

Andrzej RÓŻKOWSKI, Marek SOSNOWSKI

## Metanowość złóż węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym

### WSTĘP

W ubiegłym dziesięcioleciu prowadzono intensywne badania złóż węgla kamiennych Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Badania skoncentrowane były w centralnej części Zagłębia. Dla ustalenia prawidłowych prognoz złożowych prowadzono również badania w kierunku określenia gazonośności złoża — stopnia zagrożenia gazowego — dla eksploatacji górniczej.

Etapowe wyniki badań metanowości znajdują się w dokumentacjach złożowych oraz publikacjach. Autorami tych ostatnich byli: X. Derdzińska, A. Różkowski (1969); A. Różkowski (1971); J. Borowski, M. Sosnowski (1973); A. Różkowski, M. Sosnowski (1974).

W niniejszym artykule podsumowano wyniki dotychczasowych badań metanowości złóż. Uwzględnienie wyników najnowszego rozpoznania umożliwiło modyfikację niektórych dotychczasowych poglądów na temat metanowości złóż węgla Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Szeroki zakres badań i kompleksowe ich ujęcie pozwoliły ustalić ogólne prawidłowości występowania gazów w górotworze oraz określić ich jakość i ilość.

### MODEL GEOLOGICZNY ZŁÓŻ

Badane złoża węgla kamiennych centralnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego (fig. 1) położone są w zasięgu zapadliska włodawskiego, stanowiącego fragment wyniesienia podlasko-lubelskiego (A. M. Zeli-chowski, 1972). Jest to obszar skonsolidowanej, podniesionej platformy prekambryjskiej z tektoniką blokową.

Model geologiczny złóż sporządzony został przez J. Porzyckiego (1971, 1974) na podstawie wyników badań geofizycznych i wierceń złożowych.

Utwory karbonu, o miąższości około 780 m, leżą na osadach dewonu

(fig. 2—4). Karbon dolny (wizen) wykształcony jest w facji wapienno-ilastej. Karbon górny, reprezentowany przez namur i westfal, jest natomiast rozwinięty w facji iłowcowo-mułowcowo-piaskowcowej. Wykształcenie litofacjalne utworów karbońskich przedstawione zostało m. in. w pracach: S. Cebulaka i J. Porzyckiego (1966), Z. Dembowskiego i J. Porzyckiego (1967) oraz J. Porzyckiego (1970).

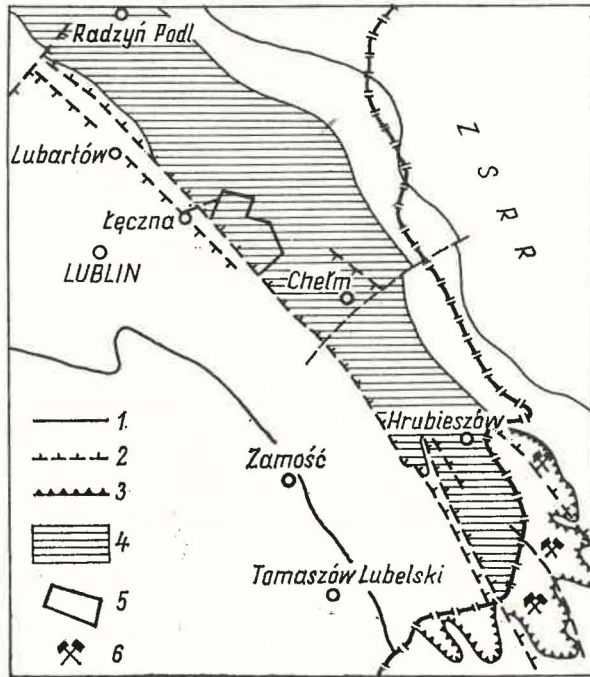


Fig. 1. Szkic sytuacyjny (zgeneralizowany) według J. Porzyckiego

Situational sketch (generalized) according to J. Porzycki

1 — przypuszczalny zasięg osadów karbonu; 2 — ważniejsze uskoki; 3 — wychodnie bużańskiej serii węglonośnej (namur B) w Zagłębiu Lwowsko-Wołyńskim; 4 — obszar występowania pokładów węgla do głębokości 1000 m; 5 — obszar rozpoznawanych złóż węgla; 6 — obszary górnicze w Zagłębiu Lwowsko-Wołyńskim

1 — presumed Carboniferous sediments extent; 2 — major faults; 3 — outcrops of the Bug coal-bearing series (Namurian B) in the Lvov-Volhynian Basin; 4 — area of coal seams occurrence to the depth of 1000 m; 5 — area of coal deposits under study; 6 — mining areas in the Lvov-Volhynian Basin

Badane złoża węgla związane są z utworami westfalu, które występują na głębokości 650—960 m, dochodząc lokalnie do 1100 m. W utworach namuru występują również pokłady węgla o miąższościach bilansowych. Zasadniczą serią złożową jest jednak westfal, którego miąższość wynosi średnio 308 m. W profilu tego piętra występuje 23—38 wkładek i pokładów węgla o miąższościach dochodzących do 3,7 m. Węglonośność opisywanej serii złożowej wynosi 6—7,2%. Pokłady węgla stwierdzone w utworach westfalu określone zostały numeracją 301—331. Wśród udokumentowanych pokładów występują węgle typów 31, 32, 33, 34. Parametry jakościowe węgla oraz przestrzenne rozmieszczenie typów węgla

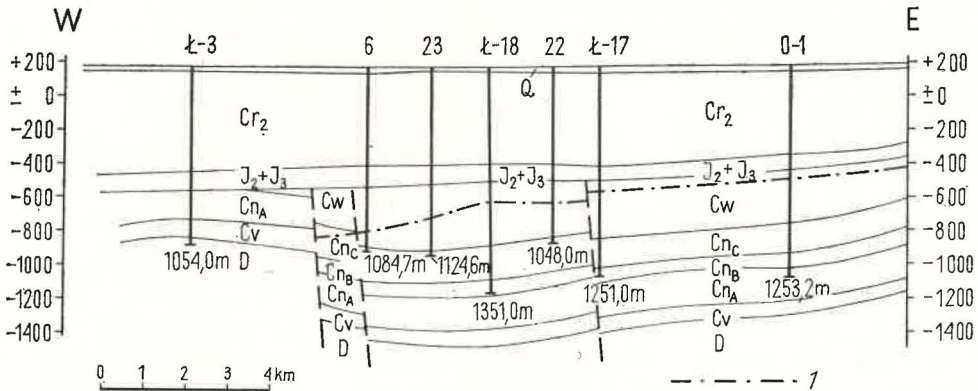


Fig. 2. Przekrój geologiczny wzdłuż linii I—I'

Geological cross-section along the I—I' line

1 — strop strefy metanonośnych pokładów węgla; Cr<sub>2</sub> — kreda; J<sub>2</sub> + J<sub>3</sub> — jura; karbon: Cw — westfal, Cn<sub>C</sub> — namur C, Cn<sub>B</sub> — namur B; Cn<sub>A</sub> — namur A, Cv — wizen; D — dewon

1 — top of the methane-bearing coal seams zone; Cr<sub>2</sub> — Cretaceous; J<sub>2</sub> + J<sub>3</sub> — Jurassic; Carboniferous; Cw — Westphalian, Cn<sub>C</sub> — Namurian C; Cn<sub>B</sub> — Namurian B, Cn<sub>A</sub> — Namurian A, Cv — Viséan; D — Devonian

przedstawione są w dokumentacjach J. Porzyckiego (1971, 1974 oraz praca w przygotowaniu do druku), ogólnie natomiast scharakteryzowane zostały we wcześniejszym artykule autorów (A. Rózkowski, M. Sosnowski, 1974).

Utwory westfalu tworzą asymetryczną synklinę o przebiegu NW-SE, rozciągającą się od okolic Radzyna do Rejowca. Płaskie skrzydło wschodnie oraz łagodnie podgięte skrzydło zachodnie tej synkliny ograniczone są strukturą zrębową Kocka (fig. 5). Utwory karbonu posiadają roz-

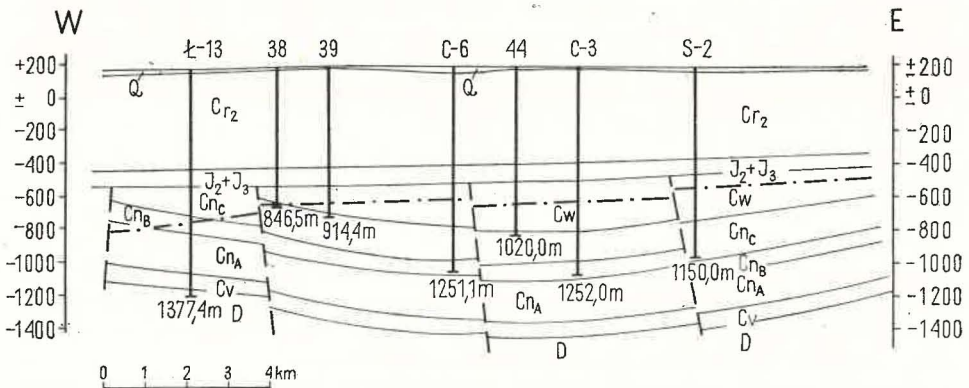


Fig. 3. Przekrój geologiczny wzdłuż linii II—II'

Geological cross-section along the II—II' line

Objaśnienia jak na fig. 2

Explanations see Fig. 2

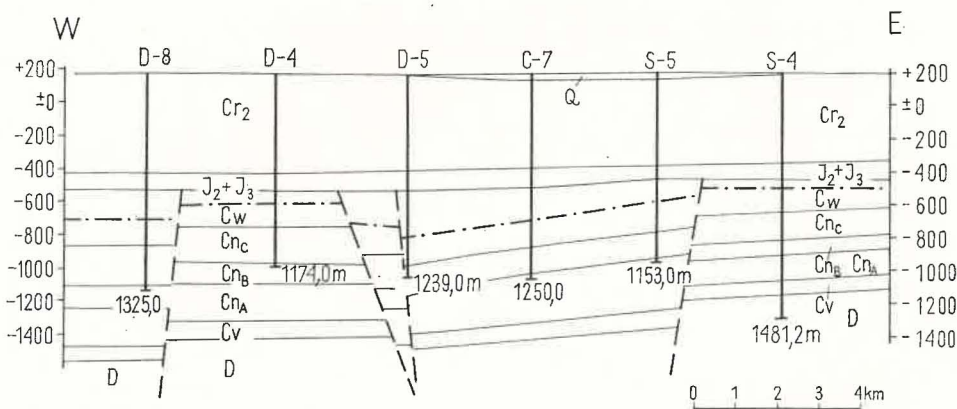


Fig. 4. Przekrój geologiczny wzdłuż linii III—III'

Geological cross-section along the III—III' line

Objaśnienia jak na fig. 2

Explanations see Fig. 2

ciągłość NW-SE oraz upad  $1-4^\circ$  w kierunku na SW. Upady wzrastają na skłonie struktury Kocka. Upad warstw wynosi tu  $4-16^\circ$  w kierunku NE. Antyklina Kocka ograniczona jest strefami dyslokacji nieciągłych o przebiegu NW-SE (fig. 5). W wyniku przedjurajskiej działalności erozyjnej utwory karbonu w zasięgu wspomnianej struktury uległy całkowitej lub częściowej redukcji.

Opisywana synklina pocięta jest systemem uskoków o kierunkach NW-SE i NE-SW na szereg zrębów i rowów (fig. 5). Amplitudy zrzutów uskoków wahają się od kilku do kilkudziesięciu metrów. Charakter regionalny posiada wyłącznie strefa uskoku Święcicy o przebiegu NE-SW i zrzucie  $50-150$  m ku NW.

Utwory karbonu pokryte są węglanowo-piaszczystym kompleksem osadów jury i kredy o miąższości  $590-700$  m. Osady jurajskie (miąższości  $86-120$  m) są dobrze przepuszczalne, margliste osady kredy górnej są natomiast praktycznie nieprzepuszczalne. Osady kredy pokrywają piaszczysto-ilaste utwory czwartorzędu, o zróżnicowanej miąższości.

## METODY BADAŃ METANOWOŚCI ZŁOŻ WĘGLI

Aktualnie stosowane metody badań metanowości złóż węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym opisane zostały w pracy J. Borowskiego i M. Sosnowskiego (1973), w związku z czym zagadnienie to w niniejszym artykule przedstawiamy wyłącznie ramowo.

Wyniki dotychczasowych badań wykazały, że metanowość złoża związana jest z gazem sorbowanym przez pokłady węgla. W takich warunkach bezpośrednia metoda degazacji próżniowej próbek węgla, pobranych z rdzenia do specjalnych pojemników hermetycznych, jest najpewniejsza ze stosowanych obecnie metod określania ilości i jakości zawartego

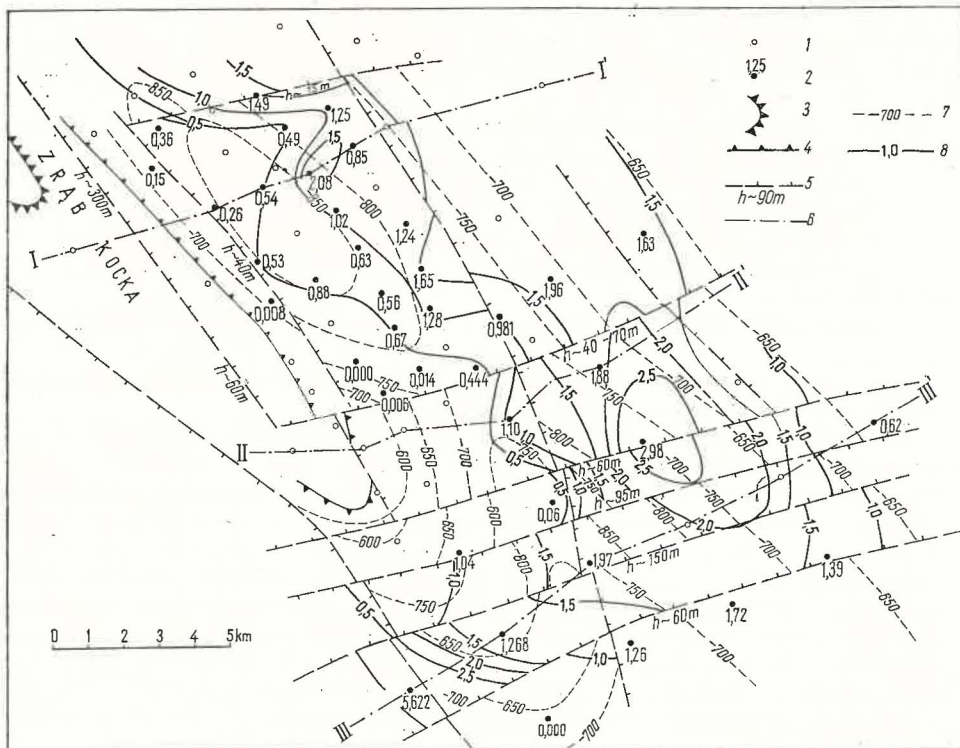


Fig. 5. Szkic metanowości pokładu węgla (sytuacja geologiczna wg J. Porzyckiego)  
Sketch illustrating the methane content of a coal seam (geological setting according to J. Porzycki)

1 — otwory złożowe; 2 — otwory złożowe z badaniami zawartości metanu w pokładach węgla; 3 — wychodne utworów karbonu; 4 — wychodne pokładu 309; 5 — ważniejsze uskoki z określoną wielkością zrzutu; 6 — linie przekrojów geologicznych; 7 — izolinie spągu pokładu 309; 8 — izolinie zawartości metanu w pokładzie 309 (w m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/tonę czystej substancji węglowej)

1 — development boreholes; 2 — development boreholes in which the methane content in the coal seams was determined; 3 — Carboniferous outcrops; 4 — outcrops of the seam 309; 5 — major faults with amount of thrust indicated; 6 — geological cross-section lines; 7 — isolines of the top of the seam 309; 8 — isolines of methane content in the seam 309 (in cu m of CH<sub>4</sub>/t of pure coal substance)

w nich metanu. Ogółem przebadano 446 próbek węgla z 51 otworów wiertniczych. W świetle badań J. Borowskiego i M. Sosnowskiego (1973) węgle lubelskie charakteryzują się najniższą zdolnością desorpcji i sorpcji wśród polskich złóż węgla. W efekcie tego straty powstałe z odgazowania węgla w procesie wiercenia i opróbowania rdzeni do naczyń hermetycznych są nieznaczne. Rekompensuje je przyjęty współczynnik zwiększający 1.33.

Sposób określenia współczynnika zwiększającego opisano w innym artykule (A. Różkowski, M. Sosnowski, 1974). Skład chemiczny gazów uzyskanych z degazacji rdzeni węgla określane jest chromatograficznie.

W zakres stosowanych w ostatnich latach efektywnych metod badawczych wchodziły również pomiary desorpcji gazu z próbek rdzeniowych oraz badania własności sorpcyjnych i desorpcyjnych węgla, prowadzone na próbkach rdzeni. Ogółem przebadano 129 pokładów w 16

otworach wiertniczych. Wspomniane badania spełniają ważną rolę przy określaniu gazonośności złoża i ocenie zagrożeń gazowych wyrobisk górniczych. Metodę badań desorbometrycznych przedstawił w swych pracach J. Tarnowski (1966, 1971).

Celem badań desorbometrycznych jest określenie wielkości i szybkości wydzielania się gazu z próbek węgla. Znajomość szybkości i wielkości desorpcji pozwala ponadto określić następujące wartości:

- ciśnienie mieszaniny gazu w pokładach węgla;
- własności pokładów węgla w zakresie desorpcji i sorpcji gazu;
- gazonośność całkowitą pokładów węgla w sposób niezależny od metod degazacji;
- skłonności pokładów węgla do wyrzutów i nagłych wypływów gazu.

Te ostatnie właściwości określa się w oparciu o wskaźnik desorpcji właściwej ustalony przez J. Tarnowskiego (1971).

Oznaczenia własności sorpcyjnych węgli obejmowały określenie: 1 — pojemności sorpcyjnej węgla, 2 — ilości wolnego gazu w węglu, 3 — potencjalnej pojemności gazowej węgla, 4 — wskaźnika desorpcji właściwej.

Oprócz cytowanych stosowane były również inne metody badawcze, dostarczające jedynie ogólnych danych jakościowych o gazonośności złoża.

Degazacja rdzeni skał płonnych z wybranych otworów wiertniczych umożliwiła uzyskanie wyłącznie jakościowej charakterystyki metanowości górotworu. Badania zawartości i jakości gazu w próbkach płuczki prowadzono metodą degazacji termiczno-próżniowej z analizą gazu na chromatografie. Badania w wytypowanych otworach pozwoliły jedynie na określenie głębokości strefy wydzielania się metanu do otworu w trakcie wiercenia. Wyniki tych oznaczeń służyły również do kontroli pracy metanomierzy.

Profilowanie gazowe przy użyciu metanomierzy, jak również zastosowany kompleks karotażowych metod pomiarowych, prowadzone we wszystkich otworach, nie dały jednoznacznych rezultatów ze względu na słabą gazonośność utworów karbonu.

Opóbowanie wybranych, przepuszczalnych horyzontów prowadzone dla celów hydrogeologicznych umożliwiły bezpośrednie badania gazonośności górotworu oraz pobranie próbek wody do analizy jej składu gazowego.

#### GAZONOŚNOŚĆ SKAŁ PŁONNYCH

Basen artezyjski, w którego zasięgu położone jest Lubelskie Zagłębie Węglowe, przeszedł kilka cykli rozwoju hydrogeologicznego. Etapy infiltracyjne, związane z okresami orogenicznymi i postorogenicznymi, doprowadziły do intensywnej wymiany wód. Sedymentacyjne solanki paleozoiczne zastąpione zostały wodami paleoinfiltracyjnymi. Wymiana wód w etapie infiltracyjnym doprowadziła do niszczenia w różnym stopniu nagromadzeń bituminów, etapy sedymentacyjne cyklu sprzyjały zaś ich akumulacji. W trzeciorzędzie następuje wynurzenie obszaru, z czym związane jest intensywne i głębokie wysładzenie wód oraz degazacja

górotworu. Zasięgiem wymiany wód objęte są utwory kenozoiczne i mezozoiczne oraz częściowo paleozoiczne.

Przeprowadzone badania składu izotopowego wód (A. Rózkowski, K. Przewłocki, 1974) oraz wyniki rozpoznania hydrochemicznego i składu gazowego wód (A. Rózkowski, 1971) pozwoliły określić obecny zasięg strefy wysłodzenia i wymiany wód, nie sprzyjającej akumulacji węglowodorów. Badania prowadzone były w zasięgu opisywanych złóż węgla.

Szczególnie interesujące są wyniki oznaczeń zawartości  $\delta^{18}\text{O}$  i  $\delta\text{D}$  w wodach z utworów kredy, jury i karbonu. Ekstremalne wartości  $\delta^{18}\text{O}$  mieszczą się w granicach od  $-10,05$  do  $-4,95\text{‰}$ , zaś  $\delta\text{D}$  od  $-71,79$  do  $-41,40\text{‰}$ .

Wśród badanych wód wydzielić można 2 grupy różniące się stosunkami izotopowymi i składem chemicznym.

Do pierwszej z nich zaliczono wody o ogólnej mineralizacji w granicach  $0,4$ — $4,5$  g/l i typach chemicznych  $\text{HCO}_3$ —Ca,  $\text{HCO}_3$ —Na,  $\text{HCO}_3$ —Cl—Na, Cl— $\text{HCO}_3$ —Na. Zawartości  $\delta^{18}\text{O}$  nie są tu wyższe od  $-8,4\text{‰}$ , a wartości  $\delta\text{D}$  nie przekraczają  $-60\text{‰}$ . Do grupy tej należą wszystkie wody z utworów kredy i jury oraz większości poziomów wodonośnych serii złożowej, występujące na głębokości od 0 do 1000 m. Wszystkie wartości punktów znajdują się w przybliżeniu w pobliżu prostej spełniającej wartości funkcji  $\delta\text{D} = 8 \delta^{18}\text{O} + 10$ , charakterystycznej dla wód opadowych. Niska zawartość izotopów ciężkich i chemizm wód pozwala zaliczyć je do wód infiltracyjnych. Za taką klasyfikacją przemawia również wiek wód z utworów jury, określony na podstawie zawartości  $^{14}\text{C}$  na 35 tys. lat. Opisywane środowisko nie sprzyja zachowaniu węglowodorów.

Drugi typ wód stanowią wody z utworów karbonu i dewonu występujące poniżej 1000 m. Charakteryzują się one ogólną mineralizacją w granicach  $10$ — $40$  g/l i typem chemicznym Cl—Na. Wskaźnik izolacji i stagnacji wód (Na/Cl) kształtuje się w granicach  $1,5$ — $0,84$ . Wartości  $\delta^{18}\text{O}$  mieszczą się od  $-7,62$  do  $-4,95\text{‰}$ , zaś  $\delta\text{D}$  wynoszą  $-53,90$  do  $-41,10\text{‰}$ . W składzie gazowym wód dominuje lub występuje w podwyższonych ilościach metan. Zawartości metanu wahają się w granicach  $24$ — $74\%$ . Wody grupy drugiej zostały zaliczone do wód infiltracyjnych zmieszanych z wodami reliktowymi oraz do wód reliktowych. Występują one w środowisku hydrogeochemicznym izolowanym od współczesnych wód infiltracyjnych, przy czym stopień izolacji wzrasta wraz z głębokością. Opisywane środowisko sprzyja akumulacji gazu.

Wyniki profilowania metanomierzem płuczkowym, karotażowe metody pomiarowe oraz pomiary degazacji skał płonnych i płuczki wiertniczej nie wykazały występowania nagromadzeń gazu wolnego w potencjalnych skałach zbiornikowych serii złożowej. Jedynie piaskowce i mułowce mogą zawierać wody, w których występują zróżnicowane ilości węglowodorów. Podwyższone zawartości węglowodorów w wodach, o czym wspomniano uprzednio, znajdują się głównie poniżej 1000 m. Miarodajne wychylenia metanomierzy płuczkowych obserwowano niemal wyłącznie w utworach namuru (poniżej 1000 m). Nieznaczne zgazowanie płuczki, rzędu  $1,0$ — $3,7\%$ , określone metodą degazacji termiczno-próżniowej próbek płuczki, zanotowano w dolnych ogniwach westfalu oraz przede wszystkim w namurze, poniżej 900 m głębokości. Wskaźnik gazowości przewierconych tu skał wynosi  $0,4$ — $7,6$  m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup> skały.

Podsumowując należy stwierdzić, że w utworach westfalu (do głębokości 900—1000 m) brak jest warunków do nagromadzeń gazu w skałach płonnych, co należy wiązać z naturalną degazacją górotworu przez przepuszczalny nadkład. Na większych głębokościach iłowce westfalu utrudniają naturalną degazację górotworu. Efektem tego jest obserwowana nieznaczna gazoność skał płonnych w dolnych ogniwach westfalu, zwiększająca się w utworach namuru.

#### CZYNNIKI OKREŚLAJĄCE GAZONOŚĆ POKŁADÓW WĘGLA

Gazoność badanych złóż węgla kamiennego związana jest z występowaniem gazu w pokładach węgla. Ilość gazu zawartego w węglu zależy od ciśnienia gazu oraz od gazowej pojemności węgla. Gazowa pojemność węgla określa całkowitą ilość wolnego i sorbowanego w nim gazu. Jest ona uzależniona od porowatości i wilgotności naturalnej węgla, a przede wszystkim od ich pojemności sorpcyjnej. Badania J. Borowskiego (1972) wykazały, że udział wolnego gazu przy średniej porowatości efektywnej węgla 5,6% jest nieznaczny.

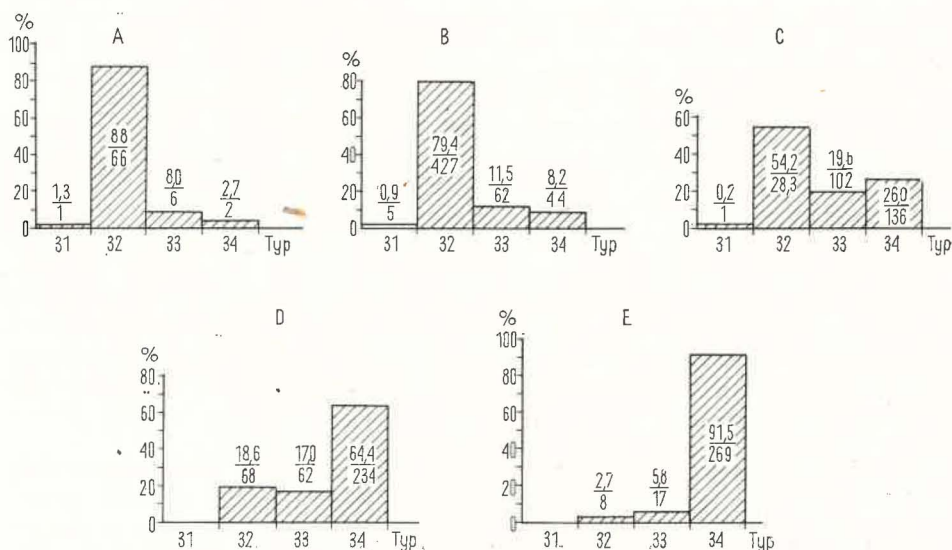


Fig. 6. Diagram częstotliwości typów węgla w zależności od głębokości zalegania pokładów

Frequency diagram of coal types dependent on the depth of occurrence of coal seams

A — głębokość 600—700 m; B — 700—800 m; C — 800—900 m; D — 900—1000 m; E — 1000—1200 m; liczby w liczniku oznaczają procentową, a w mianowniku absolutną ilość wyników

A — 600—700 m depth; B — 700—800 m depth; C — 800—900 m depth; D — 900—1000 m depth; E — 1000—1200 m depth; numbers in the numerator indicate the percentage, those in the denominator the absolute amount of data



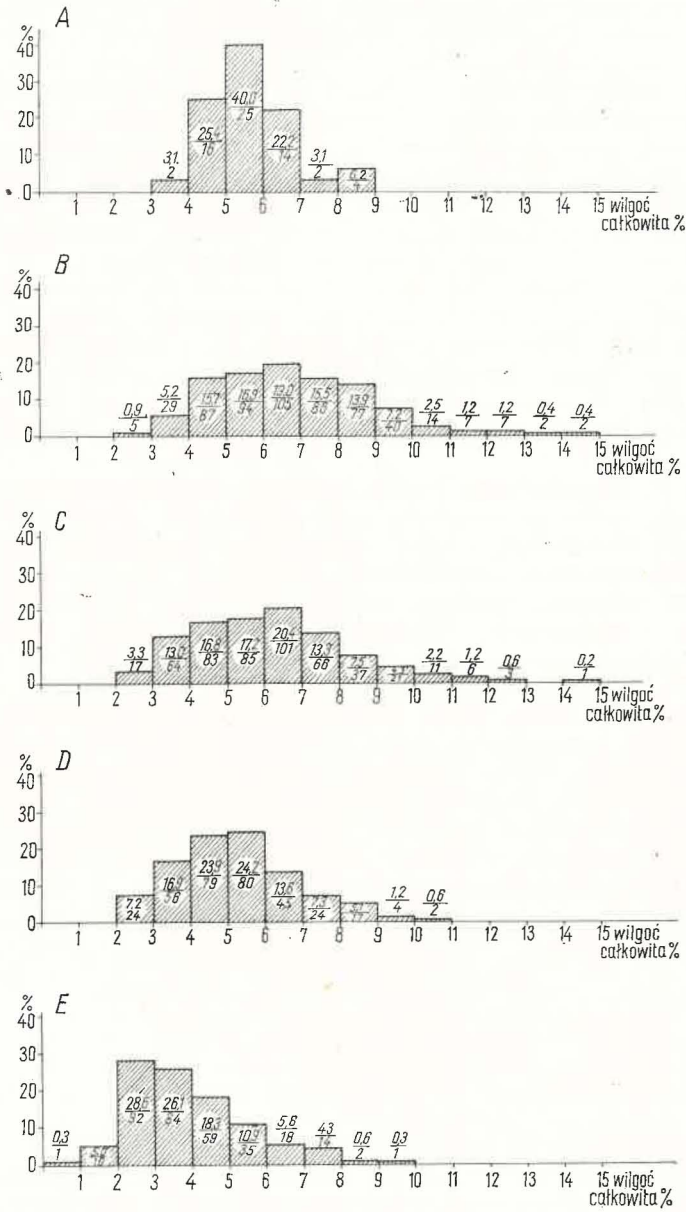


Fig. 7. Diagram częstotliwości zawartości wilgoci w węglach w zależności od głębokości zalegania pokładów  
 Frequency diagram of moisture content in coal dependent on the depth of occurrence of coal seams  
 Objaśnienia jak na fig. 6  
 Explanations see Fig. 6

Pojemność sorpcyjna zwiększa się ze wzrostem metamorfizmu węgla. Węgla o zbliżonym stopniu metamorfizmu, wilgotności i składzie petrograficznym mają podobną pojemność sorpcyjną. W celu powiązania metamorfizmu węgla, zawartości wilgoci oraz własności sorpcyjnych węgla z ich metanonością wykonano analizę częstotliwości stwierdzeń różnych wartości tych parametrów, w zależności od głębokości położenia pokładów. Przyjęto, że stopień metamorfizmu najlepiej określają typy węgla. W związku z tym wykonano analizę statystyczną częstotliwości występowania typów węgla w różnych interwałach głębokościowych złoża. Wyniki analizy ilustrują histogramy przedstawione na fig. 6. Analiza oparta na wynikach 1793 oznaczeń wykazała, że w interwale od 600 do 800 m dominuje, a od 800 do 900 m nieznacznie przeważa typ węgla 32. Na głębokości 900—1200 m nad typami 32 i 33 zdecydowanie przeważa typ 34. Udział najwyższego typu węgla w interwale 1100—1200 wynosi 91,5%. Wyniki analizy statystycznej wykazują wzrost stopnia metamorfizmu węgla wraz z głębokością, szczególnie wyraźny poniżej 900 m.

Badania J. Tarnowskiego (1971) wykazały zmniejszanie się zawartości gazu w węglu wraz ze wzrostem jego wilgotności. Analizę statystyczną częstotliwości stwierdzeń wilgoci całkowitej w pokładach węgla, wykonaną dla 1766 oznaczeń, przedstawiają histogramy (fig. 7). Wyniki analizy wskazują na wyraźną redukcję wilgoci całkowitej w pokładach węgla, postępującą z głębokością. Uśrednione wartości wilgoci całkowitej dla poszczególnych interwałów (co 100 m) od 600 do 1200 m głębokości kształtują się następująco: 5,70%; 5,10%; 4,50%; 3,90%; 3,00%.

Petrograficzny skład węgla jest czynnikiem powodującym zróżnicowanie własności sorpcyjnych węgla o tym samym stopniu metamorfizmu. Badania S. Knafel (1972) wykazały znaczne zróżnicowanie poszczególnych podstawowych grup składników petrograficznych węgla zarówno w zasięgu poszczególnych pokładów, jak również w profilu serii złożowej. Dla centralnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego udział podstawowych macerałów kształtuje się następująco:

Macerały	Zawartość procentowa	
	(od — do)	(średnio)
witrynit	58,53 — 91,95	75,23
egzynit	4,73 — 24,59	14,71
intertynit	3,34 — 16,78	10,06

Z przeprowadzonych badań petrograficznych wynika, że węgle lubelskie mają charakter witrynitowy. Obecność telinitu z zachowaną strukturą komórkową i dobry stan zachowania macerałów egzynitowych świadczą o niskim stopniu metamorfizmu. Nie rozpoznany został jednak udział poszczególnych macerałów w podstawowych grupach składników węgla oraz stopień wypełnienia ich struktur substancją nieorganiczną. Brak szczegółowych badań składu petrograficznego węgla uniemożliwia uwzględnienie tego ważnego czynnika w rozważaniach własności sorpcyjnych pokładów.

## WŁASNOŚCI SORPCYJNE I DESORPCYJNE WĘGLI ORAZ CIŚNIENIE GAZU W POKŁADACH WĘGLA

Badania J. Borowskiego (1972) wykazały niską pojemność sorpcyjną węgla, co wiąże się z niskim stopniem metamorfizmu. Przeciętne wartości pojemności sorpcyjnej metanu przy różnych ciśnieniach dla węgla serii złożowej, przy średniej zawartości części lotnych oraz wilgoci całkowitej 4,40%, przedstawiono niżej:

Ciśnienie w at	Pojemność sorpcyjna m <sup>3</sup> /t cz. s. w.
1	1,2
5	3,7
10	5,7
20	8,3
30	10,4

Niskie zdolności sorpcyjne węgla wskazują na nieznaczną gazoność badanych złóż.

Wyniki badań desorbometrycznych wykazały niskie własności desorpcji węgla. Wartości desorpcji właściwej  $V_{2p10}$  — określającej ilość desorbowanego gazu w cm<sup>3</sup>/1 g węgla w czasie pomiędzy 2-gą a 10-tą minutą przy ciśnieniu nasycenia 10 at abs. — wahają się w granicach 0,15—0,51. Średnia wartość desorpcji właściwej, określona dla 32 próbek węgla, wynosi 0,32 cm<sup>3</sup>/1 g węgla.

Pokłady węgla występujące w stropowych ogniwach westfalu nie wykazały desorpcji. Oznacza to, że pokłady te są niegazonośne lub, że ciśnienie gazu w pokładach jest niższe od 1 at a gazoność mniejsza od 1,2 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t cz.s.w.

Ciśnienia gazu w pokładach węgla zostały określone w przybliżeniu na podstawie danych pomiarów desorpcji i oceny pośredniej ciśnienia parcjalnego metanu. Ciśnienia nasycenia gazu w pokładach węgla występujących w stropowych ogniwach westfalu kształtują się poniżej 1 at. W dolnych ogniwach westfalu ciśnienia nasycenia wahają się w granicach od 1,1 do maks. 6,7 at, wzrastając w utworach namuru maksymalnie do 30 at. Maksymalne ciśnienie zanotowano w otworze Ch-4 na głębokości 1186 m. Parcjalne ciśnienia metanu w mieszaninie gazów zawartych w węglach są odpowiednio niższe. W dolnych ogniwach westfalu wartości ciśnień są zmienne — od 1,0 do 3,6 at. Ciśnienie nasycenia metanu w węglach występujących w utworach namuru jest zbliżone do ogólnego ciśnienia mieszaniny gazów.

### METANONOŚNOŚĆ POKŁADÓW WĘGLA

Zawartość metanu w pokładach węgla, po uwzględnieniu współczynnika strat, waha się w szerokich granicach od 0,000 do maks. 12,528 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t cz.s.w. Metanonośność pokładów węgla warstw westfalu mieści się w granicach 0,000—2,985 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t cz.s.w.

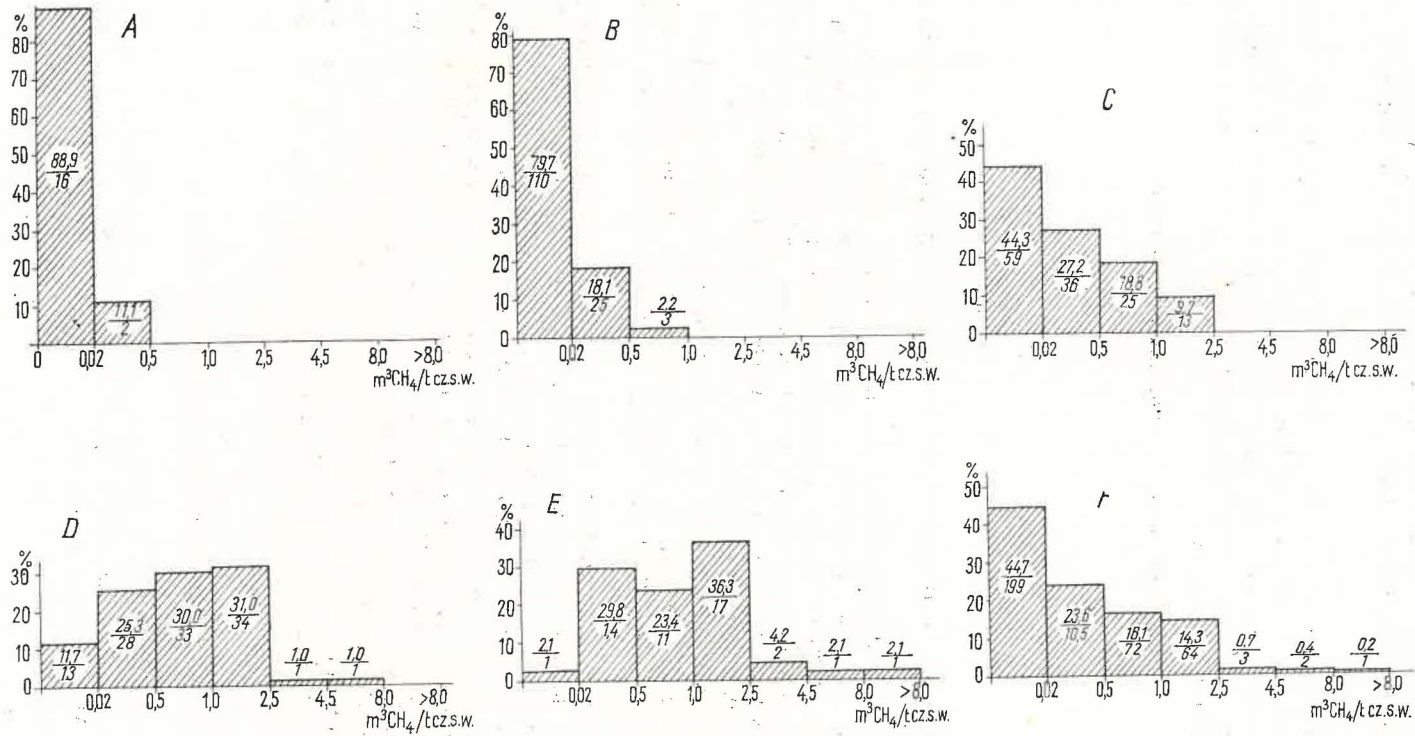


Fig. 8. Diagram częstotliwości zawartości metanu w węglach w zależności od głębokości zalegania pokładów

Frequency diagram of methane content in coal dependent on the depth of occurrence of coal seams

A-E — jak na fig. 6; F — karbon ogólnie (głęb. 600—1200 m)

A-E as in Fig. 6; F — Carboniferous undivided (depth 600—1200 m)

W otworze D-8, jedynym dotychczas zlokalizowanym po zachodniej stronie zrębowej struktury Kocka, w pokładzie 309 stwierdzono  $5,622 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$  cz.s.w., co stanowi najwyższą wartość dla pokładów węgla w westfalu. Pokłady węgla w utworach namuru wykazują metanonośność od  $0,430$  do  $12,528 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$  cz.s.w.

Analiza wyników badań w powiązaniu z budową geologiczną złoża pozwoliła ustalić, że ogólna metanonośność pokładów kształtuje się następująco:

— wzrasta wraz z głębokością zalegania pokładów, niezależnie od ich pozycji stratygraficznej;

— wyraźnie maleje w kierunku zachodnim, w miarę zbliżania się do struktury Kocka.

Badania w poszczególnych otworach wykazały, że we wszystkich przypadkach w stropie karbonu występuje strefa pokładów odgazowanych niemietanowych, o zawartościach metanu poniżej  $0,2 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$  cz.s.w. Sporadycznie tylko wśród pokładów niemietanowych pojawiają się pokłady o wyższych zawartościach, nie przekraczających jednak  $0,043 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$  cz.s.w. Poniżej strefy pokładów niemietanowych występują pokłady wyraźnie metanonośne o zawartościach powyżej  $0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{CH}_4/\text{t}$  cz.s.w.

Przejęcie od pokładów niemietanowych do wyraźnie metanowych następuje w sposób skokowy na odcinku około  $20 \text{ m}$  długości w profilu otworu. Miąższość strefy pokładów odgazowanych niemietanowych jest różna w poszczególnych partiach złoża i waha się od ok.  $250 \text{ m}$  w otw. D-5 do ok.  $100 \text{ m}$  w otw. S-4.

Głębokość występowania strefy pokładów metanonośnych zmienia się od około  $950 \text{ m}$  ( $-810 \text{ m}$  n.p.m.) do około  $750 \text{ m}$  ( $-513 \text{ m}$  n.p.m.).

Stosunkowo dokładne zlokalizowanie stropu strefy pokładów metanonośnych było możliwe w 49 otworach, co pozwoliło skonstruować mapę stropu strefy tych pokładów (fig. 9) i przedstawić jej układ na przekrojach (fig. 2—4). Z przebiegu izarytmów stropu strefy pokładów metanonośnych (fig. 9) widoczne jest wyraźne jej obniżenie w całym rejonie wzdłuż zrębowej struktury Kocka do poziomu ok.  $-800 \text{ m}$  n.p.m. W kierunku wschodnim strefa pokładów metanonośnych podnosi się wyraźnie do poziomu ok.  $-500 \text{ m}$  n.p.m.

Obniżenie się strefy gazonośnej w pobliżu zrębowej struktury Kocka autorzy wiążą ze zjawiskiem naturalnego działania odgazowującego struktury Kocka. Obserwujemy tu kontakt całego profilu warstw karbońskich, z częściowo przepuszczalnym nadkładem, sprzyjający naturalnej degazacji pokładów. Ułożenie strefy pokładów metanonośnych jest również wyraźnie związane z tektoniką blokową złoża, z uskokami o przebiegu równoleżnikowym.

W blokach stanowiących zręby strefa pokładów metanonośnych zalega wyraźnie wyżej niż w blokach zrzuconych. Na tej podstawie można by przypuszczać, że ukształtowanie warunków gazowych złoża nastąpiło przed powstaniem uskoków o przebiegu równoleżnikowym.

Zależność metanonośności pokładów od głębokości dla całego złoża wyraźnie wpływa z przeprowadzonej analizy częstotliwości stwierdzeń zawartości metanu w pokładach węgla, opartej na wynikach 446 oznaczeń. Z przedstawionego diagramu (fig. 8) wynika, że w strefie głębokościowej  $600-700 \text{ m}$  i  $700-800 \text{ m}$  zdecydowanie przeważają pokłady

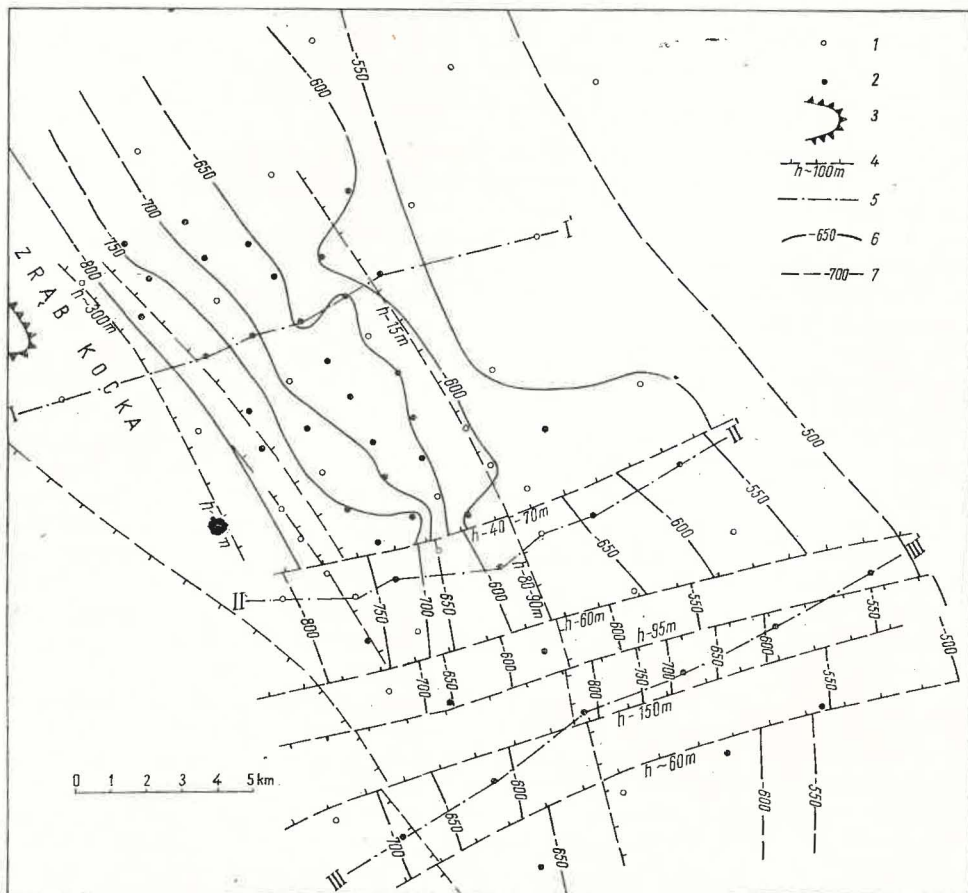


Fig. 9. Szkic stropu strefy metanonośnych pokładów węgla

Sketch of the top of the Methane-bearing coal seams zone

1 — otwory złożowe; 2 — otwory złożowe, w których oznaczono strop strefy metanonośnej; 3 — wychodne utworów karbonu; 4 — ważniejsze uskoki z określoną wielkością zrzutu; 5 — linie przekrojów geologicznych; 6 — izolinie stropu strefy metanonośnych pokładów węgla; 7 — przypuszczalny przebieg izoliny stropu strefy metanonośnych pokładów węgla  
 1 — development boreholes; 2 — development boreholes in which the top of the methane-bearing zone was defined; 3 — Carboniferous outcrops; 4 — major faults with the amount of thrust indicated; 5 — geological cross-section lines; 6 — isolines of the top of the methane-bearing coal seams zone; 7 — presumed isolines of the top of the methane-bearing coal seams zone

niemetanowe (poniżej  $0,02 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$  cz.s.w.), stanowiące 79,7—98,9% stwierdzeń. Strefę od 800 do 900 m należy uważać za przejściową, w której ilość pokładów niemetanowych spada do 44,3%. Poniżej głębokości 900 m zdecydowanie przeważają pokłady wyraźnie metanonośne, które stanowią 87,0—97,9% ilości stwierdzeń.

Zmienność zawartości metanu w poszczególnych pokładach węgla jest bardzo wysoka, co ilustruje tabela 1. Analiza wyników tabeli potwierdza wniosek, że o metanonośności pokładu decyduje jego głębokość występowania w poszczególnej części złoża, a nie jego pozycja stratygraficzna.

Pewna zależność metanonośności od pozycji stratygraficznej wydaje się być pozorna i wynika z faktu, że pokłady starsze występują oczywiście głębiej niż pokłady młodsze stratygraficznie. Wniosek ten jest słuszny w odniesieniu do pokładów występujących w utworach westfalu.

Pokłady w namurze zbadane zostały w mniejszym zakresie, ale wiadomo, że odznaczają się znacznie wyższą metanonośnością — 0,490—12,528 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t cz.s.w.; występują one jednak najczęściej poniżej głębokości 1000 m.

Charakteryzując metanonośność pokładów warstw westfalu można stwierdzić, że górne pokłady (od pokł. 331 do pokł. 323) są niemetanowe lub miejscami bardzo słabo metanowe. Pokłady niżej leżące (licząc od pokładu 324) są już wyraźnie metanonośne, przy czym zawartość metanu wyraźnie wzrasta od pokładu 309, którym wydaje się być najsilniej metanowym pokładem. Od pokładu 309 do pokładu 301 zauważa się tendencje do obniżenia zawartości metanu, a następnie wyraźny wzrost w pokładach warstw namuru. Prześledzenie zmian metanonośności w poszczególnych pokładach jest utrudnione ze względu na małą ilość punk-

Tabela 1

## Zawartość metanu w pokładach węgla

Lp.	Numer pokładu	Liczba otworów, w których oznaczono CH <sub>4</sub> w pokładach	Głębokość zalegania pokładu od — do m	Zawartość CH <sub>4</sub> w m <sup>3</sup>		CH <sub>4</sub> /t cz. s.w.
				Minimalna	Maksymalna	Średnia arytmetyczna
1	328	13	682—756	0,000	0,024	0,007
2	327	7	672—864	0,000	0,013	0,009
3	326	11	677—880	0,000	0,024	0,003
4	325	26	690—890	0,000	0,054	0,005
5	323	29	705—908	0,000	0,077	0,010
6	324	20	742—915	0,000	0,220	0,021
7	322	27	657—934	0,000	0,191	0,012
8	321	18	664—832	0,000	0,411	0,048
9	320	15	619—950	0,000	0,400	0,069
10	319	6	767—833	0,009	0,769	0,276
11	318	19	743—988	0,000	0,780	0,147
12	316	11	820—1008	0,005	1,125	0,180
13	315	42	759—957	0,000	1,450	0,587
14	313	15	777—1047	0,004	2,140	0,976
15	311	32	828—1062	0,000	2,200	0,348
16	309	38	771—1085	0,000	5,622	1,068
17	307	9	785—1101	0,142	2,358	1,135
18	306	16	858—928	0,024	2,580	0,987
19	303	16	828—1143	0,045	1,810	0,654

Uwaga: W zestawieniu podano pokłady, w których zawartość metanu stwierdzono w ponad 5 otworach wiertniczych.

tów stwierdzeń (maks. do 42 otw.) i niepewtarzalność oznaczeń zawartości metanu w pokładach.

Dla pokładu 309 skonstruowano przypuszczalny przebieg izolinii zawartości metanu na podstawie stwierdzeń w 38 otworach (fig. 5). Zawartość metanu jest tutaj zmienna — w granicach od 0,000 do 5,622 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t cz.s.w. Najwyższa zawartość metanu (2,98 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t cz.s.w.) w pokładzie występuje w centralnej części synkliny, nieco na wschód od jej osi. Zawartość metanu wyraźnie maleje w kierunku zachodnim, gdzie wzdłuż struktury Kocka brak występowania metanu w pokładach wszystkich otworów. W kierunku wschodnim od osi synkliny spadek zawartości metanu jest nieznaczny — do około 1 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t cz.s.w.

Zawartość 5,622 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t cz.s.w. w pokładzie — stwierdzona tylko w jednym otworze, odwierconym po zachodniej stronie struktury Kocka — może wskazywać na odmienne warunki gazowe w tej dotychczas nie rozpoznanej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego.

#### CHEMIZM GAZÓW

Ocena składu chemicznego gazów oparta jest na próbkach gazu uzyskanego z odgazowania próbek węgla, skał i wody. Nie uzyskano dotąd, z uwagi na słabą gazoność górotworu, próbek gazu pochodzących z wydzielającego się swobodnie gazu z otworu.

Ogólnie można stwierdzić, że gaz zawarty w węglu i skałach płonnych jest mieszaniną: azotu (0,0—97,5%), metanu (0,0—99,7%) i dwutlenku węgla (0,0—11,9%). Nie stwierdzono w gazie obecności H<sub>2</sub>S i CO, a w gazie z utworów westfalu wyższych węglowodorów.

Zawartość azotu i metanu w gazie zmienia się w szerokich granicach i jest zależna od metanonośności pokładów węgla i skał. W gazie z pokładów niemetanowych i słabo metanowych dominuje azot. W miarę wzrostu metanonośności pokładów wzrasta udział metanu kosztem azotu.

Skład chemiczny gazu zmienia się w profilu geologicznym złoża, pozwalając wyodrębnić trzy strefy chemiczne gazów.

W stropowych ogniwach westfalu, powyżej stropu strefy pokładów metanowych, występują gazy azotowe pochodzenia atmosferycznego, ze śladowymi zawartościami metanu do około 1—3% obj. i zawartością dwutlenku węgla do około 6% objętości. Poniżej występuje strefa gazów azotowo-metanowych, w której następuje wzrost zawartości metanu do 30% obj. kosztem zubożenia w azot do ok. 60—70% obj. i z niezmienną ilością dwutlenku węgla.

W miarę wzrostu gazonośności pokładów węgla poniżej głębokości 900 m występuje strefa gazów metanowych, charakteryzująca się dominującą zawartością metanu (do 99,5% obj.).

W utworach namuru występuje strefa gazów metanowych, przy czym w składzie chemicznym gazów rozpuszczonych w wodach występują podwyższone zawartości wyższych węglowodorów do butanu włącznie. W niektórych próbkach gazu ze skał płonnych i węgli występuje również etan do 1,49% obj. Chemizm gazów wskazuje, że powstały one w wyniku procesów uwęglenia i metamorfizmu substancji organicznej. Fakt, że system uskoków równoleżnikowych wyraźnie przesuwa strop



strefy pokładów metanowych, pozwala wysunąć wniosek, że obraz gazonośności złoża ukształtował się przed powstaniem uskoków. Gazonośność złoża nie jest więc wynikiem późniejszych procesów migracyjnych. Hipoteza ta wymaga potwierdzenia wynikami dalszych badań.

## OKREŚLENIE SPODZIEWANYCH ZAGROŻEŃ GAZOWYCH DLA EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ

Istniejący stan rozpoznania gazonośności złoża pozwala ze stosunkowo dużą wiarygodnością i pewnością na ogólne określenie spodziewanych zagrożeń gazowych dla eksploatacji górniczej. Dokładną prognozę gazowości konkretnej kopalni można stawiać dopiero na etapie projektowania kopalni przy pełnej znajomości elementów górniczych. Obecnie można stwierdzić, że gazonośność złoża jest ogólnie niewysoka i nie będzie stwarzać istotnych trudności przy eksploatacji. W przypadku utworów nadkładu oraz skał płonnych w obrębie westfalu nie należy się liczyć z zagrożeniami gazowymi. Źródłem zagrożenia gazowego będą metanowe pokłady węgla, w których będzie następowało wydzielanie się metanu w mieszaninie z azotem.

Stopień zagrożenia gazowego ustalono zgodnie z kryteriami Zarządzenia Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego z dn. 29.I.1970 (Monitor Polski nr 5/1970). Uwzględniając tę klasyfikację pokłady węgla warstw westfalu mieszczą się w granicach od niegazowych do II kategorii zagrożenia gazowego, w zależności od rejonu i głębokości udostępnienia. Partie niegazowe złoża związane są ze stropową częścią utworów westfalu o miąższości ok. 100—250 m, zwłaszcza w części zachodniej, wzdłuż struktury zrębowej Kocka. Poniżej głębokości 800—900 m wszystkie pokłady węgla należy zaliczyć do I kategorii zagrożenia gazowego (do  $2,5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$  cz.s.w.), a w przypadku niektórych pokładów poniżej głębokości 900 m można się liczyć z występowaniem II kategorii zagrożenia gazowego.

Metanonośność powyżej  $2,5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$  cz.s.w., upoważniającą do zaliczenia pokładu do II kategorii zagrożenia gazowego, stwierdzono tylko w 3 przypadkach w pokładach 306 i 309. W pokładzie 309 w otw. D-8 zlokalizowanym po zachodniej stronie zrębu Kocka stwierdzono najwyższą dotychczas zawartość metanu —  $5,622 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$  cz.s.w., co pozwala zaklasyfikować ten pokład do III kategorii zagrożenia gazowego.

W czasie prowadzenia badań nie zaobserwowano w gazach obecności  $\text{CO}$  i  $\text{H}_2\text{S}$ , w związku z czym nie należy liczyć się z występowaniem zagrożeń ze strony tych gazów. Uwzględniając niskie wskaźniki sorpcji i desorpcji w stosunku do innych węgli polskich można przypuszczać, że wydzielanie metanu z pokładów węgla będzie następowało w sposób powolny. Nie należy spodziewać się występowania nagłych wyrzutów i wypływów gazu. Ciśnienia gazu w pokładach westfalu dochodzą do ok. 7 at, a wydzielanie metanu z pokładu może występować już przy niskich zawartościach metanu, ponieważ metan będzie mógł wydzielać się z pokładu w mieszaninie z azotem. Stosunkowo niską gazonośność pokładów

warstw westfalu podkreślali w swych dotychczasowych pracach J. Borowski, M. Sosnowski (1974), Z. Dembowski (1974) oraz A. Rózkowski i M. Sosnowski (1974).

Stopień zagrożenia gazowego wzrasta w utworach namuru poniżej głębokości ok. 1000 m, gdzie stwierdzono pokłady o III i IV kategorii zagrożenia (do ok. 12,5 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t cz.s.w.) oraz obecność gazu w skałach płonnych i piaskowcach. Gazonośność utworów namuru nie będzie jednak w istotny sposób wpływała na powiększenie zagrożenia gazowego eksploatacji górniczej, prowadzonej w obrębie dolnej części westfalu.

Oddział Górnośląski  
Instytutu Geologicznego  
Sosnowiec, ul. Białego 5  
Przedsiębiorstwo Geologiczne  
Katowice, ul. Armii Czerwonej 125a  
Nadesłano dnia 23 stycznia 1975 r.

#### PIŚMIENNICTWO

- BOROWSKI J. (1972) — Zestawienie wyników kontrolnych badań sorpcji próbek węgla uzyskanych z otworów w rejonie lubelskim. Pr. Inst. Bezpieczeństwa Górnictwa, Kopalnia Doświadczalna „Barbara” (maszynopis). Mikołów.
- BOROWSKI J., SOSNOWSKI M. (1973) — Naturalne czynniki gazonośności pokładów węgla kamiennego w obszarze Lublina. Prz. gór., **29**, p. 235—246, nr 6. Katowice.
- CEBULAK S., PORZYCKI J. (1966) — Charakterystyka litologiczno-petrograficzna osadów karbonu lubelskiego. Pr. Inst. Geol., **44**. Warszawa.
- DEMBOWSKI Z. (1974) — Warunki geologiczno-górnice w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Kwart. geol., **18**, p. 459—474, nr 3. Warszawa.
- DEMBOWSKI Z., PORZYCKI J. (1967) — Wyniki prac geologiczno-poszukiwawczych prowadzonych w nowo odkrytym Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Prz. geol., **15**, p. 4, nr 1. Warszawa.
- DERDZIŃSKA X., RÓZKOWSKI A. (1969) — Warunki hydrogeologiczno-gazowe Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Inst. Geol. Prace Hydrogeol., z. 1. Warszawa.
- KNAFEL S. (1972) — Charakterystyka petrograficzna węgla Lubelskiego Zagłębia Węglowego i badania zależności między składem petrograficznym a chemicznym. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Sosnowiec.
- PORZYCKI J. (1970) — Lubelskie Zagłębie Węglowe. Przew. XLII Zjazdu Pol. Tow. Geol., Lublin, p. 33—55. Wyd. Geol. Warszawa.
- PORZYCKI J. (1971) — Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego Łączna. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Sosnowiec.
- PORZYCKI J. (1974) — Dokumentacja geologiczna węgla kamiennego Chełm. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Sosnowiec.
- PORZYCKI J. (praca w przygotowaniu do druku) — Lubelskie Zagłębie Węglowe. Surowce mineralne woj. lubelskiego.
- RÓZKOWSKI A. (1971) — Badania hydrogeologiczno-gazowe Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Kwart. geol., **15**, p. 19—31, nr 1. Warszawa.
- RÓZKOWSKI A., PRZEWŁOCKI K. (1974) — Application of Stable Environmental

- Isotopes in Mine Hydrogeology on the Example of Polish Coal Basins. Isotope Techniques in Grounwater. Hydrology 1974, 1, p. 481—502. IAEA. Vienne.
- RÓŻKOWSKI A., SOSNOWSKI M. (1974) — Gazonośność złoża węgla kamiennego Łęczna w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Kwart. geol., 18, p. 475—489, nr 3. Warszawa.
- TARNOWSKI J. (1966) — Desorbometryczna metoda pomiaru ciśnień gazu w pokładzie węgla. Zesz. probl. Górnictwa PAN, 4, z. 2. Katowice.
- TARNOWSKI J. (1971) — Obecny stan wiedzy o mechanice wyrzutów gazu i skał, zasady i metody prognozowania. Prz. gór., 27, p. 494—503, nr 11. Katowice.
- ŻELICHOWSKI A. M. (1972) — Rozwój budowy geologicznej obszaru między Górami Świętokrzyskimi i Bugiem. Biul. Inst. Geol., 263. Warszawa.

Андрей РУЖКОВСКИ, Марек СОСНОВСКИ

### МЕТАННОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАМЕННОГО УГЛЯ В ЛЮБЛИНСКОМ КАМЕННОУГОЛЬНОМ БАССЕЙНЕ

#### Резюме

В статье рассмотрена метанность и определены категории газоносности пластов в месторождениях каменного угля, расположенных в центральной части Люблинского каменноугольного бассейна.

Исследованная серия относится к угольным пластам, залегающим в вестфальских отложениях на глубине 650—960 м. Нижележащие отложения намюра также угленосны. Серия, составляющая месторождение, залегают в виде ассиметрической синклинали, блокового строения. Отложения карбона перекрыты проницаемыми карбонатными породами юрского возраста, в кровле которых залегают мергелистые, практически непроницаемые отложения мела.

Метанность месторождений вызвана газом, сорбированным угольными пластами. Она установлена методом непосредственной вакуумной дегазации образцов угля с одновременным определением десорбционных и сорбционных свойств этих образцов. Для качественной оценки газоносности месторождений применялись методы дегазации пустых пород и бурового раствора, а также комплекс карротажных методов. В процессе испытания водоносных горизонтов определялся газовый состав вод.

Результаты гидрохимических исследований и изотопного состава вод ( $^{14}\text{C}$ ,  $\delta\text{D}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) позволили определить наличие зоны инфильтрационных вод до глубины около 1000 м. В пределах этой зоны, охватывающей вышележащие отложения, а также отложения вестфалья, нет условий благоприятных для сохранения в коллекторах скоплений свободного метана.

Низкие коэффициенты десорбции, небольшая сорбционная ёмкость углей в месторождениях и небольшое давление газа в пластах говорят о невысокой метанности изученных пластов. Средняя сорбционная ёмкость углей по отношению к метану при давлении 5 атм. составляет  $3,7 \text{ м}^3 \text{ CH}_4/\text{т}$  чистой угольной субстанции.

Величина коэффициента удельной десорбции  $V_{2p10}$  колеблется в границах от 0,15 до  $0,51 \text{ см}^3 \text{ CH}_4/1 \text{ г}$  угля. Средняя величина коэффициента удельной десорбции составляет

0,32 м<sup>3</sup> СН<sub>4</sub>/1 г. угля. Давление газа в угольных пластах доходит до 6 атм. Парциальное давление метана в газовой смеси не превышает 3,6 атм.

Содержание газа в угольных пластах месторождения доходит до 6,622 м<sup>3</sup> СН<sub>4</sub>/т. чистой угольной субстанции, а в отложениях намора до 12,528 м<sup>3</sup> СН<sub>4</sub>/т. чистой угольной субстанции. Наблюдается общий тренд увеличения с глубиной содержания метана в углях. Газоносные пласты, с содержанием метана выше 0,02 м<sup>3</sup> СН<sub>4</sub>/т. чистой угольной субстанции, почти повсеместно распространены в разрезе месторождения, причем в кровле промышленной серии до около 200 м (глуб. около 800 м) преобладают безметановые пласты. Увеличение метанности отмечено ниже 800 м, а особенно четко ниже 900 м.

Метанность пластов уменьшается в сторону горстовидной структуры Коцка, что следует связывать с явлением естественной дегазации пластов.

Газ, залегающий в углях, является смесью азота, метана и двуокиси углерода. В породах месторождения не отмечено газов с повышенным содержанием высших углеводородов, окиси углерода и сероводорода. Зона азотно-метановых газов распространяется на глубину 900—1000 м. Ниже расположена зона метаново-азотных и метановых газов.

Учитывая существующую классификацию, большинство пластов, залегающих в кровле серии, составляющей месторождение, отнесены к негазоносным, а нижележащие к I и II категории газоносности.

Ввиду низких сорбционных и десорбционных свойств, метан из угольных пластов в месторождении будет выделяться медленно, не следует ожидать выбросов газа.

Несмотря на низкое парциальное давление и небольшое содержание метана, следует считаться с его выделением в забоях в смеси с азотом, что обуславливается давлениями газовой смеси в угольных пластах. Однако, это не приведет к существенному увеличению газоносности.

Andrzej RÓZKOWSKI, Marek SOSNOWSKI

## METHANE CONTENT IN HARD COAL DEPOSITS OF THE LUBLIN COAL BASIN

### Summary

The methane content and rating of the gas hazards of coal seams in the central part of the Lublin Coal Basin are discussed in the present paper.

The deposit examined is connected with coal seams occurring in the Westphalian at the depth of 650 to 960 metres. Coal has been also recognized in the underlying Namurian sediments. The economic series forms an asymmetric anticline subdivided into fault blocks. The Carboniferous sediments are overlain by permeable Jurassic carbonate sediments above which marly, practically impermeable Cretaceous sediments occur.

The methane content in the deposits is related to gas absorbed by coal seams and it has been defined by direct vacuum degassing techniques on coal samples. Simultaneously the desorption and sorption characteristics of the coals have been obtained. The qualitative evaluation of the gas content in the coal seams has been based on degassing of barren rocks and drilling fluid and on data from compre-

hensive well logging. The composition of gas in waters has been defined in the course of sample collection from the aquifers.

The occurrence of a free water zone to the depth of about 1 000 m has been recognized from hydrochemical data and the isotopic composition of waters ( $^{14}\text{C}$ ,  $\delta\text{D}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ). Within this zone comprising the overburden and the Westphalian sediments the accumulations of free methane in the reservoir rocks could not have been preserved.

Low desorption indices and a small sorption capacity of the coal from the economic series and a low gas pressure in the seams are indicative of a low methane content. The average sorption capacity of coals with respect to methane at a 5 atm pressure is 3.7 cu m of  $\text{CH}_4/\text{t}$  of pure coal substance.

The values of the specific desorption index  $V_{2p10}$  range from 0.15 to 0.51 cu cm of  $\text{CH}_4/1$  g of coal, the methane content being 0.32 cu cm of  $\text{CH}_4/1$  g of coal. The gas pressure in the coal seams reaches 6 atm. The partial pressure in the gas mixture does not exceed 3.6 atm.

The methane content in the coal seams of the economic series is up to 5.622 cu m of  $\text{CH}_4/\text{t}$  of pure coal substance, while in the Namurian sediments it reaches 12.528 cu m of  $\text{CH}_4/\text{t}$  of pure coal substance. There is a general trend towards the increase of the methane content in coals with depth. Gas-bearing seams with the methane content exceeding 0.02 cu m/t of pure coal substance occur practically in the whole sequence, methane-free seams predominating at the top to the depth of about 800 m. There is a noticeable increase of the methane content below 800 m, and below 900 m in particular.

The methane content drops towards the Kock horst structure which is probably due to natural degassing of the coal seams.

The gas occurring in coal is a mixture of nitrogen, methane and carbon dioxide. No gases containing higher hydrocarbons, carbon dioxide or hydrogen sulphide have been found in the economic series. The nitrogen-methane gases zone extends to the depth of 900—1 000 m below which the methane-nitrogen and methane gases zone occurs.

Following the binding classification, the seams occurring at the top of the economic series have been classified mostly as non-gaseous, while the underlying seams belong to categories I and II of the gas hazard.

Considering the low sorption and desorption abilities the methane seepage from coal seams will be slow and no gas ejections should be expected.

Despite the low partial pressure and minor methane content the gas may be expected to ooze into mine workings as a mixture with nitrogen, the process being controlled by the pressure of the gas mixture in the coal seams. However, this will not substantially increase the gas hazard.