

CHARAKTERYSTYKA GEOCHEMICZNA BADANYCH UTWORÓW

PROFIL JAMNO IG 1

W otworze Jamno IG 1 badania geochemiczne materii organicznej przeprowadzone były dla utworów górnej kredy, środkowej i dolnej jury, górnego, środkowego i dolnego triasu, górnego permu (cechsztyn), dewonu, a także ordowiku (pojedyncza próbka).

Wykonano oznaczenia zawartości węgla organicznego, ilościowe oznaczenie bituminów, podział na poszczególne

frakcje w wydzielonych bituminach (węglowodory nasycone, aromatyczne, asfalteny i żywice), jak również oznaczenie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego skały (Eh). Szczegółowe badania frakcji węglowodorów nasyconych dotyczące zawartości n-alkanów przeprowadzono dla wybranych próbek z utworów górnego i środkowego dewonu.

ILOŚĆ OZNACZONEJ MATERII ORGANICZNEJ

Materia organiczna w utworach **ordowiku** występuje w małej ilości. Zawartość węgla organicznego w iłowcu wynosi 0,27%, czyli osady te są „biednymi” skałami macierzystymi dla generowania węglowodorów (tab. 27, fig. 49). W utworach tych zawartość bituminów jest niewielka. W bituminach ilościowo przeważają węglowodory, niewielki jest procent żywic i asfaltenów, natomiast w węglowodorach jest duży udział węglowodorów nasyconych w stosunku do węglowodorów aromatycznych (tab. 27, fig. 50). Bituminy te charakteryzują się wysokim współczynnikiem migracji, co sugeruje, iż są one epigenetyczne (Gondek, 1980). Należy podkreślić, iż utwory ordowiku w tym otworze były przebadane w pojedynczej próbce.

W piaszczysto-mułowcowych utworach **dewonu dolnego** zawartość węgla organicznego wahająca się od 0,01 do 0,2% wskazuje, iż są to „biedne” skały macierzyste dla generowania węglowodorów (tab. 27, fig. 49). Utwory te zawierają niewielką ilość bituminów. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego określa warunki sedimentacji jako redukcyjne.

Utwory **dewonu środkowego** są również ubogie w węgiel organiczny, jak podległe utwory dewonu dolnego, zawierają od 0,07 do 0,40% Corg. (fig. 49). Ze względu na zmieniający się typ sedimentacji należy podkreślić, iż skały te są „biednymi”, ale także „dobrymi”, w odniesieniu do utworów węglanowych, skałami dla generowania węglowodorów. Występująca w tych utworach ilość bituminów jest mała (tab. 27). Procentowy udział węglowodorów w bituminach jest zmienny, waha się od 14,0 do 74,0% (fig. 50). W składzie węglowodorów przeważają ilościowo węglowodory nasycone w stosunku do węglowodorów aromatycznych.

Podwyższona ilość bituminów mających wysoki udział węglowodorów występuje głównie w piaskowcach. Związki te mają wysoką wartość współczynnika migracji, są więc epigenetyczne z osadem (tab. 27).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego jest zmienna, co pozwala stwierdzić, iż warunki sedimentacji ulegały licznym zmianom od silnie redukcyjnych do słabo utleniających.

Utwory **dewonu górnego** zawierają generalnie niewielką ilość węgla organicznego, punktowo występuje wyższa ilość węgla (fig. 49). W stropie utworów węgiel organiczny występuje w bardzo małej ilości 0,1% (tab. 27).

Zawarta w tych utworach ilość węgla organicznego, ze względu na zmienny, ale głównie węglanowy typ sedimentacji, pozwala określić te osady jako „biedne”, „słabe” lub „dobre” skały macierzyste dla generowania węglowodorów (fig. 49). W utworach górnego dewonu ilość bituminów jest niewielka od 0,003 do 0,033%. W oznaczonych bituminach mały udział mają węglowodory, natomiast jest duży udział procentowy żywic i asfaltenów. W składzie węglowodorów generalnie przeważają węglowodory nasycone nad węglowodorami aromatycznymi (fig. 50).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego określa, że osady te powstawały w warunkach redukcyjnych (tab. 27).

Zawartość węgla organicznego w utworach **cechsztynu** jest mała (fig. 49). Mała jest również ilość bituminów, a udział w nich węglowodorów jest też niewielki (tab. 27). W składzie węglowodorów ilościowo przeważają węglowodory nasycone nad aromatycznymi (fig. 50).

Uwzględniając wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego należy stwierdzić, iż osady te powstawały w środowisku słabo redukcyjnym.

Utwory **triasu dolnego** zawierają niedużą ilość węgla organicznego, co sugeruje, iż są one „biednymi” skałami dla generowania węglowodorów (tab. 27, fig. 49). Bardzo mała jest zawartość składników labilnych w tych utworach.

Tabela 27

Dane geochemiczne z materii organicznej z otworu Jamno IG 1

Geochemical data for the organic matter from Jamno IG 1 borehole

Głębokość [m]	Stratygrafia	Litologia	Zawartość bituminów [%]	Zawartość Corg. [%]	Eh [mV]	Zawartość węglow. w bitum. [%]	Zawartość węglow. w skale [%]	Zawartość węglow. nasyconych w węglow. [%]	Zawartość węglow. aromatycz. w węglow. [%]	Zawartość żywic i asfaltów [%]	Współczynnik migracji
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
183,5	K ₂	gez	0,008	0,10	679	—	—	—	—	—	—
221,0		wap	0,005	0,20	678	—	—	—	—	—	—
302,5		gez	0,003	0,20	658	—	—	—	—	—	—
363,0		gez	0,003	0,20	670	—	—	—	—	—	—
423,5		opk	0,002	0,20	658	—	—	—	—	—	—
450,0		opk	0,004	0,30	680	—	—	—	—	—	—
522,7		opk	0,005	0,30	681	—	—	—	—	—	—
559,0		opk	0,010	0,40	671	15,0	0,001	6,0	9,0	85,0	0,002
605,0		opk	0,004	0,10	665	—	—	—	—	—	—
651,0		opk	0,002	0,20	649	—	—	—	—	—	—
706,0		młc	0,007	0,40	676	—	—	—	—	—	—
751,5		młc	0,001	0,40	663	—	—	—	—	—	—
779,0	J ₂	młc	0,006	0,50	679	—	—	—	—	—	—
791,0		psc	0,004	0,70	614	—	—	—	—	—	—
804,2		psc	0,004	0,40	599	—	—	—	—	—	—
810,0		młc	0,027	3,09	—	17,0	0,005	10,0	7,0	83,0	0,002
816,0		młc	0,007	0,40	621	—	—	—	—	—	—
824,8		młc	0,024	1,70	663	17,0	0,004	7,0	10,0	83,0	0,002
835,0		łpk	0,008	2,20	674	—	—	—	—	—	—
847,5	J ₁	psc	0,009	0,40	689	—	—	—	—	—	—
873,0		psc	0,006	0,20	701	—	—	—	—	—	—
886,0		iłc	0,017	1,50	654	—	—	—	—	—	—
917,5		iłc	0,009	1,40	659	—	—	—	—	—	—
948,6		psc	0,005	0,20	684	—	—	—	—	—	—
979,5		psc	0,011	0,20	699	—	—	—	—	—	—
1010,5	T ₃	iłc	0,004	0,30	679	—	—	—	—	—	—
1015,0		iłc	0,011	0,78	—	23,0	0,003	20,0	3,0	77,0	0,004
1035,2		iłc	0,003	0,20	651	—	—	—	—	—	—
1095,0		iłc	0,001	0,20	676	—	—	—	—	—	—
1125,7	T ₂	psc	0,002	0,20	651	—	—	—	—	—	—
1157,0		młc	0,006	0,40	644	—	—	—	—	—	—
1171,4		iłc	0,001	0,20	674	—	—	—	—	—	—
1180,0		młc	0,005	0,05	—	32,0	0,002	16,0	16,0	68,0	0,040
1187,0		młc	0,002	0,30	652	—	—	—	—	—	—
1212,0		iłc	0,008	0,40	639	—	—	—	—	—	—
1225,0	T ₁	psc	0,005	0,40	692	—	—	—	—	—	—
1236,0		iłc	0,002	0,30	637	—	—	—	—	—	—
1257,0		młc	0,003	0,20	684	—	—	—	—	—	—
1281,0		psc	0,002	0,20	658	—	—	—	—	—	—

Tabela 27 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1304,7	T ₁	psc	0,002	0,20	701	–	–	–	–	–	–
1331,0		psc	0,003	0,10	682	–	–	–	–	–	–
1388,0		psc	0,002	0,30	718	–	–	–	–	–	–
1443,3		psc	0,001	0,30	667	–	–	–	–	–	–
1501,0		młc	0,001	0,30	668	–	–	–	–	–	–
1551,5		młc	0,010	0,30	665	–	–	–	–	–	–
1616,0		młc	0,002	0,40	660	–	–	–	–	–	–
1661,8		ilc	0,001	0,40	–	–	–	–	–	–	–
1663,0	P ₃	dol	0,006	0,20	647	–	–	–	–	–	–
1674,0		dol	0,003	0,05	–	26,0	0,001	18,0	8,0	74,0	0,020
1678,0		dol	0,005	0,20	651	–	–	–	–	–	–
1690,0		dol	0,004	0,20	658	–	–	–	–	–	–
1699,5	D ₃	dol	0,007	0,10	626	–	–	–	–	–	–
1712,0		wap	0,009	0,10	652	–	–	–	–	–	–
1717,5		wap	0,011	0,20	–	18,0	0,002	11,0	7,0	82,0	0,010
1732,5		wap	0,014	0,20	627	19,0	0,002	11,0	8,0	81,0	0,010
1740,0		wap	0,011	0,20	643	19,0	0,002	11,0	8,0	81,0	0,010
1759,5		wap	0,002	0,10	618	–	–	–	–	–	–
1771,0		dol	0,001	0,10	612	–	–	–	–	–	–
1778,3		dol	0,028	1,10	–	20,0	0,006	9,0	11,0	80,0	0,005
1780,0		dol	0,014	0,30	642	28,0	0,004	13,0	15,0	72,0	0,013
1783,5		dol	0,007	0,20	624	–	–	–	–	–	–
1793,0		psc	0,001	0,10	642	–	–	–	–	–	–
1798,0		psc	0,004	0,10	622	–	–	–	–	–	–
1804,5		dol	0,005	0,20	623	–	–	–	–	–	–
1825,5		dol	0,019	0,30	611	29,0	0,006	18,0	11,0	71,0	0,020
1836,0		dol	0,003	0,10	641	–	–	–	–	–	–
1842,0		wap	0,033	0,61	–	17,0	0,006	8,0	9,0	83,0	0,010
1860,0		wap	0,004	0,10	651	–	–	–	–	–	–
1882,0		wap	0,011	0,20	673	26,0	0,003	19,0	7,0	74,0	0,015
1890,0		dol	0,025	0,20	640	32,0	0,008	22,0	10,0	68,0	0,040
1906,0		dol	0,004	0,20	642	–	–	–	–	–	–
1915,0	?	psc	0,006	0,10	651	26,0	0,001	18,0	8,0	74,0	0,010
1947,0		psc	0,012	0,10	617	–	–	–	–	–	–
1958,0	D ₂	psc	0,003	0,10	628	–	–	–	–	–	–
1979,0		psc	0,013	0,10	694	50,0	0,007	28,0	22,0	50,0	0,070
2002,0		psc	0,002	0,10	672	–	–	–	–	–	–
2009,0		młc	0,008	0,07	–	14,0	0,001	11,0	3,0	86,0	0,014
2023,0		młc	0,007	0,10	655	–	–	–	–	–	–
2039,0		psc	0,001	0,10	612	–	–	–	–	–	–
2066,0		psc	0,011	0,10	654	64,0	0,007	48,0	16,0	36,0	0,070
2088,0		psc	0,003	0,10	633	–	–	–	–	–	–
2105,8		psc	0,029	0,10	639	74,0	0,021	52,0	22,0	26,0	0,210
2121,0		młc	0,007	0,10	634	–	–	–	–	–	–
2125,0		psc	0,007	0,07	–	18,0	0,001	12,0	6,0	82,0	0,014

Tabela 27 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2130,0	D ₂	psc	0,036	0,10	563	–	–	–	–	–	–
2146,5		psc	0,003	0,10	608	–	–	–	–	–	–
2161,0		psc	0,007	0,10	589	–	–	–	–	–	–
2176,0		psc	0,003	0,10	594	–	–	–	–	–	–
2195,5		wap	0,010	0,30	620	–	–	–	–	–	–
2207,0		wap	0,006	0,30	644	–	–	–	–	–	–
2218,9		młc	0,007	0,07	–	35,0	0,002	31,0	4,0	65,0	0,028
2219,5		młc	0,008	0,40	625	–	–	–	–	–	–
2241,0		psc	0,015	0,10	614	–	–	–	–	–	–
2250,5		wap	0,006	0,10	614	–	–	–	–	–	–
2261,5		wap	0,017	0,30	627	–	–	–	–	–	–
2267,0		młc	0,012	0,70	–	33,0	0,003	21,0	12,0	67,0	0,004
2274,5		młc	0,015	0,10	632	–	–	–	–	–	–
2284,0		młc	0,014	0,50	624	–	–	–	–	–	–
2304,0		młc	0,004	0,20	576	–	–	–	–	–	–
2318,0		dol	0,005	0,10	645	–	–	–	–	–	–
2321,0		młc	0,003	0,03	–	16,0	0,0005	13,0	3,0	84,0	0,017
2343,0		młc	0,010	0,10	616	–	–	–	–	–	–
2368,5		psc	0,003	0,10	617	–	–	–	–	–	–
2381,5		psc	0,014	0,20	621	–	–	–	–	–	–
2401,5		młc	0,005	0,40	603	–	–	–	–	–	–
2423,0		psc	0,005	0,10	602	–	–	–	–	–	–
2432,0		młc	0,005	0,02	–	39,0	0,002	19,5	19,5	61,0	0,100
2445,0		młc	0,011	0,20	640	–	–	–	–	–	–
2465,0		zlp	0,004	0,40	620	–	–	–	–	–	–
2481,5		psc	0,009	0,10	603	–	–	–	–	–	–
2501,5		psc	0,009	0,40	648	–	–	–	–	–	–
2506,5		psc	0,009	0,20	597	30,0	0,003	22,0	8,0	70,0	0,015
2519,0		psc	0,004	0,20	622	–	–	–	–	–	–
2543,5		psc	0,009	0,30	626	–	–	–	–	–	–
2564,0		psc	0,005	0,40	620	–	–	–	–	–	–
2580,0		młc	0,007	0,01	–	36,0	0,003	26,0	10,0	64,0	0,300
2582,5		psc	0,032	0,20	618	58,0	0,019	36,0	22,0	42,0	0,095
2605,0		psc	0,002	0,40	620	–	–	–	–	–	–
2619,5		psc	0,005	0,20	637	–	–	–	–	–	–
2639,0		młc	0,008	0,30	631	–	–	–	–	–	–
2666,0		psc	0,002	0,30	621	–	–	–	–	–	–
2681,5		psc	0,004	0,20	619	–	–	–	–	–	–
2702,5		psc	0,002	0,10	637	–	–	–	–	–	–
2718,5	D ₁ ?	psc	0,003	0,20	614	–	–	–	–	–	–
2738,5		psc	0,003	0,10	622	–	–	–	–	–	–
2751,0	O	iłc	0,030	0,27	–	64,0	0,019	48,0	16,0	36,0	0,070

Litologia, *lithology*: psc – piaskowiec, *sandstone*; młc – mułowiec, *mudstone*; iłc – iłowiec, *claystone*; zlp – zlepieniec, *conglomerate*; wap – wapień, *limestone*; dol – dolomit, *dolomite*; gez – geza, *gaize*; opk – opoka, *gaize*

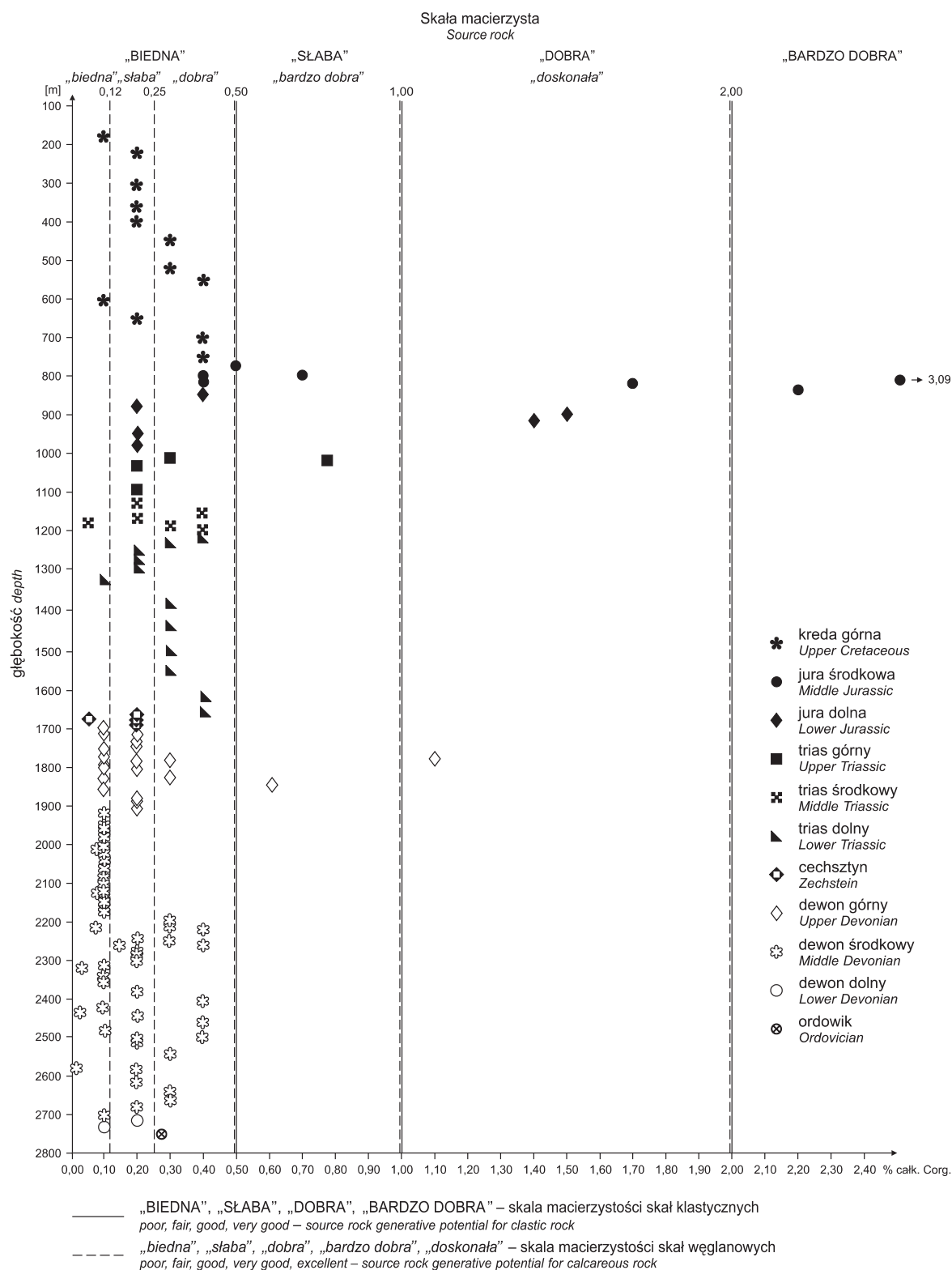


Fig. 49. Zawartość procentowa węgla organicznego w osadach mezozoiku i paleozoiku w zależności od głębokości w otworze Jamno IG 1; ocena macierzystości skał wg Petersa (1986)

TOC [%] content in the Mesozoic and Paleozoic deposits versus depth in Jamno IG 1 borehole;
assessment of quality source rocks after Peters (1986)

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego jest zmienna, co sugeruje, iż warunki sedymentacji ulegały wahadłowym zmianom od redukcyjnych do utleniających.

Utwory **triasu środkowego** zawierają małą ilość węgla organicznego i bituminów (tab. 27, fig. 49). Udział węglowodorów w bituminach jest niewielki, wyższa jest zawartość żywicy i asfaltenów. W składzie węglowodorów występuje równowaga zawartości węglowodorów nasyconych i aromatycznych (fig. 50).

Zawartość węgla organicznego w utworach **triasu górnego** jest zróżnicowana i waha się od 0,20 do 0,78%. Generalnie ilość węgla organicznego w tych utworach jest niewielka, podobnie jak ilość bituminów (tab. 27, fig. 49). Udział węglowodorów w bituminach jest nieduży. Duży jest natomiast udział frakcji żywicy i asfaltenów. W składzie węglowodorów ilościowo przeważają węglowodory nasycone nad aromatycznymi (fig. 50). Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego pozwala wnioskować, iż osady te powstawały w środowisku słabo redukcyjnym lub słabo utleniającym (tab. 27).

Zawartość węgla organicznego w utworach **jury dolnej** jest bardzo zróżnicowana i waha się od 0,2 do 1,5% węgla organicznego. W stropie i w spągu utworów występuje mniejsza ilość węgla organicznego. W partiach centralnych kompleksu skalnego zawartość węgla jest wyższa i pozwala określić tę część osadów jako „dobre” skały macierzyste dla genero-

wania węglowodorów (fig. 49). W utworach tych mała jest zawartość składników labilnych (tab. 27). Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego pozwala ustalić, iż osady piaszczyste powstawały w środowisku słabo utleniającym, natomiast partie utworów iłwcowych, mająca podwyższoną zawartość materii organicznej, tworzyła się w środowisku słabo redukcyjnym (tab. 27).

W utworach **jury środkowej** zawartość węgla organicznego jest zróżnicowana, podobnie jak w przypadku jury dolnej i występuje nierównomiernie (tab. 27, fig. 49). Zawartość bituminów w tych utworach generalnie jest mała. Niewielki jest też udział węglowodorów w bituminach, a znaczny procentowy udział żywicy i asfaltenów. Stosunek węglowodorów nasyconych i aromatycznych jest zmienny (fig. 50).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego jest zróżnicowana, określa warunki sedymentacji jako redukcyjne, słabo redukcyjne do słabo utleniających.

Materia organiczna w utworach **kredy górnej** występuje w niewielkiej ilości. Uwzględniając typ osadów można stwierdzić, iż centralne partie tych utworów mogą być uznane jako „dobre” skały macierzyste dla generowania węglowodorów (fig. 49). Zawartość bituminów w tych utworach jest mała. Nieduży jest też udział węglowodorów w tych bituminach (15,0%).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego wskazuje generalnie na utleniające warunki środowiska (tab. 27).

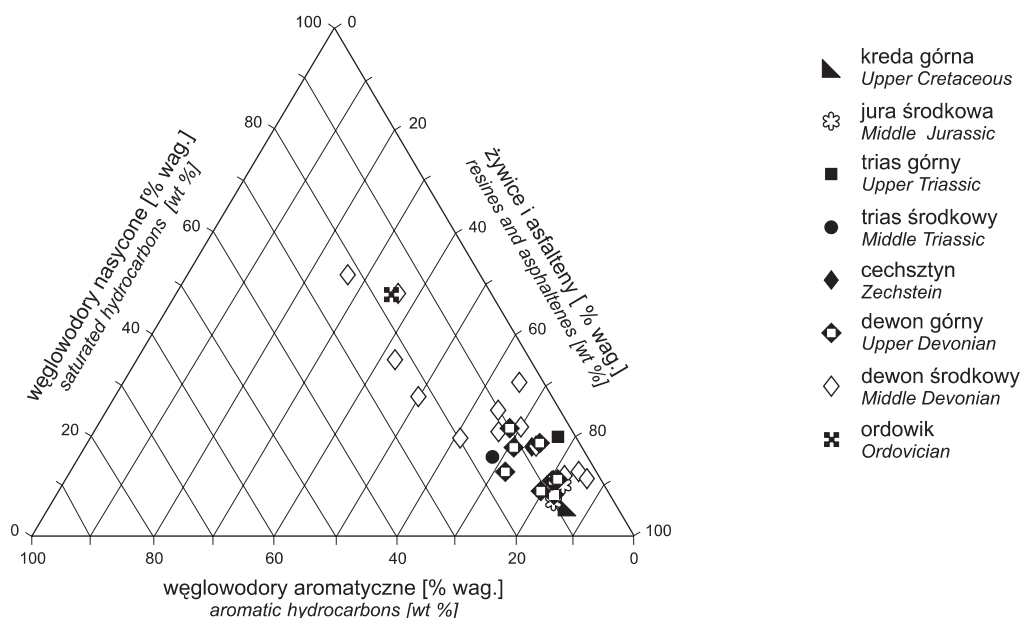


Fig. 50. Diagram trójkątny składu grupowego bituminów z osadów paleozoiku i mezozoiku profilu Jamno IG 1

Triangular diagram showing proportions of the fractions of saturated hydrocarbons, aromatic hydrocarbons and asphaltenes or resins in the bitumens extracted from the Paleozoic and Mesozoic sediments in Jamno IG 1 section

ŚRODOWISKO DEPOZYCJI MATERII ORGANICZNEJ, JEJ TYP GENETYCZNY I STOPIEŃ DOJRZAŁOŚCI

Analiza n-alkanów wykazała, iż materia organiczna występująca w spągu utworów dewonu środkowego zawiera znaczną ilość związków o parzystej liczbie węgli (C_{22} , C_{24}), jak również dużo związków zawierających 19 lub 23 węgle w łańcuchu, co sugeruje, iż materiałem wyjściowym były bakterie i algi (Tissot, Welte, 1978). Wartość wskaźników CPI wyliczana wg Kotarby i in. (1994) pozwala sądzić, iż materia organiczna występująca w utworach dewonu dolnego jest przeobrażona. Ze względu na skład badanej materii, w której obecne są w dużej ilości związki o parzystej liczbie węgli w cząsteczce, wartość wskaźnika CPI wynosi poniżej jedności, co uniemożliwia jednoznaczną ocenę stopnia przeobrażenia badanej materii organicznej (fig. 51).

Dystrybucja n-alkanów pochodzących z górnych partii utworów dewonu środkowego wykazuje przewagę związków zawierających 21 oraz 23 węgle w łańcuchu pochodzące z rozkładu alg. W masie n-alkanów obecne są także w dużej

ilości związki o parzystej liczbie węgli w cząsteczce, pochodzące z rozpadu bakterii (Maliński, Witkowski, 1988). Wartość wskaźników CPI określa stopień materii organicznej występującej w utworach dewonu środkowego. Uwzględniając te wartości należy stwierdzić, iż materia jest przeobrażona (fig. 51).

Rozmieszczenie n-alkanów dowodzi, iż materia organiczna występująca w utworach dewonu górnego zawiera znaczną ilość związków o parzystej liczbie węgli (C_{22}), jak również dużo związków zawierających 17 i 19 węgli w łańcuchu, co sugeruje, iż materiałem wyjściowym były bakterie i algi (Maliński, Witkowski, *op. cit.*). W całym profilu utworów dewonu górnego w stosunkowo małej ilości występują związki zawierające 25, 27 lub 29 węgli w łańcuchu, związane z materia organiczną typu humusowego. Wartości wskaźników CPI są poniżej jedności, ze względu na duży udział w n-alkanach związków o parzystej liczbie węgli, zniekształca to obraz rzeczywistego stopnia przeobrażenia materii organicznej.

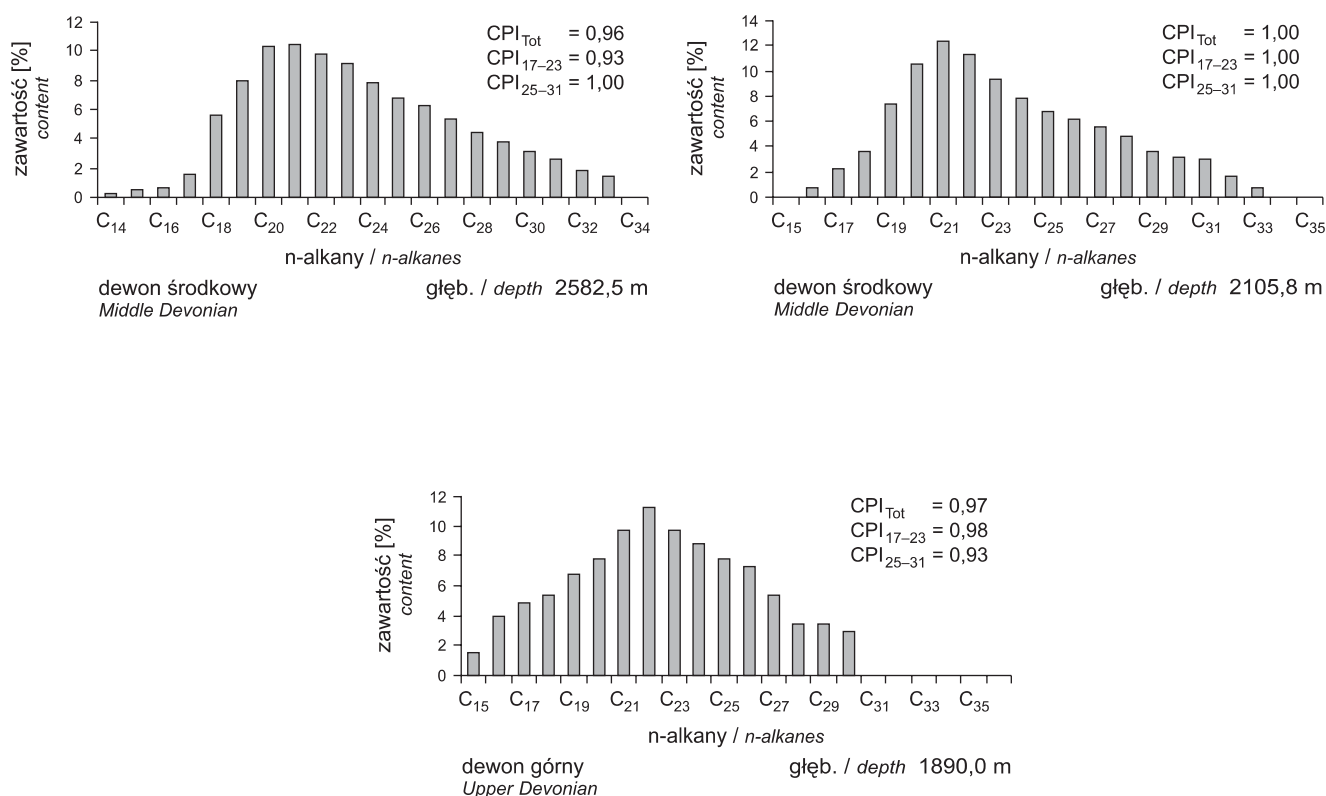


Fig. 51. Dystrybucja n-alkanów w osadach dewonu profilu Jamno IG 1

Distribution of n-alkanes in the Devonian deposits of Jamno IG 1 borehole section

PROFIL JAMNO IG 2

W otworze Jamno IG 2 badania geochemiczne materii organicznej przeprowadzone były dla utworów jury środkowej i dolnej, triasu górnego, środkowego i dolnego, permu górnego (cechsztynu) i dewonu środkowego, a także ordowiku (karadoku).

Wykonano oznaczenia zawartości węgla organicznego, ilościowe oznaczenie bituminów, podział na poszczególne

frakcje w wydzielonych bituminach (węglowodory nasycone, aromatyczne, asfalteny i żywice), jak również oznaczenie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego skały (Eh). Szczegółowe badania frakcji węglowodorów nasyconych, czyli oznaczenie zawartości n-alkanów i węglowodorów izoprenoidowych przeprowadzono dla wybranych próbek z osadów ordowiku, środkowego triasu i jury dolnej.

IŁOŚĆ OZNACZONEJ MATERII ORGANICZNEJ

Materia organiczna w utworach **ordowiku** (karadoku) występuje w niewielkiej ilości, utwory te można określić jako „biedne” skały macierzyste dla generowania węglowodorów (tab. 28, fig. 52). Zawartość składników labilnych jest zróżnicowana. W niższych partiach utworów zawartość bituminów jest duża, natomiast w centralnej części tego kompleksu ilość bituminów zmienia się od niskiej do wysokiej i ponownie do

niskiej w kierunku stropu. Udział węglowodorów w bituminach jest duży, wynosi od około 50 do 70%. Jedynie w przypadku występowania mniejszej ilości bituminów zawartość w nich węglowodorów jest także niższa (38,0–39,0%). W składzie węglowodorów ilościowo przeważają węglowodory nasycone nad węglowodorami aromatycznymi (tab. 28). Składniki labilne obecne w tych utworach w znacznym stop-

Tabela 28

Dane geochemiczne z materii organicznej z otworu Jamno IG 2

Geochemical data for the organic matter from Jamno IG 2 borehole

Głębokość [m]	Stratygrafia	Litologia	Zawartość bituminów [%]	Zawartość Corg. [%]	Eh [mV]	Zawartość węglow. w bitum. [%]	Zawartość węglow. w skale [%]	Zawartość węglow. nasyconych w węglow. [%]	Zawartość węglow. aromatycz. w węglow. [%]	Zawartość żywic i asfaltenów [%]	Współczynnik migracji
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
140,0	J ₂	młc	0,007	1,20	653	–	–	–	–	–	–
170,0		młc	0,007	1,10	673	–	–	–	–	–	–
220,0		psc	0,012	1,50	699	–	–	–	–	–	–
280,0	J ₁	iłc	0,009	0,60	652	–	–	–	–	–	–
320,0		iłc	0,005	0,50	641	–	–	–	–	–	–
359,0		psc	0,002	0,20	704	–	–	–	–	–	–
385,0		psc	0,005	0,20	650	–	–	–	–	–	–
414,0		psc	0,012	0,40	688	–	–	–	–	–	–
440,8		psc	0,017	2,30	658	–	–	–	–	–	–
472,0		psc	0,004	0,70	691	–	–	–	–	–	–
529,0		iłc	0,002	0,90	679	–	–	–	–	–	–
550,0		psc	0,008	0,80	604	–	–	–	–	–	–
571,4		psc	0,045	0,40	646	43,0	0,019	34,0	9,0	57,0	0,048
593,4		iłc	0,007	0,20	683	–	–	–	–	–	–
624,4		psc	0,020	2,60	681	11,0	0,002	10,0	1,0	89,0	0,001

Tabela 28 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
680,2	J ₁	ilc	0,010	0,80	682	21,0	0,003	11,0	10,0	79,0	0,004
748,5	T ₃	ilc	0,007	0,60	702	–	–	–	–	–	–
780,0		psc+młc	0,004	0,40	638	–	–	–	–	–	–
805,0		psc+młc	0,008	0,30	596	–	–	–	–	–	–
827,0		zlp	0,002	0,10	644	–	–	–	–	–	–
848,0		ilc	0,007	0,20	650	–	–	–	–	–	–
870,0		ilc	0,005	0,10	651	–	–	–	–	–	–
890,7		psc	0,004	0,10	621	–	–	–	–	–	–
914,5		ilc	0,003	0,10	653	–	–	–	–	–	–
943,0		psc	0,004	0,20	662	–	–	–	–	–	–
967,5	T ₂	wap	0,008	0,10	631	–	–	–	–	–	–
997,5		psc	0,006	0,10	638	–	–	–	–	–	–
1028,0		psc	0,005	0,10	620	–	–	–	–	–	–
1058,0		ilc	0,007	0,10	675	43,0	0,003	28,0	15,0	57,0	0,030
1088,5	T ₁	ilc	0,004	0,10	666	–	–	–	–	–	–
1112,5		ilc	0,007	0,48	–	56,0	0,004	39,0	17,0	44,0	0,008
1145,0		młc	0,006	0,10	641	–	–	–	–	–	–
1195,5		psc	0,008	0,20	708	–	–	–	–	–	–
1218,7		psc	0,006	0,10	704	–	–	–	–	–	–
1245,6		młc	0,005	0,10	687	–	–	–	–	–	–
1267,3		psc	0,006	0,10	684	–	–	–	–	–	–
1288,3		psc	0,008	0,10	700	–	–	–	–	–	–
1324,5		młc	0,004	0,10	673	–	–	–	–	–	–
1349,5		ilc	0,003	0,10	672	–	–	–	–	–	–
1381,2		psc	0,005	0,10	715	–	–	–	–	–	–
1410,2		psc	0,007	0,10	689	–	–	–	–	–	–
1439,6		psc	0,002	0,30	670	–	–	–	–	–	–
1485,8		młc	0,003	0,20	661	–	–	–	–	–	–
1541,5		młc	0,006	0,30	669	–	–	–	–	–	–
1591,0		młc	0,005	0,30	663	–	–	–	–	–	–
1644,2		młc	0,014	0,20	674	–	–	–	–	–	–
1668,6		ilc	0,007	0,10	655	–	–	–	–	–	–
1675,6		ilc	0,006	0,20	655	–	–	–	–	–	–
1686,4	P ₃	dol	0,004	0,10	655	–	–	–	–	–	–
1702,5		dol	0,066	0,93	–	11,0	0,007	5,0	6,0	89,0	0,008
1710,5		młc	0,047	0,80	665	15,0	0,009	8,0	7,0	85,0	0,011
1723,9		and	0,005	0,20	653	–	–	–	–	–	–
1737,5		dol	0,009	0,20	681	–	–	–	–	–	–
1893,9		dol	0,006	0,20	661	–	–	–	–	–	–
1907,5		psc	0,003	0,20	645	–	–	–	–	–	–
1914,3		psc	0,003	0,20	630	–	–	–	–	–	–

Tabela 28 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1926,0	D ₂	ilc	0,013	0,40	635	–	–	–	–	–	–
1943,0		młc	0,008	0,10	641	–	–	–	–	–	–
1944,0		młc	0,007	0,03	–	57,0	0,004	47,0	10,0	43,0	0,133
1953,0		młc	0,012	0,20	655	27,0	0,003	20,0	7,0	73,0	0,015
1965,5		psc	0,006	0,20	645	–	–	–	–	–	–
1977,0		psc	0,005	0,20	650	–	–	–	–	–	–
1988,2		psc	0,006	0,30	665	–	–	–	–	–	–
1994,5		psc	0,008	0,20	657	–	–	–	–	–	–
2005,0		psc	0,003	0,40	678	–	–	–	–	–	–
2019,0		psc	0,004	0,40	681	–	–	–	–	–	–
2025,0		psc	0,003	0,10	692	–	–	–	–	–	–
2035,8		młc	0,002	0,10	666	–	–	–	–	–	–
2054,5		psc	0,012	0,10	634	–	–	–	–	–	–
2067,2		psc	0,001	0,10	643	–	–	–	–	–	–
2078,5		psc	0,003	0,20	647	–	–	–	–	–	–
2084,5		psc	0,001	0,10	643	–	–	–	–	–	–
2110,5	O _k	ilc	0,056	0,30	610	61,0	0,027	46,0	15,0	39,0	0,090
2117,5		młc	0,057	0,35	–	52,0	0,030	43,0	9,0	48,0	0,086
2127,0		ilc	0,044	0,50	615	61,0	0,023	45,0	16,0	39,0	0,046
2139,4		ilc	0,075	0,30	616	54,0	0,038	39,0	15,0	46,0	0,127
2150,2		ilc	0,086	0,60	611	44,0	0,038	35,0	9,0	56,0	0,063
2190,5		ilc	0,039	0,20	617	46,0	0,018	41,0	5,0	54,0	0,090
2220,0		ilc	0,100	0,50	619	54,0	0,054	48,0	6,0	46,0	0,108
2258,0		ilc	0,105	0,40	615	55,0	0,058	49,0	6,0	45,0	0,145
2291,0		ilc	0,031	0,50	614	39,0	0,012	35,0	4,0	61,0	0,024
2322,0		ilc	0,025	0,30	612	38,0	0,010	33,0	5,0	62,0	0,033
2355,5		ilc	0,029	0,30	617	–	–	–	–	–	–
2391,5		ilc	0,066	0,40	614	53,0	0,015	46,0	7,0	47,0	0,030
2392,0		młc	0,083	0,35	–	68,0	0,056	56,0	12,0	32,0	0,160
2427,0		ilc	0,205	0,30	621	–	–	–	–	–	–
2458,0		ilc	0,153	0,35	–	71,0	0,109	61,0	10,0	29,0	0,311
2519,0		ilc	0,071	0,30	617	56,0	0,040	50,0	6,0	44,0	0,133
2581,0		ilc	0,141	0,35	–	71,0	0,100	59,0	12,0	29,0	0,286
2594,2		ilc	0,045	0,40	614	50,0	0,027	43,0	7,0	50,0	0,068
2600,0		ilc	0,065	0,41	–	68,0	0,044	56,0	12,0	32,0	0,107

Litologia, *lithology*: psc – piaskowiec, *sandstone*; młc – mułowiec, *mudstone*; ilc – iłowiec, *claystone*; wap – wapień, *limestone*; dol – dolomit, *dolomite*; and – anhydryt, *anhydrite*; psc+młc – piaskowiec i mułowiec, *sandstone and mudstone*

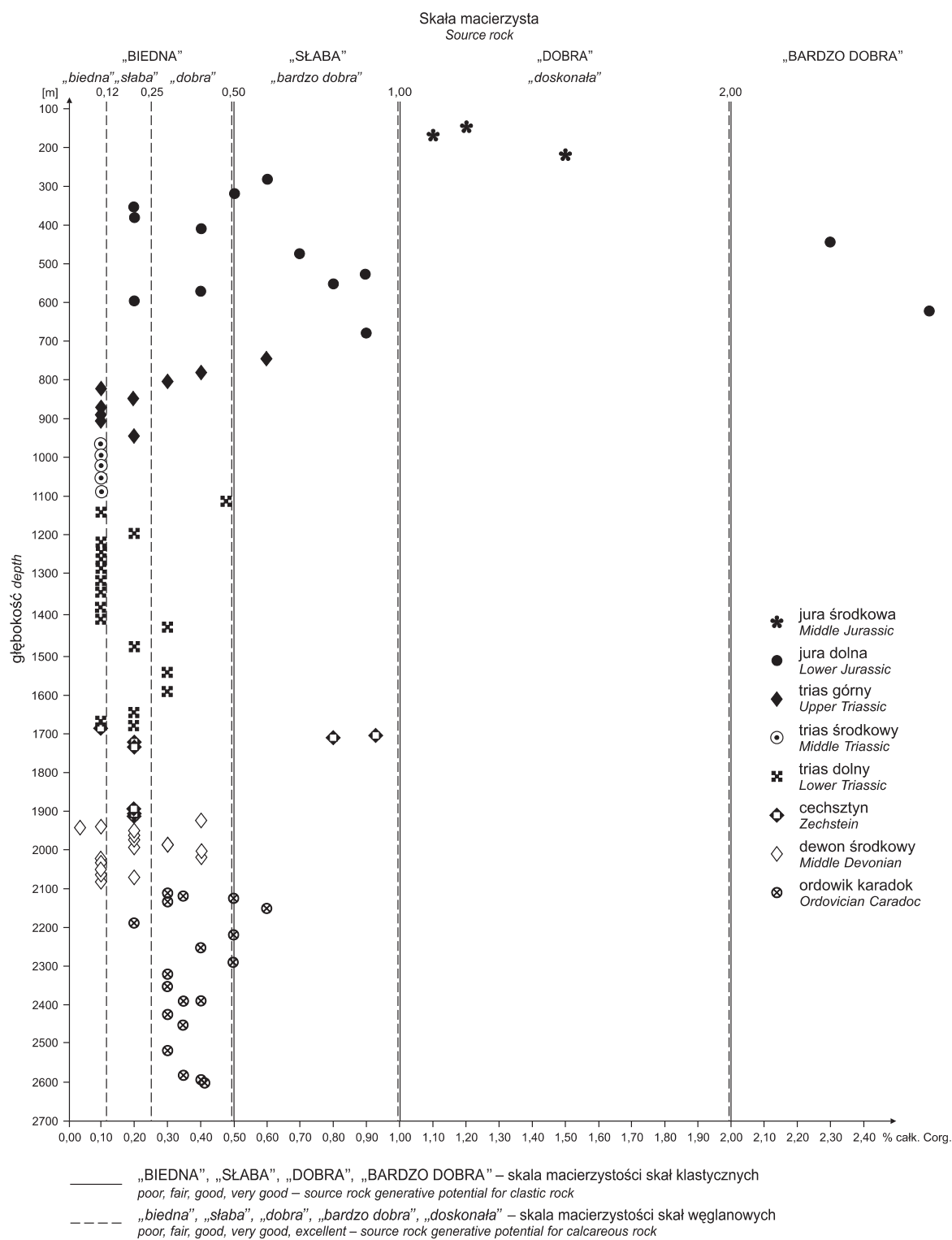


Fig. 52. Zawartość procentowa węgla organicznego w osadach mezozoiku i paleozoiku w zależności od głębokości w profilu Jamno IG 2; ocena macierzystości skał wg Petersa (1986)

TOC [%] content in the Mesozoic and Paleozoic deposits versus depth in Jamno IG 2 borehole section; assessment of quality source rocks after Peters (1986)

niu charakteryzują się wysokim współczynnikiem migracji, co pozwala sądzić, iż są one epigenetyczne z osadem (Gondek, 1980).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego określa, iż osady te powstawały w środowisku słabo redukcyjnym.

Utwory **dewonu środkowego** są ubogie w węgiel organiczny, zawierają od 0,03 do 0,40% Corg. (fig. 52). Oznaczona ilość węgla organicznego pozwala określić te piaszczysto-mułowcowe osady jako „biedne” skały macierzyste dla generowania węglowodorów. Występująca w nich ilość bituminów jest mała (tab. 28). Procentowy udział węglowodorów i żywicy lub asfaltenów jest zmienny. W węglowodorach ilościowo przeważają węglowodory nasycone nad węglowodarami aromatycznymi (fig. 53).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego jest zróżnicowana. W spągu i stropie profilu utworów można sądzić, na podstawie wartości red-oks, iż osady te powstawały w warunkach redukcyjnych, natomiast centralna partia osadów reprezentuje środowisko o warunkach słabo utleniających (tab. 28).

Zawartość węgla organicznego w utworach **cechsztynu** jest różna w pionowym profilu (fig. 52). Uwzględniając fakt, iż sedimentacja w partiach wzbogaconych w ilość węgla jest typu węglanowo-ewaporatowego, kompleks skalny cechszty-

nu można określić jako „słabe” ale także „bardzo dobre” skały macierzyste dla generowania węglowodorów. Zróżnicowana jest też ilość bituminów, która waha się od 0,003 do 0,066% przy czym większa ilość bituminów występuje w partiach stropowych kompleksu skalnego. Udział węglowodorów w bituminach jest mały, a udział żywicy i asfaltenów duży (tab. 28). Generalnie w węglowodorach jest nieznaczna przewaga węglowodorów nasyconych lub węglowodorów aromatycznych (fig. 53). Wartość współczynnika migracji pozwala przypuszczać, iż bituminy są syngenetyczne z osadem.

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego ogólnie określa warunki sedimentacji jako słabo redukcyjne.

Utwory **triasu dolnego** zawierają niedużą ilość węgla organicznego, która generalnie zmniejsza się ku stropowi kompleksu. Wyjątkiem jest zawartość węgla organicznego (0,48%) w iłowcach, na głębokości 1112,5 m (tab. 28). Ze względu na zawartość węgla organicznego utwory te są „biednymi” skałami dla generowania węglowodorów (tab. 28, fig. 52). Bardzo mała jest zawartość składników labilnych w tych utworach.

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego jest zmienna. W spągu utworów warunki sedimentacji są słabo redukcyjne, natomiast w stropie utleniające (tab. 28).

Utwory **triasu środkowego** zawierają małą ilość węgla organicznego w całym kompleksie skalnym. Bardzo mała jest

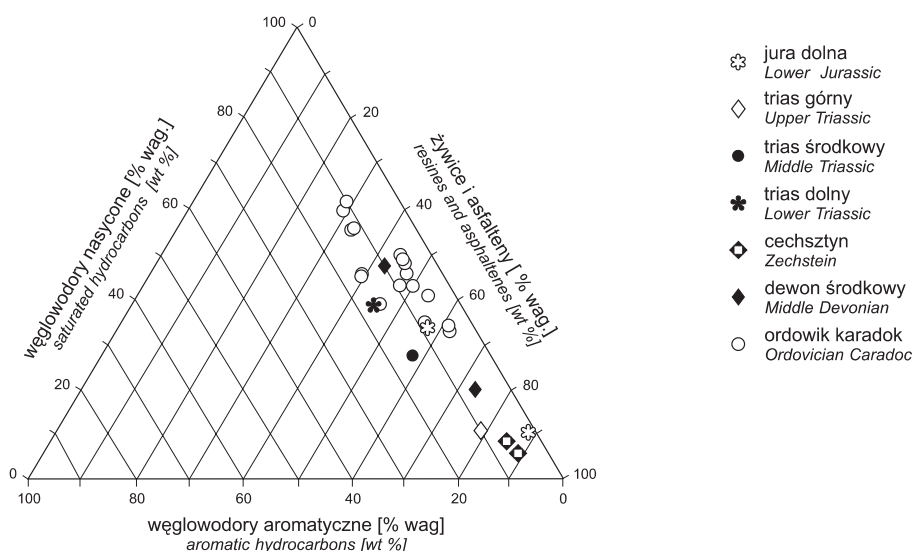


Fig. 53. Diagram trójkątny składu grupowego bituminów z osadów paleozoiku i mezozoiku profilu Jamno IG 2

Triangular diagram showing proportions of the fractions of saturated hydrocarbons, aromatics hydrocarbons and asphaltenes or resins in the bitumens extracted from the Paleozoic and Mesozoic deposits in Jamno IG 2 section

też zawartość bituminów w tych utworach. Ze względu na zawartość węgla organicznego utwory te są „biednymi” skałami dla generowania węglowodorów (tab. 28, fig. 52).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego charakteryzuje środowisko sedymentacji jako słabo redukcyjne (tab. 28).

Ilość węglowodorów w bituminach występujących w utworach dolnego i środkowego triasu jest średnia (56,0; 43,0%), a w składzie tych węglowodorów dominują węglowodory nasycone nad węglowodarami aromatycznymi.

Materia organiczna w utworach **triasu górnego** generalnie występuje w niewielkiej ilości. Jedynie w stropie badanych utworów zawartość węgla organicznego jest większa (tab. 28, fig. 52).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego jest zmienna, co pozwala stwierdzić, iż warunki sedymentacji ulegały wahadłowym zmianom od redukcyjnych do utleniających.

W utworach **jury dolnej** zawartość węgla organicznego jest bardzo zróżnicowana, waha się od 0,2 do 2,6% Corg. Rozkład zawartości węgla organicznego jest nierównomierny, można więc określić iż punktowo utwory te mają cechy „bardzo dobrej” skały macierzystej dla generowania węglowodorów, ale duże partie tego kompleksu są „słabymi”

skałami macierzystymi (tab. 28, fig. 52). Zawartość składników labilnych w tych utworach jest także zróżnicowana, ale ogólnie niewielka. Zróżnicowana w pewnym zakresie jest też ilość węglowodorów występująca w bituminach. Udział węglowodorów waha się od 43,0 do 11,0%. W składzie węglowodorów, niezależnie od ich ilości jaka występuje w bituminach, ilościowo dominują węglowodory nasycone nad węglowodarami aromatycznymi (tab. 28, fig. 53). Bituminy występujące w dużej ilości mają wysoką wartość współczynnika migracji, co sugeruje, iż są one epigenetyczne z osadem w odróżnieniu od pozostałych bituminów wydzielonych z tego kompleksu skalnego.

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego jest zmienna, czyli można sądzić, iż warunki sedymentacji ulegały wahadłowym zmianom od redukcyjnych do utleniających.

Zawartość węgla organicznego w utworach **jury środkowej** jest wysoka pozwalająca określić te utwory jako „dobre” skały macierzyste dla generowania węglowodorów. Jednak miąższość badanego kompleksu jest nieduża. Ilość bituminów wydzielonych z tych skał jest mała (tab. 28).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego oznaczonego w osadach jest zmienna, generalnie określa środowisko jako redukcyjne lub utleniające (tab. 28).

ŚRODOWISKO DEPOZYCJI MATERII ORGANICZNEJ, JEJ TYP GENETYCZNY I STOPIEŃ DOJRZAŁOŚCI

Analiza n-alkanów wykazała, iż materia organiczna występująca w utworach ordowiku zawiera związki o parzystej liczbie węgli, jak również związki posiadające łańcuchy z 19, 21 lub 23 węglami, co sugeruje, iż głównym materiałem wyjściowym były bakterie i algi morskie (Maliński, Witkowski, 1988); (fig. 54:A-E).

Stosunek węglowodorów izoprenoidowych pristanu i fitanu wskazuje na przewagę ilościową pristanu. Wartość stosunku Pr/Ph sugeruje, iż materia organiczna pochodząca z dolnych partii karadoku tworzyła się w utleniającym środowisku. Ocena warunków sedymentacji dolnych partii utworów karadoku z uwzględnieniem stosunku Pr/Ph nie potwierdza się w przypadku innych badań geochemicznych, można przypuszczać, iż wyjściowa materia organiczna była wzbogacona w pristan pochodzący z rozkładu zooplanktonu (Prahla i in., 1980).

W wyższych partiach tego kompleksu stosunek Pr/Ph reprezentuje redukcyjne warunki środowiska w basenie sedymentacyjnym, co potwierdzają inne dane geochemiczne

Wartość wskaźnika CPI_{Tot} wynosząca około jedności w pionowym profilu utworów ordowiku oznacza, iż materia organiczna obecna w tych utworach jest dobrze przeobrażona. Znaczna ilość związków o parzystej liczbie węgli w cząsteczce powoduje, że pewna część wskaźników CPI ma wartość niższą niż jedność (tab. 29).

Dystrybucja n-alkanów wydzielonych z utworów środkowego triasu wykazuje zróżnicowanie typu genetycznego ma-

terii organicznej. W maksymalnej ilości występują n-alkany C_{27} i C_{25} pochodzące z rozkładu roślin wyższych. Zrównoważona ilość obu związków pozwala przypuszczać, iż ilość materii humusowej *in situ* odpowiada ilości materii humusowej redeponowanej, współwystępujących w tych utworach. Natomiast w mniejszej ilości obecne są n-alkany C_{21} i C_{23} pochodzące od alg (fig. 54:F, G).

Stosunek zawartości węglowodorów izoprenoidowych sugeruje, iż w basenie sedymentacyjnym, w środkowym triasie, w czasie sedymentacji panowały redukcyjne warunki środowiska (tab. 29).

Wartość wskaźników CPI wskazuje iż materia organiczna jest słabo przeobrażona.

W utworach dolnej jury dystrybucja n-alkanów ma bardzo regularny przebieg, z maksimum wypadającym na n-alkany zawierające 21 i 20 węgli w łańcuchu, co pozwala przypuszczać, iż materia organiczna była współtworzona z alg i bakterii (Maliński, Witkowski, 1988). W materii organicznej obecnej w tych utworach typ humusowy jest w mniejszej ilości niż typ algowy.

W materii organicznej z tych utworów nie stwierdzono obecności węglowodorów izoprenoidowych.

Wartość wskaźników CPI jest zbliżona do jedności, należy jednak zaznaczyć, iż ma to najprawdopodobniej związek z dużym udziałem parzystego związku C_{20} w całej masie n-alkanów (fig. 54:F, G).

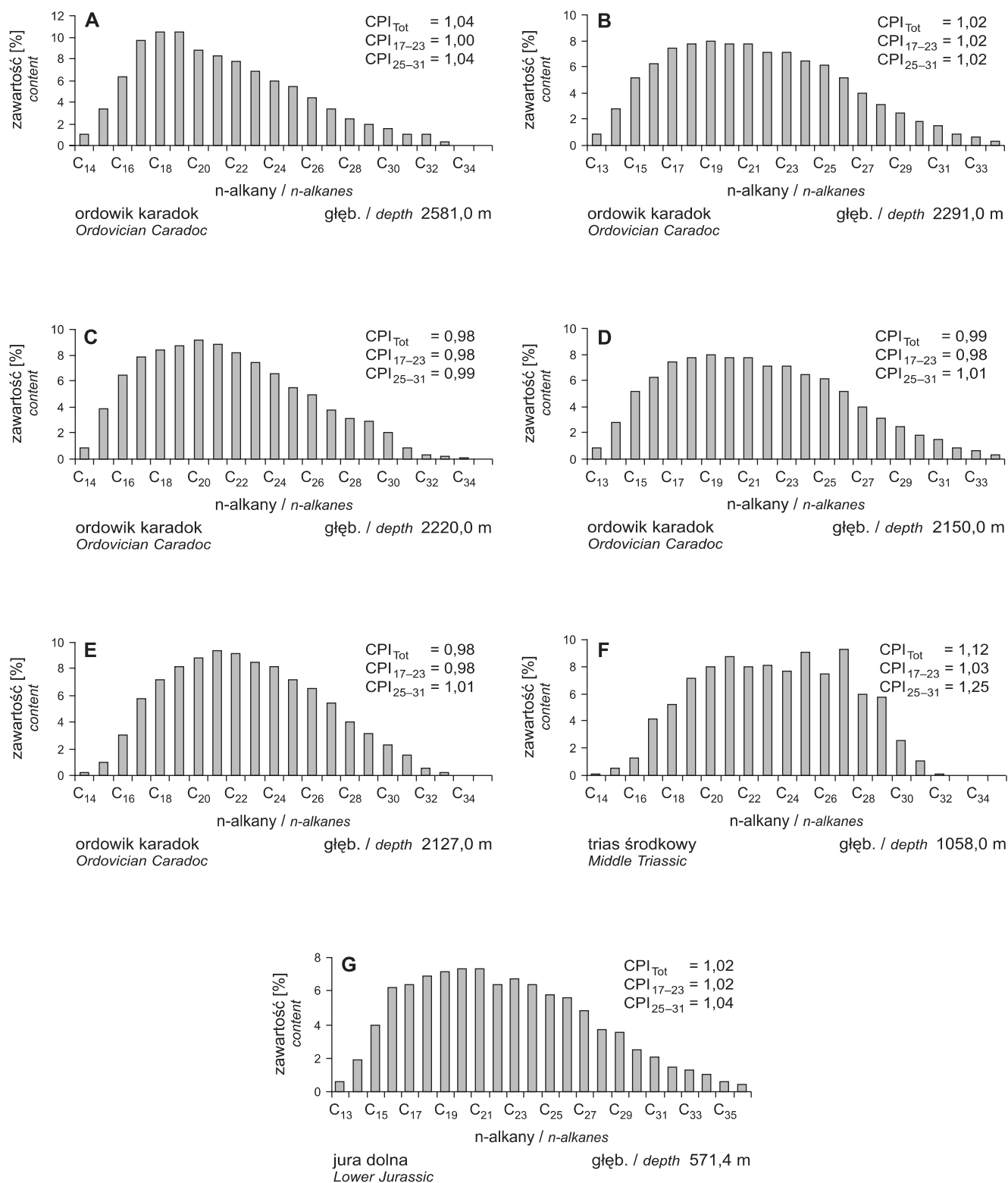


Fig. 54. Dystrybucja n-alkanów w osadach ordowiku, triasu i jury profilu Jamno IG 2

Distribution of n-alkanes in the Ordovician, Triassic and Jurassic deposits of Jamno IG 2 borehole section

Tabela 29

Wskaźniki geochemiczne dla bituminów z ordowickich i jurajskich skał macierzystych z otworu Jamno IG 2

Geochemical indices for bitumens from the Ordovician and the Jurassic source rocks in Jamno IG 2 borehole

Stratygrafia	Głębokość [m]	Pr/Ph	CPI _{Tot}	CPI ₁₇₋₂₃	CPI ₂₅₋₃₁	n-C _{max}
O _k	2127,0	—	0,98	0,98	1,01	C ₂₁
	2150,2	0,87	0,99	0,98	1,01	C ₂₃ , C ₂₂ , C ₂₄
	2220,0	—	0,98	0,98	0,99	C ₂₀
	2291,0	0,91	1,02	1,02	1,02	C ₁₉
	2581,0	1,00	1,04	1,00	1,04	C ₁₈ , C ₁₉
T ₂	1058,0	0,84	1,12	1,03	1,25	C ₂₇ , C ₂₅

Stratygrafia: O_k – ordowik karadok; T₂ – trias środkowy; **Pr/Ph** – stosunek pristanu (Pr) do fitanu (Ph); **CPI_{Tot}** – wartość współczynnika CPI (*Carbon Preference Index*), wyliczonego dla n-alkanów zawierających od 17 do 31 węgli w cząsteczce (wg Kotarby i in., 1994):

$$CPI_{Tot} = \frac{(C_{17} + C_{19} + \dots + C_{27} + C_{29}) + (C_{19} + C_{21} + \dots + C_{29} + C_{31})}{2 \cdot (C_{18} + C_{20} + \dots + C_{28} + C_{30})}; \text{ wg „Nowa metoda obliczeń wskaźnika CPI i wykorzystanie badań dystrybucji n-alkanów i izoprenoidów w prospekcji naftowej”}$$

CPI₁₇₋₂₃ – wartość współczynnika CPI, wyliczonego dla n-alkanów zawierających od 17 do 23 węgli w cząsteczce (wg Kotarby i in., 1994): $CPI_{17-23} = \frac{(C_{17} + C_{19} + C_{21}) + (C_{19} + C_{21} + C_{23})}{2 \cdot (C_{18} + C_{20} + C_{22})}$,

CPI₂₅₋₃₁ – wartość współczynnika CPI, wyliczonego dla n-alkanów zawierających od 25 do 31 węgli w cząsteczce (wg Kotarby i in., 1994):

$$CPI_{25-31} = \frac{(C_{25} + C_{27} + C_{29}) + (C_{27} + C_{29} + C_{31})}{2 \cdot (C_{26} + C_{28} + C_{30})}; \text{ n-C}_{max} - \text{n-alkan, którego zawartość jest największa w całej masie oznaczonych n-alkanów w badanej próbce}$$

Stratigraphy: O_k – Ordovician Caradoc, T₂ – Middle Trassic; **Pr/Ph** – pristane (Pr) and phytane (Ph) ratio; **CPI_{Tot}** – the value of coefficient CPI (*Carbon Preference Index*) for the n-alkanes C₁₇–C₃₁ (after Kotarba *et al.*, 1994):

$$CPI_{Tot} = \frac{(C_{17} + C_{19} + \dots + C_{27} + C_{29}) + (C_{19} + C_{21} + \dots + C_{29} + C_{31})}{2 \cdot (C_{18} + C_{20} + \dots + C_{28} + C_{30})},$$

CPI₁₇₋₂₃ – the value of coefficient CPI for the n-alkanes C₁₇–C₂₃ (after Kotarba *et al.*, 1994):

$$CPI_{17-23} = \frac{(C_{17} + C_{19} + C_{21}) + (C_{19} + C_{21} + C_{23})}{2 \cdot (C_{18} + C_{20} + C_{22})},$$

CPI₂₅₋₃₁ – the value of coefficient CPI for the n-alkanes C₂₅–C₃₁ (after Kotarba *et al.*, 1994):

$$CPI_{25-31} = \frac{(C_{25} + C_{27} + C_{29}) + (C_{27} + C_{29} + C_{31})}{2 \cdot (C_{26} + C_{28} + C_{30})}; \text{ n-C}_{max} - \text{n-alkane maximum contents}$$

PROFIL JAMNO IG 3

W otworze Jamno IG 3 badania geochemiczne materii organicznej przeprowadzone były dla utworów jury górnej, środkowej i dolnej, triasu górnego, środkowego i dolnego, permu górnego (cechsztynu) i dewonu środkowego.

Wykonano oznaczenia zawartości węgla organicznego, ilościowe oznaczenie bituminów, podział bituminów na frak-

cje (węglowodory nasycone, aromatyczne, asfalteny i żywice), jak również oznaczenie potencjału oksydacyjno-redukcyjnego skały (Eh). Szczegółowe badania frakcji węglowodórów nasyconych dotyczące zawartości n-alkanów i węglowodórów izoprenoidowych przeprowadzono dla wybranych próbek z utworów dolnego i górnego triasu (pojedyncze próbki).

IŁOŚĆ OZNACZONEJ MATERII ORGANICZNEJ

W piaszczysto-mułowcowych utworach **dewonu środkowego** zawartość węgla organicznego wahająca się od 0,04 do 0,2% wskazuje, iż są to „biedne” skały macierzyste dla gene-

rowania węglowodórów (tab. 30, fig. 55). Utwory te zawierają niewielką ilość bituminów, w których jest generalnie mały udział węglowodórów. Udział węglowodórów w bitu-

Tabela 30

Dane geochemiczne z materii organicznej z otworu Jamno IG 3

Geochemical data for the organic matter from Jamno IG 3

Głębokość [m]	Stratygrafia	Litologia	Zawartość bituminów [%]	Zawartość C org. [%]	Eh [mV]	Zawartość węglow. w bitum. [%]	Zawartość węglow. w skale [%]	Zawartość węglow. nasyconych w węglow. [%]	Zawartość węglow. aromatycz. w węglow. [%]	Zawartość żywic i asfaltenów [%]	Współczynnik migracji
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
140,0	J ₃	wap	0,016	0,20	673	11,0	0,002	8,0	3,0	89,0	0,010
160,0		wap	0,008	0,30	643	–	–	–	–	–	–
200,0		psc	0,006	0,20	690	–	–	–	–	–	–
226,0		wap	0,005	0,20	593	–	–	–	–	–	–
231,0		młc	0,008	1,10	630	–	–	–	–	–	–
252,0	J ₂	młc	0,009	0,80	649	–	–	–	–	–	–
278,0		psc	0,005	0,20	618	–	–	–	–	–	–
283,0		psc	0,004	0,40	634	–	–	–	–	–	–
304,0		mrl	0,007	0,80	674	–	–	–	–	–	–
330,0		młc	0,011	0,70	674	–	–	–	–	–	–
356,7		młc	0,012	1,30	668	–	–	–	–	–	–
382,7		psc	0,014	1,90	646	–	–	–	–	–	–
408,0		psc	0,013	0,80	667	–	–	–	–	–	–
413,0		młc	0,026	1,40	606	–	–	–	–	–	–
460,0		ilc	0,003	0,20	625	–	–	–	–	–	–
466,0		wkł.węg.	0,201	43,60	650	36,0	0,072	20,0	16,0	64,0	0,002
481,0		ilc	0,043	3,30	675	9,0	0,002	8,0	1,0	91,0	0,0006
502,5		ilc	0,019	1,70	660	–	–	–	–	–	–
523,0		ilc	0,013	0,70	650	–	–	–	–	–	–
528,0		ilc	0,029	0,50	636	7,0	0,002	5,0	2,0	93,0	0,004
550,0	J ₁	psc	0,003	0,10	706	–	–	–	–	–	–
572,0		psc	0,015	1,10	677	–	–	–	–	–	–
593,0		psc	0,026	0,80	683	7,0	0,002	6,0	1,0	93,0	0,002
610,0		psc	0,007	0,10	706	–	–	–	–	–	–
630,0		ilc	0,003	0,20	652	–	–	–	–	–	–
661,0		psc	0,007	0,20	647	–	–	–	–	–	–
697,0		psc	0,010	1,10	662	–	–	–	–	–	–
733,0		psc	0,012	1,50	671	–	–	–	–	–	–
738,0		psc	0,008	1,00	679	–	–	–	–	–	–
769,0		psc	0,013	0,40	709	–	–	–	–	–	–
774,0		psc	0,007	0,40	703	–	–	–	–	–	–
805,0		psc	0,007	0,80	575	–	–	–	–	–	–
830,0		łpk	0,015	1,70	629	–	–	–	–	–	–
865,0		psc+łpk	0,031	1,00	652	10,0	0,003	9,0	1,0	90,0	0,003
900,0		psc	0,022	0,30	692	–	–	–	–	–	–
936,0		psc	0,018	0,90	689	–	–	–	–	–	–
942,0		psc	0,019	1,97	–	20,0	0,004	16,0	4,0	80,0	0,002
957,0		psc	0,016	1,00	667	–	–	–	–	–	–
980,0		psc	0,015	1,00	684	–	–	–	–	–	–

Tabela 30 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1001,0	J ₁	psc	0,023	1,00	668	–	–	–	–	–	–
1022,0		psc	0,003	0,10	702	–	–	–	–	–	–
1049,0	T ₃	psc	0,005	0,40	696	–	–	–	–	–	–
1055,0		psc	0,006	0,40	671	–	–	–	–	–	–
1073,0		psc	0,012	0,80	670	40,0	0,004	35,0	5,0	60,0	0,008
1093,0		ilc	0,009	0,52	–	–	–	–	–	–	–
1100,0		psc	0,014	0,60	618	–	–	–	–	–	–
1112,0		młc	0,025	1,20	659	17,0	0,004	15,0	2,0	83,0	0,003
1132,0		ilc	0,003	0,30	658	–	–	–	–	–	–
1153,0	T ₂	młc	0,002	0,20	701	–	–	–	–	–	–
1175,0		wap	0,005	0,20	668	–	–	–	–	–	–
1194,0		ilc	0,009	0,20	654	–	–	–	–	–	–
1215,0		ilc	0,004	0,20	662	–	–	–	–	–	–
1235,0	T ₁	wap	0,001	0,20	661	–	–	–	–	–	–
1255,0		młc	0,002	0,30	663	–	–	–	–	–	–
1296,0		wap	0,006	0,30	682	–	–	–	–	–	–
1361,0		psc	0,001	0,10	716	–	–	–	–	–	–
1397,0		psc	0,003	0,10	704	–	–	–	–	–	–
1433,0		psc	0,001	0,10	693	–	–	–	–	–	–
1460,0		psc	0,001	0,10	686	–	–	–	–	–	–
1476,0		psc+ilc	0,002	0,20	673	–	–	–	–	–	–
1496,0		ilc	0,002	0,20	673	–	–	–	–	–	–
1517,0		młc+psc	0,001	0,20	677	–	–	–	–	–	–
1537,0		psc	0,004	0,20	698	–	–	–	–	–	–
1557,0		psc	0,004	0,10	698	–	–	–	–	–	–
1569,0		psc	0,004	0,10	690	–	–	–	–	–	–
1575,5		psc	0,001	0,10	670	–	–	–	–	–	–
1587,4		młc	0,002	0,10	676	–	–	–	–	–	–
1597,0		młc	0,001	0,20	670	–	–	–	–	–	–
1603,0		młc	0,003	0,02	–	83,0	0,002	69,0	14,0	17,0	0,100
1615,2		młc	0,001	0,10	671	–	–	–	–	–	–
1630,0		młc	0,038	0,10	685	62,0	0,023	56,0	6,0	38,0	0,230
1645,0		młc	0,006	0,10	672	–	–	–	–	–	–
1660,0		młc	0,002	0,10	665	–	–	–	–	–	–
1669,0		młc	0,004	0,10	674	–	–	–	–	–	–
1678,0		młc	0,006	0,10	666	–	–	–	–	–	–
1689,5		młc	0,005	0,20	665	–	–	–	–	–	–
1698,0		młc	0,005	0,20	671	–	–	–	–	–	–
1710,0		młc	0,003	0,20	668	–	–	–	–	–	–
1721,4		wap	0,005	0,10	606	–	–	–	–	–	–
1738,0		wap	0,012	0,10	620	–	–	–	–	–	–
1745,0		ilc	0,005	0,10	609	–	–	–	–	–	–
1752,0		ilc	0,003	0,10	602	–	–	–	–	–	–
1753,0		młc	0,004	0,07	–	33,0	0,001	23,0	10,0	67,0	0,014
1764,2		ilc	0,003	0,10	615	–	–	–	–	–	–
1776,2		ilc	0,004	0,10	605	–	–	–	–	–	–

Tabela 30 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1782,2	T ₁	psc	0,007	0,10	595	–	–	–	–	–	–
1792,0	P ₃	dol	0,004	0,10	601	–	–	–	–	–	–
1802,0		dol	0,005	0,07	–	40,0	0,002	32,0	8,0	60,0	0,028
1804,0		dol	0,020	0,10	630	–	–	–	–	–	–
1812,4		dol	0,129	0,10	634	15,0	0,019	9,0	6,0	85,0	0,190
1824,2		and	0,006	0,10	618	–	–	–	–	–	–
1833,0		and+iłc	0,008	0,10	595	–	–	–	–	–	–
1842,0		dol	0,006	0,10	626	–	–	–	–	–	–
1851,6		dol	0,007	0,10	596	–	–	–	–	–	–
1862,7		wap	0,003	0,10	627	–	–	–	–	–	–
1877,0		wap	0,007	0,20	607	–	–	–	–	–	–
1916,0		młc	0,003	0,01	–	45,0	0,001	30,0	15,0	55,0	0,100
1969,5		młc	0,004	0,10	603	–	–	–	–	–	–
1975,0		młc	0,016	0,10	596	–	–	–	–	–	–
1980,5		młc	0,010	0,10	607	–	–	–	–	–	–
1998,0	D ₂	dol	0,007	0,10	584	–	–	–	–	–	–
2013,5		młc	0,008	0,10	599	–	–	–	–	–	–
2018,0		młc	0,003	0,04	–	40,0	0,001	37,0	3,0	60,0	0,025
2025,5		psc	0,013	0,10	645	42,0	0,006	36,0	6,0	58,0	0,060
2031,4		psc	0,004	0,10	600	–	–	–	–	–	–
2043,5		psc	0,008	0,10	669	–	–	–	–	–	–
2053,5		młc	0,018	0,10	612	–	–	–	–	–	–
2068,0		młc	0,002	0,10	592	–	–	–	–	–	–
2085,0		młc	0,003	0,10	646	–	–	–	–	–	–
2086,5		młc	0,003	0,05	–	21,0	0,001	16,0	5,0	79,0	0,020
2099,0		młc	0,004	0,10	608	–	–	–	–	–	–
2101,5		psc	0,011	0,10	591	–	–	–	–	–	–
2111,0		młc	0,006	0,10	620	–	–	–	–	–	–
2126,7		młc+psc	0,007	0,10	616	–	–	–	–	–	–
2130,5		młc+psc	0,006	0,09	–	32,0	0,002	20,0	12,0	68,0	0,022
2142,5		psc	0,008	0,10	703	–	–	–	–	–	–
2159,7		psc	0,003	0,10	610	–	–	–	–	–	–
2176,0		psc	0,015	0,20	675	24,0	0,004	21,0	3,0	76,0	0,020
2194,2		psc	0,005	0,10	604	–	–	–	–	–	–

Litologia, *lithology*: psc – piaskowiec, *sandstone*; iłc – iłowiec, *claystone*; wkł.węg. – wkładka węglista, *shed coal*; młc+psc – mułowiec i piaskowiec, *mudstone and sandstone*; psc+iłc – piaskowiec i iłowiec, *sandstone and claystone*; psc+łpk – piaskowiec i łupek, *sandstone and shale*; łpk – łupek, *shale*; wap – wapień, *limestone*; dol – dolomit, *dolomite*; and – anhydryt, *anhydrite*; mrl – margiel, *marl*; and+iłc – anhydryt z iłowcem, *anhydrite and claystone*

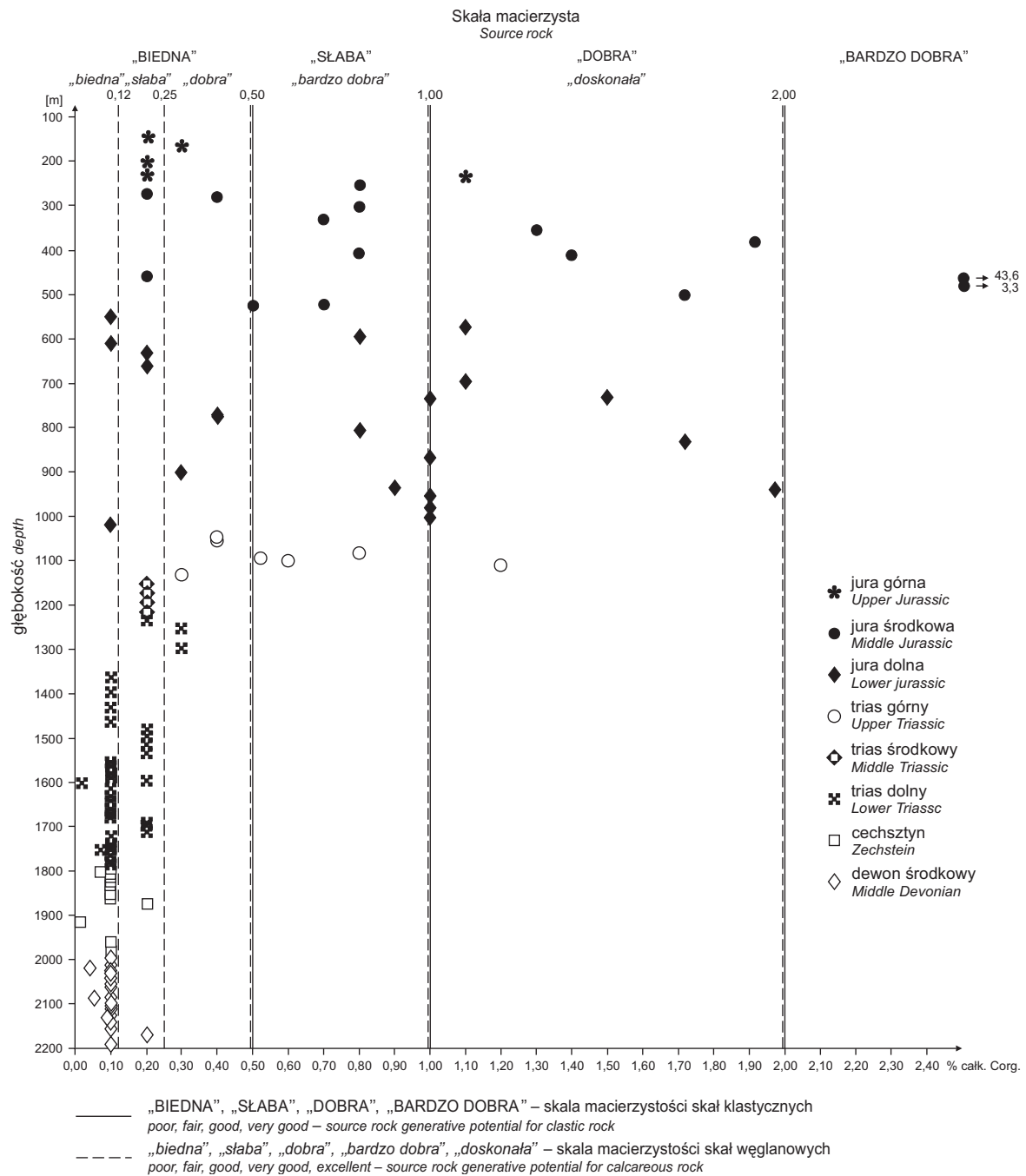


Fig. 55. Zawartość procentowa węgla organicznego w osadach paleozoiku i mezozoiku w zależności od głębokości w profilu Jamno IG 3; ocena macierzystości skał wg Petersa (1986)

TOC [%] content in the Paleozoic and Mesozoic deposits versus depth in Jamno IG 3 borehole section; assessment of quality source rocks after Peters (1986)

minach wzrasta w profilu pionowym ku stropowi utworów. W węglowodorach przeważają ilościowo węglowodory nasycone nad aromatycznymi (tab. 30, fig. 56). W piaskowcach w górnej części kompleksu występuje podwyższona ilość bituminów. Bituminy te mają wysoki współczynnik migracji co sugeruje, iż mogą być epigenetyczne z osadem (Gondek, 1980); (tab. 30).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego generalnie określa warunki sedymentacji jako redukcyjne.

Zawartość węgla organicznego w utworach **cechsztynu** jest mała (fig. 55). Ogólnie ilość bituminów jest nieduża, ale w dolomicie z głębokości 1812,4 m (PZ3) w górnej części kompleksu występuje podwyższona ilość bituminów, a nawet duża ilość składników labilnych w stosunku do pozostałej części profilu. Bituminy te mają wysoki współczynnik migracji, co sugeruje, iż mogą być epigenetyczne. Udział węglowodorów w bituminach jest zróżnicowany waha się od 15,0 do 45,0% (tab. 30). W składzie węglowodorów jest ilościowa przewaga węglowodorów nasyconych nad aromatycznymi (fig. 56).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego pozwala stwierdzić, iż osady te powstawały w środowisku redukcyjnym.

Osady **triasu dolnego** zawierają niedużą ilość węgla organicznego, co sugeruje, iż są one „biednymi” skałami dla generowania węglowodorów (tab. 30, fig. 55). Mała jest zawartość składników labilnych w tych utworach. Udział węglowodorów w bituminach jest zróżnicowany, podobnie jak w przypadku utworów **cechsztynu**, ale generalnie jest wyższy, waha się on od 33,0% w dolnej partii utworów do 83,0% w partiach

wyższych profilu (tab. 30). W składzie węglowodorów jest znaczna przewaga węglowodorów nasyconych nad węglowodorami aromatycznymi (fig. 56).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego zmienia się w pionowym profilu, można przypuszczać, iż w początkowej fazie sedymentacji w basenie były redukcyjne warunki środowiska, natomiast w późniejszym okresie warunki uległy zmianie na słabo redukcyjne i utleniające (tab. 30).

Utwory **triasu środkowego** zawierają małą ilość węgla organicznego i bituminów (tab. 30, fig. 55). Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego zmienia się w stropie profilu, można przypuszczać, iż w końcowym okresie sedymentacji warunki uległy zmianie na utleniające (tab. 30).

Zawartość węgla organicznego w utworach **triasu górnego** jest zróżnicowana i waha się od 0,3 do 1,2 %. Mniejsza zawartość węgla organicznego występuje w spagu utworów jak również w ich stropie, natomiast w centralnej części kompleksu skalnego ilość węgla jest większa. Generalnie piaszczysto-iłowcowe utwory można uznać za „słabe” skały macierzyste dla generowania węglowodorów (fig. 55). Zawartość bituminów występujących w tych utworach jest, podobnie jak w przypadku węgla organicznego, największa w centralnej części kompleksu (tab. 30). Udział węglowodorów w bituminach waha się od 17,0 do 40,0%. Zmienny jest też w bituminach udział frakcji żywicy i asfaltenu. W składzie węglowodorów ilościowo przeważają węglowodory nasycone nad aromatycznymi (fig. 56).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego rośnie ku stropowi kompleksu od wartości niższych do wyższych, co pozwala sądzić, iż warunki sedymentacji zmieniały się od redukcyjnych poprzez słabo redukcyjne, aż do utleniających (tab. 30).

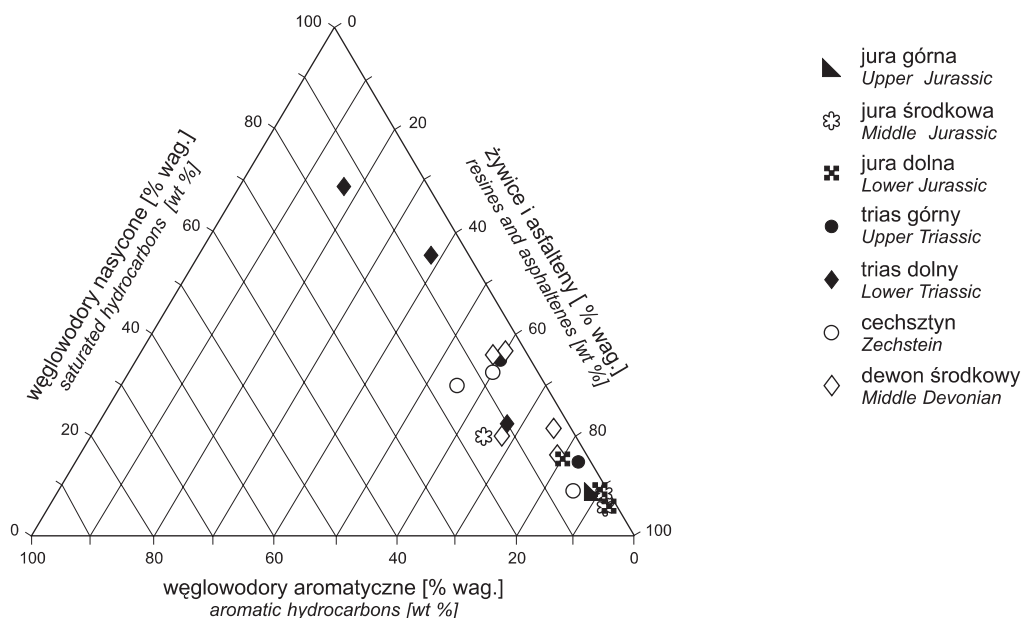


Fig. 56. Diagram trójkątny składu grupowego bituminów z osadów paleozoiku i mezozoiku profilu Jamno IG 3

Triangular diagram showing proportions of the fractions of saturated hydrocarbons, aromatics hydrocarbons and asphaltenes or resins in the bitumens extracted from the Paleozoic and Mesozoic deposits in Jamno IG 3 section

Zawartość węgla organicznego w utworach **jury dolnej** jest bardzo zróżnicowana i waha się od 0,1 do 1,97%. Duża ilość węgla w utworach jest rozmieszczona warstwowo, między warstwami bogatszymi pojawiają się cieńsze warstwy zawierające małą ilość węgla organicznego (fig. 55). Generalnie utwory te można uznać za „dobre” skały macierzyste dla generowania węglowodorów. Ilość bituminów w tych utworach jest niewysoka (tab. 30). Udział węglowodorów w bituminach jest również mały, a w części stropowej kompleksu skalnego bardzo mały (7,0%). Bardzo duża jest zawartość żywic i asfaltenów. W składzie węglowodorów przeważają węglowodory nasycone nad aromatycznymi. Bituminy w tych utworach są syngenetyczne z osadem. Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego zmienia się od wartości wyższych do wartości niższych, co pozwala sądzić, iż warunki środowiska sedymentacji zmieniały się wahadłowo (tab. 30).

W utworach **jury środkowej** zawartość węgla organicznego jest zróżnicowana podobnie jak w przypadku jury dolnej i występuje nierównomiernie (tab. 30, fig. 55). Generalnie utwory te można uznać za „dobre” skały macierzyste dla

generowania węglowodorów. Zawartość bituminów w tych utworach jest również zróżnicowana waha się od 0,003 do 0,201% we wkładce węgla. Ogólnie mały jest też udział węglowodorów w bituminach, a znaczny procentowy udział żywic i asfaltenów. Znacznie wyższy udział węglowodorów jest w bituminach wydzielonych z wkładki węgla (tab. 30). W składzie węglowodorów przeważają ilościowo węglowodory nasycone w stosunku do aromatycznych (fig. 56). Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego jest zróżnicowana, określa warunki środowiska sedymentacji jako redukcyjne lub słabo redukcyjne.

Materia organiczna w utworach **jury górnej** występuje w dysproporcji od 0,2% w wapieniach w stropie do 1,1% w mułowcach dolnej partii utworów (fig. 55). Zawartość bituminów w tych utworach jest mała. Niewielki jest udział węglowodorów w bituminach. W składzie węglowodorów w większej ilości występują węglowodory nasycone niż aromatyczne (tab. 30, fig. 56).

Wartość potencjału oksydacyjno-redukcyjnego wskazuje generalnie na słabo redukcyjne warunki środowiska.

ŚRODOWISKO DEPOZYCJI MATERII ORGANICZNEJ, JEJ TYP GENETYCZNY I STOPIEŃ DOJRZAŁOŚCI

Analiza n-alkanów wykazała, iż materia organiczna występująca w utworach triasu dolnego zawiera w dużej ilości związek C_{21} , podobnie jak C_{19} , ale także znaczną ilość związków o parzystej liczbie węgla w łańcuchu (C_{20} , C_{22}), co sugeruje, iż materiałem wyjściowym były algi, a także w dużym stopniu bakterie (Tissot, Welte, 1978). Stosunkowo nieduży jest udział związków zawierających nieparzystą liczbę węgla w łańcuchu powyżej związku C_{25} , czyli udział materii typu humusowego jest mały (fig. 57).

Wartość wskaźników CPI wyliczana wg Kotarby i in. (1994) pozwala sądzić, że materia organiczna występująca w utworach dolnego triasu jest przeobrażona. Ze względu na

skład badanej materii, w której obecne są w dużej ilości związki o parzystej liczbie węgla w cząsteczce, wartość wskaźnika CPI może nie reprezentować właściwego stopnia przeobrażenia badanej materii organicznej (fig. 57).

Dystrybucja n-alkanów wykazała, iż materia organiczna występująca w utworach górnego triasu zawiera głównie związek C_{25} . W n-alkanach w mniejszej ilości oznaczony jest związek zawierający 27 węgli w cząsteczce, jak również w małej ilości w stosunku do związku C_{25} obecne są związki C_{23} , C_{21} i parzystowęgłowe związki C_{26} , C_{24} i C_{22} (fig. 57). Taki rozkład zawartości n-alkanów pozwala sądzić, iż w badanej materii organicznej występuje głównie materia typu

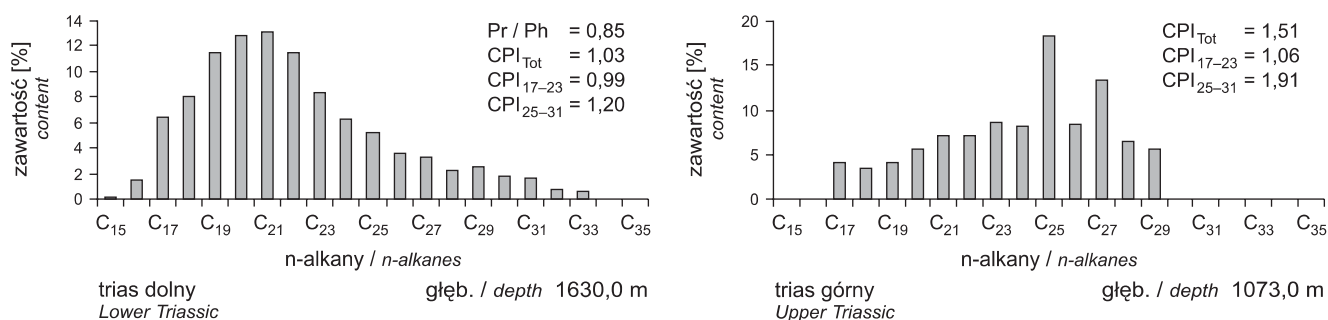


Fig. 57. Dystrybucja n-alkanów w osadach ordowiku, triasu i jury profilu Jamno IG 3

Distribution of n-alkanes in the Ordovician, Triassic and Jurassic deposits of Jamno IG 3 borehole section

humusowego o różnym stopniu przeobrażenia, tzn. głównym składnikiem tej materii jest redeponowany humus, ale także w mniejszej ilości materiał humusowy *in situ*. Zawartość materii organicznej pochodzącej z rozkładu alg jest mniejsza, niż ilość materii typu humusowego. W mniejszej

ilości niż materiał humusowy występuje materiał pochodzący z biodegradacji sinic (C_{26} , C_{24}), (Maliński, Witkowski, 1988).

Wartości wskaźników CPI wskazują, iż materia organiczna jest słabo przeobrażona.

PODSUMOWANIE

Podsumowując dane otrzymane z geochemicznych badań materii organicznej pochodzącej z utworów paleozoiku i mezozoiku nawierconych otworami Jamno IG 1, IG 2 i IG 3 można stwierdzić, iż generalnie ten kompleks skalny jest ubogi w materię organiczną.

Utwory ordowiku i dewonu przebadane w pełnym lub częściowym profilu pionowym na ogół wykazują cechy „biednych” skał macierzystych dla generowania węglowodorów.

W utworach tych mała jest też ilość składników labilnych, które w licznych przypadkach wykazują cechy epigenetycznych z osadem.

Utwory permu przebadane we wszystkich tych otworach wykazują słabe cechy skał macierzystych.

Kompleks skalny triasu reprezentowany głównie przez piaszczysto-ilaste utwory, zawiera małą ilość materii organicznej, może być więc określony również jako „biedny” dla generowania węglowodorów.

Utwory jury dolnej i środkowej zawierają dużą ilość nierównomiernie występującej materii organicznej. Generalnie utwory te są „dobrymi” skałami dla generowania węglowodorów. Utwory jury górnej są słabo przebadane.

Osady kredy występujące w otworze Jamno IG 1, przy ogólnej niewielkiej zawartości węgla organicznego, ze wzglę-

du na węglanowy charakter sedymentacji mogą być uznawane za „słabe” skały macierzyste dla generowania węglowodorów. Stopień przeobrażenia materii organicznej w tych utworach jest niski.

W osadach ordowiku i dewonu materia organiczna pochodzi z rozkładu alg, a także w dużym stopniu z bakterii. Jedynie w osadach dewonu górnego (otwór Jamno IG 1) stwierdzono również obecność materii organicznej pochodzącej z roślin wyższych, będącej na niskim stopniu przeobrażenia. Materia organiczna występująca w tym kompleksie jest przeobrażona, ale stopień jej przeobrażenia nie jest wysoki.

W utworach triasu i jury występuje mieszany typ materii organicznej. W osadach triasu dolnego i jury dolnej dominuje materia organiczna pochodząca z rozpadu alg i bakterii, ale zawierająca również materiał humusowy. Większy udział materii organicznej typu humusowego w całej masie materii występuje w osadach jury dolnej. W utworach triasu dolnego udział materiału humusowego jest niewielki. W osadach triasu górnego i jury środkowej zwiększa się udział materii organicznej typu humusowego w stosunku do materii typu sapropełowego. Stopień przeobrażenia materii organicznej w mezozoicznych utworach na tym obszarze jest niski.