

SPIS TREŚCI

► PREZENTACJE

ZAPADLIKA PRZEDKARPACKIE JAKO MODEL BASENÓW KARPACKICH Paweł Henryk Karnkowski	9
BADANIA KARPAT – ZAPADLIKA W KARTOGRAFII GEOLOGICZNEJ OKRESU MIĘDZYWOJENNEGO – W 100-LECIE PIG Stanisław Wołkowicz & Krystyna Wołkowicz	18
WODY LECZNICZE UZDROWISK IWONICZA-ZDROJU I RYMANOWA-ZDROJU Józef Chowaniec	23
WYKORZYSTANIE POŁĄCZONEJ INWERSJI GEOFIZYCZNYCH DANYCH POWIERZCHNIOWYCH W PRZETWARZANIU DANYCH SEJSMICZNYCH - PRZYKŁADY Z REJONU KARPAT WSCHODNICH Adam Cygał, Michał Stefaniuk, Michał Martuś & Jolanta Pilch	25
NOWE SPOJRZENIE NA WARSTWY KROŚNIEŃSKIE FAŁDU GORLIC Arkadiusz Drozd & Piotr Dziadzio	26
CHARAKTERYSTYKA PRZESTRZENI POROWEJ ŁUPKÓW MENILITOWYCH NA PODSTAWIE BADAŃ POROZYMETRII RTĘCIOWEJ I ADSORPCJI AZOTU Lidia Dudek	27
PROPOZYCJA UTWORZENIA GEOPARKU W BIESZCZADACH WYSOKICH Grzegorz Haczewski	29
MODELOWANIA STRUKTURALNE ORAZ POWIERZCHNIOWE DANE GEOLOGICZNE JAKO NARZĘDZIA W INTERPRETACJI DANYCH SEJSMICZNYCH Z REJONU KARPAT ZEWNĘTRZNYCH Piotr Hadro, Jan Barmuta, Krzysztof Starzec & Michał Stefaniuk	30
ZASOBY I MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA WÓD TERMALNYCH W REJONIE WSCHODNICH KARPAT POLSKICH W ŚWIELE POGŁĘBIONEJ ANALIZY STRUKTURALNO-PARAMETRYCZNEJ Marek Hajto & Bartosz Papiernik	31
ROPA NAFTOWA I GAZ ZIEMNY W POLSCE: POSTĘPOWANIA PRZETARGOWE I PRZETARG INWESTORSKI (<i>OPEN DOOR</i>) W 2019 ROKU Grzegorz Jagielski, Hubert Kiersnowski, Aleksandra Kozłowska, Ewelina Krzyżak, Marta Kuberska, Łukasz Smajdor, Marcin Wesołowski, Wójcik Krystian & Tomasz Żuk	33
HISTORIA WYDOBYCIA ROPY NAFTOWEJ W KARPATACH Jan Kołek	35
PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA ANALIZY KONCENTRACJI RADONU W POWIETRZU GLEBOWYM DO WERYFIKACJI LOKALIZACJI USKOKÓW – ŁUSKA BYSTREGO, KARPATY Sylwia Kowalska, Leszek Jankowski & Jaromir Probulski	36
W JAKICH WARUNKACH GEOLOGICZNYCH WYSTĘPUJĄ OSUWISKA W SUDETACH I CZY MOGĄ MIEĆ ONE ZWIĄZEK Z AKTYWNOŚCIĄ NEOTEKTONICZNĄ? Aleksander Kowalski & Małgorzata Makoś	37
ROZWÓJ STRUKTURALNY ROWU WLENIA (SYNKLINORIUM PÓŁNOCNOSUDECKIE) Aleksander Kowalski	38
DROGI MIGRACJI WĘGLOWODORÓW W KARPATACH Grzegorz Leśniak	39
CZY USKOK KRAKÓW-LUBLINIEC JEST KOPALNĄ GRANICĄ TERRANÓW? Stanisław Mazur, Mariusz Paszkowski, Martin J. Timmerman & Jiří Sláma	40
WYBRANE ZAGADNIENIA PRZETWARZANIA DANYCH SEJSMICZNYCH W KARPATACH FLISZOWYCH DLA ODTWORZENIA MODELU STRUKTURALNEGO I ROZPOZNAWANIA POTENCJALNYCH PUŁAPEK NAFTOWYCH. ANALIZA PROBLEMU W REJONIE STRUKTURY STRACHOCINA ORAZ REGIONU LESZCZOWATE-ŁODYNA Krzysztof Pieniędzy, Piotr Misiaczek, Michał Stefaniuk & Tomasz Maćkowski	41
GRODZISKO SANTOK W ŚWIELE FOTOGRAFIOMETRII BSL Andrzej Piotrowski, Grzegorz Stępień & Marek Zygmunt	42
APPLICATION OF PALEO-HYDROGEOLOGICAL METHODS OF CURRENT RESEARCH FOR SUBSTANTIATION OF NEW CRITERIA FOR HYDROCARBON PROSPECTING IN THE OUTER ZONE OF THE CARPATHIAN FOREDEEP Andriy Poberezhskyy, Halyna Medvid & Olga Teleguz	43

POTENCJAŁ DLA WYSTĘPOWANIA NIEKONWENCJONALNYCH ZŁOŻ WĘGLOWODORÓW W KARPATACH ZEWNĘTRZNYCH (POLSKA, UKRAINA, CZECHY) Paweł Poprawa, Grzegorz Machowski, Paweł Kosakowski, Yuri Koltun, Jarosław Zacharski, Bartosz Papiernik, Juraj Franců, Andrzej Maksym & Tomasz Malata	44
HYBRYDOWY SUBKONWENCJONALNY SYSTEM NAFTOWY ZAPADLIKA PRZEDKARPACKIEGO Paweł Poprawa, Grzegorz Machowski, Jerzy Hadro, Bartosz Papiernik, Paweł Kosakowski, Szczepan Porębski, Mariusz Słyś & Andrzej Maksym	45
MINERALIZACJA POLIMETALICZNA W KAMIENIOŁOMIE JÓZEFA KOŁO GÓRNA, GÓRY ŚWIĘTOKRZYSKIE Piotr Lenik & Sylwester Salwa.	46
POWIERZCHNIOWE BADANIA GEOCHEMICZNE W ZASTOSOWANIU DO BADANIA SZCZELNOŚCI ZLIKWIDOWANYCH, NAFTOWYCH OTWORÓW WIERTNICZYCH Henryk Sechman, Anna Twaróg, Adrianna Góra, Piotr Guzy & Marek Dzieńiewicz.	47
NOWA ODSŁONA STRONY INTERNETOWEJ PTG – RAZEM DLA NAS Rafał Sikora & Andrzej Świąder	48
STANDARYZACJA ARCHIWALNYCH PROFILOWAŃ GAMMA NA PODSTAWIE POMIARÓW RDZENI WIERTNICZYCH Rafał Skupio, Benedykt Kubik, Marek Dohnalik & Krzysztof Wolański	49
MIOCEŃSKI SYSTEM NAFTOWY W STREFIE BRZEŻNEJ NASUNIĘCIA KARPAT ZEWNĘTRZNYCH – PERSPEKTYWY DLA POSZUKIWAŃ ZŁOŻ NIEKONWENCJONALNYCH Tomasz Słoczyński, Krzysztof Sowizdżał & Marek Stadmüller.	50
HISTORIA I PERSPEKTYWY PRAC POSZUKIWAWCZYCH W UTWORACH MIOCENU ZAPADLIKA PRZEDKARPACKIEGO ORAZ FLISZU KARPACKIEGO Mariusz Słyś	51
WARSTWY ISTEBNIAŃSKIE – ICH ROLA W SYSTEMIE NAFTOWYM KARPAT Karol Spunda & Irena Matyasik	52
USKOK KNIAŻYC I JEGO WPŁYW NA ARCHITEKTURĘ SEDYMENTACYJNĄ UTWORÓW AUTOCHTONICZNYCH MIOCENU Grzegorz Staryszak, Andrzej Maksym & Mariusz Słyś	53
THE EVOLUTION OF THE OPHIOLITES OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS Oksana Stupka	54
THE QUESTION OF THE ORIGIN OF OIL – A NEW LOOK AT THE OLD PROBLEM Orest Stupka	55
POWIERZCHNIOWE METODY GEOCHEMICZNE JAKO NARZĘDZIE DO IDENTYFIKACJI POTENCJALNYCH STREF DLA MIGRACJI GAZÓW ZE ŹRÓDEŁ WGŁĘBNYCH DO STREFY PRZYPOWIERZCHNIOWEJ – NA PRZYKŁADZIE POLSKICH KARPAT ZEWNĘTRZNYCH Anna Twaróg, Henryk Sechman, Adrianna Góra & Piotr Guzy	56
REGIONALNE ZRÓŻNICOWANIE FACJI SEDYMENTACYJNYCH I SYSTEMU DYSTRYBUCYJNEGO WARSTW CERGOWSKICH (OLIGOCEN) MIĘDZY SKRZYDLNĄ NA W A STARINĄ (SŁOWACJA) W JEDNOSTCE DUKIELSKIEJ NA E Marek Wendorff, Aneta Siemińska & Joanna Pszonka	57
WPŁYW PRAC POSZUKIWAWCZYCH ZA ZŁOŻAMI WĘGLOWODORÓW NA WERYFIKACJĘ BUDOWY GEOLOGICZNEJ POLSKI W OBSZARACH DZIAŁALNOŚCI ORLEN UPSTREAM Jarosław Zacharski, Arkadiusz Buniak & Magdalena Piątkowska	58

➤ **SESJE TERENOWE**

SESJA TERENOWA ➤A

WYBRANE PROBLEMY GEOLOGII STRUKTURALNEJ

W POŁUDNIOWO-WSCHODNIEJ CZĘŚCI POLSKIEGO SEGMENTU KARPAT ZEWNĘTRZNYCH

Rafał Sikora, Piotr Strzelecki, Natalia Radzik, Anna Świerczewska, Antek Tokarski, Jacek Rubinkiewicz & Grzegorz Haczewski. .	61
➤PUNKT 1. WITRYŁÓW – POFAŁDOWE DAJKI KLASTYCZNE. ZAPIS PÓŻNEJ DEFORMACJI TEKTONICZNEJ PŁASZCZOWINY SKOLSKIEJ (49°39'41.0"N 22°15'55.4"E) Natalia Radzik, Piotr Strzelecki, Anna Świerczewska & Antek Tokarski	63
➤PUNKT 2. DOŁŻYCA - STREFA NASUNIĘCIA WSTECZNEGO W MIKROTEKTONICZNYM OBRAZIE WSTĘG DEFORMACYJNYCH (49°13'33"N 22°21'35"E / 49°13'41"N 22°21'50"E) Piotr Strzelecki, Natalia Radzik, Anna Świerczewska & Antek Tokarski	65
➤PUNKT 3. KAMIENIOŁOM „KRYWE” – PROBLEMATYKA OSUWISK STRUKTURALNYCH W PAŚMIE OTRYTU Jacek Rubinkiewicz, Rafał Sikora & Aleksander Biel	68
➤PUNKT 4. PROPOZYCJA UTWORZENIA GEOPARKU W BIESZCZADACH WYSOKICH Grzegorz Haczewski	72

SESJA TERENOWA ▶B

GEOLOGIA MIĘDZY PRZEMYSŁEM A LWOWEM

Tadeusz Peryt, Andriy V. Poberezhskyy & Oksana Stupka. 75

CZĘŚĆ 1. KARPATY ZEWNĘTRZNE (BRZEŻNA SKIBA PŁASZCZOWINY SKIBOWEJ, PŁASZCZOWINA BORYSŁAWSKO-POKUČKA) I ZDYSŁOKOWANE NEOGENSKIE MOLASY ZAPADLIKA PRZEDKARPACKIEGO (PŁASZCZOWINA SAMBORSKA) – OKOLICE DOBROMILA I BORYSŁAWIA

Oleh Hnylko & Svitlana Hnylko 77

▶PUNKT 1. 78

▶PUNKT 2. 79

▶PUNKT 3. 79

CZĘŚĆ 2. MIOCEN I BADEŃSKIE GIPSY OKOLIC SZCZYRCA K. LWOWA

Maciej Bąbel, Adrian Jarzyna, Krzysztof Nejbert, Danuta Olszewska-Nejbert, Damian Ługowski, Andrij Bogucki, Petro Wołoszyn, Andrij Jacyszyn & Olena Tomeniuk 81

▶PUNKT 1. GÓRA CERKIEWNA, NIECZYNNE ŁOMY NA POŁUDNIOWYCH I ZACHODNICH ZBOCZACH WZGÓRZA. BADEŃSKIE OSADY PODGIPSOWE I GIPSY

Adrian Jarzyna, Andrij Bogucki & Olena Tomeniuk 85

▶PUNKT 2. KAMIENIOŁOM W SZCZYRCU. GIPSY BADEŃSKIE I UTWORY NADGIPSOWE

Adrian Jarzyna, Andrij Bogucki & Olena Tomeniuk 91

SESJA TERENOWA ▶D

XIX-WIECZNA KOPALNIA ROPY NAFTOWEJ W BÓBRCE – POMNIK HISTORII RP. I ZWIEDZANIE MUZEUM PRZEMYSŁU NAFTOWEGO I GAZOWNICZEGO IM. I. ŁUKASIEWICZA

Michał Górecki 101

▶PUNKT 1. MUZEUM PRZEMYSŁU NAFTOWEGO I GAZOWNICZEGO IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA W BÓBRCE 101

▶PUNKT 2. XIX-WIECZNA KOPALNIA ROPY NAFTOWEJ W BÓBRCE – POMNIK HISTORII RP 102

87.

ZJAZD POLSKIEGO
TOWARZYSTWA
GEOLOGICZNEGO



➤ **PREZENTACJE**

ZAPADLISKA PRZEDKARPACKIE JAKO MODEL BASENÓW KARPACKICH

Paweł Henryk Karnkowski ^{1, *}

¹ Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

*E-mail: Karnkowski@uw.edu.pl

XXXVII Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Geologicznego w roku 2019 jest organizowany w Czarnej w Bieszczadach. Ta lokalizacja ma nie tylko konotacje geologiczne, ale i polityczne. W wyniku II wojny światowej granice Polski uległy radykalnej przebudowie w stosunku do II Rzeczypospolitej i otrzymały prawie taki kształt, jaki znamy obecnie. Był jednak mały wyjątek. W początku roku 1951 nastąpiła korekta granic pomiędzy ZSRR a PRL, w wyniku której Polska otrzymała wschodni fragment Bieszczad (Ustrzyki Dolne, Czarna, aż po San) w zamian oddając zakole Bugu w rejonie Sokala. Powierzchniowo oba rejony były prawie identyczne. Polska zyskała złoża ropoponośne, a ZSRR na otrzymanym terenie wybudował kopalnię węgla kamiennego. Gdyby nie ten incydent, to dzisiaj Czarna i Bieszczady wschodnie byłyby na Ukrainie. Budynek, w którym odbywa się Zjazd, był obiektem biurowym kopalni ropy naftowej (obecnie jest znacząco rozbudowany).

Celem niniejszego artykułu (i prezentacji) jest zaproponowanie nowego spojrzenia na uwarunkowania sedymentacyjne w basenach karpackich wykorzystując doświadczenie i dorobek autora oraz wielu badaczy zapadlisk przedkarpackich (Głowacki i in., 1963; Karnkowski & Łapinkiewicz, 1965; Oszczypko, 1966, 2006; Karnkowski & Ołtuszyk, 1968; Ney, 1967; Połtowicz & Starczewska-Popow, 1973; Ney i in., 1974; Wdowiarz, 1976; Połtowicz, 1993; Krzywiec, 1994, 1997; Krzywiec & Pietsch, 1994, 1996; Porębski, 1999; Oszczypko i in., 2006; Peryt, 2012). Przeważnie w polskiej literaturze geologicznej używa się określenia zapadlisko przedkarpackie rozumiane jako wypełnienie basenowe na przedpolu formujących się Karpat w środkowym i późnym miocenie. Osady zapadliska, jako nie fliszowe, łatwo jest oddzielać od utworów Karpat fliszowych. Jest jednak grupa osadów, która jest sfałdowana w wyniku tych samych procesów tektonicznych co Karpaty, a nie będąca fliszem karpackim: to twory jednostki zgłębickiej zdeponowane na obszarze położonym na południe od zapadliska przedkarpackiego i w podobnych warunkach sedymentacyjno-paleogeograficznych, jak osady miocenne zapadliska przedkarpackiego. Te dwa baseny miocenne noszą nazwę basenu zewnętrznego i wewnętrznego (Ney, 1967, 1968a, b; Ney i in., 1974). Utwory obu basenów są dobrze rozpoznane powierzchniowo, wiertniczo i geofizycznie (Dziadzio i in., 1997; Jawor, 1970,

1973; Zubrzycki, 1986; Połtowicz, 1991a, b; Nowotarski & Gara, 1994). Ich pierwszorzędną cechą jest to, że nie są przemieszczane tektonicznie i można wszelkie rekonstrukcje paleogeograficzne odnosić do elementów podłoża w dosłownym sensie paleomorfologicznym i paleotektonicznym. Uzyskane w ten sposób wyniki dostarczają nam przykładów w modelach sedymentacyjnych i paleogeograficznych basenów karpackich.

ROZWÓJ PRZEMYSŁU NAFTOWEGO JAKO STYMULATOR BADAŃ GEOLOGICZNYCH W KARPATACH

Kolebka polskiego i światowego przemysłu naftowego jest na Podkarpaciu (Karnkowski, 2007). To tutaj, w rejonie Krosna, Jasła i Gorlic powstały pierwsze kopalnie ropy naftowej wykorzystywanej do rafinacji w celu otrzymania nafty. Kąpanki oliwne były znane od starożytności, ale wynalazek lampy naftowej (1853), dzięki uzyskaniu nafty w wyniku destylacji ropy naftowej (Łukasiewicz, Zeh), przyczyniły się do powstania i szybkiego rozwoju przemysłu naftowego. Od tego czasu poszukiwania naftowe rozpoczęły się na całym świecie i pomimo ogromnego popytu na lampy naftowe podaż była zaspakajana produkcją, powodując niezwykle obniżkę ceny lampy naftowej i samej nafty. W ogromnym stopniu przyczyniły się do tego poszukiwania naftowe, które wymagały poszerzania wiedzy geologicznej. Dosyć szybko zdano sobie sprawę, że złoża ropy naftowej związane są z antyklinami; stąd rozwój kartografii geologicznej, a później pośrednich metod poszukiwawczych (głównie geofizyka). Pierwsze złoża były eksploatowane jeszcze jako zwykłe kopanki, czyli głębokie studnie o konstrukcji zwykłych studni do wody. Szybko jednak zrezygnowano z tej metody, na korzyść wierceń udarowych, a później obrotowych. Dzięki temu znacznie zwiększyły się możliwości głębinienia szybów poszukiwawczych i eksploatacyjnych, a dziś najgłębszy otwór w polskich Karpatach przekracza 7500 m. Na starych fotografiach z przełomu XIX i XX w. w rejonach naftowych Karpat widać bardzo dużą ilość szybów. Wynikało to z niedoskonałej jeszcze technologii eksploatacji złóż karpackich, często z niskim ciśnieniem złożowym. Drugą przyczyną była geologia złóż ropy naftowej. Wąskie antykliny o szerokości 200-400 metrów były dodatkowo silnie stektonizowane

(liczne uskoki i zaburzenia fałdu głównego), co powodowało konieczność rozpoznawania i eksploatacji złóża licznymi otworami. Dobrym przykładem są tutaj przekroje geologiczne przez złóża Bóbrka-Rogi, Biecz, Iwonicz-Zdrój, Węglówka czy Osobnica. Pod koniec XIX w. odkryto złóża ropy naftowej w rejonie Borysławia, które wielokrotnie swoją zasobnością i wydajnością przewyższały złóża gorlicko-jasielsko-krośnieńskie. Tam też przeniosło się centrum galicyjskiej nafty. W okresie międzywojennym roponośne obszary Karpat polskich były obiektem poszukiwań i eksploatacji przez liczne spółki krajowe i międzynarodowe. Po II wojnie światowej w granicach Polski znalazł się obszar pionierskich odkryć naftowych (Gorlice-Jasło-Krosno-Sanok). Dzięki pracy doświadczonych geologów karpaccich oraz już powojennym rocznikom młodych geologów (np. Rażny, 1961) udało się odkryć we wczesnym okresie powojennym złóża: Folusz (1946 r.), Mrukowa, Łodyna, Mokre, Wielopole i Osobnica (1953 r.) oraz poszerzyć konturów istniejących złóż jak: Węglówka, Grabownica, Strachocińska, fałd Potoka, Magdalena, Kryg, Lipinki i in. Dotychczas z omawianego obszaru wydobyto 12 mln ton ropy. Obecne wydobywanie z wielu złóż jest nadal podtrzymywane z nadzieją na nowe odkrycia.

ZAPADLIŚKO PRZEDKARPACIE: NOWE WYZWANIE POSZUKIWAWCZE

Gdyby ogromnym rzeszom polskich nafciarzy karpaccich (1853-1953) powiedzieć, że nie złóża ropy naftowej, a złóża gazu będą największą wartością ekonomiczną poszukiwań naftowych, i to nie w Karpatach, a na pobliskiej równinie, jaką jest powierzchnia zapadliska przedkarpacciego, bezpośrednio kontaktującego z Karpatami, to by zapewne nie uwierzyli. Dla nas, geologów, jest to jednak przykład budujący, że dzięki myśli geologicznej można tak wiele przysporzyć korzyści narodowi (Karnkowski, 2007). Najpierw prace poszukiwawcze w rejonie Lubaczowa (1953-1958), a następnie w rejonie Przemyśla (1958-1960) pozwoliły wypracować nowe koncepcje poszukiwawcze i technologiczne, które zaowocowały udokumentowaniem złóż gazu o zasobach ponad 150 mld m³ w utworach miocenu autochtonicznego (w tym złóża Przemyśl o zasobach ponad 80 mld m³). Z zapadliskiem przedkarpackim polski przemysł naftowy wiąże nadal duże nadzieje złożowe, głównie dzięki rozwojowi nowych technik poszukiwawczych i eksploatacyjnych.

Z przedstawionych powyżej kilku uwag wynika, że w Karpatach i zapadlisku przedkarpackim nadal istnieją możliwości poszukiwawcze, ale wymagają one przede wszystkim nowych pomysłów geologicznych. Dlatego trzeba wracać do badań podstawowych, dzięki którym poszerzymy i uporządkujemy naszą wiedzę podstawową i specjalistyczną w nadziei na wykorzystanie tych wyników w geologii złożowej.

KARPATY FLISZOWE: IMPLIKACJE I KOMPLIKACJE REKONSTRUKCJI PALEOGEOGRAFICZNYCH I PALEOTEKTONICZNYCH

Orogen karpacki dzielimy na Karpaty Zachodnie, Wschodnie i Południowe. Nawet ten najprostszy podział nie jest jednoznaczny i granica pomiędzy Karpatami Zachodnimi i Wschodnimi stawiana jest w różnych miejscach. Wynika to oczywiście z przyjętych kryteriów hipsometrycznych, orograficznych i geologicznych. Dodatkowo sprawa się komplikuje, kiedy zaczniemy wprowadzać kryteria wiekowe i paleogeograficzne (Karpaty wewnętrzne i Karpaty zewnętrzne) i w końcu baseny - przedkarpaccie i wewnętrznokarpaccie (basen panoński). Te podziały odnoszą się do warunków statycznych (dzisiejszych). Aby móc rekonstruować obrazy paleogeograficzne i paleotektoniczne, musimy mieć przede wszystkim dobre opracowania kartograficzne. Obszar karpacki to kolebka nowoczesnej kartografii geologicznej, a arkusz Nadwórna i Skole są pięknym przykładem osiągnięć z okresu międzywojennego. Arkusze Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50000 są stale udoskonalane i reambulowane i stanowią podstawę dla map regionalnych w skali 1:200 000 (Jankowski i in., 2004, 2012). Dobrym przykładem jest tutaj arkusz Przemyśl, gdzie otwory wiertnicze, w tym dwa najgłębsze otwory w Polsce Kuźmina-1 i Paszowa-1, znakomicie uzupełniają wiedzę geologiczną zawartą na załączonym przekroju geologicznym do tej mapy. Otwór Kuźmina-1 udowodnił, że daleko na południe od brzegu nasunięcia karpacciego na podłożu prekambryjskim (kadmoksim) spoczywają utwory miocenu autochtonicznego, na które są nasunięte utwory miocenne wewnętrzne zapadliska przedkarpacciego, a dopiero powyżej znajdują się utwory fliszowe jednostki skolskiej (Cisek & Borys, 1985; Żytko & Malata, 2006).

Wszelkie prace geologiczne nie są możliwe bez stratygrafii, a w Karpatach odgrywa ona rolę szczególną. Bez badań biostratygraficznych nie ma możliwości dobrze datować monotonne serie piaszczysto-ilaste fliszu karpacciego. Stratygrafia jest też podstawą podziałów tektonicznych, gdzie wyróżnianie jednostek pierwszego rzędu (płaszczwin) jest oparte na analizie stratygraficzno-sedymentologicznej. Dlatego dalszy postęp w badaniach karpaccich będzie w znacznej mierze uzależniony od nowych obserwacji terenowych (bardziej szczegółowych), nowych prac sejsmicznych i postępów w doskonaleniu przetwarzania uzyskanych materiałów oraz od szczegółowych prac sedymentologicznych, geochemicznych i petrologicznych.

Syntezą prac geologicznych jest zawsze mapa geologiczna wraz z objaśnieniami. Takim uzupełnieniem map karpaccich są tabele stratygraficzne (Jankowski i in., 2012), gdzie starano się przedstawić rozmieszczenie głównych megalitosomów w czasie i przestrzeni. Niekiedy rozprzestrzenienie litosomów jest ograniczone do poszczególnych basenów lub subbasenów, a kiedy indziej następuje uni-

fikacja litofacji na obszarze kilku basenów. W przypadku Karpat zewnętrznych czas sedimentacji obejmuje kredę, paleogen i część neogenu. Jest to zatem kilkadziesiąt milionów lat. Gdyby jednak pominąć skalę czasową i w tabeli stratygraficznej przyrzeć się tylko mozaice wydzielonych jednostek litostratygraficznych, to bez wątpienia widać wpływ elementów paleotektonicznych na formowanie się poszczególnych litosomów.

W rekonstrukcjach paleogeograficznych geolodzy starają się, w miarę możliwości te elementy zaznaczać, jako aktywne bariery (kordyliery), łuki wysp lub pojedyncze wyspy, obszary o zwiększonej subsydencji ograniczone aktywnymi elementami paleotektonicznymi (Golonka i in., 2000; Kovač i in., 2016). W rekonstrukcjach geotektonicznych uwzględnia się również elementy budowy skorupowej (strefy ryftowe, strefy subdukcji) oraz udział skał głębokiego podłoża w tworzeniu obszarów źródłowych dla materiału klastycznego wypełniającego baseny fliszowe. Poglądy w tym zakresie są mocno zróżnicowane, np. jedne z rekonstrukcji pokazują w podłożu basenu skolskiego i śląskiego skorupę oceaniczną (Kovač i in., 2016), jeszcze inne w ogóle negują ryftowo-subdukcyjny charakter basenów karpaccich (Jankowski, 2015).

REKONSTRUKCJA PALEOGEOGRAFICZNA ZAPADLISKA PRZEDKARPACKIEGO

Rekonstrukcje paleogeograficzne – jak widać – są zatem trudnym zadaniem dla geologów. Ale są one zwykle ukoronowaniem wysiłków badawczych w odtworzeniu planu czasowo-przestrzennego procesów tektonicznych i sedimentacyjnych. Dzięki tym rekonstrukcjom możemy lepiej zrozumieć mechanizmy procesów geologicznych, które w konsekwencji powinny przyczyniać się do praktycznego wykorzystania uzyskanych wyników w geologii złożowej. Dobrym przykładem są tutaj badania basenu panońskiego i basenów przednich (*foredeep*) okalających zewnętrznie Karpaty (Oszczypko, 1996, 1997, 2006; Poprawa & Krzywiec, 1999; Oszczypko i in., 2006; Kovač i in., 2016). Dokładność tych analiz sprowadza się niekiedy do bardzo krótkich czasowo, ale charakterystycznych litologicznie (np. epizody ewaporatowe) jednostek stratygraficznych (Kasprzyk, 1999; Bąbel, 2004; Peryt, 2006; Bąbel & Bogucki, 2007). Niebagatelną rolę odgrywają tutaj wiercenia i sejsmika, które dostarczają precyzyjnych danych litostratygraficznych (Czernicki & Szafran, 1978; Nowotarski & Gara, 1994). Dobrym przykładem jest tutaj polska część zapadliska przedkarpacciego, która ma bardzo silnie zróżnicowaną hipsometrię podłoża, szczególnie w rejonie Rzeszowa. Również wiek skał występujących w podłożu zapadliska jest bardzo zróżnicowany: od prekambryjskich łupków fyllitowych, poprzez paleozoiczne mezozoiczne skały węglanowe i klastyczne (Karnkowski & Oltuszyk, 1968; Buła & Habryn, 2008).

W szczególności prace Neya (1967, 1968a, b) i Neya i in. (1974) wykazały – na podstawie analiz stratygraficznych w jednostce stebnickiej – istnienie tzw. zapadliska wewnętrznego. Najważniejszą przesłanką z tych obserwacji jest stwierdzenie w materiale klastycznym budującym warstwy jednostki stebnickiej dużego udziału klastów zbudowanych z utworów jury i kredy, takich samych, jakie występują w bliskich, sąsiednich obszarach. Można przypuszczać, że i pod nasunięciem karpaccim mamy do czynienia z jurajskimi i kredowymi ostańcami, a może nawet regionalnym pokryciem mezozoicznymi utworami platformowymi. Dopiero w osadach badeńskich jednostki stebnickiej notowany jest materiał karpaccy (Ney, 1967). Te dane świadczą o tym, że lokalne ostańce, wyspy, wyniesienia były głównym obszarem źródłowym dla materiału klastycznego jednostki stebnickiej.

Dla zapadliska zewnętrznego opinie odnośnie kierunków transportu materiału klastycznego są zróżnicowane. Za dostawą z północy opowiadali się przede wszystkim Połtowicz (1991a, b, 1993, 1997) i P. Karnkowski (1978). Za dostawą materiału z Karpat optowali Krzywiec (1994, 1997), Porębski (1999), Dziadzio i in. (1997).

Autor, wykorzystując mapę strukturalną podłoża mioceanu przedgórza Karpat (Nowotarski & Gara, 1994), dokonał serii modelowań geologicznych w celu odtworzenia paleomorfolologii podłoża we wczesnym etapie tworzenia się zapadliska przedkarpacciego (Karnkowski & Ozimkowski, 2001). Dalsze prace autora pozwoliły nawet na odtworzenie paleogeografii w kilkunastu epizodach: od wczesnego badenu po środkowy sarmat.

Otrzymany w wyniku powyższej procedury obraz powierzchni późnopaleogeńskiej na obszarze przedgórza Karpat, potwierdza znane wnioski oznaczającym zróżnicowaniu hipsometrycznym powierzchni podmioceńskiej. Regionem o największych różnicach wysokościowych jest obszar tzw. wyspy rzeszowskiej, gdzie deniwelacje dochodzą do 2000 m. W przypadku mapy rzeźby późnopaleogeńskiej użyto jako wskaźnikowego poziomu odniesienia zarysu linii brzegowej z czasu badeńskiego epizodu ewaporatowego (Fig. 1). Północny brzeg basenu przedkarpacciego wyznaczają klastyki i gipsy, ale jest znane małe wystąpienie gipsów koło Rzeszowa, które zostało udokumentowane wierceniami. Ponieważ graniczna głębokość tworzenia się gipsów wynosi kilka do kilkunastu metrów, uznano, że zerowa izobata będzie przebiegać właśnie w pobliżu gipsów z okolic Rzeszowa. W ten sposób mapa morfologiczna odwzorowująca rzeźbę późnopaleogeńską dostała jako zerowy punkt odniesienia. przypuszczalny poziom morza z ewaporatowego epizodu badeńskiego (Fig. 1), który pozostawił po sobie głównie anhydryty i gipsy oraz bardzo podrzędnie sól kamienną w okolicach Wieliczki i Bochni. Najbardziej intrygujący jest jednak brak anhydrytów na obszarze tzw. wyspy rzeszow-

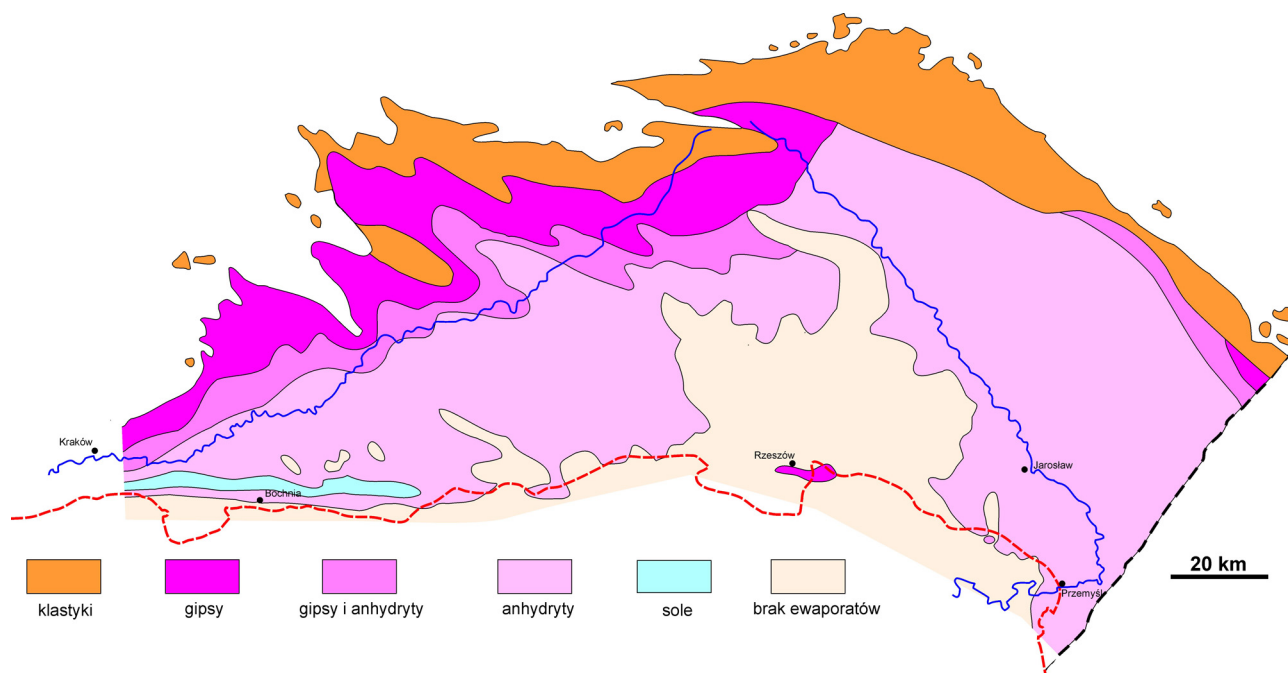


Fig. 1. Mapa litofacyjna badeńskiego epizodu ewaporatowego: w rejonie Rzeszowa („wyspa rzeszowska”) udokumentowane wystąpienie gipsów

skiej. Na prezentowanej mapie rzeźby paleogeograficznej wczesnego badenu (Fig. 2) widać, że na północ od Rzeszowa nie ma żadnej dużej wyspy, tylko obszar o bardzo urozmaiconej rzeźbie, gdzie deniwelacje terenu dochodziły do 1000 m. Przyjęty umownie poziom zerowy wyróżnia kilka małych wysp, ale przede wszystkim są to głębie o stromo nachylonych stokach. Przyjmowana hipoteza o erozji poziomu anhydrytowego w rejonie tzw. wyspy rzeszowskiej,

na tle dyskutowanej mapy może mieć inne wytłumaczenie: na północ od Rzeszowa nie było sedimentacji ewaporatowej wskutek dużych głębokości wody w zbiorniku sedimentacyjnym. Potwierdzeniem tego spostrzeżenia może być głęboka paleodolina Pogórskiej Woli (Fig. 3), gdzie też nie stwierdzono anhydrytów. Gipsy występują głównie w północnej, brzeżnej części zbiornika, gdzie układ podwodnych paleodolin był poprzeczny do kierunku

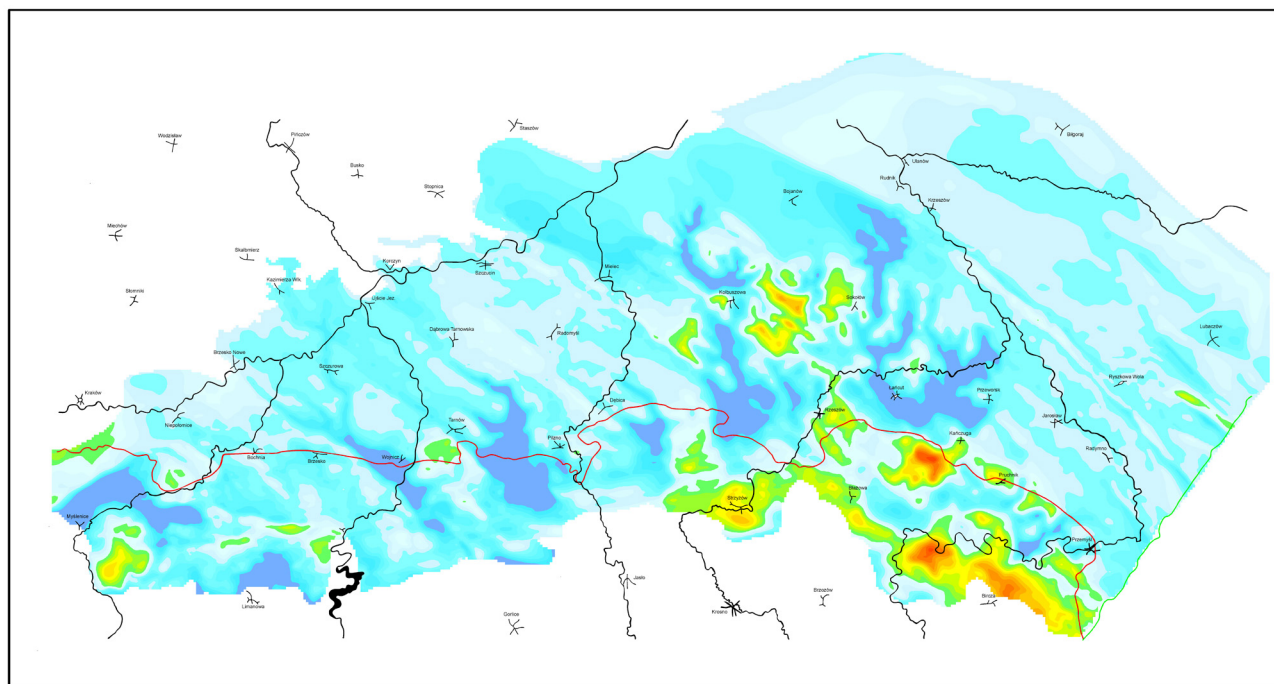


Fig. 2. Mapa paleogeograficzna wczesnego badenu na obszarze zapadliska przedkarpackiego (cięcie poziomicowe co 100 m, kolor zielony - wyspy, kolor niebieski - obniżenia, głębie)

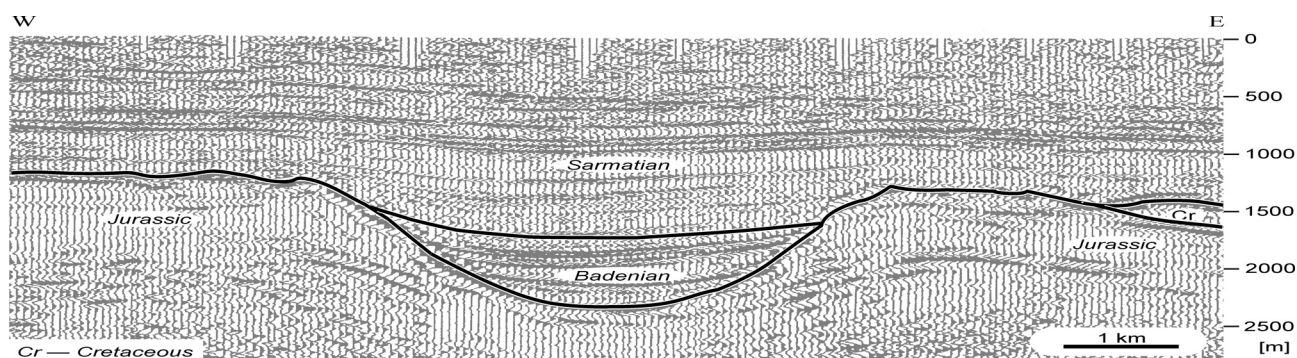


Fig. 3. Przekrój sejsmiczny w rejonie Pogórskiej Woli (widoczna paleodolina ma charakter „tatrzański”, szerokość doliny u szczytu – 3 km, wysokość doliny – 1 km)

prądów przybrzeżnych, płynących przeważnie ze wschodu na zachód (Bąbel & Becker, 2006; Bąbel & Bogucki, 2007).

Omawiana mapa paleogeograficzna wczesnego badenu ukazuje bardzo wiele nowych szczegółów, z których dwa – na tym etapie badań – dają dodatkowe argumenty za poprawnością przyjętych założeń metodycznych. Pierwszy z nich to zarysowujący się łąd na zachód i południowo-zachód od Przemyśla. Wprawdzie nie jest nam znany cały zarys owego obszaru lądowego, ale duża ilość osadów klastycznych (piaskowców) w dolnej części profilu miocenijskiego w rejonie Przemyśla świadczy o bliskości lądowego obszaru źródłowego. Nie musiał być to więc koniecznie orogen karpacki, a po prostu obszar lądowy (wyspa, ostaniec) w południowej części zapadliska przedkarpackiego. Dopiero nasuwające się Karpaty spowodowały obniżenie podłoża i zminimalizowały jego udział w dostarczaniu materiału klastycznego do basenu miocenijskiego. Drugi ciekawy element to fakt, że doliny w rejonie rzeszowskim w okresie późnopaleogeńsko-wczesnomiocenijskim nie były otwarte na południe. Tworzą one swoiste zagłębienia bezodpływowe, w których stwierdzono lądowe utwory paleogenu na obszarze przedgórzia Karpat (Moryc, 1995). Pierwsze wzmianki o lądowych utworach w przyspągowej strefie miocenu autochtonicznego w południowo-wschodniej części zapadliska przedkarpackiego podali Czernicki & Szafran (1978), natomiast Moryc (1995) opublikował obszerne studium na temat podewaporatowych, lądowych osadów z rejonu Sędziszów Małopolski-Rzeszów. Osady te są dzielone na dwie formacje: starszą, zlepieńcową formację z Raławówki i młodszą, formację z Czudca. Formacja z Raławki jest złożona z bardzo dobrze obtoczonych otoczków, głównie o średnicy 0,5-4 cm (rzadko 5-7cm), spojonych substancją hematytową, barwy czerwonej i czerwonozielonej. W składzie klastów istotną rolę odgrywają otoczki wapieni beżoworóżowych, krystalicznych, znanych z utworów dewonu i karbonu dolnego, wapieni beżowych, skalistych i drobnoziarnistych, spotykanych w utworach jury górnej i triasu. Liczne są również bardzo dobrze obtoczone otoczki ciemnoszarych mułowców marglistych i piaskowców „cukrowatych» jasnoró-

żowych i czerwonych, spotykanych w pstrym piaskowcu, karbonie dolnym i old redzie (Moryc, 1995). Zarówno wielkość klastów, jak i ich duża różnorodność petrologiczna wskazują na krótki transport, około kilku kilometrów. Znając przypuszczalną ówczesną paleomorfologię omawianego regionu z łatwością odnajdujemy czynniki niezbędne do tego typu warunków sedimentacji: duże spadki terenu na stosunkowo krótkim dystansie. Zachodzi wtedy już dobra obróbka mechaniczna (dobre obtoczenie i średnie wy-sortowanie otoczków), ale jeszcze bardzo słaba selekcja petrologiczna. Moryc (1995) tak o tym pisał: „Mimo stosunkowo dobrego obtoczenia, wydaje się, że był to bliski transport, miejscami o charakterze obrywów, zsuwanych grawitacyjnie do obniżonego morfologicznie obszaru rynnowego».

Powyżej zlepieńców z Raławówki leżą mułowce i podrzędnie piaskowce formacji z Czudca. Są to mułowce i iłowce, na przemian seledynowozielone, szarozielone i ciemnoszare, prawie czarne, na ogół (choć nie zawsze) bezwapniste, z licznymi zwęglonymi szczątkami roślin, niekiedy z większymi fragmentami zwęglonych gałązek drzew oraz drobnymi wkładkami węgla. Gdzie indziej stwierdzane piaskowce są bezwapniste, mułkowe, jasnoszare, dość zwięzłe, czasem warstwowane, o dość obfitym spoiwie ilastym o wyglądzie namułu, typu bagiennego (Moryc, 1995). Zarówno badania sedimentologiczne, jak i palinologiczno-stratygraficzne „sugerują lądowe środowisko depozycji o charakterze redukcyjnym lub o dużej dostawie materii organicznej (np. jezioro lub bagno)» (opinia z ekspertyzy palinofacjalnej wykonanej przez P. Gedla [W:] Moryc, 1995).

Omawiane powyżej „zagłębienia bezodpływowe» pierwotnie musiały być otwarte i mieć ujście, zapewne w kierunku basenu karpackiego. Basen przedkarpacki po epizodzie ewaporatowym, był stopniowo zasypywany materiałem klastycznym dostarczanym z różnych źródeł i różnych kierunków. Obszarami alimentacyjnymi mogły być zarówno wychodnie skał prekambryjskich, paleozoicznych, jak i mezozoicznych w południowej części basenu, dopóki nie zostały pogrążone wskutek nasuwania się

z południa Karpat. Niewątpliwie dla południowej części basenu miocenijskiego znaczącym obszarem alimentacyjnym był orogen karpacki. I w końcu, na północy, istniał ogromny obszar lądowy (wał metakarpacki), który wskutek rozwoju miocenijskiego basenu przedgórskiego stał się jego stabilnym zapleczem dla dostaw materiału klastycznego (Roniewicz & Wysocka, 1999). Ówczesne warunki klimatyczne sprzyjały rozwojowi wietrzenia chemicznego, a nawet niewielkie spadki terenu były wystarczające do wytworzenia rozległej sieci rzecznej, odprowadzającej duże ilości materiału chemicznego (roztwory), jak i drobnoklastycznego. Pograżające się, urozmaicone morfologicznie, podłoże zapadliska przedkarpackiego stopniowo było deniwelowane przez wypełniające je osady. Jednak zróżnicowanie paleomorfologiczne podłoża musiało przez jakiś czas stymulować lokalne warunki sedymentacji.

Aby spróbować testować tę hipotezę posłużono się opracowaniem zespołu geologów naftowych z Jasła (Dziedzic i in., 1997), gdzie na podstawie wyników geofizyki wiertniczej wykartowano podmorskie stożki sugerując, że materiał klastyczny pochodził z Karpat. Autor nałożył na cytowany szkic zarys elementów paleomorfologicznych wynikających z mapy wczesnego badenu (Fig. 2). Okazało się, że stożki lokalizują się między wyspami i głębiami przedstawionymi na mapie wymodelowanej przez autora (Fig. 4). Biorąc pod uwagę fakt, że w tym rejonie dolna część profilu to przeważnie piaskowce, a górna - skały ilaste, łatwiej wytłumaczyć takie następstwo litologiczne

początkowo dostawą materiału z ostańców erozyjnych (wysp), a dopiero później z kierunku nasuwających się Karpat.

Porównując mapę występowania złóż gazu ziemnego w zapadlisku przedkarpackim z mapą paleogeograficzną wczesnego badenu (Fig. 5) łatwo dostrzec ich rozmieszczenie w pobliżu ówczesnych wysp, czyli obszarów depozycyjnych piaskowców, które dzisiaj stanowią dobra skałę zbiornikową. Ta hipoteza wymaga jednak dalszych szczegółowych badań sedymentologicznych.

BASENY KARPACKIE: NOWA JAKOŚĆ REKONSTRUKCJI PALEOGEOGRAFICZNYCH

Przytoczone powyżej przykłady wpływu elementów paleomorfologicznych na zróżnicowanie facjalne utworów badanu w zapadlisku przedkarpackim skłania do refleksji nad warunkami sedymentacji w basenach karpackich. Jak już wspomniano wcześniej, rekonstrukcje paleogeograficzne basenów karpackich, wprowadzicie coraz doskonalsze, dotyczą stosunkowo dużych odcinków czasowych (nawet kilku milionów lat). Wiedząc, że niektóre warstwy fliszowe powstawały niekiedy w ciągu kilku minut (Dzuffyński i in., 1979), zdajemy sobie sprawę z niedoskonałości naszych rekonstrukcji. Rozwiązaniem tego zagadnienia są coraz bardziej szczegółowe obserwacje terenowe, na podstawie których powstają syntetyczne profile sedymentologiczne. Przykładem takiej pracy jest studium sedymentologiczne warstw cergowskich (Pszonka, 2015), gdzie w jednostce

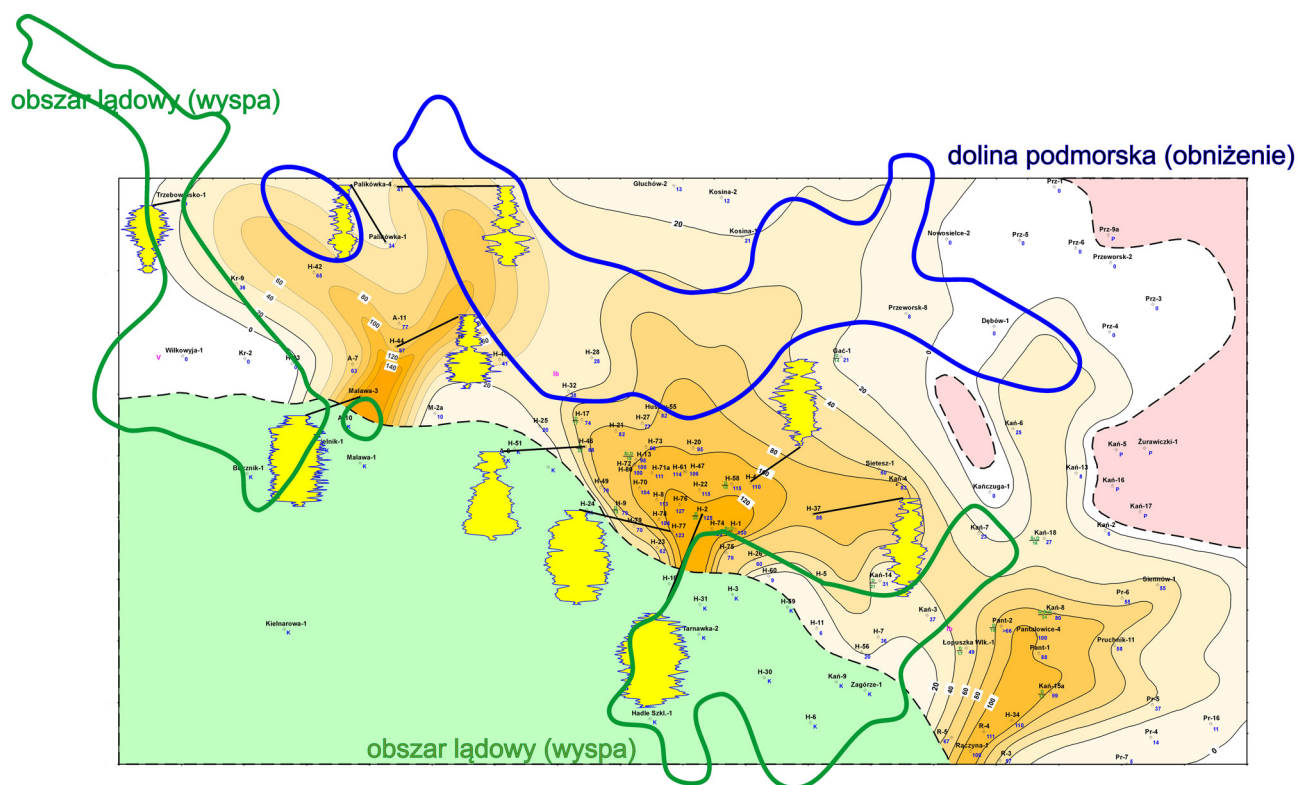


Fig. 4. Mapa izolitów piaskowcowych poziomu korelacyjnego „C” z wybranymi charakterystykami karotażowymi dla różnych stref facjalnych w systemie stożków podmorskich (Dziedzic i in., 1997) na tle elementów paleogeograficznych wczesnego badenu (por. z mapą paleogeograficzną na Fig. 2)

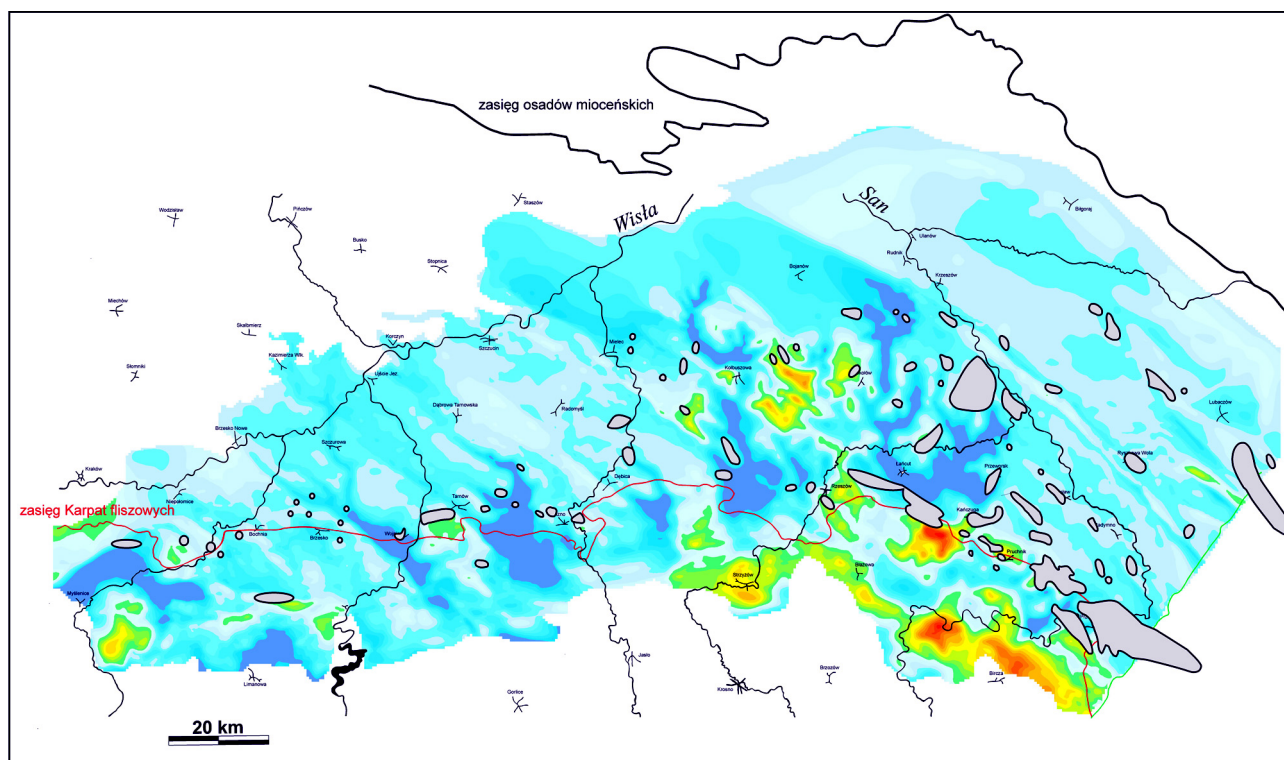


Fig. 5. Rozmieszczenie złóż gazu ziemnego w utworach mioceńskich zapadliska przedkarpackiego na tle mapy paleogeograficznej wczesnego badenu

dukielskiej i przeddukielskiej Karpat fliszowych podjęto problematykę analizy facjalnej i interpretacji środowiska sedimentacyjnego.

Trendy facji wykazane na drodze ilościowej analizy profili warstw cergowskich w jednostce dukielskiej pokazują zmiany (gradienty facjalne), które mogą być interpretowane jako rezultat depozycji jednego stożka podmorskiego, rozwijającego się ku SE albo jako efekt depozycji w ograniczonym basenie o formie rynny przebiegającej w tym samym kierunku. Jednak analiza profili prezentowana przez Pszonkę (2015) sugeruje, że tylko część badanych sekwencji wpisuje się w klasyczny model stożka podmorskiego, a kwestia ograniczenia basenu jest znacznie bardziej złożona.

Charakterystyczna jest tutaj agradacja kompleksów facjalnych. Sugeruje to, że tempo akumulacji było zrównoważone z tempem subsydencji, a raptowne pionowe zmiany litologii między kompleksami piaskowcowymi i mułowcowymi były wywołane wahaniami wydajności systemu dostawy z krawędzi szelfu. Rozkłady paleoprądów w tych profilach nie są radialne, a nieliczne wskaźniki rozbieżne z dominującymi przedziałami można interpretować jako rezultaty odchylenia niektórych prądów przez skłony ograniczające podbaseny (rynny). Powyższe relacje najprawdopodobniej tłumaczy fakt, iż depozycja warstw cergowskich zachodziła w basenie synorogenicznym. Kompresyjne deformacje tektoniczne doprowadziły do powstania topografii dna dzielącej obszar depozycji na ograniczone podbaseny (Pszonka, 2015).

Na zjawisko niejednorodności litologiczno-sedymenacyjnej w obrębie utworów fliszowych od dawna zwracał uwagę Jankowski (2007, 2015; Jankowski & Probulski, 2011) nazywając je kompleksami chaotycznymi („bloki w matrix”, melanże tektoniczne, nierozczłonkowane zsuwy, debryty itp.), którym przypisać można genezę spływową (grawitacyjną), jak też ściśle tektoniczną lub uznać, że tworzone są w wyniku tych dwóch procesów jednocześnie. Większość kompleksów chaotycznych w Karpatach o sedymenacyjnej genezie jest związana z przebudową basenu Karpat i przemieszczaniem centrów depozycji. Silnie podkreślana przez Jankowskiego (2007, 2015) łączność historii geologicznej Karpat wewnętrznych i zewnętrznych wraz z zapadliskiem przedkarpackim oraz jego bardzo liczne obserwacje terenowe tzw. kompleksów chaotycznych, jednoznacznie sugerują konieczność bardziej szczegółowego opracowywania etapów historii sedymenacyjno-tektonicznej Karpat. Ponieważ osady zapadlisk przedkarpackich mają dokładniejszą stratygrafię i dużo mniejsze (lub wcale) przemieszczenia mas skalnych wskutek ruchów orogenicznych, warto studiować osady molasowe jako nawiązanie do położonych w bezpośredniej bliskości utworów *stricto* karpackich.

LITERATURA

- BĄBEL M., 2004 – Badenian evaporite basin of the northern Carpathian Foredeep as a drawdown salina basin. *Acta Geologica Polonica*, 54: 313-337

- BĄBEL M., BOGUICKI A., 2007 – The Badenian evaporite basin of the northern Carpathian Foredeep as a model of a meromictic selenite basin. *Geological Society Special Publications*, 285: 219–246
- BĄBEL M., BECKER A., 2006 – Cyclonic brine-flow pattern recorded by oriented gypsum crystals in the Badenian evaporite basin of the Northern Carpathian Foredeep. *Journal of Sedimentary Research*, 76: 996–1011.
- BUŁA Z., HABRYN R. (red.), 2008 – *Atlas geologiczno-strukturalny paleozoicznego podłoża Karpat zewnętrznych i zapadliska przedkarpacciego w skali 1 : 300 000*. Min. Środ., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CIESZKOWSKI M., GOLONKA J., ŚLĄCZKA A., WAŚKOWSKA A., 2012 – Role of the olistostromes and olistoliths in tectonostratigraphic evolution of the Silesian Basin in Outer West Carpathians. *Tectonophysics*, 568-569: 248–265.
- CISEK B., BORYS Z., 1985 – **Wstępne wyniki z otworu Kuźmina 1**. *Przew. LIX Zjazdu PTG w Przemyśle*. Inst. Geol., Kraków
- CZERNICKI J., SZAFRAN S., 1978 – O niezidentyfikowanych wiekowo zlepieńcach w spągu utworów miocenu autochtonicznego południowo-wschodniej części zapadliska przedkarpacciego. *Sprawozdania z Posiedzeń Komisji Naukowych PAN Oddz. w Krakowie*, 22: 204–205.
- DZIADZIO P., 2000 – Sekwencje depozycyjne w utworach badenu i sarmatu w SE części zapadliska przedkarpacciego. *Przegląd Geologiczny*, 48: 1124–1138.
- DZIADZIO P., LISZKA B., MAKSYM A., STARYSZAK G., 1997 – Środowisko sedymentacji utworów miocenu autochtonicznego w brzeżnej strefie Karpat, a interpretacja geologiczno-złożowa w obszarze Husów-Albigowa-Krasne. *Nafta-Gaz*, 53: 407–414.
- DŻUŁYŃSKI S., KOTLARCZYK J., NEY R., 1979 – Podmorskie ruchy masowe w basenie skolskim. W: *Stratygrafia Formacja z Ropianki (fm). Poziomy z olistostromami w Karpatach Przemyskich. Mat. Terenowej Konferencji Naukowej w Przemyśle*. Przemyśl, 29–29 czerwca 1979 r.
- GŁOWACKI E., KARNKOWSKI P., ŻAK C., 1963 – Prekambr i kambr w podłożu Przedgórze Karpat środkowych i w Górach Świętokrzyskich. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 33: 314–321.
- GŁOWACKI E., JURKIEWICZ H., KARNKOWSKI P., 1966 – Budowa geologiczna rejonu Przemyśla w świetle głębokich wierceń. *Kwartalnik Geologiczny*, 10: 211–249.
- GOLONKA J., OSZCZYPKO N., ŚLĄCZKA A., 2000 – Late Carboniferous-Neogene Geodynamic Evolution and Paleogeography of the Circum-Carpathian Region and Adjacent Areas. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 70: 107–136.
- JANKOWSKI L., 2007 – Kompleksy chaotyczne w rejonie gorlickim (polskie Karpaty zewnętrzne). *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 426: 27–52.
- JANKOWSKI L., 2015 – **Nowe spojrzenie na budowę geologiczną Karpat** - ujęcie dyskusyjne. *Prace Naukowe Instytutu Nafty i Gazu -Państwowego Instytutu Badawczego*, 202.
- JANKOWSKI L., PROBULSKI J., 2011 – **Rozwój tektoniczno-basenowy Karpat zewnętrznych na przykładzie budowy geologicznej złóż Grabownica, Strachocina i Łodyna oraz ich otoczenia**. *Geologia (Kwartalnik AGH)*, 37 (4): 555–583.
- JANKOWSKI L., KOPCIEWSKI R., RYŁKO W., 2004 – *Geological Map of the Outer Carpathians: Borderlands of Poland, Ukraine and Slovakia*. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JANKOWSKI L., KOPCIEWSKI R., RYŁKO W., DANYSH V., TSARNENKO P., HNYLKO O., 2012 – Lithostratigraphic correlation of the outer Carpathian borderlands of Poland, Ukraine, Slovakia and Romania. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 449: 87–97.
- JAWOR E., 1970 – Wgłębna budowa geologiczna na wschód od Krakowa. *Acta Geologica Polonica*, 20: 709–769.
- JAWOR E., 1983 – Utwory miocenu między Krakowem a Dębicą. *Przegląd Geologiczny*, 31: 635–641.
- KARNKOWSKI P., 1978 – Paleodelta w miocenie przedgórze Karpat. *Przegląd Geologiczny*, 26: 625–629.
- KARNKOWSKI P., 2007 – Exploration and exploitation of oil and gas fields in Poland: a historical outline. *Przegląd Geologiczny*, 55: 1049–1059.
- KARNKOWSKI P., ŁAPINKIEWICZ A., 1965 – *Mapa geologiczno-strukturalna podłoża miocenu przedgórze Karpat Północnych, 1:200000*. Wyd. Geol., Warszawa.
- KARNKOWSKI P., OŁTUSZYK S., 1968 – *Atlas geologiczny Przedgórze Karpat*. Wyd. Geol., Warszawa.
- KARNKOWSKI P.H., OZIMKOWSKI W., 2001 – Ewolucja strukturalna podłoża miocenijskiego basenu przedkarpacciego (obszar pomiędzy Krakowem a Przemyślem). *Przegląd Geologiczny*, 49: 431–436.
- KASPRZYK A., 1999 – Sedimentary evolution of Badenian (Middle Miocene) gypsum deposits in the northern Carpathian Foredeep. *Geological Quarterly*, 43: 449–465.
- KOVÁČ M., PLAŠIENKA D., SOTÁK J., VOJTKO R., OSZCZYPKO N., LESS G., ČISOVIČ V., FUGENSCHUH B., KRÁLIKOVÁ S., 2016 – Paleogene paleogeography and basin evolution of the Western Carpathians, Northern Pannonian domain and adjoining areas. *Global and Planetary Change*, 140: 9–27.
- KRZYWIEC P., 1994 – **Sedymentacja, tektonika i geodynamika centralnej części zapadliska przedkarpacciego - wnioski z interpretacji danych sejsmicznych**. *Problemy interpretacyjne sejsmiki*, cz. 2. I Krajowa Konf. Nauk.-Tech. Mogilany.
- KRZYWIEC P., 1997 – Large-scale tectono-sedimentary Middle Miocene history of the central and eastern Pol-

- ish Carpathian Foredeep Basin. results of seismic data interpretation. *Przegląd Geologiczny*, 45: 1039-1053.
- KRZYWIEC P., PIETSCH K., 1994 – Sejsmiczna analiza facjalna mioceńskich osadów zapadliska przedkarpackiego (rejon Brzesko-Tarnów). *Problemy interpretacyjne sejsmiki*, cz. 2. I Krajowa Konf. Nauk.-Tech. Mogilany.
- KRZYWIEC P., PIETSCH K., 1996 – Zmienność stylu tektonicznego i warunków sedymentacji na obszarze zapadliska przedkarpackiego między Krakowem a Przemyśłem w świetle interpretacji regionalnych profili sejsmicznych. *Geologia (Kwartalnik AGH)*, 22 (1): 49-59.
- MORYC W., 1995 – Ładowe utwory paleogenu na obszarze przedgórzia Karpat. *Nafta-Gaz*, 51: 181-195.
- NEY R., 1967 – Remarks on the development of the Carpathian Foredeep. *Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences. Sér. Sc. Geol. et Geogr.*, 15: XXXX.
- NEY R., 1968a – Rola rygla krakowskiego w geologii zapadliska przedkarpackiego i rozmieszczeniu złóż ropy i gazu. *Prace Geologiczne*, 45.
- NEY R., 1968b – Miocen jednostki stebnickiej w rejonie Przemyśla w świetle podziału miocenu centralnej Paratetydy. *Sprawozdania z Posiedzeń Komisji Naukowych PAN*, 10: 569-572.
- NEY R., BURZEWSKI W., BACHLEDA T., GÓRECKI W., JAKUBCZAK K., SŁUPCZYŃSKI K., 1974 – Zarys paleogeografii i rozwoju litologiczno-facjalnego utworów miocenu zapadliska przedkarpackiego. *Prace Geologiczne*, 82.
- NOWOTARSKI C., GARA A. (red.), 1994 – *Mapa strukturalna podłoża miocenu przedgórzia Karpat, 1:200000*. PGGN Kraków. Arch. Geonafta.
- OSZCZYPKO N., 1996 – Mioceńska dynamika polskiej części zapadliska przedkarpackiego. *Przegląd Geologiczny*, 44: 1007-1018.
- OSZCZYPKO N., 1997 – The Early-Middle Miocene Carpathian peripheral foreland basin (Western Carpathians, Poland). *Przegląd Geologiczny*, 45: 1054-1063.
- OSZCZYPKO N., 2006 – Powstanie i rozwój zapadliska przedkarpackiego. *Przegląd Geologiczny*, 54: 396-403.
- OSZCZYPKO N., KRZYWIEC P., PERYT T., 2006 – Carpathian Foredeep Basin (Poland and Ukraine): Its sedimentary, structural, and geodynamic evolution. *AAPG Memoir*, 84: 293-350.
- PERYT T.M., 2006 – The beginning, development and termination of the Middle Miocene Badenian salinity crisis in Central Paratethys. *Sedimentary Geology*, 188-189: 379-396.
- PERYT T., 2012 – Zarys budowy geologicznej zapadliska przedkarpackiego. W: *Atlas geotermalny zapadliska przedkarpackiego* (red. W. Górecki), 24-36. AGH, Kraków.
- POŁTOWICZ S., 1991a – Miocen strefy karpackiej między Wieliczką a Dębicą. *Geologia (Kwartalnik AGH)*, 17 (3): 19-59.
- POŁTOWICZ S., 1991b – Miocen strefy karpackiej między Dębicą a Przemyśłem. *Geologia (Kwartalnik AGH)*, 17 (4): 5-27.
- POŁTOWICZ S., 1993 – Palinspastyczna rekonstrukcja paleogeografii badeńskiego salinarnego zbiornika sedymentacyjnego w Polsce. *Geologia (Kwartalnik AGH)*, 19 (4): 203-233.
- POŁTOWICZ S., 1997 – Pozornie przekraczające zaleganie badenu na sekcjach sejsmicznych. *Nafta-Gaz*, 53: 117-125.
- POŁTOWICZ S., STARCZEWSKA-POPOW A., 1973 – Rozwój zapadliska przedkarpackiego między Tarnowem a Przemyśłem. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 43: 495-517.
- POPRAWA P., KRZYWIEC P., 1999 – Role of basin-fill differential compaction for normal-fault development in the Eastern Polish Outer Carpathian Foredeep Basin. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 387: 166-167.
- PORĘBSKI J., 1999 – Środowisko depozycyjne sukcesji nadewaporatowej (górnny baden) w rejonie Kraków-Brzesko (zapadlisko przedkarpackie). *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 168: 97-118.
- PORĘBSKI J., OSZCZYPKO N., 1999 – Litofacje i geneza piasków bogucickich (górnny baden), zapadlisko przedkarpackie. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 168: 57-82.
- PSZONKA J., 2015 – Studium sedymentologiczne warstw cergowskich w jednostce dukielskiej i przedukielskiej karpat fliszowych. *Studia, Rozprawy, Monografie* 196, Wydawnictwo Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.
- RAŻNY J., 1961 – Warunki akumulacji ropy naftowej w złożach Łodyna, Brzegi Dolne i Czarna. *Przewodnik XXXIV Zjazdu PTG*, Sanok
- RONIEWICZ P., WYSOCKA A., 1999 – Charakterystyka sedymentologiczna utworów środkowomioceńskich północno-wschodniej, brzeżnej strefy zapadliska przedkarpackiego. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 168: 83-97.
- WDOWIARZ S. 1976, – O stosunku Karpat do zapadliska przedkarpackiego w Polsce. *Przegląd Geologiczny*, 24: 350-357.
- ZUBRZYCKI A. 1986, – Analiza facjalna i rozwój pułapek litologicznych w utworach miocenu autochtonicznego zapadliska przedkarpackiego pomiędzy Rzeszowem a Pilznem. *Prace Geologiczne*, 131.
- ŻYTKO K., MALATA T. (red.), 2006 – Kuźmina 1. *Profil Głębokich Otworów Wiertniczych Państwowego Instytutu Geologicznego*, 110.

BADANIA KARPAT – ZAPADLIKA W KARTOGRAFII GEOLOGICZNEJ OKRESU MIĘDZYWOJENNEGO – W 100-LECIE PIG

Stanisław Wołkowicz^{1, *} & Krystyna Wołkowicz¹

¹Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

*E-mail: stanislaw.wolkowicz@pqj.gov.pl

Po odzyskaniu niepodległości i utworzeniu Państwowej Komisji Geologicznej, która w 1918 roku przekształciła się w Państwowy Instytut Geologiczny, pełniącego rolę państwowej służby geologicznej podstawowymi kierunkami prac były zapewnienie dostaw surowców mineralnych dla polskiej gospodarki oraz opracowanie map geologicznych, które są podstawą wszelkich prac poszukiwawczych. W tej dziedzinie bardzo szybko spektakularne sukcesy osiągnął Jan Samsonowicz, który prowadząc prace kartograficzne dokonywał kolejno odkryć złóż: żelaza w Rudkach, fosforytów w rejonie Rachowa i Annapola, a następnie złóż węgla kamiennego na Wołyniu. Rozpoznanie geologiczne obszaru Karpat i zapadliska przedkarpackiego, czyli terenu, który był w zaborze austriackim, było znacząco lepsze niż tereny objęte zaborem rosyjskim.

Południowa część Polski obfitowała w surowce mineralne, z których największe znaczenie miała ropa naftowa oraz sole kamienne. Obszar ten był przedmiotem badań przede wszystkim geologów związanych z Sekcją Orogra-

ficzno-Geologiczną Komisji Fizjograficznej, która od 1873 r. była organem Akademii Umiejętności powstałej po likwidacji Towarzystwa Naukowego Krakowskiego. Wyniki prac badawczych były publikowane w *Sprawozdaniach Komisji Fizjograficznej* i *Pamiętnikach Fizjograficznych*, w których ukazało się wiele ważnych opracowań kartograficznych. Najważniejszym osiągnięciem tej Komisji było opracowanie *Atlasu Geologicznego Galicji*, monumentalnego dzieła składającego się z 25 zeszytów, w ramach których opracowano 101 arkuszy map w skali 1:75 000 (Alexandrowicz, 2008; Wołkowicz & Wołkowicz, 2014). Obszar Karpat był też terenem bardzo intensywnie badanym w aspekcie występowania złóż ropy naftowej, a pierwszą sformalizowaną placówką geologiczną zajmującą się tą tematyką była powołana w 1912 r. z inicjatywy prof. Józefa Grzybowskiego Stacja Geologiczna w Borysławiu. Na jej czele stanął młody, ale bardzo dobrze wykształcony geolog dr Bolesław Kropaczek (Wołkowicz i in., 2017). Problematyka związana

Fig. 1. H. Świdziński & S. Jaskólski, 1931 – Mapa geologiczna okolic Rymanowa 1:75 000.



Fig. 2. Skorowidz arkuszowy ogólnej mapy geologicznej Polski w skali 1:100 000

z poszukiwaniem i rozpoznawaniem złóż ropy naftowej na Podkarpaciu została podjęta niezwłocznie po powołaniu do życia PIG, w którym zatrudnieni zostali najwybitniejsi geolodzy naftowi: Jan Nowak, Konstanty Tołwiński, którzy brali udział w pracach Komisji Sejmowej i opracowali memoriał w sprawie organizacji przemysłu i górnictwa naftowego w odrodzonej Polsce. K. Tołwiński podjął starania prowadzące do reaktywacji działalności Stacji Geologicznej w Boryslawiu, w ramach struktury PIG. Jego współpracownikami zostali dr Bolesław Bujalski i dr Edward Jabłoński. Ta pierwsza placówka terenowa PIG była finansowana w głównej mierze przez przemysł naftowy, z którym bar-

dzo ściśle współpracowała i w 1921 r. została przekształcona w Karpacki Instytut Geologiczno-Naftowy. Badania naftowe nie mogły być jednak prowadzone w oderwaniu od szerokiego ujęcia problematyki budowy geologicznej Karpat, dlatego też pracownicy stacji brali również czynny udział w pracach terenowych utworzonego w 1923 r. Wydziału Naftowo-Solnego PIG, którego pierwszym kierownikiem był prof. Wawrzyniec Teisseyre, a w latach 1930-1939 kierował nim K. Tołwiński. Prowadzono wówczas bardzo intensywne rozpoznawanie budowy geologicznej Karpat Wschodnich i zapadliska przedkarpackiego, co zaowocowało licznymi mapami, których autorami byli

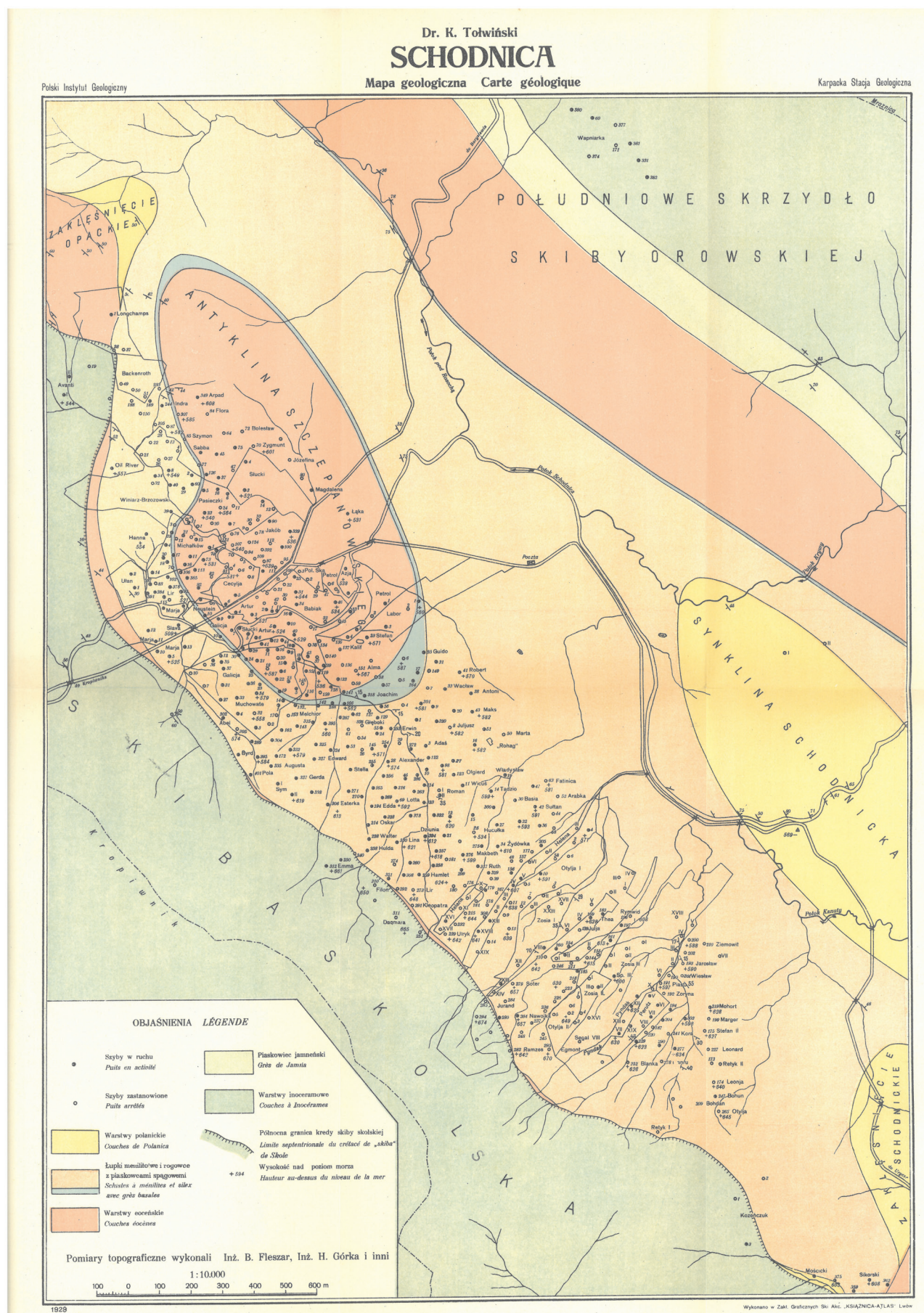


Fig. 3. K. Tolwiński 1929 – Schodnica. Mapa geologiczna



Mapy zamieszczane w *Sprawozdaniach*, pomimo dużej wartości merytorycznej, należy jednak uznawać za

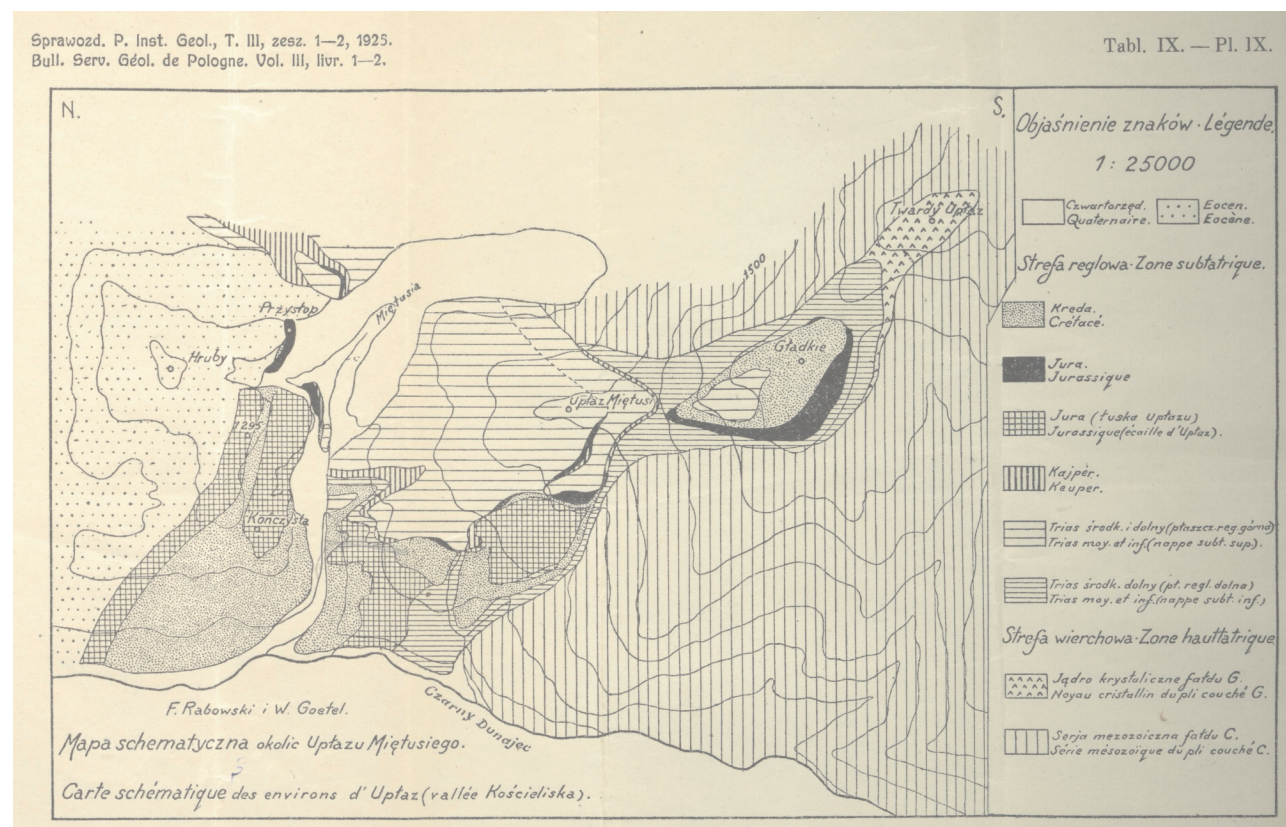


Fig. 5. F. Rabowski, F. Goetel, 1925 – Mapa schematyczna okolic Uplazu Międzybuzkiego

wstępne materiały cząstkowe, a zasadniczym celem było opracowanie szczegółowych map geologicznych badanych obszarów. W przypadku Rabowskiego i Horwitza los okazał się okrutny. Pierwszemu na doprowadzenie swoich prac do końca nie pozwoliła przede wszystkim ciężka choroba, drugiemu tragiczna śmierć związana z okresem okupacji hitlerowskiej. Ich dzieła zostały opublikowane dopiero po zakończeniu II wojny światowej. Dorobek Rabowskiego został opublikowany przez PIG w latach 1953-1959, przy bardzo dużym udziale Z. Kotańskiego (Miecznik, 2013). W przypadku Horwitza obszerna jego praca *Budowa geologiczna Pienin* ukazała się dopiero w 1963 r. w *Pracach Instytutu Geologicznego*. Wiele innych prac przerwanych przez wojnę było kontynuowanych w okresie powojennym. Na takie najważniejsze prace kartograficzne należy uznać mapy H. Świdzińskiego i S. Sokołowskiego *Mapa geologiczna Karpat 1:200 000* (część wschodnia i zachodnia, która w większości została opracowana do 1939 r., natomiast zręby pod mapy Pienińskiego Pana Skałkowego, które opublikował K. Birkenmayer w latach 1959-1970, położył Ludwik Horwitz.

LITERATURA

- ALEXANDROWICZ S.W., 2008 – Sekcja Geologiczna Komisji Fizjograficznej TNK i AU – działalność i osiągnięcia. *Studia i materiały do dziejów Polskiej Akademii Umiejętności*, 5.
- BUJALSKI B., 1938 – *Ogólna mapa geologiczna Polski w skali 1:100 000*. Arkusz Nadwórna.
- HORWITZ L., 1963 – Budowa geologiczna Pienin. *Prace Instytutu Geologicznego* 38: 15-152.
- MIECZNIK J.B., 2013 – *Ferdynand Rabowski – Wybitny tektonik i człowiek gór*. *Przegląd Geologiczny*, 61: 172-177.
- TOŁWIŃSKI K., 1929 – Schodnica. Mapa geologiczna w skali 1:10 000. W: K. Tołwiński (red.), *Kopalnie nafty i gazów ziemnych w Polsce*. Zeszyt III. Biuletyn 18: 52 str.
- WOŁKOWICZ S., GRANICZNY M., WOŁKOWICZ K., URBAN H., 2017 – History of the oil industry in Poland until 1939. *Geological Society Special Publications*, 442: 401-412.
- WOŁKOWICZ S., WOŁKOWICZ K., 2014 – Geological cartography in Poland in the 19th century. *Geological Quarterly*, 58: 623-658.

WODY LECZNICZE UZDROWISK IWONICZA-ZDROJU I RYMANOWA-ZDROJU

Józef Chowaniec^{1,*}

¹Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki

*E-mail: chowaniec.surowka@gmail.com

Uzdrowiska Iwonicz-Zdrój i Rymanów-Zdrój znajdują się w obrębie środkowej części centralnego synklinorium karpackiego. Jednym z elementów tego synklinorium jest antyklina Iwonicza-Zdroju – Rudawki Rymanowskiej, w obrębie której występują wody lecznicze eksploatowane w uzdrowiskach Iwonicz-Zdrój i Rymanów-Zdrój (Fig. 1). Dla ochrony tych wód utworzone zostały obszary górnicze „Iwonicz” i „Rymanów”. W zasięgu obszarów górniczych odsłaniają się na powierzchni wychodnie piaskowców ciężkowickich, stanowiących kolektor wód leczniczych.

IWONICZ-ZDRÓJ

Iwonicz-Zdrój to jedno z najstarszych polskich uzdrowisk znane od 1578 r., które do prosperity doszło dopiero pod koniec XVIII w. Iwonickie wody lecznicze należą do najwcześniej poznanych i opisywanych w Polsce. Spośród źródeł najbardziej znanymi są: Karol, Amelia i Józef. W obrębie obszaru górniczego „Iwonicz” wody mineralne, w tym lecznicze, zostały rozpoznane 15 otworami. Do najbardziej znanych należy odwiert o nazwie Emma, wykonany w 1899 r., w którym nawiercono wody mineralne

o cennych właściwościach leczniczych, eksploatowane do dnia dzisiejszego. Pod względem chemicznym wody iwoniczkie są typu chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowego z zawartością m.in. jodu i dwutlenku węgla. Związane są one z eoceńskimi piaskowcami ciężkowickimi jednostki śląskiej. Mineralizacja wód iwoniczkich dochodzi do 19,0 g/dm³. Zasadniczym problemem jest ich stałe wysładzanie przez wody atmosferyczne. Zasoby eksploatacyjne poszczególnych ujęć wahają się od 0,5 m³/h do 12,6 m³/h. W otworach Lubatówka 12 i Lubatówka 14 eksploatuje się wody termalne o temperaturze na wypyływie odpowiednio - 20,2°C i 20,1°C. Od 1867 r. (z przerwami) warzona jest w Iwoniczu sól jodobromowa z wody mineralnej (19,2 g/dm³) eksploatowanej z otworu Lubatówka 12. Sól, której produkcję ograniczono, była używana do kąpieli, okładów i zmywań.

W Iwoniczu Zdroju, dzięki wszechstronnemu stosowaniu w medycynie jodu i bromu, jest leczonych wiele jednostek chorobowych, m.in.: choroby układu krążenia, narządu ruchu, górnych dróg oddechowych, układu nerwowego, przemiany materii i wiele innych.

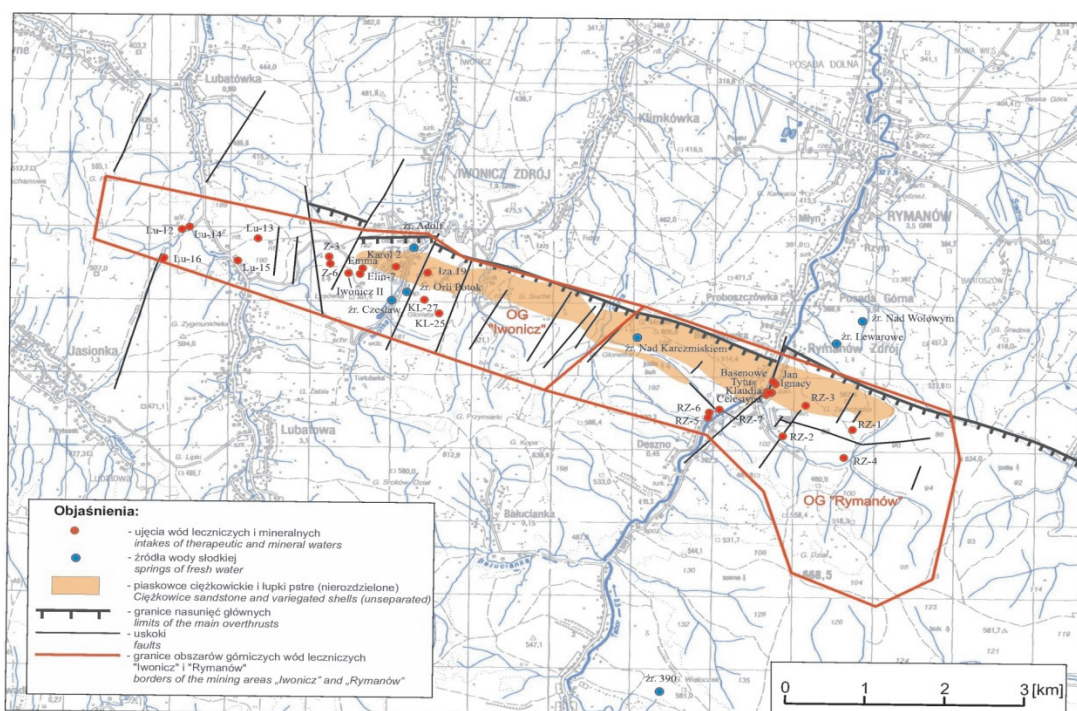


Fig. 1. Lokalizacja ujęć wód leczniczych w Rymanowie-Zdroju i Iwoniczu-Zdroju (Chowaniec i in., 2016); elementy tektoniczne wg Wdowiarza i in. (1991)

RYMANÓW-ZDRÓJ

Rymanów-Zdrój jako uzdrowisko zaistniał pod koniec XIX w. (1876 r.), po odkryciu 12 źródeł mineralnych w korycie potoku Tabor. Źródła te rozdzielono na trzy zdroje, które otrzymały nazwy: Tytus, Klaudia i Celestyna. Wody lecznicze występujące w okolicach Rymanowa należą do wód chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowych, z zawartością m.in. jodków i dwutlenku węgla. Wody w źródłach Klaudia, Tytus i Celestyna są szczawami o mineralizacji ok. 8 g/dm³ i łącznych zasobach eksploatacyjnych wynoszących 0,675 m³/h. W obszarze górniczym „Rymanów”, oprócz trzech wymienionych źródeł, znajdują się jeszcze dwa źródła - Basenowe i Ignacy oraz 5 otworów. Wody lecznicze eksploatowane z otworów charakteryzują się mineralizacją w granicach 3-10 g/dm³. W 2012 r. w obszarze górniczym „Rymanów” odwiercono nowy otwór Rymanów-Zdrój 7, z którego nastąpił samowypływ wody w ilości ok. 6 m³/h o mineralizacji 3,0 g/dm³. Na uwagę zasługuje fakt wzrostu mineralizacji wody, co może świadczyć o połączeniu poziomów wodonośnych I-go i II-go piaskowca ciężkowickiego w rejonie otworu Rymanów-Zdrój 7. Prawdopodobnie związane jest to z dyslokacją przebiegającą w pobliżu otworu (Chowaniec & Operacz, 2014).

W Rymanowie Zdroju, dzięki warunkom klimatycznym i naturalnym środkom (wody mineralne, borowiny) leczono są m.in.: choroby układu krążenia, narządu ruchu, narządu oddechowego, narządu pokarmowego, układu nerwowego, przemiany materii oraz wiele innych.

Cechą charakterystyczną okolic Iwonicza-Zdroju i Rymanowa-Zdroju jest współwystępowanie wód zwykłych i leczniczych na powierzchni, bądź w strefie przypowierzchniowej. Ścisła granica między wodami zwykłymi i leczniczymi w tym rejonie jest trudna do uchwycenia. Czynnikiem warunkującym występowanie źródeł wód mineralnych są strefy dyslokacyjne tworzące systemy szczelin do znacznych głębokości. Migrujący z głębi ziemi, niezależny od wody, dwutlenek węgla nasycza wody infiltrujące, powodując powstanie wód mineralnych typu szczaw. Dane chemiczne i izotopowe potwierdzają złożoność systemu hydrogeologicznego w rejonie Iwonicza-Zdroju i Rymanowa-Zdroju. Z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że występują tutaj 4 różne składowe wód leczniczych: diagenetyczna, reliktoowo-morska (?), wody współczesnej oraz starszej infiltracji (Chowaniec i in., 2016).

LITERATURA

- CHOWANIEC J., OPERACZ T., 2014 – Nowe ujęcie wód leczniczych w Rymanowie-Zdroju. *Instal*, 7/8 (353): 78-80.
- CHOWANIEC J., GAĞULSKI T., GORCZYCA G., OPERACZ T., 2016 – Nowe dane dotyczące składu fizykochemicznego i izotopowego wód leczniczych Antykliny Iwonicza-Zdroju - Rudawki Rymanowskiej. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 466: 43-50.
- WDOWIARZ S., ZUBRZYCKI A., FRYSZTAK-WOŁKOWSKA A., 1991 – *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000 arkusz Rymanów*. Wyd. Geol., Warszawa.

WYKORZYSTANIE POŁĄCZONEJ INWERSJI GEOFIZYCZNYCH DANYCH POWIERZCHNIOWYCH W PRZETWARZANIU DANYCH SEJSMICZNYCH - PRZYKŁADY Z REJONU KARPAT WSCHODNICH

Adam Cygal^{1,*}, Michał Stefaniuk¹, Michał Martuś¹ & Jolanta Pilch¹

¹AGH University of Science and Technology, Faculty of Geology, Geophysics and Environmental Protection, Department of Fossil Fuels

*E-mail: cygal@agh.edu.pl

Rozkład parametrów petrofizycznych w złożonym, intensywnie zaangażowanym tektonicznie ośrodku geologicznym charakterystycznym dla struktur zewnętrznych Karpat fliszowych generuje skomplikowany i trudny do interpretacji obraz sejsmiczny. Podstawowe znaczenie dla odtworzenia budowy geologicznej ma poprawne wykonanie przetwarzania danych pomiarowych, utrudnione w złożonym ośrodku geologicznym. Najnowsze rozwiązania metodyczne w tym zakresie uwzględniają wykorzystanie tzw. zintegrowanej interpretacji, w tym połączonej inwersji geofizycznych danych powierzchniowych.

Praca przedstawia wyniki połączonej inwersji danych sejsmicznych, elektromagnetycznych i grawimetrycznych, które wykorzystane zostały w przetwarzaniu sejsmiki refleksyjnej. Dla strefy przypowierzchniowej wielowariantowa analiza danych oparta została o połączoną inwersję danych sejsmiki refrakcyjnej z danymi grawimetrycznymi oraz wprowadzonymi więzami, zbudowanymi na podstawie wyników interpretacji danych elektromagnetycznych (magnetotellurycznych AMT/MT i procesów przejściowych TEM). Metodologia ta posłużyła do budowy modeli strefy małych prędkości (SMP) wykorzystywanych do wyznaczania poprawek statycznych na wstępnym etapie prze-

tworzania. Wykorzystano ją także do konstrukcji modeli rozkładu prędkości fali sejsmicznej używanych na etapie migracji głębokościowej.

Połączona inwersja różnych typów danych geofizycznych wspomagana dostępnymi danymi geologicznymi i otworowymi, pozwoliła na otrzymanie dobrej jakości modeli geofizycznych. Co więcej, takie dane wejściowe pozwoliły na przeprowadzenie kompleksowej i szczegółowej interpretacji geologicznej wyników przetwarzania danych geofizycznych, głównie dla najpłytszej strefy, gdzie często informacja geologiczna jest tracona na etapie przetwarzania. Wyniki interpretacji były potwierdzone przez porównanie z dostępnymi informacjami z pobliskich otworów wiertniczych oraz porównane z wynikami opartymi na klasycznym przetwarzaniu danych sejsmiki refleksyjnej.

Prezentacja powstała na podstawie wyników prac badawczych zrealizowanych w ramach projektu pt.: „Eksperymentalna oraz kompleksowa i wielowariantowa interpretacja danych sejsmicznych, magnetotellurycznych, grawimetrycznych i otworowych jako narzędzie poprawy efektywności badań strukturalnych i złożowych”, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach III Konkursu – Programu Badań Stosowanych III.

NOWE SPOJRZENIE NA WARSTWY KROŚNIEŃSKIE FAŁDU GORLIC

Arkadiusz Drozd^{1,*} & Piotr Dziadzio¹

¹*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

*E-mail: drozd@inig.pl

Analiza facjalna warstw krośnieńskich południowego skrzydła fałdu Gorlic (Drozd i in., w druku), odsłaniających się w korycie rzeki Sękówka, na odcinku Gorlice – Sękową, umożliwiła wykonanie szczegółowego profilu litologicznego o łącznej miąższości rzeczywistej 1415 m. Profilowanie terenowe zostało wykonane przy pomocy oprogramowania LithoHero. W obrębie warstw krośnieńskich wydzielono i opisano 11 facji osadowych (I-XI), dla których na tym etapie badań nie przeprowadzono interpretacji mechanizmów depozycji. Rozpoznano i udokumentowano również 15 struktur sedimentacyjnych, które w kolejnym etapie badań - na szerszym obszarze - zostaną wykorzystane do interpretacji środowiska sedimentacji warstw krośnieńskich.

W celu bardziej uniwersalnego wykorzystania uzyskanych danych litologicznych, skorelowano je z zestandaryzowanymi - do jednostek fizycznych psAPI - profilowaniami geofizyki otworowej z otworów Gorlice-12 i Gorlice-13, które przewiercają ekwiwalent badanego interwału. Wszystkie 3 profile (1 terenowy i 2 otworowe) zostały razem zestawione i odniesione do granicy stropu warstw menilitowych (poziom odniesienia), która jest bardzo dobrze widoczna zarówno w terenie, jak i w zapisie krzywych geofizyki otworowej.

Przyjęta metodyka pozwoliła na wyznaczenie 5 charakterystycznych granic (G1, G2, G3, G4, G5), wyznaczanych

w spągu piaskowców masywnych, których pozycja może mieć istotne znaczenie dla dalszych prac interpretacyjnych i korelacyjnych z sąsiednimi profilami.

Porównano oraz opisano podobieństwa i różnice wyników interpretacji, z dotychczas znanym, archiwalnym opisem badanego profilu opracowanego przez Szymakowską (1979).

Opracowana metodyka może stanowić podstawę do dalszych prac, które - jak w opisanym przypadku - pozwolą na weryfikację dotychczasowego stanu wiedzy o warstwach krośnieńskich na szerszym obszarze badań. Może też być wykorzystywana do regionalnych interpretacji zmienności facjalnej i środowisk depozycji tych, jak i innych wydzieleni litostratygraficznych w obszarach o różnym stopniu odsłonięcia i pokrycia otworami wiertniczymi.

LITERATURA

- DROZD A., DZIADZIO P., STADTMÜLLER M., 2019 – Wykształcenie facjalne i korelacja profili warstw krośnieńskich z odsłoneń i otworów wiertniczych (Fałd Gorlic, jednostka śląska, Karpaty). *Nafta-Gaz* (w druku)
- SZYMAKOWSKA F., 1979 – Budowa geologiczna południowego skrzydła fałdu Gorlic między Gorlicami a Krygiem (Karpaty Środkowe). *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 49: 85-103.

CHARAKTERYSTYKA PRZESTRZENI POROWEJ ŁUPKÓW MENILITOWYCH NA PODSTAWIE BADAŃ POROZYMETRII RTĘCIOWEJ I ADSORPCJI AZOTU

Lidia Dudek^{1, *}

¹Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

*E-mail: dudek@inig.pl

Wykonano charakterystykę przestrzeni porowej powierzchniowych łupków menilitowych wykorzystując w tym celu badania porozymetrii rtęciowej i adsorpcji azotu. Próbkę do badań pobrano z rejonu jednostki śląskiej, skolskiej i dukielskiej. Struktura porowa próbek łupków menilitowych wygrzanych w 105°C była mierzona metodą porozymetrii rtęciowej (ang. MICP - *Mercury Injection Capillary Pressure*) oraz adsorpcji azotu w niskiej temperaturze w tym przypadku w temperaturze wrzenia ciekłego azotu. Na podstawie badań adsorpcyjnych obliczono wartości powierzchni właściwej BET, rozkład wielkości porów i zajmowaną przez dominujące pory objętość. Otrzymane izotermy adsorpcji i desorpcji tych próbek były podobne i można je było zaklasyfikować jako typ II, charakterystyczny dla porów o kształcie butelkowym (wąskie wejście do szerokiego wnętrza); również dla porów powstałych między dwoma płaszczyznami o różnym

wzajemnym nachyleniu wg klasyfikacji IUPAC (Sing, 1985). Porowatość i rozkład wielkości porów (ang. *Pore Size Distribution*) są jednym z ważniejszych aspektów medium porowego i wpływają na większość charakterystyk zachowania się mediów porowatych, np. charakterystykę sprężystą i mechaniczną, ruch i przepływ płynów. Najczęściej do analizy porów w makroporowych zbiornikach konwencjonalnych jest stosowana porozymetria rtęciowa. Należy mieć na uwadze, że zatłaczanie rtęci do próbki przy bardzo wysokim ciśnieniu ma wpływ na ściśliwość struktury skały, możliwość pęknięcia cząstek i otwierania zamkniętych oraz będzie wpływać na dane gromadzone przy tak wysokim ciśnieniu. Stąd z pomocą przychodzi adsorpcja do badania bardzo drobnych porów w przedziale 0,3 do 200 nm.

Połączenie zatłaczania rtęci i adsorpcji azotu daje nam informacje o całej strukturze porowej. Należy pamiętać, że azot i rtęć rejestrują struktury porowe w odmienny spo-

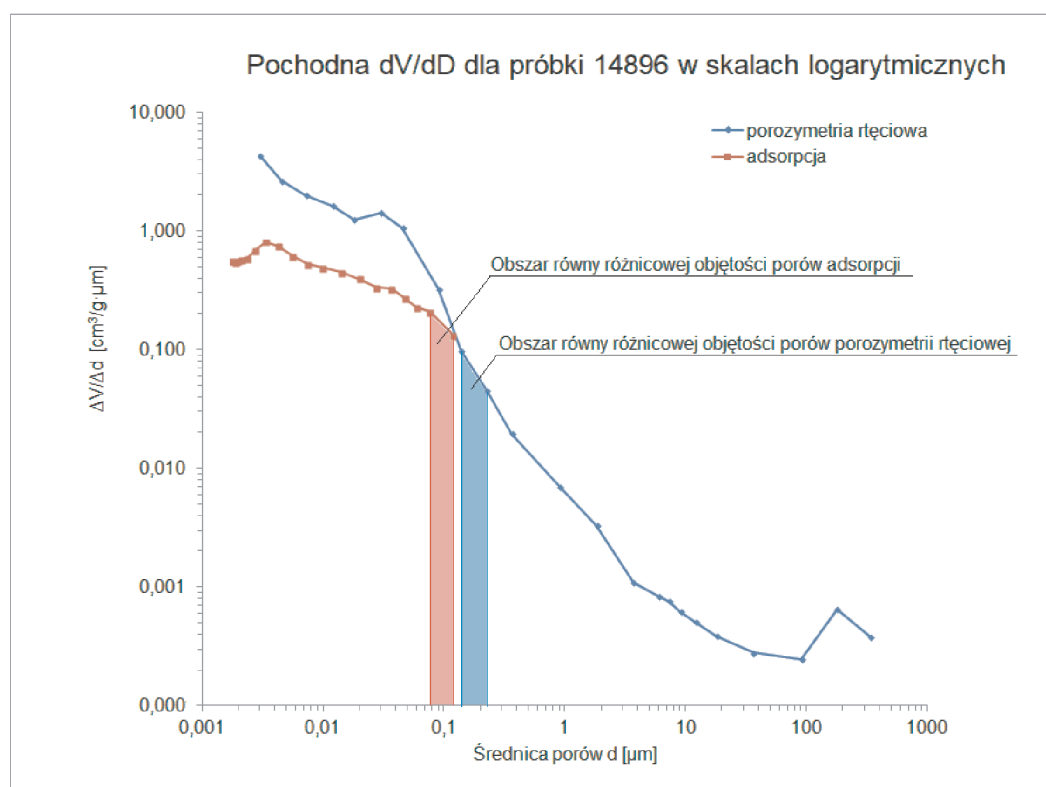


Fig. 1. Rzeczywiste nakładanie pochodnych

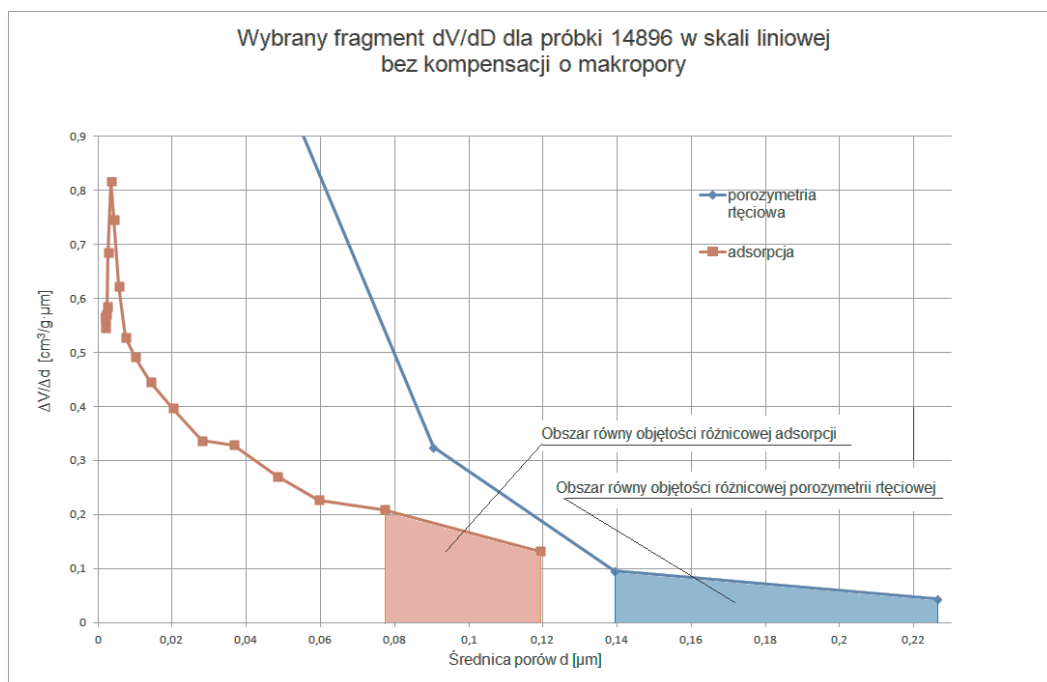


Fig. 2. Liniowe przedstawienie z Fig. 1

sób. Zatłaczanie rtęci do struktury porowej jest regulowane przez przewężenia porów tzw. gardziele, podczas gdy zjawisko adsorpcji jest kontrolowane przez powierzchnię porów (Kuila & Prasad, 2011). Łączenie informacji z tych dwóch technik dostarcza uzupełniających się informacji o strukturze porowej każdego medium porowego, w tym przypadku - próbek łupków menilitowych pobranych z powierzchni. Typowy wykres połączenia MICP oraz adsorpcji azotu dla jednej z badanych próbek przedstawiają Fig. 1 i 2, a pola powierzchni przedstawione na tych rysunkach są równe różnicowym objętościom porów mierzonych przez zaadsorbowany azot, lub wypełnienie rtęcią, między dwiema średnicami pomiarowymi. Porównanie kątów nachylenia linii na Fig. 1 pozwala ponadto ocenić, czy pory pod wpływem ciśnień rtęci są ściskane czy też rozrywane. Również lokalne dominujące średnice są dobrze widoczne

na obu rysunkach. Z poniższych wykresów możemy obliczyć całkowitą, jak również – różnicową, objętość porową dla rtęci w przedziale 0,1-10 μm oraz dla adsorpcji w przedziale 0,0017-0,1 μm . Wartości te można otrzymać z sumowania pól powierzchni dla poszczególnych zakresów.

LITERATURA

- KUILA U., MANIKA PRASAD, 2011 – Surface area and pore-size distribution in clays and shales, SPE 146869. SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in Denver, Colorado, USA, 30 October – 2 November 2011.
- SING K.S., 1985 – Reporting physisorption data for gas/solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity. *Pure and Applied Chemistry*, 57: 603-619.

PROPOZYCJA UTWORZENIA GEOPARKU W BIESZCZADACH WYSOKICH

Grzegorz Haczewski^{1, *}

¹Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Instytut Geografii

*E-mail: sghaczew@interia.pl

Bieszczady Wysokie mają znaczny a niedoceniony potencjał geoturystyczny. Geoturystyka jest jednak trudna do pogodzenia z zasadami ścisłej ochrony, jaka obowiązuje na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego (BdPN). Pogodzenie potrzeb geoturystyki i ochrony przyrody mogłoby zapewnić utworzenie geoparku w otulinie BdPN, na terenie parków krajobrazowych Ciśniańsko-Wetlińskiego i Doliny Sanu.

Potencjał geoturystyczny Bieszczadów wynika z ich specyficznego położenia geologicznego - na granicy dwu jednostek tektoniczno-facjalnych: dukielskiej i śląskiej - oraz szczególnej historii rozwoju rzeźby i działalności człowieka. Młode ruchy wypiętrzające przyczyniły się do powstania urozmaiconych form rzeźby na zróżnicowanym podłożu skalnym. Krajobraz proponowanego geoparku uległ niewielkim przekształceniom w wyniku gospodarki, jaką tu prowadzono do połowy XX wieku. Na terenie potencjalnego geoparku występują skały całej kredy i paleogenu po najniższy miocen. Oprócz skał osadowych fliszu karpackiego spotkać tu można - w postaci egzotyków we fliszu - egzotyczne skały osadowe i metamorficzne. Występuje tu bogactwo form sedymentacyjnych i tektonicznych

dostępnych do obserwacji w doskonałych odsłonięciach: turbidyty z bogactwem hieroglifów, warstwy osuwisk podmorskich, żyły piaskowcowe, konkretne cementacyjne, wirowce, diamenty marmaroskie, makroskamieniałości, uskoki, nasunięcia, spękania ciosowe, budiny, systemy żył mineralnych, *vein structures*, naturalne wypływy ropy i gazu ziemnego. Bogaty jest zestaw form rzeźby: grzędy i ściany skalne, osuwiska, jaskinie szczelinowe, formy sufozyczne, kopalne jeziora osuwiskowe, torfowiska, przekroje warstw z zapisem historii osadnictwa, wodospady, berda, kotły wirowe. Występują tu też ślady dawnego górnictwa naftowego i dające się odczytać w krajobrazie ślady dawnej zabudowy, dróg, systemów pól, ruiny mostów, resztki jazów i innych działań hydrotechnicznych. Na dawnych cmentarzach obejrzyć można nagrobki z miejscowego materiału skalnego

Utworzenie geoparku tożsamego terytorialnie z istniejącymi dwoma parkami krajobrazowymi ułatwi rozwiązanie kwestii organizacyjno-administracyjnych. Obsłudze geoturystów sprzyja bogata baza turystyczna, jak i wysoki poziom wykształcenia mieszkańców, ważny w perspektywie szkolenia przewodników geoturystyki.

MODELOWANIA STRUKTURALNE ORAZ POWIERZCHNIOWE DANE GEOLOGICZNE JAKO NARZĘDZIA W INTERPRETACJI DANYCH SEJSMICZNYCH Z REJONU KARPAT ZEWNĘTRZNYCH

Piotr Hadro^{1, *}, Jan Barmuta¹, Krzysztof Starzec¹ & Michał Stefaniuk¹

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

*E-mail: piotr.hadro@gmail.com

Interpretacja danych sejsmicznych z rejonu Karpat Zewnętrznych stanowi niejednokrotnie duże wyzwanie ze względu na niską jakość danych sejsmicznych, będącą efektem zarówno skomplikowanej geologii, jak i różnicowanych parametrów akwizycji.

Jak wykazały liczne prace (np. Bond et al., 2007, 2015), niejednoznaczność zapisu sejsmicznego oraz brak danych, lub niedostatek innych, zostawia duże pole swobody podczas interpretacji, która w znacznym stopniu może zależeć od wizji, doświadczenia i wiedzy interpretatora. W celu zo-biektywizowania interpretacji powszechnie stosowanym narzędziem jest bilansowanie przekrojów geologicznych, czyli rekonstrukcja kolejnych etapów deformacji w celu odtworzenia pierwotnej geometrii basenu. Równie pomocnym narzędziem są strukturalne modelowania pro-ste, pozwalające na symulację koncepcji rozwoju tektonicznego. Niedocenione, aczkolwiek niezwykle ważne dla poprawnej interpretacji danych sejsmicznych, są również dane powierzchniowe. Pozwalają one na zbudowanie modelu geologicznego w płytkiej strefie, która stanowi

słaby punkt sejsmiki refleksyjnej w obszarach charaktery-zujących się zaawansowaną tektoniką oraz dużymi kątami upadu warstw. Dane powierzchniowe znajdują również zastosowanie w powiązaniu horyzontów sejsmicznych z wydzieleniami litostratygraficznymi, kiedy dowiązania na podstawie sejsmogramów syntetycznych nie dają zadowa-lających rezultatów.

Na przykładzie wybranych linii sejsmicznych z rejonu wschodniej części Karpat Zewnętrznych zaprezentowano możliwości wykorzystania wyżej wymienionych narzędzi w procesie interpretacji danych sejsmicznych.

LITERATURA

- BOND C.E., GIBBS A.D., SHIPTON Z.K., JONES S., 2007 – What do you think this is? “Conceptual uncertainty” in geoscience interpretation. *GSA Today*, 17 (11): 4-10.
- BOND C.E., JOHNSON G., ELLIS J.F., 2015 – Structural model creation: the impact of data type and creative space on geological reasoning and interpretation. *Geological Society Special Publications*, 421 (1): 83-97.

ZASOBY I MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA WÓD TERMALNYCH W REJONIE WSCHODNICH KARPAT POLSKICH W ŚWIETLE POGŁĘBIONEJ ANALIZY STRUKTURALNO-PARAMETRYCZNEJ

Marek Hajto^{1,*} & Bartosz Papiernik¹

¹Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Surowców Energetycznych

*E-mail: mhajto@agh.edu.pl

Polska część Karpat Wschodnich, od południka Gorlic po Bieszczady obejmuje powierzchnię 9830 km², co stanowi ok. 3,2% powierzchni Polski. Jest to obszar o skomplikowanej budowie geologicznej, relatywnie dobrze rozpoznany w rejonie odkrytych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Rozpoznanie parametrów termicznych i hydrogeologicznych, w porównaniu z obszarem np. Niżu Polskiego, jest raczej słabe, co związane jest również z płaszczowinowo-nasuwcą budową geologiczną, utrudniającą interpretację powyższych i określenie prawidłowości rozkładu parametrów w skali regionalnej. W 1988 r. odwiercono otwór Kuźmina-1, o głębokości 7541 m, który do tej pory jest najgłębszym otworem w Polsce. W otworze tym dokonano pomiaru najwyższej temperatury górotworu w rejonie polskich Karpat - 178,5°C. Najwyższą temperaturę wód geotermalnych w rejonie Polskich Karpat Wschodnich stwierdzono zaś w otworze Brzegi Dolne IG-1 (gm. Ustrzyki Dolne). W otworze tym, z poziomu warstw inoceramowych jednostki skolskiej, występujących na gł. ok. 4300 m, uzyskano przyływ wód o temperaturze 105°C.

Pogłębiona analiza strukturalno-parametryczna utworów fliszowych oraz potencjalnych poziomów zbiornikowych miocenu i mezozoiczno-paleozoicznego podłoża Karpat Wschodnich, wykonana przy wykorzystaniu oprogramowania Petrel, wskazuje na relatywnie słabe własności hydrogeologiczne utworów budujących profil geologiczny do gł. 4000 m p.p.m. Przekłada się to na niskie wartości przewidywanych wydajności ujęć wód. Przy założeniu optymalnego ujęcia warstw wodonośnych z większości wydzielonych interwałów oraz poziomów zbiornikowych nie należy spodziewać się osiągnięcia wydajności ujęć powyżej 10 m³/h. Wody te mogą charakteryzować się zróżnicowaną temperaturą, od 20 do ponad 150°C.

Nieco bardziej korzystne parametry hydrogeologiczne są związane z interwałami głębokościowymi występującymi w obrębie utworów fliszowych płaszczowiny skolskiej i śląskiej oraz w utworach miocenu, środkowej jury i w utworach dewonu-karbonu węglanowego. W rejonach o nieco lepszych parametrach hydrogeologicznych można ewentualnie rozważyć możliwości wykorzystania cie-

pła wód geotermalnych do zastosowań grzewczych, przy wspomaganie przez inne źródła ciepła, np.: pompa ciepła, kocioł na biomasę itp.

Obszarem perspektywnym, dobrze rozpoznany i udokumentowany do wykorzystania zasobów wód termalnych kwasowęglowych w balneoterapii jest rejon Lubatówki. Wody termalne są eksploatowane dwoma odwiertami Lubatówka 12 i Lubatówka 14 i są one wykorzystywane jedynie częściowo.

W obrębie utworów fliszowych można wydzielić kilka obszarów, gdzie nieco lepsze parametry zbiornikowe występują w obrębie różnych interwałów głębokościowych, są to np. rejony: Rzeszów-Tyczyn-Chmielnik (gł. 500-1000 m ppm, 10-12 m³/h, temp. wód 30-31°C, mineralizacja 40-60g/dm³), Krościenko-Wojtkowa (gł. 500-1000 m ppm, ok. 12 m³/h, temp. wód 30-34°C, mineralizacja 40-50g/dm³), rejon Brzozowa (gł. 2000-2500 m ppm, 10-13 m³/h, temp. wód 80°C, mineralizacja 40-60g/dm³), Zagorzyce-Babica-Strzyżów-Domaradz (gł. 2500-3000 m ppm, 10-13 m³/h, temp. wód ok. 80-95°C, mineralizacja wód ok. 30-60 g/dm³), Dubiecko (gł. 2500-3000 m ppm, 15 m³/h, temp. ok. 80°C, mineralizacja wód ok. 40-60 g/dm³), rejon Dynowa (gł. 3000-3500 m ppm, 8 m³/h, po intensyfikacji 12 m³/h, temperatura wód ok. 95-100°C, mineralizacja wód ok. 43 g/dm³), NE od Krosna (gł. 3000-3500 m ppm, 24 m³/h, temperatura wód pow. 110°C, mineralizacja wód ok. 40-60 g/dm³), na E od Błazowej (gł. 3500-4000 m ppm, potencjalne wydajności ujęć ok. 10-12 m³/h, temperatura wód ok. 110-115°C, mineralizacja wód ok. 40-50 g/dm³), na E od Frysztaka (gł. 3500-4000 m ppm, wydajności ujęć do ok. 24 m³/h, temperatura wód ok. 110-120°C, a mineralizacja wód ok. 40-50 g/dm³), rejon Jedlicz (gł. 2500-3000 m ppm, potencjalne wydajności ujęć do 20 m³/h, temperatura wód ok. 90°C, mineralizacja wód ok. 20-30 g/dm³), Gorlice (gł. 3500-4000, wydajności ujęć ok. 10 m³/h, temperatura wód ok. 120-130°C, mineralizacja wód poniżej 30 g/dm³), rejon Szczawnego (potencjalne wydajności ujęć do ok. 30 m³/h, temperatura wód ok. 130°C, mineralizacja wód ok. 20 g/dm³).

W obrębie utworów miocenu najbardziej perspektywicznie prezentuje się rejon Błędowej Zgłobieńskiej, na SW od Rzeszowa. W powyższej lokalizacji należy spodziewać się potencjalnych wydajności ujęć ok. 32 m³/h, o temperaturze wód ok. 72°C i mineralizacji ok. 54 g/dm³.

Możliwości uzyskania relatywnie dużych przypiływów wód geotermalnych z utworów fliszowych rejonu Karpat potwierdzają wyniki uzyskane podczas wiercenia otworu Wiśniowa-1, gdzie podczas wiercenia z głębokości 3793 m uzyskano znaczny przypiływ wód (180 m³/h) o relatywnie niskiej mineralizacji, ok. 7 g/dm³ i temperaturze 84°C, przy ciśnieniu na głowicy otworu 76 at.

W utworach podłoża Karpat fliszowych perspektywiczne obszary dla lokalizacji potencjalnych ujęć wód geotermalnych stwierdzono lokalnie w obrębie miocenijskiego, cenomańskiego, środkowojurajskiego oraz węglanowego zbiornika dewonu-karbonu (szczególnie w rejonie Karpat zachodnich). Strefy perspektywiczne występują głównie w rejonie frontu nasunięcia karpackiego, na południe od Bochni i Brzeska, Tarnowa i Rzeszowa oraz na południowo-zachód od Rzeszowa (miocen)

Z pozostałych zbiorników niewielki potencjał wód geotermalnych jest związany ze szczelinowymi zbiornikami jury środkowej oraz karbonu-dewonu. Analizy wykazały, że w rejonie Tarnowa oraz Sędziszowa Małopolskiego można spodziewać się wydajności ujęć ok. 16-20 m³/h. Przewidywane temperatury wód będą wynosiły ok. 70-80°C. Wody te będą charakteryzowały się znaczną mineralizacją, powyżej 120, a nawet, w przypadku zbiornika karbonu-dewonu - 200 g/dm³.

Zasadniczy problem przy projektowaniu ujęć wód termalnych w rejonie karpackim może być związany z wydajnością ujęć. Jak wskazują dotychczasowe badania, zbiorniki wód w obrębie utworów fliszowych mają charakter zamknięty i nie posiadają dostatecznego zasilania wodami meteorycznymi. Dotychczasowe badania wskazują,

że wody podziemne są mieszaną wód dehydratacyjnych, reliktowych wód morskich zmienionych diagenetycznie w różnym stopniu oraz podrzędnie wód meteorycznych, tj. wód infiltracyjnych współczesnego cyklu hydrologicznego lub paleoinfiltracyjnych. Przewidywane, zwykle niewielkie wydajności ujęć (maksymalnie do 60 m³/h) wskazują, że wody te nadają się szczególnie do wykorzystania w celach rekreacyjnych lub balneoterapeutycznych (dla tych celów nawet stosunkowo niewielkie ilości wód będą wystarczające).

Na obszarze Karpat Wschodnich występują również cenne wody mineralne i lecznicze. Są to szczawy i wody kwasowęglowe, wody siarczkowe wyprowadzane licznymi źródłami oraz wody chlorkowe (solanki) czasem termalne, udokumentowane licznymi wierceniami poszukiwawczymi i obecnie nie wykorzystywane. Wody o podwyższonej temperaturze, głównie typu Cl-Na+I, kwalifikujące się do potencjalnego wykorzystania występują powszechnie w całych Karpat Wschodnich. Składnikiem swoistym występującym powszechnie w wodach chlorkowych Karpat wschodnich jest jod (I-). Szczawy i wody kwasowęglowe na analizowanym obszarze występują w rejonie miejscowości uzdrowiskowych: Wysowa, Iwonicz i Rymanów. Wody typu szczawy i wody kwasowęglowe występują również w Rabem koło Baligrodu, gdzie nie są wykorzystywane.

Wody siarczkowe, chłodne, na obszarze Karpat Wschodnich są wykorzystywane w balneoterapii jedynie w uzdrowisku Wapienne, gdzie istnieje możliwość zwiększenia bazy leczniczej. Wody siarczkowe udokumentowano w miejscowościach: Nieborów, Folusz, Lesko, Czarna, Lubenia, Szklary.

Bogactwo wód mineralnych i leczniczych w rejonie polskich Karpat Wschodnich daje szerokie możliwości rozwoju regionu karpackiego, na drodze inwestycji w rozbudowę bazy leczniczej i sanatoryjnej.

ROPA NAFTOWA I GAZ ZIEMNY W POLSCE: POSTĘPOWANIA PRZETARGOWE I PRZETARG INWESTORSKI (OPEN DOOR) W 2019 ROKU

Grzegorz Jagielski¹, Hubert Kiersnowski¹, Aleksandra Kozłowska¹,
Ewelina Krzyżak¹, Marta Kuberska¹, Łukasz Smajdor¹, Marcin Wesołowski¹,
Wójcik Krystian¹, * & Tomasz Żuk¹

¹Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy

*E-mail: krystian.wojcik@pgi.gov.pl

Zapisy Prawa geologicznego i górniczego (art. 49e Pgg, Dz.U. 2017 poz. 2126 ze zm.) stanowią, że udzielenie koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż lub koncesji na wydobywanie węglowodorów ze złóż [w Polsce] następuje w wyniku przeprowadzenia postępowania przetargowego albo na wniosek zainteresowanego podmiotu. Konsekwentnie, w dniu 28 czerwca 2018 r. Minister Środowiska ogłosił granice pięciu obszarów wytypowanych do czwartej rundy postępowań przetargowych na koncesje węglowodorowe, która będzie procedowana na przełomie 2019 i 2020 r. Są to: Bestwina-Czechowice, Królówka, Pyrzyce, Żłoczew i Żabowo (Fig.1). Obszary przetargowe zostały wyznaczone przez geologów Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB i Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych Ministerstwa Środowiska na podstawie danych zgromadzonych w Narodowym Archiwum Geologicznym, publikacji naukowych oraz wiedzy i doświadczenia płynących ze współpracy z przemysłem naftowym.

Dwa obszary przetargowe – Pyrzyce i Żabowo są położone w północno-zachodniej Polsce, gdzie perspektywy poszukiwawcze zostały dostrzeżone w utworach karbonu, czerwonego spągowca i dolomitu głównego. Obszar Żłoczew (centralna Polska) jest dedykowany poszukiwaniom konwencjonalnych złóż w czerwonym spągowcu i dolomicie głównym. Na obszarach Bestwina-Czechowice i Królówka (zapadlisko przedkarpackie) konwencjonalnych lub hybrydowych nagromadzeń gazu należy spodziewać się w utworach mioce- nu, choć perspektywy poszukiwawcze występują również w ich paleozoiczno-mezozoicznym podłożu. Informacje o obszarach przetargowych można znaleźć na stronach internetowych:

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

Podmiot zamierzający złożyć ofertę w postępowaniu przetargowym musi przejść postępowanie kwalifikacyjne,

w którym ocenia się zdolność do prowadzenia działalności w zakresie objętym koncesją oraz ustala, czy wnioskodawca znajduje się pod kontrolą korporacyjną podmiotu z państwa trzeciego i czy ta kontrola może zagrażać bezpieczeństwu RP. Wymagane jest uzyskanie pozytywnych opinii Komisji Nadzoru Finansowego, Szefa Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego i Szefa Agencji Wywiadu. Wniosek o przeprowadzenie postępowania kwalifikacyjnego składa się w 5 egzemplarzach do Ministerstwa Środowiska, a wzór wniosku oraz jego wymagania określa rozporządzenie



Obszar przetargowy	Cel poszukiwawczy
Bestwina-Czechowice	złóża konwencjonalne, niekonwencjonalne/hybrydowe: zapadlisko przedkarpackie, podłoże paleozoiczne (dewon i karbon) jednostek karpackich
Królówka	złóża konwencjonalne i niekonwencjonalne/hybrydowe: Karpaty, zapadlisko przedkarpackie, podłoże paleozoiczne jednostek karpackich
Pyrzyce	złóża konwencjonalne i niekonwencjonalne/hybrydowe: perm (czerwony spągowiec i cechsztyń/biały spągowiec i dolomit główny)
Żłoczew	złóża konwencjonalne: karbon i perm (czerwony spągowiec i cechsztyń/wapień cechsztyński i dolomit główny)
Żabowo	złóża konwencjonalne: perm (czerwony spągowiec i cechsztyń/dolomit główny)

Fig. 1. Obszary dedykowane do IV rundy postępowań przetargowych na koncesje na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż. Przetarg będzie procedowany na przełomie 2019 i 2020 roku

Rady Ministrów z dnia 20 kwietnia 2015 r., dostępne pod adresem:

<http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20150000708>,

a wykaz podmiotów, które otrzymały ocenę pozytywną z postępowania kwalifikacyjnego, jest publikowany co kwartał w serwisie BIP Ministerstwa Środowiska:

<https://bip.mos.gov.pl/rejestry-ewidencje-archiwa/departament-geologii-i-koncesji-geologicznych/wykaz-podmiotow-kwalifikowanych/>

Od 29 sierpnia 2018 roku o koncesje węglowodorowe można ubiegać się także na drodze tzw. przetargu inwestorskiego – na wniosek przedsiębiorcy, pod warunkiem, że zgłaszany obszar nie jest objęty aktualnie trwającą koncesją lub nie jest przedmiotem przetargu. Informacja o obszarze, na który został złożony wniosek, jest publikowana w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej. Wówczas rozpoczyna się okres (min. 90 dni), w którym przedsiębiorcy mogą składać konkurencyjne oferty na udzielenie koncesji węglowodorowej na zgłoszony obszar.

HISTORIA WYDOBYCIA ROPY NAFTOWEJ W KARPATACH

Jan Kołek^{1, *}

¹PGNiG

*E-mail: jan.kolek@pgnig.pl

Zanim w pierwszych latach drugiej połowy XIX w. powstał światowy przemysł naftowy, ropa naftowa była znana i używana już od stuleci.

W Królestwie polskim na terenie Karpat praktyczne zastosowanie oleju skalnego, bo tak określano ropę naftową, zarówno w gospodarstwach wiejskich, jak i w medycynie tradycyjnej znane było miejscowej ludności od wieków. W 1721 r. ks. Gabriel Rączyński w swej pracy odnotował istnienie źródeł naftowych w miejscowości Ropienka. Przełomowe odkrycia w zakresie użyteczności nafty z I połowy XIX w. doprowadziły do bardzo szybkiego wzrostu popytu. Wtedy zaczęto kopać studnie zwane kopankami, z których wydobywano ropę naftową. Wraz z wydobywaniem ropy naftowej powstawała sieć małych destylarni, których produkt finalny - nafta - był poszukiwanym towarem handlowym. Po rozbiorach państwa polskiego ziemie południowo-wschodnie, na terenie których położone są Karpaty, zajęła Monarchia Austro-Węgierska. Z zajętych przez Austro-Węgry ziem utworzono prowincję o potocznej nazwie Galicja. Przemysł naftowy w Galicji rozwijał się żywiołowo, austriacka administracja perfekcyjna w wielu innych dziedzinach, za tym rozwojem nie nadążała. Przypuszczalnie zatem wszelkie dane o wydobywaniu z tego okresu są znacznie zaniżone. W 1885 r. został rozstrzygnięty spór o prawo do wydobywania ropy, ostatecznie spór ten wygrali właściciele gruntów. W tych warunkach powstawały załączki przemysłu naftowego w Karpatach. Na podstawie historycznych dokumentów dowiadujemy się o wydobywaniu ropy naftowej w 1835 r. w Galicji Wschodniej w okolicach Borysławia i Truskawca. W Galicji Zachodniej wydobywanie

ropy z kopanek zaczęło się około 1850 r. w rejonie Gorlic. Rozwój wydobywania ropy naftowej był ściśle związany z jej przetwórstwem, czyli powstawaniem destylarni. W 1861 r. powstała największa kopalnia w Galicji Zachodniej w Bóbrce, fakt ten potwierdza wiele dokumentów historycznych. W 1862 r. Henryk Walter wykonał na kopalni Bóbrka otwór wiertniczy. W 1884 r. w Uhercach przeprowadzono jedno z pierwszych w Karpatach wierceń udarowych metodą kanadyjską. Wprowadzenie metody wiertniczej do drążenia otworów za ropą spowodowało znaczne przyspieszenie rozwoju górnictwa naftowego. W tym okresie do Karpat zaczęły napływać kapitały zagraniczne i zdominowały tę dziedzinę przemysłu. W latach 60. XIX w. powstawały najstarsze kopalnie między innymi w takich miejscowościach, jak Borysław, Kłęczany k/Nowego Sącza, Sękowa, Ropienka, Harlowa, Bóbrka k/Krosna, Schodnica k/Borysławia, Łodyna, Ropienka. Od lat 80. XIX w. powstały kopalnie w miejscowościach: Węglówka, Potok, Krościenko k/Krosna, Łężany, Wietrzo, Równe, Rogi, Stebnik. Maksymalne wydobywanie ropy naftowej z kopalń na terenie Galicji osiągnięto w 1909 r., które wynosiło 2 080 000 ton, co stanowiło 5,2% produkcji światowej. W następnych latach wydobywanie ropy w Karpatach systematycznie spadało. W roku 1919 po odzyskaniu niepodległości oraz ustaniu walk na terenie Galicji roponośne tereny Karpat wróciły do Polski, produkcja ropy wynosiła 830 000 ton.

Po II wojnie światowej wschodnia część Karpat została przyłączona do b. ZSRR. W granicach Polski pozostała środkowa i zachodnia część, gdzie kontynuowano wydobywanie i przetwórstwo ropy.

PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA ANALIZY KONCENTRACJI RADONU W POWIETRZU GLEBOWYM DO WERYFIKACJI LOKALIZACJI USKOKÓW – ŁUSKA BYSTREGO, KARPATY

Sylvia Kowalska^{1,*}, Leszek Jankowski² & Jaromir Probulski³

¹*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

²*Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki*

³*PGNiG SA*

*E-mail: kowalska@inig.pl

Jednym z istotnych elementów systemu naftowego są strefy uskokowe stanowiące jednocześnie bariery stref złożowych oraz drogi migracji węglowodorów. Rozpoznanie ich przebiegu oraz głębokości zakorzenienia jest istotnym elementem prac kartograficznych i ma wyjątkowe znaczenie dla procesu interpretacji geofizycznych, jak i poszukiwań naftowych. Wieloetapowa, złożona historia tektoniczna górotworu karpackiego, jak również nakładające się na nią również zjawiska ścięć grawitacyjnych wywołanych ruchem podłoża Karpat oraz obecnością walnych uskoków przesuwczych w jego podłożu, doprowadziły do powstania sieci uskoków, których śledzenie stanowi prawdziwe wyzwanie dla geologów kartujących. W wielu miejscach dochodzi do tego jeszcze brak możliwości bezpośredniego śledzenia przebiegu uskoków, szczególnie w strefach, gdzie brak jest odsłonień. Poster prezentuje możliwości analizy koncentracji radonu w powietrzu glebowym do śledzenia przebiegu uskoków i weryfikacji ich lokalizacji na mapach geologicznych na przykładzie okolic dobrze znanej struktury tektonicznej występującej we wschodniej części Karpat - Łuski Bystrego. Pomiary terenowe koncentracji radonu wykonano w rejonie Baligrodu, a uzyskane wyniki zostały naniesione na mapę opublikowaną przez Jankowskiego i in. (2004). Łącznie wykonano ponad 75 pomiarów w cze-

rech odcinkach. Lokalizację wykonanych profili wybrano tak, aby uwzględnić w analizie zarówno Łuskę Bystrego, jak i główne strefy uskokowe znajdujące się na północ od niej. W wyniku przeprowadzonych prac terenowych stwierdzono dużą zgodność wyznaczonych stref anomalnych z położeniem stref uskokowych zaznaczonych na powyższej mapie geologicznej. Najwyższe wartości uzyskano w strefie melanzu tektonicznego warstw menilitowych Łuski Bystrego, gdzie wartość koncentracji radonu w powietrzu glebowym osiągnęła 10-15 tysięcy Bq/m³. Warto zwrócić uwagę, że strefa anomalnych wartości ma zasięg ponad 500 m. Pozostałe strefy uskokowe charakteryzowały się niższymi wartościami koncentracji radonu około 3-6 tysięcy Bq/m³. Wyjątek stanowi anomalia, być może związana z obecnością uskoku poprzecznego, gdzie uzyskano również wartość 10 000 Bq/m³.

LITERATURA

JANKOWSKI L., KOPCIOWSKI R., RYŁKO W., 2004 – *Geological Map of the Outer Carpathians: borderlands of Poland, Ukraine and Slovakia 1:200 000*. PGI, Warszawa.

W JAKICH WARUNKACH GEOLOGICZNYCH WYSTĘPUJĄ OSUWISKA W SUDETACH I CZY MOGĄ MIEĆ ONE ZWIĄZEK Z AKTYWNOŚCIĄ NEOTEKTONICZNĄ?

Aleksander Kowalski^{1, 2, *} & Małgorzata Makoś²

¹Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski

²Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski

*E-mail: akowa@pgi.gov.pl

Szczegółowe analizy numerycznych modeli terenu LiDAR połączone z badaniami terenowymi przeprowadzonymi w ostatnich kilku latach w Sudetach wykazały, że stopień przekształcenia stoków tego pasma górskiego przez procesy osuwiskowe jest znacznie większy niż dotychczas przyjmowano. Autorzy wyznaczyli zasięg i scharakteryzowali najważniejsze parametry 326 osuwisk o powierzchni od 0,5 do 53 ha. Niespełna 1/3 z tych form została dotychczas opisana lub była wzmiankowana w literaturze. Osuwiska występują niemal we wszystkich pasmach górskich Sudetów, w różnych jednostkach geologicznych, obejmując wszystkie typy genetyczne skał. Łączna powierzchnia rozpoznanych osuwisk wynosi ok. 1200 ha (12 km²).

Formy osuwiskowe występujące w Sudetach to głównie niewielkie osuwiska o powierzchni do 5 ha. Stanowią one ok. 80% zinwentaryzowanych form. Bardzo rzadko występują rozległe zespoły osuwisk o powierzchni do 67 ha. Najwięcej rozpoznanych osuwisk objęło skały osadowe i magmowe synklinorium śródsudeckiego (140 osuwisk, 43%) i rowu Górnej Nisy Kłodzkiej (32, 10%), skały osadowe

struktury bardzkiej (41, 13%) i synklinorium północnosudeckiego (32, 10%). Niewielkie powierzchniowo osuwiska znajdują się również na obszarach metamorfiku izerskiego, kopuły orlicko-śnieżnickiej, metamorfiku kaczawskiego i innych jednostek geologicznych.

Osuwiska w Sudetach rozwinęły się przede wszystkim w miejscach, gdzie współwystępują ze sobą różne odmiany litologiczne skał o odmiennych własnościach reologicznych. W większości osuwisk występujących w obrębie skał zwięzłych zaznacza się wyraźny związek genetyczny z istniejącymi powierzchniami nieciągłości – spękaniami, powierzchniami uławicenia i powierzchniami uskokowymi. Jakkolwiek możliwość aktywizacji ruchów masowych w wyniku zjawisk (neo)tektonicznych, np. współczesnej bądź historycznej aktywności uskoków, była wielokrotnie sugerowana przez licznych autorów, zagadnienie to wymaga dalszych badań. W trakcie referatu zostaną przedstawione przykłady form osuwiskowych, które mogły utworzyć się w wyniku aktywności tektonicznej podłoża.

ROZWÓJ STRUKTURALNY ROWU WLENIA (SYNKLINORIUM PÓŁNOCNOSUDECKIE)

Aleksander Kowalski^{1, 2, *}

¹*Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski*

²*Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski*

*E-mail: aleksander.kowalski@uwr.edu.pl

Autor przedstawia wyniki kilkuletnich badań nad odtworzeniem ewolucji rowu Wlenia – regionalnej jednostki tektonicznej o skomplikowanej budowie wewnętrznej, położonej w południowo-wschodniej części synklinorium północnosudeckiego (SW Polska, Sudety Zachodnie). Rów Wlenia jest zbudowany z utworów osadowych i wulkanicznych górnego karbonu, permu, dolnego triasu i górnej kredy, które zachowały się w obrębie wyraźnego, wąskiego (do 3,5 km szerokości) obniżenia o biegu NW-SE i długości ok. 17,5 km. Rów ten jest zapadliskiem ograniczonym ze wszystkich stron uskokami, które oddzielają skały osadowe i wulkaniczne od starszych utworów podłoża – skał zaliczanych do jednostki kaczawskiej (metamorfiku kaczawskiego; przedział wiekowy kambr - wczesny karbon).

Uściślenie wyników prac geologicznych, które były prowadzone przez różnych autorów na obszarze badań od ponad 150 lat, a także aktualizacja danych otworowych, pozwalają na wnioskowanie o przestrzennym i czasowym rozwoju rowu. Efektem przeprowadzonych prac kartograficznych, strukturalnych i sedymentologicznych jest nowa mapa geologiczna w skali 1:10 000. Analiza ok. 3000 po-

wierzchni strukturalnych w skałach osadowych budujących rów wykazała, że głównymi strukturami tektonicznymi występującymi przy granicach i w jego obrębie są uskoki zrzutowe normalne o biegu NW-SE. W części południowej rowu zrzut na tych uskokach sięga ok. 500 m. W części środkowej i południowej rowu zaznaczają się także uskoki zrzutowe odwrócone i nasunięcia o biegu NW-SE, podrzędnie NNW-SSE. W większości są to reaktywowane powierzchnie uskoków zrzutowych normalnych. Ponadto rów na całej długości jest poprzecinany lewoskrętnymi uskokami zrzutowo-przesuwczymi o biegu NE-SW i składowej poziomej sięgającej maksymalnie kilkudziesięciu metrów. Uskoki te mają orientację poprzeczną do orientacji rowu i dzielą go na 7 mniejszych części, określanych wcześniej w literaturze jako odcinki lub segmenty rowu. Idąc od NW są to kolejno: segment Golejowa, Kleczy, Nielestna, Grodowej, Płoszczy, Jeżowa Sudeckiego i Szybowcowej. Segmenty Grodowej i Szybowcowej nie były wcześniej wydzielane. Ich wyróżnienie jest wynikiem pojawienia się nowych interpretacji danych otworowych i strukturalnych.

DROGI MIGRACJI WĘGLOWODORÓW W KARPATACH

Grzegorz Leśniak^{1, *}

¹*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

**E-mail: lesniak@inig.pl*

Jednym z elementów systemu naftowego są drogi (ścieżki) migracji węglowodorów ze skał macierzystych do skał zbiornikowych, będące jednym z trzech równoprawnych elementów systemu naftowego. Ich poznanie pozwala na dokładne wyznaczenie miejsca potencjalnych pułapek, na stwierdzenie, jakie medium złożowe może występować w określonych strukturach, jak również na opisanie powstawania złóż i na ich lokalizację w górotworze.

Drogi migracji możemy analizować zarówno na podstawie próbek skał pobranych z rdzeni wiertniczych lub z odsłoneń terenowych (wychodniach warstw), jak i przy pomocy specjalistycznego oprogramowania oceniającego możliwe drogi migracji od skały macierzystej do skały zbiornikowej (oprogramowanie do analizy systemów naftowych).

W standardowych płytkach cienkich ślady migracji węglowodorów są obserwowane w formie inkluzji fluidal-

nych w cementach czy też jako pozostałość po migracji w formie tzw. martwej ropy. Przeprowadzając analizę procesów diagenetycznych, możemy powiązać obserwowane ślady migracji z procesami diagenetycznymi oraz historią diagenety, czyli z czasem rozwoju basenu, a nawet z realnym czasem wyrażonym w milionach lat.

W piaskowcach karpackich, na podstawie obserwacji śladów węglowodorów, stwierdzono trzy etapy migracji węglowodorów. Etapy te należy łączyć z rozwojem basenu: pierwsze dwa sprzed jego przebudowy tektonicznej, a trzeci - związany z przebudową tektoniczną. Pierwsze dwa etapy migracji węglowodorów, które są związane z etapem eodiagenety, obserwuje się w postaci inkluzji fluidalnych w cementach. Trzeci etap migracji zachodził w najpóźniejszym etapie diagenety (telodiagenety), przed całkowitym scementowaniem skały.

CZY USKOK KRAKÓW-LUBLINIEC JEST KOPALNĄ GRANICĄ TERRANÓW?

Stanisław Mazur^{1, *}, Mariusz Paszkowski¹, Martin J. Timmerman² & Jiří Sláma³

¹*Instytut Nauk Geologicznych PAN, Kraków*

²*Universität Potsdam*

³*Geologický ústav AV ČR*

*E-mail: ndmazur@cyf-kr.edu.pl

Uskok Kraków-Lubliniec to długowieczna i wielokrotnie deformowana strefa kontaktu między blokiem górnośląskim, będącym częścią terranu Brunovistulicum (BV), a masywem małopolskim sąsiadującym od północy. Uskok ten to odcinek dłuższej nieciągłości – uskoku Hamburg-Kraków-Dobruż - który rozcina kontynent europejski w kierunku NW-SE od Morza Północnego po Morze Czarne. Uskok Hamburg-Kraków-Dobruż oddziela Bałtyk na NE od terranów peri-gondwańskich na SW. Pochodzenie BV, niosącego zapis kadomskiego magmatyzmu i metamorfizmu, stanowiło przedmiot rozbieżnych interpretacji. Wielu autorów postulowało peri-gondwańską proveniencję BV i wskazywało na amazoński odcinek północnej krawędzi Gondwany jako obszar źródłowy. Inni badacze sugerowali bałtyckie pochodzenie terranu BV, wywodząc go z dzisiejszej południowej krawędzi tego paleokontynentu.

Istnienie ważnej granicy skorupy ziemskiej między BV a masywem małopolskim potwierdzają dane geofizyczne pokazujące dużą pionową nieciągłość, aż do dolnej skorupy, która oddziela dwa bloki o kontrastowej strukturze

prędkości. Analiza kinematyczna uskoku Kraków-Lubliniec wskazuje na naprzemienne fazy przemieszczeń dekstralnych i sinistralnych. Również pokrywa osadowa BV i masywu małopolskiego po obu stronach uskoku staje się porównywalna dopiero począwszy od dolnego dewonu.

Nasze wstępne wyniki datowań cyrkonów detrytycznych z piaskowca dolnego kambru (poziom subholmiowy) na Górnym Śląsku (odwiert Ogrodzieniec-2) i piaskowca ediakarskiego (Truskawiec, Ukraina) pokazują przeważającą populację cyrkonów ediakarskich związanych z kadomskim wydarzeniem orogenicznym. Ponadto spektra wiekowe cyrkonów detrytycznych starsze niż 1 Ga ujawniają wyraźne podobieństwo do tych, jakie są typowe dla kratonu wschodnioeuropejskiego. W związku z tym można wstępnie założyć, że dystalne obrzeżenie kratonu było zaangażowane w ediakarskie wydarzenie orogeniczne lub BV reprezentuje segment orogenu scytyjskiego, który został lewoskrętnie przemieszczony wzdłuż uskoku Hamburg-Kraków-Dobruż.

WYBRANE ZAGADNIENIA PRZETWARZANIA DANYCH SEJSMICZNYCH W KARPATACH FLISZOWYCH DLA ODTWORZENIA MODELU STRUKTURALNEGO I ROZPOZNAWANIA POTENCJALNYCH PUŁAPEK NAFTOWYCH. ANALIZA PROBLEMU W REJONIE STRUKTURY STRACHOCINA ORAZ REGIONU LESZCZOWATE-ŁODYNA

Krzysztof Pieniądz¹, Piotr Misiaczek^{1,*}, Michał Stefaniuk¹ & Tomasz Maćkowski¹

¹*Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Surowców Energetycznych*

*E-mail: misiaczek@agh.edu.pl

Autorzy przedstawiają najważniejsze uwarunkowania przetwarzania danych sejsmicznych w rejonie zetknięcia jednostek: śląskiej i skolskiej, bazując na doświadczeniach wynikających z realizacji szeregu prac badawczych oraz przemysłowych z obszaru Karpat fliszowych. W opracowaniu przedstawiono istotne etapy realizacji migracji głębokościowej przed składaniem (PreSDM) ze szczególnym uwzględnieniem sposobu budowy modelu prędkości interwałowych. Analizowano również efektywność migracji PreSDM w domenie wspólnego punktu wzbudzenia wraz z metodą budowy pola prędkości interwałowych w programie GeoThrust. Dodatkowo pokazano, jakie ko-

rzyści interpretacyjne może przynieść analiza połączonych profili sejsmicznych różniących się parametrami i rokiem akwizycji. Autorzy pokazują również możliwość wykorzystania danych sejsmicznych przed składaniem do identyfikacji potencjalnych obiektów złożowych w rejonie fałdu Grabownicy. Prezentację uzupełniają wnioski dotyczące parametrów akwizycji dwuwymiarowych prac sejsmicznych prowadzonych pod kątem detekcji płytkich pułapek złożowych. Wiarygodna analiza uzyskanych rezultatów nie byłaby możliwa bez ścisłej współpracy z zespołem interpretacyjnym, którego udział w realizacji postawionych zadań jest nie do przecenienia.

GRODZISKO SANTOK W ŚWIETLE FOTOGRAMETRII BSL

Andrzej Piotrowski^{1,*}, Grzegorz Stępień² & Marek Zygmunt²

¹Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Pomorski w Szczecinie

²Akademia Morska w Szczecinie, Instytut Geoinformatyki

*E-mail: andrzej.k.piotrowski@gmail.com.pl

Celem pracy była rekonstrukcja warunków naturalnych na terenie grodu w Santoku. Grodzisko Santok znajduje się pomiędzy w sąsiedztwie koryt Warty i Noteci, w zlewisku Odry, w północno-zachodniej Polsce. Obszar badawczy znajduje się 250 km od morza. Przedstawione są badania uzupełniające w stosunku do wcześniejszych badań przeprowadzanych na tym stanowisku i w jego pobliżu. Dotychczas wykonano: wiercenia, badania geofizyczne, wykopy archeologiczne.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w Polsce (projekt Sonata Bis nr 2015/18/E/HS3/00425).

METODY

Fotogrametria krótkiego zasięgu jest wielospektralnym obrazowaniem powierzchni terenu z wykorzystaniem systemów bezałogowych statków powietrznych (Unmanned Aerial Vehicle Systems). Na terenie grodziska przeprowadzono nalot - na wysokości 100 m - z wykorzystaniem systemu Phantom 3 firmy DJI. Rozdzielczość przestrzenna wynosiła 6,47 cm na piksel. Zasięg wzdłużny zdjęć wynosił 90%. Wykonano 71 zdjęć. Następnie w programie Agisoft Photoscan wykonano autokorelację zdjęć, znajdując środki do projekcji poszczególnych zdjęć. Wygenerowano gęstą chmurę punktów, a następnie stworzono cyfrowy model powierzchni, aby pokazać powierzchnię grodziska. Ostatnim etapem było wygenerowanie ortofotomapy grodziska i jej otoczenia. Umożliwiło to odczytanie szczegółów rzeźby terenu i zmian, jakie zaszły w nim w ciągu ostatnich kilkuset lat.

WYNIKI

Cechy rzeźby terenu zostały ostatecznie ukształtowane w ciągu ostatnich 8 tys. lat. Rozpoznano anastomozujące koryta rzek. Każda z dwóch rzek, Noteć i Warta, płynęła trzema lub czterema korytami. Ostateczne połączenie rzek zlokalizowano bezpośrednio na zachód od grodziska. Potwierdzają to ortofotomapa i cyfrowy model powierzchni terenu. W ciągu ostatnich 300 lat powierzchnia dna doliny została przekształcona przez naturalne procesy i działalność człowieka. Poważna powódź w XVIII w. spowodowała przeniesienie głównego koryta Warty do Noteci na wschód od grodziska. W XIX w. regulacja koryta Warty i Noteci ustabilizowała system głównych potoków tych rzek. Efektem regulacji jest nałożona pokrywa piaszczystego refultu, maskująca pierwotny system kopalnych koryt obu rzek. Teren grodziska został przekształcony w wyniku powstania w jego granicach gospodarstw chłopskich w drugiej połowie XIX stulecia, w północno-zachodniej części grodu wały zostały zniszczone. W trakcie badań archeologicznych przeprowadzonych przed II wojną światową duże ilości osadów kulturowych z obszaru grodziska zostały zdeponowane na obszarze bezpośrednio przylegającym od wschodu. Wspomniane procesy naturalne i sztuczne doprowadziły również do zatarcia śladów historycznej drogi prowadzącej ze Starego Polichna do grodu i z grodu na północ do mostu, a następnie do szlaku lądowego przebiegającego wysoczyzną. Była to ważna arteria komunikacyjna z południa na północ od Wielkopolski na Pomorze.

APPLICATION OF PALEO-HYDROGEOLOGICAL METHODS OF CURRENT RESEARCH FOR SUBSTANTIATION OF NEW CRITERIA FOR HYDROCARBON PROSPECTING IN THE OUTER ZONE OF THE CARPATHIAN FOREDEEP

Andriy Poberezhskyy^{1, *}, Halyna Medvid¹ & Olga Teleguz¹

¹*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine*

*E-mail: andriy.poberezhskyy@gmail.com

Prospecting of new oil and gas fields in Ukraine is relevant in connection with the need to provide its own hydrocarbon resources. The gas production in the Carpathian oil and gas province is mainly connected with the area of the outer zone of Carpathian foredeep. There are Bilche-Volytsya and Kosiv zones of oil and gas accumulations, which extend along the Carpathians with a strip of width of 50-70 km for distances over 200 km. The main gas deposits are found in the northwestern part of the zone and are associated with the Miocene (Lower Sarmatian) deposits, represented by the Dashava suite. At present, significant potential opportunities for increasing production are set in the additional exploration of existing fields and the prospecting of unexplored forecast gas resources. In particular, paleohydrogeological research methods have a complex character, which at the same time provide an idea of the possibility of fluids' movement in the reservoir at different stages of hydrocarbon formation - expulsion, migration, accumulation and destruction; allow to estimate the role of natural reservoirs, capacitive and filtration properties of reservoir rocks, the importance of fluid-forming strata, as well as hydrogeochemical and hydrogeothermal conditions of the habitat of hydrocarbons.

To do this, we studied the paleohydrogeological conditions of the accumulation and lithification of the Miocene strata of the northwestern part of the outer zone of the Carpathian foredeep, which made it possible to estimate the hydrodynamic processes that took place. The result was the allocation of zones of possible maximum pressures of sedimentary waters - paleopiezomaxima and outlines the direction of movement of groundwater to the zones of paleopiezominima. The piezominima are confined to regions of relative elevations, in which the pressure is much smaller and where the flow of fluids was directed because of this.

The results of the comparison of the spatial placement of paleopiezominima with the location of explored gas deposits today showed that the most of the explored gas deposits in the region are localized within the allocated areas of inherited piezominima, indicating the effectiveness of the application of such studies. Some deviations or displacement of the deposits may well have been due to complex tectonic processes that took place in the Miocene times.

POTENCJAŁ DLA WYSTĘPOWANIA NIEKONWENCJONALNYCH ZŁÓŻ WĘGLOWODORÓW W KARPATACH ZEWNĘTRZNYCH (POLSKA, UKRAINA, CZECHY)

Paweł Poprawa^{1, *}, Grzegorz Machowski¹, Paweł Kosakowski¹, Yuri Koltun²,
Jarosław Zacharski³, Bartosz Papiernik¹, Juraj Franců⁴,
Andrzej Maksym⁵ & Tomasz Malata⁶

¹ Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

² Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine

³ ORLEN Upstream, Warszawa

⁴ Czech Geological Survey, Brno

⁵ PGNiG S.A., Warszawa

⁶ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki w Krakowie

*E-mail: ppop.ecr@gmail.com

W Karpatach zewnętrznych (KZ) występuje kilka formacji z potencjałem dla występowania łupkowej ropy/gazu, z których zdecydowanie najważniejsze są dolnooligocenyjskie łupki menilitowe (ŁM). Charakteryzują się one wysoką średnią zawartością TOC (często 4-10%), wysokim pierwotnym HI oraz dominacją kerogenu typu II. W polskiej i czeskiej części KZ miąższość brutto ŁM zazwyczaj przekracza 100 m, w części ukraińskiej zaś wzrasta do kilkuset metrów, niekiedy przekraczając 1000 m. W przypadku przełamania się piaskowcami typu krośnieńskiego (np. w-wy przejściowe) utwory te tworzyć mogą hybrydowy system naftowy. Dojrzałość termiczna ŁM jest obocznie zmienna, a z uwagi na powtórzenia tektoniczne niekiedy również zmienna w profilu pionowym, ogólnie wzrastając z północy ku południowi, od dominujących zakresów utworów niedojrzałych i okna ropnego, po zakres okna kondensatowego, a lokalnie nawet gazu suchego. Nasyconie ropą i gazem o genezie termogenicznej potwierdzają liczne objawy, a także wyniki szczelinowania hydraulicznego w dwóch otworach. Na głębokościach poniżej 2000 m lokalnie jest też stwierdzane występowanie w ŁM biogenicznego, suchego gazu łupkowego.

W KZ stwierdzono ponadto potencjał dla występowania zamkniętej ropy/gazu (*tight oil/gas*) w piaskowcach kredy i paleogenu. Zwięzły (*tight*) charakter skał zbiornikowych powszechnie obserwuje się na głębokościach zalegania większych niż 2000 m. Przepuszczalność takich utworów jest zazwyczaj niższa niż 0,1-1 mD, porowatość zaś przekracza niekiedy 5%. Koncepcję występowania akumulacji gazu zamkniętego testowano w polskiej części KZ w trzech otworach poszukiwawczych, z których w dwóch wykonano szczelinowanie hydrauliczne, a w jednym przypadku uzyskano komercyjnej skali przyływ gazu ziemnego.

Komercyjny potencjał niekonwencjonalnych systemów naftowych KZ jest w istotnym stopniu ograniczony przez złożoną budowę tektoniczną orogenu. Potencjalne zasoby niekonwencjonalnych złóż w KZ pozostają obecnie nieskwantyfikowane.

Prezentowane wyniki badań zostały sfinansowane z projektu NCBiR BG2/ShaleCarp/14 oraz prac statutowych Katedry Surowców Energetycznych nr 16.16.140.315, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, AGH.

HYBRYDOWY SUBKONWENCJONALNY SYSTEM NAFTOWY ZAPADLIKA PRZEDKARPACKIEGO

Paweł Poprawa^{1, *}, Grzegorz Machowski¹, Jerzy Hadro², Bartosz Papiernik¹, Paweł Kosakowski¹, Szczepan Porębski¹, Mariusz Słyś³ & Andrzej Maksym³

¹Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

²Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Górnośląski

³PGNiG S.A.

*E-mail: ppop.ecr@gmail.com

Osadowe wypełnienie zapadliska przedkarpackiego (ZP) to w przewadze mułowce i iłowce, a piaskowce o charakterze konwencjonalnych skał zbiornikowych - na których do tej pory koncentrowały się poszukiwania złóż gazu - są podrzędne. W obrębie osadów drobnoklastycznych zidentyfikowano w ostatnich latach hybrydowy subkonwencjonalny system naftowy. Skałę zbiornikową stanowią heterolity zdominowane przez mułowce i iłowce, laminowane pyłowcami i piaskowcami. Interwały mułowcowe najczęściej cechują się porowatością około 9-12 %, dominacją nanoporów oraz przepuszczalnością w zakresie 0,05-0,15 mD, zatem mogą być klasyfikowane jako niekonwencjonalne skały zbiornikowe. Natomiast lami-ny pyłowców i drobnopiękistych piaskowców posiadają konwencjonalne cechy zbiornikowe, w tym porowatość około 8-21% oraz przepuszczalność w zakresie 3-30 mD. Ten komponent formacji zbiornikowych znacząco zwiększa jej lateralną przepuszczalność i decyduje o stosunkowo wysokich wydatkach gazu z otworów. Heterolityczne skały zbiornikowe charakteryzują się wysoką zawartością minerałów ilastych, zazwyczaj w zakresie 30-60 %. Nie-wielka głębokość pogrzebania, najczęściej 1500-2000 m, implikuje niski stopień konsolidacji osadów. Z uwagi na powyższe cechy stosowanie szczelinowania hydraulicznego dla stymulacji wydobywania nie jest możliwe. Gaz wy-

dobytany jest kierunkowymi otworami z zastosowaniem długich odcinków (>100 m) perforowanych na powierzchni, co można określić jako niekonwencjonalne podejście technologiczne. W południowej części ZP, gdzie głębokość zalegania utworów mioceńskich wynosi 3000-4000 m, wyższy stopień konsolidacji umożliwia szczelinowanie interwałów piaskowcowych, a akumulacje gazu można określić jako typu zamkniętego (*tight*). W ZP brak jest konwencjonalnej skały macierzystej, a biogeniczny gaz generowany jest z rozproszonej materii humusowej o niskich koncentracjach (zwykle 0,4-0,8 %). Pojemność sorpcyjna osadów mułowcowych jest określona na ok. 0,3 to 0,7 m³ gazu/tonę skały. Specyficzną cechą tego systemu naftowego jest większa pojemność sorpcyjna minerałów ilastych niż substancji organicznej. Spośród blisko 40 otworów testujących dotąd omawiany typ akumulacji gazu większość przyniosła jego przypiły o skali komercyjnej, mieszczące się zwykle w zakresie 40-80 tys. m³/dobę, a maksymalnie sięgające 80-140 tys. m³/dobę. Zasoby prognostyczne subkonwencjonalnych złóż południowej części ZP wstępnie określono na 450 mld m³ gazu.

Prezentowane wyniki badań zostały sfinansowane z projektu NCBiR BG2/ShaleFore/14 oraz prac statutowych Katedry Surowców Energetycznych nr 16.16.140.315, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, AGH.

MINERALIZACJA POLIMETALICZNA W KAMIENIOŁOMIE JÓZEFKA KOŁO GÓRNA, GÓRY ŚWIĘTOKRZYSKIE

Piotr Lenik¹ & Sylwester Salwa^{2, *}

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy; Oddział Karpacki w Krakowie

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy; Oddział Świętokrzyski w Kielcach

*E-mail: sylwester.salwa@pgi.gov.pl

Wkamieniołomie dewońskich dolomitów i wapieni „Józefka” stwierdzono występowanie przejawów polimetalicznej mineralizacji kruszcowej, reprezentujące etapy: od wczesnej diagenety (syndementacyjne) do późnej mineralizacji epigenetycznej, związanej z orogenezą waryscyjską. O uporządkowaniu przestrzennym mineralizacji epigenetycznej (hydrotermalnej) zdecydowała obecność głównego, stromego i lewoskrętnego uskoku przesuwczego, o przebiegu NE-SW oraz opierających względem niego, południkowych i stromych uskoków lewoprusuwczych. Mineralizacja żyłowa lokowała się w obrębie ich tensyjnych skrzydeł. Najstarsze przejawy mineralizacji kruszcowej wiążą się z etapem syndementacyjno-wczesnodiagenetycznym. Reprezentowane są przez kolonie framboidów pirytowych oraz mineralizację typu rozproszonego (pelit kruszcowy). Pospolite są także euhedralne kryształy pirytu i markasytu, tworzące skupienia o średnicy do kilku centymetrów. Kolonie framboidów pirytowych mogą być cementowane galeną, sfalerytem lub rzadziej chalkopirytem. Najstarszym przejawem mineralizacji epigenetycznej (późnodiagenetycznym) są prostopadłe do utawienia żyłki dolomitu o miąższości do 2 cm. Przemieszczenia żyłek w sąsiednich ławicach wskazuje na uformowanie ich w warstwach leżących poziomo. Sta-

dium późnodiagenetyczne, hydrotermalne reprezentuje kilka paragenez mineralnych. Najstarsza jest mineralizacja żelazowo – manganowa, przejawiająca się głównie hematyzacją węglanów, rozwiniętą wzdłuż stromych spękań tektonicznych o rozciągłości NE-SW do N-S. Młodsze są żyły kalcytowo-barytowo-polimetaliczne z chalkopirytem, tiopinelami (siegnit), pirytem i markasytem galeną i sfalerytem. Kolejna parageneza jest reprezentowana przez galenę zawierającą drobne odmieszania chalkopirytu i sfalerytu oraz kryształy pirytu o strukturach brawoitowych (podwyższona zawartość Co i Ni). Ostatnia parageneza jest reprezentowana przez żyłki czarnego kalcytu z substancją organiczną. Zawierają one ubogą mineralizację polimetaliczną (galena – sfaleryt – chalkopiryt – piryt) oraz idiomorficzny kwarc. Brak substancji organicznej w innych paragenezach sugeruje, że w tym wypadku mamy do czynienia z sekrecyjnym przemieszczeniem się treści mineralizującej w obrębie warstw węglanów, uruchomionej z osadu w czasie diagenety i ruchów tektonicznych niż z dostawą z głębszych partii górotworu. Stadium hipergeniczne jest jeszcze słabo rozpoznane. Stwierdzono obecność kryształów malachitu oraz limonitu/goethytu, tworzącego pseudomorfozy po siarczku.

POWIERZCHNIOWE BADANIA GEOCHEMICZNE W ZASTOSOWANIU DO BADANIA SZCZELNOŚCI ZLIKWIDOWANYCH, NAFTOWYCH OTWORÓW WIERTNICZYCH

Henryk Sechman^{1, *}, Anna Twaróg¹, Adrianna Góra¹,
Piotr Guzy¹ & Marek Dzieńiewicz¹

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

*E-mail: e-mail: sechman@agh.edu.pl

Dbałość o stan środowiska jest z jednym z priorytetów działalności prowadzonej w celu pozyskiwania węglowodorów. Wynika to z istniejących uregulowań prawnych, które obligują operatora do kontroli stanu środowiska przed i po zakończeniu prac wiertniczych, a także po likwidacji otworu naftowego. Jednym z ocenianych elementów środowiska jest poziom stężenia metanu w powietrzu glebowym, określanym w treści obowiązującego aktu prawnego jako "tło gazowe w powietrzu glebowym" (Rozp. Min. Gosp. z dn. 25.04.2014 r.). Likwidacja otworu jest prowadzona metodami górniczymi, przy wykorzystaniu najlepszych dostępnych technik i materiałów, jednak w perspektywie kilkudziesięcioletniej nawet najlepiej przeprowadzona likwidacja otworu może okazać się nieskuteczna. Wynika to z agresywnego charakteru wód złożowych i gazów powodujących korozję stali i cementu, a także nieprzewidywalnego odbudowywania się ciśnienia złożowego. Dotyczy to w szczególności otworów położonych w obszarach o skomplikowanej budowie geologicznej, jakimi są Karpaty zewnętrzne. W konsekwencji, w miejscu zlikwidowanego otworu może dojść do niebezpiecznej ekshalacji gazu ziemnego, jaka miała miejsce 20.04.2019 r. w Sękowej k/Gorlic.

W pracy przedstawiono wyniki powierzchniowych badań geochemicznych wykonanych w sąsiedztwie kilku karpackich, zlikwidowanych otworów wiertniczych. W próbkach gazu glebowego pobranych z głębokości ok.

1,2 m oznaczono chromatograficznie stężenia metanu, jego homologów C₂-C₅ oraz dwutlenku węgla, których maksymalne stężenia wynosiły odpowiednio: ok. 50% obj., 1,7% obj. i 24% obj. Analiza rozkładów pomierzonych stężeń, uzupełniona oceną relacji składowych wykazała, że poza przypadkami nieszczelności otworów, stwierdzono zanieczyszczenia antropogeniczne, a także obecność metanu generowanego współcześnie. Anomalne stężenia metanu i jego homologów mogą się utrzymywać nawet przez kilkanaście lat, co wskazuje na ciągły dopływ gazu do strefy przypowierzchniowej. Wartości emisji metanu i dwutlenku węgla, pomierzone pilotażowo w strefie jednego z badanych otworów, wynosiły odpowiednio: 70 mg/m²/d i 19,4 g/m²/d. Wyniki badań udowodniły, że zastosowana metodyka i aparatura pomiarowa pozwala na wykrycie nieszczelności otworu już na etapie pojawienia się mikroemancji, co ma kluczowe znaczenie w przypadku zaniechanej eksploatacji w obszarach zurbanizowanych. Uzyskane wyniki badań oraz kilkudziesięcioletnie doświadczenie autorów pozwoliły na sformułowanie zaleceń odnośnie metodyki prowadzenia tego typu badań w celu skutecznego i odpowiednio wczesnego wykrycia nieszczelności zlikwidowanych otworów wiertniczych.

Część badań sfinansowano w ramach projektu NCN nr 3377/B/T02/2010/38 oraz badań statutowych nr 16.16.140.315.

NOWA ODSŁONA STRONY INTERNETOWEJ PTG – RAZEM DLA NAS

Rafał Sikora^{1,*} & Andrzej Świąder²

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Centrum Geozagrożeń

² Akademia Górniczo - Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

*E-mail: rafal.sikora@pgi.gov.pl

W lutym 2019 r. zaktualizowano stronę internetową Polskiego Towarzystwa Geologicznego – www.ptgeol.pl. Nowa odsłona strony internetowej PTG wychodzi na przeciw oczekiwaniom odbiorców. Oprócz podstawowych informacji o Towarzystwie i bieżących wydarzeniach oferuje dostęp online do zasobów biblioteki PTG. Na stronie znajduje się także link do *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, będącego podstawowym wydawnictwem PTG; jest także możliwość pobrania materiałów 3. *Polskiego Kongresu Geologicznego* i niektórych konferencji tematycznych (POKOS). Docelowo znajdą się na niej materiały wszystkich kongresów i zjazdów PTG oraz repozytorium historycznych map geologicznych. Strona oferuje dostęp do profilu PTG w mediach społecznościowych (*Facebook*). Planowane jest uruchomienie informatora, który umożliwi szybki kolportaż informacji na forum krajowym.

Jednym z podstawowych założeń podczas tworzenia nowej strony PTG było umożliwienie wygodnego i szybkiego zarządzania jej zawartością. Z tego względu do jej wykonania użyto tzw. systemu zarządzania treścią (ang. *content management system*, CMS) o nazwie Wordpress. Tego typu rozwiązania wykorzystują bazy danych (w tym przypadku MySQL) do przechowywania struktury i treści, a komunikacja z bazą odbywa się poprzez język skryptowy PHP. Największą zaletą korzystania z CMS jest możliwość dodawania i aktualizacji treści na stronie niemal bez potrzeby znajomości języka HTML, z poziomu panelu admi-

nistracyjnego, tu zwanego kokpitem. Wordpress jest obecnie najpopularniejszym rozwiązaniem tego typu - korzysta z niego prawie 1/3 wszystkich stron internetowych (<https://w3techs.com>, 01.09.2018). System ten jest rozpowszechniany na licencji GNU General Public License (GPL), co oznacza że bazuje na otwartym kodzie źródłowym i jest dostępny bezpłatnie. Dzięki ogromnej popularności i szerokiej rzeszy użytkowników, Wordpress posiada bogatą bibliotekę dodatków poszerzających jego funkcjonalność i motywów dopasowujących wygląd, pozwalających zrealizować na jego podstawie dowolną stronę internetową.

Dostęp do strony PTG odbywa się poprzez serwer firmy Grupa KKI-BCI SP. z o.o. znajdujący się w Krakowie. Hosting ten oferuje 30 GB przestrzeni dyskowej, nieograniczony transfer miesięczny, trzy bazy danych MySQL, wraz ze zdalnym dostępem przez panel użytkownika. Od momentu uruchomienia (13.02.2019 r.), strona została odwiedzona przez 1030 użytkowników, korzystających głównie z komputerów stacjonarnych (84,7% wszystkich sesji), jednakże strona jest zaprojektowana tak, aby można z niej komfortowo korzystać także na urządzeniach mobilnych.

Wszystkich członków Polskiego Towarzystwa Geologicznego serdecznie zapraszamy do uzupełniania i redagowania treści na nowym portalu. Może stać się on platformą wymiany informacji i służyć swoimi zasobami nie tylko członkom PTG.

STANDARYZACJA ARCHIWALNYCH PROFILOWAŃ GAMMA NA PODSTAWIE POMIARÓW RDZENI WIERTNICZYCH

Rafał Skupio^{1,*}, Benedykt Kubik¹, Marek Dohnalik¹ & Krzysztof Wolański²

¹*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

²*Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo SA, Zielona Góra*

*E-mail: skupio@inig.pl

W Centralnym Magazynie Rdzeni znajdują się tysiące metrów dobrze zachowanych rdzeni wiertniczych, dla których mogą zostać wykonane nieinwazyjne spektrometryczne pomiary gamma. Nowe wyniki pozwolą zmienić jakość archiwalnych pomiarów otworowych oraz pozwolą na wyciągnięcie nowych wniosków bez konieczności wykonywania ponownych otworów wiertniczych i pomiarów geofizycznych w interesującym nas rejonie.

Nasze badania pozwoliły uzyskać metodykę umożliwiającą dokładne standaryzowanie profilowań naturalnej promieniotwórczości gamma (GR) w otworach archiwalnych do jednostek API. Wdrożona metoda bazuje na pomiarach całych rdzeni wiertniczych, w tym na badaniach rdzeni o niskiej zawartości pierwiastków promieniotwórczych. Analizy przeprowadzono na rdzeniach z dwóch otworów wiertniczych. Otwór A zawierał spektrometryczne pomia-

ry gamma, co umożliwiło sprawdzenie metody, natomiast otwór B posiadał jedynie krzywą GR wyskalowaną w imp/min. Pomiary testowe (otwór A) wykonano spektrometrami GL i GLGT – dla skał nisko aktywnych. Otrzymane krzywe odpowiadające rzeczywistym zawartościom potasu, uranu i toru w interwale rdzenia zostały przeliczone na całkowitą promieniotwórczość gamma w jednostkach API. Wyniki pomiarów odpowiadały wartościom uzyskanym z sondy. W otworze B pomiary wykonano spektrometrem GLGT. Krzywa z pomiarów otworowych GR została wyskalowana w odniesieniu do pomiarów rdzeni dając dokładny wynik całkowitej promieniotwórczości gamma w standardowych jednostkach API. Na podstawie nowej, wystandaryzowanej krzywej przeprowadzono dokładną reinterpretację wielkości zailenia w analizowanym otworze.

MIOCEŃSKI SYSTEM NAFTOWY W STREFIE BRZEŻNEJ NASUNIĘCIA KARPAT ZEWNĘTRZNYCH – PERSPEKTYWY DLA POSZUKIWAŃ ZŁOŻ NIEKONWENCJONALNYCH

Tomasz Słoczyński^{1, *}, Krzysztof Sowiżdżał¹ & Marek Stadmüller¹

¹*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

*E-mail: sloczynski@inig.pl

W pracy przedstawiono wyniki dynamicznego modelowania mioceńskiego systemu naftowego pod kątem oceny potencjału zasobowego mułowcowo-ilastych utworów molasowych. Analiza ta została wykonana w Instytucie Nafty i Gazu – PIB w ramach realizacji projektu Shale-Fore, finansowanego przez NCBiR oraz Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. oraz koordynowanego przez Akademię Górniczo-Hutniczą. W ramach realizacji projektu przeprowadzono szeroko zakrojone prace interpretacyjno-obliczeniowe uzupełnione geochemicznymi i petrofizycznymi pomiarami laboratoryjnymi próbek skał. Jednym z elementów tego projektu badawczego było oszacowanie potencjału generacyjnego oraz możliwości akumulacyjnych mioceńskich skał mułowcowo-ilastych przynależącego fragmentu zapadliska przedkarpackiego, jak również wskazanie najbardziej perspektywicznych stref poszukiwawczych. Obszar badań obejmował powierzchnię 4200 km² i rozciągał się od okolic Bochni na zachodzie do wschodniej granicy państwa.

W oparciu o zintegrowane dane geologiczne z kilkuset otworów wiertniczych, obejmujących stratygrafię, wyniki interpretacji pomiarów geofizyki otworowej, analizy petrofizyczne i geochemiczne, testy otworowe oraz lokalnie zdjęcia sejsmiczne skonstruowano model geologiczno-strukturalny, który stanowił podstawę dla prowadzonych w dalszej kolejności prac parametryzacji modelu statycznego oraz dynamicznego modelowania systemów naftowych. Utwory basenu mioceńskiego zostały podzielone na sekwencje osadowe oraz poddane warstwowaniu o rozdzielczości pionowej ok. 30 m.

Przeprowadzone modelowania 4D mioceńskiego systemu naftowego wykazały, iż potencjał zasobowy utworów mioceńskich przedgórza Karpat jest znaczący i związany

głównie z procesami mikrobialnego generowania gazu; ich udział stanowi ok. 95% całkowitej wielkości generacji. Dynamika generowania gazu była determinowana przez procesy ewolucji strukturalno – tektonicznej basenu przedgórskiego i tempo sedymentacji osadów w poszczególnych strefach basenu.

Spośród całkowitej ilości wygenerowanych węglowodorów ekspulsji uległo 61,5%, pozostała zaś część nasyca formacje mułowcowe i ilaste, z czego blisko 45% jest zakumulowane w skałach mułowcowych, które z racji korzystniejszych właściwości petrofizycznych stanowią najbardziej perspektywiczne niekonwencjonalne poziomy zbiornikowe.

Przeprowadzone symulacje procesów generacji, migracji i akumulacji węglowodorów wykazały, że najbardziej perspektywnym obszarem dla prowadzenia prac poszukiwawczych jest strefa o przebiegu NW-SE, rozciągająca się od najbardziej wysuniętych na zachód odwiertów Husów do wschodniej granicy państwa w rejonie Przemyśla. Dla strefy tej uzyskano zarówno najwyższe wartości ilości wygenerowanego gazu ziemnego, jak również znaczące ilości węglowodorów zakumulowanych w poziomach mułowcowo-ilastych oraz w postaci złóż konwencjonalnych.

Analiza wyników przeprowadzonych symulacji wskazuje jednocześnie, że strefy najwyższego nasycenia gazem ziemnym poziomów mułowcowo-ilastych (rozpatrywanych jednostkowo lub sumarycznie) pokrywają się z obszarami prognozowanego występowania anomalnych ciśnień złożowych. W interwałach tych, wskutek braku możliwości odpływu mediów złożowych, zachowały się wyższe wartości porowatości stwarzające przestrzeń dla akumulacji większych ilości gazu.

HISTORIA I PERSPEKTYWY PRAC POSZUKIWAWCZYCH W UTWORACH MIOCENU ZAPADLISKA PRZEDKARPACKIEGO ORAZ FLISZU KARPACKIEGO

Mariusz Słyś^{1, *}

¹ PGNiG S.A. Oddział Geologii i Eksploatacji

*E-mail: mariusz.slys@pgnig.pl

Obszar południowo-wschodniej Polski jest rejonem wciąż atrakcyjnym dla poszukiwania i wydobywania węglowodorów. Teren województwa podkarpackiego to kolebka nie tylko polskiego, ale i światowego przemysłu naftowego. Tutaj właśnie prace poszukiwawcze mają najdłuższą historię, a służby geologiczne PGNiG SA, jako kontynuatorzy wielu pokoleń podkarpackich eksploratorów, nieprzerwanie realizują nowe koncepcje poszukiwawcze, przyczyniające się do odkrywania i dokumentowania nowych zasobów węglowodorów.

W południowo-wschodniej części Polski ropa naftowa i gaz ziemny występują w utworach Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Od początku prowadzonej tu eksploatacji wydobyto łącznie około 130 mld m³ gazu ziemnego i około 15 mln ton ropy naftowej.

W ostatnich kilkudziesięciu latach prace poszukiwawcze koncentrowały się przede wszystkim w obszarze zapadliska przedkarpackiego, gdzie z powodzeniem realizowano odwierty, których celem był gaz ziemny zakumulowany w utworach miocenu autochtonicznego.

Równocześnie prowadzone były w ograniczonym zakresie prace poszukiwawcze na nowych głębokich obiektach karpaccich, jednak nie przyniosły one spodziewanych wyników w postaci odkryć nowych złóż węglowodorów, choć

pozwołyły na lepsze rozpoznanie budowy geologicznej Karpat.

Obecnie, po kilku latach słabszych wyników prac prowadzonych w rejonie zapadliska, nastąpił przełom, wywołany zmianą koncepcji poszukiwań będącej następstwem analizy olbrzymiej ilości archiwalnych danych otworowych i sejsmicznych. Prace te pozwoliły na wytypowanie obszarów perspektywicznych dla odkrycia nowych złóż gazu ziemnego, czego następstwem było odwiercenie kolejno otworów pilotażowych, odkrycie oraz udokumentowanie nowych złóż.

Równolegle z pracami wiertniczymi realizowanymi w zapadlisku przedkarpackim, obszar Karpat fliszowych pokryto siatką nowych profili sejsmiki 2D i dodatkowo wykonano dwa zdjęcia sejsmiki 3D. Pozyskane nowe informacje z tych prac dają podstawy do lepszego rozpoznania budowy geologicznej głębszej, nierozpoznanej części Karpat fliszowych. Z tego też względu służby geologiczno-geofizyczne PGNiG SA działające w południowej części Polski przystąpiły do opracowania nowej koncepcji poszukiwań oraz wypracowania nowych metod interpretacji danych geologicznych i sejsmicznych dla utworów fliszu karpacciego.

WARSTWY ISTEBNIAŃSKIE – ICH ROLA W SYSTEMIE NAFTOWYM KARPAT

Karol Spunda^{1,*} & Irena Matyasik¹

¹*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

**E-mail: spunda@inig.pl*

W obrębie polskiej części Karpat zewnętrznych – w jednostce śląskiej – występują warstwy istebniańskie, które mogą stanowić źródło generacji węglowodorów wypełniających pułapki złożowe. Dotychczasowe liczne prace wskazywały warstwy menilitowe jako główne źródło dla występujących akumulacji węglowodorów w Karpatach i są one niewątpliwie najlepiej scharakteryzowane w kontekście potencjału generacyjnego.

W prezentowanej pracy autorzy skupili się na ocenie właściwości generacyjnych utworów o niższej zasobności w substancję organiczną, lecz wystarczającej, aby mogły być traktowane jako potencjalne skały macierzyste.

W oparciu o badania Rock-Eval oraz analizę elementarną kerogenu stwierdzono, że substancja organiczna występująca w warstwach istebniańskich zawiera kerogen III typu, o czym świadczą badania z zastosowaniem pirolizy otwartej oraz stosunki atomowe O/C i H/C. Dojrzałość termiczna materii organicznej osiągnęła zakres okna ropnego przy wartościach T_{max} w zakresie 425-438°C. Zawartość węgla organicznego rozproszonego w badanych skałach waha się w przedziale od 0,20 do 6,62%. W oparciu o wykonane badania wytypowano poziom charakteryzujący się najlepszymi parametrami w kontekście macierzystości. Są nimi dolne warstwy istebniańskie górnej kredy z otworu D-1, dla których średnia zawartość węgla organicznego TOC wynosi 2,72%. Badania PY-GC wykazały, że materia organiczna jest zdolna do generacji węglowodorów gazowych oraz ropno-gazowych. Analizy biomarkerów wykazały zmienność materiału organicznego rozproszonego w warstwach istebniańskich oraz warunków jego sedymentacji.

Wyjściowa materia organiczna mogła być zarówno pochodzenia morskiego, jak i lądowego (z przewagą materii lądowej), a jej depozycja odbywała się w warunkach beztlenowych lub niskotlenowych. Zmienność w rozkładzie analizowanych biomarkerów, zwłaszcza w poziomach piaszczystych, może również wskazywać na procesy migracyjne zachodzące w obrębie badanych skał. Ma to korzystny wpływ na zachowanie węglowodorów w blisko położonych skałach zbiornikowych.

Na podstawie danych literaturowych oraz wykonanych analiz uzyskano szerszy zakres informacji na temat utworów istebniańskich z obszaru Osobnicy oraz Draganowej pod względem ich możliwości generacyjnych. Przeprowadzone badania dowodzą, że utwory warstw istebniańskich dolnych, zalegające na większych głębokościach (poniżej 1700 m), mogą stanowić dodatkowe źródło węglowodorów napełniających pułapki złożowe polskiej części Karpat Zewnętrznych. Należy pamiętać, że możliwości generacyjne utworów istebniańskich są znacznie niższe niż w przypadku skał warstw menilitowych z uwagi na obecność III typu kerogenu. Stwierdzono znaczne różnice między poszczególnymi poziomami warstw istebniańskich w zależności od głębokości ich zalegania oraz lokalizacji w obrębie jednostki śląskiej. Różnice te dotyczą zawartości wskaźników odzwierciedlających wzajemne relacje między zawartością substancji morskiej i lądowej, obecności węglanów, związków siarki, a także ilości tlenu w środowisku sedymentacji. Te wszystkie informacje mogą być zastosowane do celów korelacji genetycznej z odkrytymi złożami węglowodorów w tej części Karpat.

USKOK KNIAŻYC I JEGO WPŁYW NA ARCHITEKTURĘ SEDYMENTACYJNĄ UTWORÓW AUTOCHTONICZNYCH MIOCENU

Grzegorz Staryszak^{1, *}, Andrzej Maksym¹ & Mariusz Słyś¹

¹PGNiG S.A. Oddział Geologii i Eksploatacji

*E-mail: grzegorz.staryszak@pgnig.pl

Uskok Książyc jest od wielu lat sygnalizowany w opracowaniach geologicznych dotyczących zapadliska przedkarpackiego. Najwcześniejsze informacje, które posiadamy pochodzą z lat 70. Jest to wielkoskalowa strefa dyslokacyjna podłoża miocenu autochtonicznego rozciągająca się w kierunku NW-NE, która zrzuca południowe skrzydło podłoża zwiększając stopniowo wielkość zrzutu w kierunku wschodnim i przy granicy z Ukrainą osiąga amplitudę ok. 2000 m. Tak duża deniwelacja morfologiczna podłoża musi mieć niebagatelny wpływ na sposób sedymentacji młodszych osadów wkraczającego morza miocenijskiego.

W omawianym obszarze mamy do czynienia z dwoma głównymi kierunkami sedymentacji osadów terygenicznych pochodzących z erozji wyniesionych elementów geologicznych stanowiących podłoże wąskiego basenu sedymentacyjnego dla utworów miocenu. Pierwszy system sedymentacyjny powstał wskutek intensywnej erozji utworów podłoża platformowego, która spowodowała całkowite zdarcie grubych pokładów mezozoicznych i paleozoicznych aż do wyżłobienia głębokich kanionów w utworach prekambriu. Główny obszar alimentacyjny znajduje się

na południe od omawianego obszaru. Strefa tektoniczna Książyc stanowiła swego rodzaju ochronę dla powstałych tu osadów, które nie zostały całkowicie wyerodowane.

Drugi system sedymentacyjny powstał wskutek erozji wypiętrzającego się górotworu karpackiego, który stanowił południowy skłon (brzeg) morza miocenijskiego. Szelf oraz górna część skłonu szelfu znajdowały się na nasuwających się Karpatach. W kolejnym etapie osady tam powstałe, na większości obszaru, uległy erozji. Południowy brzeg zbiornika związany z czołem Karpat wypiętrzał się wraz z przyrostem osadów miocenu. Przed nasuwającymi się Karpatami zachowały się niezaburzone piaskowce i heterolity środkowych i dystalnych części stożków podmorskich.

W referacie zostanie opisany charakter uskoku Książyc jego zasięg i przebieg w świetle wyników zdjęć sejsmicznych 3D zrealizowanych przez PGNiG wzdłuż tej strefy tektonicznej. Przedstawione będą również wielkoskalowe zjawiska sedymentologiczne zarejestrowane w wyniku ostatnio wykonanych prac sejsmicznych 3D.

THE EVOLUTION OF THE OPHIOLITES OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS

Oksana Stupka¹, *

¹*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine*

*E-mail: stupkaoksana@gmail.com

Over the past decades the structural position, features of the internal structure and material composition of many Alpine ophiolite massifs have been studied. Investigating the rocks of the ophiolite association of the Ukrainian Carpathians, new data were obtained on geochemistry, petrology, mineralogy, which made it possible to restore their evolution. For the ophiolite association of the Ukrainian Carpathians, the presence of slightly depleted Iherzolites (Ugolska Group: regions of Great and Small Ugolka rivers and Rynovaty river), and the solitary outcrops of gabbroids are characteristic. The basaltoids of the Ukrainian Carpathians are represented by the tholeiite rocks close by composition to the Na-basalts of the COX - Chyvchyn Group (Chyvchyn mountain, Sarata river, Serednya river), as well as the K-Na and K rocks that are characteristic of the continental formations - Rakhiv-Trostryanets Group (streams Radomyr, Margetul, Trostryanets, Kvasny). It has been established that the composition of the mantle and crust parts of the Ukrainian Carpathian ophiolites is correlated with the rocks of the Liguride ophiolite association: the mantle part of which is also represented by slightly depleted Iherzolites. The low degree of partial melting is indicated by the small thickness of the cumulative complex and its minor distribution. Basalts are represented by tholeiites that have basaltic composition COX, with an alkaline tendency, which confirms the low degree of depletion and the influence of the continental crust.

Based on the study of petrogeochemical features of ultrabasites and basic rocks, using literature sources, it has been established that the ophiolites of the Ukrainian Carpathians, like the ophiolites of the Ligurian Basin, are related to the type of COX ophiolites, were formed in an environment of extension of the continental lithosphere by the mechanism of simple shear. The ophiolites of the continental margin correspond to ophiolites of Iherzolite type and are a product of low extent of melting low depleted subcontinental lithospheric mantle.

The conclusion can be made that the rocks of the ophiolite complex of the Ukrainian Carpathians were formed in the process of rifting in a narrow, not deep oceanic basin, as indicated by the presence of pillow basalts. One part of the rocks belongs to the formations that have the composition of COX basalts, and the other corresponds to the continental type, which indicates the small width of the basin. The mantle part is represented by slightly depleted Iherzolites with characteristic signs of ophiolites COX. The composition of the rocks, the structural relations between the components of the ophiolite association of the Ukrainian Carpathians, their geochemical and petrological characteristics correspond to the ophiolite complexes that were formed in the Ligurian-Piemont Basin.

THE QUESTION OF THE ORIGIN OF OIL – A NEW LOOK AT THE OLD PROBLEM

Orest Stupka¹, *

¹*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine*

*E-mail: stupkaorest@gmail.com

For many years of research, various versions of hypotheses and theories have been put forward, which characterized a certain stage of research and level of knowledge about oil, the deep structure and development of the Earth. In the geological record of the Earth are known the genetic types of rocks, which document the uniqueness of geodynamic situations and chemical transformations. They had no analogues in comparable scales in subsequent geological periods. These are comatheites, deposits of gold and lead-zinc ores, cordierite granulites, jaspilites, “potassium blast”, rapakiwi granites, anorthosites, coal, chalk, iron-manganese nodules. Proper place in this list belongs to oil (Stupka, 2009, 2018). The formation of oil in such large quantities took place only once in the history of the planet - in the Neogene, and was associated with the post-Permian split of Gondwana. The destruction of this monolithic massif, which concentrated 2/3 of the Precambrian sialic crust of Pangea with a thick (500-700 km) lithosphere, led to the formation of rift zones. Their characteristic feature was that they appeared in the inner plate areas, did not obey the boundaries of lithospheric plates and were not controlled by their interaction. These zones provided a deep drainage of the “originary” undepleted lower mantle. Such extension could be due only to global deep under the lithosphere processes. It was already a tectonically open system, which facilitated the release of deep energy and matter in the form of the arrival of high-powered mantle fluids. For them, as a single transport system, saturated in addition by the components of ore and hydrocarbon solutions, in which the heat and mass transfer, physical and chemical phenomena and mineralization took place, which bring energy and heat into the Earth’s crust and its sedimentary cover, there were no pro-

hibitions and for bringing there the deep hydrocarbons. The reality of the existence of lower-mantle hydrocarbons as well as the restorative nature of deep mantle fluid systems today is beyond doubt.

Fluid dynamical systems, like all complex systems, are far from thermodynamic equilibrium. Rising from the internal geospheric levels to the outer upper ones, the fluids undergo substantial transformations, disturbs the balance between the components. The interval of depths of 100-200 km with the parameters: $P = 40-80$ kbar, $T = 1200-1800^{\circ}\text{K}$ (Chekalyuk, 1978) is logically interpreted as the optimal area for the splitting of the oil-forming substance (not oil) from the rest of the fluid system. Before entering the earth’s crust, it will, in reaching certain thermodynamic levels, continue to undergo additional separation. The next product of these complex processes will be oil, and the final one is ozokerite. Thus, the undepleted lower mantle, but not the depleted upper one, was the source of fluid systems saturated with the donors of the chemical elements necessary for the synthesis of oil and the formation of ozokerite.

LITERATURA

- CHEKALYUK E.B., 1978 – Theory of mineral origin of oil (in Russian). W: *The origin and migration of oil and gas*. Kyiv: Naukova dumka, 14–23.
- STUPKA O.S., 2009 – The genesis of oil – the mobilist aspect of the problem (in Ukrainian). *Geolog Ukrainy*, (4): 84–91.
- STUPKA O.S., 2018 – Two hypotheses – two approaches to solution of the problem of oil genesis (in Ukrainian). *Geologiya i geochemiya goryuczych kopalyn*, (1): 28–39.

POWIERZCHNIOWE METODY GEOCHEMICZNE JAKO NARZĘDZIE DO IDENTYFIKACJI POTENCJALNYCH STREF DLA MIGRACJI GAZÓW ZE ŹRÓDEŁ WGŁĘBNYCH DO STREFY PRZYPowierzchniowej – NA PRZYKŁADZIE POLSKICH KARPAT ZEWNĘTRZNYCH

Anna Twaróg^{1, *}, Henryk Sechman¹, Adrianna Góra¹ & Piotr Guzy¹

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

*E-mail: twarog@agh.edu.pl

Od początku poszukiwań naftowych, istotnymi wskaźnikami lokalizacji wgłębnych nagromadzeń węglowodorów, były widoczne na powierzchni terenu wycieki ropy. Obecnie zastosowanie geochemii powierzchniowej w poszukiwaniach naftowych polega na identyfikacji, rejestracji oraz analizie efektów migracji węglowodorów w postaci mikrowycieków. Jedną z wielu opracowanych przypowierzchniowych metod geochemicznych jest metoda gazu wolnego. Polega ona na analizie mikrokoncentracji lekkich węglowodorów nagromadzonych pomiędzy ziarnami gleby. Migracja lekkich węglowodorów ze źródeł wgłębnych do powierzchni terenu odbywa się głównie poprzez strefy nieciągłości tektonicznych. Celem badań jest wskazanie zależności między budową geologiczną rejonu Rabki – Mszany Dolnej – Limanowej a stężeniami lekkich węglowodorów gazowych zarejestrowanych w strefie przypowierzchniowej.

Maksymalne zarejestrowane stężenia CH₄, C₂H₆, C₃H₈, sumy C₄H₁₀, sumy C₅H₁₂ wyniosły odpowiednio: 5424 ppm, 57,3 ppm, 16 ppm, 3,9 ppm, 1,88 ppm. Uzyskane wyniki wykazały, że rozkład wskaźników i współczynników geo-

chemicznych jest zróżnicowany względem występowania jednostki magurskiej oraz jednostki przedmagurskiej, odsłaniającej się głównie w oknie tektonicznym Mszany Dolnej. W obrębie wspomnianego okna zarejestrowano podwyższone stężenia sumy alkanów C₂-C₅, metanu oraz wysokie wartości współczynnika etan/etylen, świadczącego o aktywnej migracji gazów z głębi do strefy przypowierzchniowej. Natomiast w obrębie jednostki magurskiej zarejestrowany w strefie przypowierzchniowej sygnał geochemiczny jest znacznie słabszy, a wartości współczynnika etan/etylen wskazują na wolniejsze tempo migracji gazu.

Wykonane badania obejmujące swoim zasięgiem zróżnicowaną budowę litologiczno-tektoniczną wskazują, że powierzchniowe metody geochemiczne mogą być dobrym narzędziem uzupełniającym wiedzę na temat migracji lekkich węglowodorów oraz identyfikacji dróg predysponowanych do wzmożonego dopływu gazów z głębi do strefy przypowierzchniowej, szczególnie na obszarze Karpat.

Badania zostały zrealizowane w ramach programu Blue Gas NCBiR (BG2/ShaleCarp/14).

REGIONALNE ZRÓŻNICOWANIE FACJI SEDYMENTACYJNYCH I SYSTEMU DYSTRYBUCYJNEGO WARSTW CERGOWSKICH (OLIGOCEN) MIĘDZY SKRZYDLNĄ NA W A STARINĄ (SŁOWACJA) W JEDNOSTCE DUKIELSKIEJ NA E

Marek Wendorff^{1, *}, Aneta Siemińska¹ & Joanna Pszonka²

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica

²Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN

*E-mail: wendorff@agh.edu.pl

Warstwy cergowskie to kompleks piaskowców oraz piaskowców i łupków w obrębie głównej formacji karpackich skał macierzystych, tj. warstw menilitowych. W jednostce dukielskiej tworzą soczewkowy litosom wydłużony w kierunku NW-SE, a dalej na zachodzie odsłaniają się w oknach tektonicznych jednostki śląskiej oraz u frontu nasunięcia jednostki magurskiej. Tradycyjnie są uznawane za produkt depozycji z prądów zawiesinowych transportujących ku SE materiał klastyczny erodowany z hipotetycznego grzbietu śląskiego wynurzonego wzdłuż NW granicy basenu przedmagursko-dukielskiego. Najnowsze szczegółowe obserwacje sedymentologiczne ujawniły szereg wcześniej nierozpoznanych cech warstw cergowskich.

Najbardziej proksymalne facje, to odsłonięty w Skrzydłnej (zachodnia partia obszaru) kompleks bardzo gruboziarnistych zlepieńców o piaszczystym spoiwie, zdeponowanych przez wysokiej energii niekohezyjne spływy rumoszowe i gęste prądy zawiesinowe zasilane przez degradację delty stożkowej na szelfie. Wypełniają one kanał wcięty na 40-50 m w osady skłonu. Powyżej spoczywa cieniejąca ku górze sekwencja piaskowców cergowskich

wypełniających mniejsze kanały erozyjne, a nad nimi piaskowce i mułowce zdeponowane przez „klasyczne” prądy zawiesinowe. Pośrednie asocjacje facji występują dalej ku wschodowi, m.in. w zachodniej części jednostki dukielskiej (Lipowica-Darów). Są to głównie gruboławicowe piaskowce o przewadze „niebomowskich” sekwencji turbidytowych TaTa..., czasem TabTab..., niemal pozbawione przeławień mułowców; brak jest sekwencji cieniejących bądź grubiejących ku górze. Zespół cech sugeruje transport przez prądy zawiesinowe wysokiej gęstości zasilane wypływami hiperpiknalnymi z czoła delty położonej na krawędzi szelfu i depozycję w odległej partii skłonu, zdeformowanego przez ruchy nasuwczo-fałdowe w podłużne depresje/rynny równoległe do osi basenu. Od Komańczy ku SE dominują facje „klasycznych” prądów zawiesinowych stopniowo przechodzące do rozcieńczonych w dystalnej partii turbidytowego stożka zewnętrznego w Medzilaborcach po Starinę na Słowacji. Charakter i relacje asocjacji facji sugerują, że stożek był deponowany w otwartym basenie u stóp skłonu i lokalnie rozcinany przez pojedyncze małe kanały erozyjne. Wyniki te są istotne dla poszukiwań węglowodorów, jak i dokładniejszego poznania fliszu Karpat.

WPŁYW PRAC POSZUKIWAWCZYCH ZA ZŁOŻAMI WĘGLOWODORÓW NA WERYFIKACJĘ BUDOWY GEOLOGICZNEJ POLSKI W OBSZARACH DZIAŁALNOŚCI ORLEN UPSTREAM

Jarosław Zacharski^{1,*}, Arkadiusz Buniak¹, Magdalena Piątkowska¹

¹ ORLEN Upstream Sp. z o.o.

*E-mail: Jaroslaw.Zacharski@orlen.pl

Podczas 13 lat aktywności biznesowej na terytorium Polski ORLEN Upstream prowadził poszukiwania złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w obrębie czterech (4) prowincji naftowych: pomorskiej, wielkopolskiej, lubelskiej i małopolskiej. Wykonane prace o charakterze interdyscyplinarnym doprowadziły do odkrycia nowych złóż węglowodorów a pozyskane w trakcie prac poszukiwawczych dane, próbki i informacje geologiczne pozwoliły na lepsze zrozumienie budowy geologicznej badanych obszarów. Wyniki prac poszukiwawczych niekonwencjonalnych złóż węglowodorów na terenie **lubelskiej prowincji naftowej** umożliwiły weryfikację ewolucji strukturalnej sukcesji dolnego paleozoiku oraz szczegółowe określenie kluczowych parametrów litologiczno-złożowych skał oraz ich rozprzestrzenienie. W oparciu o nowo pozyskane dane wykazano duże zróżnicowanie podstawowych parametrów geochemicznych oraz właściwości geomechanicznych skał ordowiku i syluru, jak również występowanie wyraźnej korelacji pomiędzy stopniem przeobrażenia materii organicznej a głębokością horyzontów. W **małopolskiej prowincji naftowej** (rejon Grybów – Jasło) zastosowano **multidyscyplinarne** podejście do oceny perspektywiczności obszarów nasuwczno-fałdowych, które oprócz klasycznych metod poszukiwawczych (np. akwizycja sejsmiczna 2D i 3D, reprocessing danych archiwalnych, wiercenia), objęło kompleksową analizę rop naftowych, skał zbiornikowych oraz macierzystych, pobranych z odsonień powierzchniowych. W celu pełnego scharakteryzowania systemu naftowego badanego obszaru, a także uzyskania obrazu nasycień strefy przypowierzchniowej, przeprowadzono weryfikację archiwalnych powierzchniowych map geologicznych oraz regionalną analizę geochemiczną. Jest to obecnie powierzchniowo największe, wykonane w Karpatach zdjęcie geochemiczne (blisko 80 km²). Badania geochemiczne przeprowadzono na próbkach węglowodorów pobranych

z powietrza glebowego oraz płytkich otworów. Prace te potwierdziły dużą złożoność budowy tektonicznej badanego obszaru i wskazały na lokalne rozbieżności pomiędzy obrazem sejsmicznym, wynikami pomiarów wykonanych w otworach a archiwalnymi danymi kartograficznymi. Wnioski z przeprowadzonych badań wskazują na celowość stosowania holistycznego podejścia podczas interpretacji budowy geologicznej, obejmującego wiele elementów składających się na właściwy opis analizowanego obszaru. Niektóre, nawet stosunkowo dobrze rozpoznane obszary, tak jak omówiony poniżej fragment Zapadliska Przedkarpackiego wymagają jednak czasem niestandardowego podejścia. Nieduża wielkość i kształt koncesji Siennów-Rokietnica, wymusiły zaprojektowanie nietypowej dla pomiarów lądowych akwizycji danych sejsmicznych mającej po części charakter geometrii sejsmiki morskiej – Bystrowice SWATH 3D. Pomimo niewielkiej amplitudy, rysującej się w miocenie antykliny kompakcyjnej, argumentem na zaprojektowanie otworu poszukiwawczego Bystrowice-OU1 była duża miąższość utworów miocenu autochtonicznego oraz podniesienie strukturalne w utworach podłoża. Wiercenie potwierdziło przyjęte założenia i doprowadziło do odkrycia wielohoryzontowego złoża gazu ziemnego Bystrowice. Co również istotne, dodatkowo uzyskano nasycenie w zeszczelinowanym, eokambryjskim podłożu miocenu. W **pomorskiej prowincji naftowej** wykonane w ostatnich latach badania sejsmiczne, prace wiernicze i analizy złożowe potwierdziły nasycenie węglowodorami utworów dolomitu głównego, uszczegółowiły budowę wewnętrzną cechsztyńskich utworów cyklotemu Werra oraz rozpoznanie utworów podłoża podcechsztyńskiego. Otrzymane wyniki potwierdzają wysoki potencjał węglowodorowy tego obszaru Polski i jednoznacznie wskazują konieczność jeszcze lepszego rozpoznania północno-wschodniej, przykrawędziowej strefy Antyklinorium Pomorskiego.