

HUBERT SZANIAWSKI

Rozwój facjalny i paleogeografia cechsztynu w rejonie wyniesienia Łeby

STRESZCZENIE: Wyniesienie Łeby synekliza perybałtycka i północno-wschodnia część synklinorium pomorskiego stanowiły w morzu cechsztyńskim zatokę o odrębnym rozwoju sedimentacji. Granicę oddzielającą odmienną fację cechsztynu zatokowego na północnym wschodzie od cechsztynu basenu centralnego na południowym zachodzie stanowi linia wyznaczona przez wiercenia Koszalin-Bołolice-Chojnice. Hipotetyczny ład cechsztyński na Pomorzu był w czasie sedimentacji osadów cyklotemu Werra jedynie podwodnym wyniesieniem, a sól kamienna na całym obszarze wyniesienia Łeby należy wyłącznie do tego cyklotemu. Pod koniec sedimentacji osadów cyklotemu Werra rozpoczęło się od północy stopniowe wynurzenie obszaru platformowego, a centrum zatoki przesunęło się w wyższych cyklotemach ku południowemu wschodowi. W końcu sedimentacji osadów cyklotemu Leine wynurzeniu uległ już cały obszar pierwotnej zatoki.

WSTĘP

Liczne głębokie wiercenia i badania sejsmiczne Państwowego Przedsiębiorstwa Poszukiwań Naftowych i Instytutu Geologicznego dostarczają co roku wiele nowych materiałów pozwalających między innymi na coraz dokładniejsze poznanie zarysów morza cechsztyńskiego na terenie Polski i panujących w nim stosunków facjalnych.

Rejon objęty badaniami autora, obejmujący obszar wyniesienia Łeby, zachodnią część syneklizy perybałtyckiej i północno-wschodnią część synklinorium pomorskiego (fig. 1) (nazwy jednostek tektonicznych wg W. Pożaryskiego, 1962), należał — według pierwotnego syntetycznego opracowania cechsztynu w Polsce A. Tokarskiego (1959b) — do strefy facjalnej „cechsztynu salinarnego niepełnego”. J. Poborski w swych nowszych opracowaniach (1961d, 1962; Poborski & Cimaszewski 1961) stwierdził w tym rejonie istnienie cechsztyńskiej zatoki morskiej o specyficznym rozwoju facjalnym i wytypował ją jako jeden z perspektywicznych obszarów dla poszukiwań złóż soli potasowo-magnezowych. Ostatnie wiercenia: Wejherowo IG-1, Chłapowo IG-1, Łeba 4—7, Darłowo 1—3, Koszalin IG-1 i Chojnice 3, oraz badania sejsmiczne w znacznej mierze potwierdziły jego koncepcję. Materiały te pozwoliły autorowi na

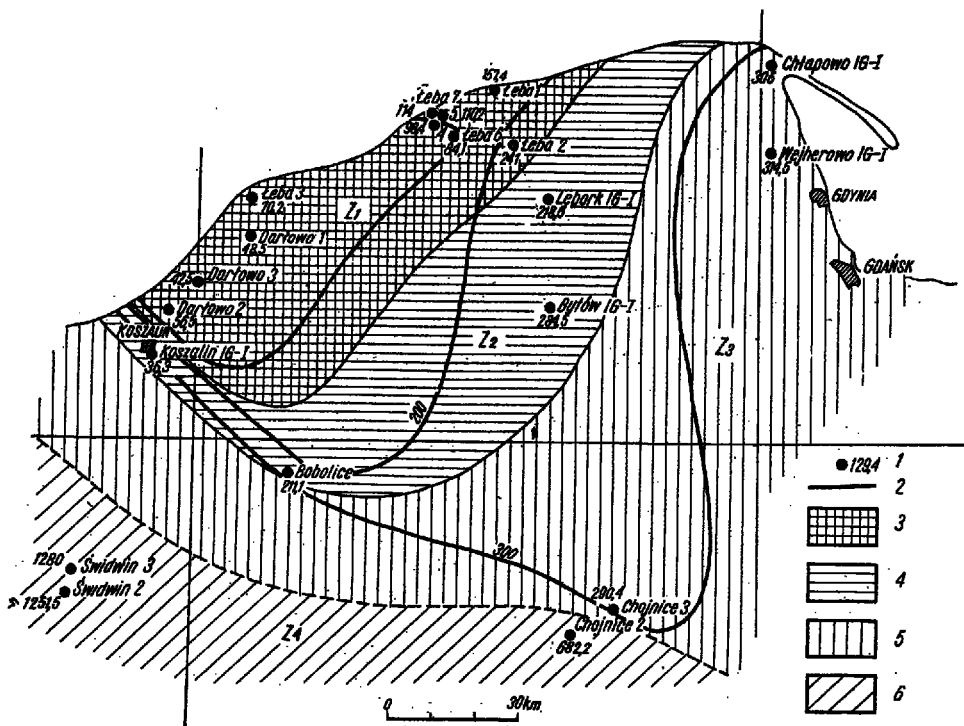


Fig. 1

Mapa geologiczna wyniesienia Łeby bez utworów mezozoiku i serii przejściowej permo-triasu

1 otwory wiertnicze, w których osiągnięto cechsztyń. Liczba oznacza miąższość serii ewaporatowej cechsztyń w metrach; 2 izopachyty cechsztyń co 100 m; 3 cyklotem Werra (Z1); 4 cyklotem Stassfurt (Z2); 5 cyklotem Leine (Z3); 6 cyklotem Aller (Z4)

Geologic map of the elevation of Leba without the Mesozoic deposits and the transitional Permo-Triassic series

1 bore-holes reaching down to the Zechstein. Numbers denote the thickness in metres of the evaporite Zechstein series; 2 isopachytes of the Zechstein spaced every 100 m; 3 Werra cyclothem (Z1); 4 Stassfurt cyclothem (Z2); 5 Leine cyclothem (Z3); 6 Aller cyclothem (Z4)

częściowo nową interpretację stratygrafii cechsztyń w obrębie zatoki, co wynikało ze znacznie lepszego poznania stosunków facjalnych panujących w tym rejonie. Wstępne informacje na ten temat ogłoszone zostały na posiedzeniach naukowych Instytutu Geologicznego (Szaniawski 1964, Wagner 1965b, Dębski 1965). Obecne poglądy będą mogły być z pewnością uzupełnione i poprawione po zakończeniu dalszych prowadzonych i projektowanych tu wierceń.

Praca mniejsza rozpoczęta została w Zakładzie Złóż Soli i Surowców Chemicznych IG w ramach prowadzonego tam przez autora tematu „Poszukiwanie pokładowych złóż soli potasowych w rejonie syneklizy perybałtyckiej” (Szaniawski & Werner 1964), a zakończona po uzupełnieniu

nowymi materiałami w Pracowni Stratygrafii Zakładu Nauk Geologicznych PAN.

W pracy wykorzystane zostały zarówno profile wierceń sporządzone przez autora, jak i liczne opracowania archiwalne i publikowane geologów Przemysłu Naftowego i Instytutu Geologicznego.

LITOSTRATYGRAFIA CECHSZTYNU

Cyklotem Werra

Zlepieniec poławowy

Wykształcenie i miąższość utworów terrygenicznych cechsztynu, podścielających osady chemiczne, uzależnione są głównie od litologii i morfologii podłoża oraz przebiegu linii brzegowej basenu. Poziom ten na omawianym obszarze rozwinięty jest głównie w formie tak zwanego „białego spagowca”. Największe jego miąższości, przekraczające miejscami 70 metrów (Darłowo 1), występują na obszarze facji węglanowo-siarczanowej cyklotemu Werra (fig. 2), a więc w strefie brzegowej basenu, i maleją stopniowo w kierunku centrum. Rozkład ich jest jednak bardzo nieregularny. W niektórych miejscach, jak na przykład w rejonie otworu Wejherowo IG-1, stanowiących prawdopodobnie lokalne wyniesienia morfologiczne (Szaniawski & Werner 1965), pomiędzy sylurem a osadami chemicznymi cechsztynu brak jest jakichkolwiek utworów terrygenicznych. Biały spagowiec wykształcony jest przeważnie w postaci jasnoszarych, drobnoziarnistych piasków kwarcowych i słabo zwięzłych piaskowców o spoiwie wapnistym lub częściowo gipsowym. Miejscami w dolnej partii jest on zlepiencowaty; znajdują się w nim otoczaki kwarcu, skał krystalicznych i liczne okruchy łupków syluru.

W pasie wystąpień utworów waryscyjskich na powierzchnię podcechsztyńską (Chojnice, Bobolice) biały spagowiec zastąpiony jest przez konglomeraty. Tłumaczyć to należy istnieniem tu bardziej urozmaiconego morfologicznie twardego podłoża, które w okresie górnego karbonu i dolnego permu podlegało intensywnemu wietrzeniu, na skutek czego nagromadziły się znaczne ilości materiału okruchowego, przerobionego później przez transgredujące morze cechsztyńskie.

Poziom łupku miedzionego

Poziom ten został stosunkowo słabo poznany, ponieważ, ze względu na niewielką, przeważnie zaledwie kilkudziesięciocentymetrową, miąższość oraz łatwą łupliwość i kruchość, tylko w nielicznych wierceniach otrzymano jego rdzeń. Ten bardzo charakterystyczny i świetnie pozwalający się korelować poziom wykształcony jest tu przeważnie, podobnie jak w ce

łym basenie cechsztyńskim, jako ciemnoszary lub czarny łupek mułowcowo-marglisty. Jego okruszcowanie jest tu stosunkowo niewielkie, przeważnie pirytowe. Nigdzie nie stwierdzono znaczniejszych koncentracji miedzi. Poniżej poziomu łupku miedzionośnego w niektórych otworach (Chojnice, Lębork, Pasiek) napotkano warstwę wapienia podstawowego (Mutterflöz-Kalk), rozpoczynającego zwykle sedymentację chemiczną cechsztynu. Poziom wapienia podstawowego wyróżniony został po raz pierwszy w otworze Chojnice 2 przez A. Tokarskiego (1959b).

Wapień cechsztyński

Miąszość serii węglanowej, największa w strefie brzegowej, maleje stopniowo w kierunku centrum zatoki. W otworze Łeba 1 wynosi ona 23 m, w Łebie 2 i Lęborku po około 11 m, a w Bytowie, Wejherowie i Chłapowie odpowiednio 4,5, 7 i 9 m. W otworze Chojnice 3, leżącym na drugim brzegu zatoki, w strefie facji węglanowo-siarczanowej miąszość tego poziomu wynosi ponownie znacznie powyżej 20 m. Seria ta składa się przeważnie z wapieni, często ze znaczną ilością materiału terrygenicznego w części dolnej, oraz z wapieni dolomitycznych lub dolomitów, czasem porowatych, z grudkami anhydrytu w części górnej. Utwory te są miejscami oolitowe, często z dużą ilością detrytusu organogenicznego, oraz z makro- i mikrofauną. Często są tu również struktury glonowe typu onkolitowego i stromatolitowego (pl. I, fig. 1 i 2). Według A. Tokarskiego (1959b), „ku brzegom basenu dolomit cyklotemu Werra jest zastępowany przez rafę mszywiolową”. W strefach brzeżnych w serii skał węglanowych występują przewarstwienia mułowców i łowców, a nawet piaskowców.

Anhydryt dolny

Na obszarze występowania facji węglanowo-siarczanowej w rejonie wyniesienia Łeby, w otworach Darłowo 1—3 i Łeba 3, 5 i 6, anhydryt jest ostatnim ewaporatem sedymentacji chemicznej cyklotemu Werra i zarazem najmłodszym morskim osadem cechsztynu w ogóle. Jednolity kompleks anhydrytowy odpowiada tu poziomom anhydrytu dolnego, soli najstarszej i anhydrytu górnego Werra. Miąszość jego waha się od kilkunastu do około 90 metrów. Przeważnie zawarte są tu w nim znaczne domieszki materiału ilastego i dolomitu tworzącego zmienne tekstury: pasemkowanie, żyłkowanie, przepojenie i tekstury nieregularne (nomenklatura wg M. Podemskiego i R. Wagnera, 1966).

W centralnej części zatoki są to zwykle anhydryty średnio- i grubokrystaliczne, niebieskoszare, przeważnie bezteksturalne, lub rzadko cienko pasemkowane dolomitem. Miąszość ich, w otworach Łeba 1, 2, Lębork i Bytów, waha się w granicach 20—40 m, a ku wschodowi znacznie się zwiększa. W otworach Chłapowo i Wejherowo wynosi odpowiednio

90 i 103 m. Jest to rejon pośredni w stosunku do wiercenia Pasłek, gdzie cyklotem Werra wykształcony jest głównie w postaci anhydrytu o miąższości około 200 m (fig. 4). Dużą miąższość mają anhydryty Werra również na południowo-zachodnim krańcu zatoki, jak zwykle w pobliżu lądu lub podwodnych wzniesień — w wierceniu Bobolice około 130 m, Chojnice 2 około 300 m i Chojnice 3 około 75 m. W otworach Chojnice 2 i 3 jest to, podobnie jak w części obszaru wyniesienia Łeby, najwyższy i ostatni ewaporat cyklotemu Werra. Duże różnice miąższości na niewielkich odległościach w rejonie Chojnic tłumaczyć należy odmiennym położeniem punktów wierceń w morfologii przedcechsztyńskiej. Otwór Chojnice 3 usytuowany jest na wyniesieniu, o czym świadczyć może brak zlepieńca podstawowego, dość duża miąższość serii węglanowej, i stosunkowo mała miąższość anhydrytu, a otwór Chojnice 2 we względnym obniżeniu lub na zboczu — zlepieniec podstawowy w spągu, mało węglanów, a dużo siarczanów. Ponadto należy zwrócić uwagę, że otwór Chojnice 2 usytuowany jest w pasie utworów hercyńskich bliżej zatoki, a otwór Chojnice 3 bliżej basenu centralnego.

Sól kamienna najstarsza

Sól kamienna Werra — osiąga największą miąższość w centralnym polu zatoki, w otworach Łeba 1 i 2, Lębork, Bytów, Wejherowo, Chłapowo (fig. 2) oraz w otworze Niwińsk na terenie ZSRR. Na całym tym obszarze jest ona dwudzielna. W części dolnej jest to sól droбно- i średnioziarnista, biała z regularnymi przerostami anhydrytu, a w części górnej grubokryształiczna, z wkładkami soli kryształowej, ze znacznymi domieszkami anhydrytu i ilu nadających jej zmienne barwy: jasno- i ciemnoszarą, różową, czerwoną i miodową. Anhydryt występujący w górnej części soli, częściowo zwietrzały, a częściowo zmieniony w polihalit (Orska 1961a, b), rozmieszczony jest bardzo nieregularnie w postaci luźnych okruchów, strzępów i nieregularnych przerostów pomiędzy kryształami soli (pl. II, fig. 1).

W środku serii solnej znajduje się kilkumetrowej miąższości wkładka drobnokryształicznego, jasnoszarego anhydrytu, częściowo przemienionego w gips. W otworze Chłapowo, w miejscu anhydrytu znajduje się sześciometrowej miąższości pokład oliwkowoszarego polihalitu (Dębski 1965). Ze względu na górniczo dostępną głębokość i dużą wartość surowcową, pokład ten może stać się w przyszłości przedmiotem eksploatacji.

W otworze Lębork brak jest regularnej warstwy anhydrytu, a tylko w środku serii solnej, na jej około 10-metrowym odcinku, znajdują się bardzo duże jego domieszki. Warstwa anhydrytu znajduje się przeważnie w środku serii solnej, z nieznaczną przewagą dolnej jej części w otworze Bytów, oraz z dość dużą przewagą części górnej w otworze Wejherowo.

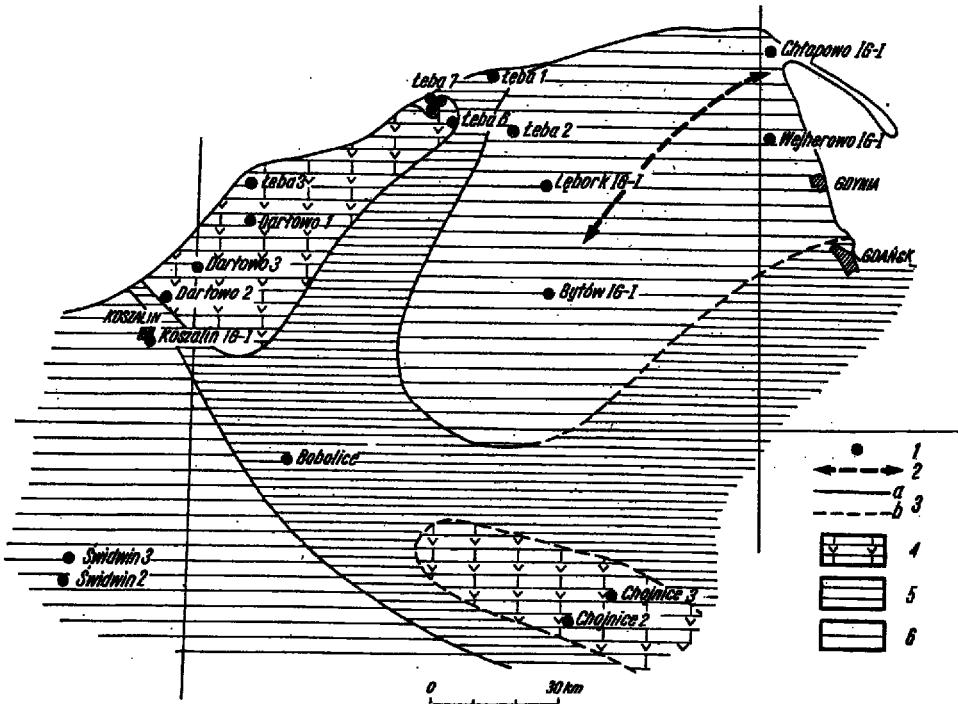


Fig. 2

Mapa litofacji cyklotemu Werra

1 otwory wiertnicze, w których osiągnięto cechsztyń, 2 hipotetyczna oś zatoki podczas powstawania osadów cyklotemu Werra, 3 granice litofacji (a stwierdzone, b hipotetyczne), 4 litofacja węglano-siarczanowa, 5 litofacja siarczano-halitowa (miąższość halitu 0–100 m), 6 litofacja siarczanowo-halitowa z możliwymi solami potasowymi (miąższość halitu > 100 m). *

Map of the lithofacies of the Werra cyclothem

1 bore-holes reaching down to the Zechstein, 2 hypothetical axis of the bay during the deposition of the Werra cyclothem, 3 boundaries of lithofacies (a observed, b hypothetical), 4 carbonate-sulfate lithofacies, 5 sulfate-halite lithofacies (thickness of halite from 0 to 100 m.), 6 sulfate-halite lithofacies, possibly with potassium salts (thickness of halite > 100 m.).

Mała miąższość soli poniżej wkładki anhydrytu w Wejherowie zastąpiona jest dużą miąższością dolnego anhydrytu Werra, co świadczy o wyższym położeniu punktu tego otworu w morfologii przedcechsztyńskiej. Dowodzi tego również brak utworów terrygenicznych w spągu cechsztyń.

Warstwa anhydrytu nie stanowi ostrej granicy pomiędzy jednym a drugim typem soli. Przejście to jest stopniowe. Na ogół powyżej zasadniczego pokładu anhydrytu znajdują się jeszcze cieńsze jego wkładki i dość regularne przerosty, które dopiero wyżej stopniowo zanikają.

Według J. Poborskiego (1961a, b, c), górny kompleks soli kamiennej należy do cyklotemu Stassfurt i jest descendentny w stosunku do soli kompleksu dolnego należącej do cyklotemu Werra. Możliwość przeprowadzenia dobrej korelacji z profilami nowych wierzeń Wejherowo i Chłap-

powo, gdzie powyżej soli występują cyklotemy Z_2 i Z_3 z charakterystycznymi poziomami przewodnimi dolomitu głównego, szarego iłu solnego i dolomitu płytowego, pozwala na stwierdzenie przynależności całej serii solnej do cyklotemu Z_1 (Szaniawski 1964). Niewątpliwie jednak odmienne były warunki tworzenia się górnego jej kompleksu. Najprawdopodobniej poza normalną sedymentacją chemiczną, w tworzeniu górnego kompleksu brały udział wody spływające z częściowo wymurzonego już w tym czasie obszaru wyniesienia Łęby, a być może także z prawdopodobnych wysp w rejonie pasa utworów hercyńskich. Wody te były roztworami zawierającymi głównie chlorki z rozpuszczonych soli kompleksu dolnego transportującymi okruchy anhydrytu pochodzącego ze zniszczonych ich wkładek. O lądowym pochodzeniu tych wód świadczy znaczna ilość materiału ilastego, szczególnie obfitego w stropowych pokładach górnej części soli. W otworze Wejherowo, położonym dalej od lądu, brak jest większych domieszek iłu, a domieszki anhydrytu ułożone są o wiele bardziej regularnie.

W otworach Łęba 4 i Łęba 7, położonych w bliskim sąsiedztwie facji węglanowo-siarczanowej na wyniesieniu Łęby, występuje tylko jeden, nieznacznej miąższości, kompleks soli kamiennej, podobny do górnej części soli w centralnej strefie zatoki.

Na południowo-zachodnim krańcu zatoki, w pasie utworów hercyńskich, najstarsza sól kamienna występuje w otworach Bobolice 1 i Koszalin IG-1. W otworze Bobolice 1 jest to stosunkowo niewielkiej, około 50-metrowej miąższości jednolity kompleks soli kamiennej bez wkładki anhydrytu w środku, a jedynie z jego domieszkami występującymi zarówno w formie przewarstwień, jak i nieregularnych wtrąceń. Wydłużone kryształy soli, szczególnie dobrze widoczne w górnej partii tego kompleksu, świadczą o rekrytalizacji pod wpływem ciśnienia.

W otworze Koszalin IG-1, usytuowanym w strefie dyslokacyjnej Mielno — Koszalin (Dadlez 1965), utwory cechsztynu są silnie zdyslokowane i dotychczas stratygrafia ich jest problematyczna. Bardzo prawdopodobne wydaje się przypuszczenie R. Wagnera (1965a), że nastąpiło tu tektoniczne powtórzenie kompleksu anhydrytowego występującego wśród serii solnej. Anhydryt ten jest, jego zdaniem, podobny do anhydrytów występujących jako wkładki w kompleksach soli kamiennych. Najprawdopodobniej więc nie jest to anhydryt podstawowy piętra Z_2 , jak pierwotnie sądzono, lecz odpowiednik wkładki anhydrytu, w solach kamiennych Z_1 . Przy przyjęciu takiej stratygrafii profil cechsztynu w otworze Koszalin byłby bardziej zbliżony do profili otworów Bytowa i Lęborka.

Brak najstarszej soli kamiennej w profilach Chojnice 2 i Chojnice 3 jest zrozumiałe ze względu na ich peryferyczne położenie w zatoce morza cyklotemu Werra. Według A. Tokarskiego (1959b), stratygraficznym

odpowiednikiem soli kamiennej cyklotemu Werra w otworze Chojnice 2 jest stropowa część anhydrytów tego cyklotemu, zawierająca około 10% soli w kawernach.

Anhydryt górny

Jest to najwyższy poziom cyklotemu Werra, a na znacznej części wyniesienia Łeby (otwory Łeba 1, 2, 4 i 7) jednocześnie ostatni z morskich osadów cechsztynu. Miąższość jego rośnie stopniowo ku południowi — od 10 m w otworze Łeba 1 do około 50 m w otworze Bytów. Anhydryt ten jest przeważnie urozmaicony teksturalnie i zawiera zwykle znaczne domieszki ilu w spągu oraz ilu i dolomitu w stropie. W partii środkowej jest przeważnie bezteksturalny lub pasemkowany, a w spągu i stropie żyłkowany, pasemkowany lub przepojony ilu i dolomitem.

Bardzo charakterystyczna jest kilkometrowa warstwa zlepieńca anhydrytowego występująca w spągu tego poziomu, na granicy z solą kamienną (Szaniawski 1964). Zlepieniec ten jest bardzo dobrym poziomem korelacyjnym, pozwalającym się z łatwością wydzielić w profilach większości omawianych otworów. Przeważnie zbudowany jest on z częściowo zaokrąglonych i ostrokrawędzistych okruchów anhydrytu spojonych ciemnoszarą masą ilasto-dolomityczno-anhydrytową (pl. II, fig. 2). W niektórych otworach, jak Łeba 2 i Lębork IG-1, jest to czerwono-brunatny lub ciemnoszary łupek, z dużą ilością anhydrytu w formie tabliczkowych lub soczewkowatych okruchów i cienkich przewarstwień. Genezę tego utworu wiązać zapewne należy z niepokojem sedymentacyjnym, związanym prawdopodobnie z dopływem świeżych wód do zbiornika. Było to zjawisko powszechne na ogromnym obszarze. Zlepieniec znany jest od wiercenia Pastek IG-1 na wschodzie do wiercenia Koszalin IG-1 na zachodzie. Stwierdzenie jego w otworze Koszalin jest bardzo istotne ze względu na niezbyt pewną stratygrafię tego profilu. Daje to jeszcze jedną podstawę do przypuszczeń, że cały kompleks anhydrytowo-solny poniżej zlepieńca oraz seria anhydrytowa leżąca ponad nim należą do cyklotemu Z1.

Cyklotem Stassfurt

Dolomit główny

Wykształcenie facjalne i rozprzestrzenienie dolomitu głównego skupiają szczególną uwagę wielu geologów ze względu na jego własności kolektorskie. Na omawianym obszarze należy on, według schematu J. Stemulaka (1963), do facji dolomitywo-wapiennej, charakteryzującej się jasnobezowymi barwami i zwiększoną zawartością węgla wapnia. Po-

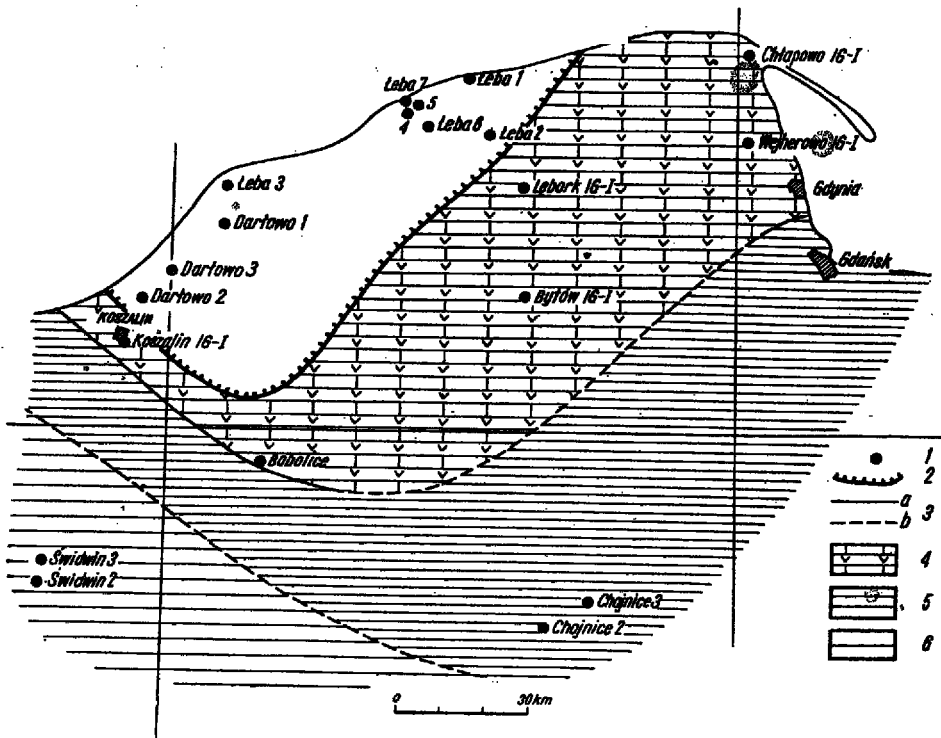


Fig. 3

Mapa litofacji cyklotemu Stassfurt

1 otwory wiertnicze, w których osiągnięto cechszтын, 2 granica obecnego zasięgu osadów cyklotemu Stassfurt, 3 granice litofacji (a stwierdzone, b hipotetyczne), 4 litofacja węglanowo-siarczanowa, 5 litofacja siarczanowo-halitowa, 6 litofacja siarczanowo-halitowa z możliwymi solami potasowymi

Map of the lithofacies of the Stassfurt cyclotem

1 bore-holes reaching down to the Zechstein, 2 boundary of the present extent of deposits of the Stassfurt cyclotem, 3 boundaries of lithofacies (a observed, b hypothetical), 4 carbonate-sulfate lithofacies, 5 sulfate-halite lithofacies, 6 sulfate-halite lithofacies, possibly with potassium salts

złom ten sięga jednak znacznie dalej na północ, niż poprzednio sądzono (fig. 3). Miąższość jego maleje stopniowo ku południowi, od około 30 m w otworze Chłapowo do około 2 m w otworze Bytów, a następnie znów wzrasta do około 30 m w rejonie otworów Chojnice 2 i 3, gdzie utrzymuje się jeszcze płytkowodny charakter zbiornika dominujący przez cały cyklotem Z1.

Poziom ten wykształcony jest na omawianym obszarze przeważnie w postaci beżowych lub beżowoszarych dolomitów i wapieni dolomitycznych, częściowo marglistych, miejscami porowatych lub organogenicznych z fauną małżów, ślimaków i małżoraczków. W spągu i stropie zawarte są w nich niekiedy dość znaczne domieszki anhydrytu i gipsu

w formie cienkich blaszek, żyłek, ośródek po faunie i nieregularnych skupień. W spągu dolomitów, na granicy z anhydrytem stropowym cyklotemu Werra znajduje się miejscami cienka warstwa ciemnych ilowców dolomitycznych.

Anhydryt podstawowy

Anhydryt podstawowy jest w otworach Lębork, Bytów, Bobolice i Koszalin ostatnim morskim osadem cechsztynu. Jego miąższość, bardzo niewielka w strefie brzegowej — około 5 m w otworze Chłapowo i około 1 m w otworze Lębork, zwiększa się ku południowi do około 21 m w otworze Wejherowo i do około 12 m w otworze Bytów osiągając największe wartości w pasie otworów hercyńskich, w otworach Koszalin, Chojnice 2 i Chojnice 3 — wszędzie ponad 30 m. Jest to anhydryt szary z odcieniem niebieskim lub zielonym, przeważnie bezteksturalny, cienko, rzadko pasemkowany lub drobno żyłkowany. W otworze Chojnice 2 jest on miejscami gruboporowaty z wypełnieniami soli kamiennej.

W otworze Koszalin IG-1, w stropowej partii anhydrytu znajduje się 0,5-metrowa wkładka brunatnego mułowca dolomitycznego przepojonego anhydrytem. Jest to interesujący wskaźnik facjalny świadczący o okresowym dopływie wód z pobliskiego ładu. Zachowanie tej warstwy dowodzi braku intensywnej erozji po wynurzeniu.

Sól kamienna starsza

Jedynie w południowo-wschodniej części zatoki morza cyklotemu Werra doszło do sedymentacji soli kamiennej w cyklotemie Stassfurt (fig. 3). Niewielkie jej miąższości przewiercono w otworach Chojnice 2 (7 m) i Chojnice 3 (29 m), a znacznie większe (72 m) w oddalonym od nich o około 130 km ku ESE otworze Pasłęk IG-1. W otworach Chojnice 2 i 3 jest to sól kamienna szara, gruboziarnista i kryształowa z domieszkami ciemnego ilu i nieregularnie rozszanymi wrostkami anhydrytu, a w otworze Pasłęk — gruboziarnista biała z regularnymi pierścieniami anhydrytu. Niewielka jej miąższość w stosunku na przykład do otworu Świdwin 2, gdzie miąższość całego kompleksu solnego wynosi ponad 400 m, oraz brak soli potasowych charakterystyczne są dla peryferycznych partii zbiornika cechsztyńskiego. Należy przy tym zauważyć, że sedymentacja w rejonie Pasłęka odbywała się w warunkach spokojnych, a w okolicach Chojnic zakłócał ją prawdopodobnie dopływ wód pochodzących z ładu, na co wskazują znaczne domieszki ilu i luźno rozsiane okruchy anhydrytu. Bliskości ładu dowodzi też występowanie, w spągu soli kamiennej, w otworze Chojnice 3 czerwono-brunatnych ilowców, bardzo podobnych do serii ilasto-mułowcowej z pogranicza cechsztynu i pstrego piaskowca. Zwrócić należy uwagę, że utwory te osadziły się

powyżej anhydrytu podstawowego, który jest w otworach Lębork, Bytów, Koszalin i Bobolice ostatnim osadem morskim, a więc w okresie, kiedy cały ten obszar uległ wynurzeniu. W pasie utworów hercyńskich utworzyć się mogły wówczas okresowe lokalne wyspy.

Anhydryt kryjący

Powyżej soli kamiennej leży cienki pokład tak zwanego anhydrytu kryjącego lub stropowego cyklotemu Stassfurt. W otworach Chojnice 2 i 3 ma on miąższość około 4 m, a w otworze Pasiek zaledwie nieco powyżej 1 m. Jest to anhydryt bezteksturalny i cienko pasemkowany, a sporadycznie drobno żyłkowany iłem i dolomitem.

Cyklotem Leine

Szary ił solny

Utwory cyklotemu Leine występują jedynie we wschodniej i południowo-wschodniej części omawianego obszaru (fig. 1). We wszystkich otworach, gdzie osady tego piętra zostały nawiercone, w spągu ich leży niewielkiej miąższości przewodni poziom szarego iłu solnego. Jest to ciemnoszary iłowiec zwykle nieco piaszczysty, przeważnie dolomityczny z gruzłami gipsu lub anhydrytu. Ku górze przechodzi on stopniowo w dolomit płytowy.

W otworze Chojnice 2 cyklotem Leine rozpoczyna się około 3-metrowej miąższości warstwą brunatnego iłowca z licznymi nieregularnymi gruzłami anhydrytu, nadającymi skale wygląd zlepieńcowaty. Powyżej niej znajduje się około 2 metrów podobnego typu iłowca lecz już bez anhydrytu, a z wyraźnie zaznaczającym się pasemkowaniem.

Dolomit płytowy

Największą miąższość poziom ten osiąga w otworach Wejherowo — 40 m i Chłapowo — 11 m, gdzie cyklotem Leine rozwinięty jest wyłącznie w facji węglanowo-siarczanowej. W Wejherowie jest to w części dolnej wapien marglisty, ciemnobezowy i szary, z fauną małżów, a w części górnej — dolomit jasnobezowy, miejscami oolitowy lub gąbczasty. W otworze Chłapowo jest to najwyższy znany morski osad cechsztynu, który być może uległ częściowemu zerodowaniu.

W otworach Chojnice 2 i 3 miąższość tego poziomu wynosi zaledwie około 2 m, co jest typowe dla facji salinarnej. Jest on tu wykształcony jako ciemnobezowy lub ciemnoszary dolomit, w którym zawarta jest miejscami liczna fauna cienkoskorupowych małżów.

Anhydryt główny

W otworze Wejherowo jest to najwyższy znany osad chemiczny cechsztynu. Przewiercono go tu zaledwie 2,5 m. W otworach Chojnice 2 i 3 miąższość jego wynosi odpowiednio 73 i 37 m. Jest to przeważnie czysty anhydryt, jedynie w spągu pasemkowany i żyłkowany dolomitem. W partii stropowej jest on halitowy — występują tu liczne duże

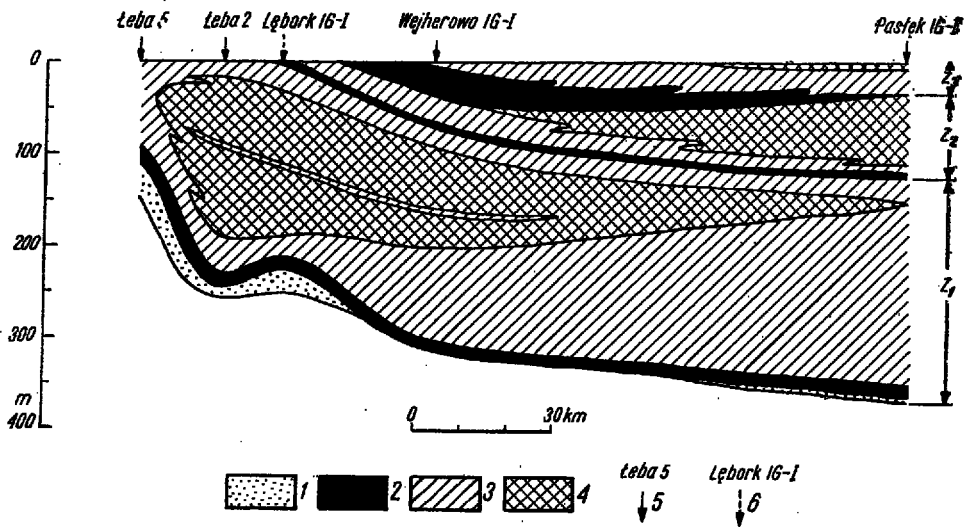


Fig. 4

Przekrój facjalny cechsztynu na linii Łeba 5 — Paśłek IG-1

1 piaski i piaskowce, 2 skały węglanowe, 3 anhydryt, 4 sól kamienna, 5 otwór wiertniczy na linii przekroju, 6 otwór wiertniczy rzutowany na linię przekroju

Facial cross section of the Zechstein along the line Łeba 5 to Paśłek IG-1

1 sands and sandstones, 2 carbonate rocks, 3 anhydrite, 4 rock salt, 5 bore-hole on the line of the cross section, 6 bore-hole projected onto the line of the cross section

kawerny wypełnione solą kamienną. Podobnego typu anhydryt, również halitowy, o miąższości około 30 m, przewiercono dalej ku wschodowi w otworze Paśłek IG-1 (fig. 4).

Sól kamienna młodsza

Sól kamienna cyklotemu Leine, podobnie jak sól cyklotemu Stassfurt, osadziła się tylko w południowo-wschodniej i południowej części omawianego obszaru, osiągając w stosunku do centralnych partii zbiornika niewielkie miąższości — 71 m w Chojnicach 2, 15 m w Chojnicach 3 i zaledwie 4 metry w otworze Paśłek IG-1 (dla porównania miąższość kompleksu soli kamiennych i potasowych cyklotemu Leine w otworze Świdwin 2 wynosi przeszło 170 m). Jest to sól kamienna biała lub szara,

a jedynie w partii środkowej w otworze Chojnice 3 różowa od domieszek czerwonego ilu, przeważnie grubo- lub średnioziarnista. W otworach Chojnice 2 i 3 z domieszkami anhydrytu w formie luźno rozsianych okruchów i rzadkich nieregularnych przewarstwień, a w otworze Pasłek pasiasta na skutek warstwowego zróżnicowania wielkości kryształów.

W otworach Chojnice 3 i Pasłek poziom ten kończy sedymentację chemiczną cechsztynu, przy czym w Pasłoku sól pokryta jest 20-centymetrową warstwą anhydrytu, a w otworze Chojnice 3 kontakt soli kamiennej i wyżej leżącej czerwono-brunatnej serii ilastej nie jest dobrze znany, ponieważ przewiercono go gryzerem.

W otworze Chojnice 2 na soli kamiennej leży około dziesięciometrowej miąższości pokład anhydrytu z cienkimi przewarstwieniami czerwono-brunatnych łupków ilastych w spągu, a wyżej osady chemiczne cyklotemu Aller, których nie napotkano nigdzie na obszarze zatoki. Osady te można korelować wyłącznie z utworami basenu centralnego.

Seria przejściowa

Powyżej osadów chemicznych na całym omawianym obszarze leży seria czerwono-brunatnych ilowców i mułowców z żyłkami i nieregularnymi gruzkami gipsu i anhydrytu. Utwory te są na ogół w spągu dolomityczne, a wyżej wapniste. Śledzić w nich można liczne szczeliny z wysychania. Osady te wykazują ciągłość sedymentacyjną z podobnego typu utworami pstrego piaskowca.

Granica pomiędzy permem i triasem bez szczegółowych badań mikropaleontologicznych lub ewentualnie geochemiczno-mineralogicznych jest w tym rejonie niemożliwa do jednoznacznego ustalenia.

WNIOSKI PALEOGEOGRAFICZNE

Na podstawie nowych materiałów wiertniczych i sejsmicznych stwierdzić można, że zatoka morska, rozciągająca się na północno-wschodnim krańcu basenu cechsztyńskiego, zajmowała w czasie powstawania osadów cyklotemu Werra obszar syneklizy perybałtyckiej, rejon wyniesienia Łeby i północno-wschodnią część synklinorium pomorskiego. Zatoka ta odgraniczona była od basenu centralnego łańcuchem kaledońsko-waryscyjskim, ciągnącym się wzdłuż linii wyznaczonej przez wiercenia Koszalin — Bobolice — Chojnice. Był to fragment Kaledonidów cirkumplatformowych, przykrytych zdyslokowaną pokrywą waryscyjską (Znosko 1962, Pożaryski 1964). W północnym odcinku tego łańcucha wyróżniono wyraźną strefę dyslokacyjną Mielno — Koszalin, a na południu podobną linię, rozgraniczającą obszar słabo zaburzony od silnie zaburzonego, stwierdzono na północ od Chojnic (Dadlez 1965). Łańcuch ten, znaczący się obecnie na tym odcinku pasem wystąpień utworów de-

wonu i karbonu na powierzchnię podcechsztyńską, był w momencie transgresji znacznie zróżnicowany morfologicznie. Na początku cechsztynu został on zanurzony, będąc później podwodnym garbem z możliwymi lokalnymi wyspami. Jego morfologiczne wyniesienie i zróżnicowanie świadczy, że w okresie orogenezy waryscyjskiej musiał on ulec znacznemu wydzwignięciu, któremu towarzyszyło prawdopodobnie zdyslokowanie i częściowe pofałdowanie.

Pas utworów waryscyjskich łączył się na północnym wschodzie z prawie prostopadłym do niego wyniesieniem Łeby, ograniczającym zatokę od północy. W cyklotemie Werra północna jej granica przebiegała przez Bałtyk. Na całym obszarze wyniesienia Łeby, gdzie warstwy cechsztynu zapadają monoklinalnie ku południowi, powierzchnię podcechsztyńską stanowią utwory syluru. Jedynie w lokalnych zagłębieniach morfologicznych zachowały się piaskowce czerwonego spągowca o nieznacznej miąższości (Poborski 1961c).

Linia Koszalin — Bobolice — Chojnice stanowi ostrą granicę, oddzielającą odmienną fację cechsztynu o niewielkich miąższościach, zredukowanych wyższych cyklotemach i bez chlorków potasowo-magnezowych na północnym wschodzie, od cechsztynu o znacznie większych miąższościach i pełnym rozwoju salinarnym, reprezentowanego najlepiej w najbliższym sąsiedztwie na południowym zachodzie w otworze Świdwin 2 (Tokarski 1959a) i Świdwin 3.

We wszystkich wierceniach położonych w tym pasie utwory cechsztynu mają silnie zaburzony układ warstw, przy czym na ogół znacznie więcej zaburzone są osady wyższych cyklotemów. Z pewnością ma to związek z jakimiś późniejszymi deformacjami tektonicznymi tej strefy, połączonymi z ruchami soli, szczególnie intensywnymi w strefach antyklinalnych.

Brak jest dostatecznych danych pozwalających na odtworzenie stosunków facjalnych panujących na południowy wschód od wierceń Wejherowo, Bytów i Chojnice 3. Dla poznania paleogeografii tego rejonu konieczne by były badania wiertnicze lub sejsmiczne na linii Gdańsk — Tczew — Grudziądz. Wyjaśniłoby to charakter połączenia zatoki z basenem centralnym na południu, oraz umożliwiło powiązanie z dość dobrze poznaną wschodnią częścią syneklizy perybałtyckiej (Suvejszdis 1963, Wagner 1965b).

Nowe materiały wiertnicze i nowa interpretacja stratygraficzna niektórych dawniejszych otworów pozwala na stwierdzenie, że domniemany łańcuch cechsztyński na Pomorzu (Poborski & Cimaszewski 1961) był w cyklotemie Werra jedynie podwodnym wyniesieniem, na którym odbywała się sedymentacja chemiczna głównie w facji węglanowo-siarczanowej, ze znacznym udziałem materiału terrygenicznego na północy.

Zatoka o odmiennych warunkach sedymentacji istniała, w zachodniej części syneklizy perybałtyckiej, głównie w cyklotemie Werra. Jej

oś sedymentacji, pokrywająca się najprawdopodobniej z osią maksymalnej subsydencji, przebiegała wówczas od okolic wiercenia Bytów w kierunku północno-wschodnim, na S od wiercenia Chłapowo i dalej na wschód poprzez Zatokę Gdańską do wiercenia Niwińsk na obszarze ZSRR. Na początku cyklotemu Stassfurt, a być może już nawet pod koniec cyklotemu Werra, rozpoczęło się od północy stopniowe wynurzanie obszaru platformowego (fig. 4). Pod koniec sedymentacji anhydrytu podstawowego wynurzony już został prawie cały obszar wyniesienia Łeby i zachodni kraniec syneklizy perybałtyckiej. Całkowitemu wynurzeniu uległa już wówczas również radziecka część syneklizy (Suvejzdis 1963). Wyraźna subsydencja i związana z tym zatoka utrzymuje się jeszcze na południowym wschodzie. Jej centrum znajduje się teraz najprawdopodobniej na południe od Gdańska i dalej na wschód w okolicy otworu Pasłęk, gdzie przewiercono największą w tym rejonie miąższość soli Z_2 — 72 m. podczas gdy miąższość soli Z_1 wynosi tu zaledwie 1,4 m.

Na początku cyklotemu Leine morze sięgało jeszcze daleko na północ aż do otworu Chłapowo, lecz jest to już tylko wąska zatoka o typowej sedymentacji dla strefy brzegowej głównie w facji węglanowo-siarczanowej i niewielkich miąższościach. Po powstaniu anhydrytu głównego zatoka utrzymuje się jedynie w rejonie otworu Pasłęk i na południowy zachód od niego, gdzie łączy się z basenem centralnym.

W cyklotemie Aller cały obszar pierwotnej zatoki jest już wynurzony. W śródlądowych okresowych zbiornikach osadzone są z licznymi przerwami czerwono-brunatne mułowce i iłowce, zaliczane ze względu na trudności w ustaleniu granicy, wspólnie z dolnymi poziomami pstrego piaskowca, do serii przejściowej.

Jest bardzo prawdopodobne, że pierwotne zasięgi niektórych poziomów były nieco większe niż obecne ich rozprzestrzenienie. Dotyczyć to może zwłaszcza soli, która na wynurzonych obszarach najłatwiej mogła ulec zniszczeniu.

*Pracownia Stratygrafii Paleozoiku i Mezozoiku
Zakładu Nauk Geologicznych PAN
Warszawa 22, Al. Żwirki i Wigury 6
Warszawa, w lipcu 1965 r.*

LITERATURA CYTOWANA.

- DADLEZ R. 1965. Stan znajomości pokrywy permomesozoicznej na Pomorzu Zachodnim i obszarach sąsiednich (State of knowledge of the Permo-Mesozoic cover in west Pomerania and in the adjacent areas). — *Przegląd Geol.*, nr 1. Warszawa.
- DEBSKI J. 1965. Wstępne wyniki wiercenia Chłapowo IG-1. Sprawozd. z posiedzeń nauk. IG (Referat wygłoszony na posiedzeniu naukowym IG).
- KORAB Z. & STEMULAK J. 1961. Profil cechsztynu na wyniesieniu Łeby (The Zechstein profile on the Łeba elevation). — *Przegląd Geol.*, nr 11. Warszawa.

- ORSKA J. 1961a. Utwory cechsztynu w otworze wiertniczym Lębork IG-1. Arch. Instytutu Geologicznego. Warszawa.
- 1961b. Utwory cechsztynu w otworze wiertniczym Bytów IG-1. Ibidem.
- POBORSKI J. 1961a. System permski w profilu głębokiego wiercenia Lębork IG-1 na Pomorzu. Ibidem.
- 1961b. System permski w profilu głębokiego wiercenia Bytów IG-1 na Pomorzu. Ibidem.
- 1961c. System permski na tak zwanym wyniesieniu Łeby i związane z nim możliwości górnicze (Permian system of the Leba highplain and new perspectives of salt mining connected with it). — *Przegląd Geol.*, nr 7. Warszawa.
- 1961d. Główne kierunki poszukiwań soli potasowo-magnezowych w Polsce (Main trends of prospectations for potassium-magnesium salts in Poland). — Ibidem, nr 11.
- 1962. Budowa geologiczna Niziu Polskiego. — *Prace I.G.*, ss. 140—160. Warszawa.
- POBORSKI J. & CIMASZEWSKI L. 1961. Z paleogeografii permu na Pomorzu (On paleogeography of the Permian in the Pomerania area). — *Przegląd Geol.*, nr 11. Warszawa.
- PODEMSKI M. & WAGNER R. 1965. Podstawy szczegółowego podziału anhydritów (The bases of detailed subdivision of anhydrites). — Ibidem, nr 2.
- POŻARYSKI W. 1962. Budowa geologiczna Niziu Polskiego. — *Prace I.G. (Trav. Inst. Géol. Pol.)*. Warszawa.
- 1964. Zarys tektoniki paleozoiku i mezozoiku Niziu Polskiego (Outline of Paleozoic and Mesozoic tectonics of the Polish Lowland). — *Kwartalnik Geol.*, t. 8, z. 1. Warszawa.
- STEMULAK J. 1963. Wpływ facji głównego dolomitu cechsztyńskiego na jego roponośność (Influence of the Zechstein main dolomitic facies upon its oil-contents). — *Przegląd Geol.*, nr 4. Warszawa.
- SUVEJZDIS P. I. 1963. Verchnie permskie ołożenia Polsko-Litovskoj sineklizy. — *Vopr. geol. Litvy Akad. Nauk Lit. SSR*.
- SZANIAWSKI H. 1964. Cechsztyń na Pomorzu Gdańskim. Sprawozd. z posiedzeń nauk. IG. — *Kwartalnik Geol.*, t. 8, z. 4. Warszawa.
- SZANIAWSKI H. & WERNER Z. 1964. Projekt poszukiwań soli potasowo-magnezowych i soli kamiennej w rejonie syneklizy perybałtyckiej. A. Zatoka Gdańska. B. Wyniesienie Łeby. Arch. Instytutu Geologicznego. Warszawa.
- SZANIAWSKI H. & WERNER Z. 1965. Wstępne wyniki wiercenia Wejherowo (Preliminary results of bore-hole Wejherowo). — (*Przegląd Geol.*, nr 1. Warszawa).
- TOKARSKI A. 1959a. Penetracja wiertnicza cechsztynu wyżu Czaplinka (Prospecting boring of the Zechstein in the gravimetric positive anomaly of Czaplinka — NW Poland). — *Acta Geol. Pol.*, vol. 9, nr 1. Warszawa.
- 1959b. Chojnicki profil cechsztynu (The profile of Zechstein at Chojnice). — *Rocz. P.T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.)*, t. 29, z. 2. Kraków.
- WAGNER R. 1965a. Utwory cechsztynu w otworze wiertniczym Koszalin IG-1. Arch. Instytutu Geologicznego. Warszawa.
- 1965b. Rozwój sedymentacji cechsztynu w syneklizie perybałtyckiej. Sprawozd. z posiedzeń nauk. IG. — *Kwartalnik Geol.*, t. 9, z. 2. Warszawa.
- ZNOSKO J. 1962. Obecny stan znajomości budowy geologicznej głębokiego podłoża pozakarpacckiej Polski (Present status of knowledge of geological structure of deep substratum of Poland beyond the Carpathians). — Ibidem, t. 6, z. 3.

H. SZANIAWSKI

FACIAL DEVELOPMENT AND PALEOGEOGRAPHY OF THE ZECHSTEIN WITHIN THE ELEVATION OF LĘBA

(Summary)

ABSTRACT: The area of the tectonic units of the Lęba elevation as well as those of the peri-Baltic syncline and of the north-eastern part of the Pomeranian synclinorium formed a bay within the Zechstein sea. The bay displayed a particular type of sedimentation. A line running from Koszalin through Bobolice to Chojnice, indicated by borings, marks the boundary between the Zechstein facies of the bay type in the north-east and the Zechstein type of the central basin in the south-west. During the sedimentation of the Werra cyclothem, the hypothetical land in Pomerania was merely an underwater elevation, and the rock salt occurring throughout the Lęba elevation belongs exclusively to that cyclothem. Towards the close of sedimentation of the Werra cyclothem the platform area was gradually uplifted beginning from the north, while in the higher cyclothem the central part of the bay was shifted to the south-east. By the end of sedimentation of the Leine cyclothem the whole area of the original bay had already emerged.

The area investigated by the writer covers that of the tectonic units of the Lęba elevation, of the western part of the peri-Baltic syncline as well as of the north-eastern part of the Pomeranian synclinorium (fig. 1). During the Zechstein there existed within that area a sea bay with a specific facies (Poborski & Cima-szewski 1961). New seismic and bore-hole materials have considerably enlarged the knowledge of facial conditions within the bay and have suggested a somewhat different interpretation of its stratigraphy.

The stratigraphic horizons that have been differentiated and described here are as follows: basal conglomerate (Zechstein Konglomerat), copper-bearing shales (Kupferschiefer), Zechstein limestone (Zechsteinkalk), lower Werra anhydrite (Unterer Werra Anhydrit), oldest rock salt (Ältestes Steinsalz), upper Werra anhydrite (Oberer Werra Anhydrit), main dolomite (Hauptdolomit), basal anhydrite (Basal Anhydrit), older rock salt (Älteres Steinsalz), „top“ anhydrite (Deckanhydrit), grey salt silt (Grauer Salzion), plate dolomite (Plattendolomit), younger rock salt (Jüngeres Steinsalz), as well as a transitional series passing into lower Bunter deposits.

In the Werra cyclothem the bay here considered covered practically the whole area of the peri-Baltic syncline, that of the Lęba elevation and the north-eastern part of the Pomeranian synclinorium (fig. 2). From the central basin it was separated by a Caledonian-Variscan mountain range stretching along a line marked by bore-holes from Koszalin to Bobolice and Chojnice. The above range, represented in this region by a belt of Devonian and Carboniferous outcrops on the sub-Zechstein surface, displayed strong morphological differentiation at the time of transgression. At the beginning of the Zechstein it was submerged and later existed as an underwater ridge, possibly with local islands. In the north-east, the zone of Variscan deposits communicated with the elevation of Lęba, nearly vertical thereto and delimiting the bay in the north. In the Werra cyclothem the northern boundary of the bay ran across the Baltic.

The line running along Koszalin-Bobolice-Chojnice forms a sharp boundary between the north-eastern Zechstein facies and the south-western Zechstein facies. The former is characterised by rather small thicknesses, reduced higher cyclothem and the lack of potassium-magnesium chlorides. The latter displays far greater thicknesses and a full salinary development.

Within all the bore-holes in this zone the Zechstein deposits are strongly disturbed.

In the light of new evidence the hypothetical Zechstein land in Pomerania (Poborski & Cimaszewski 1961) was merely an underwater elevation in the Werra cyclothem, while the rock salt in the bore-holes of Leborg and Bytów belongs exclusively to the Werra cyclothem and not also partly to the Stassfurt cyclothem as previously supposed.

The oldest rock salt is overlain by a characteristic horizon of anhydrite conglomerate that is readily distinguishable in sections of most of the bore-holes here considered.

A typical bay, differing in sedimentary conditions, existed in the western part of the peri-Baltic syncline, mainly during the Werra cyclothem. Its sedimentary axis then stretched north-east from the vicinity of the Bytów bore-hole to bore-hole Chłapowo and farther east across the Bay of Gdańsk to bore-hole Niwińsk in the U.S.S.R. (fig. 2). At the beginning of the Stassfurt cyclothem, possibly even towards the close of the Werra cyclothem, the platform area was gradually uplifted from the north (fig. 3). By the end of the deposition of the basal anhydrite nearly all the area of the Leba elevation as well as the western margin of the peri-Baltic syncline had already emerged. That part of the syncline now lying in Russian territory had then risen above the surface (Suvejzdis 1963). The bay was still in existence and may have even considerably subsided in the south-east. Its centre lies south of Gdańsk and farther east in the vicinity of bore-hole Pasiek.

At the beginning of the Leine cyclothem the sea still stretches far north to the vicinity of Chłapowo, but it is then merely a narrow bay, displaying sedimentation typical of the littoral zone and developed mainly in the carbonate-sulfate facies. After the deposition of the main anhydrite horizon the bay persists solely in the vicinity of Pasiek, and farther south-east where it unites with the central basin.

In the Aller cyclothem the whole area of the original bay was emerged. Red-brown mudstones and siltstones, together with the lower horizons of the Bunter, referred to a transition series because of difficulties in determining boundaries, were deposited with frequent breaks in the intermittent lakes.

Quite probably the original extent of some horizons exceeded their present range.

*Laboratory of the Palaeozoic and Mesozoic Stratigraphy
of the Institute of Geological Sciences
of the Polish Academy of Sciences
Warszawa 22, Al. Żwirki and Wigury 6
Warsaw, July 1965*

OBJAŚNIENIA DO PŁANSZ I—II

DESCRIPTION OF PLATES I—II

PL. I

fig. 1

Wapień cechsztyński z onkolitami. Otwór Wejherowo, głębokość 1183,5 m x 2,5

Zechstein limestone with oncolites. Bore-hole Wejherowo, depth 1183.5 m. . . x 2.5

Fig. 2

Wapień cechsztyński ze stromatolitami i onkolitami. Otwór Wejherowo, głębokość 1182 m x 3

Zechstein limestone with stromatolites and oncolites. Bore-hole Wejherowo, depth 1182 m. x 3

PL. II

Fig. 1

Sól kamienna najstarsza z nieregularnie rozmieszczonymi domieszkami anhydrytu. Otwór Wejherowo, głębokość 1006 m w. n.

Oldest rocksalt with irregularly dispersed admixtures of anhydrite. Bore-hole Wejherowo, depth 1006 m. nat. size

Fig. 2

Zlepieniec anhydrytowy występujący w spągu anhydrytu górnego Werry. Otwór Wejherowo, głębokość 966 m w. n.

Anhydrite conglomerate present in the bottom of the upper anhydrite of the Werra cyclothem. Bore-hole Wejherowo, depth 966 m. nat. size.

Wszystkie fotografie wykonał J. Adamik
All photographs by J. Adamik



Fig. 2

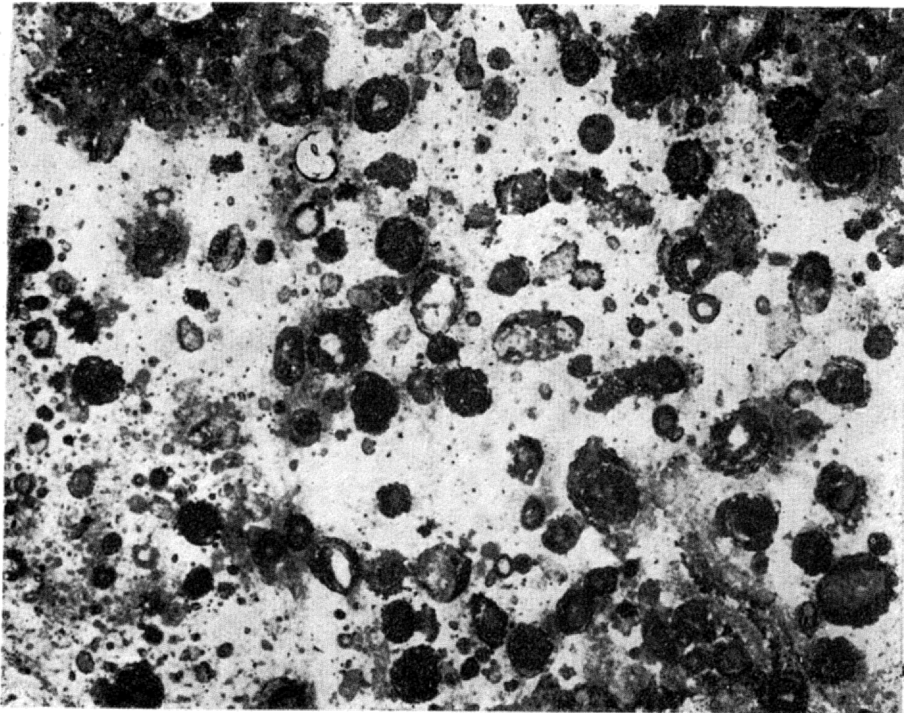


Fig. 1

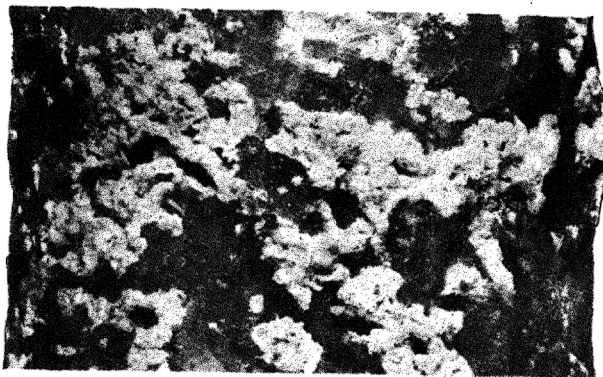


Fig. 1



Fig. 2