

Mariusz Miziołek, Bogdan Filar, Michał Cierznia

Institut Nafty i Gazu – Państwowy Institut Badawczy

Pułapki złożowe zapadliska przedkarpackiego w czołowej strefie nasunięcia Karpat

W południowej strefie zapadliska przedkarpackiego mającej bezpośredni kontakt z nasunięciem karpacko-stebnickim powstał szereg złóż gazu ziemnego o odmiennej genezie. Zasadniczy wpływ na utworzenie się tych pułapek miały różne procesy, najważniejsze z nich to: morfologia podłoża podmioceniowego, środowisko i warunki sedymentacji oraz nasunięcie się płaszczowin karpackich na utwory miocenu autochtonicznego. Współdziałanie tych czynników doprowadziło w efekcie końcowym do powstania złóż gazu ziemnego w pułapkach o charakterze: litologicznym, tektonicznym, facyjnym i stratygraficznym. W warunkach kompresji tektonicznej wytworzyły się też w strefach szczytowych złoża gazu z wodą podścielającą, poniżej których stwierdzono ponownie strefy gazowe – co wydaje się być pozornie nielogiczne. W artykule zaprezentowano koncepcję przedstawiającą prawdopodobny proces i mechanizm tworzenia się takich pułapek oraz pułapek na izolowanych lub częściowo izolowanych grzbietach podłoża prekambryjskiego w warunkach sedymentacji na podmorskim stożku napływowym. Znajomość genezy tego typu pułapek jest bardzo istotna dla właściwej oceny zasobów oraz rozwiercania i eksploatacji złóż.

Słowa kluczowe: pułapki złożowe, zapadlisko przedkarpackie, złoża gazu.

Reservoir traps of the Carpathian Foredeep in the frontal zone of the Carpathian overthrust

A number of gas fields which are connected with various sedimentary conditions, have accumulated in the southern part of the Carpathian Foredeep contacting directly with the Carpathian-Stebnik overthrust. Various processes have an influence on the evolution of reservoir traps but the most important ones are: the morphology of the under-Miocene substrate, sedimentary environment and the overlap of the Carpathian nappes on the autochthonous Miocene strata. The interaction of these factors have resulted in gas reservoirs formation in lithological, tectonic and stratigraphic traps. Under conditions of tectonic compression, gas reservoirs with underlying water have developed, where other gaseous areas in the same trap have been found. The article shows the conception describing probable mechanisms having an influence on the process of reservoir traps development in the area of isolated or partially isolated Precambrian ridges connected with submarine fan's environment. Determining the origins of these types of traps is crucial for proper reservoir resources assessment and subsequent exploitation.

Key words: hydrocarbon traps, Carpathian Foredeep, gas fields.

Wstęp

Strefa zapadliska ciągnąca się wzdłuż jego południowej przykarpackiej części charakteryzuje się obecnością wielu złóż gazu ziemnego, co jest związane – jak się powszechnie uważa – z wypiętrzeniem struktur utworów miocenu pod naciskiem nasuwających się Karpat oraz z sedymentacją na obszarze podmorskich stożków napływowych, które deponowały swoje osady na zróżnicowanym morfologicznie dnie basenu. Większość złóż ma tu charakter pułapek strukturalnych lub strukturalno-litologicznych, a ich wielkość jest uzależ-

niona przede wszystkim od czynnika strukturalnego i parametrów petrofizycznych [11]. Największe złoża strefy przykarpackiej wiążą się bezpośrednio z obszarem proksymalnym podmorskich stożków napływowych, a więc szczególnie z ich górną częścią łobów depozycyjnych.

W połączeniu z dogodną budową strukturalną powstają wtedy zasobne złoża gazu ziemnego, przykładem mogą tu być złoża rejonów: Tarnowa, Pilzna, Husowa, Jodłówki i Tułigłowy. Ich budowa jest stosunkowo prosta. W większości

są to złoża w pułapkach typu strukturalnego lub litologiczno-strukturalnego z poziomym konturem wód. System energetyczny takich złóż jest wodnonaporowy w przypadku obecności dużego i rozległego poziomu wodonośnego lub słabo wodnonaporowy przy mniejszym poziomie wodonośnym; zdarzają się też złoża wolumetryczne. Mniejsze złoża (niekoniecznie małe) powstają w rejonach dystalnych stożka napływowego. Jeżeli dodatkowo utworzą się one w obszarach o zróżnicowanej morfologii i bezpośrednio w strefie nasunięcia, charakteryzują się wtedy dużą komplikacją budowy pułapek złożowych. Takimi miejscami są obszary wyniesień w strefach międzystożkowych. Komplikacja tych pułapek objawia się m.in. następującymi cechami: nieznanym zasięgiem, zanikiem zapiaszczeń, zróżnicowanym konturem gaz–woda, szybkimi zmianami parametrów petrofizycznych, niejednorodnymi ciśnieniami złożowymi, zróżnicowanym stopniem diagenetyzacji skał zbiornikowych, obecnością wód złożowych w szczycie struktury. Złoża w tego typu obszarach były dokumentowane w bardzo różny sposób, np. zasięgi złóż ograniczono jedynie do teoretycznej strefy drenażu pojedynczego otworu lub grupy otworów. Brak bezpośredniego kontaktu hydrodynamicznego, objawiający się zróżnicowaniem ciśnień w sąsiednich otworach, traktowano często jako zanik zapiaszczeń, stąd też strefa złożowa była ograniczona do pojedynczego otworu, a ogólne zasoby w tego typu złożach stano-

wią sumę stref zasobowych wokół pojedynczych otworów. Obszar położony poza tymi strefami traktowano jako płonny i nieperspektywiczny, wobec tego ogólne zasoby w tego typu strukturach, pomimo dużych powierzchni i miąższości, były dokumentowane na niskim poziomie.

Z tego względu wyjaśnienie mechanizmu powstawania tego typu pułapek, ich granic, wielkości, położenia konturu gaz–woda, zmian litologiczno-facjalnych oraz ich wzajemnych zależności powinno z jednej strony ułatwić identyfikację takich pułapek, a z drugiej przyczynić się do bardziej realnej oceny wielkości zasobów gazu w tych złożach, czyli w większości wypadków podnieść zasoby. Kluczem do rozwiązania powyższych niejasności jest określenie współdziałania na siebie kilku czynników:

- morfologii podłoża podmiocenińskiego,
- modelu sedymentacji na podmorskim stożku napływowym i zmian facjalnych w jego obrębie,
- oddziaływania nasuwających się Karpat na właściwości skał zbiornikowych oraz proces tworzenia się pułapek złożowych.

Wymienione powyżej czynniki mają decydujące znaczenie dla powstania złóż. Należy jednak pamiętać, że to tylko część procesów przyczyniających się do zaistnienia tego zjawiska. Według autorów są one jednak czynnikami kluczowymi dla powstania złóż gazu w strefie przykarpackiej zapadliśka, a później ich poszukiwań, rozwiercania i eksploatacji.

Morfologia podłoża

Morfologia podłoża podmiocenińskiego w strefie przykarpackiej jest zróżnicowana i stanowi efekt wielu procesów geologicznych mających miejsce przed mioceniem. W rejonie Husów–Przemysł podłoże jest reprezentowane przez skały prekambryjskie należące do zrębu dolnego Sanu. Struktura ta powstała w górnej kredzie z podziału bloku małopolskiego na dwie części: zrzuconą zachodnią część – reprezentowaną dziś przez nieckę miechowską oraz wydźwigniętą wschodnią część – reprezentowaną właśnie przez zrąb dolnego Sanu. W kolejnej fazie obszar był poddany intensywnej erozji, w efekcie której usunięta została osadowa pokrywa paleozoiczno-mezozoiczna, odsłaniając w ten sposób podłoże prekambryjskie. Po etapie erozji i denudacji nastąpił proces nasuwania się płaszczowin karpaccyckich na swoje przedpole. Doszło do ugięcia i zuskokowania podłoża prekambryjskiego, czego dowodem było powstanie zrębów i rowów tektonicznych, ciągnących się wzdłuż nasunięcia karpaccycko-stebnickiego. Doszło do transgresji morskiej na obszar tworzący się zapadliśka przedkarpackiego [12].

Niektóre z powstałych zrębów tektonicznych tworzyły samodzielne wyniesienia podłoża, otoczone obszarami ob-

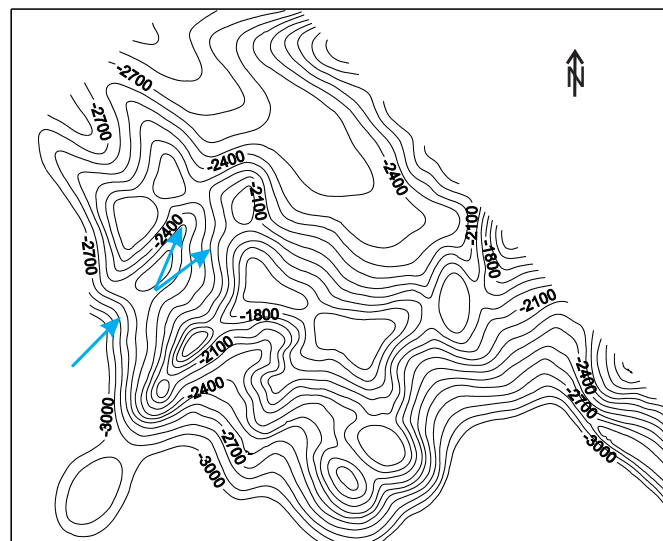
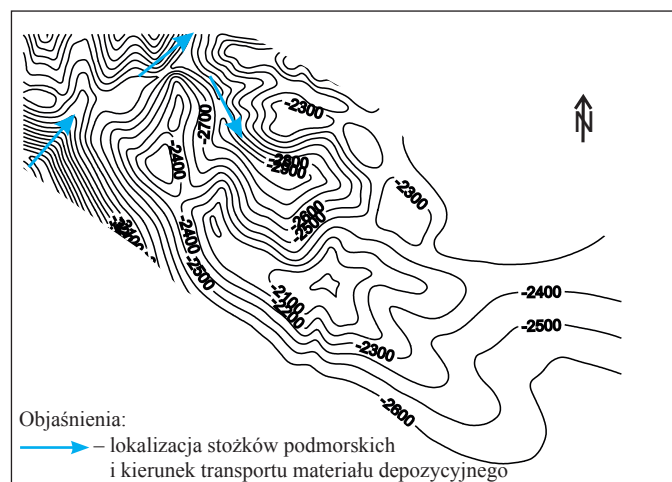
nizonymi. Takimi przykładami w rejonie Husów–Przemysł mogą być np.: garb Husowa i garb Wapowiec.

Przed miocenijską transgresją morską obszar przykarpacki podlegał intensywnej erozji i denudacji, doprowadzając do silnego zróżnicowania morfologicznego tej części podłoża. Powstały poprzeczne do dzisiejszego biegu Karpat obniżenia z rejonów: Krasne–Husów, Jodłówka–Kańczuga, Węgierka oraz Wapowce–Ujtkowce. Erozja bardzo silnie zaznaczyła się na obszarze wspomnianych zrębów: garbu Husowa i Wapowiec. W jej wyniku powstały silnie zróżnicowane morfologicznie grzbiety, charakteryzujące się przebiegiem głównej kulminacji grzbietu w kierunku NW–SE (lub zbliżonym), od której odchodziły poprzeczne garby i żebra, rozdzielone mniej lub bardziej szerokimi obniżeniami (rysunek 1).

Struktury te od pozostałych części podłoża oddzielone były poprzecznymi i podłużnymi obniżeniami. Na tak ukształtowane podłoże, opadające w kierunku południowym i południowo-zachodnim, wdzierają się transgresja miocenijska, osadzając w dolnym badenie terygeniczne warstwy baranowskie o miąższości do kilkudziesięciu metrów, a następnie osady

ewaporatowe środkowego badenu. Właściwa transgresja mioceńska wkroczyła dopiero w górnym badeniu, osadza-

jąc zróżnicowany litologicznie pakiet osadów mioceńskich o grubości przekraczającej nawet 3 km.



Rys. 1. Przykłady budowy morfologicznej częściowo izolowanych grzbietów podłoża prekambryjskiego z południowego rejonu zapadliska przedkarpackiego między Husowem a Przemyślem (opracowanie M. Miziołek)

Sedymentacja na podmorskich stożkach napływowych

Transgresja górnobadeńska wkraczała, jak wspomniano wcześniej, na zróżnicowany morfologicznie obszar podłoża prekambryjskiego [2, 7]. Morze transgredowało stopniowo, wkraczając najpierw na obszary obniżen podłużnych i poprzecznych podłoża, następnie na obszary stoków wyniesień i garbów, a na końcu – zalewając również i te.

Wraz z transgresją morską zaczęły powstawać osady. W pierwszym rzędzie były one deponowane w obniżeniach, dalej na stokach i skarpach wyniesień, a na końcu również na obszarze garbów i grzbietów.

Pierwszy etap sedymentacji doprowadził do częściowego wyrównania dna morskiego. W efekcie w obniżeniach zostały zdeponowane najgrubsze serie osadowe, np. we wspomnianych już rejonach: Krasne–Husów, Jodłówka–Kańczuga, Węgierka, Wapowce–Ujkowce.

Od momentu transgresji górnobadeńskiej na podłożu prekambryjskim były deponowane osady klastyczne, terygeniczne w postaci osadów ilastych, mułowców i piaskowców zawierających głównie kwarc, minerały ilaste, skalenie i węglany.

Materiał tych skał pochodził z południa i południowego zachodu, z wynurzających się już wtedy Karpat, które natychmiast po wyłonieniu były poddawane intensywnej erozji i denudacji. Erodowany materiał, unoszony przez rzeki był transportowany na północ i składany w strefie przyujściowej, skąd podmorskimi kanałami został rozprowadzony na obszar stożka podmorskiego, dzięki różnego rodzaju splywom grawitacyjnym, np.: poprzez prądy zawieszinowe, kohezyjne,

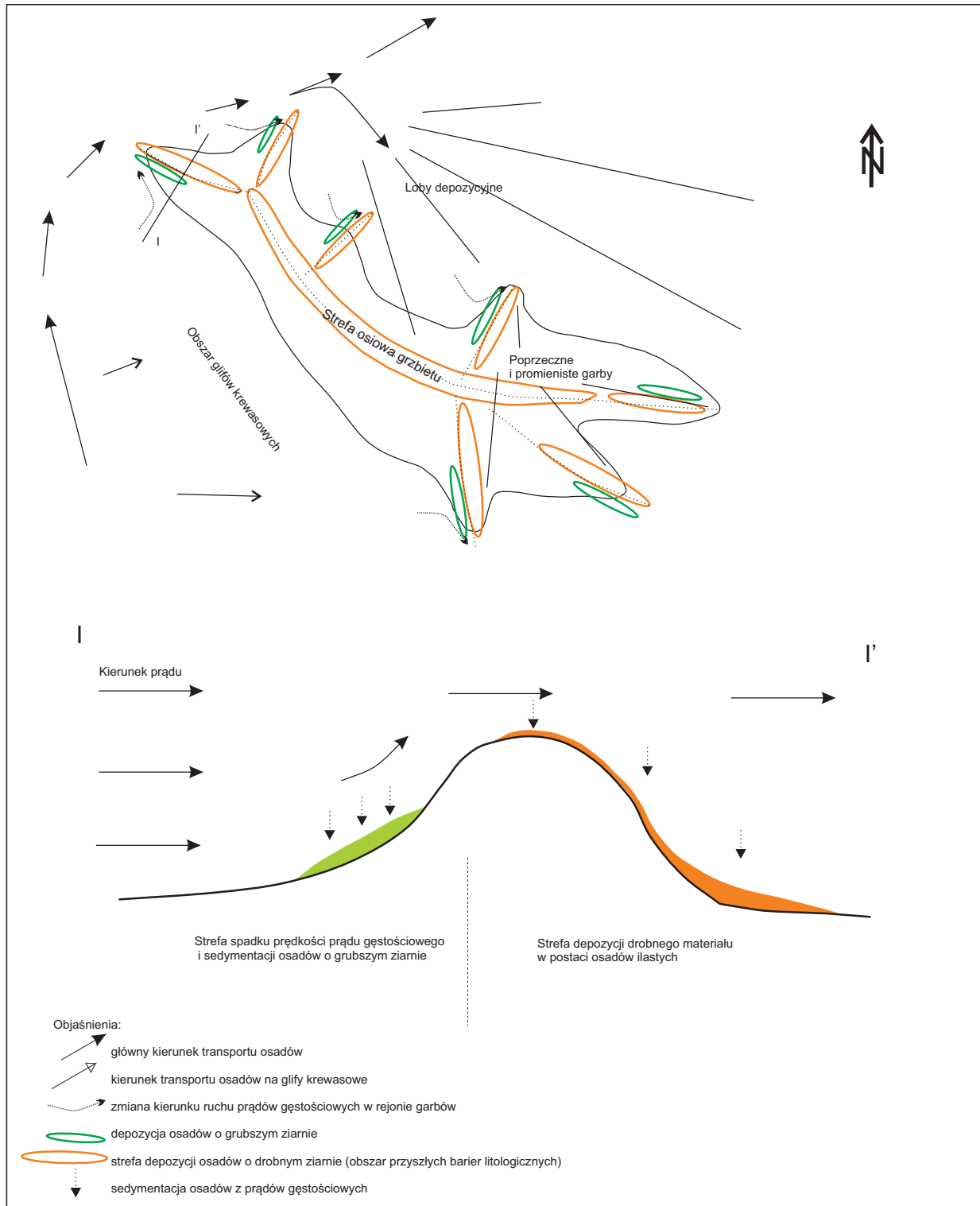
kolizyjne i splywy upłynnionego materiału [1]. W rejonie Husów–Przemyśl znanych jest kilka dużych, podwodnych stożków napływowych, są to: stożek Husowa–Maławy, stożek Raczyny–Jodłówki, stożek Tuligłowy i stożek Wapowce–Przemyśl [3]. Oprócz tego istniały zapewne mniejsze stożki związane albo z okresowymi kanałami odchodzącymi od kanału głównego, albo z lokalnymi stożkami powiązanymi z mniejszymi ciekami wodnymi.

W początkowej fazie sedymentacji górnobadeńskiej brzeg morski był oddalony od dzisiejszego brzegu Karpat o kilka–kilkanaście kilometrów, stąd też do opisywanego rejonu docierały jedynie osady drobno- i bardzo drobnoziarniste, reprezentujące dystalne osady prądów gęstościowych zewnętrznego stożka podmorskiego. W miarę przybliżania się brzegu Karpat udział materiału o grubym ziarnie wzrastał, pojawiały się ławice piaskowców średnio- i gruboziarnistych, które mogły być deponowane w pobliżu stożka środkowego. W momencie pojawienia się całych serii piaskowców gruboławicowych, zlepieńcowatych i zlepieńców (np. horyzontów XIII–XI w rejonie Husowa) występowały już osady stożka środkowego i strefa przejściowa, pomiędzy stożkiem środkowym oraz dolną częścią stożka górnego z kanałami rozprowadzającymi. Poszczególne stożki napływowe były zlokalizowane w różnych obszarach dna morskiego (a wcześniej podłoża prekambryjskiego), np.:

- stożek Husowa w zachodniej części garbu Husowa, a więc częściowo na wyniesieniu podłoża,

- stożek Rączyny–Jodłówki w obszarze obniżenia podłoża Jodłówka–Kańczuga,
- stożek Tuligłowy naprzeciwko wyniesienia podłoża w rejonie Tuligłowy,
- stożek Przemyśla w obniżeniu podłoża Wapowce–Ujtkowce po południowo-zachodniej, zachodniej i północnej stronie garbu Wapowiec.

Sedymentacja i tworzenie pułapek dla każdego z wymienionych stożków podmorskich jest dosyć szerokim zagadnieniem wymagającym dogłębnej analizy i osobnego omówienia. Z tego też względu w dalszej części artykułu zostanie przedstawiony przypadek sedymentacji i powstawania pułapek na obszarze grzbietu położonego na skraju podmorskiego stożka podwodnego albo w obszarze międzystożkowym [6].



Rys. 2. Schemat depozycji osadów miocenijskich na przykładowym garbie podłoża prekambryjskiego i mechanizm tworzenia się barier na wyniesieniach podłoża (opracowanie M. Miziołek)

Taka sytuacja miała miejsce w przypadku garbu Husowa oraz garbu Wapowiec.

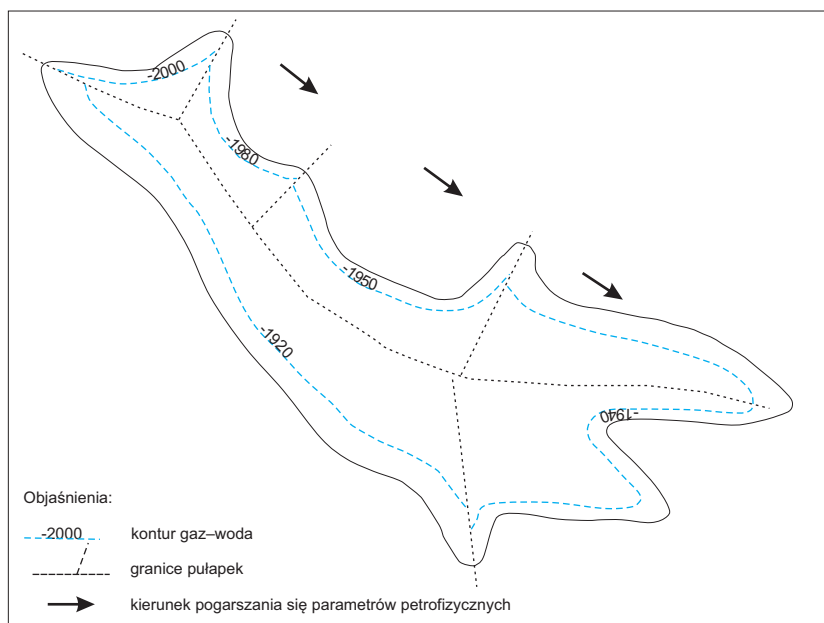
W początkowej fazie sedymentacji górnobadeńskiej na obszarze przykładowego garbu podłoża osady były deponowane jedynie w niższej części garbu, znajdującej się poniżej poziomu morza. W miarę pogłębiania się basenu morskiego młodsze osady były deponowane na starszych, przekraczając ich zasięg w coraz wyższych partiach garbu, a po jego zatopieniu osadzane już na obszarze całego garbu. Jednak depozycja osadów na garbie w warunkach sedymentacji w rejonie podmorskiego stożka napływowego jest inna i zależy od położenia względem stożka jego łobów depozycyjnych i kierunku przepływu prądów gęstościowych. Przykładową sytuację przedstawiono na rysunku 2.

Prądy gęstościowe płynęły tu skrajem grzbietu, wykorzystując obniżenie podłoża. Wcześniej od kanału rozprzewadającego odchodziły gify krewasowe, na obszarze których deponowane były osady drobno- i średnioziarniste. Kanał rozprzewadający kończył się łobem depozycyjnym z osadami drobniejącymi na zewnątrz łobu. Rozpływające się na obszarze łobów depozycyjnych prądy gęstościowe napotykały na swej drodze, w rejonie wyniesień podłoża, garby. W stosunku do głównych wyniesień struktury te były ustawione albo poprzecznie, albo promieniście, co oddziaływało hamująco na przepływ prądów gęstościowych w ich rejonie, doprowadzając do częściowej sedymentacji jego grubszych frakcji oraz zmiany kierunków przepływu tych prądów. Na samych garbach oraz w ich „cieniu sedymentacyjnym” były deponowane osady o drobniejszym ziarnie. Depozycja materiału drobno- i bardzo drobnoziarnistego na garbach powtarzała się podczas kolejnych cykli sedymentacyjnych. Miało to miejsce również w sytuacji, gdy cały garb znajdował się już poniżej poziomu morza. Wtedy także na garbach poprzecznych oraz na głównym grzbiecie deponowane były osady o najdrobniejszym ziarnie.

Powtarzająca się cykliczna depozycja osadów drobnoziarnistych na garbach mogła w efekcie końcowym doprowadzić do powstania w ich rejonie barier ilastych, które skutecznie izolują obszary położone między garbami, tworząc całkowicie lub częściowo odrębne pułapki (rysunek 3). Wzajemna izolacja powoduje, że w sąsiadujących pułapkach kontury gaz–woda mogą znajdować się na różnych głębokościach [13]. To samo dotyczy także ciśnień złożowych, które również mogą być zróżnicowane.

Kontur gaz–woda w przedstawionym na rysunku 3 przypadku podnosi się z północnego zachodu na południowy wschód. Wynika to z faktu, że gaz prawdopodobnie migrował od północnego zachodu, wypełniając kolejne pułapki struktury.

W efekcie dalszych procesów sedymentacyjnych i powolnego wyrównywania morfologii podłoża omówiony mechanizm powstawania pułapek tracił na znaczeniu. Zmianę mechanizmu tworzenia się pułapek spowodowało również nasunięcie się Karpat.



Rys. 3. Schemat przebiegu granic pułapek w wyniku sedymentacji osadów ilastych na grzbieciech garbów i w ich „cieniu sedymentacyjnym” (opracowanie M. Miziołek)

Oddziaływanie nasuwających się Karpat na właściwości skał zbiornikowych oraz proces tworzenia się pułapek złożowych

W przypadku garbów podłoża leżących w strefie nasunięcia karpacko-stebnickiego występują różne procesy wpływające na tworzenie i modyfikacje pułapek oraz ich parametrów petrofizycznych. Nasunięcie Karpat do dzisiejszej ich pozycji odbywało się bezpośrednio po depozycji niższej części osadów miocenu (w rejonie Husowa były to utwory obejmujące profil osadów od podłoża do horyzontu XIII włącznie, a w rejonie Przemyśla osady od podłoża do horyzontu VIIIa’–IX), a w trakcie depozycji ich wyższej części [8, 9, 10]. Z jednej strony nasunięcie Karpat było odpowiedzialne za częściowe spiętrzenie się utworów miocenu przed Karpatami, co korzystnie wpłynęło na proces formowania się złóż w tym

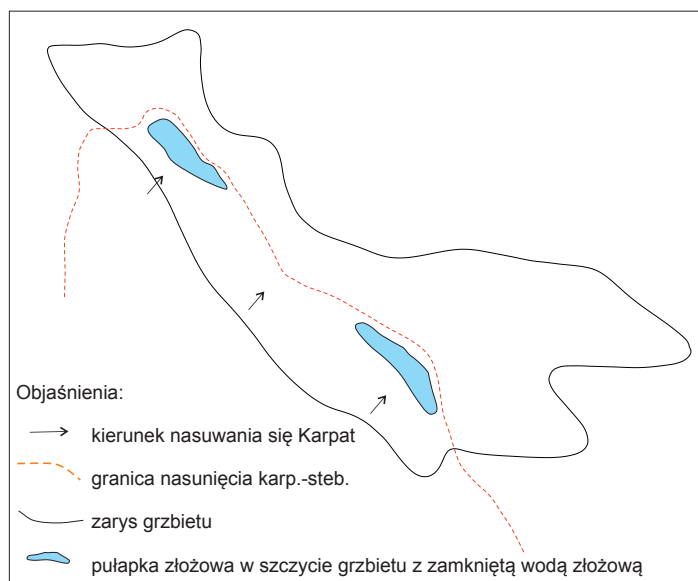
rejonie. Nasunięcie Karpat było odpowiedzialne za częściowe spiętrzenie się utworów miocenu przed Karpatami, co korzystnie wpłynęło na proces formowania się złóż w tym

rejonie. Z drugiej strony tak wczesne nasunięcie się górotworu wywołało niekorzystne dla części złóż zjawiska, a mianowicie:

- nasunięcie miało miejsce przed procesem formowania się złóż, szczególnie przed rozdzieleniem się fazy wodnej od gazowej, co doprowadziło lokalnie do zamknięcia wód złożowych w szczycie struktury lub jego pobliżu pod nasunięciem karpacko-stebnickim (rysunek 4). Stworzyło to nietypową sytuację: w strefie szczytowej i na dużej części skrzydeł antykliny występują złoża gazu podścielone nisko położonym konturem gaz-woda, a obok w tej samej strefie szczytowej w opróbowaniach części otworów znajduje się gaz z solanką. Jest to właśnie efekt wczesnego zamknięcia wód złożowych, a następnie wykształcenia się strefy gazowej i wodnej, ale w warunkach zamkniętej pułapki. Woda złożowa nie była już w stanie przemieścić się w dół struktury, pozostała więc na miejscu jako woda podścielająca. Woda złożowa w takich sytuacjach jest nieaktywna, a jej ilości są ograniczone. Niemniej jednak powoduje ona utrudnienia w eksploatacji. Obok partii szczytowej podobne zjawisko może dotyczyć południowych i południowo-zachodnich skrzydeł antyklin;
- nasunięcie Karpat spowodowało także obniżenie parametrów petrofizycznych skał zbiornikowych. Doszło do tego w efekcie ściśnięcia słabo zdiagenezowanych skał i tym samym zaciśnięcia i zmniejszenia przestrzeni porowej oraz pogorszenia warunków przepływu.

Zjawisko nawiercania wód złożowych zostało zaobserwowane na obszarze partii szczytowej garbu Husowa oraz garbu Wapowiec.

Proces tworzenia się pułapek złożowych w rejonie grzbietów wyniesień o silnym zróżnicowaniu morfologicznym w warunkach sedymentacji na podmorskim stożku napływowym i nasuwających się Karpat jest w dużej mierze procesem indywidualnym, dotyczącym konkretnego złoża, jednak pewne mechanizmy można próbować zastosować do analizy innych złóż w rejonie zapadliska przedkarpackiego.



Rys. 4. Zablockowanie wód złożowych w szczycie struktury w wyniku nasuwania się Karpat na słabo zdiagenezowane osady miocenu (opracowanie M. Miziołek)

Wnioski

1. Współdziałanie takich czynników jak: morfologia podłoża, procesy sedymentacyjne oraz nasuwanie się Karpat było współodpowiedzialne za powstanie skomplikowanego systemu pułapek złożowych w przykarpackiej części utworów miocenu na obszarze wyniesień podłoża.
2. Zasoby złóż na obszarach garbów podłoża należy uznać za niedoszacowane.
3. Proces nasuwania się Karpat mógł doprowadzić w pewnych przypadkach do zablokowania wód złożowych w utworach miocenu w szczycie struktury, powyżej strefy gazowej złoża.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2017, nr 8, s. 551–557, DOI: 10.18668/NG.2017.08.02

Artykuł nadesłano do Redakcji 20.12.2016 r. Zatwierdzono do druku 24.05.2017 r.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt.: *Identyfikacja i analiza strukturalno-facjalna pułapek złożowych w utworach ilasto-mułowcowych miocenu w rejonie garbu Husowa – zrealizowanej w INiG – BIP na zlecenie MNiSW; nr zlecenia: 215/0030/16/01, nr archiwalny: DK-4100-30/2016.*

Literatura

- [1] Dziadzio P.: *Śródmienilitowe piaskowce magdaleńskie jako przykład płytkowodnej sedymentacji deltowej w Karpatach.* Nafta-Gaz 2015, nr 9, s. 624–631.
- [2] Dziadzio P., Liszka B., Maksym A., Staryszak G.: *Środowisko sedymentacji utworów miocenu autochtonicznego w brzeżnej strefie Karpat a interpretacja geologiczno-złożowa w obszarze Husów–Albigowa–Krasne.* Nafta-Gaz 1997, nr 9, s. 407–414.
- [3] Dziadzio P., Maksym A., Olszewska B.: *Sedymentacja utworów miocenu autochtonicznego we wschodniej części zapadliska*

przedkarpacciego. Przegląd Geologiczny 2006, vol. 54, nr 5, s. 413–420.

- [4] Holditch S.A.: *Unconventional gas*. Working Document of the NPC Global Oil & Gas Study, USA, 2007, s. 1–54.
- [5] Holditch S.A.: *Unconventional oil and gas resource development – Let's do it right*. Journal of Unconventional Oil and Gas Resources 2013, vol. 1–2, s. 2–8.
- [6] Jawor E.: *Poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów w nieantyklinalnych pułapkach w środkowej części zapadliśka przedkarpacciego*. Konferencja Naukowo-Techniczna, Krosno 1982.
- [7] Kasprzyk A.: *Cykliczność sedimentacji utworów ewaporatowych badenu zapadliśka przedkarpacciego*. Przegląd Geologiczny 1995, vol 43, nr 4, s. 339–341.
- [8] Krzywiec P.: *Geodynamiczne i tektoniczne uwarunkowania ewolucji basenów przedgórskich z odniesieniami do zapadliśka przedkarpacciego*. Przegląd Geologiczny 2006, vol. 54, nr 5, s. 404–412.
- [9] Krzywiec P., Aleksandrowski P., Florek R., Siupik J.: *Budowa frontalnej strefy Karpat zewnętrznych na przykładzie mioceńskiej jednostki Zgłobic w rejonie Brzeska–Wojnicza – nowe dane, nowe modele, nowe pytania*. Przegląd Geologiczny 2004, vol. 52, nr 11, s. 1051–1059.

- [10] Krzywiec P., Sipiuk J., Madej R., Peryt T.: *Mioceńska ekstensja, kompresja, ruchy przesuwne – tektoniczny model ewolucji wschodniej części zapadliśka przedkarpacciego*. Przegląd Geologiczny 2001, vol. 49, s. 404–412.
- [11] Myśliwiec M.: *Typy pułapek gazu ziemnego i strefowość występowania ich złóż w osadach miocenu wschodniej części zapadliśka przedkarpacciego*. Przegląd Geologiczny 2004, vol. 52, nr 8/1, s. 657–664.
- [12] Oszczytko N.: *Powstanie i rozwój polskiej części zapadliśka przedkarpacciego*. Przegląd Geologiczny 2006, vol. 54, nr 5, s. 396–403.
- [13] Stefaniuk M., Krzysztofik M., Cygal A.: *Model złoża ropy naftowej Łodyna i jego otoczenia w interpretacji danych elektromagnetycznych*. Nafta-Gaz 2015, nr 9, s. 681–690.



Mgr inż. Bogdan FILAR
Starszy specjalista badawczo-techniczny; kierownik Zakładu Podziemnego Magazynowania Gazu.
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25 A
31-503 Kraków
E-mail: bogdan.filar@inig.pl



Mgr Mariusz MIZIOŁEK
Starszy specjalista badawczo-techniczny w Zakładzie Podziemnego Magazynowania Gazu.
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25 A
31-503 Kraków
E-mail: mariusz.miziolek@inig.pl



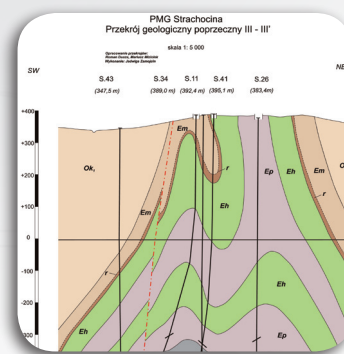
Mgr inż. Michał CIERZNIAK
Specjalista inżynierijno-techniczny w Zakładzie Podziemnego Magazynowania Gazu.
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25 A
31-503 Kraków
E-mail: michal.cierzniak@inig.pl

OFERTA

ZAKŁAD PODZIEMNEGO MAGAZYNOWANIA GAZU

Zakres działania:

- analiza struktur geologicznych złóż gazu ziemnego, ropy naftowej oraz obiektów zawodnionych, pod kątem możliwości ich przekształcenia w PMG;
- szczegółowa analiza warunków geologiczno-złożowych, ocena dotychczasowej eksploatacji złoża, warunków hydrodynamicznych, zdolności wydobywczych odwiertów;
- ocena stanu technicznego istniejącej infrastruktury w aspekcie jej wykorzystania w pracy PMG;
- wykonywanie cyfrowych modeli geologicznych PMG, złóż gazu ziemnego i ropy naftowej;
- wykonywanie projektów budowy PMG;
- analiza dotychczasowej pracy istniejących PMG w celu optymalizacji parametrów dalszej eksploatacji magazynów na bazie symulacji komputerowej;
- opracowywanie projektów prac geologicznych, dotyczących poszukiwania i rozpoznawania złóż gazu ziemnego i ropy naftowej;
- opracowywanie dokumentacji geologicznych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego;
- opracowywanie programu optymalnej eksploatacji złoża, wydajności poszczególnych odwiertów, tempa szczyptywania itp.



Kierownik: mgr inż. Bogdan Filar
Adres: ul. Armii Krajowej 3, 38-400 Krosno
Telefon: 13 436 89 41 w. 5202
Faks: 13 436 79 71
E-mail: bogdan.filar@inig.pl

