

Marek Janiga, Małgorzata Kania

Institut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

Degazacja próbek skał – ocena ilościowa i jakościowa gazu resztkowego

W artykule została przedstawiona, opracowana i zoptymalizowana metodyka degazacji próbek skał. Uzyskane wyniki (ilości wydzielonych związków ze skały przeliczone z uwzględnieniem objętości pojemnika oraz wagi i gęstości skały) dla testowanych próbek soli kamiennej, anhydrytu i dolomitu wapnistego są zróżnicowane i mogą służyć do oceny gazonośności skał. Ponadto możliwe jest wykonywanie analiz składu izotopowego węglowodorów (przy odpowiednio wysokich zawartościach) w gazie resztkowym.

Słowa kluczowe: degazacja próbek skał, gaz resztkowy, skład molekularny i izotopowy.

Degassing of rock samples – residual gas parameters

This article presents developed and optimized methodology of the degassing of rock samples. Results obtained (amounts of compounds separated from the rock calculated including volume of the container, weight and density of rock) for tested samples of salt, anhydrite and limy dolomite are varied and can be used for gas content determination. In addition it is possible to perform analysis of the isotopic composition of hydrocarbons in residual gas (only with appropriately, high levels of hydrocarbons).

Key words: rock samples degassing, residual gas, molecular and isotopic composition.

Wprowadzenie

Wyrzuty gazów i skał stanowią poważne zagrożenie w kopalnictwie. Czynnikiem decydującym o ich występowaniu jest, między innymi, wysoka gazonośność złoża. Do oceny stanu zagrożenia wykorzystuje się: wyniki pomiarów gazonośności i wskaźnika zwięzłości skały, informacje o zaistniałych zjawiskach oraz dane geologiczne. Szczególne znaczenie ma szacowanie gazonośności ośrodka skalnego na podstawie pomiarów ilości gazu desorbowanego i resztkowego w próbkach rdzeni wiertniczych. Istnieje wiele metod określania zawartości gazu, a czynnikami różnicującymi je są m.in. używane przyrządy i metody szacowania gazu traconego. Najszerzej stosowana jest metoda USBM (*United States Bureau of Mines*), opracowana przez F. N. Kissela i współpracowników w 1973 roku [3, 5, 7].

Pomiary zawartości gazu w skale (głównie w węglach) są techniką powszechnie używaną w górnictwie już od lat 70. dwudziestego wieku.

Określenie ilości gazu w rdzeniu skalnym często wykonuje się podczas wierceń badawczo-rozpoznawczych. Gaz w pokładach węgla, ze względu na zjawisko sorpcji fizycznej, zmagazynowany jest w stanie prawie ciekłym [7]. Przy pomocy najbardziej rozpowszechnionych metod określania zawartości gazu wyróżnia się gaz: tracony, desorbowany i resztkowy. Każdy z nich jest mierzony lub szacowany w odrębny sposób, a ich suma daje całkowitą zawartość gazu w próbce skały.

Gaz tracony to część gazu całkowitego, która uwalnia się od momentu rozpoczęcia wiercenia aż do umieszczenia próbki rdzenia w gazonościznym pojemniku. Ilości gazu traconego nie można bezpośrednio zmierzyć i musi być ona szacowana w oparciu o zawartość gazu desorbowanego. Ilość gazu traconego do momentu uszczelnienia pojemnika z próbką zależy głównie od następujących czynników: czasu potrzebnego do pozyskania rdzenia i umieszczenia go

w pojemniku, charakteru fizycznego próbki, rodzaju płuczki i nasycenia wodą/gazem [2].

Gaz desorbowany jest to gaz wydzielający się z próbki rdzenia w gazoszczelnym pojemniku (kanistrze desorbcyjnym). Jego ilość może być zmierzona bezpośrednio przy użyciu wyskalowanego naczynia wypełnionego wodą (gaz

wypycha wodę, jego ilość jest odczytywana z podziałki) [1, 5].

Gaz resztkowy pozostaje w próbce po desorbcji. Jest on uzyskiwany przez skruszenie próbki w gazoszczelnym pojemniku. Pomiar jego ilości przebiega analogicznie do gazu desorbowanego [2].

Metodyka pomiarów zawartości gazów w skałach

Głównym celem badań było opracowanie metody degazacji próbek skał, czyli pozyskiwania gazu resztkowego. Metoda została zoptymalizowana, a w celu jej przetestowania porównano wyniki degazacji różnych rodzajów skał (soli kamiennej, anhydrytu i dolomitu wapnistej).

Stalowe pojemniki degazacyjne wyposażono w dwa zawory oraz septę umożliwiającą pobór gazu z pojemnika przy użyciu igły i strzykawki. W pojemnikach próbki skał ulegały rozdrobnieniu przy użyciu młynka wytrząsającego pojemnik, w którym dodatkowo była umieszczana stalowa kulka. Po ulokowaniu w pojemniku fragmentów skały oraz stalowej kulki obydwie zawory otwierano, a jeden podłączano do butli z helem. Po przepłukaniu pojemnika (przez około minutę) zawory zamykano, a pojemnik umieszczano w młynku. Degazację próbek skał prowadzono w młynku kulowym typu 8000 M Mixer/Mill, przeznaczonym do rozdrabniania twardych materiałów. Mechanizm młynka zapewniał wibracyjny ruch pojemnika degazacyjnego, podczas którego bezwładnościowe przemieszczanie stalowej kulki i próbki względem ścianek naczynia powodowało rozdrabnianie i mielenie materiału.

Ilości gazu resztkowego oznaczano przy użyciu zestawu, który składał się z biurety na statywie oraz butli z tubusem dolnym wypełnionej solanką. Przy pomocy silikonowych węży biuretę połączono z butlą, a pojemnik degazacyjny

z biuretą. Poziomy solanki w butli i biurecie zostały wyrównane. Po otwarciu zaworu pojemnika degazacyjnego naciśnięcie wypychało gaz, którego objętość odczytywano z podziałki biurety. Następnie gaz resztkowy pobierano i analizowano chromatograficznie – w celu określenia składu molekularnego i izotopowego.

Konieczne było przeliczenie wyników badań składu molekularnego gazu resztkowego. Od składu gazu odliczano tlen oraz – związane z nim: azot i dwutlenek węgla (jako zanieczyszczenie powietrzem). Po odliczeniu tlenu, azotu i dwutlenku węgla (związanych z powietrzem) pozostawały w składzie gazu „nadmiarowe” ilości związków, czyli gazy wydzielone z próbki skały. Następnie, z uwzględnieniem objętości pojemnika i masy próbki skały, skład molekularny gazu wydzielonego przeliczano na mikrolitry wydzielonego składnika na kilogram próbki ($\mu\text{l}/\text{kg}$).

Analizy chromatograficzne składu molekularnego zostały wykonane na dwóch chromatografach AGILENT 7890 A, wyposażonych w detektory: FID, TCD oraz FPD. Dokładna metodyka oraz elementy walidacji oznaczeń składu molekularnego zostały przedstawione w artykule *Elementy walidacji metody analitycznej (...)* [4]. Analizy składu izotopowego wykonano na izotopowym spektrometrze masowym Delta V Advantage połączonym z chromatografem Trace GC Ultra, firmy Thermo Scientific.

Optymalizacja warunków metody

Opracowana metoda badania gazu resztkowego została przetestowana na pojedynczej próbce dolomitu wapnistej. Wprowadzane w metodyce zmiany przedstawiono w tabeli 1. Ilości wydzielonych składników gazu resztkowego (przeliczanych z uwzględnieniem objętości pojemnika i masy próbki skały) zaprezentowano w tabeli 3.

Pierwsza próba to okruchy skały, które nie były rozdrobnione przez wytrząsanie. Pojemnik po zamknięciu i przepłukaniu helem wygrzewano przez 30 minut w temperaturze około 90°C . W gazie resztkowym nie było ani węglowodorów, ani związków siarki czy wodoru. Wystąpiły tylko nadmiarowe: azot i dwutlenek węgla. Druga próba to większe okruchy skały, które były rozdrabniane przez

wytrząsanie przez 10 minut. Pojemnika nie wygrzewano. Po wykonaniu analiz i otwarciu pojemnika okazało się, że stalowa kula została zablokowana pomiędzy dużymi fragmentami skały. W związku z tym próbka dolomitu wapnistej nie uległa całkowitemu rozdrobnieniu. W gazie resztkowym występowały węglowodory oraz nadmiarowy azot i dwutlenek węgla. Związków tych było znacznie mniej niż w następnych próbach, w których skała uległa całkowitemu skruszeniu.

Trzecia, czwarta i piąta próba to mniejsze okruchy skały, które rozdrabniano poprzez trwające 10 minut wytrząsanie. Pojemników nie wygrzewano. Próbki skały były rozdrobnione całkowicie. Dla wszystkich trzech prób gaz resztkowy

Tablica 1. Zmiany warunków dla sześciu prób degazacji dolomitu wapnisteo

Numer próby	Wytrząsanie	Grzanie
Próba I	bez wytrząsania (nierozdrobniona)	grzana (30 min w 90°C)
Próba II	wytrząsana 10 minut (źle rozdrobniona)	bez grzania
Próba III	wytrząsana 10 minut	bez grzania
Próba IV	wytrząsana 10 minut	bez grzania
Próba V	wytrząsana 10 minut	bez grzania
Próba VI	wytrząsana 10 minut	grzana (30 minut w 90°C)

Tablica 2. Wyniki analiz składu izotopowego węgla w metanie, etanie i propanie w gazie resztkowym z próbek dolomitu wapnisteo [% vs. PDB]

Nazwa	$\delta^{13}\text{C-C}_1$	$\delta^{13}\text{C-C}_2$	$\delta^{13}\text{C-C}_3$
Próba I	-	-	-
Próba II	-46,48	-33,91	-27,70
Próba III	-47,08	-34,44	-27,89
Próba IV	-46,72	-34,47	-27,93
Próba V	-45,68	-35,34	-27,39
Próba VI	-46,40	-34,14	-27,69

miał zbliżony skład węglowodorów, których było około dwa razy więcej niż dla próby drugiej. Azot nadmiarowy i wodór występował w ilościach mocno zróżnicowanych. Szósta próba to mniejsze okruchy skał, które rozdrabniano poprzez wytrząsanie trwające 10 minut. Pojemnik po zamknięciu i przepłukaniu helem był wygrzewany przez 30 minut w temperaturze około 90°C. Skład

i ilości gazu resztkowego wykazywały podobieństwo do wyników prób: III, IV i V. Wydaje się, że wygrzewanie próbki nie mogło mieć wpływu na ilości gazu resztkowego i jego skład.

W przypadku badanych próbek dolomitu wapnisteo ilości wydzielonego gazu resztkowego są zbyt małe dla bezwzględnego oznaczania ich przy pomocy biurety. Aplikacje oraz artykuły naukowe odnoszące się do odgazowania dotyczą zazwyczaj metanu w pokładach węgla. Gaz występujący w pokładach węgla ze względu na zjawisko sorpcji fizycznej

Tablica 3. Ilości gazu resztkowego w próbkach dolomitu wapnisteo w $\mu\text{l/kg}$

Oznaczany składnik gazu	Próba I	Próba II	Próba III	Próba IV	Próba V	Próba VI
C ₁	0,0	619,3	1 490,2	1 587,24	1 779,8	1 678,14
C ₂	0,0	240,6	563,6	613,98	674,3	640,8
C ₃	0,0	152,9	333,5	357,3	390,8	376,56
i-C ₄	0,0	22,4	46,9	51,48	53,1	53,64
n-C ₄	0,0	57,7	124,4	131,94	137,9	141,12
neo-C ₅	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0
i-C ₅	0,0	23,0	46,4	49,14	48,7	54
n-C ₅	0,0	26,4	55,2	56,34	55,8	66,06
Σ C ₆	0,0	32,3	56,7	58,14	52,0	79,02
Σ C ₇	0,0	29,8	46,3	40,5	40,8	86,94
Σ C ₈	0,0	6,6	8,9	5,58	5,7	25,56
Σ C ₉	0,0	0,0	0,0	0	0,0	3,96
Σ C ₁₀	0,0	3,0	0,0	0	0,0	20,16
CO ₂ nadmiarowy	1 082,9	11 468,5	7 159,7	13 164,48	12 581,0	14 367,96
CO	0,0	0,0	11,0	0	0,0	0
N ₂ nadmiarowy	5 067,7	4 977,0	37 631,3	8 111,7	0,0	0
H ₂	0,0	0,0	615,6	0	137,9	0
H ₂ S	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0
Merkaptan metylowy	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0
Merkaptan etylowy	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0
Siarcezek dimetylowy	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0
Merkaptan i-propylowy	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0
Merkaptan n-propylowy	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0
Merkaptan i-butyłowy	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0
Merkaptan n-butyłowy	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0

zmagazynowany jest stanie prawie ciekłym [8]. Dlatego też jego ilości są dostateczne do pomiaru. W przypadku skał takich jak dolomit wapnisty (o niskim udziale substancji organicznej) gaz znajduje się tylko w porach i jego ilości są niewystarczające dla pomiaru biuretą.

Dla pięciu próbek dolomitu wapnistego określono $\delta^{13}\text{C}$ w metanie, etanie i propanie w gazie resztkowym. Gaz resztkowy z próby I nie zawierał węglowodorów, więc nie było możliwe zbadanie składu izotopowego węgla. Wyniki tych badań zestawiono w tabelicy 2. Skład izotopowy węgla w poszczególnych próbach różni się w stopniu nieznanym. Grzanie próbki nie powoduje zmian w składzie

izotopowym, podobnie jak niepełne rozdrobnienie próbki skały. Najważniejsze podczas określania składu izotopowego w gazie resztkowym są odpowiednie ilości wydzielonych węglowodorów.

Podczas oznaczeń gazu resztkowego powinno się umieszczać w stalowym pojemniku tylko niewielkie fragmenty skał, dzięki czemu cała próbka może zostać rozdrobniona. Wytrząsanie 10-minutowe jest wystarczające dla całkowitego zmielenia próbki. Wyrzewanie nie ma wpływu ani na ilość wydzielonych składników gazu resztkowego, ani na skład izotopowy. Z tego względu nie ma potrzeby dodatkowego wygrzewania pojemników do degazacji.

Eksperyment badawczy

W celu praktycznego przetestowania metody wykorzystano sześć próbek skał (soli kamiennej, anhydrytu i dolomitu wapnistego) dostarczonych z kopalni. Probki zostały umieszczone w stalowych pojemnikach i rozdrobnione dla pozyska-

nia gazu resztkowego, dla którego wykonano analizy składu molekularnego i izotopowego. Analizy gazu resztkowego zostały przedstawione jako wydzielone ilości poszczególnych składników gazu na kilogram skały (tablica 4).

Tablica 4. Ilości gazu resztkowego w $\mu\text{l}/\text{kg}$

Oznaczany składnik gazu	Sól kamienna nr 1	Sól kamienna nr 2	Dolomit wapnisty nr 1	Dolomit wapnisty nr 2	Anhydryt nr 1	Anhydryt nr 2
C ₁	3,5	0,0	1 081,9	2 267,9	721,0	697,2
C ₂	0,0	0,0	343,8	749,8	138,1	165,0
C ₃	4,5	0,0	176,4	390,5	100,7	206,9
i-C ₄	5,9	0,0	24,4	53,8	28,8	78,9
n-C ₄	3,8	0,0	57,0	136,1	56,6	183,1
neo-C ₅	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
i-C ₅	5,2	0,0	18,4	44,8	18,5	60,0
n-C ₅	2,0	0,0	21,6	52,2	14,0	39,4
Σ C ₆	1,7	0,0	19,9	41,0	11,4	24,2
Σ C ₇	0,0	0,0	17,5	30,8	0,0	9,9
Σ C ₈	0,0	0,0	1,6	4,0	0,0	4,4
Σ C ₉	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	23,2
Σ C ₁₀	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	21,7
CO ₂ nadmiarowy	186,2	829,1	34 538,9	16 306,2	174,9	0,0
CO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N ₂ nadmiarowy	0,0	9 052,5	17 897,7	10 858,2	7 740,4	4 154,9
H ₂	0,0	0,0	200,2	0,0	0,0	0,0
H ₂ S	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Merkaptan metylowy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Merkaptan etylowy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Siarczek dimetylowy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Merkaptan i-propylowy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Merkaptan n-propylowy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Merkaptan i-butyłowy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Merkaptan n-butyłowy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Podobnie jak w przypadku prób z wykorzystaniem dolomitu wapnisteo, dla badanych próbek soli kamiennej i anhydrytu ilości wydzielonego gazu resztkowego są zbyt małe, aby bezwzględnie oznaczyć jego objętości przy pomocy biurety. Skład gazów resztkowych jest zróżnicowany. Węglowodory prawie nie występują w gazach resztkowych z próbek soli kamiennej, a w obydwu próbkach anhydrytu ich ilość jest podobna. W gazach resztkowych z próbek dolomitu wapnisteo znajduje się znacznie więcej węglowodorów niż w gazach z próbek anhydrytu. Nadmiarowe azot oraz dwutlenek węgla wykazywały się dużą zmiennością. Te dwa składniki gazu mogą być obciążone największym błędem pomiaru. Wodór i związki siarki wystąpiły w pojedynczych próbkach. Najbardziej wiarygodnym parametrem różnicującym gazy resztkowe z różnych skał może być suma wydzielonych węglowodorów. Unika się wtedy błędu pomiaru związanego z gazami powietrznymi.

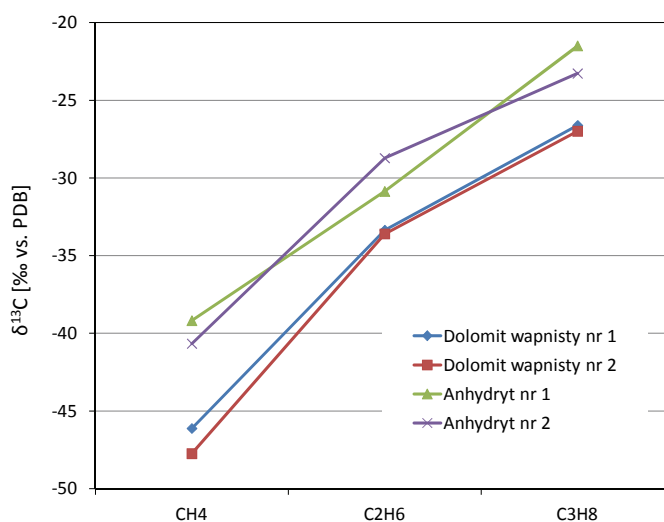
Wyniki dla testowanych próbek są zróżnicowane i mogą służyć do oceny gazonośności skał. Skład molekularny gazu resztkowego można wykorzystać do rozróżnienia gazów dzięki użyciu takich wskaźników jak C_1/C_2+C_3 i $i-C_4/n-C_4$.

Dla czterech próbek skał określono skład izotopowy węgla w metanie, etanie i propanie w gazie resztkowym. Wyniki zestawiono w tablicy 5. Ze względu na bardzo niską zawartość węglowodorów nie można było przeprowadzić analiz dla gazów resztkowych z próbek soli kamiennej. Przy odpowiednich ilościach metanu, etanu i propanu oznaczenie $\delta^{13}C$ jest możliwe dzięki użyciu helu do przepłukiwania pojemników, co pozwala wyeliminować powietrze, zaburzające oznaczenia izotopowe. Wyniki analiz wykorzystano do wykreślenia izotopowych krzywych korelacyjnych (rysunek 1). Zróżnicowany skład

izotopowy może posłużyć do rozróżnienia gazów o podobnym składzie molekularnym oraz do oceny dojrzałości termicznej substancji organicznej wydzielającej gaz w skałe

Tablica 5. Wyniki analiz składu izotopowego węgla w metanie, etanie i propanie w gazie resztkowym z czterech próbek skał [% vs. PDB]

Nazwa	$\delta^{13}C-C_1$	$\delta^{13}C-C_2$	$\delta^{13}C-C_3$
Sól kamienna nr 1	-	-	-
Sól kamienna nr 2	-	-	-
Dolomit wapnisty nr 1	-46,12	-33,36	-26,62
Dolomit wapnisty nr 2	-47,74	-33,60	-26,99
Anhydryt nr 1	-39,18	-30,86	-21,50
Anhydryt nr 2	-40,66	-28,72	-23,28



Rys. 1. Izotopowe krzywe korelacyjne dla dwóch próbek dolomitu wapnisteo i dwóch próbek anhydrytu

Wnioski

Pozyskiwanie gazu resztkowego przez rozdrobnienie w stalowym, przepłukiwanym helem pojemniku jest skuteczną i szybką metodą degazacji skały. Gaz można łatwo pobrać i poddać analizom zarówno składu molekularnego, jak i izotopowego. Niestety ilości wydzielonego gazu są zbyt małe dla bezwzględnego oznaczenia jego objętości. Pozyskiwane wyniki są ilościami wydzielonych związków ze skały prze-

liczanymi z uwzględnieniem objętości pojemnika oraz wagi i gęstości skały. Niemniej jednak, wyniki dla testowanych próbek są zróżnicowane i mogą służyć do oceny gazonośności skał. Dodatkowo możliwe jest wykonywanie analiz składu izotopowego węglowodorów w gazie resztkowym. Wyniki te mogą posłużyć do oceny dojrzałości termicznej substancji organicznej wydzielającej gaz w skałe [6].

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2014, nr 1, s. 8–13

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej na zlecenie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego – nr archiwalny: DK-4100-26/13, zlecenie wewnętrzne INiG: 26/SG/2013.

Literatura

- [1] Bertard C., Bruyet B., Gunther J.: *Determination of desorbable gas concentration of coal (direct method)*. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. 1970, no. 7, pp. 43–65.
- [2] Diamond W. P., Schatzel S. J.: *Measuring the Gas Content of Coal: A Review*. International Journal of Coal Geology. R. M. Flores 1998, ed., vol. 35, Nos. 1–4.

- [3] Gogolewska A.: *Analiza zagrożenia wyrzutami gazów i skal w złożu węgla kamiennego w niecce walbrzyskiej z zastosowaniem narzędzi GIS*. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 133. Wrocław 2011.
- [4] Kania M., Janiga M.: *Elementy walidacji metody analitycznej oznaczania w mieszaninie gazowej związków węglowodorowych oraz N_2 , O_2 , CO i CO_2 za pomocą dwukanalowego, zaworowego chromatografu gazowego AGILENT 7890A*. Nafta-Gaz 2011, nr 11, s. 812–824.
- [5] Kissell F. N., McCulloch C. M., Elder C. H.: *The direct method of determining methane content of coalbeds for ventilation design*. US Bur. Mines, Rep. Invest. 1973, 7767, 17 pp.
- [6] Matyasik I., Słoczynski T.: *Niekonwencjonalne złoża gazu – shale gas*. Nafta-Gaz, 2010, nr 3, s. 167–177.
- [7] *Stan bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie w 2005 roku*. Wyższy Urząd Górniczy. Katowice 2006.
- [8] Yee D., Seidle J. P., Hanson W. B.: *Gas sorption on coal and measurement of gas content*, In: Law B. E., Rice D. D. (Eds.). *Hydrocarbons from Coal*. Am. Assoc. Pet. Geol., Tulsa 1993.



Mgr inż. Marek JANIGA
Asystent w Zakładzie Geologii i Geochemii.
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25A
31-503 Kraków
E-mail: janiga@inig.pl



Mgr Małgorzata KANIA
Asystent w Zakładzie Geologii i Geochemii.
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25A
31-503 Kraków
E-mail: [kaniam@inig.pl](mailto:kaniem@inig.pl)

OFERTA

ZAKŁAD GEOLOGII I GEOCHEMII

Zakres działania:

- analiza systemów naftowych (badania skał macierzystych, modelowanie generacji, ekspulsji i migracji węglowodorów, analiza dróg migracji, analiza parametrów zbiornikowych pułapek złożowych);
- badania prospekcyjne (trendy przestrzennego rozwoju parametrów zbiornikowych i filtracyjnych, analiza macierzystości, ranking stref zbiornikowych);
- konstrukcja statycznych modeli geologiczno-złożowych 3D;
- analiza procesów diagenetycznych i ich wpływu na parametry zbiornikowe skał;
- genetyczna korelacja płynów złożowych ze skałami macierzystymi;
- obliczanie zasobów złóż węglowodorów z analizą niepewności;
- modele przepływu płynów złożowych w skałach zbiornikowych;
- badania ekshalacji gazu;
- badania złóż typu tight/shale gas;
- specjalistyczne analizy: przestrzeni porowej, petrograficzne, geochemiczne RSO, płynów złożowych, analizy biomarkerów, analizy chromatograficzne, analiza GC/MS, GC/MS/MS, analiza składu izotopowego GC-IRMS;
- interpretacja danych geofizyki wiertniczej.



Kierownik: dr inż. Grzegorz Leśniak
Adres: ul. Lubicz 25 A, 31-503 Kraków
Telefon: 12 421-00-33 w. 262
Faks: 12 430-38-85
E-mail: grzegorz.lesniak@inig.pl

