружено доаренинских структур, имеющих место в восточной части Прибалтийской синеклизы.

Основное значение для реконструкции пространственного положения пород древнепалеозойского структурного яруса имеют результаты сейсморазведки методом отраженных волн (фиг. 4 и 5), прослеживающей среднеордовикский опорный горизонт. Амплитуда структур невелика и часто не выходит за границы одной фазы. Местами наблюдается совпадение результатов сейсмических работ, произведенных методом отраженных (фиг. 3) и преломленных волн в области прослеживания широтных и диагональных дислокационных зон в кристаллическом фундаменте и древнепалеозойском осадочном покрове.

До сих пор не решен однозначно спорный вопрос времени образования двух основных систем нарушений — меридионального и широтного направления; этот вопрос можно интерпретировать противоположно: 1 — старшей является система широтного направления (С. Лисякевич, 1970); 2 — старшей является система меридионального направления (мнение автора).

Andrzej WITKOWSKI

## GEOLOGICAL STRUCTURE IN THE REGION OF ŻARNOWIEC

### S u m m a r y

The structural element of Żarnowiec, situated in the eastern part of the Leba elevation (North Poland), was in the last years (1968—1973) an object of intense geophysic-geological studies.

These studies have corroborated a possibility of oil and gas occurrences in the Cambrian formations, particularly in the Middle Cambrian ones. These latter, developed in a sandstone-siltstone-clay facies, representing — according to K. Lendzion (1970) — the horizons *Paradoxides oelandicus* and *P. paradoxissimus*, have been subdivided into four lithostratigraphic members (Fig. 1): lower clay-siltstone member (176 m), sandstone member (38—63 m), sandstone-siltstone member (12—41 m), and upper clay-siltstone member (18—26 m). Marked indications and pulsatory efflux of oil have been noted in the sandstone and sandstone-siltstone members.

Oil-bearing horizons are built up of quartzite sandstones, 0,7—12 m in thickness, their porosity amounting to about 10,5%, permeability being equal to 16 millidarcies. They are saturated either with crude oil or with salt brine. It results from the investigations made using a sampler that higher reservoir properties are related to fissurity phenomena which are a basis of better porosity and permeability, as compared with those obtained during laboratory examinations. The oil-bearing strata distinguish themselves by a markedly changing thickness, by the number of beds, and by their distribution in the section, what proves the occurrence of lithological traps here. The common quartzite sandstones are here an epigenetical formation produced due to the recrystallization of siliceous cementing material (W. Ryzewska, 1971).

The area of the structural zone of Żarnowiec is characterized by a block-like structure developed, on the regenerated dislocations, in the Early Palaeozoic and Precambrian (Figs 2 and 6). The principal period of shaping the main elements of the deep geological structure was that after the Ordovician. This was caused by epirogenic movements that in the area of the platform were a reflection of the

phases of both the Caledonian and the Variscan orogenic cycles. No pre-Arenigian structures, known from the eastern area of the Peribaltic syncline, have so far been discovered.

In the reconstruction of the spatial system of the Old-Palaeozoic structural stage the results of reflection seismic measurements (Figs 4 and 5), made to investigate the key Intra-Ordovician horizon, are of the utmost importance. The not too great amplitude of the structures is frequently contained within the boundaries of one phase only. At places, there is observed a convergence of the results of refraction and reflection seismic research works (Fig. 3) carried out to investigate the course of parallel and diagonal dislocation zones in the crystalline basement and in the Old-Palaeozoic sedimentary cover.

So far, the disputable problem concerning the age of origin of the two main dislocation systems of meridional and parallel directions — has not been explained univocally. In this case, two antagonistic interpretation ways are possible: 1 — the older system is that of a parallel direction (S. Lisiakiewicz, 1970); 2 — the older system is that of a meridional direction (the present author's opinion).