

Maria Ciechanowska

Institut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

Transfer innowacyjnych rozwiązań technicznych i technologicznych do praktyki przemysłowej w sektorze poszukiwawczo-eksploatacyjnym złóż węglowodorów

W artykule omówiono problemy, jakie występują w podjęciu partnerskiej i efektywnej współpracy pomiędzy przemysłem a jednostkami naukowymi. Zwrócono uwagę na częste preferowanie rozwiązań zagranicznych niż krajowych, na brak dostatecznego zainteresowania wdrażaniem nowych rozwiązań z uwagi na podwyższone ryzyko niepowodzenia, którym obarczone są prace naukowe, czy na wydłużaniu czasu, jaki upływa od wyboru oferty do podpisania umowy. Jako przykład dobrej współpracy podano Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy (INiG – PIB) oraz PGNiG S.A. Omówiono różne formy tego partnerstwa. Zwrócono uwagę na źródła finansowania prac naukowych i badawczo-rozwojowych w INiG – PIB podkreślając rolę przede wszystkim prac statutowych oraz zleceń przemysłowych stanowiących podstawę działania Instytutu. Przytoczone przykłady świadczą o tym, że dobra współpraca pomiędzy jednostkami przemysłowymi i naukowymi jest możliwa, z korzyścią dla obu stron.

Słowa kluczowe: poszukiwanie i wydobywanie węglowodorów, współpraca jednostek przemysłowych i naukowych, innowacyjne rozwiązania, transfer technologii do przemysłu naftowego

Innovative technology transfer in hydrocarbon exploration and production industry

The article discusses the problems that occur in partnership and effective cooperation between industry and research facilities. Attention was drawn to frequent preference for foreign rather than domestic solutions, lack of sufficient interest in implementation of new solutions on account of increased risk of failure that the research work is charged with, or extended time between offer selection and signing the contract. The Oil and Gas Institute – National Research Institute (INiG – PIB) and PGNiG S.A. were set as examples of good cooperation. Also, various types of partnership were discussed. Sources of funding the research and developmental work in INiG – PIB were pointed out, emphasizing mostly the role of statutory work and industrial commissions which are fundamental for the Institute. The examples above prove that good cooperation between industry and science is possible and is advantageous for both parties.

Key words: hydrocarbon exploration and production, industry and science cooperation, innovative solutions, technology transfer in the petroleum industry.

Wstęp

Wdrażanie nowych rozwiązań technicznych i technologicznych w praktyce przemysłowej, wspieranie innowacyjności i konkurencyjności przemysłu naftowego i gazowniczego, czy udział w konsultacjach wprowadzanych regulacji prawnych to najważniejsze, choć nie jedyne, cele strategiczne działalności Instytutu Nafty i Gazu – Państwowego Instytutu Badawczego (INiG – PIB). Pracownicy tego Instytutu, będącego jednym z najstarszych instytutów badawczych w kraju, od samego początku uczestniczą we wspomaganiu bieżących prac związanych z poszukiwaniem i eksploatacją złóż ropy

naftowej i gazu ziemnego, a także we wdrażaniu nowych własnych technik i technologii.

Strategicznym odbiorcą prac naukowych i usług badawczych w wyżej wymienionym zakresie jest Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. Współpraca INiG – PIB i PGNiG S.A. ma charakter stały. Jej efektem jest udział pracowników Instytutu w istotnych osiągnięciach PGNiG S.A., w tym w odkryciu nowych złóż węglowodorów, poprzez uczestnictwo w pracach geologicznych, sejsmicznych, wiertniczych, eksploatacyjnych czy stymulujących przyływy medium złożowego.

Współpraca między jednostkami przemysłowymi i naukowymi

W ostatnich latach pojawiło się szereg publikacji na temat współpracy instytucji przemysłowych i naukowych, prowadzono wiele publicznych dysput na ten temat. Próbowano określić jakość tej współpracy, wskazać przyczyny niedomagań ale też zaproponować rozwiązania, poprawiające obecny stan rzeczy [4, 6, 8]. Jest to temat niezwykle aktualny, wynikający nie tylko z polityki unijnej, czy naszego kraju. Wiąże się on z koniecznością wzrostu stopnia innowacyjności w całej gospodarce, a przyjęta polityka w tym względzie uzyskiwała status priorytetu w UE [2].

Nawet najlepsze rozwiązania uzyskane w laboratoriach naukowych, bez możliwości zastosowania w praktyce przemysłowej nie mają znaczenia (chyba, że pomysł zostanie wykupiony przez zagraniczne firmy). Dlatego ważnym zagadnieniem jest uświadomienie społeczeństwu zarówno wagi tej współpracy, jak i jej kluczowej roli w rozwoju gospodarki kraju, regionu czy firmy.

Współpraca pomiędzy jednostkami przemysłowymi i naukowymi nie wszędzie jest dobra, a przyczyny takiej sytuacji leżą po obu stronach:

- nadal często panuje przekonanie, że licencja zakupiona za granicą na produkt, technologię, czy system jest lepsza niż krajowe rozwiązanie. To powoduje, że rodzime technologie, które absolutnie nie ustępują zagranicznym, opracowane niekiedy wiele lat temu, do dziś nie są doceniane i wdrożone,
- brak jest dostatecznego zainteresowania środowiska przemysłowego wdrażaniem nowych rozwiązań, co związane jest z podwyższonym ryzykiem niepowodzenia, którym obarczone są prace naukowe,
- środowiska naukowe podnoszą temat deficytu atrakcyjnych ofert współpracy z gospodarką. Panuje w tym względzie niezrozumienie sprawy. Inicjatywa powinna należeć do obu stron. Aby jednostki naukowe mogły zaoferować innowacyjne rozwiązanie dla przedsiębiorstw, ich pracownicy muszą znać bieżące problemy danej firmy, muszą z nią mieć częsty, bezpośredni kontakt. Wówczas przygotowanie oferty, uwzględniającej potrzeby i oczekiwania przedsiębiorstwa jest dużo prostsze. Propozycje projektów badawczych zgłaszane przez jednostki przemysłowe występują dużo rzadziej. Należy także zauważyć, że dobra i efektywna współpraca partnerska z przedsiębiorstwami jest dla pracowników jednostki naukowej motywująca i wymusza szereg pozytywnych działań, między innymi:
 - podnoszenie własnych kwalifikacji w bardzo szerokim zakresie, bo wiedza jest podstawowym źródłem innowacji,
 - podjęcie starań o wyposażenie laboratoriów w nowoczesną aparaturę i stanowiska badawcze, czy specjalistyczne oprogramowanie, by być konkurencyjnym na rynku.

Uczy też odpowiedzialności, wiarygodności i rzetelności. Bycie partnerem – zobowiązuje, a praca na rzecz ważnego dla kraju przemysłu – nobilituje.

Badania i innowacyjne rozwiązania w strategii Grupy Kapitałowej PGNiG

Strategia przyjęta przez GK PGNiG na lata 2017–2022, z perspektywą do 2026 r. [9] podaje, że dążeniem Grupy jest wzmocnienie jej pozycji konkurencyjnej, przy jednoczesnym wsparciu rozwoju i zapewnieniu bezpieczeństwa rynku gazu w Polsce.

W zakresie poszukiwania i wydobywania węgłowodorów ze złóż krajowych wyżej wymieniona strategia zakłada między innymi intensyfikację działań *upstream* w Polsce w celu odbudowy udokumentowanych zasobów węgłowodorów oraz utrzymania poziomu ich wydobywania. Uwzględnia ona także istotne nakłady na badania i rozwój, wdrażanie innowacyjnych rozwiązań oraz intensywną współpracę z ośrodkami badawczymi i kadrą naukową.

Departament Badań i Rozwoju PGNiG S.A. realizuje założenia tej strategii między innymi poprzez organizowanie każdego roku szerokiego naboru ofert na prace badawczo-rozwojowe, które w niedalekiej przyszłości mogą przynieść konkretne korzyści w obszarach strategicznych PGNiG. Na przykład w roku 2018, w dziedzinie poszukiwania i eksploatacji, priorytet mają między innymi metody i technologie zwiększają-

ce możliwości szczywania złóż, czy zwiększające efektywność poszukiwania złóż.

Składane wnioski na projekty muszą uwzględniać między innymi analizę rodzaju i stopnia innowacyjności, wskazywać poziom gotowości technologicznej do wdrożenia, określić popyt na dany produkt czy technologię.

Rozstrzygnięcia dotyczące wyboru projektów do realizacji zapadają na drodze konkursowej, po zaakceptowaniu tematyki, zakresu prac oraz przewidywanych funduszy przez zespoły specjalistów.

Wyżej wymieniony nabór jest tylko jedną z form szerokiej współpracy PGNiG ze środowiskiem naukowym. Organizowane są też konkursy dla młodych pracowników instytucji naukowych zgłaszających swoje projekty, z których najciekawsze mają możliwość pozyskania funduszy na ich realizację.

Inną formą wspierania działań innowacyjnych na rzecz PGNiG jest współpraca z tak zwanymi *startupami*, z reguły młodymi, małymi firmami, mającymi niestandardowe własne pomysły, nowe idee, nowe koncepcje rozwiązań o charakterze

naukowym, technicznym, technologicznym, marketingowym, czy finansowym. Celem tych firm jest opracowanie i wdrożenie nowych lub ulepszonych wyrobów, procesów czy systemów w przemyśle naftowym czy gazowniczym. Najciekawsze projekty mogą uzyskać od PGNiG zarówno wsparcie finansowe, jak i pomoc przy wdrażaniu danego rozwiązania.

Należy też wspomnieć o dużych projektach naukowo-badawczych, w których uczestniczą konsorcja naukowe i/lub naukowo-przemysłowe, skupiające wiele zespołów z różnych uczelni i instytutów badawczych. W konkursach tych organizowanych przez NCBR, PGNiG partycypuje w kosztach, nawet do 50%.

Źródła finansowania prac badawczych w INiG – PIB

Prace realizowane w Instytucie są finansowane z następujących źródeł:

- na działalność statutową (MNiSW),
- na realizację projektów naukowych, uzyskanych w trybie konkursowym (NCBR, NCN, współfinansowanie przez przemysł),
- z funduszy unijnych poprzez uczestnictwo w dużych międzynarodowych projektach,
- ze zleceń przemysłowych, pozyskiwanych w trybie konkursowym lub przetargowym.

Pominięto tu ekspertyzy dla administracji państwowej (dla sądów, prokuratur, ministerstw, agencji państwowych), gdzie przede wszystkim wykorzystywana jest wiedza ekspercka pracowników.

Poniżej omówione zostaną dwa kluczowe dla Instytutu źródła finansowania, bez których realizacja projektów naukowych (punkt b i c) byłaby niemożliwa, z uwagi na przyjęte kryteria konkursowe dla instytutów badawczych:

- dotacja MNiSW na działalność statutową, która niemal w całości jest wykorzystywana na opracowywanie nowych metod, metodyk, technik i technologii w aspekcie późniejszego ich wykorzystania do przygotowywania konkurencyjnych ofert dla przemysłu. Uzyskane wyniki stanowią bardzo cenny, bo oryginalny materiał badawczy do publikacji, ale także zgłoszeń patentowych, prezentacji na konferencjach czy sympozjach (tablica 1).

Wyniki wyżej wymienionych prac są także często elementem rozpraw doktorskich, co pozwala Instytutowi inspirować, ale i kształtować rozwój naukowy pracowników.

Tablica 1. Przykłady tematyki prac statutowych

1.	Zwiększenie dokładności odwzorowania ośrodka geologicznego z obszaru Karpat na podstawie przetwarzania sejsmiki powierzchniowej 2D i otworowej. zlec. 20/SR/17 [10]
2.	Relacje genetyczne warstw menilitowych z obrębem jednostek: dukielskiej, śląskiej i magurskiej. zlec. 12/SG/16 [3]
3.	Charakterystyka rozproszonej materii organicznej w warstwach menilitowych jednostki skolskiej. zlec. 27/SG/17 [11]
4.	Analiza możliwości poprawy oczyszczania przestrzeni pierścieniowej otworu wiertniczego przed zabiegiem cementowania. zlec. 57/KW/17 [5]
5.	Zintegrowana metodyka analiz węgla kamiennego pod kątem poszukiwań i eksploatacji CBM. zlec. 37/SG/17 [7]

- zlecenia z przemysłu, które stanowią istotę działalności instytutów badawczych, mających za zadanie wspomaganie pracy przedsiębiorstw, poprzez wspieranie innowacyjności i ich konkurencyjności, ale także dających możliwość realnego wpływu na uzyskiwane wyniki i realizację strategii przedsiębiorstwa.

Wartość tych zleceń ma podstawowy udział w przychodach Instytutu.

Prace dla przemysłu grupują się w dwóch obszarach i dotyczą:

- wspomagania bieżących prac przemysłowych w zakresie poszukiwania i eksploatacji złóż ropy naftowej i gazu ziem-

Tablica 2. Przykłady prac wspomagających bieżącą działalność w sektorze poszukiwawczo-wydobywczym

1.	Prace serwisu badań laboratoryjnych rdzeni wiertniczych i mediów złożowych podczas realizacji prac wiertniczych na otworach XXX.
2.	Wykonanie specjalistycznych badań i prac w otworach wiertniczych XXX (modyfikacja właściwości reologiczno-strukturalnych płuczek wiertniczych przed zabiegiem cementowania kolumn rur, badania zaczynów cementowych stosowanych do zabiegów w celu zapobiegania migracji gazu przez zaczyn i kamień cementowy).
3.	Prowadzenie terenowych badań cieczy technologicznych i materiałów podsadzkowych na zgodność z projektami technicznymi zabiegów szczelinowania.
4.	Mikrobiologiczne nawadnianie złoża ropy naftowej wraz z nadzorem i monitoringiem.
5.	Opracowanie technologii intensyfikacji/stymulacji wydobywania w otworach kierunkowych i poziomych z zastosowaniem korpusowych generatorów ciśnienia zapuszczanych na przewodzie sztywnym.

nego (np. poprzez badania właściwości rdzeni wiertniczych i mediów złożowych, dobór parametrów płuczek wiertniczych, płynów zabiegowych i zaczynów cementowych, czy analizy PVT płynów złożowych); Są to często prace serwisowe, mające charakter usług badawczych, ale są też prace służące uszczegółowieniu charakterystyki obiektu poszukiwan-

czego, czy określeniu zmian fazowych płynów złożowych, pojawiających się przy eksploatacji złóż węglowodorów.

- b) realizacji projektów naukowo-badawczych, wyłonionych w trybie konkursowym, związanych z nowymi technologiami w górnictwie naftowym, w tym także przy pozyskaniu celowych środków unijnych.

Zakres merytoryczny prac Instytutu na rzecz PGNiG

Prowadzone w INiG – PIB prace naukowe, badawczo-rozwojowe i usługowe z obszaru poszukiwań i eksploatacji obejmują bardzo szeroki zakres merytoryczny, a wśród ostatnio zrealizowanych prac, które w zdecydowanej większości zostały już wdrożone w praktyce przemysłowej, można wymienić następujące:

- a) badania parametrów fizycznych, geochemicznych, geomechanicznych skał, ich składu mineralnego, ocena struktury przestrzeni porowej skał i jej nasycenia, analizy właściwości mediów złożowych, zrealizowane dla wielu otworów wiertniczych;
- b) budowa modeli 3D złóż węglowodorów i regionalnych systemów naftowych (między innymi modele 3D stref złożowych: Parzęczewo–Czarna Wieś, Opalino, Kramarzędka, aktualizacja modeli eksploatowanych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego: LMG, Paproć, Radoszyn, Brońsko, modele struktur wykorzystywanych jako podziemne magazyny gazu: Bonikowo, Daszewo oraz obiektów rozpoznawanych: Krobielewko, Kramarzędka, modele systemów naftowych: dolnopaleozoiczny w basenie bałtyckim, mioceński w zapadlisku przedkarpackim),
- c) rozpoznanie utworów łupkowo-mułowcowych w aspekcie akumulacji gazu ziemnego;
Analiza złoża Przemysł pozwoliła na wydzielenie dwóch perspektywicznych kompleksów łupkowo-mułowcowych, wraz z zespołem pracowników PGNiG S.A. opracowano projekt dalszego rozwiercania złoża dla jednego z wyżej wymienionych horyzontów, szacunkowe zasoby tego złoża wynoszą około 20 mld m³ gazu.
- d) opracowanie składu i technologii sporządzania cieczy roboczych, płuczek wiertniczych i zaczynów cementowych. Efektem tych prac były następujące nowe technologie, dotyczące między innymi:
- inwersyjnej płuczki wiertniczej, na bazie oleju, stabilnej w wysokich temperaturach, zapewniającej dobrą ochronę przed korozją, która może być stosowana do wiercenia w trudnych warunkach geologicznych, w tym w formacjach skał ilasto-łupkowych, w strukturach solnych, czy w rejonach występowania gazów kwaśnych,
 - płuczki wiertniczej na osnowie mrówczanów, do

dowiercania złóż w rejonie Przemysła–Siedleczki, w minimalnym stopniu uszkadzającej naturalną przepuszczalność skał zbiornikowych,

- elastycznych zaczynów cementowych z dodatkiem włókna i sproszkowanej gumy oraz zaczynów do uszczelniania kawernowych podziemnych magazynów gazu w wysadach solnych: Mogilno, Kosakowo, Damasławek;
- e) doskonalenie technologii intensyfikacji wydobywania z wykorzystaniem hydraulicznego szczelinowania i kwasowania, metody mikrobiologicznej czy przy zastosowaniu środków strzałowych, a także przemiennego zatłaczania wody i gazu (WAG);
- f) opracowanie szerokiego pakietu oprogramowania do obliczeń z zakresu inżynierii złożowej oraz eksploatacji odwiertów ropnych i gazowych;
- g) rekultywacja terenów po zakończeniu eksploatacji.

Wieloletnie badania przebiegu procesu bioremediacji zanieczyszczeń ropopochodnych w glebie i testy przeprowadzone w warunkach polowych pozwoliły na opracowanie kompleksowej biotechnologii oczyszczania metodą „*in-situ*” gleb i odpadów wiertniczych, skażonych węglowodorami ropopochodnymi. Zakończono rekultywację 23 dołów urobkowych i przekazano je do zagospodarowania jako użytek leśny.

Wymienione powyżej działania stanowią jedynie mały procent prac prowadzonych przez Instytut na rzecz poszukiwania i wydobywania.

Pracowników Instytutu można spotkać niemal każdego dnia między innymi na otworach wierconych przez PGNiG S.A., gdzie prowadzą swoje serwisy badawcze, w laboratoriach, w których realizują zlecenia w zakresie określenia charakterystyk właściwości zbiornikowych czy geochemicznych rdzeni wiertniczych pobranych z wyżej wymienionych otworów, czy na stacjach roboczych, na których kontynuują procesy modelowania przestrzennego złóż, czy systemów naftowych.

Doceniając jakość i wszechstronność tej partnerskiej współpracy, Instytut ma nadzieję na jej kontynuację, by w pełnej synergii z jednostkami przemysłowymi opracowywać i wdrażać nowe rozwiązania na wysokim poziomie merytorycznym.

Literatura

[1] Bartosik M., Kamrat W., Kaźmierkowski M., Lewandowski W., Pawlik M., Peryt T., Skoczkowski T., Strupczewski A., Szełąg A.: *Nauka – edukacja – przemysł: synergiczna współpraca dla innowacyjności*. Przegląd Elektrotechniczny 2017, nr 2, s. 339–345.

[2] Ciechanowska M.: *Innowacyjność gospodarki jako jedna z form przewagi konkurencyjnej UE*. Nafta-Gaz 2016, nr 12, s. 1156–1161, DOI: 10.18668/NG.2016.12.21.

[3] Dziadzio P., Matyasik I.: *Środowisko sedymentacji i korelacja geochemiczna dolnooligocenkich utworów z obrębu jednostek dukielskiej i grybowskiej*. Nafta-Gaz 2018, nr 6, s. 423–434, DOI: 10.18668/NG.2018.06.02.

[4] Grzybowska K.: *Współpraca przemysłu z nauką – przesłanki oceny koordynacji działań*. Wrocław 2011, Wrocław 24–25.10.2011, <https://www.researchgate.net> (dostęp: 9.10.2018).

[5] Kędzierski M., Kremieniewski M., Rzepka M.: *Wpływ wydatku tłoczenia cieczy przemysłowej na stopień oczyszczenia przestrzeni pierścieniowej*. Nafta-Gaz 2018, nr 5, s. 465–371, DOI: 10.18668/NG.2018.05.03.

[6] Konsorcjum Bezpieczeństwo Gospodarcze Polski: *Współpraca przemysłowa. Dobre praktyki*. Wydawnictwo KUL 2017, 160 s.

[7] Leśniak G.: *Analiza rozwartości mikroszczelin w węglach*. Nafta-Gaz 2018, nr 2, s. 79–84, DOI: 10.18668/NG.2018.02.01.

[8] PARP: *Współpraca nauki i biznesu*. https://www.parp.gov.pl/images/PARP_publications/pdf/18863.pdf (dostęp: 9.10.2018).

[9] PGNiG: *Strategia GK PGNiG na lata 2017–2022 z perspektywą do 2026 r.*, www.pgnig.pl (dostęp: 9.10.2018).

[10] Urbaniec A., Bajewski Ł., Bartoń R., Wilk A.: *Analysis of the seismic image for the Carpathians and their basement resulting from the reprocessing of 2D seismic profiles*. Nafta-Gaz 2018, nr 8, s. 563–574, DOI: 10.18668/NG.2018.08.01.

[11] Ziemianin K.: *Characteristics of dispersed organic matter in the Menilite Beds from the Skole Unit*. Nafta-Gaz 2018, nr 9, s. 636–645, DOI: 10.18668/NG.2018.09.02.



Dr hab. inż. Maria CIECHANOWSKA
 Dyrektor Instytutu Nafty i Gazu –
 Państwowego Instytutu Badawczego
 ul. Lubicz 25 A
 31-503 Kraków
 E-mail: maria.ciechanowska@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, chromatograficzne, GC/MS, GC/MS/MS, składu izotopowego GC-IRMS;
- interpretacja danych geofizyki wiertniczej.



Kierownik: dr inż. Grzegorz Leśniak
Adres: ul. Lubicz 25 A, 31-503 Kraków
Telefon: 12 617 76 87
Faks: 12 430 38 85
E-mail: grzegorz.lesniak@inig.pl

