

Paweł Henryk KARNKOWSKI

Warunki formowania się złóż gazu ziemnego w Wielkopolsce

Przedstawiono rozmieszczenie i charakterystykę złóż gazu ziemnego w stropowej części osadów czerwonego spągowca w Wielkopolsce. Wskazano również na związek występowania złóż węglowodorów z wykształceniem facjalnym skał zbiornikowych oraz paleomorfologią stropu czerwonego spągowca. Na podstawie analizy tektonicznej zwrócono uwagę na przyczyny zróżnicowania występowania złóż gazu w zależności od kąta regionalnego nachylenia skał permskich.

WSTĘP

Pierwsze złożo gazu ziemnego w utworach czerwonego spągowca w Polsce (Bogdaj–Uciechów) zostało odkryte w 1964 r. (P. Karnkowski i in., 1966). Jest ono położone po południowej stronie wału wolsztyńskiego, gdzie w drugiej połowie lat sześćdziesiątych koncentrowały się prace poszukiwawcze. W początku lat siedemdziesiątych rozpoczęto wiercenia po północnej stronie wału wolsztyńskiego; w 1974 r. odkryto tutaj pierwsze złożo gazu ziemnego – Kaleje. Lata następne, aż po dzień dzisiejszy, przyniosły szereg dalszych odkryć a obecnie prowadzone prace rokują dalsze nadzieje.

W permskim obrazie paleogeograficznym omawiany obszar znajdował się pomiędzy wałem wolsztyńskim a centralną częścią basenu, charakteryzującą się w czerwonym spągowcu dużą subsyduencją i sedymentacją prawie wyłącznie osadów ilastych (fig. 1). W ujęciu regionalnym teren ten (ok. 10 000 km²) stanowi centralną część Wielkopolski, gdzie dotychczas wykonano przeszło 100 otworów wiertniczych, które udokumentowały utwory czerwonego spągowca.

Dużo faktów uzyskanych dzięki pracom geologiczno-poszukiwawczym pozwoliło na lepsze rozpoznanie omawianych utworów nie tylko w Wielkopolsce, a efektem naukowym oraz podsumowaniem pewnego etapu działalności badawczej było zorganizowanie w 1978 r. Sympozjum na temat permu Europy centralnej. Wygłoszono wtedy wiele referatów, które ukazały się w 1981 r. w wydawnictwie zbiorczym. Referaty te dotyczyły m.in. zagadnień paleogeografii czerwonego spą-

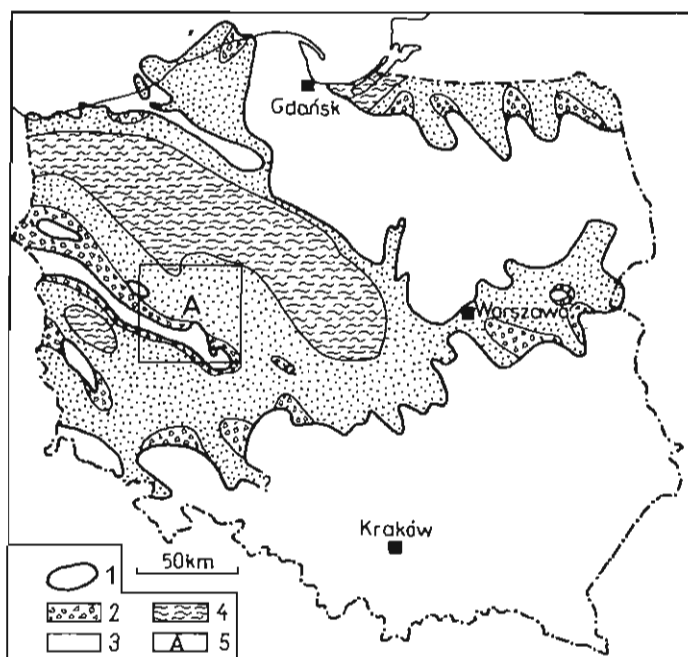


Fig. 1. Mapa paleofacialna schyłku czerwonego spągowca na obszarze Polski (częściowo według P. Karnkowskiego i in., 1978 i J. Pokorskiego, 1978)

Paleofacies map of Poland for the end of sedimentation of the Rotliegendes (partly after P. Karnkowski and others, 1978, and J. Pokorski, 1978)

1 – zasięg utworów czerwonego spągowca; 2 – gruz i żwir; 3 – piaski; 4 – muły i ropy; 5 – obszar badań (A)
1 – extent of Rotliegendes sediments; 2 – debris and gravel; 3 – sands; 4 – muds and clays; 5 – studied area (A)

gowca (J. Pokorski) oraz prawidłowości występowania złóż węglowodorów w osadach czerwonego spągowca (J. Bojarska i in.; S. Depowski, P. Karnkowski, M. Solak, T. Żołnierczuk). Symposium było nie tylko pożyteczną wymianą poglądów, ale spowodowało również wzrost zainteresowania utworami czerwonego spągowca ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień poszukiwawczych. Wyrazem tego było ukazanie się wielu publikacji (P. Karnkowski i in., 1978; J. Oberc, 1978; J. Pokorski, 1978; J. Tomasik, 1980).

Autor dziękuje mgrowi inż. M. Solakowi z PPNiG w Pile i mgrowi inż. T. Żołnierczukowi z PPNiG w Zielonej Górze za udostępnienie rdzeni wiertniczych oraz pracownikom ZOGG NiG Geonafra – mgr J. Bojarskiej i mgrowi E. Głowackiemu – za udostępnienie materiałów dokumentacyjnych.

ROZMIESZCZENIE I CHARAKTERYSTYKA ZŁÓŻ

Rozmieszczenie złóż gazu ziemnego na omawianym terenie jest bardzo nieregularne; koncentrują się one przede wszystkim na południowy zachód od Poznania (fig. 2). We wschodniej Wielkopolsce odkryto dotychczas kilka małych złóż zlokalizowanych głównie w obrębie strefy dyslokacyjnej Poznań–Kalisz.

Szczegółową charakterystykę złóż gazu ziemnego podał P. Karnkowski (1980). Złóża mają na ogół charakter masywowy, częściowo jednak są to również złoża ograniczone litologicznie (np. złożo Ujazd). W zdecydowanej większości występują

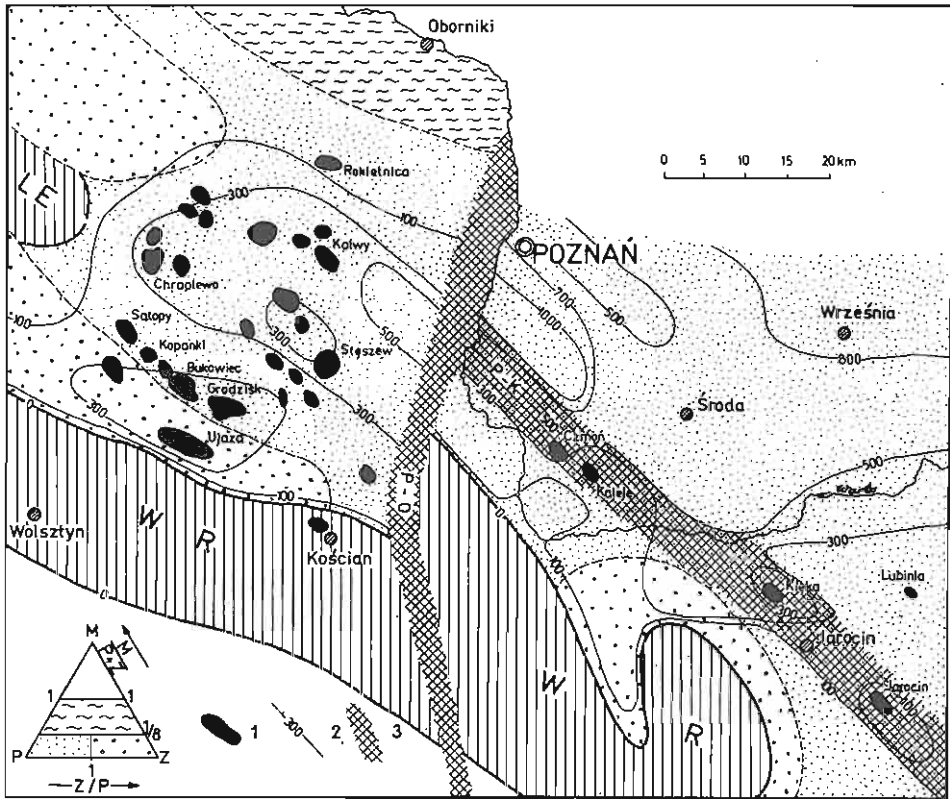


Fig. 2. Rozmieszczenie złóż gazu ziemnego na tle facji podgrupy II
Distribution of gas deposits at the background of facies of the subgroup II

1 – złoża gazu ziemnego; 2 – izopachty podgrupy II; 3 – główne strefy dyslokacyjne: P–O – Poznań–Oleśnica, P–K – Poznań–Kalisz; obszary pozbawione osadów górnej części czerwonego spągowca: WR – wał wolsztyński, LE – wyniesienie Lwówka. P – piaskowce, Z – zlepieńce i brekcje, M – mulowce i ilowce; uwaga: termin „podgrupa II” (por. fig. 4) przyjęty według propozycji podziału litostratygicznego czerwonego spągowca (P.H. Karnkowski, 1981)

1 – gas deposits; 2 – isopachs of subgroup II; 3 – major dislocation zones: P–O – Poznań–Oleśnica, P–K – Poznań–Kalisz; areas where sediments of upper part of Rotliegendes are missing: WR – Wolsztyn Swell, LE – Lwówek Elevation, P – sandstones, Z – conglomerates and breccias, M – mudstones and claystones; note: the term “subgroup II” (see Fig. 4) is here accepted after lithostratigraphic subdivision of the Rotliegendes as proposed by P.H. Karnkowski (1981)

w płaskich lokalnych pułapkach (fig. 3), a kolektorem są czerwone lub białe (szare) piaskowce czerwonego spągowca o średniej porowatości 15–20% i przepuszczalności od 20 do 200 mD. Wyjątek stanowi tutaj złożo Kościan, gdzie kolektorem jest wapień cechsztyński, leżący bezpośrednio na skałach dolnokarbońskich. Złoża te ekranowane są od góry utworami solno-anhydrytowymi cechsztynu. W składzie gazu węglowodory stanowią średnio 82%, oprócz tego występuje azot (ok. 13%), wodór, dwutlenek węgla i hel (ok. 0,1%). Wszystkie złoża gazu podścielone są silnie zgazowanymi solankami (2,42 l gazu na 1 l wody złożowej). Jest to zjawisko regionalne.

Na podstawie pomiarów nasycenia wód złożowych gazem ziemnym P. Karnkowski (1979) oszacował, że w strefie od Obrzycka po rejon Jarocina ilość gazu rozpuszczonego w solance wynosi 120 mld m³. Jest to liczba znacznie przekracza-

Tabela 1

Zestawienie niektórych parametrów wybranych
złóż gazu ziemnego

Typ (por. fig. 3)	Nazwa złoża	Powierzchnia (w km ²)	Wysokość złoża (w metrach)	
			maks.	śr.
A	Kaleje	2,4	46	24
	Kłęka	3,8	34	14
B	Ujazd	7,1	34	23
C	Bukowiec	7,8	33	17
	Grodzisk	13,1	19	12
	Chraplewo	2,2	14	10

jąca znane zasoby złożowe. Jednak w miarę szczyptywania zasobów, szczególnie mogą one być uzupełniane gazem wydzielającym się z otaczających solanek, a zatem pierwotnie obliczone zasoby mogą okazać się dużo większe. Zjawisko to potwierdza się już praktycznie.

Omawiane złoża mają niewielkie rozmiary tak pod względem powierzchni, jak i miąższości efektywnej. Charakterystykę tych parametrów na wybranych przykładach przedstawia tabela 1. Na podstawie danych można się zorientować, że złoża we wschodniej Wielkopolsce mają średnio dwukrotnie mniejszą powierzchnię i 1,5–2 razy większą miąższość efektywną niż złoża w zachodniej Wielkopolsce. Niewielka liczba złóż oraz ich małe zasoby we wschodniej Wielkopolsce, przy podobnym nasyceniu solanek gazem na całym omawianym obszarze, sugerują złożony charakter formowania się pułapek strukturalnych w stropowej części osadów czerwonego spągowca.

PALEOMORFOLOGIA STROPU CZERWONEGO SPĄGOWCA

Rozpatrując charakter pułapek złożowych trzeba zwrócić uwagę na paleomorfologię stropu czerwonego spągowca, której zróżnicowanie mogło odegrać istotną rolę przy ukształtowaniu i wielkości poszukiwanych złóż. Na obecny kształt powierzchni stropowej wpłynęły zarówno warunki sedymentacji osadów klastycznych, jak i późniejsze czynniki tektoniczne. Paleogeografię schyłku czerwonego spągowca najlepiej można scharakteryzować w podziale na poszczególne obszary facjalne (fig. 2, 4).

Osady gruboklastyczne w obrzeżeniu wału wolsztyńskiego i wyniesienia Lwówka są niewątpliwie osadami fluwialnymi o bliskim i krótkotrwałym transporcie. Najlepszym tego dowodem są brekcje o słabym stopniu wysortowania i spoiwie ilasto-piaszczystym, które można interpretować jako potoki błotne. Tworzy grubo-okruchowe nie składają się wyłącznie ze zlepieńców i brekcji, lecz występują w ich obrębie, czasami znacznej miąższości pakiety piaskowców lub mułowców. To zróżnicowanie litologiczne wraz z obserwacjami sedymentologicznymi pozwoliło wyodrębnić kilka grup osadów składających się na pełną charakterystykę środowiska stożków napływowych.

Rozprzestrzenienie osadów gruboklastycznych po północnej stronie wału wolsztyńskiego nie jest duże, strefa ta nie przekracza 15 km szerokości. Na dalekim skraju stożków napływowych bardzo często zlepienie zazębiają się z osadami piaszczystymi, a miąższość przewarstwień piaszczystych rośnie na zewnątrz od wału wolsztyńskiego. Na podstawie danych z literatury (W.B. Bull, 1964; R.J. Steel, 1974; C.R. Twidale, 1978, 1979), gdzie omawia się zarówno współczesne, jak i kopalne struktury stożków napływowych, można przyjąć, że średni spadek powierzchni stożków wynosi 1–2°. Oczywiście w strefach piedmontowych jest on większy i może dochodzić do 10° a nawet 25°. Strefy te nie są jednak szerokie i stanowią znikomy procent powierzchni skłonu stożków napływowych.

Pierwotne nachylenie powierzchni sedymentacyjnych stożków napływowych z S na N po północnej stronie wału wolsztyńskiego stwarza dogodny warunki do migracji gazu oraz do powstania pułapek litologicznych. Potencjalnym kolektorem są porowate piaskowce, a zlepienie i brekcje – często o spoiwie ilastym – stanowią dobry poziom uszczelniający (J. Bojarska i in., 1983). Przykładem jest tutaj złóż Ujazd (fig. 3B).

Na podstawie regionalnego rozkładu facji widać, że materiał klastyczny był transportowany od peryferyjnych części basenu permskiego ku jego centrum, a więc na obszarze Wielkopolski od wału wolsztyńskiego ku północy. W czasie transportu zachodziła selekcja materiału, czego konsekwencją jest równomierny rozkład facji. Tego typu selekcja najlepiej zachodzi w środowisku rzeczonym i dlatego wydaje się oczywiste, że materiał ilasty do centrum basenu w większości został dostarczony tą drogą. Skoro tak, to część piaskowców musi wykazywać cechy środowiska fluwialnego, a facji piaszczystej odpowiadałoby przedpole stożków napływowych. Biorąc pod uwagę warunki klimatyczne, a więc ciepły i suchy klimat,

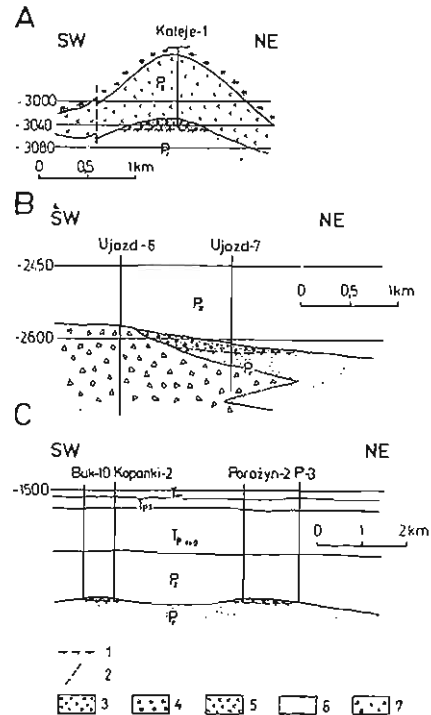


Fig. 3. Wybrane przykłady złóż gazu ziemnego
Selected examples of gas deposits

A – złóż Kaleje wg J. Wróbel, T. Wolnowskiego i B. Sikorskiego, w: P. Karnkowski, 1980; B – złóż Ujazd wg autora; C – złóż Poróżyn i Kopanki wg T. Żołnierczuka i J. Żurawitka, w: P. Karnkowski, 1980; 1 – kontur gaz-woda; 2 – uskoki; 3 – strefa gazonośna; 4 – sole Werry; 5 – anhydryty Werry; 6 – piaskowce; 7 – zlepienie i brekcje; Pr – czerwony spągowiec; Pz – czechsztyń

A – Kaleje deposits after J. Wróbel, T. Wolnowski and B. Sikorski in: P. Karnkowski, 1980; B – Ujazd deposit after the Author; C – Poróżyn and Kopanki deposit after T. Żołnierczuk and J. Żurawik in: P. Karnkowski, 1980; 1 – gas-water contour; 2 – fault; 3 – gas-bearing zone; 4 – Werra salts; 5 – Werra anhydrites; 6 – sandstones; 7 – conglomerates and breccias; Pr – Rotliegendes; Pz – Zechstein

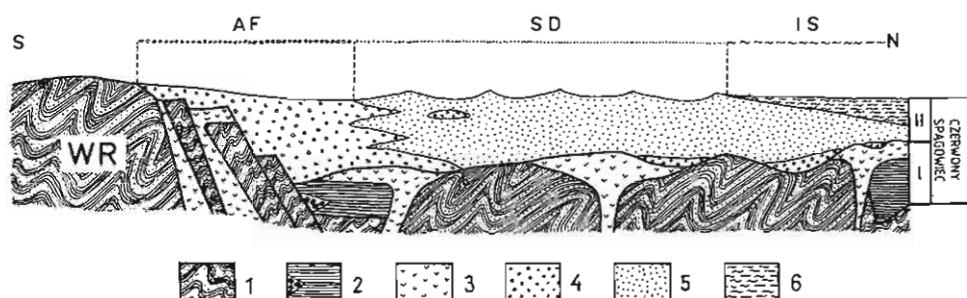


Fig. 4. Schematyczny przekrój paleofacjalny schyłku czerwonego spągowca

Sketch paleofacies section for the end of the Rotliegendes

WR – wał wolsztyński; AF – obszar stożków napływowych; SD – przedpole stożków napływowych; obszar wydym i pól wydymowych; IS – jezioro pustyńne (sebkha); 1 – podłoże czerwonego spągowca: głównie piaskowce i łupki dolnego karbonu, podrzędnie, w południowej części wału wolsztyńskiego, skały starszego paleozoiku (kwarcyty i fylity); czerwony spągowiec: 2 – mułowce i piaskowce oraz sporadycznie zlepnieńce, w dolnej części barwa osadów szara i czarna, w górnej – czerwono-brunatna; 3 – skały wulkaniczne: wylewne i piroklastyczne; 4 – brekcje i zlepnieńce; 5 – piaskowce; 6 – mułowce i iłowce

WR – Wolsztyn Swell; AF – area of alluvial fans; SD – foreland of alluvial fans; area of dunes and dune fields; IS – desert lake (sebkha); 1 – Rotliegendes basement: mainly Lower Carboniferous sandstones and shales and some Lower Paleozoic rocks (phyllites and quartzites) in southern part of Wolsztyn Swell; Rotliegendes: 2 – mudstones and sandstones and, occasionally, conglomerates, grey and black in lower part of section, and red-brown in the upper; 3 – volcanic rocks: intrusive and pyroclastic; 4 – breccias and conglomerates; 5 – sandstones; 6 – mudstones and claystones

ubóstwo lub brak szaty roślinnej, jako typowy dla tego obszaru, należałoby przyjąć model rzeki roztokowej w klimacie suchym.

Cechy osadów równi aluwialnych rzek roztokowych w tym klimacie są łatwe do odczytania przy zazębieniu się frakcji piaszczystej i zlepniowej. Jednak w przypadku wyłączności facji piaszczystej diagnoza nie jest łatwa i jednoznaczna. Omawiane piaskowce wykazują wiele cech świadczących o eolicznym środowisku sedimentacji. Posiadają one wszystkie cechy wymienione przez K.W. Glennie'go (1970) jako charakterystyczne dla osadów wydymowych. Znane autorowi z autopsji triasowe piaskowce tumlińskie, interpretowane przez R. Gradzińskiego i in. (1979) jako osady eoliczne, do złudzenia przypominają omawiane piaskowce czerwonego spągowca. Cechy podawane przez innych autorów (R.L. Folk, 1971; J.J. Bigarella, 1972; K.W. Glennie i in., 1978; M.E. Brookfield, 1979; M. Wichrowska, 1980) potwierdzają również eoliczne środowisko sedimentacji tych piaskowców.

Dualizm środowiskowy – z jednej strony cechy aluwialne, z drugiej eoliczne – w tym przypadku jest rzeczą naturalną i charakterystyczną dla środowiska okresowych rzek pustynnych – *wadi*. Przykłady takich współczesnych środowisk opisane są przez K.W. Glennie'go (1970), gdzie wskazano, że głównym źródłem materiału eolicznego są niescementowane osady *wadi*. Zatem dla głównego obszaru frakcji piaszczystej należałoby przyjąć model równi aluwialnych rzek roztokowych w klimacie suchym. Równiny te w znacznym stopniu byłyby modelowane przez wiatr, który tworzyłby na nich wydmy i pola wydymowe o wysokości kilkunastu – kilkudziesięciu metrów.

Osady facji mułowcowej, występujące w północno-zachodniej Wielkopolsce, są brzezną strefą utworów ilastych, które wypełniają centralną część basenu perm-skiego. Wraz z upływem czasu osady te rozszerzały swój zasięg. Świadczy o tym regionalny rozkład facji mułowcowej oraz przekraczające ułożenie mułowców i iłowców (rejon Obrzycka, fig. 2 i 4).

Pośrednich dowodów na istnienie deniwelacji na obszarze facji piaszczystej dostarcza obecność lub brak łupku miedzionośnego. Jak wykazały obserwacje współczesne w Zatoce Perskiej (B.H. Purser, 1973) oraz analiza kopalnych środowisk tego typu (C.W. Byers, 1977; T.M. Peryt, 1978; A. Hallam, M.J. Bradshaw, 1979), w morzach stosunkowo płytkich wymiana wód przydennych, ubogich w tlen, z natlenionymi wodami powierzchniowymi zachodzi poprzez mieszanie jako efekt działalności fal. W warunkach znacznego rozczłonkowania zbiornika Werry (T.M. Peryt, H. Ważny, 1978; S. Oszczepalski, 1980) takie zjawisko mogło mieć miejsce i można z dużym prawdopodobieństwem przyjąć, że osady łupku miedzionośnego powstały poniżej podstawy falowania.

Na obszarze Wielkopolski obserwujemy duże zróżnicowanie występowania i miąższości łupku miedzionośnego (P.H. Karnkowski, 1985). Przyczyną tego zjawiska mogła być obecność wydm i pól wydmych o wysokości względnej kilkunastu – kilkudziesięciu metrów, które spowodowały znaczne zróżnicowanie dna podczas transgresji cechsztyńskiej.

Bezpośrednich dowodów na znaczne zróżnicowanie paleomorfologii stropu czerwonego spągowca dostarczają obserwacje w wyrobiskach górniczych lubińskich kopalni miedzi. J.K. Błaszczak (1981) na podstawie szczegółowych badań przyjął, że elewacje stropu białego spągowca są częściowo zniszczonymi wydmami. Pomiarów tych elewacji wykazały, że są to z reguły formy wydłużone (1000–1800 m), o szerokości 800–1500 m i względnej wysokości 10–32 m. Z podanych parametrów można obliczyć średni kąt nachylenia powierzchni stropowej, który wynosi ok. 1,5°. Jest to średni spadek powierzchni elewacji, w obrębie której występują czasami również większe upady.

Duże podobieństwo w wykształceniu facjalnym łupku miedzionośnego i białego spągowca zarówno w Wielkopolsce, jak i w Zagłębiu Lubińskim sugeruje podobny obraz paleogeograficzny na obu tych obszarach u schyłku czerwonego spągowca i w początku transgresji cechsztyńskiej. Szybki charakter transgresji morza cechsztyńskiego spowodował tylko częściowo zniszczenie wydm, a tym samym przyczynił się do zachowania potencjalnych pułapek gazu ziemnego (fig. 3C).

ROLA TEKTONIKI W FORMOWANIU SIĘ ZŁÓŻ GAZU ZIEMNEGO

Na podstawie dotychczasowych badań przyjmuje się, że migracja węglowodorów nasycających solanki i osady czerwonego spągowca odbywała się na obszarze Wielkopolski z północy na południe, czyli od strony aulakogenu (bruzdy) środkowopolskiego w kierunku Sudetów (S. Depowski, 1981; P. Karnkowski, 1981). Potwierdzeniem tego zjawiska jest większa zawartość węglowodorów po stronie północnej wału wolsztyńskiego niż po południowej. W wyniku rozpoznania stopnia katagenezy substancji organicznej w utworach karbonu, które przyjmuje się jako główne źródło materii organicznej (T. Wilczek, 1981), zakłada się, że moment odpowiadający początkowi powstawania węglowodorów w stropowych osadach karbonu przesunął się w czasie od triasu dolnego (w centrum basenu) do kredy górnej (na skłonach). Migracja gazu w osady czerwonego spągowca mogła sukcesywnie narastać, w miarę jak substancja organiczna z osadów karbonu osiągała coraz to wyższy stopień przeobrażenia, tj. od triasu do kredy górnej. Główny proces formowania złóż zakończył się w trzeciorzędzie w wyniku ruchów synalpejskich, które oprócz pozytywnych efektów mogły mieć ujemny wpływ na zachowanie się złóż gazu już wcześniej uformowanych (P. Karnkowski, 1979).

Na współczesny rozkład złóż gazu oprócz litologii osadów stropowej części czerwonego spągowca znaczący wpływ ma aktywność strefy dyslokacyjnej Poznań –

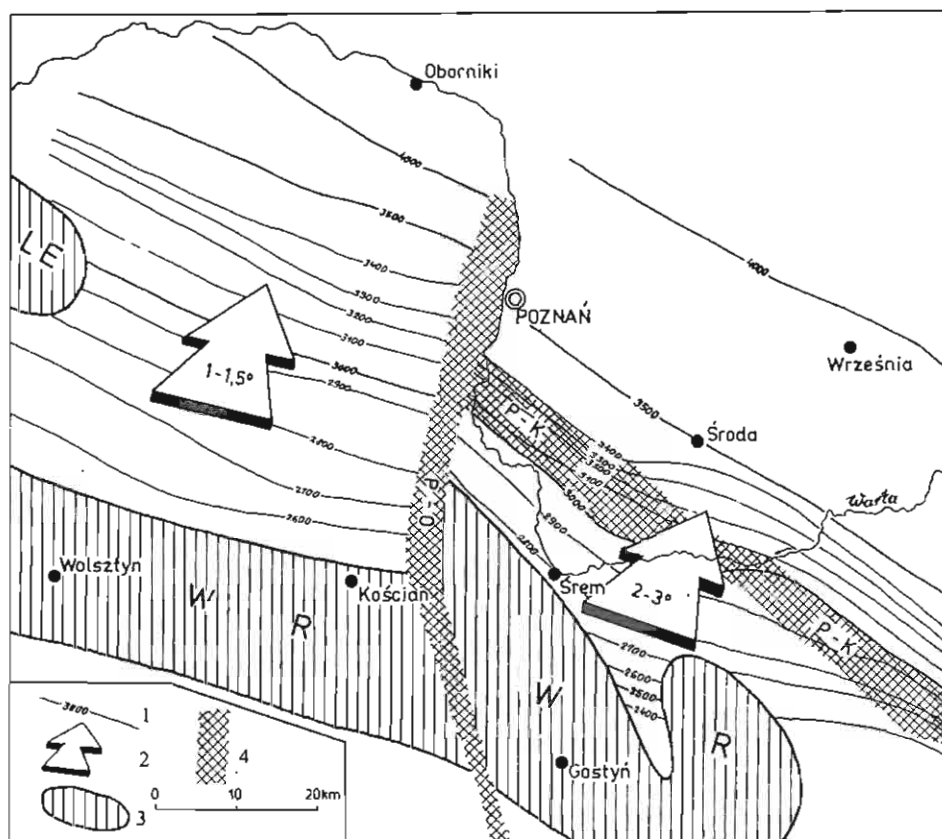


Fig. 5. Mapa strukturalna stropu czerwonego spągowca

Structural map of the top of the Rotliegendes

1 - izohipsy (w m p.p.m.); 2 - regionalny kierunek i kąt zapadania powierzchni stropowej czerwonego spągowca; 3 - obszary całkowicie pozbawione osadów górnej części czerwonego spągowca: WR - wał wolsztyński, LE - wyniesienie Lwówka; 4 - główne strefy dyslokacyjne: P-O - Poznań-Oleśnica, P-K - Poznań-Kalisz

1 - isohypses (in m b.s.l.); 2 - regional direction and dip of top surface of Rotliegendes; 3 - areas where sediments of upper part of Rotliegendes are completely missing: WR - Wolsztyn Swell, LE - Lwówek Elevation; 4 - major dislocation zones: P-O - Poznań-Oleśnica, P-K - Poznań-Kalisz

Oleśnica; średnie nachylenie stropu czerwonego spągowca we wschodniej Wielkopolsce jest dwukrotnie większe niż w zachodniej (fig. 5). Większe regionalne nachylenie spągu cechsztynu nie wpływa korzystnie na akumulację i zdecydowanie sprzyja szybszej migracji gazu we wschodniej Wielkopolsce. Jest to więc jeden z czynników, który prawdopodobnie w sposób zasadniczy decyduje o lokalizacji złóż.

Drugim elementem warunkującym akumulację jest brak we wschodniej Wielkopolsce korzystnych pułapek strukturalnych; przy tak znacznym nachyleniu stropu czerwonego spągowca złoża muszą mieć dużą różnicę wysokości pomiędzy wodami złożowymi a skałami uszczelniającymi. Jeżeli przyjemniemu nachyleniu stropu czerwonego spągowca 2° oraz powierzchnię złoża ok. 3 km^2 , to różnica wysokości pomiędzy wodami złożowymi a stropem złoża powinna wynieść 35 m; przy regionalnym nachyleniu 3° (a więc tylko o 1° więcej niż w poprzednim przykładzie) i tej samej powierzchni złoża wysokość złoża powinna wynieść 52 m.

Wybrane wartości są dobrane pod kątem znanych powierzchni o wysokości złóż. Porównując podane przykłady z wartościami w tabeli 1 można dostrzec, że odpowiadają one mniej więcej parametrom złóż Kaleje lub Klęka. Rozmieszczenie złóż gazu we wschodniej Wielkopolsce, w obrębie strefy dyslokacyjnej Poznań – Kalisz, sugeruje, że jej szczególna aktywność tektoniczna, datowana w całym rozwoju pokrywy platformowej (P.H. Karnkowski, 1980), sprzyjała powstawaniu pułapek strukturalnych o dużej amplitudzie (fig. 3a).

W zachodniej Wielkopolsce mamy inną sytuację – występuje tu dużo złóż o większej powierzchni i mniejszej wysokości niż we wschodniej Wielkopolsce. Biorąc pod uwagę parametry podane w tabeli 1, średnie nachylenie powierzchni stropowej złóż waha się od 0,5 do 1,2°. Porównując nachylenie stropów złóż gazu z wyliczeniami spadków elewacji eolicznych podanych wcześniej, można dostrzec duże podobieństwo. Najprawdopodobniej we wschodniej Wielkopolsce w obrębie facji piaszczystej istniały podobne warunki sedymentacyjne i obraz paleogeograficzny tej facji na całym omawianym obszarze był jednakowy – dominowały pola wydmowe. Zróżnicowanie regionalnego kąta upadu spągu cechsztynu na omawianym terenie przyczyniło się do częściowej destrukcji złóż zlokalizowanych w piaszczystych elewacjach pól wydmowych wschodniej Wielkopolski. Wychylenie potencjalnych pułapek-wydm o wartość większą niż średnie ich nachylenie powierzchni (ok. 1,5°) powoduje utworzenie pułapki i umożliwia dalszą migrację gazu. Ponieważ regionalne nachylenie wynosi tutaj 2–3°, należy liczyć się z częściową destrukcją złóż typu eolicznego. Tylko złoża o większej amplitudzie lub położone w szczególnych warunkach tektonicznych mogły przetrwać.

W zachodniej Wielkopolsce, gdzie nachylenie regionalne jest małe, na dużym obszarze wystąpiły warunki umożliwiające zachowanie złóż przy znikomym zróżnicowaniu morfologii stropu czerwonego spągowca.

Przedstawione prawidłowości w rozmieszczeniu złóż gazu ziemnego ściśle wiążą się z rozwojem paleogeograficznym i paleotektonicznym czerwonego spągowca na obszarze Wielkopolski. Na podstawie analizy rozwoju sedymentacji oraz aktywności tektonicznej poszczególnych stref dyslokacyjnych można korelować występowanie złóż gazu z faktami geologicznymi. Te prawidłowości, stwierdzone przy badaniu czerwonego spągowca w Wielkopolsce, mogą okazać się przydatne przy analizowaniu obszarów sąsiednich.

WNIOSKI

Przedstawiona analiza pozwala wysnuć następujące wnioski:

1. Występowanie złóż jest ściśle związane z wykształceniem facjalnym stropowej części osadów czerwonego spągowca; szczególnie duża zmienność litologiczna w obrębie facji zlepieńcowej (obszar stożków napływowych) stwarza komplikacje poszukiwawcze, lecz zarazem pokazuje nowe możliwości odkrycia złóż w pułapkach litologicznych.

2. Złoża gazu występujące na obszarach facji piaszczystej częściowo pokazuje związek z paleomorfologią stropu czerwonego spągowca. Niewielka amplituda elewacji eolicznych jest czynnikiem utrudniającym wykrywanie struktur, lecz z drugiej strony – duże prawdopodobieństwo powszechnego występowania tego typu pułapek stwarza dalsze perspektywy poszukiwawcze przy zastosowaniu bardziej szczegółowej metodyki sejsmicznej.

3. Obecne rozmieszczenie złóż gazu ziemnego w Wielkopolsce wykazuje wyraźny związek z paleogeografią czerwonego spągowca oraz z całym rozwojem paleotektonicznym pokrywy platformowej. Duża ilość faktów uzyskana na tym

- KARNKOWSKI P., KRZYSZTOFOWICZ Z., SOLAK M. (1978) – Podcechsztyńska budowa geologiczna basenu permńskiego. *Kwart. Geol.*, **32**, p. 735–751, nr 4.
- KARNKOWSKI P.H. (1980) – Outline of tectogenesis of the platform cover in the Wielkopolska area (W Poland). *Acta Geol. Pol.*, **30**, p. 485–505, nr 4.
- KARNKOWSKI P.H. (1981) – Obecny podział litostratygraficzny czerwonego spągowca w Polsce i propozycja jego sformalizowania. *Kwart. Geol.*, **25**, p. 59–66, nr 1.
- KARNKOWSKI P.H. (praca w druku) – Charakter transgresji morza cechsztyńskiego na obszarze Wielkopolski. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*
- OBERC J. (1978) – Dlaczego utwory dolnopermskie wielkiej monokliny SW Polski nie zawierają bogatych złóż węglowodorów. *Nafta*, **34**, p. 258–261, nr 8.
- OSZCZEPALSKI S. (1980) – Środowisko sedimentacji serii węglanowej Z1 a mineralizacja osadów cechsztyńskich (rejon Zielonej Góry–Kozuchowa). *Kwart. Geol.*, **24**, p. 571–590, nr 3.
- PERYT T.M. (1978) – Charakterystyka mikrofacjalna cechsztyńskich osadów węglanowych cyklotemu pierwszego i drugiego na obszarze monokliny przedsudeckiej. *Studia Geol. Pol.*, **54**.
- PERYT T.M., WAŻNY H. (1978) – Skondensowane profile wapienia cechsztyńskiego w północnej części monokliny przedsudeckiej. *Kwart. Geol.*, **22**, p. 549–570, nr 3.
- POKORSKI J. (1978) – Zarys rozwoju basenu czerwonego spągowca na obszarze Niżu Polskiego. *Prz. Geol.*, **26**, p. 686–693, nr 12.
- POKORSKI J. (1981) – Paleogeography of the Upper Rotliegendes in the Polish Lowland. *Pr. Inter. Symp. Central European*, p. 56–69. Warszawa.
- PURSER B.H. (1973) – Sedimentation around bathymetric highs in the southern Persian Gulf. In: *The Persian Gulf*, p. 157–177. Berlin.
- SOLAK M., ŻOŁNIERCZUK T. (1981) – Some regularities of the distribution oil and gas deposits in the Permian (Polish Lowland). *Pr. Inter. Symp. Central European Permian*, p. 596–601. Warszawa.
- STEEL R.J. (1974) – New Red Sandstone flood plain and piedmont sedimentation in the Hebridean province, Scotland. *Jour. Sediment. Petrol.*, **44**, p. 336–357.
- TOMASIK J. (1980) – Correlation of Rotliegendes rocks on the basis of well log data and development of the Saxonian in the Fore-Sudetic Area. *Bull. Acad. Pol. Sc. Sér. Sc. Terre*, **28**, p. 75–91, nr 1.
- TWIDALE C.R. (1978) – On the origin of pediments in different structural settings. *Amer. Jour. Sc.*, **278**, p. 1138–1176.
- TWIDALE C.R. (1979) – The character and interpretation of some pediment mantles. *Sedim. Geol.*, **22**, p. 1–20.
- WICHROWSKA M. (1980) – Egzoskopia ziarn kwarcu z osadów czerwonego spągowca rejonu Poznania w elektronowym mikroskopie skanningowym. *Kwart. Geol.*, **24**, p. 233–260, nr 2.
- WILCZEK T. (1982) – Mapa stopnia katagenezy substancji organicznej w stropie utworów czerwonego spągowca w Polsce. *Arch. Geonafta*. Warszawa.

Павел Хенрик КАРНКОВСКИ

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В ВЕЛИКОПОЛЬШЕ

Резюме

Великопольская территория в палеогеографии пермского периода располагалась между Вольштынским валом и центральной частью бассейна, которая почти целиком заполнена глини-

тыми породами (фиг. 1). Месторождения газа, открытые в этом районе, распределены неравномерно, они в первую очередь сосредоточены к юго-западу от Познани. На востоке Великопольши до сих пор было открыто несколько небольших месторождений, главным образом в зоне нарушенной Познань—Калиш (фиг. 2). Строение залежи обусловлено тектоникой (фиг. 3А) и фациальными условиями в кровле красного лежня (фиг. 3В и С). Несмотря на разнообразие типов залежей, все они небольшие как по размерам, так и по эффективной мощности (таб. 1). В большинстве случаев коллекторами газа являются песчаники красного лежня, средняя проницаемость которых 15—20%, а проницаемость от 20 до 200 мДсм. В компонентном составе газа углеводородная часть составляет примерно 13%, а водорода, углекислого газа и гелия около 0,1%.

Что касается ловушек, то надо принять во внимание палеоморфологию кровли красного лежня, современное строение которой обусловлено и условиями седиментации обломочных пород и последующей тектонической деятельностью. Крупнообломочные породы в обрамлении Вольштынского вала и поднятия Львувка (фиг. 2 и 4) можно считать образованиями конусов выноса. На отдаленной окраине конусов конгломераты зачастую соприкасаются с песчаниками. Далее на север залегают только чистые песчаники, которые только на северо-западе Великопольши смыкаются с глинистыми отложениями. Такие песчаники, залегающие на подступах к конусам выноса, осаждались в условиях аллювиальных равнин разливных рек в сухом климате. Эти равнины формировались под действием ветров, навевавших дюны и дюнные поля.

О большой неоднородности морфологии кровли красного лежня в начале цехштейна свидетельствует наличие или отсутствие меденосного сланца. Считается, что меденосный сланец мог образоваться ниже базиса волнового движения. Наличие дюнных полей способствовало дифференциации дна во время цехштейновой трансгрессии. Трансгрессия шла так быстро, что морфология дна была нарушена только отчасти. Прямым доказательством данной гипотезы могут служить наблюдения в любинских медных копях. Там в кровле белого лежня отмечены возвышения, которые являются отчасти разрушенными дюнами, крутизна которых в среднем составляет 1,5°.

На современное распределение залежей газа кроме литологии и морфологии кровельной части красного лежня большое влияние оказала активность тектонической зоны Познань—Олесница; в среднем региональное падение кровли красного лежня на востоке Великопольши вдвое больше, чем на западе (фиг. 5).

Отклонение структурных форм эолового типа от их первоначального положения на угол, больший, чем средний наклон поверхности возвышений, приводит к раскрытию ловушки и дальнейшей миграции газа. Весьма вероятно, что такое явление имело место на востоке Великопольши.

Такие закономерности в размещении месторождений газа тесно связаны с палеогеографическим и палеотектоническим строением красного лежня в Великопольше. Знание этих закономерностей на данном этапе поисков может способствовать новым открытиям газовых месторождений.

Paweł Henryk KARNKOWSKI

CONDITIONS OF ORIGIN OF GAS DEPOSITS IN THE WIELKOPOLSKA REGION

Summary

In the Permian paleogeographic image, the Wielkopolska region appears situated between the Wolsztyn Swell and central part of the Permian basin, almost completely filled with clay sediments (Fig. 1). Distribution of gas deposits hitherto found in this area is irregular but they appear mainly concentrated in an area south-west of Poznań. In eastern Wielkopolska, there have been found

a few small deposits, mainly in the Poznań–Kalisz dislocation zone (Fig. 2). The character of these deposits is found to be related to their tectonic setting (Fig. 3A) and facies conditions in top parts of the Rotliegendes (Figs. 3B and C). The deposits are markedly varying in type but they are generally small in size, i.e. in area and effective thickness (Table 1). In the majority of cases collector is built of Rotliegendes sandstones with mean porosity of 15–20% and permeability varying from 20 to 200 mD. The recorded gas mainly contains hydrocarbons (82% at the average) and subordinate amounts of nitrogen (c. 13%), hydrogen, carbon dioxide and helium (c. 0.1%).

In analysing character of deposit traps it is necessary to take into account paleomorphology of top surface of the Rotliegendes, the present shape of which appears related to conditions of sedimentation of clastic Rotliegendes rocks and subsequent tectonic history. Coarse-clastic sediments from margins of the Wolsztyn Swell and Lwówek Elevation (Figs. 2 and 4) may be characterized as sediments of alluvial fans. At far margins of the fans, conglomerates often interfinger with sandstones. Further northwards there occur pure sandstones only, and interfingering of the latter and sediments of clay facies is found not closer than north-western part of Wielkopolska. The above mentioned sandstones represent sediments of foreland of alluvial fans, corresponding to an environment of sedimentary plain of alluvial braided rivers developing under arid climate conditions. Wind was playing important role in modelling the plains because of formation of dunes and dune fields.

Analysis of distribution of the Copper-bearing shale shown marked differentiation in morphology of top surface of the Rotliegendes at the beginning of the Zechstein. The shale is assumed to originate below waving base. The presence of dune fields was favourable for marked differentiation of sea bottom during Zechstein transgression and rapid development of the latter resulted in rather limited destruction of original sea floor morphology. Direct evidence in support for this hypothesis was obtained in the course of studies in the Lubin copper mine, where elevations from the top of the Weissliegendes were found to be partly destroyed dunes with mean inclination of slope equal 1.5° .

The present distribution of gas deposits was influenced by both lithology and morphology of top part of the Rotliegendes and also in significant way by activity of the Poznań–Oleśnica tectonic zone as mean regional dip of this top surface is two times greater in eastern Wielkopolska than in the western (Fig. 5). Deviation of structural forms of the eolian type from original level by angle greater than mean inclination of surface of elevation leads to opening of a trap and further migration of gas. Such phenomenon presumably took place in eastern Wielkopolska.

The above regularities in distribution of gas deposits appear closely related to paleogeographic and paleofacies development of the Rotliegendes in Wielkopolska and their knowledge should open new perspectives of gas discovery at the present stage of search.