

GÓRNOJURAJSKO-DOLNOKREDOWE SKAŁY MACIERZyste W ZACHODNIEJ CZĘŚCI KARPAT FLISZOWYCH

Upper Jurassic–Lower Cretaceous source rocks in the western part
of the Flysch Carpathians

Jan GOLONKA¹, Irena MATYASIK², Petr SKUPIEN³,
Dariusz WIĘCŁAW¹, Anna WAŚKOWSKA-OLIWA¹,
Michał KROBICKI¹, Piotr STRZEBONSKI¹ & Zdeněk VAŠÍČEK⁴

¹Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska;
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków;
e-mail: jan_golonka@yahoo.com, waskowsk@agh.edu.pl, krobicki@geol.agh.edu.pl,
strzebo@geolog.geol.agh.edu.pl

²Instytut Nafty i Gazu; ul. Lubicz 25a, 31-503 Kraków

³VŠB – Technical University, Institute of Geological Engineering;
17. listopadu, 708 33 Ostrava-Poruba, Czech Republic;
e-mail: petr.skupien@vsb.cz

⁴Institute of Geonics ASCR; Studentská 1768, CZ-708000 Ostrava-Poruba, Czech-Republic;
e-mail: zdenek.vasicek@vsb.cz

Treść: Przedmiotem rozważań przedstawionego artykułu jest analiza możliwości odnalezienia górniojurajsko-dolnokredowych skał macierzystych w zachodniej części Karpat fliszowych, na terenie Polski i Republiki Czeskiej. Górniojurajskie margle mikulowskie stanowią skały macierzyste światowej klasy. Te bogate w substancję organiczną skały z TOC 0.2÷10% zasilają ropy naftowe w basenie wiedeńskim i pod nasunięciem karpackim w Czechach i Austrii. Podobne skały macierzyste prawdopodobnie występują w głębokich strefach pod nasunięciem w Polsce. Utwory formacji wędryńskiej i grodziskiej nie zawierają większych ilości węgla organicznego. Większą zawartość TOC stwierdzono natomiast w formacji wierzowskiej i najwyższej części formacji grodziskiej. Utwory te reprezentują globalne anoksyczne wydarzenie oceaniczne OAE 1b. Utwory formacji wierzowskiej mogą stanowić potencjalne skały macierzyste dla systemów obejmujących różnego wieku skały zbiornikowe Karpat zewnętrznych.

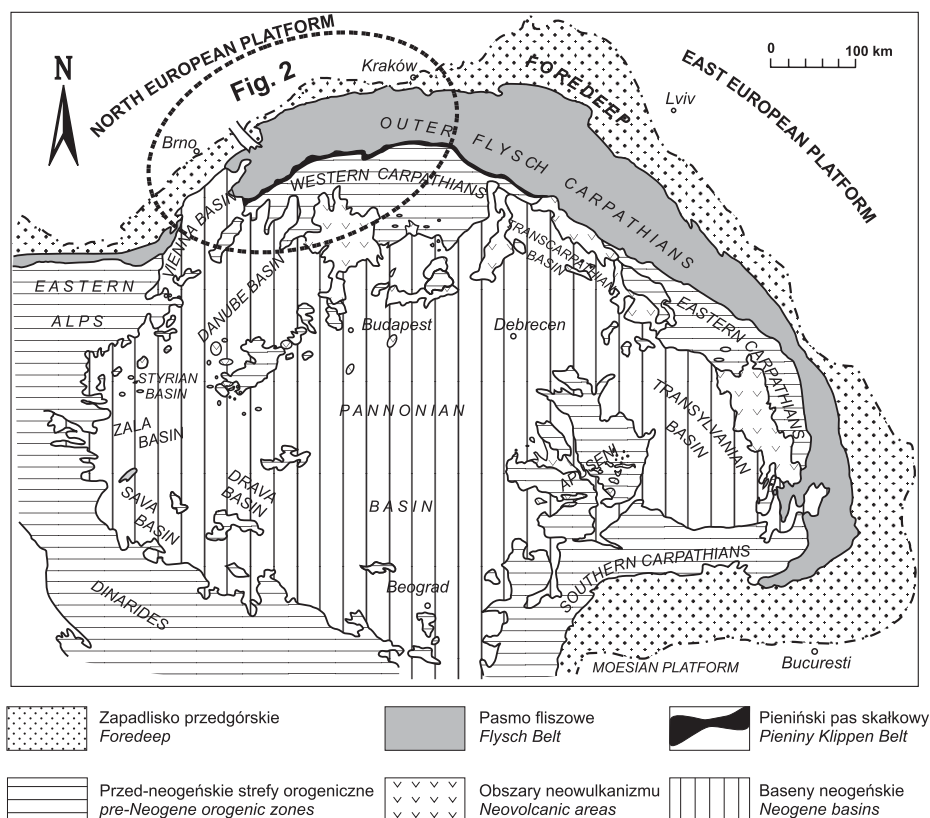
Słowa kluczowe: Karpaty zewnętrzne, baseny sedimentacyjne, górna jura, dolna kreda, węglowodory, skały macierzyste

Abstract: The analysis of possibility to find Upper Jurassic–Lower Cretaceous source rocks in the western part of Flysch Carpathians in Poland and Czech Republic was the subject of present paper. The Upper Jurassic organic-rich Mikulov marls represent world-class source rocks. These 1400 m thick organic-rich rocks with TOC value 0.2÷10% sourced oils in the Vienna Basin and Carpathian subthrust in Czech Republic and Austria. The similar source rocks perhaps exist in the deeper subthrust areas in Poland. The Vendryné Formation rocks do not contain significant amount of organic carbon. The increased TOC was encountered within the Veřovice Formation and uppermost part of Hradište Formation. These rocks represent global anoxic event OAE 1b. Veřovice Formation contains potential source rocks for the Outer Carpathians systems with reservoirs various in age.

Key words: Outer Carpathians, sedimentary basins, Upper Jurassic, Lower Cretaceous, hydrocarbons, source rocks

WSTĘP

Dla oszacowania systemów naftowych najważniejszym i podstawowym czynnikiem są skały macierzyste. Możliwości odkrycia nowych złóż węglowodorów związanych z systemem zasilanym przez łupki menilitowe w Karpatach są ograniczone. Dla optymalizacji strategii poszukiwań nowych złóż w polskich Karpatach zewnętrznych niezbędne jest skoncentrowanie uwagi na nowych, mniej znanych systemach naftowych. Wśród tych systemów najbardziej obiecującym wydaje się być system związany ze skałami macierzystymi osadzonymi w późnej jurze i wczesnej kredzie. W ostatnich latach przeprowadzono modelowanie przewidywanej wartości skał macierzystych (SRPV) dla trzydziestu sześciu regionów późnojurajsko-wczesnokredowych (Golonka *et al.* 2001). Baseny południowokaspijski i Azji Centralnej zajmują ósmą pozycję na liście, zaś basen karpacki pozycję dziewiątą. Przedmiotem rozważań przedstawionego artykułu jest analiza możliwości odnalezienia górnokarpackich-dolnokredowych skał macierzystych w zachodniej części Karpat fliszowych, na terenie Polski i Republiki Czeskiej (Fig. 1), gdzie allochtoniczne płaszczowiny pasma fliszowego są odkorzenione od swego podłoża i nasunięte na płytę północnoeuropejską (Fig. 1).



Dla zrozumienia warunków, w jakich powstawały skały bogate w substancję organiczną niezbędne jest prawidłowe odtworzenie historii basenu, w którym następowała depozycja tak specyficznych typów osadów. W procesie powstawania i ewolucji basenów naftowych bardzo ważną rolę odgrywają uwarunkowania paleogeograficzne i paleotektoniczne. Mają one szczególne znaczenie w obszarach o tak skomplikowanej historii, jak Karpaty i ich przedpole. W obszarze tym skały macierzyste i zbiornikowe dla węglowodorów występują zarówno w utworach platformowych, jak i w utworach orogenu karpackiego, a znaczna część rozpoznanych w tym regionie złóż ropy naftowej i gazu usytuowana jest na styku platformy i orogenu. Wyniki ostatnich badań (Golonka 2004, 2007, Golonka *et al.* 2000, 2003, 2006) pozwalają na odtworzenie mezozoicznej paleogeografii i ewolucji basenów naftowych w obszarze wokółkarpackim, w nawiązaniu do tektoniki płyt i pozycji głównych elementów skorupy badanego obszaru w globalnym układzie odniesienia.

Skały macierzyste, a także osady bogate w substancję organiczną będące potencjalnymi skałami macierzyste osadzały się w czasie istnienia basenu protośląskiego (późna jura – wczesna kreda), w okresie, gdy był on stosunkowo wąski i oddzielony obszarami wyniesionymi. Był to okres optymalny dla powstania skał macierzystych, gdyż wtedy mogły zaistnieć wszystkie niezbędne czynniki pozwalające na koncentrację materii organicznej w skałach. Panowały wówczas warunki anoksyczne, połączone z występowaniem prądów wznoszących (*upwelling*), panował okres względnego spokoju tektonicznego, a dostawa materiału klastycznego do zbiornika była niewielka. Skały bogate w materię organiczną osadzały się zarówno w basenie, jak i na przyległej części platformy europejskiej. W części platformy, która dziś znajduje się pod nasunięciem karpackim osadzały się górnijurajskie margle mikułowskie, zaś w basenie karpackim górnijurajsko-dolnokredowe łupki formacji wędryńskiej oraz dolnokredowe utwory formacji grodziskiej i wierzowskiej.

POTENCJALNE SKAŁY MACIERZYSTE ZACHODNIEJ CZĘŚCI KARPAT FLISZOWYCH

Margle mikułowskie

Górnijurajskie margle mikułowskie (Mikulov) reprezentujące skały macierzyste światowej klasy zostały rozpoznane w wierceniach w południowowschodniej Republice Czeskiej i w północnowschodniej Austrii (Ladwein 1988, Francu *et al.* 1996, Krejčí *et al.* 1996, Picha & Peters 1998, Picha *et al.* 2006). Według Picha *et al.* (2006) odpowiadają one znanej z powierzchni w południowych Morawach formacji klenťnickiej (zob. Golonka *et al.* 2008a, ten zeszyt). Skały jurajskie na tym obszarze spoczywają niezgodnie na przedmezozoicznym podłożu zdeformowanym w czasie orogenezy kadomskiej i waryscyjskiej (Adamek 2005). Jurajska sedymentacja rozpoczęła się w późnej jurze. Margle mikułowskie spoczywają zgodnie na wapieniach z Vranovic. Są one reprezentowane przez monotonną serię ciemnych margli bogatych w substancję organiczną. Ich miąższość lokalnie przekracza 1500 m. Ku górze przechodzą regresywnie w węglany formacji z Ernstbrunn (Picha *et al.* 2006).

Całkowita zawartość węgla organicznego (Total Organic Carbon – TOC) w marglach mikułowskich waha się w granicach 0.2÷10%, przy średniej wartości 1.9% (Ladwein 1988,

Francu *et al.* 1996, Picha & Peters 1998, Picha *et al.* 2006). Kerogen zawarty w tych skałach należy do typu II–III. Korelacja skał macierzystych oraz ropy i gazu wydobywanych w basenie wiedeńskim (Picha & Peters 2006, Picha *et al.* 2006) wykazała dwa rodzaje skał macierzystych, z których pochodzą węglowodory. Jedną z tych skał są jurajskie margle mikułowskie, drugą zaś paleogeńskie łupki menilitowe.

Formacja wędryńska

Utwory formacji wędryńskiej (Vendryně, zob. Golonka *et al.* 2008a) reprezentowane są głównie przez ciemnoszare, brunatne lub prawie czarne grubo łupliwe łupki margliste z podrzędnymi wkładkami pelitycznych lub detrytycznych wapieni cienko- i średnioławicowych. Występują w obrębie strukturalnej jednostki śląskiej, w strefie facjalnej godulskiej pomiędzy Frytkiem na Morawach w Republice Czeskiej, a Bielskiem-Białą w Polsce, wyłącznie w obrębie strukturalnej jednostki śląskiej. Miąższość formacji wynosi około 300 m, jej wiek rozciąga się od oksfordu po tyton (być może najwcześniejszy berias) (Skupien 2003a, Golonka *et al.* 2008a, Olszewska *et al.* 2008 ten zeszyt).

Próbki pobrane z łupków w profilu stratypowym miejscowości Wędrynia (czeska nazwa Vendryně) koło Trzyna w Republice Czeskiej, wykazały zawartość TOC $0.91 \div 1.04\%$, w odsłonięciu w przekopie drogi Bielsko-Biała–Cieszyn w Gumnej $1.43 \div 1.77\%$, na skrzyżowaniu drogi Bielsko-Biała–Cieszyn z drogą Katowice–Wisła w okolicy Skoczowa $0.48 \div 0.64\%$, zaś w odsłonięciu Nowa Margłownia w Goleszowie $0.99 \div 1.36\%$. Kerogen należy do typu II–III. Dotychczas nie stwierdzono związku pomiędzy węglowodarami z rop karpaccich a stwierdzonymi w łupkach formacji wędryńskiej.

Formacja grodziska

Utwory formacji grodziskiej występują w jednostkach strukturalnych śląskiej i podśląskiej pomiędzy rejonem miasta Nový Jičín na Morawach w Republice Czeskiej a obszarem na południe od Krakowa w Polsce (Golonka *et al.* 2008a). Według Eliáša *et al.* (2003) wśród skał formacji przeważają ciemnoszare margliste łupki i cienkoławicowe drobnoziarniste piaskowce z przeławiczeniami wapieni detrytycznych i syderytów, lokalnie zaś występują gruboziarniste piaskowce i zlepienie z egzotykami ogniwa piaskowców z Piechówki formacji grodziskiej (Golonka *et al.* 2008a). Jego miąższość dochodzi do 300 m, a wiek jest określany na walańżyn–apt. Łupki należące do formacji mogą zawierać pewną ilość substancji organicznej (Kratochvílová *et al.* 2003). W profilach Skalice koło Frýdka i w profilu Ostravice koło Frýdlantu na Morawach w Republice Czeskiej zawartość TOC wynosiła $0.6 \div 1.5\%$, zaś w najwyższej części formacji reprezentującej apt w profilu pod przełęczą Pindula między Frenštátem pod Radhoštěm a Rožnovem pod Radhoštěm zawartość TOC wynosiła $2 \div 2.5\%$ (Fig. 2).

Formacja wierzowska

Utwory formacji wierzowskiej, podobnie jak utwory formacji grodziskiej, występują w jednostkach strukturalnych śląskiej i podśląskiej pomiędzy rejonem miasta Nový Jičín na Morawach w Republice Czeskiej a obszarem na południe od Krakowa w Polsce (Golonka *et al.* 2008a). Wśród skał formacji przeważają czarne, liściaste łupki ilaste i skrzemionkowane, za-

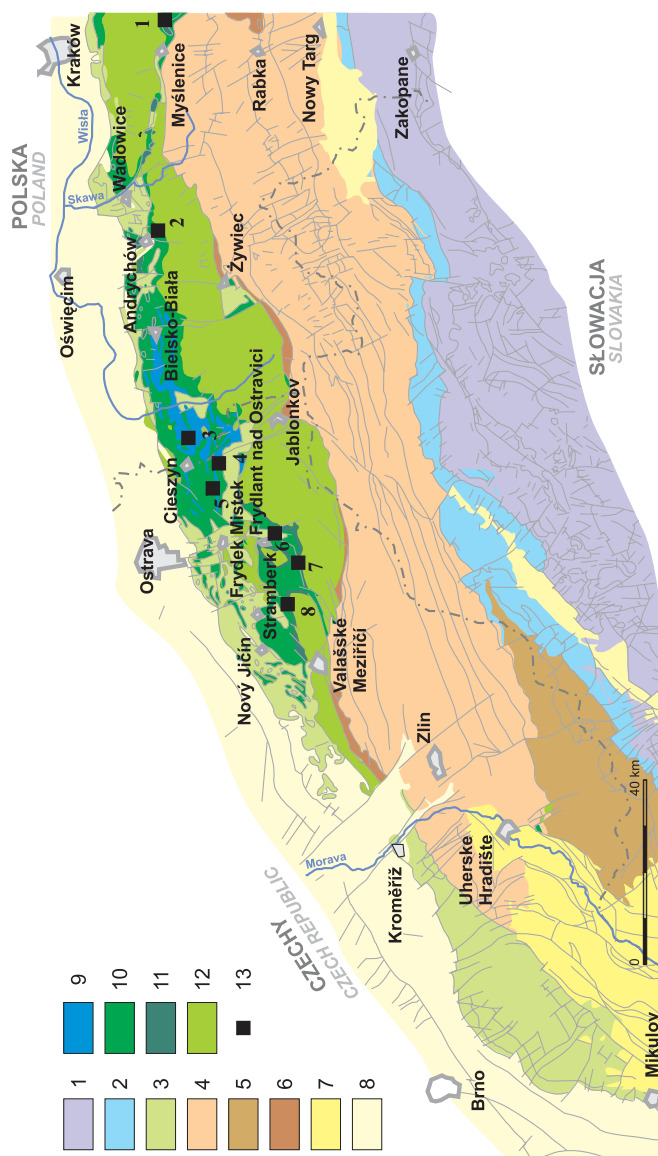


Fig. 2. Schematyczna mapa geologiczna Karpat zewnętrznych na zachód od Krakowa (wg Lexa *et al.* 2000). Objasnienia: 1 – Karpaty wewnętrzne, 2 – pieniny pas skalowy, 3 – jednostki podśląsko-żdanickie wraz ze sfałdowanym mioceniem, 4 – płaszczowina magurska (z wyjątkiem jednostki białokarpackiej), 5 – jednostka białokarpacka, 6 – jednostki przedmagurskie, 7 – neogen na Karpatach, 8 – neogen Zasadnia przedkarpackiego; 9–12 – **Płaszczowina śląska**: 9 – formacja wędryńska i formacja cieszyńskiego, 10 – formacja grodziska (w tym ogniwo łupków z Cisownicy), 11 – formacja wierzowska, 12 – utwory młodsze płaszczowiny śląskiej, 13 – oprobowane profile w odślonięciach wspomniane w tekście [1 – Zasad, 2 – Rzyki, 3 – Golezów, 4 – Wędrynie (Vendryné), 5 – Skalice, 6 – Ostrawice, 7 – Pindula, 8 – Wierzowice (Věrovice)]

Fig. 2. Schematic geological map of the Outer Carpathian West of Kraków (after Lexa *et al.* 2000). Explanations: 1 – Internal Carpathians, 2 – Pieniny Klippen Belt, 3 – Sub-Silesian-Zdanice units together with the folded Miocene, 4 – Magura Nappe without the Biely Karpaty Unit, 5 – Biely Karpaty Unit, 6 – Fore-Magura units, 7 – Neogene on the Carpathians, 8 – Neogene of the Carpathian Foredeep; 9–12 – **Silesian Nappe**: 9 – Vendryné Formation and Cieszyn Limestone Formation, 10 – Hradište Formation (including Cisownica Shale Member), 11 – Věrovice Formation, 12 – younger deposits of the Silesian Nappe, 13 – sampled outcrop profiles mentioned in text (see above)

wierające ławice i soczewy piaskowców syderytycznych oraz конкреcje sferysyderytów (Waśkowska-Oliwa *et al.* 2007, Strzeboński *et al.* 2008). Wiek ich określa się na późny apt, mładszość dochodzi do 250÷500 m (Kratochvílová *et al.* 2003, Skupien 2003b, Waśkowska-Oliwa *et al.* 2007, Golonka *et al.* 2008a). Łupki formacji mogą zawierać znaczącą ilość substancji organicznej. Próbkę pobrane z łupków profilu Rzyki koło Andrychowa wykazały zawartość TOC 0.38÷3.0%, z profilu Zasań koło Myślenic 1.56÷3.72%, z profilu Verovicé na Morawach 0.31÷3.66% (Fig. 2).

WNIOSKI

Jak wspomniano wyżej margle mikułowskie stanowią prawdziwą skałę macierzystą zasilałą system naftowy basenu wiedeńskiego w Austrii i Republice Czeskiej.

Utwory tego typu nie zostały dotychczas rozpoznane w pozostałych częściach Karpat Zachodnich i utworach platformowych autochtonu w Polsce, znanych z licznych otworów, które osiągnęły lub przewierciły skały jurajskie (Golonka *et al.* 2005, Ślaczka *et al.* 2006). Utwory basenowe, które mogłyby zawierać podobne sekwencje są znane natomiast z egzotyków i olistolitów we fliszu karpackim i w olistostromach miocenkich. Byłyby to utwory odpowiadające formacji kłentnickiej tworzące się w basenie bachowickim, który dzisiaj odtwarzany jest na podstawie olistostrom (zob. Golonka *et al.* 2008a,b). Istnieje więc możliwość, że tego typu utwory zasilały systemy naftowe Karpat przed ostatecznym uformowaniem się orogenu.

Utwory formacji wędryńskiej i grodziskiej nie zawierają większych ilości węgla organicznego, ich możliwości generowania większych ilości węglowodorów zdają się być ograniczone. Większą zawartość TOC stwierdzono natomiast w formacji wierzowskiej i najwyższej części formacji grodziskiej. Utwory te reprezentują globalne anoksyczne wydarzenie oceaniczne OAE 1b (Bralover *et al.* 2002, Kratochvílová *et al.* 2003). Wysoka produktywność organiczna w protośląskim basenie karpackim była spowodowana przez prądy wznoszące i warunki ograniczające dopływ świeżych wód z oceanu światowego do wąskich basenów ryftowych. Zachowanie materiału organicznego w środowisku sedimentacji możliwe było w wyniku istnienia depocentrów aktywnej subsydencji, utrzymywaniem się anoksji w warunkach ograniczonej cyrkulacji wód basenów ryftowych. Brak rozcieńczania substancji organicznej natomiast wywołany był niskim tempem sedimentacji w warunkach słabego dopływu substancji terygenicznej z lądu (Strzeboński *et al.* 2008). Utwory formacji wierzowskiej mogą stanowić potencjalne skały macierzyste dla systemów obejmujących różnego wieku skały zbiornikowe Karpat zewnętrznych.

Pod koniec wczesnej kredy (w albie) oraz na początku późnej kredy nastąpiły zmiany w geometrii basenu karpackiego – rozszerzał się, osiągając swą maksymalną szerokość. Równocześnie w albie pojawiły się pierwsze deformacje kompresyjne w strefach wewnętrznych obszaru alpejsko-karpackiego. Podniesienie się poziomu wód oceanu światowego przyczyniło się do połączenia basenów karpackich z płytkim morzem szelfowym platformy europejskiej. Dominować zaczęły warunki utleniające morza relatywnie dobrze przewietrzanego i czarne łupki zostały stopniowo zastępowane przez łupki zielone i czerwone, zwane popularnie pstrymi.

Artykuł został opracowany na potrzeby Spotkania Grupy Roboczej Systemu Jurajskiego Polskiego Towarzystwa Geologicznego *Jurassica VII* zorganizowanego we wrześniu 2008 roku przy współudziale kolegów czeskich z VSB i Akademii Nauk w Ostrawie. Praca naukowa była finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2006–2008 jako projekt badawczy 4 T12B 002 30 „Paleotektoniczne uwarunkowania powstawania skał macierzystych w jurze i wczesnej kredzie Karpat zewnętrznych” oraz grant MSM 61989100 19 DeCOx proceses.

LITERATURA

- Adámek J., 2005. The Jurassic floor of the Bohemian Massif in Moravia – geology and paleogeography. *Bulletin of Geosciences*, 80, 4, 291–305.
- Bralover T.J., Kelly D.C. & Lecke R.M., 2002. Biotic effect of abrupt Paleocene and Cretaceous climate events. W: Bralover T.J., Premoli-Silva Malone M. *et al.* (eds), *Proceedings of the Ocean drilling Program, Initial Report*, 198, 29–34.
- Francu J., Radke M., Schaefer R.G., Poelchau H.S., Časlavský J. & Boháček Z., 1996. Oil–oil and oil–source rock correlations in the northern Vienna basin and adjacent Carpathian Flysch zone (Czech and Slovak area). W: Wessely G. & Liebl W. (eds), *Oil and gas in Alpidic thrustbelts and basins of Central and Eastern Europe*, Geological Society of London, *Special Publication*, 5, 343–353.
- Golonka J., 2004. Plate tectonic evolution of the southern margin of Eurasia in the Mesozoic and Cenozoic. *Tectonophysics*, 381, 235–273.
- Golonka J., 2007. Phanerozoic Paleoenvironment and Paleolithofacies Maps. Mesozoic. *Kwartalnik AGH Geologia*, 33, 2, 211–264.
- Golonka J., Oszczytko N. & Ślącza A., 2000. Late Carboniferous – Neogene geodynamic evolution and palaeogeography of the circum-Carpathian region and adjacent areas. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 70, 107–136.
- Golonka J., Bocharova N.Y., Edrich M.E., Kiessling W., Krobicki M., Pauken R. & Wildhaber W., 2001. Przewidywana wartość skał macierzystych: Małopolska Prowincja Naftowa na tle prowincji światowych w późnej jurze–wczesnej kredzie. *Przegląd Geologiczny*, 49, 5, 408–411.
- Golonka J., Krobicki M., Oszczytko N., Ślącza A. & Słomka T., 2003. Geodynamic evolution and palaeogeography of the Polish Carpathians and adjacent areas during Neo-Cimmerian and preceding events (latest Triassic–earliest Cretaceous). W: McCann T. & Saintot A. (eds), *Tracing Tectonic Deformation Using the Sedimentary Record*, Geological Society of London, *Special Publications*, 208, 138–158.
- Golonka J., Aleksandrowski P., Aubrecht M., Chowaniec J., Chrustek M., Cieszkowski M., Florek R., Gawęda A., Jarosiński M., Kepińska B., Krobicki M., Lefeld J., Lewandowski M., Marko F., Michalik M., Oszczytko N., Picha F., Potfaj M., Słaby E., Ślącza A., Stefaniuk M., Uchman A. & Żelaźniewicz A., 2005. Orava Deep Drilling Project and the Post Paleogene tectonics of the Carpathians. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 75, 211–248.
- Golonka J., Gahagan L., Krobicki M., Marko F., Oszczytko N. & Ślącza A., 2006. Plate Tectonic Evolution and Paleogeography of the Circum-Carpathian Region. W: Golonka

- J. & Picha F. (eds), *The Carpathians and their foreland: Geology and hydrocarbon resources, American Association of Petroleum Geologists, Memoir*, 84, 11–46.
- Golonka J., Krobicki M., Waśkowska-Oliwa A., Vašíček Z. & Skupien P., 2008a. Główne elementy paleogeograficzne Zachodnich Karpat zewnętrznych w późnej jurze i wczesnej kredzie. W: Krobicki M. (Ed.), *Utwory przełomu jury i kredy w zachodnich Karpatach fliszowych polsko-czeskiego pogranicza*, Jurassica VII, 27–29.09.2008 – Żywiec/Štramberk. *Kwartalnik AGH Geologia*, 34, 3/1, 61–72.
- Golonka J., Vašíček Z., Skupien P., Waśkowska-Oliwa A., Krobicki M., Cieszkowski M., Ślącza A. & Słomka T., 2008b. Litostratygrafia osadów górnej jury i dolnej kredy zachodniej części Karpat zewnętrznych. W: Krobicki M. (Ed.), *Utwory przełomu jury i kredy w zachodnich Karpatach fliszowych polsko-czeskiego pogranicza*, Jurassica VII, 27–29.09.2008 – Żywiec/Štramberk. *Kwartalnik AGH Geologia*, 34, 3/1, 9–31.
- Kovač M., Nagymarosy A., Oszczypko N., Ślącza A., Csontos L., Marunteanu M., Matenco L. & Marton E. 1998. Palinspastic reconstruction of the Carpathian-Pannonian region during the Miocene. W: Rakus M. (Ed.), *Geodynamic development of the Western Carpathians*, Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, 189–217.
- Kratochvílová L., Dolejšová M., Skupien P. & Vašíček Z., 2003. Obsahy organického uhlíku v nejvyšší části hradištského souvrství a ve veřovickém souvrství (svrchní apt, vnější Západní Karpaty, Česká republika). *Sborník vědeckých Prací Vysoké Školy báňské – TU, Řada hornicko-geologická, Monografie*, 8, 53–64.
- Krejčí O., Francu J., Poelchau H.S., Müller P. & Stráňík Z., 1996. Tectonic evolution and oil and gas generation at the border of the North European platform with the West Carpathians (Czech Republic). In: Wessely G. & Liebl W. (eds), *Oil and gas in Alpidic thrust belts and basins of Central and Eastern Europe, European Association of Geoscientists and Engineers, Special Publication*, 5, 177–186.
- Ladwein H.W., 1988. Organic geochemistry of Vienna basin: model for hydrocarbon generation in overthrust belts. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*, 72, 586–599.
- Lexa V., Elecko M., Mello J., Polak M., Potfaj M. & Vozar J. (eds), 2000. *Geological map of Western Carpathians and adjacent areas 1:500 000*. Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava.
- Olszewska B., Szydło A., Jugowiec-Nazarkiewicz M. & Nescieruk P., 2008. Zintegrowana biostratygrafia węglanowych osadów warstw cieszyńskich w polskich Karpatach Zachodnich. W: Krobicki M. (Ed.), *Utwory przełomu jury i kredy w zachodnich Karpatach fliszowych polsko-czeskiego pogranicza*, Jurassica VII, 27–29.09.2008 – Żywiec/Štramberk. *Kwartalnik AGH Geologia*, 34, 3/1, 33–59.
- Picha F.J. & Peters K.E., 1998. Biomarker oil-to-source rock correlation in the Western Carpathians and their foreland, Czech Republic. *Petroleum Geoscience*, 4, 289–302.
- Picha F.J., Stranik, Z. & Krejci O., 2006. Geology and hydrocarbon resources of the Outer Western Carpathians and their foreland, Czech Republic. In: Golonka J. & Picha F.J. (eds), *The Carpathians and their foreland: Geology and hydrocarbon resources, American Association of Petroleum Geologists, Memoir*, 84, 49–175.
- Skupien P., 2003a. Palynologie tithonu – spodního hauterivu slezské jednotky na profilu Skalce (vnější Západní Karpaty, Česká republika). *Sborník vědeckých Prací Vysoké Školy báňské – TU, Řada hornicko-geologická, Monografie*, 8, 15–31.

- Skupien P., 2003b. Souhrn palynologických výsledků z výzkumu nižší části slezské jednotky (česká část Vnějších Západních Karpat). *Sborník vědeckých Prací Vysoké Školy báňské – TU, Řada hornicko-geologická, Monografie*, 107–116.
- Skupien P., 2006. Obsahy organického uhlíku a palynofacie spodní křídý slezské jednotky. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2005, Praha*, 45–48.
- Strzeboński P., Golonka J. & Waškowska-Oliwa A., 2008. Środowisko sedimentacyjne formacji wierzowskiej (Morawy, Karpaty zewnętrzne). W: Haczewski G. (red.) *Pierwszy Polski Kongres Geologiczny, Kraków 26–28 czerwca 2008, Abstrakty*, Polskie Towarzystwo Geologiczne, Kraków, 115.
- Ślącza A., Kruglow S., Golonka J., Oszczytko N. & Popadyuk I., 2006. The General Geology of the Outer Carpathians, Poland, Slovakia, and Ukraine. W: Picha F. & Golonka J. (eds), *The Carpathians and their foreland: Geology and hydrocarbon resources, American Association of Petroleum Geologists, Memoir*, 84, 221–258.
- Waškowska-Oliwa A., Golonka J. & Strzeboński P., 2007. Czarna kreda fliszu morawskiego. *Geoturystyka*, 1, 8, 29–36.

Summary

The analysis of possibility to find Upper Jurassic–Lower Cretaceous source rocks in the western part of Flysch Carpathians in Poland and Czech Republic (Fig. 1), was the subject of present paper. In this area the allochthonous nappes of the flysch Belt are uprooted from their basement and thrust over the North European Platform. The source rocks and organic-rich rocks with source potential were deposited within the Proto-Silesian Basin and adjacent part of the platform during Late Jurassic–Early Cretaceous times.

The Upper Jurassic organic-rich Mikulov marls representing world-class source rock were found in the wells in southeastern Czech Republic and northeastern Austria. These 1400 m thick organic-rich rocks with TOC value $0.2 \div 10\%$, average 1.9% with type II and III kerogen sourced oils in the Vienna Basin and Carpathian subthrust. The similar source rocks perhaps exist in the deeper subthrust areas in Poland, Slovakian and Ukrainian Carpathians.

The samples from the shales of the Vendryné Formation from Vendryné, Czech Republic indicate TOC $0.91 \div 1.04\%$ (max. 2.32%), from Gumna (Poland), $1.43 \div 1.77\%$, from the Katowice–Wisła road $0.48 \div 0.64\%$ and from Golezów (Poland) $0.99 \div 1.36\%$ (Fig. 2). The kerogen belongs to type II–III. The samples from the Hradište Formation from Skalce and Ostravice (Czech Republic) indicate TOC $0.6 \div 1.5\%$, from the uppermost part of this formation from Pindula 2 – indicate TOC $2.0 \div 2.5\%$ (Fig. 2). The samples from shales of the Veřovice Formation from Rzyki near Andrychów (Poland) TOC $0.38 \div 3.0\%$, from Zasaň near Myślenice (Poland) TOC $1.56 \div 3.72\%$, and from Veřovice in Moravia (Czech Republic) $0.31 \div 3.66\%$ (Fig. 2).

The Vendryné Formation rocks do not contain significant amount of organic carbon. The increased TOC was encountered within the Veřovice Formation and uppermost part of Hradište Formation. These rocks represent global anoxic event OAE 1b. Veřovice Formation contains potential source rocks for the Outer Carpathians systems with reservoirs various in age.