

# baltic ceramics

Szczelinowanie

Środowisko naturalne



STRONA CELOWO POZOSTAWIONA PUSTA

## Spis treści

Szczelinowanie .....	3
Płyn szczelinujący .....	3
Dodatki chemiczne .....	6
Ochrona wód podziemnych .....	8
Zagospodarowanie płynu po szczelinowaniu .....	10
Inne technologie szczelinowania .....	12
Bezwodne szczelinowanie z wykorzystaniem LPG .....	12
Schlumberger HiWay .....	12
Szczelinowanie hydrauliczne a środowisko naturalne .....	13

## Szczelinowanie

Pierwszych eksperymentów z zabiegiem szczelinowania hydraulicznego dokonywano już w latach 40-tych XX wieku. Jednakże dopiero w 1981 George T. Mitchell, inżynier z Teksasu, po raz pierwszy przeprowadził zabieg szczelinowania hydraulicznego w celu tworzenia i powiększania istniejących szczelin w strukturach skał łupkowych. Pod koniec lat 90-tych technologia ta została opatentowana przez firmę Mitchell Energy & Development, która była przez niego założona.

Szczeliny w skałach tworzą się na skutek tłoczenia cieczy szczelinującej o dużej lepkości pod ciśnieniem przekraczającym wytrzymałość skał.<sup>1</sup> Naprężenia powodujące ich pękanie nazywa się ciśnieniem szczelinowania, które zależy od<sup>2</sup>:

- rodzaju skał,
- wytrzymałości i innych własności skał,
- szczelinowatości i porowatości,
- głębokości na której znajduje się złożo.

Zabieg szczelinowania prowadzi do powstania szczelin o określonym zasięgu i rozwartości, które pod wpływem ciśnienia panującego głęboko pod ziemią mają tendencję do ponownego ściskania. Aby tego uniknąć stosuje się materiał podsadzkowy – proppanty.

Po zakończeniu szczelinowania i odpompowaniu cieczy szczelinującej z głębi odwiertu w złożu pozostają tylko proppanty. Ich prawidłowe rozmieszczenie oraz jakość decydują o efektywności eksploatacji danego złoża. Z tego powodu niezwykle ważne jest, aby proppanty cechowały się następującymi właściwościami:

- duża wytrzymałość na ściskanie,
- odpowiednia wielkość, gładkość i kulistość ziaren,
- odpowiedni ciężar właściwy.

## Płyn szczelinujący

Ciecz szczelinująca powinna cechować się odpowiednimi właściwościami reologicznymi pozwalającymi na utrzymanie proppantów w formie zawiesiny, a następnie zmniejszenie lepkości cieczy i usunięcie jej spod powierzchni pozostawiając w szczelinach tylko materiał podsadzkowy. Dobra ciecz szczelinująca charakteryzuje się:

- niskim oporem przepływu w rurach,
- stabilną lepkością,
- wytrzymałością strukturalną,
- małą filtracją w ściany szczeliny,
- łatwością transportu materiału podsadzkowego.

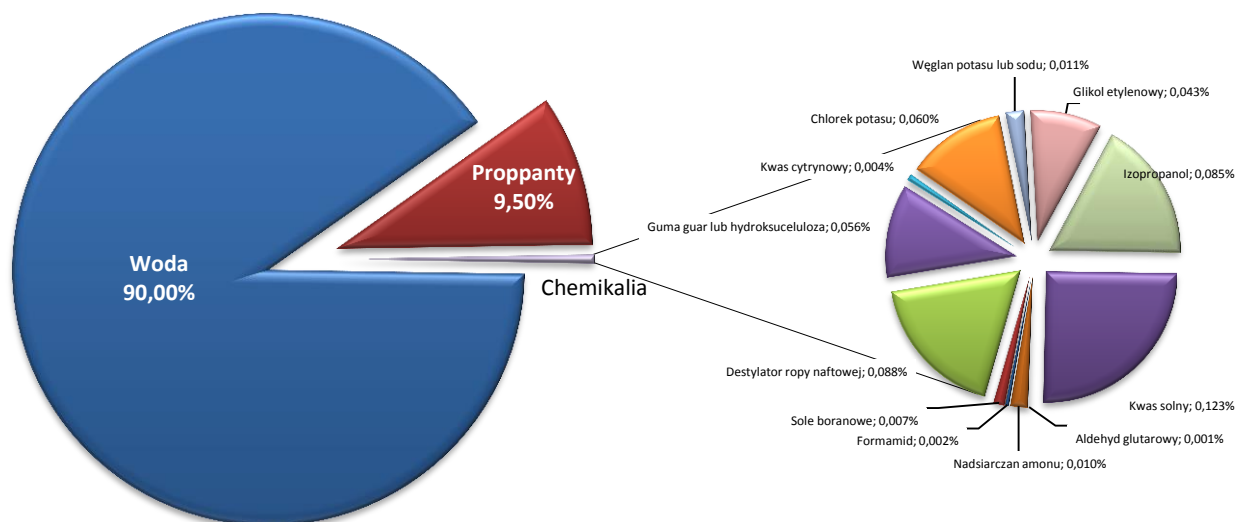
Woda stanowi około 90% płynu używanego podczas szczelinowania hydraulicznego. Jej zadaniem jest przenoszenie pozostałych składników mieszaniny szczelinującej. Zabiegi szczelinowania wymagają

<sup>1</sup> S. Sikora, M.M. Szafran, *Szczelinowanie hydrauliczne – intensyfikacja wydobycia gazu ziemnego z łupków ilastych*, AGH 2011

<sup>2</sup> S. Sikora, M.M. Szafran, *Szczelinowanie hydrauliczne – intensyfikacja wydobycia gazu ziemnego z łupków ilastych*, AGH 2011

stosowania dużej ilości wody, co powoduje konieczność posiadania dostępu do źródeł dobrej jakości. Jest to bardzo ważne, ponieważ dodatkowe zanieczyszczenia osłabiają właściwości innych substancji wchodzących w skład płynu szczelinującego.

Wykres 1. Przykładowy skład płynu szczelinującego na bazie wody



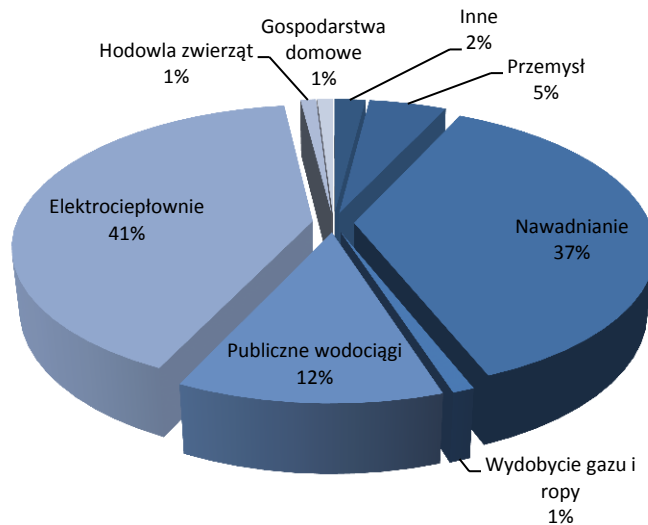
Źródło: Primer A., *Modern Shale Gas Development in the United States*, US Department of Energy, 2009

Źródłem wody stosowanej w odwiertach są najczęściej naturalne zbiorniki takie jak jeziora, rzeki czy zalewy. W niektórych przypadkach budowane są studnie i woda czerpana jest ze źródeł gruntowych.

Podczas szczelinowania hydraulicznego zużywa się w jednym odwiercie około 2,0 – 11,3 mln litrów wody.<sup>3</sup> Dla porównania jeden basen olimpijski mieści około 2,25 mln litrów wody. Przedział podawanych wartości jest tak szeroki, ponieważ skład oraz ilość mieszaniny szczelinującej różni się w zależności od odwiertu i warunków geologicznych oraz metod stosowanych przez operatora wykonującego dany odwiert. Ilość wody zużywanej podczas szczelinowania hydraulicznego może wydawać się znacząca, ale jeśli porównamy ją z ilością zużywaną np. w rolnictwie lub ilością wody dostępną każdego dnia w wodociągach miejskich, okazuje się, że nie jest to wielkość znacząca. Poniższy wykres przedstawia zużycie wody w 2005 roku w USA w podziale na kategorie.

<sup>3</sup> ORLEN, *Gaz łupkowy, podstawowe informacje*, [http://www.pgi.gov.pl/pl/dokumenty-in/doc\\_download/668-gazlupkowywwwpdf.html](http://www.pgi.gov.pl/pl/dokumenty-in/doc_download/668-gazlupkowywwwpdf.html)

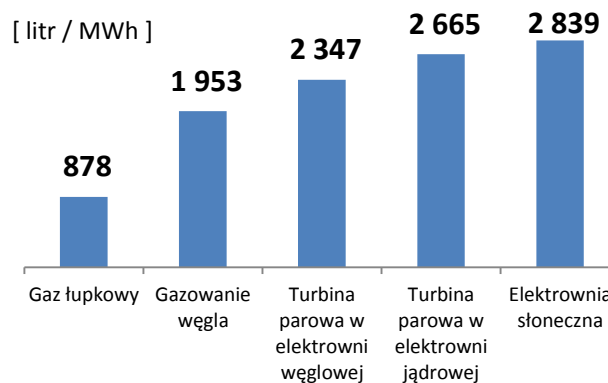
Wykres 2. Zużycie wody w podziale na kategorie (USA 2005)



Źródło: <http://fracfocus.org/water-protection/hydraulic-fracturing-usage>

Woda używana w przemyśle wydobywania ropy i gazu stanowi niewielki odsetek całkowitego zużycia wody w USA. W porównaniu do innych gałęzi gospodarki ilość wody użytej przez przemysł wydobywczy węglowodorów jest znacząco mniejsza i porównywalna do ilości jaką zużywają gospodarstwa domowe. Kolejny wykres przedstawia zużycie wody w podziale wg źródeł produkowanej energii:

Wykres 3. Zużycie wody w produkcji energii elektrycznej



Źródło: USDOE

Woda niezbędna w tradycyjnym procesie szczelinowania przechowywana jest zazwyczaj w specjalnie budowanych zbiornikach znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie otworu wiertniczego.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> ORLEN, *Gaz łupkowy, podstawowe informacje*, [http://www.pgi.gov.pl/pl/dokumenty-in/doc\\_download/668-gazlupkowywwwpdf.html](http://www.pgi.gov.pl/pl/dokumenty-in/doc_download/668-gazlupkowywwwpdf.html)

Rysunek 1. Zbiornik na wodę wykorzystywaną podczas szczelinowania hydraulicznego



Źródło: ALL Consulting, Primer A., *Modern Shale Gas Development in the United States*, US Department of Energy, 2009

Taki zbiornik jest bezpośrednio połączony z infrastrukturą znajdującą się na terenie wiercenia. Woda jest na bieżąco poddawana odpowiednim procesom oczyszczania i używana do innych funkcji podczas wykonywania odwiertów lub szczelinowania hydraulicznego.

### Dodatki chemiczne

Niewielką część płynu szczelinującego stanowią dodatki chemiczne. Ich zastosowanie pozwala regulować lepkość, wilgotność oraz ciężar właściwy płynu. Poniżej przedstawiono przykładowy zestaw substancji chemicznych wykorzystywanych do sporządzenia płynu szczelinującego na złożu Marcellus Shale w USA<sup>5</sup>:

Tabela 1. Składniki płynu szczelinowania na przykładzie złoża Marcellus w USA

Składniki płynu szczelinującego oraz ich powszechne zastosowanie				
Dodatek	Udział w składzie płynu	Składnik chemiczny	Rola	Powszechne zastosowanie
Kwas	0,123%	Kwas solny	Ułatwia rozpuszczanie minerałów i powstanie pęknięć w skale	Dodawany do wody basenowej
Środek antybakteryjny	0,001%	Aldehyd glutarowy	Niszczy bakterie występujące w wodzie, które wytwarzają produkty uboczne powodujące korozje	Środek odkażający, wykorzystywany do sterylizacji narzędzi lekarskich i dentystycznych
Kruszarka	0,01%	Nadsiarczan amonu	Opóźnia rozkład żeluz	Używany w środkach koloryzacji włosów, jako środek dezynfekujący i w produkcji powszechnie

<sup>5</sup> S. Sikora, M.M. Szafran, *Szczelinowanie hydrauliczne – intensyfikacja wydobycia gazu ziemnego z łupków ilastych*, AGH 2011

				używanych plastikowych artykułów gospodarstwa domowego
Czynnik hamujący korozję	0,002%	Formamid	Zapobiega korozji rur okładzinowych	Stosowany w przemyśle farmaceutycznym, produkcji włókien akrylowych i plastiku
Czynnik umożliwiający sieciowanie	0,007%	Sole boranowe	Utrzymuje lepkość płynu w miarę wzrastania temperatury	Obecny w środkach do prania, mydłach do rąk i kosmetykach
Środek zmniejszający tarcie	0,088%	Destylator ropy naftowej	„Wygładza” wodę w celu zminimalizowania tarcia	Używany w przemyśle kosmetycznym, w tym produkcji środków do pielęgnacji włosów, paznokci, skóry oraz kosmetyków do makijażu
Żel	0,056%	Guma guar lub hydroksuceluloza	Zwiększa gęstość wody (aby mogła unieść proppanty)	Zagęszczacz: występuje w kosmetykach, produktach piekarniczych, lodach, pastach do zębów, sosach i dressingach do sałatek
Środek kontrolny	0,004%	Kwas cytrynowy	Uniemożliwia wytrącanie się tlenków metali	Dodatek do żywności i napojów; sok cytrynowy zawiera w przybliżeniu 7% kwasu cytrynowego
Stabilizator itów	0,06%	Chlorek potasu	Uniemożliwia interakcję płynu z itami	Używany w substytutach niskosodowej soli kuchennej i płynach dożylnych
Środek regulujący pH	0,011%	Węglan potasu lub sodu	Usprawnia działanie innych składników, co umożliwia wydostanie się gazu	Używany w filtracji wody pitnej, piaskownicach, betonowej i ceglanej zaprawie murarskiej
Środek uniemożliwiający zamknięcie się szczelin	5% - 9,5%	Krzemionka, piasek kwarcowy, proppanty ceramiczne	Utrzymuje szczeliny w stanie otwartym, co umożliwia wydostanie się gazu	Używany w filtracji wody pitnej, piaskownicach, betonowej i ceglanej zaprawie murarskiej
Czynnik przeciwdziałający osadzaniu się kamienia	0,043%	Glikol etylenowy	Uniemożliwia tworzenie się nalotu kamiennego w rurach	Występuje w środkach czyszczących dla gospodarstw domowych, odmrażaczach, farbach i lakierach
Substancja powierzchniowa czynna	0,085%	Izopropanol	Używany do zmniejszenia ciśnienia powierzchniowego płynów hydraulicznych oraz usprawnienia odzyskiwania płynów hydraulicznych oraz usprawnienia odzyskiwania	Występuje w płynach do czyszczenia szkła, preparatach do czyszczenia różnych rodzajów powierzchni, antyperspirantach, dezodorantach i środkach



			płynu z otworu wiertniczego po wykonaniu procesu szczelinowania	koloryzacji włosów
--	--	--	---	--------------------

Źródło: Primer A., *Modern Shale Gas Development in the United States*, US Department of Energy, 2009 i S. Sikora, M.M. Szafran, *Szczelinowanie hydrauliczne – intensyfikacja wydobycia gazu ziemnego z łupków ilastych*, AGH 2011

Drugim przykładem składu płynu szczelinującego jest ten opublikowany przez firmę Chesapeake Appalachia LLC. 26 lipca 2011 roku firma zastosowała w odwiercie znajdującym się w Pensylwanii w hrabstwie Bradford płyn o następującym składzie<sup>6</sup>:

Tabela 2. Przykładowy skład płynu szczelinującego (Chesapeake, Pensylwania)

Składnik	Udział w składzie
Woda	87,48%
Proppanty	11,86%
Chemikalia, w tym:	0,66%
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dwutlenek chloru</li> <li>• Izoaskorbinian sodu</li> <li>• Metanol (alkohol metylowy)</li> <li>• Kwas alifatyczny</li> <li>• Alkohol alifatyczny</li> <li>• Propargyl Alcohol (2-Propynol)</li> <li>• Petroleum Distillate Hydrotreated Light</li> <li>• Aliphatic alcohol polyglycol ether</li> <li>• Polikarboksylan sodu</li> </ul>	b/d

Źródło: [http://polskielupki.wordpress.com/2011/08/15/szczelinowanie\\_hydrauliczne\\_koniec\\_mitow/#more-76](http://polskielupki.wordpress.com/2011/08/15/szczelinowanie_hydrauliczne_koniec_mitow/#more-76)

Wymienione w obu przykładach substancje są częściowo szkodliwe dla zdrowia człowieka, ale zagrożenie nie wynika tylko z samego faktu zastosowania tych substancji. Aby stanowić realne zagrożenie dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzkiego, **substancje te musiałyby przedostać się do wód gruntowych, co jest niemożliwe przy zachowaniu obecnie obowiązujących norm i standardów wykonywania odwiertów.**

### Ochrona wód podziemnych

W trakcie wykonywania odwiertów niezbędne jest zapewnienie odpowiedniej stabilności ściany odwiertu w celu odizolowania zbiorników wód gruntowych od płynów wiertniczych zawierających chemikalia.<sup>7</sup> W tym celu umieszcza się w głębi odwiertu rury okładzinowe.

<sup>6</sup> [http://polskielupki.wordpress.com/2011/08/15/szczelinowanie\\_hydrauliczne\\_koniec\\_mitow/#more-76](http://polskielupki.wordpress.com/2011/08/15/szczelinowanie_hydrauliczne_koniec_mitow/#more-76) (wrzesień 20120)

Rysunek 2. Orurowanie odwiertu



Źródło: Truthland movie

W trakcie pogłębiania odwiertu wpuszcza się co raz cieńsze rury, który w rezultacie tworzą kilkuwarstwową osłonę. Przestrzeń między rurami oraz ścianą odwiertu wypełnia się mieszanką cementową. Dzięki temu uzyskiwane jest uszczelnienie, zapobiegające przeciskaniu się gazu z głębi odwiertu wzdłuż jego ścian.

Rysunek 3. Odwiert po cementowaniu.

Źródło: C.Ewen, D. Borchardt, S. Richter, R. Hammerbacher, *Hydrofracking Risk Assessment*, 2012

Takie zabezpieczenie odwiertu zapobiega także wyciekowi cieczy szczelinującej do podziemnych zbiorników wody. Technologia ta jest powszechnie stosowana w wielu odwiertach na całym świecie, także podczas wydobywania gazu konwencjonalnego oraz ropy naftowej.

Jeżeli uszczelnienie pomiędzy rurami a ścianami odwiertu zostaną źle wykonane to mogą powstać szczeliny, którymi gaz będzie niekontrolowanie wydostawał się na powierzchnię. Podobnie może stać się z płynem szczelinującym.

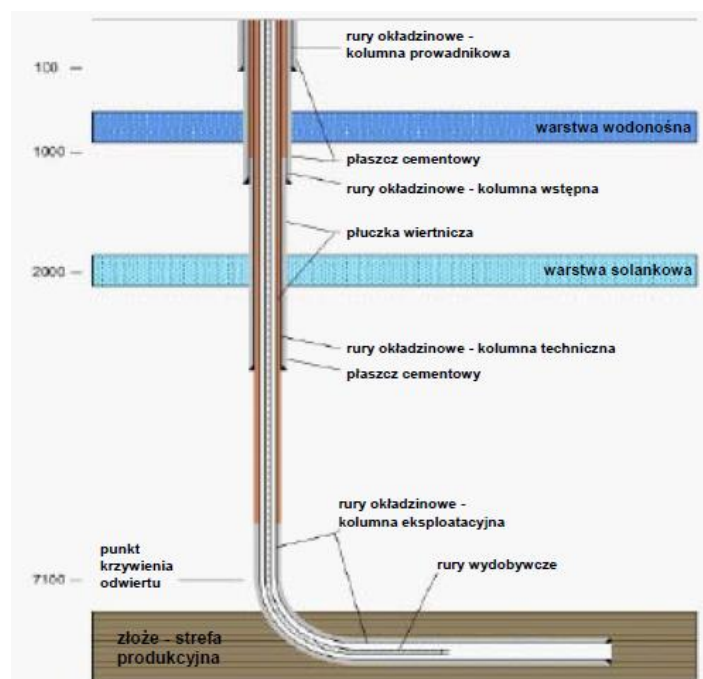
Należy pamiętać, że **takie przypadki nie wynikają z wad technologii szczelinowania, ale z błędów popełnionych przez konstruktorów odwiertu.** Takie same skutki zaobserwowano by w przypadku

---

<sup>7</sup> <http://gazniekonwencjonalny.wordpress.com/2011/05/15/ochrona-wod-podziemnych-w-trakcie-szczelinowania-hydraulicznego/>

błędów popełnionych przy budowie odwiertu konwencjonalnego. Samo szczelinowanie wykonywane jest głęboko w ziemi i nie ma możliwości, aby tworzone szczeliny sięgały powierzchni ziemi i uwalniały w ten sposób gaz.

Rysunek 4. Schemat budowy i orurowania odwiertu



Źródło: ORLEN, *Gaz łupkowy, podstawowe informacje*, [http://www.pgi.gov.pl/pl/dokumenty-in/doc\\_download/668-gazlupkowywwwpdf.html](http://www.pgi.gov.pl/pl/dokumenty-in/doc_download/668-gazlupkowywwwpdf.html)

### Zagospodarowanie płynu po szczelinowaniu<sup>8</sup>

Płyn szczelinujący po zakończeniu procesu szczelinowania częściowo powraca na powierzchnię. Może to być od około 30% do 70% procent wtłoczonego płynu. Oprócz pierwotnego składu zawiera on także fragmenty skał oraz wodę złożową. W zależności od warunków panujących w danym złóżu płyn powraca na powierzchnię nawet przez kilka tygodni.

Najczęściej stosowaną metodą utylizacji zużytych płynów szczelinujących jest zatłaczanie pod ziemię. Miejsca podziemnego składowania takie jak np. wyeksploatowane złóża węglowodorów, wybiera się pod względem obecności warstw nieprzepuszczalnych, które zapobiegą przenikaniu odpadów do warstw wodonośnych.

Ze względów środowiskowych oraz ekonomicznych co raz częściej stosuje się recykling zużytego płynu szczelinującego, dzięki czemu możliwe jest jej ponowne wykorzystanie. Recykling odbywa się na miejscu

<sup>8</sup> <http://gazniekonwencjonalny.wordpress.com/2011/10/10/zagospodarowanie-zuzytego-plynu-szczelinujacego/>

odwiertu w specjalnych mobilnych oczyszczalniach albo w miejscach obsługujących kilka odwiertów. W drugim przypadku problematyczna jest kwestia transportu substancji do instalacji recyklingowej.

Rysunek 5. Zbiornik na użytkowy płyn szczelinujący



Źródło: pgi.gov.pl

Najbardziej kontrowersyjną metodą utylizacji użytkowych substancji jest rozlewanie jej na powierzchni ziemi bez uprzedniego oczyszczenia. Polega to na rozcieńczeniu płynu do tego stopnia, aby poziom składników chemicznych nie przekraczał dopuszczalnych norm. Ze względów środowiskowych takie postępowanie w Polsce jest jednak nielegalne.

W poniższej tabeli zestawiono metody zagospodarowania zużytego płynu szczelinującego w USA.

Tabela 3. Metody zagospodarowania zużytego płynu szczelinującego w USA

Złoże gazu łupkowego	Metoda zagospodarowania płynów szczelinujących
Barnett	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zatłaczanie pod ziemię</li> <li>2. Recykling</li> </ol>
Fayetteville	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zatłaczanie pod ziemię</li> <li>2. Recykling</li> </ol>
Haynesville	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zatłaczanie pod ziemię</li> </ol>
Marcellus	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zatłaczanie pod ziemię</li> <li>2. Oczyszczanie w miejskich oczyszczalniach</li> <li>3. Recykling</li> </ol>
Woodford	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zatłaczanie pod ziemię</li> <li>2. Emisja do środowiska (wymagane pozwolenie odpowiednich władz)</li> <li>3. Recykling</li> </ol>
Antrim	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zatłaczanie pod ziemię</li> </ol>
New Albany	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zatłaczanie pod ziemię</li> </ol>

Źródło: Modern Shale Gas Development in the United States: A Primer; kwiecień 2009.

Należy pamiętać o tym, że przedstawione powyżej informacje pochodzą z 2009 roku. Od tego czasu ulepszono technologię utylizacji i recyklingu użytkowych płynów szczelinujących. W rezultacie zmniejszył się stopień oddziaływania szczelinowania na środowisko, a także ilość świeżej wody używanej w tym procesie.

### **Inne technologie szczelinowania**

Oprócz szczelinowania hydraulicznego, które opiera się na wykorzystaniu substancji bazującej na wodzie, powstały także inne technologie szczelinowania: np. szczelinowanie bezwodne za pomocą gazu LPG (np. pentanu w formie żelu) oraz z wykorzystaniem innych substancji.

Zastosowana ciecz szczelinująca powinna posiadać odpowiednie właściwości, które pozwolą na utrzymanie wtłaczanych proppantów w formie zawiesiny, a następnie pozwolą cieczy łatwiej spłynąć pozostawiając je w szczelinie skalnej. Dotychczas w zabiegu szczelinowania stosowano następujące ciecze:

- żele – ciecze, których duża lepkość uzyskiwana jest w wyniku dodania do wody środka żelującego (polimer naturalny)
- polimery sieciowe – ciecze, które uzyskują bardzo wysoką lepkość w wyniku sieciowania żeli (sieciowanie to proces tworzenia wiązań poprzecznych pomiędzy łańcuchami polimerów przy użyciu boru, tytanu lub cyrkonu).
- emulsje (ciecze powstające w wyniku zmieszania wody z węglowodorami płynnymi),
- piany – powstające w wyniku aeryzacji żeli (70-80% gazu).

### **Bezwodne szczelinowanie z wykorzystaniem LPG**

Firma GasFrac opracowała bezwodną technologię szczelinowania opartą na wykorzystaniu gazu LPG. Aby gaz LPG był zdatny do zastosowania przy szczelinowaniu odwiertów konieczne jest jego "żelowanie", aby mógł m.in. przetransportować proppanty zapobiegające zamykaniu się szczelin w złożu gazu łupkowego. Ogromną zaletą tej technologii jest brak problemów z utylizacją płynu szczelinującego. Po zabiegu szczelinowania LPG przyjmuje formę gazową (z żelowej) i wydostaje się na zewnątrz odwiertu pozostawiając proppanty w szczelinach skalnych. W trakcie przechodzenia z formy płynnej w gazową objętość wzrasta wielokrotnie, zwiększając tym samym ciśnienie. Dodatkowo firma GasFrac uważa, że gaz nadaje się do ponownego wykorzystania, a w porównaniu do tradycyjnych metod szczelinowania hydraulicznego metoda oparta na LPG nie pozostawia w ziemi substancji chemicznych, oraz zmniejsza efekt refluksu.

### **Schlumberger HiWay**

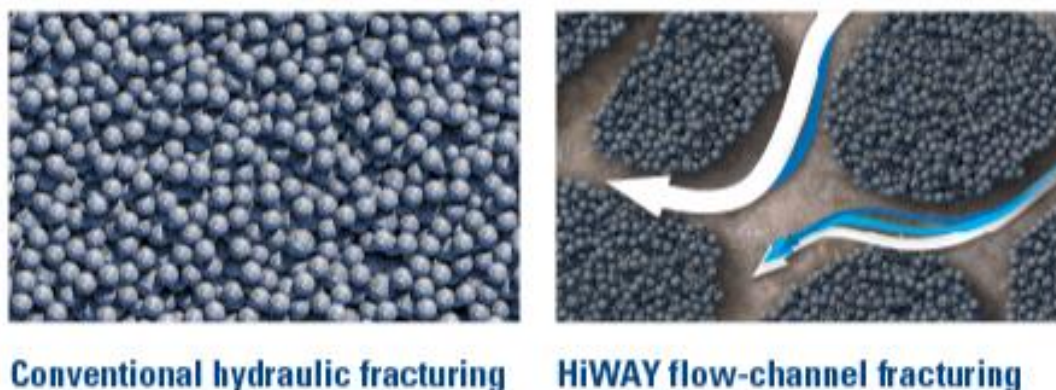
Zdaniem firmy Schlumberger, która opracowała to rozwiązanie, technologia HiWay pozwala:

- zwiększyć wydobywanie gazu z odwiertu nawet o 20%,

- zmniejszyć ilość wody używanej do szczelinowania w stosunku do tradycyjnych technologii nawet o 60%, a także,
- zmniejszyć ilość używanych proppantów o 40%.

Tradycyjna metoda wykonywania zabiegu szczelinowania hydraulicznego polega na jednym silnym wtrysku. Technologia HiWay polega na wtrysku pulsacyjnym – serii wtrysków pozwalających drobinom proppantów dotrzeć dalej w głąb skał. W przerwie między wtryskami mieszanki wody z proppantami wtryskuje się też rozpuszczalne włókna tworzące wydajniejsze niż przy tradycyjnej metodzie szczeliny uwalniające gaz ze skał.<sup>9</sup>

Rysunek 6. Tradycyjne szczelinowanie w porównaniu do metody HiWay



Źródło: Schlumberger

### Szczelinowanie hydrauliczne a środowisko naturalne

Poszukiwanie i eksploatacja złóż gazu niekonwencjonalnego wymaga wykonywania odwiertów pionowych i poziomych, które sięgają nawet kilka tysięcy metrów w głąb ziemi. Wiercenie otworów stanowi potencjalne zagrożenie dla środowiska ze względu na lokalizację oraz specyfikę wykonywania. Zdaniem dr J. Macudy stopień oddziaływania prac na otoczenie zależy od:

- lokalizacji wiertni,
  - stopnia zurbanizowania rejonu prowadzenia prac,
  - wrażliwości niektórych elementów środowiska na zanieczyszczenie,
  - typu stosowanego urządzenia wiertniczego i moc silników używanych na terenie wiertni,
- oraz wielu innych czynników.

<sup>9</sup> [www.slb.com/hiway](http://www.slb.com/hiway)

Charakterystyczną cechą wykonywania odwiertów w złożach niekonwencjonalnych jest konieczność przeprowadzania zabiegów zwiększających przepływ gazu jakim jest np. szczelinowanie hydrauliczne. Do największych zagrożeń związanych z wydobyciem gazu ze złóż niekonwencjonalnych zaliczane są<sup>10</sup>:

- degradacja gleb i pozbawienie terenu zajętego pod wiertnię i prowadzącą do niej drogę dojazdową możliwości pełnienia normalnych funkcji;
- lokalne zanieczyszczenie powierzchni ziemi i gruntów paliwami, środkami myjącymi oraz materiałami służącymi do sporządzania płuczek wiertniczych i regulacji ich parametrów technologicznych;
- uszkodzenie urządzeń i budowli wodnych oraz melioracyjnych w obrębie zajętego terenu;
- zanieczyszczenie wód powierzchniowych, gruntów i wód podziemnych w wyniku awaryjnego odprowadzania do nich ścieków, przenikania zanieczyszczeń ze zbiorników odpadów lub migracji zanieczyszczeń rozlanych na terenie wiertni;
- zaburzenia równowagi hydrogeologicznej w związku z niedoskonałą izolacją przewiercanych poziomów wodonośnych, zwłaszcza wód użytkowych;
- zanieczyszczenie wód podziemnych filtrem z płynu szczelinującego w wyniku jej ucieczki do górotworu;
- nadmierne pobory wody z ujęć lokalnych;
- emisja hałasu z urządzeń wiertniczych;
- emisja do atmosfery zanieczyszczeń powstałych w wyniku spalania paliw;
- awaryjne zrzuty do środowiska płuczek lub płynów złożowych (solanki, gazu ziemnego, ropy naftowej i siarkowodoru);
- migracja gazu ziemnego do strefy przyodwiertowej i emisja do atmosfery.

W trakcie wykonywania prac wiertniczych oraz szczelinowania hydraulicznego powstają różnego rodzaju odpady, z których część jest uznawana za niebezpieczne<sup>11</sup>. Są to m.in.:

- płuczki i odpady wiertnicze zawierające ropę naftową,
- płuczki i odpady wiertnicze zawierające substancje niebezpieczne,
- płuczki wiertnicze zawierające baryt i odpady inne niż powyższe,
- płuczki wiertnicze zawierające chlorki i odpady inne niż powyższe.

a także odpady niewiertniczne m.in.: odpady zawierające rtęć, tworzywa sztuczne, lakiery, farby, oleje (silnikowe, hydrauliczne) i inne. W poniższej tabeli zestawiono ilość głównych rodzajów odpadów powstających podczas wiercenia odwiertu poszukiwawczego do głębokości 3 000 metrów.

**Tabela 4. Odpady powstające podczas wykonywania odwiertów**

Lp.	Rodzaj odpadu	Ilość (kg)
1.	Zużyta płuczka, zwierziny	2 849 000
2.	Odpady z tworzyw sztucznych	370
3.	Zużyte oleje	500

<sup>10</sup> J. Macuda, *Środowiskowe aspekty produkcji gazu ziemnego z niekonwencjonalnych złóż*, Przegląd Geologiczny, vol. 58, nr 3, 2010  
[http://www.pgi.gov.pl/images/stories/artykuly/gaz\\_lupkowy/pg\\_2010\\_03\\_18.pdf](http://www.pgi.gov.pl/images/stories/artykuly/gaz_lupkowy/pg_2010_03_18.pdf)

<sup>11</sup> J. Macuda, *Środowiskowe aspekty produkcji gazu ziemnego z niekonwencjonalnych złóż*, Przegląd Geologiczny, vol. 58, nr 3, 2010

4.	Zaolejone czyściwo	100
5.	Lampy fluorescencyjne i inne odpady zawierające rtęć	30
6.	Odpady spawalnicze i zużyte elektrody	20
7.	Złom żelaza i stali	1000
8.	Odpady po zabiegach stymulujących dopływ płynu złożowego do otworu	238 000

Źródło: J. Macuda, Środowiskowe aspekty produkcji gazu ziemnego z niekonwencjonalnych złóż, Przegląd Geologiczny, vol. 58, nr 3, 2010

Wpływ prac wiertniczych, wykonywanych w celu udostępnienia niekonwencjonalnych złóż gazu, na środowisko jest bardzo zróżnicowany i w istotnym stopniu zależy od: stanu stopnia zurbanizowania obszaru prowadzenia prac wiertniczych, wrażliwości poszczególnych elementów środowiska i zastosowanej organizacji oraz techniki i technologii wiercenia.

Na początku 2012 roku opublikowany został raport Instytutu Energii z Uniwersytetu Tekszańskiego w Austin<sup>12</sup> na temat wpływu prac poszukiwawczych i wydobywczych gazu łupkowego na środowisko naturalne. Autorzy raportu na podstawie analizy stanu prawnego oraz informacji uzyskanych od firm wydobywczych podsumowali badanie w następujący sposób<sup>13</sup>:

**“Nie znaleziono żadnych bezpośrednich dowodów na to, że proces szczelinowania hydraulicznego zanieczyszcza wody gruntowe”.**

Najważniejsze wnioski przedstawione w raporcie brzmią następująco:

- nie ma dowodów na to, że szczelinowanie zanieczyszcza wody gruntowe chemikaliami,
- nie zaobserwowano wycieków płynów szczelinujących z obszarów szczelinowania,
- wiele raportów dotyczących zanieczyszczenia wód podziemnych odnosi się do zdarzeń na konwencjonalnych złożach gazu ziemnego oraz ropy naftowej, nie mających związku ze szczelinowaniem hydraulicznym,
- najczęstszą przyczyną wycieków substancji chemicznych do wód jest nieszczelna cementacja odwiertu lub uszkodzenie jego orurowania,
- metan obecny w ujęciach wodnych najczęściej pochodził ze źródeł naturalnych i zazwyczaj był obecny w wodzie przed rozpoczęciem prac związanych z gazem łupkowym,
- większym zagrożeniem dla wód gruntowych jest wyciek z nieszczelnych zbiorników powierzchniowych, aniżeli sam proces szczelinowania,
- emisja zanieczyszczeń w związku z wydobyciem gazu łupkowego jest znacznie mniejsza niż z innych obszarów działalności człowieka,
- w wielu przypadkach firmy wydobywcze w zakresie ochrony środowiska podejmują więcej działań, aniżeli wymaga tego prawo.

<sup>12</sup> [http://energy.utexas.edu/images/ei\\_shale\\_gas\\_regulation120215.pdf](http://energy.utexas.edu/images/ei_shale_gas_regulation120215.pdf)

<sup>13</sup> <http://gazniekonwencjonalny.wordpress.com/2012/07/26/university-of-texas-szczelinowanie-hydrauliczne-nie-zanieczyszcza-wody-gruntowych/>