

## O PRZYDATNOŚCI SCHEMATU WYDZIELEŃ LITOLOGICZNYCH STOSOWANEGO W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO DLA CELÓW SEDYMENTOLOGICZNYCH

UKD 552.3/5:622.272.006(084.28).004.14:552.143.001.12

Celem niniejszej pracy było zbadanie przydatności wydzielen litologicznych stosowanych przy sporządzaniu profilów wyrobisk w kopalniach węgla kamiennego Zagłębie Wałbrzyskiego dla celów sedymentologicznych. Ze względów praktycznych klasyfikacja kopalniana jest bardzo uproszczona i opiera się tylko na podstawowych własnościach skał. Powstają więc wątpliwości jeśli chodzi o celowość wykorzystywania danych kopalnianych w bardziej szczegółowych opracowaniach. Z drugiej jednak strony niewątpliwie szkoda byłoby pominąć w badaniach tak obszernego materiału faktograficznego, tym bardziej, że w większości dotyczy on miejsc już niedostępnych lub trudno dostępnych. Poza tym profile wyrobisk górniczych pozwalają uzupełnić w znacznym stopniu obraz całości basenu sedymentacyjnego, szczególnie w przypadku słabeo odsłonięcia badanych osadów.

Przedstawione w pracy rozważania dotyczą górnokarbońskich osadów węglonośnych niecki śródsudeckiej, których fluwialny charakter został stosunkowo dobrze udokumentowany (9, 19) i które podlegają intensywnej penetracji górniczej. Autor zastosował stosunkowo prostą i dobrze znaną metodę włożonych łańcuchów Markowa (embedded Markov chain) dla wykrycia ewentualnych rozbieżności w interpretacji, które mogłyby powstać wskutek opisanie określonej sekwencji litologicznej w dwojaki sposób:

- przy zastosowaniu kryteriów używanych przez geologów górniczych;
- przy użyciu kryteriów uwzględnionych przez autora, dobranych jednakże w ten sposób, aby istniała możliwość dowiązania się do wydzielen litologicznych stosowanych w górnictwie (uwagę na to zwrócił wcześniej Nemeč (19) przy okazji badań warstw wałbrzyskich).

Zastosowana tutaj, jako pewnego rodzaju test, metoda łańcuchów Markowa dotyczy głównie pewnego zespołu cech świadczących o cykliczności procesu depozycji określo-

nego materiału i relacji zachodzących między wydzieleniami. Jednakże owa cykliczność jest jedną z najważniejszych własności w zespole kryteriów wyróżniania kopalnych osadów rzecznych (2, 3, 7, 13, 23) i wielokrotnie analizowana była przy użyciu łańcuchów Markowa (3, 4, 6, 8, 17, 20, 21, 22).

W opracowaniu wzięto pod uwagę siedem sprofilowanych przez autora odsłoneń o sumarycznej miąższości 72,5 m. Wszystkie one reprezentują losowo wybrane odcinki profilu dolnych warstw żaclerskich. Stanowią one sekwencję o niezmiennym charakterze w całej swojej miąższości. W trakcie profilowania wyróżniono tu następujące odmiany litofacjalne:

A – Zlepieńce i piaskowce zlepieńcowate, tworzące soczewowate ciała skalne o miąższości od 15 do 140 cm i zazwyczaj wyraźnych, erozyjnych spągowych powierzchni. Zlepieńce są drobno- lub najwyżej średnioziarniste, o słabym wysortowaniu, zazwyczaj bez widocznego warstwowania. Niekiedy w grupie tej spotyka się frakcjonowanie ziarna lub niewyraźne warstwowanie rynnowe w dużej skali. Stanowią one osad głębszych części koryt.

B<sub>1</sub> – Piaskowce średnio- do bardzo gruboziarnistych warstwowane przekątnie w dużej skali (zwykle rynnowo, a tylko wyjątkowo planarnie). Wielozestawy osiągają od 0,2 do ponad 3 m miąższości. Spągi rynien podkreślone są niekiedy nagromadzeniem frakcji żwirkowej. Pospolite są odciski transportowanych pni kalamitów oraz cieniułkie, nieciągle laminki węgliste. Litofację tę stanowią osady odsypów meandrowych.

B<sub>2</sub> – Piaskowce drobno- i bardzo drobnoziarniste, rzadziej średnio-, a nawet gruboziarniste. Najpowszechniej występują tu warstwowania przekątne w małej skali a niekiedy równoległe. Wielozestawy (rzadziej pojedyncze zestawy) osiągają miąższości od 3 do 60 cm. Niekiedy występuje w nich odwrotne frakcjonowanie. Dość częste są zaburzenia hydroplastyczne warstwowania. Są to osady

górnjej części łachy meandrowej oraz glifów krewasowych.

C – Drobnio przewarstwiane mułowce i piaskowce drobno- i bardzo drobnoziarniste o zmiennych proporcjach. Powszechne jest warstwowanie riplemarkowe, niekiedy smużyste lub soczewkowe. Zestawy osiągają od 10 do 150 cm miąższości. Są to głównie osady wałów brzegowych. Miejskami spotyka się tu niewielkie конкреcje syderytowe.

D – Mułowce i iltowce bez widocznych struktur sedimentacyjnych tylko niekiedy niewyraźnie laminowane lub warstwowane soczewkowo. Najliczniej występują jako przewarstwienia w grubszych pokładach węgla (litofacja E), lecz często stowarzyszone są także z warstwkami łupków węglistych lub podścielają cienkie warstwy węgla. Występują w nich liczne horyzonty żelaziste i конкреcje syderytowe. Tworzy tej litofacji osiągają miąższość od kilku centymetrów do ok. 1 m. Stanowią one osad równi zalewowej i bagien.

X<sub>1</sub> – Są to odpowiedniki litofacji C, a niekiedy nawet B<sub>2</sub>, charakteryzujące się obecnością stigmarii i bioturbacji roślinnych. Horyzonty stigmarii mogą występować pojedynczo lub powtarzać się wielokrotnie w określonym interwale litologicznym. Interpretacja – porastane roślinnością powierzchnie wałów brzegowych i nieczynnych glifów krewasowych.

X<sub>2</sub> – Odpowiednik opisanej wyżej litofacji D, charakteryzujący się obecnością śladów korzeni roślin i bioturbacji roślinnych. Są to kopalne gleby rozwinięte na obszarze równi zalewowej.

E – Węgłe i łupki węgliste, których warstwy osiągają miąższości od kilku do 110 cm. Stanowią wynik depozycji materii roślinnej na obszarach równi zalewowej oraz torfowiskach.

Wymieniono tu tylko ważniejsze cechy opisywanych litofacji. Interpretacja środowisk depozycji oparta jest na porównaniu kompletnych opisów z charakterystykami podawanymi w publikacjach dotyczących środowiska rzeczno-ego (2, 3, 13, 23) oraz basenów węglowych (10, 11, 14, 24), w tym także Zagłębia Wałbrzyskiego (9, 19).

W porównaniu z przedstawionym wyżej schematem litofacyjnym klasyfikacja stosowana powszechnie w kopalniach jest znacznie prostsza. Stosuje się tu następujące wydzielenia litologiczne (po myślunku podano odpowiedniki w nomenklaturze autora):

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| A – zlepienie               | – A, (B <sub>1</sub> )                                     |
| B – piaskowce               | – B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , (A), (X <sub>1</sub> ) |
| C – łupki piaszczyste       | – C, X <sub>1</sub>  |
| D – łupki ilaste            | – D, X <sub>2</sub>  |
| E – węgiel i łupki węgliste | – E  |

Wyniki uzyskane z profilowania odsłoneń, przy stosowaniu dwóch opisanych kryteriów, zestawiono w macierze przejść zliczonych (transition count matrix) dla 280 przejść w nomenklaturze autora i odpowiednio 216 w nomenklaturze górniczej. Następnie, stosując określone sposoby przetwarzania tych macierzy (por. I, 12, 15, 17, 18) uzyskano odpowiednie macierze prawdopodobieństw przejść (transition probability matrix), macierze prawdopodobieństw oczekiwanych (independent trials probability matrix) oraz macierze różnic (difference matrix).

Dla sprawdzenia istotności otrzymanych wyników w obu przypadkach zastosowano test istotności  $\chi^2$ , dla którego funkcja testowa ma postać (por. 5, 17);

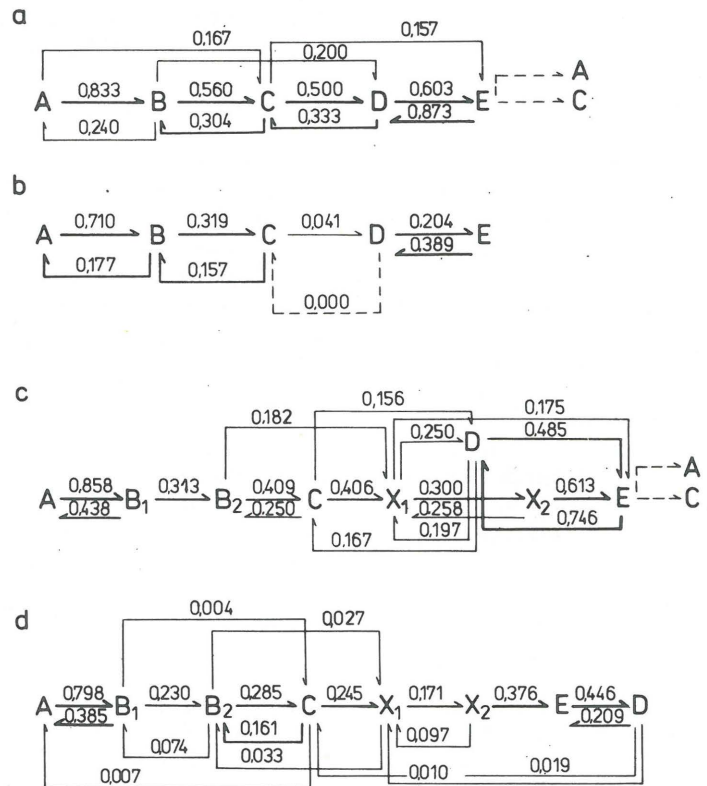
$$\chi^2 = 2 \sum_{ij} f_{ij} \cdot \ln [p_{ij}(s_j/t)]$$

gdzie  $f_{ij}$ ,  $p_{ij}$  – odpowiednie elementy macierzy przejść zaliczonych i macierzy prawdopodobieństw przejść,  $s_j$  –

liczba przejść w  $j$ -ty stan,  $t$  – całkowita liczba przejść,  $n$  – wymiar macierzy; dla  $(n-1)^2 - n$  stopni swobody.

Obliczone wartości  $\chi^2$  w obu przypadkach wielokrotnie przewyższają wartość krytyczną przy poziomie ufności 99% – odrzucona jest więc hipoteza zerowa dla obydwu sekwencji (mamy do czynienia z procesem Markowa).

Wydaje się bezcelowe przedstawianie otrzymanych macierzy przejść w pełnej formie. Funkcję taką pełnią tutaj odpowiednie diagramy przejść (ryc. 1), oparte na macierzach prawdopodobieństw przejść (uwzględniono tylko przejścia, dla których  $p_{ij} \geq 0,15$ ) oraz macierzach różnic (uwzględniono przejścia, dla których  $d_{ij} \geq 0,00$ ). Przedstawione diagramy obrazują podobieństwo wyników otrzymanych na podstawie opisów danej sekwencji osadowej wykonanych w dwojaki sposób. Dla większej jasności zastosowano podobne oznaczanie literowe dla pokrewnych, w obu typach opisu, litofacji. W obu przypadkach wyraźnie zarysowuje się tendencja do tworzenia cykli o ziarnię drobniejącym ku górze (upward fining cycle). Relacje tego typu zaobserwować można zarówno na podstawie prawdopodobieństwa przejść, jak i różnic prawdopodobieństw. Prawie wszystkie przejścia w tym cyklu charakteryzują się dużymi prawdopodobieństwami. Słabym ogniwem jest tu jedynie przejście C → D (X<sub>1</sub> → X<sub>2</sub>(D), C → D) – w nawiasie podano przejścia w nomenklaturze



Ryc. 1. Diagramy przejść litofacyjnych:

- w nomenklaturze górniczej: a – na podstawie macierzy prawdopodobieństwa przejść, b – na podstawie macierzy różnic;
- w nomenklaturze autora: c jak a, d jak b. Opis i oznaczenia w tekście

Fig. 1. Diagram of lithofacies transitions:

- in mining terminology: a – on the basis of matrix of probability of transitions, b – on the basis of matrix of differences;
- in the Author's terminology: c as a, d as b. Descriptions and symbols given in the text

autora. Najłatwiej dochodzi więc do przerwania rozwoju pełnego cyklu sedimentacyjnego w „chwili” tworzenia się osadów wału brzegowego (C). W tym punkcie zaznacza się tendencja do powrotu warunków korytowych –  $C(X_1) \rightarrow B(A)$  (ryc. 1). Świadczy to o dużej labilności koryt, utrudniało bowiem rozwój i nie sprzyjało zachowaniu osadów równi zalewowej (D,  $X_2$ , E). Podobne warunki znane są z innych basenów węglowych (21, 22).

Rozwój pełnego cyklu prostego kończą oscylacje typu  $D \rightarrow E$  (ryc. 1). Tego typu przejścia mają bardzo duże znaczenie w seriach węglonośnych (20, 21) i stanowią niejednokrotnie pokąź część profilu. Są one wynikiem powtarzalności epizodów powstawania torfu i osadzania materiału drobnoklastycznego na obszarach torfowisk równi zalewowej. Schematycznie przedstawiono pełne cykle proste dla opisanej w dwojaki sposób sekwencji na ryc. 2.

W rzeczywistych profilach odsłonięć pełny cykl prosty spotykany jest wyjątkowo – reprezentuje on tylko ogólną tendencję. Zazwyczaj występują cykle złożone i niepełne ( $B_2 \rightarrow C \rightarrow B_2 \rightarrow (D) \rightarrow X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow E \rightleftharpoons D$ ;  $(B_1)B_2 \rightleftharpoons C \rightarrow X_1 \rightarrow D \rightleftharpoons E$ ;  $A \rightarrow B_1 \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow B_1 \rightarrow (D)$ ;  $B_2 \rightarrow (D) \rightarrow X_2 \rightarrow E$ ). Takie relacje można odczytać również z przedstawionych diagramów przejść (ryc. 1).

Dość częstym zjawiskiem przerywającym monotonna sedimentację na obszarach równi zalewowej i wałów brzegowych są epizody powstawania glifów krewasowych. Ich osady tworzą niewielkiej, na ogół, miąższości warstwy odgraniczające się zdecydowanie od otoczenia, dzięki wyraźnym spągowym powierzchniom i grubsze ziarnu. W rozważanych tu profilach reprezentują je przejścia typu  $D \rightarrow C \rightarrow X_1$ ,  $D \rightarrow X_1$ ,  $D \rightarrow C \rightarrow B_2$  lub  $C \rightarrow B_2$ . Jak wykazują diagramy oparte na macierzach różnic (ryc. 1b, d) przejścia takie są częstsze niż losowe i zaznaczają się przy obydwu zastosowanych metodach opisu.

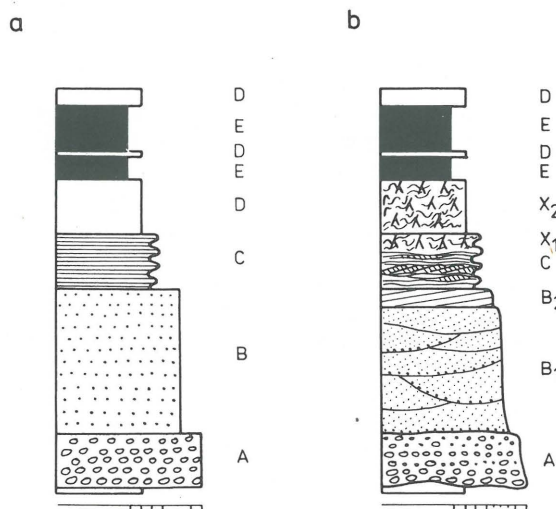
Ostatnim typem przejść wyraźnie widocznym na wszystkich przedstawionych diagramach są oscylacje w obrębie facji korytowych ( $A \rightleftharpoons B$ ).

Wyszczególnione tu typy przejść litofacjalnych wytłumaczyć można zjawiskami charakteryzującymi środowisko rzeczne (wypełnianie i migracja koryt, odcinanie meandrów, tworzenie wałów brzegowych i powstawanie glifów krewasowych, czy wreszcie rozwój równi zalewowej z okresami tworzenia torfowisk). Większości z nich dostrzec się można łatwo na przedstawionych diagramach i okazują się one statystycznie istotne (ryc. 1). Przykłady podobnej interpretacji, opartej na zastosowanej tu metodzie łańcuchów Markowa można znaleźć w literaturze (3, 16).

Korelacja między zastosowanymi przez autora sposobami opisu sekwencji litologicznych nie jest oczywiście doskonała. Wynika to w głównej mierze ze stosunkowo dużego schematyzmu opisu górniczego, lecz zarazem jest korzystne dla celów porównawczych ze względu na eliminowanie subiektywizmu.

Z istotniejszych różnic wynikających z uproszczenia stosowanego w opisie górnicznym podkreślić należy pominięcie relacji dotyczących utworów ze stigmariami i bioturbacjami roślinnymi. Obecność ich świadczy o rozwoju roślinności poprzedzającej zazwyczaj gromadzenie materii roślinnej na torfowiskach ( $X_2 \rightarrow E$ ,  $X_1 \rightarrow E$ ) lub tylko wyznacza dawne horyzonty glebowe ( $X_1 \rightarrow D$ ). Przejścia typu  $X_1 X_2 \rightarrow D \rightarrow E$  są podrzędną gałęzią w cyklu rozwoju równi zalewowej i okazuje się, że nie są one statystycznie istotne (ryc. 1d). Na podstawie opisu stosowanego w kopalniach niestety nie możemy się wypowiedzieć na ten temat. Jest jednak tak tylko wtedy, gdy nie znamy wzajemnych relacji jakie zachodzą między wydzieleniami w obu opisach. Z obserwacji autora wynika, że utwory stigmariowe związane są przede wszystkim z osadami równi zalewowej ( $X_2$ ) oraz wałów brzegowych (szczególnie dystalnych) i znacznie rzadziej z powierzchniami nieczynnych glifów krewasowych ( $X_1$ ). Mieszczą się więc w obrębie kopalnianych wydzieleni D i C. Mając na uwadze relacje, zachodzącą między wydzieleniami litologicznymi w bardziej detalicznej klasyfikacji (ryc. 1c, d) możemy podjąć się interpretacji, opierając się na uproszczonym schemacie kopalnianym (ryc. 1a, b). Rolę sekwencji  $X_2 \rightarrow E \rightleftharpoons D$  pełnią tu oscylacje  $D \rightleftharpoons E$ , mające podobne znaczenie w interpretacji, gdyż zdajemy sobie już sprawę ze złożoności stosowanego w górnictwie wydzielenia litologicznego D. Podobnie sekwencji  $C \rightarrow X_1 \rightarrow X_2(D)$  odpowiada przejście  $C \rightarrow D$ , a relacjom  $D \rightarrow X_1$  i  $D \rightarrow C$  jedno tylko przejście  $D \rightarrow C$ .

Wziąwszy pod uwagę stosunki zachodzące między litofacjami w gruboziarnistych osadach zauważamy pewne niedostatki schematu opartego na opisie górnicznym. Odczytujemy z niego tylko ogólną tendencję – przejście od osadów bruku korytowego (A) do osadów łąch (B), a następnie wału brzegowego (C) ze stosunkowo silną skłonnością do powrotu do stanu poprzedniego ( $C \rightarrow B$ ,  $B \rightarrow A$ ). Na podstawie dokładniejszego diagramu (ryc. 1c, d) uzyskujemy uściślenie tych informacji. Uwidacznia się mianowicie preferencja oscylacji  $A \rightleftharpoons B_1$  w stosunku do następstwa  $A \rightarrow B_1 \rightarrow B_2$ . Często więc osady najwyższych części łacy meandrowej ( $B_2$ ) erodowane są (?) całkowicie przez zmieniające swoje położenie koryto. Gdy dojdzie jednak do ich zachowania to zazwyczaj przykryte zostają osadami wałów brzegowych (C,  $X_1$ ). Dochodzić tu może do oscylacji  $C \rightleftharpoons B_2$  lub sekwencji  $C \rightarrow X_1 \rightarrow B_2 \rightarrow C(X_1)$ . Mniej liczne są przejścia  $B_2 \rightarrow B_1$  ( $p_{ij} = 0,136$ ), a bardzo mało istotne  $B_1 \rightarrow C$  ( $d_{ij} = 0,004$ ). Uzyskawszy te dodatkowe informacje można je zastosować do uzupełnienia wniosków wynikających z pierwszego diagramu (ryc. 1a, b). Analizując podobnie pozostałe typy przejść pomiędzy wydzieleniami w obu opisach danej sekwencji otrzymujemy



Ryc. 2. Schematyczne profile reprezentujące pełny cykl prosty dolnych warstw żacleńskich:

a – w nomenklaturze górnicznej, b – autora. Opis oznaczenia litofacji w tekście

Fig. 2. Sketch sections representing full simple cycle of the Lower Żacleń Beds

a – in mining terminology, b – in the Author's terminology. Descriptions and lithofacies symbols given in the text

jemy w efekcie metodę wzajemnego przetwarzania wiadomości uzyskanych z tych dwu źródeł.

Podsumowując niniejsze rozważania jeszcze raz podkreślić należy możliwość wykorzystywania proponowanej metody w badaniach serii osadowych, podlegających penetracji górniczej. Autor przedstawił tu jedynie zarys metody zwracając uwagę na jej aspekt sedymentologiczny. W celu pełniejszego wykorzystania danych z profilowań wyrobisk wykonywanych przez geologów górniczych należy skonfrontować własne wydzielenia litologiczne z kopalnianymi w ten sposób, aby istniała możliwość jednoznacznego przejścia od jednego typu opisu do drugiego (por. 19). Nie zawsze jest to możliwe dla całego zespołu wydzieleni stosowanych w dokładniejszych badaniach geologicznych. Badacz musi więc zdecydować się na kompromis i kosztem uproszczenia swojego opisu powinien dążyć do uzyskania jak najprostszego i jednoznacznego „klucza”. Ilość i rodzaj stosowanych wydzieleni zależy w dużej mierze od celu i charakteru pracy.

Zastosowanie metody łańcuchów Markowa, jako pewnego rodzaju testu, umożliwiło ujęcie zagadnienia w sposób statystyczny, a poprzez to wyeliminowało w znacznym stopniu możliwość subiektywizmu w interpretacji i porównaniach. W przypadku zmiany charakteru serii osadowej w profilu należy dokonać ponownego zestawienia opisów i sprawdzić czy istnieją różnice między podobnymi wydzieleniami litologicznymi oraz ich wzajemnymi relacjami w obu typach sekwencji. Zmiany takie niejednokrotnie stwierdzano w profilach basenów węglowych (7, 20, 21) i mogą być one potencjalnym źródłem nieścisłości w interpretacji.

#### L I T E R A T U R A

1. Agterberg F.P. — Geomathematics — mathematical background and geo-science applications, Developments in Geomathematics. Elsevier, Amsterdam 1974.
2. Allen J.R.L. — Studies in fluvial sedimentation: six cyclothems from the Lower Old Red Sandstone, Anglo-Welsh Basin. *Sedimentology* 1964, vol. 3.
3. Allen J.R.L. — Studies in fluvial sedimentation: a comparison of fining upward cyclothems, with special reference to coarse-member composition and interpretation. *Jour. Sed. Petrol.* 1970, no. 1.
4. Allen J.R.L. — Studies in fluvial sedimentation: lateral variation in some fining-upwards cyclothems from the Red Marls Pembrokeshire. *Geol. Jour.* 1974, no. 9.
5. Anderson T.W., Goodman L.A. — Statistical inference about Markov chains. *Ann. Math. Statist.* 1957, 28.
6. Cant D.J., Walker R.G. — Development of a braided-fluvial facies model for the Devonian Battery Point Sandstone, Quebec. *Can. Jour. Earth Sci.* 1976, no. 1.
7. Casshyap S.M. — Sedimentary cycles and environment of deposition of the Barakar Coal Measures of Lower Gondwana, India. *Jour. Sed. Petrol.* 1970, no. 4.
8. Casshyap S.M. — Cyclic characteristics of coal-bearing sediments in the Bochumer Formation (Westphal A2) Ruhrgebiet, Germany. *Sedimentology* 1975, vol. 22.
9. Dziedzic K. — Sedymentacja i paleogeografia utworów górnokarbońskich w niecce śródsudeckiej. *Geol. Sudetica* 1971, vol. 5.
10. Ferm J.C. — Carboniferous environmental models in Eastern United States and their significance. *Geol. Soc. Amer.* 1974, Spec. Paper no. 148.
11. Ferm J.C., Cavaroc V.V. — A nonmarine sedimentary model for the Allegheny rocks of West Virginia. *Ibidem.* 1968, Spec. Paper no. 106.
12. Gingerich P.D. — Markov analysis of cyclic alluvial sediments. *Jour. Sed. Petrol.* 1969, no. 2.
13. Gradziński R. — Wyróżnianie i klasyfikacja kopalnych osadów rzecznych. *Postępy Nauk Geologicznych* 1973, nr 5.
14. Horne J.C., Ferm J.C., Swinchatt J.P. — Depositional model for the Mississippian—Pennsylvanian boundary in Northeastern Kentucky. *Geol. Soc. Amer.* 1974, Spec. Paper no. 148.
15. Krumbain W.C. — Markov models in the earth sciences [w:] *Concepts in Geostatistics*, red. McCammon R.B., Springer Verlag, New York 1975.
16. McDonnell K.L. — Transition matrices and the depositional environments of a fluvial sequence. *Jour. Sed. Petrol.* 1978, no. 1.
17. Miall A.D. — Markov chain analysis applied to an ancient alluvial plain succession. *Sedimentology*, vol. 20, no. 2.
18. Nemeč W. — Modele Markowa w zastosowaniach geologicznych. [w:] *Podstawy teoretyczne i zarys metody.* Acta Univer. Wratisl. Prace Geol. Mineral. 1981, no. 8.
19. Nemeč W. — Warstwy wałbrzyskie (dolny namur) w Zagłębiu Wałbrzyskim: Analiza aluwialnej sedymentacji w basenie węglowym. *Geol. Sudetica* (praca w druku).
20. Nemeč W., Cmiel S. — An application of Markov chain analysis to the Żacler Beds succession (Upper Carboniferous), Wałbrzych Coal Basin, SW Poland. *Acta Univer. Wratisl. Pr. Geol.-Mineral.* 1979, 7.
21. Radomski A., Gradziński R. — Lithologic sequences in the Upper Silesia Coal-Measures (Upper Carboniferous, Poland). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 1978, z. 2.
22. Read W.A. — A quantitative analysis of an Upper Westphalian fluviodeltaic succession and a comparison with earlier Westphalian deposits in the Kent Coalfield. *Geol. Mag.* 1979, no. 6.
23. Visser G.S. — Use of vertical profile in environmental reconstruction. *Amer. Ass. Petrol. Geol., Bull.* 1965, no. 4.
24. Wanless H.R., Baroffio J.R., Trescott P.C. — Conditions of deposition of Pennsylvanian coal beds [w:] *Environments of Coal Deposition*, red. Dapples E. C., Hopkins M.E., *Geol. Soc. Amer.* 1969, Spec. Paper no. 114.

#### S U M M A R Y

The paper presents a method of use of lithological columns of mining works from the Wałbrzych Basin in sedimentological studies. Because of practical reasons, the scheme of lithological differentiations used in the mines is based on basic rock properties only and, therefore, fairly simple. That is why it is advantageous for comparing geology of individual mining works. However, the mining data appear too schematic to be widely used in more detailed geological studies, e.g. sedimentological ones.

In order to use archival mining records it appears

necessary to adjust lithological classification applied in field works in such a way to make it comparable with the mining one (see 19). This leads to decrease in accuracy but, at the same time, makes possible marked increase in space which may be covered by the studies. The two classifications should be adjusted in such way that, if possible, only a single mining unit will correspond to that differentiated in field studies and the number of equivalents of a given mining unit in the latter scheme should be limited as much as possible.

In order to test usability of the above mentioned method a lithological sequence has been first described according to the principles of mining classification and, subsequently, with the use of the field work criteria modified according to the above mentioned requirements. The two descriptions were subsequently analysed by the embedded Markov chain method. Figure 1 shows results of matrices of probability of transitions and differences of probability. Interpretations of modal transitions appear highly similar for both types of descriptions. This is well shown by schemes of a sedimentary cycle with grains fining upwards, obtained with the use of both methods (Fig. 2). The use of a modified scheme of the author's classification to supplement columns of mining works may be useful in interpretations based on the mining classification.

## РЕЗЮМЕ

В статье представлен способ использования литологических разрезов горных выработок из угольных шахт Валбжихского бассейна в седиментологических исследованиях. В них применяется относительно простая схема литологических выделений, основанная только

на основных свойствах горных пород. Она является весьма пригодной для сравнения геологического строения отдельных горных выработок. Но из-за большого схематизма данные полученные из шахт редко используются в более подробных геологических разработках (нпр. в седиментологии).

Для использования архивных материалов из шахт следует приспособить собственную, применяемую на поверхности классификацию выделений к сравнению с горной классификацией (19). Это станет причиной уменьшения точности, но значительно увеличит область исследований. Обе классификации следует так приспособить, чтобы определённому выделению применяемому в поверхностных исследованиях соответствовало только одно горное выделение, а определённое горное выделение не должно иметь слишком многих эквивалентов в поверхностной классификации.

Для проверки пригодности описанного метода определённая литологическая секвенция была сперва описана по принципам горной номенклатуры, а потом согласно критериям применяемым в поверхностных работах (модифицированным по описанному методу). Для проведения анализа этих описаний применялся метод цепей Маркова. Результаты из матрицы правдоподобий проходов и из матрицы разниц правдоподобий представлены на рис. 1. Интерпретации модальных переходов для этих двух типов описания выказывают большое сходство. Примером этого могут быть полученные на основании двух источников схемы седиментационного цикла с зерном уменьшающимся кверху, (рис. 2). Использование модифицированной схемы авторских выделений как дополнения разрезов горных выработок может быть пригодным в интерпретациях основанных на горной классификации.