

Trudny łupek do szczelinowania



Piotr Woźniak



Dariusz Janus



Wstęp

Szczelinowanie hydrauliczne to jeden z czołowych tematów, który od dłuższego czasu znajduje w centrum uwagi mediów i społeczeństwa.

Polska i Europa stoją przed dużym wyzwaniem dotyczącym dywersyfikacji dostaw źródeł surowców energetycznych, co wiąże się z opracowaniem metod efektywnego i bezpiecznego pozyskiwania niekonwencjonalnego surowca. Jest to wyzwanie związane nie tylko z ekonomicznego punktu widzenia, ale także – a może nawet przede wszystkim – jest to wyzwanie technologiczne. Mówiąc prosto, jak efektywnie i najniższym kosztem wydobyć gaz czy ropę z łupków? W jaki sposób zmaksymalizować bezpieczeństwo wydobycia niekonwencjonalnego surowca, nie wpływając na otaczającą nas środowisko naturalne?

W niniejszym opracowaniu uwagę skupiono na przedstawieniu historii rozwoju jednego z głównych producentów gazu niekonwencjonalnego na świecie i tym samym na pokazaniu drogi rozwoju technologii, która jest obecnie jedną z najbardziej pożądanym przez kraje zainteresowane niekonwencjonalnym surowcem – a mianowicie metod stymulacji łupków, która umożliwia efektywne i rentowne wydobycie węglowodorów.

Technologia wydobycia węglowodorów niekonwencjonalnych, jedna z najmłodszych gałęzi gospodarczych na świecie, rokrocznie poddawana jest wielu udoskonaleniom, które na bieżąco są odzwierciedlane w kolejnych nowych patentach. Rozwój technologii szczelinowania, zapoczątkowanego w 1947 roku, a okres rozkwitu i prosperity przeżywa przez ostatnie 12 lat.

Opracowanie i dobór odpowiedniej technologii determinuje opłacalność całej gałęzi gospodarczej, co przełoży się na sytuację energetyczną kraju i Europy.

Gaz łupkowy to jednak nie tylko surowiec z zastosowaniem w energetyce, ale także zastosowanie, jako podstawowego surowca w produktach dla rolnictwa, handlu i usługach, przemysłu hutniczego, spożywczego, chemicznego, a także w procesach związanych z ogrzewaniem i klimatyzacją. Należy pamiętać, iż gaz

niekonwencjonalny pod względem składu chemicznego niczym nie różni się od popularnego i znanego na całym świecie gazu ziemnego. Różnica istnieje natomiast w sposobie jego wydobycia – a dokładniej technologii, która jest do tego potrzebna.

Skoro obserwowany jest ciągły rozwój technologiczny, naukowcy we współpracy z firmami serwisowymi stale i intensywnie rozwijają techniki szczelinowania w zależności od rodzaju skał wiążących niekonwencjonalne węglowodory, osiągając jednocześnie ogromny sukces na terenie Ameryki Północnej, to dlaczego tak trudno jest wydobyć to paliwo ze złóż niekonwencjonalnych w innych częściach świata? Dlaczego tyle trudności nastęrcza wydobycie najpopularniejszego paliwa – gazu łupkowego w Polsce? Kto może nam w tym pomóc? Skąd kraje takie jak Polska czy Ukraina mogą czerpać wiedzę?

Czy geologia ma znaczenie?

W Polsce od kilku lat trwają prace badawcze, których celem jest określenie możliwości występowania i eksploatacji złóż niekonwencjonalnych. Z przeprowadzonych badań wynika, iż prawdopodobne jest występowanie złóż gazu łupków dolnego paleozoiku, które występować będą na platformie wschodnioeuropejskiej. Jest

to obszar głównie od Pomorza przez Mazowsze i zachodnią część Podlasia, aż po Lubelszczyznę.

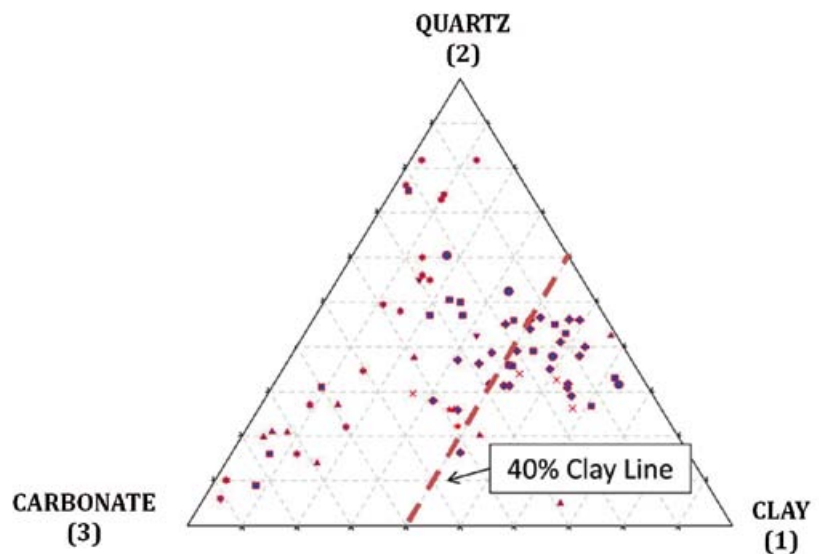
Biorąc pod uwagę budowę mineralogiczną, możemy wyróżnić kilka typów skał łupkowych tj. kwarcowe, ilaste, krzemionkowe, mułowcowe, margliste, bitumiczne itp. Każdy z nich posiada odmienną i charakterystyczną budowę, która wpływa na właściwości poszczególnych skał.

Zgodnie z wynikami badań, łupki amerykańskie znacząco różnią się pod względem geologicznym od europejskich, – co nie powinno budzić zdziwienia, biorąc pod uwagę „historię geologiczną” obu kontynentów.

Wiele kluczowych parametrów całkowicie się rozbiega – jednym z nich jest głębokość, na której zalegają złoża. Europejskie złoża znajdują się prawie dwa razy głębiej niż amerykańskie, czego wynikiem jest wyższa temperatura panująca głęboko pod ziemią. Niektóre miejsca w Europie charakteryzują się dużym wzrostem geotermalnym gradientu temperatury – dla każdego 15 – 20 m wierconego otworu temperatura może wzrastać nawet o 1 °C. Wartość ta przewyższa praktycznie dwukrotnie standardowe zmiany, które powinny zachodzić na dwukrotnie większej głębokości. Te różnice zmuszają firmy wydobywające do używania w Europie np. proppantów bardziej odpornych na zgniatanie i funkcję tę spełniają proppanty ceramiczne.

Łupki europejskie a łupki amerykańskie

Faktem jest, że łupek łupkowi nie jest równy, przez co wypracowanie uniwersalnej technologii wydobycia jest niezwykle trudne, i tym między innymi tkwi problem wydobycia węglowodorów niekonwencjonalnych w Europie. Właściwości skał łupkowych zarówno w USA



Rys. 1. Mineralogia łupków występujących w Ameryce Północnej [źródło: 1]

jak i Europie są zbliżone. Różnice pojawiają się w szczegółowej charakterystyce łupkowych formacji tj. głębokości pokładów, temperatury panująca wewnątrz odwiertu, porowatości oraz zawartość składników budujących skałę. Wymienione cechy charakterystyczne będą zależne od rodzaju formacji skalnej i od konkretnego basenu łupkowego.

Na rysunku 1 przedstawiono ogólną budowę mineralogiczną charakterystyczną dla łupków występujących w Ameryce Północnej.

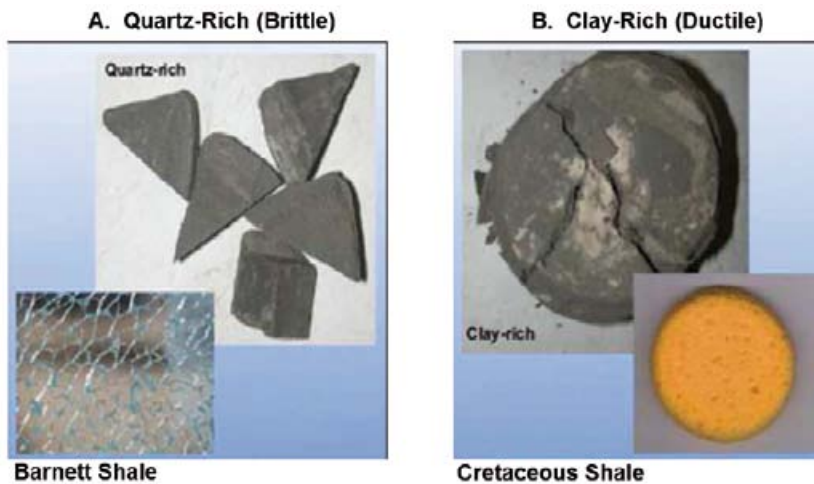
Linia opisana jako „40% Clay Line” oznacza granicę mówiącą o występowaniu 40% gliny w całości składu. Dlaczego jest to wartość tak istotna w przypadku łupków? Z amerykańskich badań wynika, iż łupki zawierające więcej niż 35 – 40% składnika glinowego charakteryzują się zwykle wysokim stopniem plastyczności oraz niskim modułem Younga (wielkość mówiąca o sprężystości materiału), co znacznie utrudnia eksploatację łupków i powoduje zmniejszoną zdolność przepływu gazu przez tego typu formacje – przepuszczalność złożowa jest na niższym poziomie. Krótko mówiąc – wydobycie węglowodorów z tego złóż o zawartości iltów przekraczającej 40% jest trudniejsza.

Niektóre polskie skały łupkowe można zakwalifikować do grupy łupków ilastych (1). Natomiast złoża charakterystyczne dla USA charakteryzują się nieco wyższą zawartością kwarcu (2 – np. złożo Barnett) i węglanów (3) w budowie, co przyczynia się do tego, iż złoża mogą być w łatwiejszy sposób eksploatowane.

Na rysunku 2 przedstawiono graficzną ilustrację wyżej opisanych różnic w budowie amerykańskich złóż.

W części A przedstawiono ogólną charakterystykę złoża Barnett w USA, które charakteryzują się wysoką zawartością kwarcu i węglanów, a dzięki temu budujące warstwy są kruche i można zapewnić wytworzenie wielu korytarzy połączonych ze sobą szczelin, w których stosunkowo łatwo można utworzyć z pomocą proppantów drogę do wydobycia niekonwencjonalnych węglowodorów. Inaczej sprawa wygląda w przypadku złoża na części B, które odznacza się wysoką zawartością surowców ilastych, a przez to są plastyczne i mają tendencję do łatwego odkształcania. Skutkuje to tym, iż relatywnie łatwemu ponownemu zamykaniu się wytworzonych szczelin, uniemożliwiając tym samym pozyskanie surowca.

Z części skał łupkowych nie będzie wydobywany ani gaz ani ropa łupkowa. Łupki kryją w sobie duże pokłady węglowodorów, głównie kiedy są zbudowane głównie z kwarcu i minerałów węglanowych. Budowa taka umożliwia wytworzenie odpowiednich naturalnych złań. Ważnym aspektem jest również obecność dostatecznej ilości materiału organicznego (tzw.



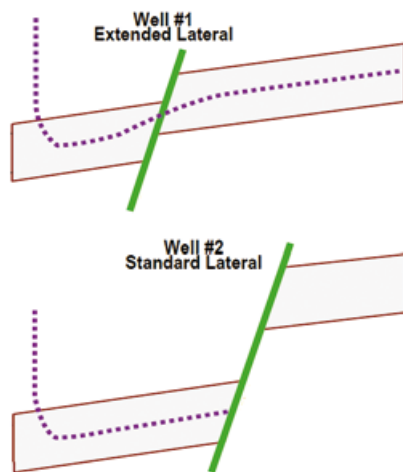
Rys. 2. Struktura skał łupkowych, które znacząco wpływają na efektywność wydobycia węglowodorów [źródło: 2]

TOC – Total Organic Carbon), dzięki któremu węglowódz został zgromadzony.

Złożo łupkowe jest skomplikowanym tworem geologicznym, dlatego dobór technologii i przede wszystkim charakterystyka geologiczna dyktuje proces eksploracji i eksploatacji złoża.

Ważny aspekt wydobycia - wzajemne ułożenie warstw

Niezwykle istotną cechą złóż jest położenie warstw, które mogą zaburzać prowadzenie wiercenia i doprowadzać do tego, iż wydobycie będzie mniej efektywne. Na rysunku 3 przedstawiono w sposób uproszczony wynikającą z powyższego opisu sytuację. Linia przerywaną (filetowy kolor) oznaczono przebieg wiercenia odwiertu.



Rys. 3. Możliwe ułożenie warstw w złożu [źródło: 2]

Zauważyć można, iż nierówne ułożenie warstw utrudnia prowadzenie wiercenia i prowadzi do skrócenia zakładanej długości odwiertu, a tym samym przyczynia się do mniej efektywnego wydobycia węglowodorów. Z podobnym zjawiskiem mamy do czynienia w polskich złożach niekonwencjonalnych.

Z charakterystyką łupków związane jest takie pojęcie jak „krzywa uczenia”. Można ją przedstawić za pomocą następujących kolejno po sobie faz:

- Faza I: Identyfikacja zasobów
- Faza II: Identyfikacja właściwości skał
- Faza III: Odwierty pilotażowe
- Faza IV: Wstępne określenie ekonomii złoża
- Faza V: Rozwój i optymalizacja

Poszczególne etapy i ich analiza znacząco pomaga podczas złożonego procesu i przyczynia się do lepszego zrozumienia całego zjawiska.

Biorąc pod uwagę różnice między budową geologiczną amerykańskich i europejskich złóż, dokładając do tego fakt, iż każde złożo (nawet w tym samym kraju, na tym samym polu gazowym) charakteryzować się może innymi parametrami oraz niewiadomymi geologicznymi, doskonale widać jak skomplikowanym, bo nie uniwersalnymi, procesem jest dostosowanie i dobór odpowiedniej technologii.

Ponadto w Europie mamy możliwość skorzystania z doświadczeń amerykańskich wiertników, którzy pracowali na wszystkich możliwych typach złóż węglowodorów niekonwencjonalnych. Wypracowali podstawowe kanony pracownia na złożach niekonwencjonalnych, w tym np. metody cementowania odwiertów, które powinny być stosowane w Europie jednak dla samego osiągnięcia sukcesu wydobycia np. gazu łupkowego wymagają one kolejnych modyfikacji co wymaga czasu i zdobycia doświadczenia w okresie wiertniczych prac poszukiwawczych.

Powrót do przeszłości – czyli jak to było w Ameryce?

Najwięcej informacji na temat technologii wydobycia gazu ze złóż niekonwencjonalnych pozyskać możemy studiując amerykańskie publikacje naukowe.

Amerykański sukces łupkowy ma ponad 20 – letnią historię, a jeszcze kilka lat wcześniej

nie zdawano sobie tam sprawy z możliwości wydobycia niekonwencjonalnych zasobów. Dopiero wzrost cen gazu i ropy naftowej, doprowadził do znacznego wzrostu inwestycji w badania i rozwój nowych technologii wydobycia, co pociągnęło za sobą ogromny sukces branży wydobycia węglowodorów niekonwencjonalnych.

Pierwszym człowiekiem, któremu udało się zastosować proces szczelinowania hydraulicznego w celu opłacalnego wydobycia gazu łupkowego był George Mitchell, który w latach 80-tych ubiegłego wieku był właścicielem małej firmy naftowej, Mitchell Energy & Development Corp. w Teksasie. Mitchell wraz ze współpracownikami eksperymentowali z wydobyciem gazu z łupków, a przy okazji przyczyniali się do uaktualniania dokumentacji amerykańskich zasobów węglowodorów. Wszystkie prace przeprowadzono w oparciu o najnowocześniejsze w tamtym okresie technologie i przy wsparciu środowisk naukowych.

W 2002 roku tę małą teksańską firmę przejął Devon Energy Corporation za 3,5 mld USD. Efektem przejścia był kolejny sukces technologiczny, a mianowicie połączenie techniki szczelinowania hydraulicznego z wierceniem horyzontalnym – co okazało się wielkim przełomem w technologii wydobycia gazu ze skał łupkowych. Zastosowanie technologii obejmującej wykonywanie odwiertów poziomych znacząco zwiększa kontakt otworu z górotworem – zwiększając jego przewodność względną i bezwzględną – co przełożyło się na efektywne pozyskanie gazu poprzez lepszą penetrację skał łupkowych, które zalegają na dużych głębokościach. Pozostałe koncerny zachęczone sukcesem wprowadzając swoje udoskonalenia także odniosły znaczący sukces, co przyciągnęło uwagę i inwestycje największych graczy w branży Oil&Gas, tj. Exxon, Chevron czy Shell.

Kolejnym ważnym przełomem w amerykańskiej łupkowej rewolucji był 2007 rok, kiedy organizacja RPSEA (z ang. Research Partnership to Secure Energy for America) podpisała kontrakt na zarządzanie programem badawczo – rozwojowym na temat niekonwencjonalnych źródeł gazu ziemnego i metod ich pozyskania. Dzięki zaangażowaniu członków konsorcjum, notabene non – profit, ponad 150 podmiotów, których głównym celem jest zwiększenie dostaw energii dla rynku amerykańskiego możliwe było osiągnięcie przez USA tak dużego postępu technologicznego [3].

Podstawą powodzenia tak dużego i zaawansowanego projektu była i nadal jest ścisła współpraca podmiotów zaangażowanych w proces pozyskiwania gazu ze złóż niekonwencjonalnych.

Tabela 1. Wykaz zabiegów stymulacyjnych stosowanych przy wydobyciu węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych oraz ich podstawowa charakterystyka [źródło: 4]

| Zabiegi stymulacyjne | Ważne składniki gwarantujące m.in. efektywny transport proppantów w głąb szczelin skalnych |
|--|---|
| Konwencjonalne | Środek żelujący i co najmniej jeden środek sieciujący |
| Wodne tzw. Water Frac | Reduktor tarcia, środek żelujący lub odpowiedni surfaktant |
| Hybrydowe | Kombinacja: reduktora tarcia, środek żelujący, żelowane kwasy lub jeden lub więcej środków sieciujących |
| tzw. Energized | Wtłaczanie aktywatora w postaci CO ₂ lub N ₂ w celu wytworzenia piany |
| Kwasowe tzw. Acid Frac | Substancje żelujące na bazie kwasu wtłaczane w głąb szczelin w celu ich trawienia i transportu proppantów |
| Gazowe tzw. Gas Frac | Wykorzystanie gazu (zwykle propanu) jako płynu bazowego |
| Kwasowanie matrycowe tzw. Matrix Acidizing | Wykorzystanie kwasu w celu trawienia szczeliny i zwiększenia efektywności wydobycia węglowodorów |

Teraźniejszość – czyli jak to jest w Ameryce?

Na chwilę obecną w USA kładziony jest nacisk przede wszystkim na opracowanie i wdrożenie nowych technologii, które zapewnią jeszcze bardziej efektywne i ekonomiczne pozyskiwanie surowca, przy jednoczesnym zminimalizowaniu ewentualnego ujemnego wpływu jej stosowania na środowisko naturalne. Kolejne technologie pozwalają między innymi ograniczyć zużycie wody i chemikaliów w procesie szczelinowania, a co za tym idzie wpływają korzystnie na środowisko naturalne. Temat środowiska naturalnego zostanie głębiej poruszony w kolejnych częściach artykułu.

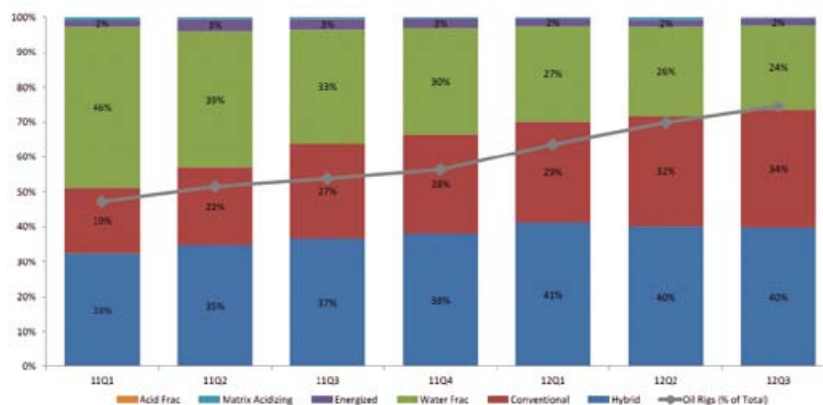
W tabeli 1 zestawiono obecnie stosowany system klasyfikacji typów stymulacji razem z cechami rozpoznawczymi dla każdego z nich.

Efektywne stosowanie wyżej wymienionych technik musi zostać dokładnie i szczegółowo zaplanowane i wykonane. Niezbędne podczas tego etapu stają się specjalistyczne programy komputerowe, które umożliwiają przeprowadzenie modelowania i symulacji wydobycia złoża. Dodatkowo dzięki programom można wstępnie określić i zaplano-

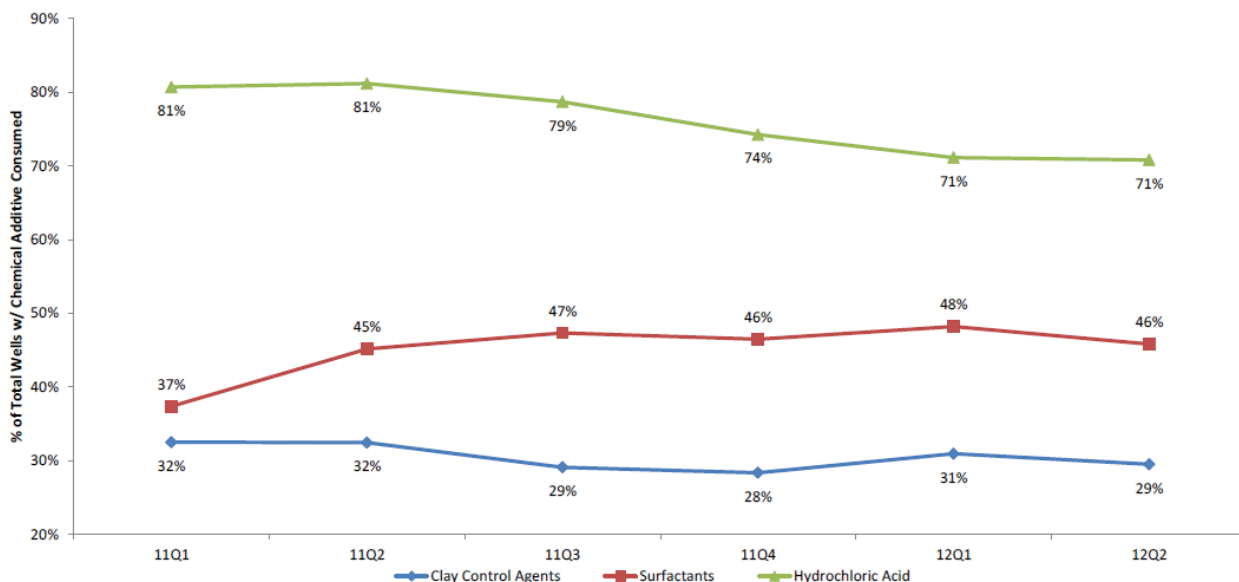
wać parametry całego procesu, a także zoptymalizować jego przebieg.

Na rysunku 4 przedstawiono zestawienie trendów dotyczących sposobu szczelinowania. Zauważyć można, iż na przestrzeni 2011 i 2012 roku spadło zainteresowanie szczelinowaniem hydraulicznym tzw. „water fracturing” – z 46% do 24%.

Doskonale widać, iż proces oparty głównie na zastosowaniu kwasowych składników praktycznie już nie występuje, a szczelinowanie tzw. „energized” oraz „matrix acidizing” nie przekracza 3% dla wszystkich odwiertów. Znacznie natomiast wzrosła ilość stymulacji metodą konwencjonalną, bo z 19% do 34%, oraz ilość szczelinowań techniką hybrydową z 33% do 40%. Wykres liniowy mówi o ciągle wzrastającej liczbie kolejnych odwiertów – zauważyć można, iż przy zmianie sposobu stymulacji skał łupkowych obserwowany jest znaczny wzrost kolejnych odwiertów. Można to przypisać stosowaniu bardziej zaawansowanych technologicznie procesów szczelinowania, które wpływały na efektywne wydobycie węglowodorów i tym samym zachęcały do wykonywania kolejnych odwiertów.



Rys. 4. Trendy dotyczące stosowanych dodatków do płynów szczelinujących w Ameryce Północnej w latach 2011 - 2012 [źródło: 4]



Rys. 5. Trendy dotyczące stosowanych dodatków do płynów szczelinujących w Ameryce Północnej [źródło: 4]

Na rysunku 5 przedstawiono porównanie, panujących w latach 2011 – 2012 trendów, dotyczących ilości stosowanych niektórych składników płynu szczelinującego:

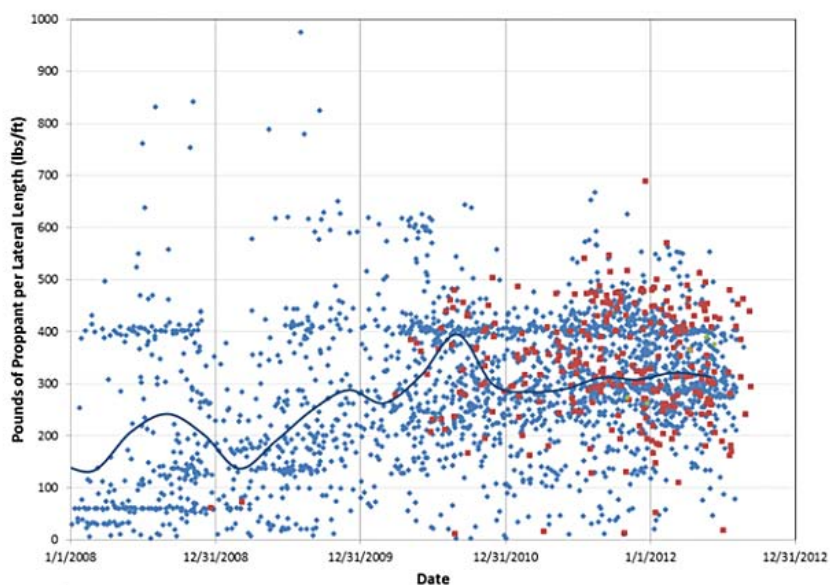
Obserwacje przeprowadzono na następujących polach: Arkoma Woodford, Anadarko Woodford, Bakken, Barnett, Cleveland Sands/Tonkawa, Eagle Ford, Fayetteville, Granite Wash, Haynesville, Marcellus, Permian i Utica. Zauważyć można, że na przestrzeni 2011 i 2012 roku znacznie wzrosło zużycie związków powierzchniowo – czynnych tj. surfaktantów z 37% do 46%. W tym samym czasie spadło z 32% do 29% zużycie stabilizatorów gliny, a z 81% do 71% spadło zużycie jednego z najbardziej kontrowersyjnych składników, a mianowicie kwasu solnego. Potwierdza się tutaj również fakt, iż stosowanie konkretnych chemikaliów jest uzależnione głównie od charakterystyki geologicz-

nej złoża, a mniej od rodzaju szczelinowania.

Na rysunku 6 przedstawiono zestawienie ilości proppantów, mierzona wagą (funt) na jednostkę długości (tutaj stopa), stosowanych w latach 2008 – 2012 w odwiertach poziomych. Zauważyć można, iż ilość ta systematycznie wzrasta. Zjawisko to można wytłumaczyć faktem, iż proces szczelinowania z roku na rok jest coraz bardziej zaawansowany technologicznie, co pozwala na lepszy i bardziej efektywny transport proppantów w głąb szczelin – co automatycznie przekłada się na opłacalność danego odwiertu. Zwiększając powierzchnię kontaktu matrycy skalnej z systemem wytworzonych szczelin osiąga się wzrost efektywności pozyskiwania węglowodorów. Kolory punktów na rysunku oznaczają różne rodzaje stymulacji: punkty czerwone – hybrydowe tj. szczelinowanie przy użyciu kilku rodzajów cieczy szczelinu-

jących, punkty zielone – slickwater tj. – szczelinowanie przy użyciu cieczy o niskiej lepkości, w której skład wchodzi woda z dodatkiem polimeru naturalnego np. guar, a punkty niebieskie – pozostałe rodzaje.

Dużą wagę przykładają się przede wszystkim do obniżania kosztów odwiertów co bezpośrednio wpływa na opłacalność wydobywania gazu oraz do coraz lepszych i zaawansowanych technologicznie urządzeń i materiałów, które gwarantują dotarcie do wcześniej nieosiągalnych miejsc. Postęp technologiczny dotyczy nie tylko urządzeń, które są wykorzystywane podczas procesu pozyskiwania węglowodorów, ale także wykorzystywanych materiałów np. proppantów. Kolejne lata niosą ze sobą coraz nowszej generacji produkty, które dostosowane są do potrzeb wydobywania. Obecnie duże nadzieje pokładane są w nowoczesnych proppantach ceramicznych, których właściwości można kontrolować i dostosowywać do występujących potrzeb.



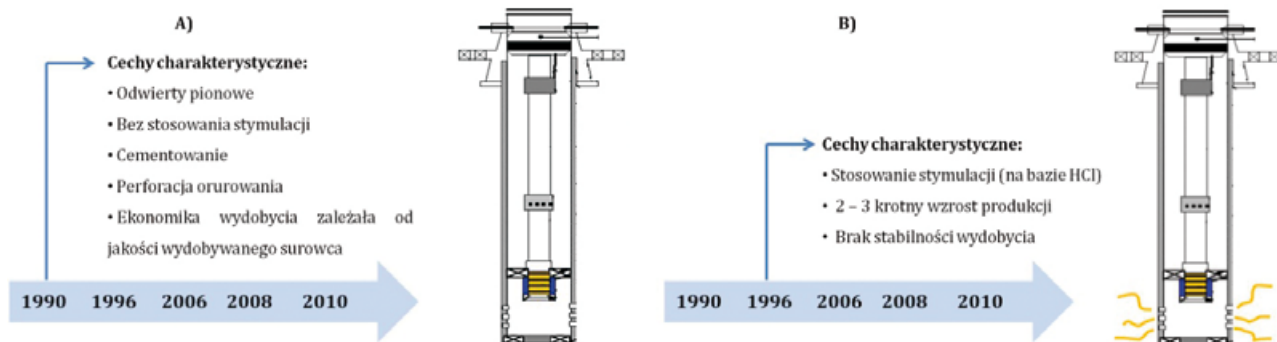
Rys. 6. Ilość proppantów stosowanych w odwiertach poziomych w Willston Basin w latach 2008 - 2012 [źródło: 5]

Rozwój technologiczny obecny nie tylko w Ameryce

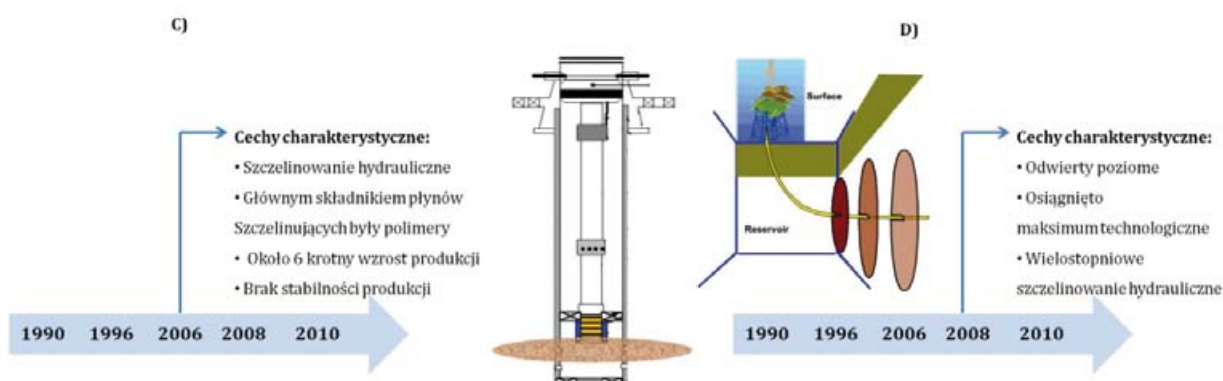
To, że warto czerpać z wiedzy innych, uczyć się i dostosowywać technologię do zmieniających się potrzeb i wymagań rynku pokazuje przykład pola wydobywczego w Rumunii .

Na rysunku 7 w sposób chronologiczny przedstawiono zmiany jakie towarzyszyły polu Lebada Field nad Morzem Czarnym w Rumunii na przestrzeni 20 lat. Zmieniające się potrzeby ekonomiczne, środowiskowe i rozwijająca się technologia doprowadziły do ogromnego rozwoju techniki pozyskiwania rumuńskiego surowca. Lebada rozpoczęła wydobywanie w 1987 roku i działa po dziś dzień.

Idąc chronologicznie, podobnie jak na całym świecie wydobywanie rozpoczęło się od zna-



Rys. 7. Ewolucja technik pozyskiwania węglowodorów dla pola Lebada w Rumunii w latach 1990 – 1996 [źródło: Romania Upstream Conference, 2011]



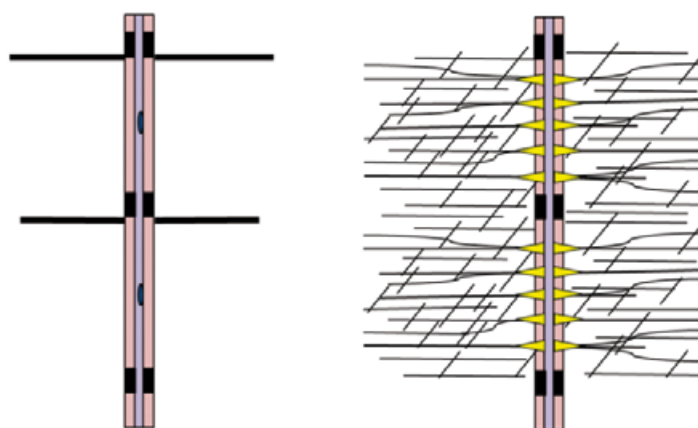
Rys. 8. Ewolucja technik pozyskiwania węglowodorów dla pola Lebada w Rumunii w latach 2006 – 2008 [źródło: Romania Upstream Conference, 2011]

jomości techniki wiercenia, która umożliwiała jedynie wiercenia pionowe, a techniki stymulacji złożyły ograniczenia się to stosowania środków na bazie jednego z najsilniejszych kwasów: HCl (część A i B) na rysunku 7. Dopiero około 2006 roku zaczęto stosować szczelinowanie hydrauliczne, które zapewniło znaczny wzrost produkcji węglowodorów, ale nie zapewniało odpowiedniej stabilności wydobycia co przedstawiono na rysunku 8 (część C).

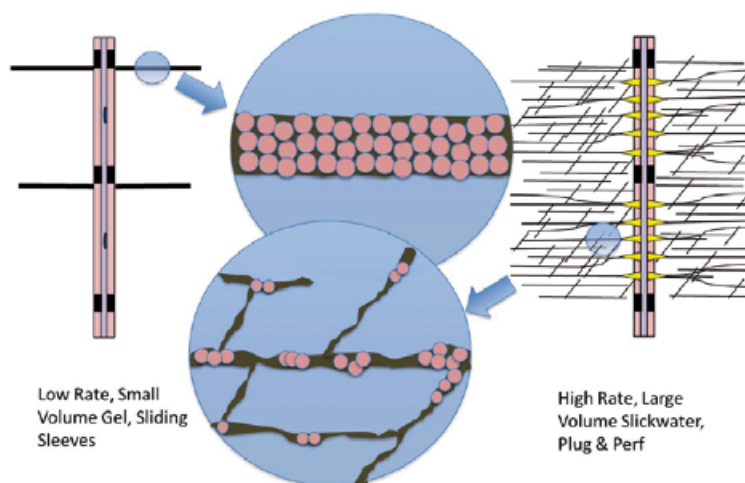
Dopiero około 2008 roku na dużą skalę rozpoczęto wiercenia poziome i wielostopniowe szczelinowania. Doprowadziło to do osiągnięcia stabilności produkcji i jej wzrostu co zostało schematycznie przedstawione na rysunku 8 (część D). Następne lata przyniosły kolejny technologiczny przełom i zaczęto stosować jeszcze bardziej zaawansowanych technologicznie i materiałowo technik.

Dlaczego rozwój technologiczny jest tak istotny?

Faktem jest, iż zwiększając powierzchnię kontaktu pomiędzy górotworem, a odwiertem zapewniamy lepszy swobodny przepływ gazu czy ropy. Na rysunku 9 przedstawiono uproszczone przekroje dwóch typów złóż po stymulacji i możliwość wytworzenia różnych typów złożoności szczelin. Nie trudno się domyślić, iż z punktu widzenia ekonomiki odwiertu najlepszym rozwiązaniem jest ostatnia pozycja.



Rys. 9. Porównanie możliwości wytworzenia różnych typów złożoności szczelin [źródło: 5]



Rys. 10. Porównanie umieszczenia proppantów w szczelinach przy różnych typach i geometrii szczelin [źródło: 5]

Dla potwierdzenia tego faktu na rysunku 10 przedstawiono sposób umieszczenia proppantów w poszczególnych przypadkach. Widać, iż w przypadku rozbudowanej sieci istnieją znacznie większe drogi ucieczki dla węglowodorów, a podpieranie przez proppanty szczelin jest bardziej efektywne. Warto zauważyć, iż w przypadku szczelin szerokich proppanty układają się wielowarstwowo – co niejako poprawia ich wytrzymałość, jako całości, ale zmniejsza odległości między nimi. W przypadku drugim wąskie szczeliny nie wymagają powstawania wielowarstwowych struktur – dzięki czemu pozostawione jest miejsce dla wydobywanego gazu, ale tym samym istnieje potrzeba zastosowania lepszej jakości proppantów. Odpowiedzią na to zapotrzebowanie są wysokiej klasy proppanty ceramiczne, które odznaczają się odpowiednimi parametrami (odpowiednia wytrzymałość, kulistość, sferyczność itd.) oraz zapewniają efektywne wydobywanie węglowodorów.

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę fakt, że każde złożo kryjące w sobie gaz lub ropę naftową, posiada unikalne cechy charakterystyczne nie ma możliwości bezpośredniego przeniesienia wypracowanej technologii stymulacji skał łupkowych z jednego złoża na drugie. Szanse na powodzenie dostosowania technologii wzrastają w momencie ścisłej współpracy wielu interdyscyplinarnych środowisk zaangażowanych w wydobywanie węglowodorów ze źródeł niekonwencjonalnych.

Oplącalna eksploatacja złóż gazu niekonwencjonalnego wymaga przede wszystkim pełnego i szczegółowego rozpoznania geologicznego zasobów – tzw. mapowanie geologiczne dostępnych zasobów złóż. Aspektem kluczowym jest także określenie ilości i wielkości po-

kładów gazu, a także zbadanie jego właściwości oraz charakterystyk skał w których się znajdują. Wszystkie te zabiegi przyczynić się mają do zwiększenia powodzenia zabiegu stymulacji odwiertu, a co za tym idzie – ekonomicznego i przede wszystkim bezpiecznego wydobycia surowca.

Należy pamiętać o tym, że gaz i ropa łupkowa to według szacunków kropla w morzu tego co kryje w sobie ziemia. Ostatnio dużo uwagi poświęcone jest kolejnemu w kolejce do wydobycia niekonwencjonalnemu surowcowi CBM tj. coal bed methane (hydraty metanu, metanowy lód). Światowe agencje energetyczne podają, iż zasoby tego surowca wielokrotnie przewyższają inne źródła gazu ziemnego (jeszcze kilka lat temu sądzono, iż w hydratatach jest kilka tysięcy razy więcej gazu ziemnego, niż we wszystkich pozostałych źródłach). Warto więc, rozwijać technologię, aby móc wejść na kolejny stopień jej zaawansowania i z powodzeniem wykorzystywać przy kolejnych nadarżających się okazjach.

Ogromny sukces, jaki na „polu gazowym” odniosła Ameryka, pokazuje jak ważne jest rozpowszechnianie technologii, jej modyfikowanie i dalsze doskonalenie. W to złożone przedsięwzięcie, jakim niewątpliwie jest wydobywanie węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych, zaangażowane jest wiele podmiotów. Od małych firm do dużych przedsiębiorstw, a także jednostki naukowe. Ważne jest, aby dzięki dostępowi do wyników prowadzonych dotychczas prac, można było przełożyć i dopasować technologię do innego odwiertu.

Ważnym aspektem jest także wpływ technologii na środowisko, którego ochrona powinna iść w parze z efektywnym wydobyciem surowca. Odpowiednie gospodarowanie

wodą, środkami dodawanymi do płynu szczelnującego, ale także zgodne z naturą zarządzanie produktami odpadowymi procesu jest głównym czynnikiem decydującym o możliwości rozwoju sektora gazu niekonwencjonalnego. Zatem istotne jest włączenie się reprezentantów zajmujących się ochroną środowiska do prac nad rozwojem technologii i jej adaptacji do lokalnych warunków w każdym miejscu na ziemi, gdzie występują złoża węglowodorów technicznie możliwych do wydobycia i zapewnienie minimalizacji wpływu tej technologii na otaczające nas środowisko naturalne.

Bibliografia

1. L. Britt, *Fracture stimulation fundamentals, Journal of Natural Gas Science and Engineering 8 (2012) 34 – 51*
2. U.S. Energy Information Administration, *Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources, 2013*
3. I. Albrycht, K. Boyfield, J. M. Jankowski, M. Kaliski, M. Kołaczkowski, M. Krupa, G. Lewis, Z. Ndhlovu, K. F. Perrt, P. Poprawa, R. Rewald, Al. Riley, M. Ruszel, S. Ryszlicki, J. Siemek, A. Sikora, T. Smith, P. Szlagowski, M. Tarnawski, A. Zawisza, *“Unconventional Gas - a Chance for Poland and Europe? Analysis and Recommendations”, Instytut Kościuszki, 2011*
4. SPE 163875, *Analysis of U.S. Hydraulic Fracturing Fluid System Trends, 2013*
5. SPE 163827, *Creating hydraulic fracture complexity in the Bakken Central Basin, 2013*

Piotr Woźniak
Prezes Zarządu BALTIC CERAMICS S.A.

Dariusz Janus
Prezes Zarządu LST CAPITAL S.A.

PRENUMERATA
Najlepszym sposobem na regularne otrzymywanie
WIADOMOŚCI NAFTOWYCH I GAZOWNICZYCH

Zamówienia: tel./fax: 18 352 64 84
<http://www.wnig.pl> e-mail: prenumerata@wnig.pl