

## METODYKA STUDIÓW LITOFACJALNYCH PRZY POSZUKIWANIU ZŁÓŻ ROPY NAFTOWEJ I GAZU ZIEMNEGO

UKD 553.981/.982:553.061.32:552.5:552.14:550.3:528.94(438:25)

Poszukiwania złóż ropy naftowej i gazu ziemnego wymagają prowadzenia prac badawczych, mających na celu poznanie stratygrafii, litologii oraz tektoniki analizowanego kompleksu skał osadowych. Złoża węglowodorów uzależnione są od występowania w profilu: skał ilastych, które w świetle ogólnie przyjętej teorii organicznego pochodzenia ropy naftowej mogą być uznane za skały macierzyste, od obecności porowatych i przepuszczalnych skał zbiornikowych oraz nieprzepuszczalnych skał uszczelniających, a także od istnienia odpowiednich pułapek umożliwiających gromadzenie się w nich węglowodorów.

Zależnie od rodzaju pułapek, tzn. zamknięć złożowych, wyróżnia się szereg mniej lub bardziej szczegółowych podziałów złóż. Ogólnie przyjęty jest w geologii naftowej, zwłaszcza przez geologów amerykańskich (6, 8) podział, który wyróżnia 3 podstawowe typy złóż: złoża typu strukturalnego, stratygraficznego oraz pośrednia grupa złóż strukturalno-stratygraficznych. Metodyka poszukiwawcza dla każdego rodzaju jest odmienna, różni się również stopniem trudności, na jakie napotyka przy precyzowaniu koncepcji poszukiwawczych. We wszystkich typach złóż dużą rolę odgrywa wykształcenie litologiczno-facjalne osadów. Decydujące znaczenie posiadają zwłaszcza szczegółowe studia facjalne przy poszukiwaniach złóż typu stratygraficznego. Pułapkę bowiem dla złóż stanowią zmiany wykształcenia litologicznego osadów, zróżnicowanie porowatości i przepuszczalności skał zbiornikowych lub wyklinowywanie się porowatych poziomów kolektor-skich.

Analiza prognoz ropy i gazonośnych zarówno całego regionu, jak i wydzielonego poziomu stratygraficznego oparta być musi na szczegółowej i pod odpowiednim aspektem przeprowadzonej analizie litofacjalnej.

L. L. Sloss (1) wyróżnia 4 etapy badań stosowanych przy poszukiwaniach złóż ropy naftowej i gazu ziemnego:

I. Studia facjalne obejmujące całe osadowe baseny, mające za zadanie dać odpowiedź na pytanie, czy istnieją możliwości odkrycia złóż węglowodorów oraz gdzie są położone obszary z największymi perspektywami;

II. Podstawowe studia, zmierzające do określenia kierunków rozprzestrzenienia się najbardziej perspektywicznych poziomów wewnątrz poszczególnych basenów sedymentacyjnych;

III. Regionalne studia prowadzone dla dalszego rozwoju poszukiwań nowych złóż w obszarach, gdzie złoża węglowodorów zostały już odkryte;

IV. Studia facjalne prowadzone na poszczególnych złożach w celu rozszerzenia znajomości o ich budowie lub prowadzone w celu odkrycia dalszych nagromadzeń w przypadku istnienia złóż typu strukturalno-stratygraficznego.

Wyniki studiów litofacjalnych prowadzonych we wszystkich wymienionych powyżej etapach przedstawione są zazwyczaj w postaci map litofacjalnych.

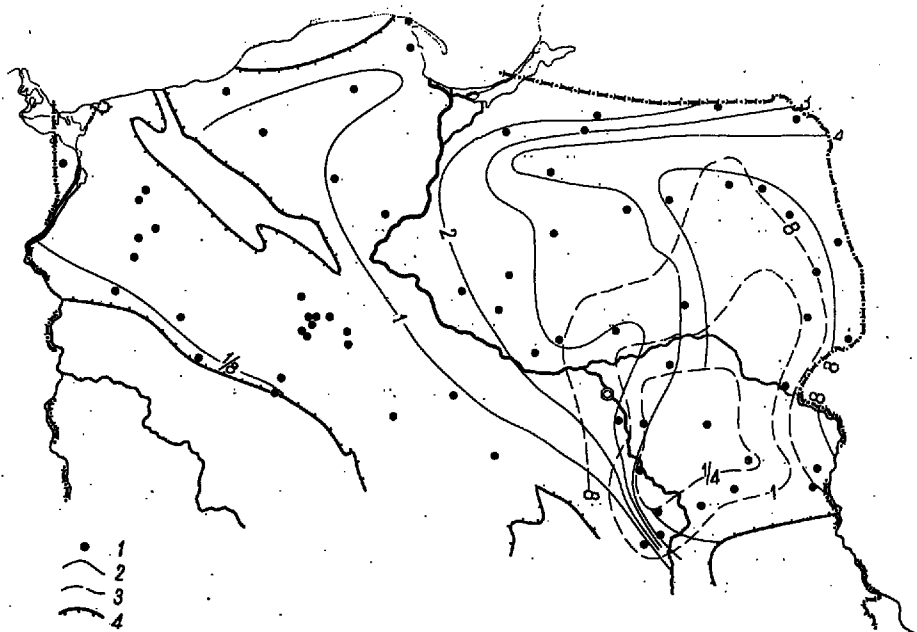
W ostatnich czasach, jak wynika to z licznych publikacji, wyniki badań są najczęściej przedstawiane w postaci ilościowych map litofacjalnych. Opierają się

Ryc. 1. Wskaźnik klastyczności i zapiaszczenia doggeru Niżu Polskiego.

1 — otwory wiertnicze, 2 — izolinie wskaźnika zapiaszczenia, 3 — izolinie wskaźnika klastyczności, 4 — zasięg doggeru.

Fig. 1. Clastic ratio and sand-clay ratio of the Dogger in the Polish Lowland area.

1 — bore holes, 2 — isolines of sand-clay ratio, 3 — isolines of clastic ratio, 4 — extent of Dogger formations.

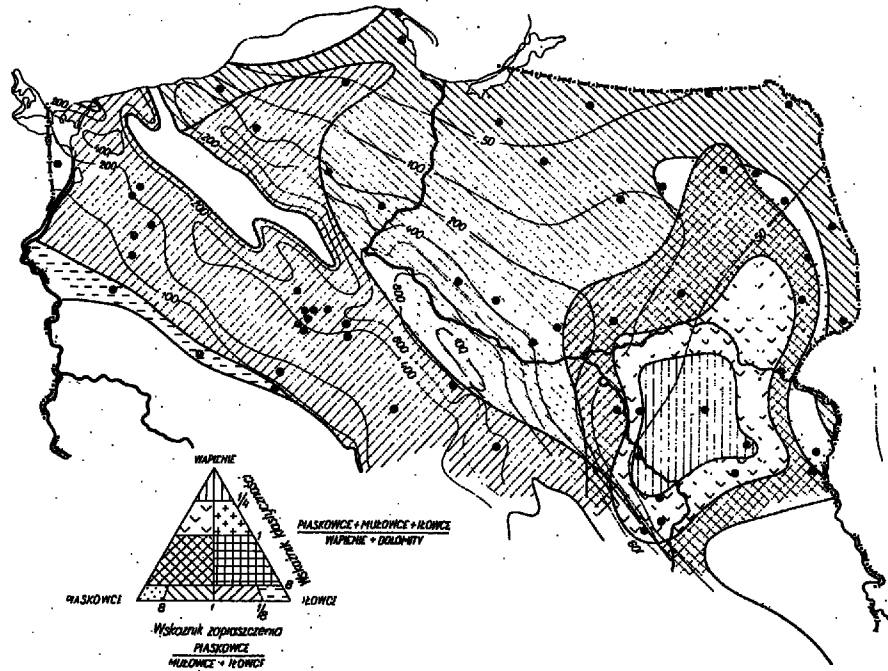


Ryc. 2. Mapa wskaźnikowa litofacjalna doggeru Niżu Polskiego.

● otwory wiertnicze, — izopachyty co 50, 100, 200 m (z pominięciem zmian na strukturach lokalnych).

Fig. 2. Lithofacial index map of the Dogger formations of the Polish Lowland area.

● bore holes, — isopachytes each 50, 100, 200 m (except for some changes in local structures).



one na wyliczeniu procentowego sumarycznego udziału wyróżnionych rodzajów skał w profilach z poszczególnych wierceń. Wyliczenia takie przeprowadzane są na podstawie rdzeni wiertniczych lub wykresów karotaży elektrycznych. Zależnie od tego — jakie utwory reprezentują analizowany poziom (piętro, oddział) i jak są one zróżnicowane, wydziela się dwa, trzy albo cztery podstawowe grupy litologiczne oraz analizuje wzajemny ich stosunek w poszczególnych profilach. Rezultatem studiów facjalnych poziomu wykształconego w facji terygenicznej może być np. mapa zapiaszczenia, na której wyodrębnia się obszary o jednakowej procentowej zawartości w profilu utworów piaszczystych.

Najczęściej ilościowe mapy litofacjalne wykonywane są na podstawie wydzielenia 3 podstawowych rodzajów skał (wapienno-dolomitycznych, piaszczystych i ilasto-mułowcowych) przy zastosowaniu diagramu trójkąta (4). Wierzchołki trójkąta odpowiadają 100% udziałowi w profilu danego rodzaju skał. Pole trójkąta zależnie od metody podzielone jest na szereg pól, które reprezentują obszary o różnej procentowej za-

wartości poszczególnych wyróżnianych skał. Metod opierających się na diagramie trójkąta jest wiele (2, 5, 7).

Jedną z najprostszyc jest metoda wskaźnikowa, oparta o tzw. wskaźniki zapiaszczenia i wskaźniki klastyczności. Przykład takiej mapy przedstawiono na ryc. 2. Autorka wykonała ją w ramach przeprowadzonej analizy prognoz ropo i gazonośności doggeru na Niżu Polskim (1). Dla ponad 60 otworów przebijających utwory doggeru na Niżu Polskim obliczono na podstawie profili litologicznych oraz wykresów karotaży elektrycznych sumaryczny udział w profilach skał wapienno-dolomitycznych, piaszczystych oraz ilasto-mułowcowych. Następnie wyliczono dla każdego otworu wskaźniki. Wskaźnik klastyczności wyraża stosunek miąższości skał klastycznych, a więc piasków, piaskowców, mułowców oraz iłowców do serii skał wapienno-dolomitycznych. Wartość jego równa się 1 w przypadku jednakowej ilości w profilu skał klastycznych i wapiennych. W miarę wzrostu ilości skał terygenicznych wskaźnik klastyczności rośnie w nieskoń-

czoność, maleje do 0 w miarę zanikania facji terygenicznej na rzecz facji wapiennej.

Wskaźnik zapiaszczenia wyraża stosunek utworów piaszczystych do serii mułowcowo-ilastej; w profilach o jednakowej ilości piaszczystych oraz ilowców wartość wskaźnika zapiaszczenia równa się 1. Ze wzrostem procentowej zawartości piaszczystych wskaźnik zwiększa się do nieskończoności, ze wzrostem procentowej zawartości ilowców maleje do 0.

Obliczone wskaźniki dla poszczególnych otworów stały się podstawą do przedstawienia na mapie przebiegu linii jednakowych wartości obu wskaźników. Izolinie 1/4, 1, 8 wskaźnika klastyczności oraz 1/8, 1, 8 wskaźnika zapiaszczenia autorka przyjęła jako graniczne. Na ich podstawie oraz na podstawie diagramu trójkąta wydzieliła na mapie dziewięć obszarów o różnej zawartości poszczególnych wyróżnionych typów skał. Charakterystyka litologiczna wydziałonych grup według W. C. Krumbeina i L. L. Slossa (1) przedstawia się następująco:

Nazwa grupy	Wskaźnik klastyczności	Wskaźnik zapiaszczenia	Ogólna charakterystyka
Piaszkowce	> 8	> 8	więcej niż 79% piaszczystych.
Piaski — ilowce	> 8	8—1	więcej piaszczystych niż ilowców;
Iłowce — piaski	> 8		mniej niż 11% wapieni.
Iłowce	> 8	< 1—1/8	więcej ilowców niż piaszczystych; mniej niż 11% wapieni.
Piaski — wapień	1—8	< 1/8	więcej niż 79% ilowców.
Iłowce — wapień	1—8	> 1	więcej piaszczystych niż ilowców;
Wapień — piaski	1/4—1	< 1	11—50% wapieni. więcej ilowców niż piaszczystych;
Wapień — ilowce	1/4—1	> 1	11—50% wapieni. 50—80% wapieni, więcej piaszczystych niż ilowców.
Wapień	1/4	> 1	50—80% wapieni; więcej ilowców niż piaszczystych.
		żadnej wartości	więcej niż 80% wapieni.

Na załączonej wskaźnikowej mapie litofacialnej doggeru Niżu Polskiego, na której wyróżniono wszystkie grupy, większość obszaru niżu reprezentowana jest w jurze środkowej przez utwory ilaste, ilasto-piaszczyste i piaszczysto-ilaste. Jedynie w SE części Niżu Polskiego widoczny jest stopniowy wzrost udziału w profilach doggeru facji wapiennej. Na niewielkim obszarze utwory jury środkowej wykształcone są jedynie w facji wapiennej.

Opisany powyżej sposób przedstawiania map litofacialnych, opierający się na diagramie trójkąta oraz 3-grupowym podziale może być wykorzystany przy sporządzaniu map wykonywanych pod różnymi aspektami (litologicznymi, geochemicznymi, biochemicznymi itp.). W pewnych przypadkach może być użyteczny przy analizowaniu obecności w profilach skał macierzystych dla ropy naftowej i gazu ziemnego. Przykład takiej mapy cytowany jest przez L. L. Slossa (1). Podstawą jej była analiza występujących w profilach badanego poziomu skał ilastych oraz podział ich zależnie od zabarwienia na 3 grupy: utwory ilaste barwy czarnej, szarej i czerwonej. Wykonana mapa stała się m.in. podstawą przy lokalizacji poszukiwań naftowych. Skoncentrowano je nie w obszarze największych miąższości i największego zapiaszczenia, lecz w rejonie, gdzie stwierdzono największe miąższości czarnych utworów ilastych uznanych za skały macierzyste dla ropy naftowej i gazu. Pozytywne wyniki poszukiwań potwierdziły słuszność powyższej koncepcji. Wyniki

studiów litofacialnych, jak to już podkreślano, mogą być prowadzone wieloma metodami i pod nieskończoną prawie ilością aspektów.

Przedstawiona metoda wskaźnikowa może stać się przydatna przy analizie wykształcenia litologiczno-facialnego osadów z punktu widzenia prognoz ropy i gazonośności Niżu Polskiego. W przeciwieństwie do innych rodzajów map ilościowych, które wymagają często skomplikowanych obliczeń wykonywanych przy zastosowaniu maszyn liczących, przedstawiona metoda jest jedną z najprostszyc i może mieć szerokie zastosowanie w polskiej geologii przy różnego rodzaju badaniach.

#### LITERATURA

1. Sloss L. L. — Location of petroleum accumulation by facies studies. Proc. Fourth World Petrol. Cong., Sec. 1/B 1955.
2. James M., Forgotson J. — Revier and classification of quantitative mapping techniques. Bull. Amer. Assoc. petrol. geol. vol. 44, no 1 Tulsa, Oklahoma 1960.
3. Królicka J. — Wstępna charakterystyka prognoz ropy i gazonośności doggeru Niżu Polskiego. Kwart. geol. 1965, t. 10, nr 2.
4. Krumbein W. C., Sloss L. L. — Stratigraphy and Sedimentation. San Francisco-California, 1951.
5. Martin W., Schramm J. — Palaeogeology and quantitative lithofacies analysis simpson group Oklahoma. Bull. Amer. Assoc. petrol. geol. vol. 48, no 7, Tulsa, Oklahoma 1964.
6. Levorsen A. J. — Geology of Petroleum. San Francisco 1956.
7. Peito Chesler R. — Mapping of multicomponent systems. The journal of geology. Vol. 62, nr 5, Chicago 1954.
8. Russell W. L. — Principles of Petroleum Geology. New York—Toronto—London 1960.

#### SUMMARY

Investigation of lithologic-facial development of deposits, that particularly take into account the possibilities of occurrence of porous reservoir rock horizons and of impermeable and sealing series in the mother rocks for oil and gas, are necessary in search for oil and gas deposits. These problems are solved by means of lithofacial studies, the results of which are as a rule presented in the form of various lithofacial maps.

The article presents the technique of making the so-called index maps, exemplified here by a lithofacial map of the Dogger deposits from the Polish Lowland area. As a basis for this map served here the computations of the clastic ratio, examined for the individual drillings, that reflects the relation of terrigenous rocks to calcareous-dolomite rocks, and of the clay-sand ratio that shows the relation of thickness of arenaceous rocks to clay-siltstone series. Basing on the triangle diagram and on the course of isolines of both ratios, nine areas characterized by various percentage of all groups examined in the profiles have been distinguished. The method here considered represents one of the simplest quantitative methods of maps, and may be of considerable importance for Polish geology in various kinds of researches.

#### РЕЗЮМЕ

В поисках залежей нефти и природного газа необходимо проводить изучение литолого-фациального состава пород с особым учетом возможности наличия в разрезе материнских нефтетазонных пород, пористых коллекторских горизонтов и непроницаемых экранующих свит. Перечисленные проблемы решаются путем литолого-фациальных исследований, результаты которых изображаются в виде различного рода литофациальных карт.

В статье, на примере литофациальной карты догтера Польской низменности, показан способ составления так называемой показательной карты. Основой карты является представление по всем скважинам показателя кластичности, выражающего отношение терригенных пород к известково-доломитовым породам, и показателя песчанистости, показывающего отношение мощностей пе

и глинисто-алевролитовых пород. На основании треугольной диаграммы и изолиний obu показателей намечено девять областей с различным процентным содержанием всех выделенных групп пород в разрезах. Описанный метод относится к наиболее простым методам составления количественных карт и может найти широкое применение в различных геологических исследованиях.