

Studia Ecologiae et Bioethicae  
UKSW  
11(2013)3

**MONIKA WÓJCIK**

PGNiG SA, Warszawa

## **Środowiskowe aspekty procesów poszukiwania i wydobywania gazu ze złóż niekonwencjonalnych typu *shale gas***

**Słowa kluczowe:** *gaz z łupków, wiertnia, zanieczyszczenia, odpady, środowisko, emisje*  
**Key words:** *shale gas, drilling rig, pollution, waste, environment, emissions*

### **SUMMARY**

#### **Environmental aspects of *shale gas* exploration and extraction processes**

Shale gas exploration and extraction processes creates a potential threat for all environmental elements like: air and noise emissions, contamination of surface and groundwater, soil pollutions, production of different types of waste or increasing water consumption. The degree of potential environmental impact depends especially on location and size of a drilling rig, level of urbanization of an area, sensitivity of environment to pollution and type of technological operations which depends on shale formation.

The paper presents main environmental hazards during shale gas exploration and extraction processes and ways of its reduce. Explain how investors can resolve problems with flowback water qualification, prepare drilling rig area or store hazardous materials and chemicals.

Generally impacts of drilling processes on the environment are well recognized. Legal compliance with environmental legislation and procedures like Health Safety & Environment Management System or

Environmental Management Systems can minimalized potential damages.

## Wprowadzenie

Gaz ziemny jest najczystszym spośród paliw kopalnych. W jego skład wchodzi prawie wyłącznie metan i obojętny azot, nie występuje w nim siarka oraz metale ciężkie. W porównaniu z węglem i olejem opałowym gaz ziemny w procesie spalania emituje znacznie mniej  $\text{NO}_x$ , CO,  $\text{CO}_2$  oraz PM. Eksploatacja niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego typu *shale gas* może przyczynić się do zmiany relacji na rynku energetycznym. I choć próby oceny dokładnych zasobów tego gazu oraz możliwości komercyjnej sprzedaży są przedwczesne, to faktem jest iż obecnie Polska jest jednym z najaktywniejszych regionów poszukiwań tego typu złóż gazu na świecie.

Pierwszym etapem wydobywania gazu z łupków jest wywiercenie pionowego otworu, zwykle na głębokość kilku kilometrów. Odwiert zabezpiecza się izolacją z rur okładzinowych i cementu, co uniemożliwia przedostawanie się płynów z odwiertu do skał i ze skał do odwiertu. Następnie rozpoczyna się wiercenie otworu poziomego. Kolejny etap to szczelinowanie – czyli poszerzenie naturalnych spękań w skałach. Zabieg ten polega na wtłoczeniu do otworu płynu hydraulicznego pod dużym ciśnieniem, który „rozpycha” szczeliny, uwalniając z nich gaz. Płyn szczelinujący składa się głównie z wody (około 95%), około 4,5% proppantu i około 0,5% związków chemicznych. W składzie płynu szczelinującego mogą się znaleźć substancje zwiększające lepkość płynu szczelinującego, stabilizatory ilów, łupków – najczęściej chlorek potasu, środki chemiczne usuwające bakterie z płynu szczelinującego. Wpompowany do otworu płyn wnika pod wpływem ciśnienia w szczeliny skał, rozszerzając je. Przez dodatek proppantu nie zamykają się one z powrotem, pozostając powiększone i otwierając gazowi drogę ku górze odwiertowi. – Przykładową konstrukcję urządzenia wiertniczego przedstawiono na rys. 1.

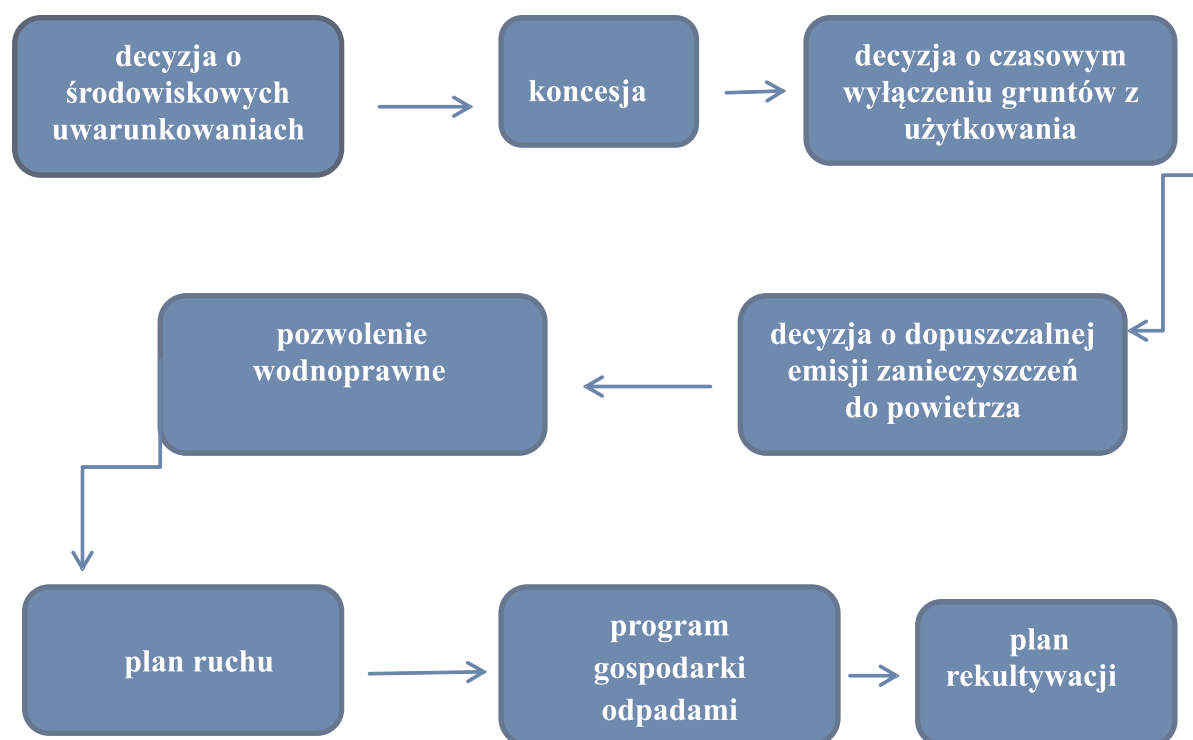


Rys. 1. Konstrukcja urządzenia wiertniczego (fot. Monika Wójcik)

Oddziaływanie procesu wydobywczego gazu z łupków na środowisko było i jest przedmiotem licznych badań i analiz naukowych. Wynika z nich, że prawidłowo prowadzone wydobywanie gazu z łupków nie ma wpływu na jakość wody pitnej, zanieczyszczenie powietrza i gleby, czy procesy sejsmiczne. Naukowcy nie widzą też zagrożeń dla zdrowia ludzi i zwierząt (Konieczńska et al. 2011), a zastosowanie wszystkich wymaganych prawem procedur i środków ostrożności stanowi podstawę do zabezpieczenia środowiska naturalnego. Prawo europejskie gwarantuje ochronę środowiska przed skutkami przemysłu wydobywczego. Do najważniejszych instytucji, które sprawują kontrolę bezpieczeństwa środowiskowego przy poszukiwaniach i wydobywaniu gazu z łupków należą: Ministerstwo Środowiska, Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Wyższy Urząd Górniczy oraz władze samorządowe. Rozpoznawanie, poszukiwanie i wydobywanie gazu z łupków jest możliwe jedynie na podstawie koncesji wydawanej przez Ministerstwo Środowiska. Inwestor jest zobowiązany do uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, która stanowi załącznik do

wniosku koncesyjnego (patrz rys. 2 poniżej). W uzasadnionych przypadkach należy przeprowadzić ocenę oddziaływania na środowisko (dotyczy to np. obszarów Natura 2000 lub ich sąsiedztwa). Następnie trzeba uzyskać zgodę właściciela na wykorzystanie nieruchomości, czy też pozwolenie wodno-prawne na korzystanie z wód. Obligatoryjne jest przy tym przestrzeganie przepisów: prawa geologicznego i górniczego, prawa ochrony środowiska, prawa wodnego, prawa o ochronie przyrody, przepisów o odpadach oraz odpadach wydobywczych. Za korzystanie ze środowiska niezgodnie z pozyskanymi decyzjami grożą kary finansowe lub nakaz zaprzestania działalności.

Mimo wszystko na każdym etapie działalności widoczny jest brak dyrektywy europejskiej dedykowanej wyłącznie prawu górnictwu, która regulowałaby wydobycie gazu łupkowego i ropy naftowej.



Rys. 2. Przykładowa droga pozyskania niezbędnych zezwoleń przed przystąpieniem do eksploatacji gazu z łupków

Do często wymienianych zagrożeń środowiskowych mogących wystąpić podczas poszukiwania i eksploatacji gazu z łupków należą (Za-

wisza, Macuda 2007): degradację gleb poprzez budowę wiertni i dróg dojazdowych, lokalne zanieczyszczenie powierzchni ziemi i gruntów paliwami, środkami myjącymi oraz materiałami służącymi do sporządzania płuczek wiertniczych, zanieczyszczenie wód powierzchniowych oraz podziemnych w wyniku awaryjnego odprowadzania do nich ścieków, przenikania zanieczyszczeń ze zbiorników odpadów, zachwianie równowagi hydrogeologicznej poprzez znaczny pobór wód, emisje hałasu oraz zanieczyszczeń atmosferycznych powstałych w wyniku spalania paliw. Co prawda prawidłowo wykonane wiercenia wykluczają możliwość skażenia gleb, wód powierzchniowych i gruntowych, spróbujmy się zająć praktyczną stroną eliminowania tych potencjalnych zagrożeń.

Nieodłącznym elementem przed, a także po rozpoczęciu prac związanych z wydobywaniem gazu łupkowego powinno być wykonanie badań stanu elementów środowiska naturalnego. Monitoring środowiska powinien obejmować wizję lokalną w terenie, opis elementów przyrodniczych i środowiskowych w rejonie wiertni, analizę gleby, podglebia i powietrza glebowego w zakresie stężenia metanu oraz monitoring jakości wód podziemnych i powierzchniowych.

## **1. Ochrona przed hałasem**

Hałas jest niewątpliwie jedną z największych uciążliwości dla najbliższego otoczenia wiertni. Jednak ten generowany z urządzeń wiertniczych jest tylko niewiele większy od powodowanego przez ruch uliczny w dużym mieście.

Za generowanie hałasu odpowiedzialne są najczęściej:

- sprzęt i maszyny budowlane podczas montażu i rekultywacji (dźwigi, koparki, spychacze),
- obiekty stacjonarne i urządzenia technologiczne: wyciąg wiertniczy, pompy, kompresory, agregaty prądotwórcze, sita wibracyjne,
- transport – pojazdy ciężarowe (do przewozu surowców, materiałów i odpadów) i osobowe.



W celu ograniczenia negatywnego oddziaływania hałasu na środowisko należy lokalizować wiertnie z dala od zabudowań mieszkalnych oraz otoczyć teren wiertni wałem ziemnym (najlepiej ze zdjętej warstwy humusu) o wysokości do 2,5 [m]. Dodatkowo oszalowanie szybu wiertniczego specjalnymi blatami ochronnymi tłumi hałas o 25 [dB]. Kontenery zaplecza technicznego i socjalnego można wykorzystać jako ekrany akustyczne. Oczywiście ruch pojazdów powinien odbywać się w ciągu dnia do godziny 22:00.

## **2. Emisje CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, węglowodorów alifatycznych oraz pyłów do powietrza**

Głównymi źródłami emisji podczas poszukiwania i wydobywania są przede wszystkim:

- urządzenia wiertnicze i pompy płuczkowe o napędzie spalinowym,
- agregaty prądotwórcze na olej opałowy,
- kotłownie c.o. spalające olej opałowy,
- prace spawalnicze,
- transport samochodowy.

Aby ograniczyć emisje korzystniej jest zastępować urządzenia napędzane silnikami spalinowymi na silniki elektryczne. A jeśli już są one wykorzystywane to należy używać wysokiej jakości paliw. Kotłownie węglowe można zastępować wytwornicami pary lub kotłowniami kontenerowymi opalanymi olejem. Obligatoryjna jest okresowa kontrola sprawności kotłów oraz przeglądy i konserwacje.

## **3. Oddziaływanie na powierzchnię gleby i ziemi**

Przeprowadzanie eksploatacji złóż gazu z łupków wiąże się z czasowym wyłączeniem gruntu o powierzchni około 1-1,5 [ha] z produkcji rolnej oraz zmianą sposobu jego użytkowania. Istnieje przy tym potencjalna możliwość zanieczyszczenia gleby i ziemi paliwami, olejami, czy substancjami chemicznymi służącymi do przygotowania płuczki.

W związku z powyższym w ramach prac przygotowawczych, jeszcze przed rozpoczęciem działalności, należy uszczelnić teren wiertni w miejscach stosowania substancji potencjalnie niebezpiecznych (hala maszyn, magazyny płuczkowe, magazyny paliw i smarów, pojemniki z odpadami) za pomocą geomembrany (np. folia PEHD), na której zazwyczaj dopiero układa się betonowe, kompozytowe bądź asfaltowe płyty. Przechowywanie substancji pomocniczych oraz odpadów i ścieków powinno odbywać się w szczelnych zbiornikach lub kontenerach. Konieczne jest też wykonanie rowu opaskowego wokół wiertni, który będzie zbierał wody opadowe. Zastosowanie powyższych rozwiązań stanowi dodatkowe zabezpieczenie gruntu oraz wód gruntowych przed migracją zanieczyszczeń w głąb profilu w wyniku ewentualnej awarii.

#### **4. Ochrona wód**

Istnieje potencjalna możliwość zanieczyszczenia wód podziemnych z powierzchni terenu na którym usytuowana jest wiertnia oraz „od strony” otworu wiertniczego. Jak już wspomniałam wcześniej, odwierty są cementowane i omurowywane co zabezpiecza horyzonty wodonośne i wyklucza możliwość zanieczyszczenia wód gruntowych. W celu zapobiegania zanieczyszczeniu wód powierzchniowych, gruntów i wód podziemnych w wyniku migracji zanieczyszczeń rozlanych na terenie wiertni do sporządzania płuczek wiertniczych powinno się używać materiałów posiadających atest oraz powinny być one przechowywane na odpowiednio zabezpieczonych miejscach. Dodatkowym zabezpieczeniem przed migracją zanieczyszczeń są płyty betonowe i folia PHED pod terenem wiertni. Wszelkie wytworzone ścieki bytowe muszą być gromadzone w szczelnych zbiornikach oraz sukcesywnie wywożone do oczyszczalni ścieków w celu zutylizowania.

Z wydobywaniem gazu ziemnego z formacji łupkowych nierozzerwalnie wiąże się także proces szczelinowania hydraulicznego. Średnio w trakcie szczelinowania do otworu zatłacza się od 1000 do 5000 [m<sup>3</sup>] wody. Takich zabiegów wykonuje się kilkanaście, co daje łącznie zużycie wody

na poziomie od 10 000 do 70 000 [m<sup>3</sup>] wody. Po każdym szczelinowaniu na powierzchnię wraca średnio od 20-50 % zatłoczonego płynu, który jest wykorzystywany do kolejnych zabiegów. W Polsce szczelinowanie nie może zanieczyścić wód podziemnych, ponieważ wykonuje się je na głębokościach ok. 3 tysięcy metrów, podczas gdy wody użytkowe podziemne znajdują się na głębokości 100-200 m. Analizy przeprowadzone dla obszaru potencjalnej produkcji gazu łupkowego wskazują, że pobór wody do procesu szczelinowania nie wpływa znacząco na bilans wodny. Dodatkowo, aby ograniczyć ilość pobieranej wody istnieje możliwość wykorzystania do celów szczelinowania wód powierzchniowych, wód technologicznych (poprodukcyjnych), czy solanek. Ponadto trwają prace badawcze nad opracowaniem metody wykonywania szczelinowania płynami na bazie skroplonych gazów (np. propan, azot, dwutlenek węgla).

## 5. Odpady

W procesie wiercenia i eksploatacji otworów powstają odpady wiertnicze, ale również socjalno-bytowe (patrz tabela nr 1 poniżej). Charakteryzują się one zróżnicowanym składem chemicznym, właściwościami mechanicznymi oraz potencjalnym stopniem szkodliwości dla środowiska.

<b>kod odpadu</b>	<b>rodzaj</b>	
01 05 05*	płuczki i odpady wiertnicze zawierające ropę naftową	odpady wiertnicze
01 05 06*	płuczki i odpady wiertnicze zawierające substancje niebezpieczne	
01 05 07	płuczki wiertnicze zawierające baryt i odpady inne niż wymienione w 01 05 05 i 01 05 06	
01 05 08	płuczki wiertnicze zawierające chlorki i odpady inne niż wymienione w 01 05 05 i 01 05 06	



06 04 04*	odpady zawierające rtęć	odpady pozostałe
07 02 13	odpady z tworzyw sztucznych	
08 01 11*	odpady farb i lakierów zawierających rozpuszczalniki organiczne lub inne substancje niebezpieczne	
13 01 05*	emulsje olejowe nie zawierające związków chlorowcoorganicznych	
13 01 10*	mineralne oleje hydrauliczne nie zawierające związków chlorowcoorganicznych	
13 02 06*	syntetyczne oleje silnikowe, przekładniowe i smarowe	
15 02 02*	sorbenty, materiały filtracyjne (filtry olejowe ujęte w innych grupach), tkaniny do wycierania (np. szmaty) i ubrania ochronne zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi (np. PCB)	

(\* odpady niebezpieczne)

**Tab. 1.** Przykładowe rodzaje i klasyfikacja powstających odpadów podczas prac wydobywczych gazu z łupków (D)

Powstawaniu odpadów w czasie prowadzenia prac wiertniczych nie da się zapobiec. Aby jednak zminimalizować ich ilość na terenie wiertni powinien powstać program gospodarowania odpadami wydobywczymi. Wszystkie odpady należy gromadzić w specjalnie dla nich przeznaczonych zbiornikach, pojemnikach i kontenerach oraz sukcesywnie wywozić do składowania, wykorzystania lub utylizacji. Do najlepszych rozwiązań chroniących środowisko należą przede wszystkim:

- zamknięty obieg i odzysk płuczki (zastosowanie siatki na sitach wiibracyjnych o odpowiedniej wielkości oczek pozwala na skuteczne oddzielenie fazy stałej i płynnej, dodatkowe urządzenia w systemie oczyszczania tj. wirówka, odmulacz, piaskownik),
- płuczki o małej toksyczności (tzn. bentonitowej lub polimerowej zamiast chlorkowej),
- czyściwa papierowe zamiast tkaninowych,
- stosowanie olejów smarowych i filtrów o wydłużonym okresie użytkowania,
- biodegradowalne środki neutralizujące substancje ropopochodne,

- eliminowanie źródeł światła zawierających rtęć (światłówki),
- oszczędny pobór wód – opomiarowanie.

Problemem pojawiającym się podczas eksploatacji gazu z łupków jest prawidłowe zakwalifikowanie cieczy używanej do szczelinowania. Zgodnie z obowiązującymi przepisami ciecz wykorzystana do zabiegów szczelinowania może być uznana zarówno za odpad jak i za ścieki (C; D; F; G). Wszystko zależy od możliwości jej zagospodarowania. Jeśli ciecz po szczelinowaniu, może zostać oczyszczona do odpowiednich parametrów umożliwiających jej uwolnienie do środowiska, wówczas powinna być uznana za ścieki. W przypadku natomiast, gdy nie jest możliwe uzyskanie wymaganych prawem parametrów ciecz powinna być uznana za odpad i konsekwentnie zagospodarowana poprzez poddanie procesowi odzysku lub unieszkodliwienie. Analiza klasyfikacji cieczy zabiegowej jako odpad lub ściek może być przeprowadzona tylko w konkretnym stanie faktycznym, gdy znany jest jej skład. W każdym takim przypadku warto wystąpić indywidualnie do Ministerstwa Środowiska w celu rozważenia zasadności danej klasyfikacji. W karcie informacyjnej przedsięwzięcia (raporcie) powinien znaleźć się ogólny opis technologii, szacunkowa ilość potrzebnej wody, wskazanie krotności jej wykorzystania oraz chęć zagospodarowania zgodnego z prawem po jej wykorzystaniu.

### **Wnioski**

Podsumowując należy stwierdzić, iż oddziaływanie prac wiertniczych na środowisko jest bardzo dobrze rozpoznane. Jego stopień zależy jednak przede wszystkim od rodzaju i techniki wykonywanych prac przy udostępnianiu danego złoża, obszaru jaki zajmuje wiertnia oraz stopnia zurbanizowania okolicy. Zazwyczaj oddziaływanie ma charakter krótkotrwały, a większość z rzeczywistych presji takich jak hałas, czy przekształcenie powierzchni ziemi jest całkowicie odwracalne. Kluczem do efektywnej gospodarki złożami gazu łupkowego jest dbałość o minimalizowanie ewentualnego negatywnego wpływu na środowisko

działań poszukiwawczych i wydobywczych, a także zapewnienie systemu rekultywacji i rekompensat. Pozwala to na przywrócenie równowagi przyrodniczej i wszystkich walorów krajobrazowych danego terenu. Potencjalne awarie zaistniałe na przykład z powodu zawodności sprzętu, błędów ludzkich, czy nie do końca przewidzianych warunków złożowych, można ograniczyć chociażby poprzez przestrzeganie procedur przepisów BHP, Systemów Zarządzania Środowiskowego oraz Health, Safety and Environment. Ponadto skutki awarii da się z powodzeniem usuwać bez szkody dla środowiska.

## **Bibliografia**

### **Literatura**

- Dubiel S., Macuda J., Jamrozik A., 2003, *Ocena wpływu technologii stosowanych w wiertnictwie naftowym na środowisko gruntowo-wodne*, Wiertnictwo, Nafta, Gaz, Vol.20/2, s. 331–342.
- Engel Z., 2001, *Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem*, Wyd. WNT, Warszawa.
- Gaweł B., Gaweł A., 2010, *Fenomen gazu łupkowego, czyli postęp w branży naftowo-gazowniczej*, Wyd. Logos, Zielona Góra.
- Konieczńska M., Woźnicka M., Antolak O., Janica R., Lichtarski G., Nidental M., Otwinowski J., Starzycka A., Stec B., Grzegorz W., 2011, *Badania aspektów środowiskowych procesu szczelinowania hydraulicznego wykonanego w otworze Łebień LE-2H*, Wyd. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Raczkowski J. (red), 2012, *Rzeczpospolita łupkowa. Studium wiedzy o gazie z formacji łupkowych*, Praca naukowa Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie, Nr 183.
- Zawisza L., Macuda J., 2007, *Ocena zagrożeń dla środowiska naturalnego występujących przy poszukiwaniu i rozpoznawaniu oraz podczas eksploatacji złóż węglowodorów*, CAG PIG, Warszawa.

## **Akty prawne**

- (A) Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. 2004 r. Nr 121 poz.1266).
- (B) Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U 2008 r. Nr 25 poz. 150 z późn. zm.).
- (C) Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. 2005 r. Nr 239 poz. 219 z późn. zm.).
- (D) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. z 2001 r. Nr 112, poz. 1206).
- (E) Ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie (Dz.U. 2007 Nr 75 poz.493 z późn. zm.).
- (F) Ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (Dz.U. 2008 Nr 138, poz.865).
- (G) Ustawa z dnia 27 kwietnia 2011 r. o odpadach (Dz.U.2007 Nr 39 poz. 251).
- (H) Ustawa Prawo geologiczne i górnicze z dnia 9 czerwca 2011 r. (Dz. U. Nr 163, poz. 981).