



## Z DZIAŁALNOŚCI ADMINISTRACJI GEOLOGICZNEJ

### Ropa naftowa i gaz ziemny w Polsce – obszary perspektywiczne oraz postępowanie przetargowe w 2018/2019 r. (część II)

Anna Feldman-Olszewska<sup>1</sup>, Leszek Jankowski<sup>2</sup>, Ewelina Krzyżak<sup>1</sup>,  
Tadeusz Peryt<sup>1</sup>, Magdalena Sikorska-Jaworowska<sup>1</sup>, Krystian Wójcik<sup>1</sup>

**Oil and gas in Poland – prospects and licensing rounds in 2018/2019 in terms of hydrocarbon concessions (part II).** *Prz. Geol.*, 67: 13–26.

*Abstract.* On the 28<sup>th</sup> of June 2017, the Polish Ministry of the Environment announced the boundaries of the 15 tender areas selected for the third licensing concession round for prospecting, exploration and exploitation of hydrocarbons. In this paper we describe the areas located in the south-eastern (Ryki) and southern Poland (Proszowice W, Rudnik–Lipiny, Błażowa and Wetlina). The other areas have already been described in the previous issue of the *Przegląd Geologiczny*. The exploration target of the Ryki area is related to conventional gas deposits in the Upper Devonian and Carboniferous, as well as to unconventional tight gas deposits in the Frasnian carbonates. Prospects in the tender areas located in southern Poland are related to conventional oil and gas deposits in the Carpathians, Carpathian Foredeep and their Paleozoic-Mesozoic basement.

**Keywords:** tender areas, Lublin and Małopolska Petroleum Provinces, oil and gas, hydrocarbon deposits

W poprzednim numerze *Przeglądu Geologicznego* (Jagielski i in., 2018) opisaliśmy, w jaki sposób można uzyskać w Polsce koncesję na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż w 2018 i 2019 r. na drodze postępowania przetargowego. Przedstawiliśmy także krótką charakterystykę 10 obszarów wytypowanych do przetargu z północnej i północno-zachodniej Polski (Jagielski i in., 2018). Przy tej okazji ponownie odsyłamy do stron internetowych poświęconych samej procedurze przetargowej:

- <https://www.pgi.gov.pl/obszary-przetargowe.html>
- <https://bip.mos.gov.pl/koncesje-geologiczne/przetargina-koncesje-na-poszukiwanie-rozpoznawanie-i-wydobywanie-weglowodorow/>.

Podobnie jak poprzedni, także ten artykuł jest informacyjny – zostanie w nim zwięźle przedstawiona charakterystyka obszarów wytypowanych do III rundy postępowania przetargowych, tym razem z południowo-wschodniej i południowej Polski, tj. z obszaru Lubelszczyzny, zapadliska przedkarpackiego i Karpat (ryc. 1–3).

#### OBSZARY PRZETARGOWE

##### Obszary przetargowe południowo-wschodniej Polski

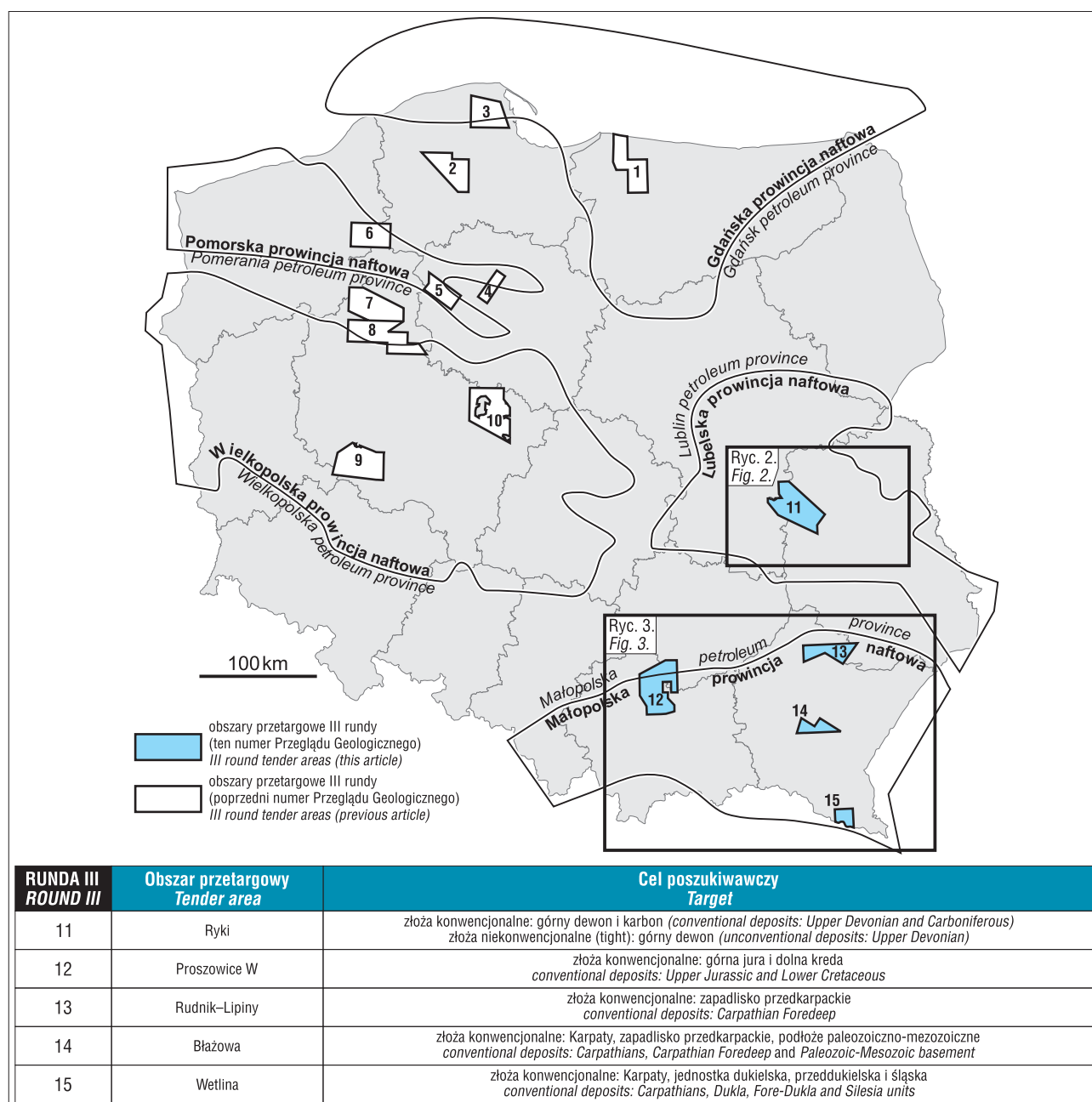
**Obszar Ryki** o powierzchni 1047,73 km<sup>2</sup> znajduje się na pograniczu województw lubelskiego i mazowieckiego (ryc. 1–2), na terenie 21 gmin powiatów puławskiego, ryckiego, lubartowskiego, garwolińskiego i kozienickiego. Od NW sąsiaduje z koncesją Orlen Upstream – Garwolin (24/2007/Ł), a od SE z koncesją Lubartów (26/2007/p), wygasłą w listopadzie 2018 r.

**Budowa geologiczna.** W budowie geologicznej obszaru Ryki biorą udział dwie jednostki tektoniczne pierwszego rzędu: prekambryjskie podłoże krystaliczne (kraton wschodnioeuropejski) oraz fanerozoiczna pokrywa osadowa, która składa się z trzech pięter strukturalnych: paleozoicznego, mezozoicznego oraz kenozoicznego (Sikorska-Jaworowska i in., 2017). W planie paleozoicznym obszar Ryki znajduje się w pobliżu północno-zachodniej krawędzi basenu lubelskiego, wypełnionego osadami dewonu i karbonu, przy czym na granicy systemów wyraźnie zaznacza się bretońska niezgodność kątowa.

Dewon nie został jak dotąd przewiercony na obszarze Ryki, stąd o wykształceniu litologicznym, zwłaszcza dolnego dewonu, można wnioskować z otworów położonych w pobliżu (Sikorska-Jaworowska i in., 2017). W profilach Maciejowice IG-1 i Izdebno IG-1 (Miłaczewski i in., 1983), znajdujących się na NW od obszaru przetargowego, zgodnie na sylurze zalega dewon dolny, składający się (od dołu) z morskich ilasto-mułowcowych osadów formacji sycyńskiej, marginalnomorskich klastyków formacji czarnoleskiej oraz pstrych, lądowych klastyków formacji zwoleńskiej (Sikorska-Jaworowska i in., 2017; ryc. 4). Dewon środkowy, o zredukowanej do ok. 20 m miąższości w profilu Stężyca 1, jest reprezentowany przez facje obrzeża basenu – klastyki ogniwa przewodowskiego i iłowce dolomityczne ogniwa gielczewskiego formacji telatyńskiej. Powyżej zalega węglanowa formacja modryńska górnego dewonu (fran) o miąższości 200 m. Profil famenu tworzą 3 formacje: bychawska, firlejska i hulczańska. Największą ich sumaryczną miąższość >785 m stwierdzono w profilu Czerniec 1. Powierzchnia strukturalna stropu dewonu występuje najpłycej na głębokości ok. 2800 m p.p.m. w

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; krystian.wojcik@pgi.gov.pl

<sup>2</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpcki w Krakowie, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków



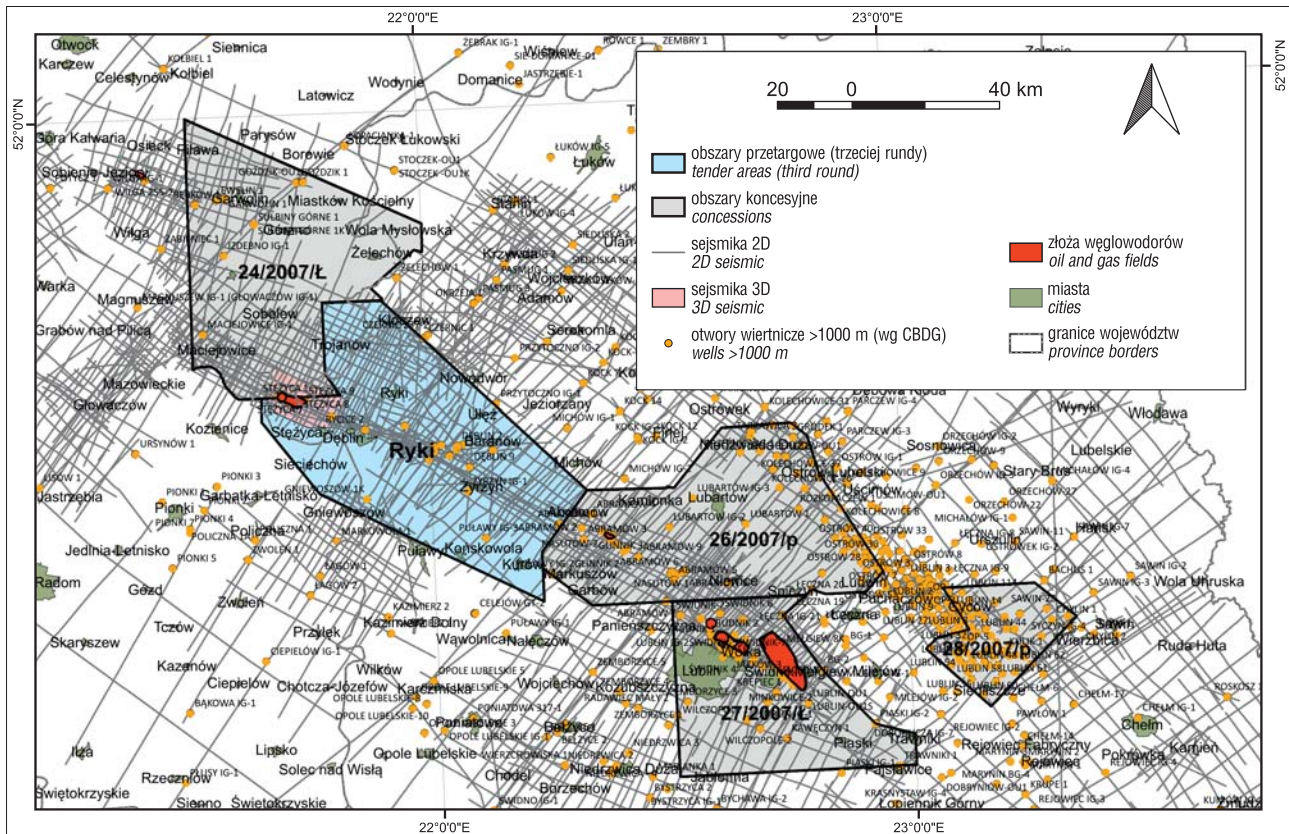
**Ryc. 1.** Obszary dedykowane do trzeciej rundy postępowań przetargowych na koncesje na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż (wraz z celem poszukiawczym) na tle podziału administracyjnego Polski i granicami prowincji naftowych (Karnkowski, 1997, 2007)

**Fig. 1.** Areas dedicated to the 3<sup>rd</sup> bidding round for concessions for prospection, exploration and exploitation of hydrocarbons (with its exploration targets) in relation with administrative division of Poland and boundaries of hydrocarbon provinces (Karnkowski, 1997, 2007)

centralnej części obszaru, gdzie tworzy wyniesienie Steżyca–Dęblin–Abramów–Świdnik, po czym obniża się do >2800–3200 m p.p.m. wzdłuż jego krawędzi północno-wschodniej i do 3000–3400 m p.p.m. wzdłuż krawędzi południowo-zachodniej.

Profil karbonu na obszarze Ryki (Sikorska-Jaworowska i in., 2017; ryc. 6) tworzą głównie klastyczne utwory – od wizenu po moskow. W profilu górnego wizenu dominują skały drobnoklastyczne, przeławicane marglami i wapieniami, rzadziej piaskowcami i węglem humusowym, wydzielane jako formacja z Huczwy o miąższości 60–70 m. Serpuchow, reprezentowany przez formację Terebina (~250 m miąższości), tworzą morskie iłowce z fauną,

przeławicane wkładkami osadów węglanowych, często podścielonych osadem węglowym (fitogenicznym) o miąższości do kilkudziesięciu centymetrów. W dolnej części formacji mogą występować mułowce i piaskowce o właściwościach kolektorskich (tzw. piaskowce poryckie). Górna część formacji to iłowce ciemnoszare, lokalnie czarne, z wkładkami iłowców sapropelowych. Na granicy serpuchowu i baszkiru występuje niezgodność stratygraficzna. Dolny baszkir – formację z Dęblina – tworzy miąższy (ok. 500 m) kompleks osadów mułowcowych i piaskowcowych, lokalnie z wkładkami wapieni i margli o miąższości nieprzekraczającej 1 m. W dolnej części profilu formacji występuje pakiet charakterystycznych piaskowców srebrzy-



**Ryc. 2.** Obszar przetargowy południowo-wschodniej Polski (lubelska prowincja naftowa) – Ryki – na tle sąsiednich koncesji węglowodorowych, wraz z lokalizacją udokumentowanych złóż węglowodorów, otworów wiertniczych i badań sejsmicznych. Według stanu na 30.10.2018 r.

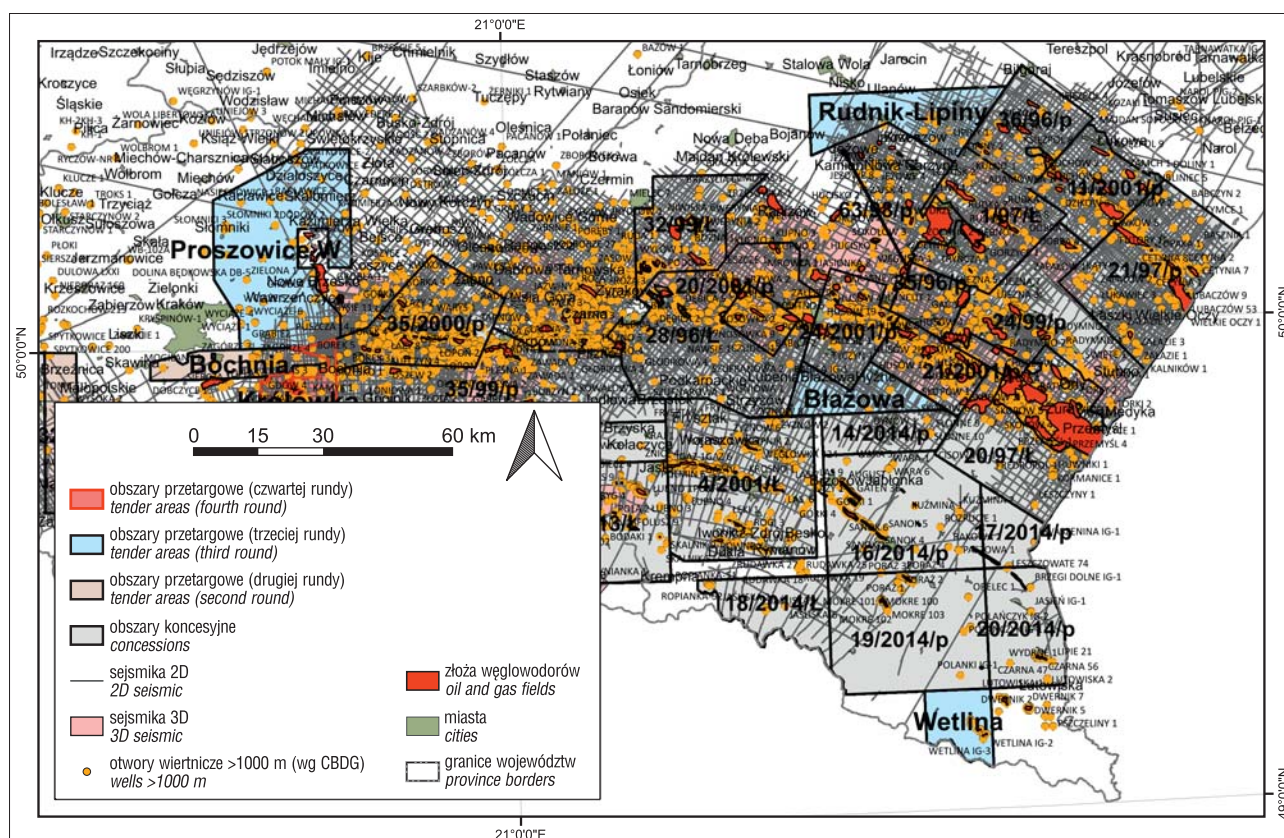
**Fig. 2.** Tender area in the south-eastern Poland (Lublin Petroleum Province) – Ryki – in relation with other hydrocarbon concessions, localization of hydrocarbon deposits, boreholes and seismic investigations. As of 30.10.2018

stych, powyżej których stwierdzono pokłady węgla humusowych o grubości 1,0–1,5 m. Również górna część formacji jest bardziej piaszczysta, występują tu także mułowce, rzadziej iłowce i pojedyncze pokłady węgla humusowego o miąższości do 0,8 m. Wyżej zalega formacja z Lublina o miąższości ok. 600 m. Jest zbudowana z mułowców i iłowców z licznymi (ponad 100) wkładkami węgla humusowego ze zmienną budową wewnętrzną i miąższości od 0,1 do ponad 2,0 m. Wewnątrz formacji lokalnie występują litosomy piaszczowce, w przewadze drobnoziarnistych, o maksymalnej miąższości do 10–15 m. Moskow (formacja z Magnuszewa), o największej zachowanej miąższości przekraczającej 500 m, tworzą iłowce przeławiane mułowcami i piaszczowcami. Pokłady węgla występują sporadycznie, a ich miąższość rzadko przekracza 0,5 m. Powierzchnia strukturalna stropu karbonu zalega na głębokości od ok. 900 m p.p.m. w części południowo-wschodniej do ok. 1500 m p.p.m. na północnym zachodzie obszaru Ryki, przy czym w okolicy Stężycy strop karbonu tworzy nieznaczną elewację o amplitudzie ok. 100–200 m (Sikorska-Jaworowska i in., 2017). Na zdeformowanych osadach dewonu i karbonu niemal płasko leży kompleks mezozoiczo-kenozoiczny. Brak tutaj utworów permu, a górny trias występuje tylko w północno-zachodniej krawędzi obszaru. Ciągłą pokrywą budują dopiero utwory jury środkowej i górnej oraz kredy górnej o miąższości ok. 1000–1200 m. Nieciągła pokrywa kenozoiczna osiąga miąższość do 300 m.

**Systemy naftowe.** Obszar Ryki znajduje się w obrębie lubelskiej prowincji naftowej (Karnkowski, 1997, 2007). Prowincja lubelska obejmuje ropo- i gazonośne utwory dolnego paleozoiku, dewonu i karbonu i ma powierzchnię ok. 32 tys. km<sup>2</sup> (ryc. 1). Na obszarze przetargowym Ryki występują dwa systemy naftowe (Sikorska-Jaworowska i in., 2017; ryc. 4). Pierwszy – o konwencjonalnym charakterze – obejmuje skały dewonu i karbonu. Skałami macierzystymi są iłowce i mułowce dewonu (formacje modryńska i bychawska) oraz ilasto-mułowcowe osady karbonu (formacje Huczwy, Terebina, dęblińska, lubelska i magnuszewska), prawdopodobnie również utwory ordowiku i syluru (Sikorska-Jaworowska i in., 2017; Radkovets i in., 2017). Skałami zbiornikowymi są klastyczne osady karbonu górnego oraz utwory węglanowe dewonu górnego. Funkcjonowanie konwencjonalnego systemu naftowego potwierdzają złoża – ropy naftowej i gazu ziemnego Glinnik (formacja hulczańska) i Stężycza (formacje dęblińska i lubelska) (Helcel-Weil, Dziegielowski, 2003; Sikorska-Jaworowska i in., 2017; ryc. 2). Drugi system naftowy – o charakterze niekonwencjonalnym – obejmuje skały węglanowe górnego dewonu (franu, formacja modryńska), w których spodziewane są nagromadzenia gazu zamkniętego. Pewnym konwencjonalnym analogiem dla tego typu nagromadzeń są złoża Mełgiew A i B, w których o parametrach zbiornikowych decyduje porowatość szczelinowa w dolomitach i wapieniach.

**Złoża węglowodorów.** W granicach lubelskiej prowincji naftowej są udokumentowane 2 złoża ropy naftowej





**Ryc. 3.** Obszary przetargowe południowej Polski (małopolska prowincja naftowa): Proszowice W, Rudnik–Lipiny, Błazowa, Wetlina na tle sąsiednich koncesji węglowodorowych, wraz z lokalizacją udokumentowanych złóż węglowodorów, otworów wiertniczych i badań sejsmicznych

**Fig. 3.** Tender areas in southern Poland (Małopolska Petroleum Province): Proszowice W, Rudnik–Lipiny, Błazowa, Wetlina in relation with other hydrocarbon concessions, localization of hydrocarbon deposits, boreholes and seismic investigations

(Sikorska-Jaworowska i in., 2017) – Glinnik i Stężyca o łącznych wydobywalnych zasobach bilansowych szacowanych na 93,67 tys. t, zasobach przemysłowych 12,54 tys. t i wydobywaniu rocznym 0,32 tys. t (Bilans..., 2017). Gaz ziemny w lubelskiej prowincji naftowej towarzyszy ropie naftowej w złożach Glinnik i Stężyca, a samodzielnie występuje jeszcze w 3 złożach – Ciecierzyn, Mełgiew A i B oraz Wilga. Łączne zasoby wydobywalne bilansowe gazu ziemnego lubelskiej prowincji naftowej wynoszą 1564,50 mln m<sup>3</sup>, zasoby przemysłowe 448,76 mln m<sup>3</sup>, a roczne wydobywanie z tych złóż wyniosło 35,21 mln m<sup>3</sup> (*op. cit.*).

**Otwory wiertnicze i sejsmika.** Na obszarze Ryki paleozoik został nawiercony przez 17 otworów: Abramów-1, Baranów-1, Dęblin-2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9, -10, Gniewosów-1K, Puławy IG-3, Rycice-2, Stężyca-4, Wilczanka-1, Żyrzyn IG-1, a następne 12 otworów zostało wykonanych w bliskim sąsiedztwie (Sikorska-Jaworowska i in., 2017). Stopień rozpoznania sejsmicznego jest dość dobry – dotychczas wykonano 179 profili 2D o łącznej długości 2113,5 km, a także jedno zdjęcie 3D o powierzchni 36,8 km<sup>2</sup> (ryc. 2).

**Infrastruktura techniczna.** W granicach obszaru Ryki znajduje się gazociąg wysokiego ciśnienia Wronów–Rembelszczyzna (DN700/8,4 MPa) wraz z układem odgałęzień do stacji redukcyjno-pomiarowych (Sikorska-Jaworowska i in., 2017). Z informacji opublikowanej przez GAZ-SYSTEM S.A. wynika, że do 2023 r. zostanie wy-

budowany gazociąg Rozwadów–Końskowola–Wronów (DN700/8,4 MPa).

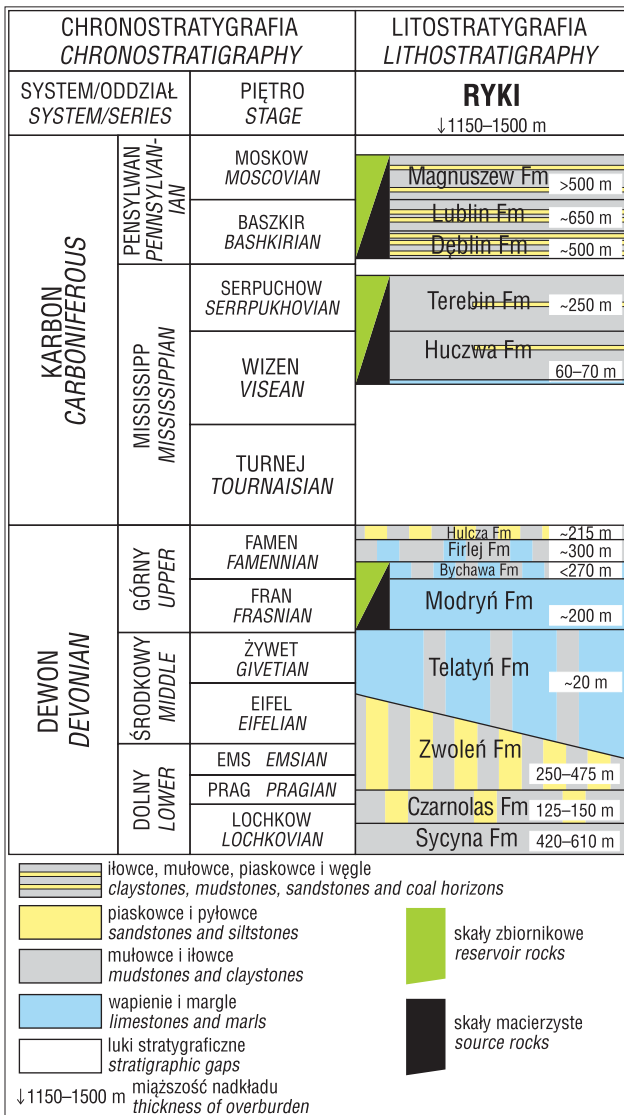
**Ograniczenia środowiskowe.** Na obszarze Ryki prowadzenie działalności poszukiwawczej i wydobywczej węglowodorów może ograniczać występowanie m.in. obszarów chronionych Natura 2000 SOO i OSO oraz rezerwatów przyrody. Pokrywają one do 11% powierzchni (Sikorska-Jaworowska i in., 2017).

**Minimalny zakres fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej dla przyszłego koncesjonobiorcy.** Dla obszaru Ryki czas trwania fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej wynosi 5 lat i dzieli się na poszczególne etapy:

- I (12 miesięcy) – interpretacja i analiza archiwalnych danych geologicznych;
- II (12 miesięcy) – konieczność wykonania robót sejsmicznych 2D (100 km) lub wykonanie jednego odwiertu do głębokości max. 5000 m, z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych;
- III (24 miesiące) – obejmuje wykonanie jednego odwiertu do głębokości max. 5000 m, z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych;
- IV (12 miesięcy) – analiza uzyskanych danych.

#### Obszary przetargowe południowej Polski

**Obszar Proszowice W** o powierzchni 1103,5 km<sup>2</sup> znajduje się na pograniczu województw świętokrzyskiego i małopolskiego – na terenie 26 gmin powiatów bocheń-



**Ryc. 4.** Stratygrafia, litologia oraz najważniejsze elementy systemów naftowych (główne horyzonty skał macierzystych i zbiornikowych) na obszarze przetargowym Ryki w lubelskiej prowincji naftowej

**Fig. 4.** Stratigraphy, lithology and major petroleum play elements (main horizons of source and reservoir rocks) in the Ryki tender area of Lublin Petroleum Province

skiego, krakowskiego, grodzkiego Kraków, miechowskiego, proszowickiego, wielickiego, kazimierskiego i pińczowskiego (ryc. 1, 3). Obszar sąsiaduje od południowego wschodu z koncesją PGNiG S.A Kłaj–Krzeczów–Żabno–Łętowice–Zaborów–Tarnów–Wierzchosławice (35/2000/p), a od południa z obszarami Bochnia i Królówka, odpowiednio II i IV rundy przetargowej.

**Obszar Rudnik–Lipiny** o powierzchni 480,45 km<sup>2</sup> znajduje się na pograniczu województw lubelskiego i podkarpackiego, na terenie 11 gmin powiatów biłgorajskiego, leżajskiego, niżniańskiego i stalowowolskiego (ryc. 1, 3). Od południowego wschodu sąsiaduje z koncesjami PGNiG S.A. Biszczka–Tarnogród (36/96/p) i Leżajsk–Rudka–Sieniawa (1/97/Ł).

**Obszar Błażowa** ma powierzchnię 270,05 km<sup>2</sup> i znajduje się w województwie podkarpackim na terenie 11 gmin powiatów brzozowskiego, przemyskiego, przeworskiego,

rzeszowskiego i strzyżowskiego (ryc. 1, 3). Obszar jest otoczony koncesjami PGNiG S.A. Zalesie–Jodłówka (24/2001/p), Zalesie–Jodłówka–Skopów (21/2001/p), blok 417 (14/2014/p), Sobniów–Kombornia–Rogi (4/2001/Ł) i Ropczyce–Bratkowice–Strzyżów (28/96/Ł).

Ostatni **obszar Wetlina** o powierzchni 220,93 km<sup>2</sup> znajduje się w województwie podkarpackim na terenie 4 gmin powiatów bieszczadzkiego i leskiego (ryc. 1, 3). Od północy obszar sąsiaduje z koncesjami PGNiG S.A.: blok 457 (19/2014/p) i blok 458 (20/2014/p).

**Budowa geologiczna.** Perspektywy poszukiwawcze na obszarach Błażowa, Proszowice W, Rudnik–Lipiny i Wetlina są związane z Karpatami i Przedgórzem oraz ich podłożem (Feldman-Olszewska i in., 2017; Jankowski i in., 2017a, b; Wójcik i in., 2017; ryc. 5, 7). W budowie geologicznej tych obszarów biorą udział trzy jednostki tektoniczne wyższego rzędu: platforma zachodnioeuropejska, pokrywa permsko-mezozoiczna oraz jednostki karpackie (Żelaźniewicz i in., 2011). Platformę zachodnioeuropejską tworzy blok małopolski z neoproterozoicznym podłożem i paleozoiczną (ordowik–karbon) pokrywą osadową (ryc. 5; tab. 1). Tylko w swej północno-wschodniej części obszar Rudnik–Lipiny wykracza poza blok małopolski, sięgając bloku łysogórsko-radomskiego, natomiast w skrajnie południowo-zachodniej części obszar Proszowice W zahacza o blok górnośląski. Pokrywę permsko-mezozoiczną tworzą skały permu?–kredy monokliny śląsko-krakowskiej (Proszowice W) i segmentu miechowskiego synklinorium szczecińsko-miechowskiego (Rudnik–Lipiny, Błażowa). Jeśli chodzi o jednostki karpackie, to obszar Proszowice W sięga zapadliska przedkarpackiego – jego centralnej części, a obszar Rudnik–Lipiny w całości znajduje się na terenie zapadliska zewnętrznego. Bardziej skomplikowaną budowę ma obszar Błażowa, gdzie na powierzchni występują utwory jednostki skolskiej Karpat, nasunięte na utwory jednostki stebnickiej miocenu allochtonicznego zapadliska przedkarpackiego, a niżej występuje miocen autochtoniczny. Obszar Wetlina znajduje się na pograniczu jednostek dukielskiej i śląskiej Karpat, a jego podłoże podkarpackie pozostaje nierozpoznane, poza ogólną sugestią, że prawdopodobnie również należy do bloku małopolskiego (Żelaźniewicz i in., 2011).

**Podłoże jednostek karpackich.** Skały ediakaru zostały rozpoznane w podłożu obszaru Proszowice W, a kambru – w podłożu obszaru Rudnik–Lipiny. Obecnie wydaje się, że nie biorą udziału w tworzeniu systemu naftowego (Feldman-Olszewska i in., 2017; Jankowski i in., 2017a; ryc. 5), choć ta teza wymaga jeszcze weryfikacji. Ordowik występuje w podłożu obszaru Błażowa i północno-wschodnim skrawku obszaru Rudnik–Lipiny (Buła, Habryn, 2008; Krawiec i in., 2012; Wójcik i in., 2017; ryc. 5; tab. 1). Jego profil został najpełniej rozpoznany w otworze Hermanowa 1 (Maksym i in., 2003). Nad kompleksem piaskowcowym występuje tam sukcesja iłowców z przewarstwieniami węglanowymi.

Młodsze podłoże jednostek karpackich, począwszy od syluru poprzez wyższy paleozoik i mezozoik, zostało rozpoznane tylko na obszarach Proszowice W i Błażowa (Feldman-Olszewska i in., 2017; Wójcik i in., 2017; ryc. 5; tab. 1). Na obszarze Proszowice W skały syluru występują w postaci izolowanych płatów. Są to prawdopodobnie utwo-





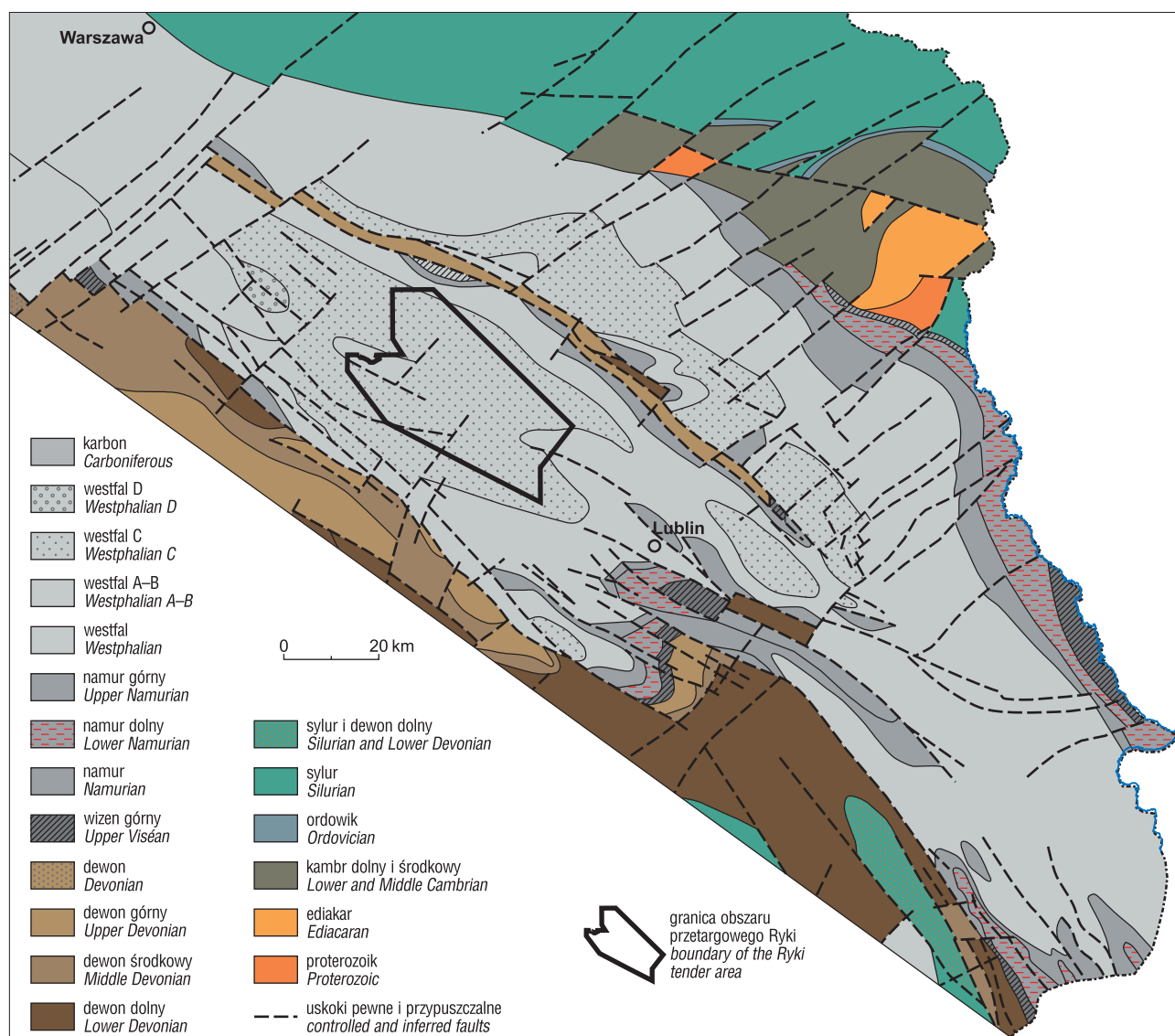
**Tab. 1.** Miąższość i głębokość występowania paleozoiku i mezozoiku podłoża Karpat oraz miocenu zapadliska przedkarpackiego na obszarach przetargowych południowej Polski**Table 1.** Thickness and depth to the top of the Paleozoic and Mesozoic of the Carpathian basement and the Miocene of the Carpathian Foredeep in the tender areas of southern Poland

System System	Głębokość występowania i miąższość [m] Depth and thickness [m]	Proszowice (Feldman-Olszewska i in., 2017)	Rudnik-Lipiny (Jankowski i in., 2017a)	Błażowa (Wójcik i in., 2017)
Miocen zapadliska przedkarpackiego Miocene of the Carpathian Foredeep	Głębokość stropu Depth to the top	0,0–30,0	0,0–40,0	~2000–4150
	Miąższość Thickness	0,0–707,0	570,0–1300,0	~250–1000
Kreda górna Upper Cretaceous	Głębokość stropu Depth to the top	0,0–671,5		
	Miąższość Thickness	36,0–785,0		
Jura Jurassic	Głębokość stropu Depth to the top	515,0–1225,0		3370,0–3709,5*****
	Miąższość Thickness	295,0–635,0		339,5*****
Trias Triassic	Głębokość stropu Depth to the top	885,0–1415,5		3875,0*
	Miąższość Thickness	23,0–514,6		183,0*
Perm Permian	Głębokość stropu Depth to the top	912,0–1055,0		
	Miąższość Thickness	0,0–352,0		
Karbon Carboniferous	Głębokość stropu Depth to the top	200,0–1800,0		4025,0**–4058,0*
	Miąższość Thickness	0,0–1216,5*****		300,0**–565,0*
Dewon Devonian	Głębokość stropu Depth to the top	801,0–2030,0		3599,5*–4730,0**
	Miąższość Thickness	0,0–>1642,3***		274,0*
Sylur Silurian	Głębokość stropu Depth to the top	2100,0–3200,0		4000,0–4500,0
	Miąższość Thickness	?		80,0
Ordowik Ordovician	Głębokość stropu Depth to the top		1000,0–1200,0	4000,0–4800,0
	Miąższość Thickness		?	336,0*

\* Hermanowa 1, \*\*Czudec 1, \*\*\*Mniszów 16, \*\*\*\*Słomniki IG-1, \*\*\*\*\*Mogielnica 1

ry zlepieńcowo-piaszczyste z wkładkami mułowców, zaliczane przez Bułę (2000) do formacji z Łapczyca. Dewon dolny jest reprezentowany przez piaskowce kwarcytowe z przewarstwieniami mułowców i ilowców, które nie tworzą ciągłej pokrywy, wypełniając jedynie lokalne zagłębienia powierzchni poddewońskiej i nie przekraczają miąższości kilkudziesięciu metrów. Z kolei wapienie, dolomity i margle dewonu środkowego i górnego o zróżnicowanej miąższości zalegają na niemal całym obszarze, z wyjątkiem jego krańców – południowego i północnego. Karbon jest wykształcony w facjach kulmu i wapienia węglowego. Dolna część profilu stanowi kontynuację osadów węglanowych dewonu środkowego i górnego, podczas gdy w górnej części dominują skały klastyczne – łupki i piaskowce, obecne jednak tylko w zachodniej części obszaru przetargowego. Maksymalna miąższość utworów karbonu wynosi 1216,5 m (Słomniki IG-1). Pozycja stratygraficzna utworów permu jest na obszarze Proszowice W niejednoznaczna. Dolny perm tworzą brekcje hydrauliczne i zlepieńce. Prawdopodobnie nie

ma zachowanych osadów permu górnego. Trias jest bardzo niejednorodny ze względu na zróżnicowany pierwotny zasięg poszczególnych serii tego systemu oraz różny stopień ich późniejszej erozji. Między Proszowicami i Kazimierzą Wielką występują jedynie osady pstrego piaskowca. Na północ od tej strefy profil triasu uzupełniają osady górnego pstrego piaskowca i wapienia muszlowego, osiagających maksymalną miąższość ok. 100 m w rejonie otworu Skalbmierz 3. Osady najwyższego triasu, grupy kajpru, występują jedynie w skrajnie północnej części obszaru przetargowego, gdzie ich miąższość może dochodzić do 150 m. Utwory jurajskie na obszarze Proszowice W zostały rozpoznane w 84 otworach wiertniczych, przy czym zdecydowana większość z nich nawierciła jedynie górny profilu, a tylko 38 przewierciło całą sukcesję. Profil jurajski tworzą utwory jury środkowej i górnej, brak natomiast jury dolnej. W spągu 30–40-metrowego kompleksu batonu i kelowej występują utwory mułowcowo-piaskowcowe, ku górze przechodzą zaś w piaskowce. Na pograniczu jury środko-



**Ryc. 6.** Położenie obszaru przetargowego Ryki na mapie strukturalno-geologicznej basenu lubelskiego bez utworów młodszych od karbonu (Żelichowski, Porzycki, 1983; zmodyfikowane)

**Fig. 6.** Location of the Ryki tender area on the structural-geological map of the Lublin Basin, without pre-Carboniferous strata (after Żelichowski, Porzycki, 1983; modified)

węj i górnej występuje 1–2-metrowej miąższości warstwa wapieni bulastych i gruzłowych. Utwory jury górnej o miąższości 279,0–635,0 m są reprezentowane jedynie przez wapień oksfordu. Dolna i środkowa część oksfordu jest wykształcona w litofacjach margli i wapieni marglistych z licznymi bioturbacjami, gąbkami krzemionkowymi, otwornicami i radiolarami, wapieni mikrobialno-gąbkowych (tworzących budowę biohermalne o miąższości do kilkuset metrów) oraz wapieni płytowych (między biohermami). Wyżej występują ciemne margle i wapień marglisty z krynoidami oraz wkładkami skał klastycznych), a następnie wapień oolitowy, onkolitowy, bioklastyczny i biolityty oksfordu górnego. Na jurze spoczywają bezpośrednio utwory kredy górnej, której sukcesja rozpoczyna się transgresywnymi utworami cenomanu, turonu lub nawet koniak. Cenoman, jeśli występuje (max. 150 m miąższości), jest reprezentowany przez skały piaszczyste i piaszczysto-węglanowe z glaukonitem i poziomami fosforytowymi. Turon (do kilkunastu metrów miąższości) tworzą wapień organodetrytyczne, lokalnie z domieszką piaszczystą. Koniak (do ok. 50 m) budują wapień margli-

ste, margle i opoki, a santon (do 150 m) oraz kampan (>250 m) to margle i wapień marglisty z przewarstwieniami opok. Mastrycht (>300 m) jest wykształcony jako gezy, opoki i piaskowce wapienste.

Na obszarze Błazowa sylur, dewon, karbon i trias występują tylko w środkowej i zachodniej części (Wójcik i in., 2017): w otworze Hermanowa 1 nawiercono utwory landoweru i dolnego wenloku, wykształcone jako ciemnobrązowe i czarne iłowce z przewarstwieniami radiolarytów, a wyżej szarooliwkowe iłowce (Maksym i in., 2003). Dewon dolny jest wykształcony w postaci utworów terygenicznycnych – pstrych osadów ilasto-mułowcowych z gniazdami siarczanów i dolomitów, wyżej zaś zalegają pstry mułowce i iłowce oraz ciemnoszare i czarne heterolity. Dewon środkowy rozpoczyna się kompleksem dolomitów z zanikającymi wkładkami terygenicznymi, a wyżej występują szare, masywne i kawerniaste dolomity. Dewon górny (fran i famen) to wapień krystaliczny z wkładkami dolomitów oraz szarych wapieni gruzłowych i łupków. Utwory karbonu są wykształcone w facjach terygicno-węglanowej (turnej – piaskowce i iłowce z wkładkami dolomitów



i zailonych margli), węglanowej (wizen – spękane, kawer-niaste wapienie, wapienie dolomityczne, dolomity kry-staliczne i dolomity mikrytowe, z wkładkami iłowców i mu-łowców) i kulmu (wizen – ciemnoszare i czarne iłowce i mułowce i podrzędnie piaskowce i wapienie). Trias jest reprezentowany tylko przez pstry piaskowiec dolny i ret. Według Maksyma i in. (2003) pełnego profilu triasu należy spodziewać się w okolicach Strzyżowa, gdzie postulowane jest również występowanie utworów jury, stwierdzonej w nieodległym otworze Mogielnice 1. Jura jest w tym otwo-rze reprezentowana przez dogger i prawdopodobnie naj-niższy malm. W profilu dominują bezwapniste ciemnoszare i czarne łupki ilaste i iłowce, przeławiczone mułowcami oraz piaskowcami, a w stropie wapieniami marglistymi.

Miocen zapadliska przedkarpackiego. Na obszarze Proszowice W otwory miocenu zapadliska przedkarpac-kiego występują na powierzchni lub pod cienką pokrywą czwartorzędu (Feldman-Olszewska i in., 2017; ryc. 7). Brak ich jedynie na najbardziej północnych i zachodnich fragmentach obszaru przetargowego. Profil budują utwory badenu i dolnego sarmatu (ryc. 5). Osady podewaporatowe w południowej części obszaru są wykształcone jako iłowce (formacja skawińska), przechodzące ku północy w iłowce margliste, margle i wapienie litotamniowe (formacja piń-czowska/warstwy baranowskie). Wyżej spoczywają war-stwy ewaporatowe (formacja z Krzyżanowic), a nad nimi zalegają utwory ilasto-mułowcowe z niekiedy miąższymi, osiagającymi nawet 20 m miąższości, przewarstwieniami piaszczystymi (formacja z Machowa: warstwy grabowiec-kie i iły krakowieckie).

Na obszarze przetargowym Rudnik–Lipiny miocen zapadliska przedkarpackiego również występuje na po-wierzchni lub pod cienką pokrywą czwartorzędu (Jankow-ski i in., 2017a; ryc. 7). Profil osadów jest podobny jak w Proszowicach W (ryc. 5). Warstwy podewaporatowe to margle ilaste, nad serią ewaporatową występują kolejno warstwy grabowieckie i iły krakowieckie. Według Myśliw-ca (2004a, b) w spągowej części warstw nadewaporato-wych występują osady heterolitowe powstałe w środo-wiskach równi basenowej, a wyżej – osady turbidytowe stożków podmorskich. Najbardziej miąższe, sięgające kil-kunastu metrów miąższości pakiety piaskowców to efekt sedymentacji w obrębie kanałów rozprowadzających gór-nego stożka. Drobniejsze osady turbidytowe są związane z sedymentacją wzdłuż wałów przykorytowych oraz na stożku środkowym w strefach międzykanałowych. Ku górze profilu seria osadów turbidytowych przechodzi w ilasto-piaszczyste osady deltowe o dużej ciągłości lateralnej osa-dów. Najmłodsze osady powstały w środowiskach równi deltowej/płytkiego szelfu. Odznaczają się one gorszym wysortowaniem, większym udziałem osadów drobnoziar-nistych, głównie ilasto-mułowcowych oraz znacznie mniej wyraźnym uławiczeniem w stosunku do starszych osadów. Znaczny udział w tych osadach mają piaszczyste mułowce, chociaż zdarzają się i grubsze ławice piaskowców.

Na obszarze Błażowa utwory miocenu zapadliska przedkarpackiego występują pod nasunięciem Karpat w pozycji auto- i allochtonicznej (Wójcik i in., 2017; ryc. 5), choć, obcięte tektonicznie, wyklinowują się stopniowo w kierunku południowym (brak utworów miocenu stwier-dzono w otworze Bachórzec 1, gdzie jednostka skolska leży bezpośrednio na prekambryze). Coraz młodsze osady

miocenu mają zasięg przekraczający ku północy: w po-łudniowo-zachodniej i środkowej części obszaru Błażowa występują utwory dolnego i środkowego badenu, brak tam natomiast badenu górnego i sarmatu (Hermanowa 1). Pełny profil miocenu można śledzić w Kielnarowej 1, nato-miast dalej w kierunku północnym, tj. w okolicach Zalesia, Tyczyna i Rzeszowa, baden dolny i środkowy się wyklino-wują, rośnie zaś miąższość sarmatu. Współczesna miąższość autochtonicznego miocenu pod nasunięciem zależy również od stopnia ścięcia przez jednostki karpac-kie. Powierzchnia spągu miocenu autochtonicznego wyró-żnia się urozmaiconym paleoreliefem: występują tutaj głębokie paleoobniżenia i podniesione paleogrzbiety, które ukształtowały miąższość i facje osadów miocenu. Profil warstw podewaporatowych rozpoczynają zlepieńce, pia-skowce glaukonitowe, mułowce i łupki ilasto-margliste z laminami piaskowców. Wyżej występuje seria ewapora-towa – anhydryty przeławiczone łupkami ilastymi, a przy większych miąższościach przekładane również poziomami soli kamiennej. Wśród osadów ewaporatowych pojawiają się również epigenetyczne wapienie. Sukcesja osadów serii nadewaporatowej jest analogiczna jak w przypadku obsza-ru Rudnik–Lipiny. Powyżej sukcesji autochtonicznej na obszarze Błażowa leżą utwory allochtoniczne – sfałdowa-ne i odkłute od podłoża osady miocenu jednostki stebnic-kiej. Miąższość tej jednostki jest zmienna i wynosi max. 200 m, przy czym wyklinowuje się ona w kierunku po-łudniowym pod nasunięciem. W profilu litologicznym wy-stępują łupki i mułowce z przewarstwieniami piaskowców i podrzędnie zlepieńców, ale występują też poziomy iłów z anhydrytami i solą kamienną. Reprezentują one dolny miocen od eggenburgu po baden.

Jednostki karpackie. Najmłodszym piętrzem struktural-nym na obszarze przetargowym Błażowa są utwory jed-nostki skolskiej (Wójcik i in., 2017; ryc. 7). Występują one na powierzchni całego obszaru przetargowego. W południo-wo-wschodnim sąsiedztwie obszaru, w otworze Bachórzec 1, jednostka skolska całkowicie ścina miocen, przykrywając bezpośrednio utwory prekambry. Sukcesja jednostki skol-skiej w obrębie obszaru Błażowa jest podzielona na szereg nieformalnych i często wzajemnie zazębiających się jedno-stek litostratygraficznych, sięgających w ujęciu chrono-stratygraficznym od dolnej kredy do dolnego miocenu (ryc. 5). Sumaryczna miąższość sukcesji osiąga ok. 3300 m.

Obszar przetargowy Wetlina leży na styku jednostki dukielskiej, przeddukielskiej i śląskiej – zwanej tu obsza-rem centralnej depresji karpackiej (CDK; Jankowski i in., 2017b; ryc. 5, 7). Jednostka przeddukielska to silnie zde-formowana tektonicznie strefa o nieregularnym przebiegu warstw, która na obszarze przetargowym obejmuje także tzw. łuskę Bystrego – element tektoniczny o charakterze struktury kwiatowej, obcięty od południa szeroką strefą melanżu tektonicznego. Łuska Bystrego obejmuje pełną sukcesję utworów od dolnej kredy do oligocenu, typową dla jednostki śląskiej. Jednostki dukielska, strefa przeddu-kielska i jednostka śląska nie tworzą typowego układu nasunięć – występują tu tzw. nasunięcia wsteczne, a obser-wowane w terenie powierzchnie nasuwce mają tendencje do zmiany położenia w różnych kierunkach. Również głębokie otwory wiertnicze nie potwierdzają płaskiego nasuwania się na siebie poszczególnych elementów. Jed-nym z ważniejszych elementów budowy geologicznej



obszaru Wetlina jest występowanie tzw. kompleksów chaotycznych. Istotną cechą jest tu obecność mineralizacji kwarcowej czy kalcytowej, jak też tzw. martwej ropy (co świadczy, że są one główną drogą migracji roztworów mineralnych i węglowodorów – można z tą drogą migracji wiązać złoża węglowodorów w tej części Karpat).

**Systemy naftowe.** Obszary przetargowe Proszowice W, Rudnik–Lipiny, Błażowa i Wetlina znajdują się w małopolskiej prowincji naftowej (Karnkowski, 1997, 2007; ryc. 1). Obejmuje ona ropo- i gazonośne utwory miocenu zapadliska przedkarpackiego i jednostki Karpat oraz ich paleozoiczno-mezozoiczne podłoże. Prowincja ma powierzchnię ok. 33 tys. km<sup>2</sup>. W małopolskiej prowincji naftowej funkcjonują co najmniej trzy systemy naftowe (ryc. 5):

- paleozoiczno-mezozoiczny, obejmujący utwory dewonu, dolnego karbonu, jury środkowej i górnej oraz kredy górnej (Proszowice W, Błażowa);
- mioceni zapadliska przedkarpackiego (Rudnik–Lipiny, Błażowa);
- karpacki (Błażowa, Wetlina).

Dla paleozoiczno-mezozoicznego systemu naftowego na obszarze Proszowice W skałami macierzystymi są utwory syluru, dewonu, karbonu i jury środkowej, a zbiornikowymi – warstwy dewonu i dolnego karbonu oraz górnej jury i kredy (wapienie oksfordu i piaskowce cenomanu oraz, w mniejszym stopniu, spękane wapienie turonu), chociaż złoża węglowodorów do tej pory stwierdzono jedynie w dwóch ostatnich przypadkach (Feldman-Olszewska i in., 2017; ryc. 5). Tworzenie pułapek należy wiązać z waryscyjskimi i laramijskimi ruchami tektonicznymi. Procesy generacyjne miały miejsce głównie w neogenie, choć część węglowodorów była generowana ze skał karbonu już w późnej jurze i wczesnej kredzie, a ekspulsja nastąpiła niemal wyłącznie ze skał macierzystych syluru i ordowiku, a także w mniejszym stopniu – dewonu i karbonu (Feldman-Olszewska i in., 2017). Węglowodory wygenerowane z paleozoiku migrowały wzdłuż powierzchni uskoku i były akumulowane w warstwach dewońsko-dolnokarbońskich oraz górnourajsko-kredowych. Regionalne uszczelnienie stanowią margle senonu o miąższości 200–270 m, a dodatkowym uszczelnieniem jest seria ilasta oraz ewaporaty badenu dolnego. W przypadku starszych formacji geologicznych (dewon, karbon, jura środkowa) skał uszczelniających należy szukać wewnątrz kompleksów węglanowych, a regionalne uszczelnienie dla skał paleozoiku może stanowić ilasta seria pstrego piaskowca. Z powodu niewielkiej miąższości i płytkiego zalegania osady miocenu na obszarze Proszowice W nie wydają się perspektywiczne pod względem występowania węglowodorów.

Na obszarze Rudnik–Lipiny występuje jeden konwencjonalny system naftowy, rozwinięty w utworach miocenu (Jankowski i in., 2017a). W zapadlisku przedkarpackim generacja metanu odbywała się głównie na drodze biochemicznej, a materia organiczna jest niedojrzała. Najważniejsze skały zbiornikowe na obszarze Rudnik–Lipiny znajdują się w dolnej części profilu warstw nadewaporatowych, odpowiadającej osadom turbidytowym stożków podmorskich oraz osadom deltowym (ryc. 5). Szczególnie perspektywiczne dla występowania węglowodorów są piaszczyste osady kanałów rozprowadzających oraz osady nasypów przyujściowych. Osady równi deltowej/płytkiego szelfu generalnie nie sprzyjały powstawaniu dużych nagroma-

dzeń węglowodorów, ale akumulacji gazu można się tutaj spodziewać w wypełnieniach kanałów rozprowadzających oraz towarzyszących im osadach wałów brzegowych, nasypów przyujściowych i barier ograniczających laguny. Na obszarze przetargowym występują wielohoryzontowe pułapki stratygraficzne, uformowane i wypełnione podczas sedimentacji utworów miocenu. Podobnie synsedymacyjny charakter mają pułapki stratygraficzne, związane z powierzchniami niezgodności w spągu i wewnątrz miocenu. Innym typem są antykliny kompakcyjne, rozwinięte nad wyniesieniami podłoża, uformowane podczas procesów kompaktacji i diagenety. Funkcjonowanie miocenijskiego systemu naftowego na obszarze Rudnik–Lipiny znajduje potwierdzenie w licznych złożach gazu ziemnego udokumentowanych w bezpośrednim sąsiedztwie. Głębokość występowania poziomów zbiornikowych jest szacowana na 240–1300 m. Odrębny aspekt stanowi możliwość udokumentowania znacznych złóż węglowodorów w horyzontach uznawanych dotąd za nieperspektywiczne, w których uzyskanie przemysłowej produkcji wymaga stosowania zabiegów stymulacji umożliwiającej przyływy, analogicznie jak w przypadku złoża Kramarzówka i ostatnich odkryć PGNiG S.A. (<http://pgnig.pl/aktualnosci/-news-list/id/pgnig-odkrylo-nowe-zloza-gazu-na-podkarpaciu/newsGroupId/10184?changeYear=2018&currentPage=4>).

Na obszarze Błażowa występują trzy systemy naftowe, rozdzielone podmiocenijską powierzchnią niezgodności oraz powierzchnią nasunięcia stebnicko-skolskiego (Wójcik i in., 2017; ryc. 5). Powierzchnie te nie izolują ich całkowicie względem siebie i węglowodory wygenerowane w jednym często migrowały do sąsiednich systemów naftowych. W pierwszym, tj. w paleozoiczno-mezozoicznym systemie naftowym, najlepsze właściwości pod względem macierzystości posiadają skały ordowiku i syluru, w mniejszym stopniu środkowej jury, najlepsze zaś własności kolektorskie mają skały węglanowe dewonu i karbonu. Pułapki w podłożu paleozoiczno-mezozoicznym mają głównie charakter strukturalny/antyklinalny (np. złożo Nosówka) i stratygraficzny: poziomy złożowe wyklinowują się do ścinających je niezgodności kątowych. Ze względu na słabe rozpoznanie sejsmiczne głębokiego podłoża obszaru przetargowego wielkość pułapek jest trudna do oszacowania: 20 wyniesień podłoża prekambryjsko-paleozoiczno-mezozoicznego, rozpoznanych w starszych obrazach sejsmicznych w obrębie i bliskim sąsiedztwie obszaru Błażowa, osiąga amplitudy od 20 do 365 m i średnią powierzchnię ok. 3 km<sup>2</sup>. Paleozoiczna część systemu jest uszczelniona skałami triasu lub miocenu zapadliska przedkarpackiego, cały system uszczelnia podmiocenijska powierzchnia niezgodności. System naftowy miocenu autochtonicznego jest perspektywiczny dla występowania złóż gazu o genezie biogenicznej i ewentualnie gazu generowanego w niskotemperaturowych procesach przemian termogenicznych. Architektura osadów miocenu sprzyja występowaniu wielowarstwowych złóż gazu w bliskim sąsiedztwie obszaru przetargowego. W sukcesji pojawiają się naprzemiennie horyzonty drobnoklastycznych skał wzbogaconych w materię organiczną (pełnią one zarówno rolę skał macierzystych, jak i uszczelniających) i warstwy mułowców oraz piaskowców w roli kolektorów. Najczęstszym typem pułapek strukturalnych są antykliny kompakcyjne, rozwinięte nad wyniesieniami prekambryjsko-



-dolnokambryjskiego lub paleozoicznego i mezozoicznego podłoża. Antykliny kompakcyjne w obrębie obszaru przetargowego Błażowa zostały wykartowane sejsmicznie w okolicach Skopowa i Drohobyczki, występują też najprawdopodobniej ponad wyniesieniami podłoża Tarnawki, Husowa, Dylągówki, Kielnarowej, Hadli Szklarskich, Szklar, Dynowa W i Dynowa E. Antykliny kompakcyjne są pułapkami dla złóż gazu Jodłówka, Zalesie, Kielanówka, Nosówka i innych w bliskim sąsiedztwie Błażowej. Drugim typem pułapek strukturalnych są fałdy z poddarcia, związane z nasunięciem płaszczowiny skolsko-stebnickiej. Akumulacje gazowe są tutaj uszczelnione przez strefę nasunięcia od strony południowej, a od strony północnej ograniczone konturem gaz/woda. Pułapki strukturalne tego typu zawierają znaczące zasoby gazu w takich złożach jak Husów–Albigowa–Krasne, Jodłówka–Rączyna i innych. Oprócz pułapek strukturalnych, w utworach autochtonicznego miocenu powszechnie występują pułapki stratygraficzne z wyklinowania i związane z powierzchniami niezgodności. Nadkład stanowi flisz jednostki skolskiej. Najpłycej położony system naftowy na obszarze Błażowa jest wykształcony w jednostkach karpackich. Najlepszymi skałami macierzystymi są tutaj dolnokredowe łupki spaskie i oligoceńsko-miocenijskie łupki menilitowe, podczas gdy skałami o najlepszych właściwościach kolektorskich są oligoceńsko-miocenijskie piaskowce kliwskie. Niezależnie od konwencjonalnych skał zbiornikowych dla węglowodorów, w Karpatach występują formacje piaskowców zbiornikowych wieku dolnokredowego, górnokredowo-paleoceńskiego oraz dolnooligocenijskiego, których charakterystyka petrofizyczna pozwala je zaliczyć do kategorii związłych skał zbiornikowych. Za perspektywiczne dla występowania gazu zamkniętego w płaszczowinie skolskiej są uznawane piaskowce warstw inoceramowych.

Na obszarze Wetlina funkcjonuje skomplikowany system naftowy rozwinięty w jednostkach karpackich i – być może – czerpiący z ich podłoża (Jankowski i in., 2017b; ryc. 5). Wiele elementów systemu naftowego Karpat wymaga ponownego rozważenia, zwłaszcza jeśli chodzi o pochodzenie rop karpackich, ścieżki migracji czy wreszcie charakter i geometrię pułapek, a nawet wielkość ekspulsji w historii orogenu. Przekonanie o istnieniu jedynie kompresyjnego (głównie transpresyjnego) etapu rozwoju tektonicznego w procesie formowania Karpat sprzyja przyjęciu koncepcji krótkich ścieżek migracji i braku dalekiego transportu między kuchnią węglowodorów a skałami zbiornikowymi. W zasadniczy sposób wpływa to na rozważania nad pochodzeniem rop karpackich i ogranicza poszukiwania do stref płytkich: wyszukiwania w sekcjach sejsmicznych pułapek o geometrii antyklin nadnasuwczych. Tymczasem, pomijany był dotąd problem remigracji węglowodorów podczas etapów deformacji o charakterze ekstensyjnym, w których dochodziło do otwierania systemów geochemicznych i opróżniania istniejących złóż. Etapy ekstensji stwarzały warunki dla migracji węglowodorów ze znacznie głębszych horyzontów. Strefy melanży, w zależności od etapu tektonicznego, mogą zaś stanowić drogi szybkiej migracji węglowodorów lub strefy uszczelnienia. Poważny problem stanowi jednak jakość skał zbiornikowych. Na obszarze Wetlina najlepsze parametry zbiornikowe wydają się mieć warstwy lgockie, piaskowce istebnianskie dolne i górne, piaskowce ciężkowickie i piaskowce krośnieńskie w jednostce śląskiej

oraz piaskowce cergowskie i warstwy krośnieńskie w jednostce dukielskiej (Jankowski i in., 2017b; ryc. 5). Skały zbiornikowe Karpat nie wykazują jednak ekstremalnie dużych porowatości. Dla wielu horyzontów geologicznych podstawowa droga transportu węglowodorów to systemy szczelin. Są one również istotnym elementem zwiększającym pojemność potencjalnych złóż. Czynnikiem to z Karpat jeden z najbardziej perspektywicznych obszarów znalezienia i opłacalnej eksploatacji złóż typu *tight* oraz złóż traktowanych jako nieperspektywiczne ze względu na niskie parametry zbiornikowe i filtracyjne (Jankowski i in., 2017b).

**Złoża węglowodorów.** Na obszarach przetargowych Proszowice W, Rudnik–Lipiny i Błażowa nie udokumentowano jak dotąd złóż węglowodorów, licznie występują one jednak w bliskim sąsiedztwie (Feldman-Olszewska i in., 2017, Jankowski i in., 2017a, Wójcik i in., 2017; ryc. 3). W pobliżu Proszowice W występują złoża ropy naftowej Pławowice, Mniszów, Grobla w utworach górnej jury i cenomanu, które mogą być traktowane jako analogi dla poszukiwań na obszarze przetargowym. Łączne zasoby wydobywalne bilansowe ropy naftowej w tych złożach wynoszą 439,33 tys. t, zasoby przemysłowe – 25,27 tys. t, a roczne wydobywanie – 8,31 tys. t (Bilans..., 2017). Dodatkowo, w utworach kredy – cenomanu i turonu znajdują się złoża gazu ziemnego Rajska i Ryłowa o łącznych zasobach wydobywalnych bilansowych 521,01 mln m<sup>3</sup>, zasobach przemysłowych 129,63 mln m<sup>3</sup> i wydobywaniu rocznym 32,72 mln m<sup>3</sup> (*op. cit.*). Gaz ziemny występuje również w utworach jury górnej w złożach Łątkta i Łapanów, przede wszystkim jednak w utworach miocenu zapadliska przedkarpackiego w złożach Dąbrówka, Grabina–Nieznanowice, Grądy Bocheńskie, Jadowniki, Raciborsko, Rysie i Szczepanów. Łączne zasoby wydobywalne gazu ziemnego w tych złożach wynoszą 1805,31 mln m<sup>3</sup>, zasoby przemysłowe – 426,96 mln m<sup>3</sup>, a wydobywanie roczne – 19,45 mln m<sup>3</sup> (*op. cit.*).

W bliskim sąsiedztwie obszaru przetargowego Rudnik–Lipiny występują liczne złoża gazu ziemnego w utworach miocenu zapadliska przedkarpackiego, m.in.: Biszczka, Jeżowe NW, Księżpól, Kuryłówka, Lipnica–Dzikowiec, Markowice, Nowosielec, Potok Górny, Sarzyna i Żołynia–Leżajsk. Łączne zasoby wydobywalne gazu ziemnego w tych złożach wynoszą 1481,75 mln m<sup>3</sup>, zasoby przemysłowe – 308,02 mln m<sup>3</sup>, a wydobywanie roczne – 68,15 mln m<sup>3</sup> (*op. cit.*).

Na obszarze Błażowa analogiem dla poszukiwań złóż węglowodorów może być położone w bliskim sąsiedztwie złoża Nosówka o zasobach wydobywalnych bilansowych ropy naftowej 44,05 tys. t, zasobach przemysłowych szacowanych na 27,50 tys. t i wydobywaniu rocznym 3,24 tys. t (*op. cit.*). W sąsiedztwie Błażowej jest również czerpany gaz ziemny z utworów dewonu podłoża Karpat oraz z utworów miocenu zapadliska przedkarpackiego pod nasunięciem i u czoła nasunięcia karpackiego. Są to złoża Kielanówka–Rzeszów, Trzebowniko i Zalesie o zasobach wydobywalnych bilansowych gazu ziemnego 4357,13 mln m<sup>3</sup>, zasobach przemysłowych szacowanych na 442,26 mln m<sup>3</sup> i wydobywaniu rocznym 193,94 mln m<sup>3</sup> (*op. cit.*). Ponadto, z samodzielnych złóż miocenijskich jest czerpany gaz w złożach Husów, Husów–Albigowa–Krasne, Jodłówka, Kramarzędka, Rączyna i Załęże. Zasoby wydobywalne

bilansowe tych złóż wynoszą 4444,28 mln m<sup>3</sup>, zasoby przemysłowe są szacowane na 2131,74 mln m<sup>3</sup>, a wydobyte w 2017 r. wyniosło 35,11 mln m<sup>3</sup> (*op. cit.*).

Na obszarze Wetlina znajduje się jedno udokumentowane złożo gazu ziemnego – Wetlina (Jankowski i in., 2017b) o zasobach pozabilansowych szacowanych na 73,00 mln m<sup>3</sup> (Bilans..., 2017). W bliskim – północno-wschodnim sąsiedztwie obszaru przetargowego znajdują się jeszcze złoża ropy naftowej Zatwarnica i Dwernik o łącznych zasobach wydobywalnych bilansowych ropy naftowej 1,26 tys. t, zasobach pozabilansowych 1,82 tys. t, zasobach przemysłowych szacowanych na 1,34 tys. t i wydobywaniu rocznym 0,34 tys. t (*op. cit.*).

**Otwory wiertnicze i sejsmika.** Na obszarze Proszowice W (Feldman-Olszewska i in., 2017) wykonano 84 otwory wiertnicze, sięgające utworów jury (Baczków 1; Czuszów 1; Dodów 1, 2, 3; Działoszyce 1, 2; Gawłówek 1; Głuchów 1, 2; Grabie 1, 2; Grobla 34; Grobla-Zachód 1; Gunów-Wilków; Ispina 1, 2; Kadzice 1; Kazimierza Wielka 1, 4, 10, 12; Klimontów 1; Klontów 1; Koniusza 1; Kózki 1, 2, 4; Małoszów 1; Marszowice 1; Mikuszowice 1; Mniszów 2, 4, 14, 16; Muniakowice 1; Nadzów 1; Nasiechowice 1; Niepołomice 1, 3, 4, 7, 8, 9; Pławowice 12, 16, 19, 21, 25, 309, 323, E-1, E-2; Proszowice 1; Puszcza 2, 6, 7, 8, 9, 11, 14, P-1, P-3, P-4; Raclawice 1, 2; Rudno 1; Skalbmierz 3, 4, 5; Skorczów 1; Słomniki 2, 3, 4, IG-1; Tropiszów 1; Wielgus 1, 2, 3; Wyciąże 1, 2, 3, 4, 6 i Zielona 1; ryc. 3). Sejsmika 2D obejmuje 77 profili o łącznej długości 615,4 km.

W granicach obszaru przetargowego Rudnik-Lipiny (Jankowski i in., 2017a) wykonano 16 otworów wiertniczych, nawiercających horyzonty perspektywiczne (Bystre 1, 2; Kończyce 1; Krzeszów 1, 3, 4; Lipiny 1, 2; Lipiny Górne 1; Nowa Wieś 1, 2; Nowosielec 1; Rudnik 2, 3, 4 i Sieraków Nowy 1; ryc. 3). Wykonano też 60 profili sejsmiki 2D o łącznej długości ok. 595 km, brak jednak sejsmiki 3D.

Cztery głębokie otwory wiertnicze sięgnęły utworów perspektywicznych na obszarze Błazowa (Dynów 1; Szklary IG-1; Żyznów 4, 5; Wójcik i in., 2017; ryc. 3). Kolejnych 7 otworów znajduje się w bliskim sąsiedztwie (Babica IG-1; Bachórzec 1; Drohobyczka 1, 3; Hadle Szklarskie 1; Hermanowa 1; Kielnarowa 1). Sejsmika 2D obejmuje 61 profili o łącznej długości ok. 470 km, brak sejsmiki 3D.

Na obszarze Wetlina (Jankowski i in., 2017b) wykonano 8 otworów przewiercających lub nawiercających otwory perspektywiczne (Wetlina IG-1, IG-2, IG-3, 4, 5, 6, 7, 8; ryc. 3). Badania sejsmiczne 2D obejmują tylko jeden profil o długości 2,44 km.

**Infrastruktura techniczna.** W południowo-zachodniej części obszaru przetargowego Proszowice W przebiega gazociąg wysokiego ciśnienia Łukanowice-Zederman (DN500/8,4 MPa), który ma odgałęzienie do stacji gazowych Niepołomice i Staniątka. Do 2020 r. ma powstać gazociąg wysokiego ciśnienia Pogórska Wola-Tworzeń (DN 1000/8,4 MPa), który będzie przebiegał przez gminy Kazimierza Wielka, Skalbmierz, Pałecznicza, Radziemice i Słomniki (Feldman-Olszewska i in., 2017). Na obszarze Rudnik-Lipiny znajdują się nitka gazociągu DN 300 oraz nitka gazociągu DN 700, planowane do rozbudowy do roku 2020 (Jankowski i in., 2017a). Według danych Operatora Gazociągów Przemysłowych Gaz-System S.A., na

obszarach Błazowa i Wetlina nie ma infrastruktury przemysłowej umożliwiającej dystrybucję gazu ziemnego (Jankowski i in., 2017b; Wójcik i in., 2017).

**Ograniczenia środowiskowe.** Na obszarach przetargowych Proszowice W, Rudnik-Lipiny, Błazowa i Wetlina prowadzenie działalności poszukiwawczej i wydobywczej dla węglowodorów może ograniczać m.in. występowanie obszarów chronionych Natura 2000 SOO i OSO oraz rezerwy przyrody (Feldman-Olszewska i in., 2017; Jankowski i in., 2017a, b; Wójcik i in., 2017). Pokrywają one od 0,5% (Błazowa) przez 9,4% (Proszowice W) i 16,3% (Rudnik-Lipiny) do 100% (Wetlina) ich powierzchni. Dodatkowo 98,5% powierzchni obszaru Wetlina znajduje się na terenie parku narodowego.

**Minimalny zakres fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej dla przyszłego koncesjonobiorcy.** Dla obszarów Proszowice W, Rudnik-Lipiny, Błazowa i Wetlina (Feldman-Olszewska i in., 2017; Jankowski i in., 2017a, b; Wójcik i in., 2017) czas trwania fazy poszukiwawczo-rozpoznawczej wynosi 5 lat. Pierwszy etap (12 miesięcy) dla obszarów Proszowice W, Rudnik-Lipiny i Wetlina przewiduje analizę archiwalnych danych geologicznych. Dla obszaru Błazowa pierwszy etap (24 miesiące) obejmuje dodatkowo zakup danych sejsmicznych Błazowa-Dynów 2D lub wariantowo realizację nowego zdjęcia sejsmicznego 2D (50 km PW). W drugim etapie (12 miesięcy) konieczne jest wykonanie:

- sejsmiki 2D o długości co najmniej 70 km PW (Proszowice W),
- sejsmiki 2D o długości co najmniej 50 km PW (Rudnik-Lipiny),
- sejsmiki 3D o powierzchni co najmniej 85 km PW (Wetlina).

Natomiast dla Błazowej (24 miesiące)

- wykonanie jednego odwiertu o głębokości min. 5100 m i max. 6500 m TVD z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych i pełnym zestawem badań geofizycznych, umożliwiających interpretację litologii, nasyczeń płynami złożowymi i właściwości petrofizycznych, jak również zapewnienie bezpieczeństwa podczas wykonywania prac wiertniczych. W przypadku odkrycia złoża – wykonanie testów złożowych i określenie parametrów wydobywania.

W trzecim etapie (24 miesiące) wymagane jest wykonanie otworu poszukiwawczego wraz z obligatoryjnym rdzeniowaniem interwałów perspektywicznych i pomiarami geofizycznymi umożliwiającymi analizę petrofizyczną litologii i nasycenia oraz bezpieczne wykonanie robót górniczych; w przypadku odkrycia wykonanie testów i udostępnienie złoża. Głębokości otworów wynoszą:

- max. 1500 m TVD na obszarze Proszowice W,
- min. 600 m i max. 1300 m TVD na obszarze Rudnik-Lipiny,
- max. 5000 m TVD na obszarze Wetlina.

Trzeci etap na obszarze Błazowa (12 miesięcy) oraz czwarty etap na pozostałych obszarach (12 miesięcy) obejmuje analizę uzyskanych danych.

## PODSUMOWANIE

Obszary: Proszowice W, Wetlina, Błazowa, Rudnik-Lipiny (małopolska prowincja naftowa) i Ryki (lubelska



pn), a także, opisane w poprzednim numerze *Przeglądu Geologicznego* (Jagielski i in., 2018): Chodzież, Piła, Leszno, Konin (wielkopolska pn), Sierpowo, Orle, Chełmno (pomorska pn), Wejherowo, Bytów i Braniewo–Miłakowo (gdańska pn), są dedykowane do trzeciej rundy postępowań przetargowych na koncesje na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węgłowodórów oraz wydobywanie węgłowodórów ze złóż. Perspektywy poszukiwawcze na obszarach małopolskiej prowincji naftowej (Proszowice W, Wetlina, Błażowa, Rudnik–Lipiny) są związane z konwencjonalnymi nagromadzeniami ropy i gazu w jednostkach Karpat, zapadlisku przedkarpackim oraz w ich paleozoiczno-mezozoicznym podłożu. Na obszarze Ryki (lubelska prowincja naftowa) perspektywy poszukiwawcze są związane utworami górnego dewonu i karbonu, w których spodziewane są konwencjonalne nagromadzenia ropy naftowej i gazu ziemnego, a także z możliwością występowania gazu zamkniętego w wapieniach i dolomitach franu.

Procedura przetargowa zakłada nieograniczony dostęp do prowadzenia działalności poszukiwawczej i wydobywawczej złóż węgłowodórów i jest zgodna z Dyrektywą Węgłowodorową Unii Europejskiej (Dyrektywa, 1994).

Prace sfinansował Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach projektu nr 22-5004-1502-08-0 pt. *Zadania państwa wykonywane przez państwową służbę geologiczną dla potrzeb opracowania oceny perspektywiczności geologicznej zasobów złóż węgłowodórów oraz przygotowania materiałów przetargowych dla organu koncesyjnego na podstawie art. 162.1 par. 6 pr.g.g. Zadanie 8. Ocena perspektywiczności geologicznej zasobów złóż węgłowodórów oraz przygotowanie materiałów na potrzeby przeprowadzenia postępowania przetargowego w celu udzielenia koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie lub wydobywanie złóż węgłowodórów – etap II.*

## LITERATURA

- BILANS zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2017 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BUŁA Z. 2000 – Dolny paleozoik Górnego Śląska i zachodniej Małopolski. Pr. Państw. Inst. Geol., 171: 1–89.
- BUŁA Z., HABRYN R. 2008 – Opracowanie map geologiczno-strukturalnych paleozoicznego podłoża Karpat zewnętrznych i zapadliska przedkarpackiego i określenie na ich tle prawidłowości i rozprzestrzenienia złóż węgłowodórów. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- DYREKTYWA 94/22/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 30 maja 1994 r. w sprawie warunków udzielania i korzystania z zezwoleń na poszukiwanie, badanie i produkcję węgłowodórów. Dz.U. WE L 164 z 30.06.1994 r.
- FELDMAN-OLSZEWSKA A., ADAMCZAK-BIAŁY T., ALEKSANDROWSKI P., BECKER A., BLIŹNIUK A., BRZEZIŃSKI D., CZAPIGO-CZAPLA M., DYMOWSKI W., FABIAŃCZYK J., GROTEK I., GRUDZIEN T., JASIONOWSKI M., KAFARA D., KIERSNOWSKI H., KIJEWSKA S., KOZŁOWSKA O., LASKOWICZ R., LESZCZYŃSKI K., MUSIATEWICZ M., PETECKI Z., ROSOWIECKA O., SOKOŁOWSKI J., WOŁKOWICZ K., WÓJCIK K., WYRWALSKA U. 2017 – Pakiet danych geologicznych do postępowania przetargowego na poszukiwanie złóż węgłowodórów. Obszar przetargowy „Proszowice W”. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HELCEL-WEIL M., DZIĘGIEŁOWSKI J. 2003 – Basen lubelski – wyniki złożowe dotychczasowych prac i ich znaczenie dla dalszych poszukiwań. Prz. Geol., 51: 764–770.  
<https://bip.mos.gov.pl/koncesje-geologiczne/przetargi-na-koncesje-na-poszukiwanie-rozpoznawanie-i-wydobywanie-weglowodorow/>  
<http://pgnig.pl/aktualnosci/-news-list/id/pgnig-odkrylo-nowe-zloza-gazu-na-podkarpaciu/newsGroupId/10184?changeYear=2018&currentPage=4>  
<https://www.pgi.gov.pl/obszary-przetargowe.html>
- JAGIELSKI G., FELDMAN-OLSZEWSKA A., JANAS M., KIERSNOWSKI H., KRZYŻAK E., PODHALAŃSKA T., ROSZKOWSKA-REMIN J., SOBIEN K., WÓJCIK K. 2018 – Ropa naftowa i gaz ziemny w Polsce – obszary perspektywiczne oraz postępowanie przetargowe w 2018 r. (część I). Prz. Geol., 66 (12): 724–740
- JANKOWSKI L., BRZEZIŃSKI D., CHMIELEWSKI A., CZAPIGO-CZAPLA M., DYMOWSKI W., DYRKA I., FABIAŃCZYK J., GARECKA M., JASIONOWSKI M., JUGOWIEC D., KAFARA D., KOPCIEWSKI R., KOSTRZ-SIKORA P., KOZŁOWSKA O., KUĆ P., LASKOWICZ R., ROSOWIECKA O., SKOWROŃSKI L., SZYDŁO A., WOŁKOWICZ K., WOŁKOWICZ S., WÓJCIK K. 2017a – Pakiet danych geologicznych do postępowania przetargowego na poszukiwanie złóż węgłowodórów. Obszar przetargowy „Rudnik–Lipiny”. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JANKOWSKI L., BRZEZIŃSKI D., CZAPIGO-CZAPLA M., FABIAŃCZYK J., GARECKA M., JASIONOWSKI M., JUGOWIEC D., KAFARA D., KOPCIEWSKI R., KOSTRZ-SIKORA P., KOZŁOWSKA O., KUĆ P., LASKOWICZ R., ROSOWIECKA O., SZYDŁO A., WÓJCIK K. 2017b – Pakiet danych geologicznych do postępowania przetargowego na poszukiwanie złóż węgłowodórów. Obszar przetargowy „Wetlina”. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KARNKOWSKI P. – 1997 Baseny sedymentacyjne a prowincje naftowe Polski – zarys problematyki. Prz. Geol., 45: 1061–1067.
- KARNKOWSKI P. 2007 – Petroleum provinces in Poland. Prz. Geol., 55: 989–995.
- KRAWIEC D., DZWINEŁ K., MAYER K., JĘDRYS J., WRÓBLEWSKA K., ZUBRZYCKI Z., INDYK A., MOLENDĄ I., WOJTANOWSKI K. 2012 – Dokumentacja wyników badań sejsmicznych. Temat: Interpretacja danych sejsmicznych 2D Błażowa-Dynów, rok 2011. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- MAKSYM A., ŚMIST P., PIETRUSIAK M., STARYSZAK G., LISZKA B. 2003 – Nowe dane o rozwoju utworów dolnopaleozoicznych w rejonie Sędziszów Małopolski-Rzeszów w świetle wyników wiercenia Hermanowa-1. Prz. Geol., 51: 412–418.
- MILACZEWSKI L., RADLICH K., NEHRING M., HAJŁASZ B. 1983 – Osady dewonu w podłożu północno-zachodniej części lubelskiego odcinka niecki brzeźnej. Biul. Inst. Geol., 344: 23–56.
- MYŚLIWIEC M. 2004a – Typy pułapek gazu ziemnego i strefowość występowania złóż w osadach miocenu wschodniej części zapadliska przedkarpackiego. Prz. Geol., 52: 657–664.
- MYŚLIWIEC M. 2004b – Miocenne skały zbiornikowe zapadliska przedkarpackiego. Prz. Geol., 52: 581–592.
- POPRAWA P., MALATA T., OLSZEWSKA B., SZYDŁO A., GARECKA M. 2010 – Rekonstrukcja systemów naftowych Karpat Zewnętrznych. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- RADKOVETS N., KOTARBA M., WÓJCIK K. 2017 – Source rock geochemistry, petrography of reservoir horizons and origin of natural gas in the Devonian of the Lublin and Lviv basins (SE Poland and western Ukraine). Geol. Quart., 61: 569–589.
- SIKORSKA-JAWOROWSKA M., BECKER A., BLIŹNIUK A., BRZEZIŃSKI D., CZAPIGO-CZAPLA M., DYMOWSKI W., DYRKA I., FABIAŃCZYK J., FELDMAN-OLSZEWSKA A., GABRYŚ-GODLEWSKA A., GROTEK I., GRUDZIEN T., JASIONOWSKI M., KAFARA D., KIJEWSKA S., KLIMUSZKO E., KOZŁOWSKA A., KOZŁOWSKA O., KRZEMIŃSKI L., LASKOWICZ R., LESZCZYŃSKI K., MUSIATEWICZ M., NARKIEWICZ M., PETECKI Z., ROMAN M., ROSOWIECKA O., SOBIEN K., SOKOŁOWSKI J., WOŁKOWICZ K., WÓJCIK K., WYRWALSKA U., ZDANOWSKI A. 2017 – Pakiet danych geologicznych do postępowania przetargowego na poszukiwanie złóż węgłowodórów. Obszar przetargowy „Ryki”. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WÓJCIK K., PERYT T., ADAMCZAK-BIAŁY T., BRZEZIŃSKI D., CZAPIGO-CZAPLA M., FABIAŃCZYK J., GŁUSZYŃSKI A., GRUDZIEN T., JASIONOWSKI M., KAFARA D., KIJEWSKA S., KOSTRZ-SIKORA P., KOZŁOWSKA O., LASKOWICZ R., ROSOWIECKA O., SOBIEN K., SOKOŁOWSKI J., WYRWALSKA U. 2017 – Pakiet danych geologicznych do postępowania przetargowego na poszukiwanie złóż węgłowodórów. Obszar przetargowy „Błażowa”. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŻELAŻNIEWICZ A., ALEKSANDROWSKI P., BUŁA Z., KARNKOWSKI P.H., KONON A., OSZCZYPKO N., ŚLĄCZKA A., ŻABA J., ŻYTKO K. 2011 – Regionalizacja Geologiczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław.
- ŻELICHOWSKI A.M., PORZYCKI J. 1983 – Mapa strukturalno-geologiczna bez utworów młodszych od karbonu. [W:] Żelichowski A.M., Kozłowski S. (red.), Atlas geologiczno-surowcowy obszaru lubelskiego. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Praca wpłynęła do redakcji 28.11.2018 r.  
Akceptowano do druku 29.11.2018 r.