

Środowiskowe aspekty poszukiwania, rozpoznawania i wydobywania gazu z niekonwencjonalnych źródeł w Polsce

cz. I

dr Monika Koniecznyńska

Warsztaty pt.:

„Prawno-organizacyjne aspekty poszukiwania, rozpoznawania
i wydobywania gazu z niekonwencjonalnych źródeł w Polsce”

Warszawa, 18.06.2013 r

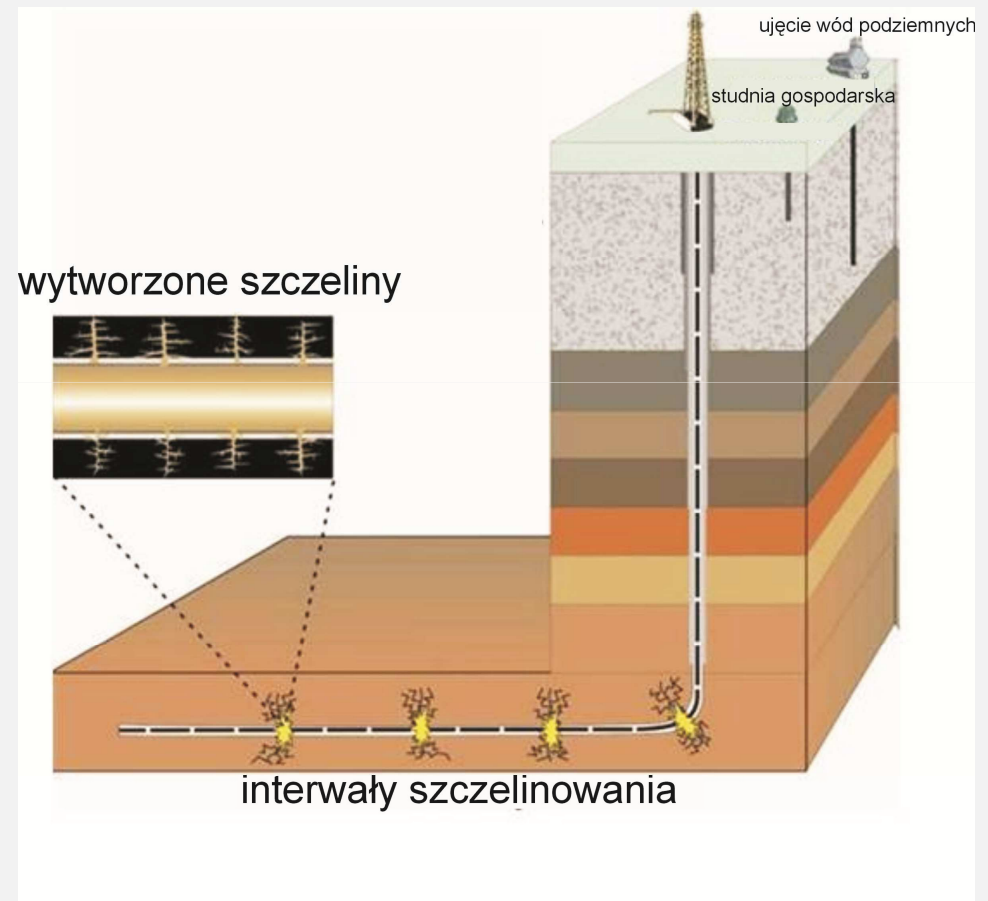
Niekonwencjonalne źródło – – niekonwencjonalna technologia

Wydobycie gazu z łupków za pomocą odwiertów:

- odwiert pionowy – pozwala na osiągnięcie odpowiedniej głębokości
- odwiert poziomy – pozwala na penetrację formacji złożowej

Gaz łupkowy występuje w skałach o bardzo małej przepuszczalności – nie wystarczy dowieźć się do pokładów gazonośnych, trzeba jeszcze uruchomić przepływ

Przepływ uruchamia się przez zabiegi szczelinowania hydraulicznego, które powodują poprawę przepuszczalności skały zbiornikowej, ale jedynie w zasięgu oddziaływania tych zabiegów – w strefie do kilkudziesięciu metrów od odwiertu



Jeszcze o technologii wydobycia

Efektywne wykorzystanie złoża wymaga stosunkowo gęstej siatki odwiertów

Powierzchnia obszaru zajmowanego na potrzeby prowadzenia poszukiwania i eksploatacji gazu łupkowego wynosi zwykle od 0,5 do 3 ha

Na tym terenie charakterystyczne są zbiorniki na płyny technologiczne



Głębokości odwiertu pionowego w warunkach polskich: 3,0 – 4,5 km

Długość poziomych odcinków kierunkowych – obecnie może dochodzić już do 3,5 km

Liczba odwiertów poziomych wykonanych z pojedynczej lokalizacji – od 10 do 20



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

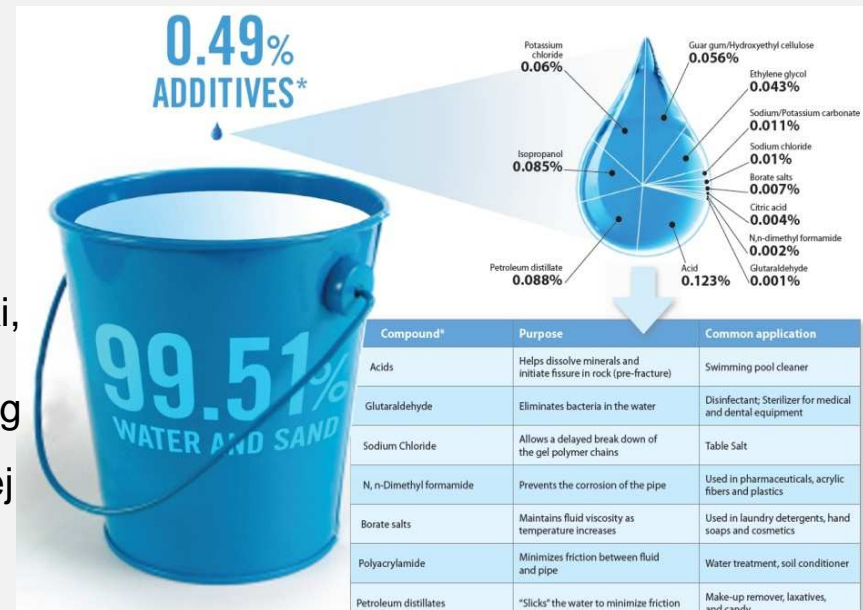
Szczelinowanie hydrauliczne

płyn szczelinujący i płyn zwrotny

- woda słodka lub nisko zmineralizowana solanka, od 1 000 do 5 000 m³ na pojedynczy zabieg
- substancje chemiczne, regulujące m.in.: lepkość, ciężar właściwy, pH, eliminujące bakterie, zapobiegające korozji; mniej niż 0,5%

(przy użyciu 5 000 m³ wody 25 t chemikaliów)

- materiał podsadzkowy (tzw. propant): piasek, materiały ceramiczne, metalowe i plastikowe kulki, płyny polimerowe przekształcające się w siatkę splątanych włókien; około 250 ton na jeden zabieg
- tłoczony do otworu pod ciśnieniem nawet powyżej 600 barów
- przy powrocie – mniej propantu, ale możliwe niespodzianki jak podwyższone promieniowanie, dodatkowe substancje rozpuszczone, metale ciężkie, przyptyw wód złożowych



Ogólny skład płynu szczelinującego

- ❖ **Kwasy inicjujące proces szczelinowania** poprzez chemiczną destrukcję (rozpuszczanie) składników łupków. Zawartość kwasów wynosi ok. 0,123 %.
- ❖ **Środki zmniejszające tarcie** pomiędzy płynem szczelinującym a rurą. Zawartość tych środków wynosi ok. 0,088 %.
- ❖ **Surfaktanty** – substancje pianotwórcze, zmniejszające napięcie powierzchniowe płynu. Zawartość ok. 0,085 %.
- ❖ **Inhibitory hydratacji skał ilastych (łupków) (scale inhibitor)**. Zapewniają przepuszczalność dla płynu szczelinującego, zapobiegając pęcznieniu łupków. Zawartość ok. 0,06 %.
- ❖ **Substancje zapobiegające wytrącaniu się osadu (kamienia) w rurze**, zawartość ok. 0,043 %.
- ❖ **Substancje regulujące wartość pH**, zawartość ok. 0,011 %.
- ❖ **Zagęstniki (gelling agent)**, których zadaniem jest podniesienie lepkości płynu. Poprawiają transport propantu i zwiększają jego ilość możliwą do zastosowania. Ulegają usieciowaniu (polimeryzacji), co poprawia ich właściwości. Zawartość ok. 0,056 %.
- ❖ **Substancje sieciujące żel (crosslinkers)**, zawartość ok. 0,007 %.
- ❖ **Składniki rozkładające żel**, działające z opóźnieniem (**breaker**). Pozwala to na powrotne odpompowanie płynu i jego częściowy (ok. 60 %) odzysk, zawartość ok. 0,01 %.
- ❖ **Substancje zapobiegające wytrącaniu się tlenków metali**, zawartość ok. 0,004 %.
- ❖ **Substancje antykorozyjne** i usuwające tlen, zawartość ok. 0,002 %.
- ❖ **Biocydy**, zawartość ok. 0,001 %.
- ❖ **Proppant** – materiał ziarnisty, zapewniający utrzymanie otwartych szczelin podczas uwalniania się gazu z łupków.



Typowy skład płynu szczelinującego

- Kwas solny 15 % (HCl), stężenie ok. 1230 mg/l, powoduje rozpuszczenie niektórych minerałów, zapoczątkowując kruszenie skał (szczelinowanie);
- Oleje mineralne – frakcja cięższych węglowodorów, stężenie ok. 880 mg/l., zmniejszają tarcie pomiędzy płynem a powierzchnią rury;
- Izopropanol ($\text{H}_3\text{CCHOHCH}_3$), stężenie ok. 850 mg/l, zwiększa lepkości płynu szczelinującego;
- Hydroksymetyloceluloza (modyfikowany polisacharyd), stężenie ok. 560 mg/l, pełni rolę zagęstnika;
- Guma guar (polisacharyd złożony z galaktozy i mannozy) - stosowana zamiennie lub razem z hydroksymetylocelulozą;
- Glikol etylenowy ($\text{HOH}_2\text{CCH}_2\text{OH}$), stężenie ok. 430 mg/l, zapobiega powstawaniu osadu (kamienia) na powierzchni rury;
- Kwas cytrynowy [$\text{HOOCCH}_2\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH}$], stężenie ok. 40 mg/l, zapobiega wytrącaniu się wodorotlenków metali;
- N,N-dimetyloformamid [$\text{HCON}(\text{CH}_3)_2$], stężenie ok. 20 mg/l, środek antykorozyjny;
- Aldehyd glutarowy [$\text{OHC}(\text{CH}_2)_3\text{CHO}$], stężenie ok. 10 mg/l, środek bakteriobójczy, zapobiega rozwojowi bakterii powodujących korozję żelaza;
- Chlorek potasu (KCl), stężenie ok. 600 mg/l, składnik stabilizujący łupki – inhibitor hydratacji skał ilastych;
- Poliakrylamid (polielektrolit) [$-(\text{H}_2\text{CCHCONH}_2)_n-$], stosowany jest razem z olejami mineralnymi i KCl jako czynnik zmniejszający tarcie i stabilizujący łupki, również jako zagęstnik, zwiększający lepkość cieczy szczelinującej;
- Węglan sodu lub potasu (Na_2CO_3 , K_2CO_3), stężenie ok. 110 mg/l, utrzymują działanie innych składników;
- Borany ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), stężenie ok. 70 mg/l, pozwalają utrzymać pożądaną lepkość cieczy mimo wzrostu temperatury;
- Disiarczyn(IV) sodu ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), usuwa tlen, zapobiegając korozji rur;
- Chlorek sodu (NaCl), stężenie ok. 100 mg/l, umożliwia opóźniony rozkład polimerów;
- Nadtlenosiarczan amonu [$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$], zapewnia opóźniony rozpad polimerów.



Profil toksyczności - zestawienie danych ekotoksykologicznych składników płynu szczelinującego i ocena ich ekotoksyczności wg Persoone, (1993).

Składnik cieczy technologicznej	Organizm testowy	LC(EC) 50 [mg/l]	TUa	Klasa	Ocena toksyczności	PNEC – ocena ryzyka [mg/l]
Chlorek sodu	<i>Daphnia magna</i>	1413,22	0,07	I	nieznacznie toksyczny	1,41
Alkohol izopropylowy	<i>Crangon crangon</i>	1150,00	0,74	I	nieznacznie toksyczny	1,15
Glikol etylenowy	<i>Oryzias latipes</i>	1000,00	0,43	I	nieznacznie toksyczny	1,00
Węglan sodu	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	199,80	0,55	I	nieznacznie toksyczny	0,20
Kwas cytrynowy	<i>Carcinus maenas</i>	160,00	0,25	I	nieznacznie toksyczny	0,16
N, n- dimetyloformamid	<i>Crangon crangon</i>	100,00	0,20	I	nieznacznie toksyczny	0,10
Aldehyd glutarowy	<i>Daphnia magna</i>	3,5	2,86	II	toksyczny	0,003
Kwas solny	<i>Netrium digitus</i>	25,00	50,00	III	bardzo toksyczny	0,025
Guma guar	<i>Daphnia magna</i>	24,1	23,23	III	bardzo toksyczny	0,024
Chlorek potasu	<i>Lampsilis straminea claubornen</i>	13,5	44,40	III	bardzo toksyczny	0,013
Bor	<i>Hyaella azteka</i>	3,04	23,02	III	bardzo toksyczny	0,003
Destylaty ropy naftowej	<i>Cancer magister</i>	0,038	23158	IV	ekstremalnie toksyczny	0,00004



Oddziaływanie na środowisko

Atmosfera

- Emisja hałasu na terenie wiertni
- Emisja hałasu wzdłuż ciągów komunikacyjnych
- Emisja gazów i pyłów z urządzeń wiertniczych
- Emisja gazów i pyłów z transportu kołowego
- Potencjalna emisja migrującego gazu w strefie przyodwiertowej



Oddziaływanie na środowisko

Powierzchnia terenu

- Czasowe wyłączenie terenu wiertni z normalnego użytkowania, ale
technologia otworów kierunkowych z jednej lokalizacji pozwala znacząco ograniczyć ilość terenu przeznaczanego pod wiertnie
- Produkcja odpadów i ścieków
- Potencjalne zagrożenie wywołaniem drgań sejsmicznych



Gleba i grunt

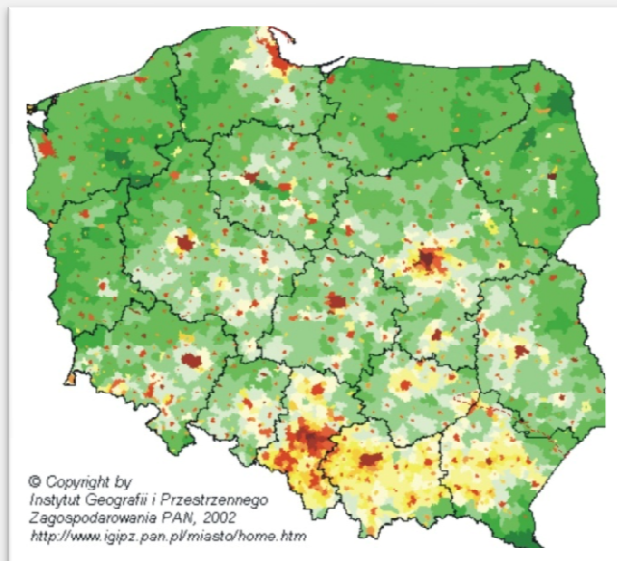
- Degradacja warstwy gleby
- Kompakcja warstw podglebia pod wpływem długotrwałego obciążenia
- Możliwość zanieczyszczenia przez awaryjne wycieki płynów technologicznych, paliw oraz olejów i smarów



Oddziaływanie na środowisko

Elementy przyrody ożywionej...

- Natura 2000
- Inne obszary chronione
- Korytarze ekologiczne
- Okresy lęgowe i ochronne



... i Człowiek

- Obszary zaludnione
- Tereny rekreacyjne
- Struktura zatrudnienia



Szczególnie podatne na wszelki niekorzystny wpływ w fazie eksploatacji



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Wiedza podstawą bezpieczeństwa środowiska

- ✓ Doświadczenia innych krajów
- ✓ Dane archiwalne i literaturowe
- ✓ Analogie i analizy teoretyczne
- ✓ Akcje informacyjne przedsiębiorstw



- ✓ Wyniki kompleksowych badań i rzetelna wiedza ekspertów



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

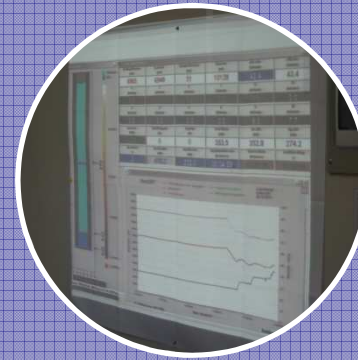
Dedykowany monitoring kontrolny procesów oraz badawczy środowiska



Monitoring
ilościowy
procesu



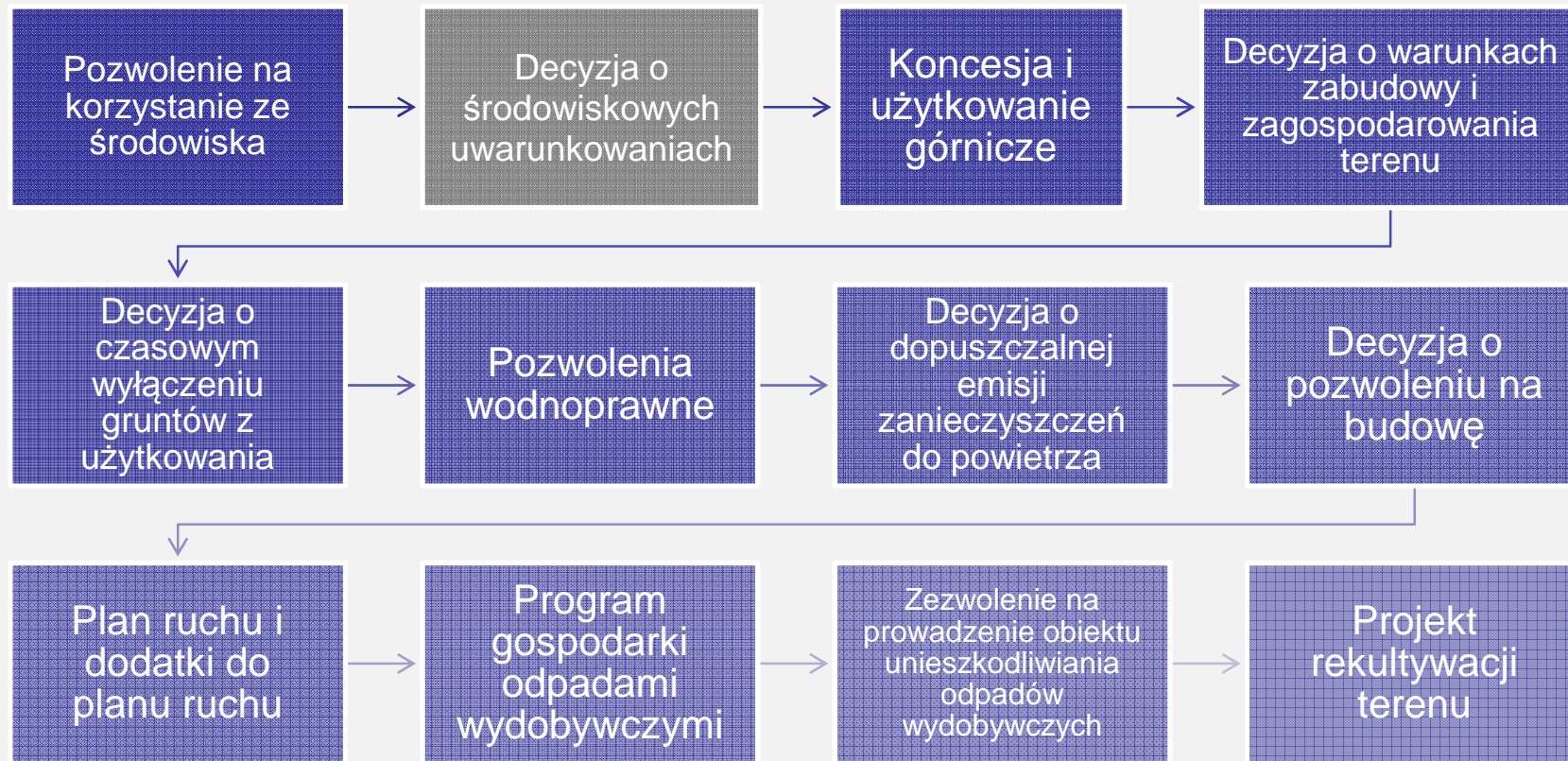
Monitoring
stanu
środowiska



Monitoring
procedur

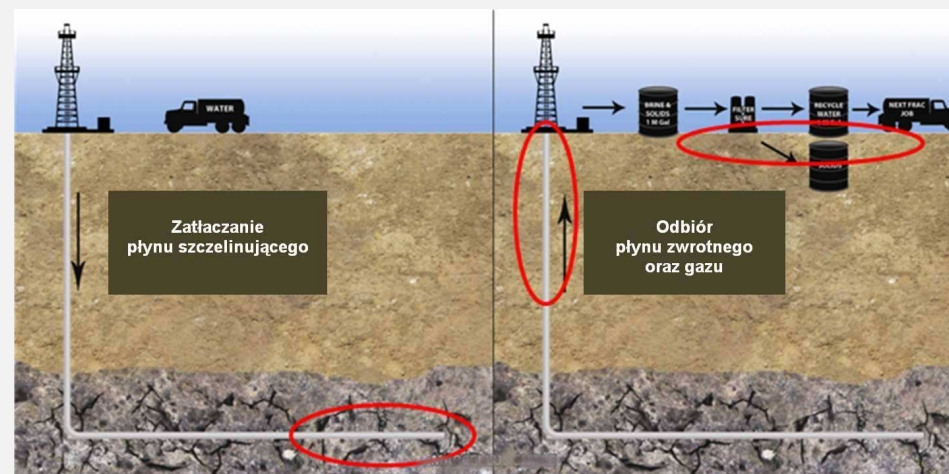


Monitoring procedur



Monitoring stanu środowiska

- Określenie możliwych dróg migracji zanieczyszczeń
- Identyfikacja potencjalnych zagrożeń i wybór odpowiednich metod pomiarowych
- Badania znacznikowe wód i gruntów, w tym powietrza gruntowego
- Ocena stanu środowiska na poszczególnych etapach prac



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Monitoring ilościowy

- Ilość pobieranej wody ⇒ źródła zaopatrzenia w wodę (bilansowanie)
- Ilość wytwarzanych odpadów i ścieków
- Ilość i rodzaj użytych środków chemicznych
- Wielkość emisji gazów i pyłów
- Wibracje i drgania sejsmiczne
- Natężenie hałasu
- Natężenie ruchu kołowego



GOSPODARKA ODPADAMI – klasyfikacja

Odpady wiertnicze to (klasyfikacja według Katalogu odpadów):

Grupa 01 - Odpady powstające przy poszukiwaniu, wydobywaniu, fizycznej i chemicznej przeróbce rud oraz innych kopalin

Podgrupa 01 05 - Płuczki wiertnicze i inne odpady wiertnicze,

Rodzaje:

- **01 05 04** – Płuczki i odpady wiertnicze z odwiertów wody słodkiej
- **01 05 05*** – Płuczki i odpady wiertnicze zawierające ropę naftową,
- **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,
- **01 05 99** – Inne nie wymienione odpady.

***- odpady niebezpieczne**



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

GOSPODARKA ODPADAMI

Odpady wiertnicze powstają:

- podczas wykonywania otworu - zużyta płuczka oraz zwierciny (urobek)
- podczas procesów szczelinowania
 - **płyn zwrotny – wciąż brak szczegółowych wytycznych co do procedur postępowania**
 - **odpad stały – efekt oczyszczania płynu zwrotnego, głównie powracający proppant**



W wierteniach poszukiwawczych ropy naftowej i gazu ziemnego przyjmuje się, że średnia ilość wytwarzanych odpadów wiertniczych na jeden otwór bez szczelinowania może wynieść:

2 500 – 6 000 Mg

Przy szczelinowaniu ilość płynu zwrotnego podczas uruchomienia złoża w jednym otworze:

ok. 3 000 Mg

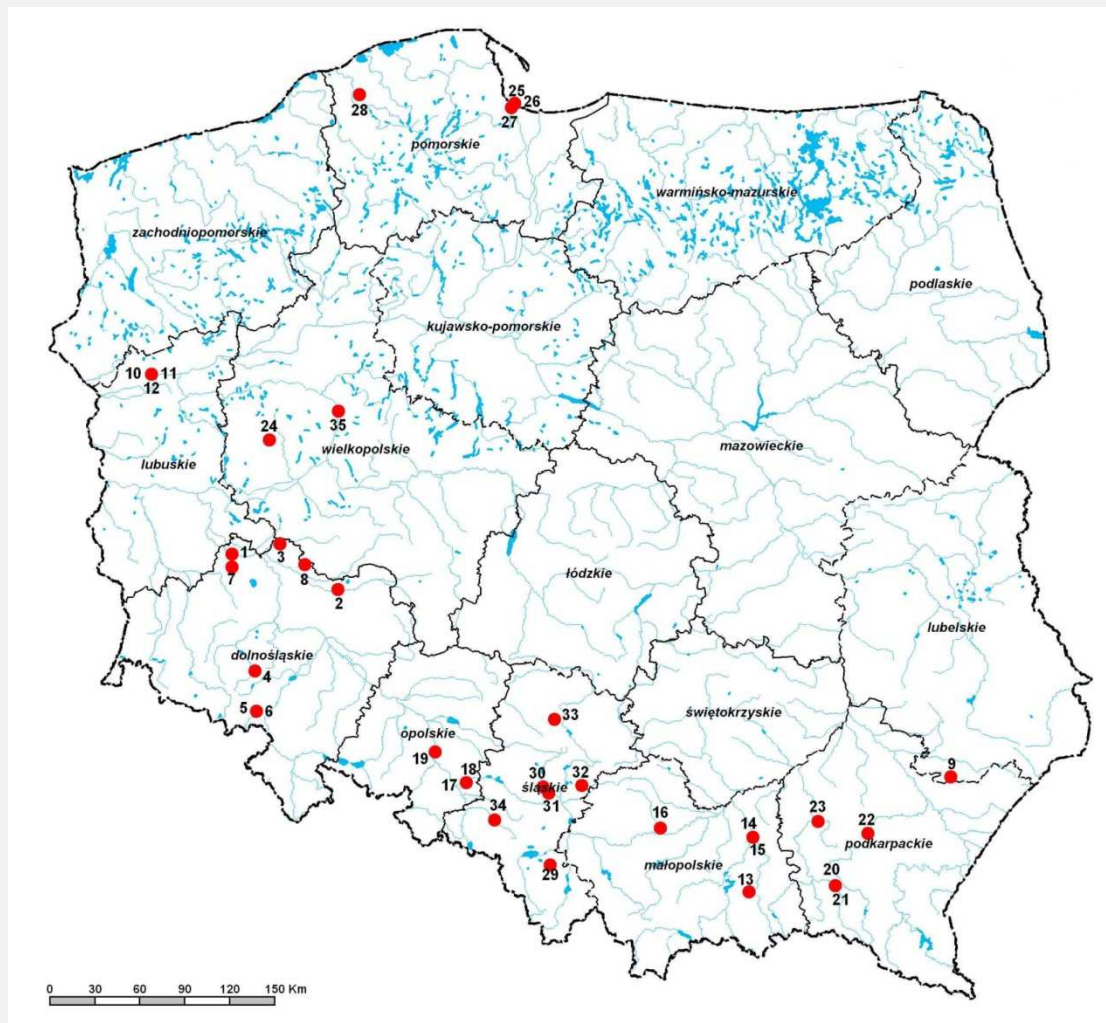
Właściwości odpadów wiertniczych:

- duże uwodnienie (30-40% wody – zwierciny, 70-80% wody – zużyta płuczka),
- zazwyczaj wysoki odczyn pH (nawet powyżej 11),
- duże stężenia chlorków (do 90 000 mg/dm³) i siarczanów (do 20 000 mg/dm³),
- ? **potencjalnie wysoka zawartość substancji szkodliwych dla środowiska: metale ciężkie (Pb, Cr, Cd, Cu, Zn, Mn, Fe), substancje ropopochodne (tłuszcze, oleje i smary), inne...**
- ? **możliwa podwyższona radioaktywność,**
- zawartość innych substancji użytych do sporządzenia płuczek, płynów technologicznych i produktów ich rozpadu oraz reakcji pomiędzy składnikami (np. inhibitory korozji, biocydy, alkalia, kwasy).



GOSPODARKA ODPADAMI – płyn zwrotny

Obsęki produkcji i najeb z poddania i odpadów w gubw 01 05 w Polsce (stan: marzec 2012)



Płyn zwrotny – praktyka w Polsce

Do 2011 roku

- ✓ najczęściej nie wyszczególniany jako odpad
- ✓ określany jako: ciecz robocza, wody złożowe – bez podania szczegółów dalszego zagospodarowania

Od 2011 roku

- ✓ najczęściej traktowany jako odpad o kodzie 01 05 99
- ✓ inne używane kody: 01 01 02, 01 05 06*, 01 05 08



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

GOSPODARKA ODPADAMI – instalacje

Typy instalacji w których może odbywać się odzysk lub unieszkodliwienie odpadów w Polsce
(w nawiasach liczba instalacji, które przyjmują odpady wiertnicze oraz zdolność przerobowa tych odpadów Mg/r):



linie do odwadniania i zestalania odpadów (1 stała, linie mobilne)
48 000 Mg/rok



instalacje do produkcji paliw alternatywnych (5)
43 400 Mg/rok



instalacje stosujące metody fizyko-chemiczne (2)
123 400 Mg/rok



instalacje do produkcji materiałów budowlanych (1)



oczyszczalnie ścieków przemysłowych (5)
122 157 Mg/rok



kruszarki, rozdrabniarki (1)
30 000 Mg/rok



cementownie (1)
3 452 000 Mg/rok



wyeksplataowane złożo gazu ziemnego – zatłaczanie odpadów do górotworu (1)



spalarnie odpadów (5)
32 250 Mg/rok



składowisko odpadów wiertniczych we Wronowie (1) i pozostałe składowiska (???)



pozostałe instalacje do odzysku lub unieszkodliwiania odpadów (8)
159 800 Mg/rok



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl



Drilling Waste Management Information System

The information resource for better management of drilling wastes

Search:



Technology Descriptions

Federal & State Regulations

Technology Identification

Home > Technology Identification

Drilling Waste Management Technology Identification Module

The **Technology Identification Module** is an interactive tool for identifying appropriate drilling waste management strategies for a given well location and circumstances.

The Technology Identification Module follows the philosophy of a [waste management hierarchy](#). Waste management options with the lowest environmental impacts are encouraged ahead of those with more significant environmental impacts. The Technology Identification Module helps identify waste management options, but users should also consider their own site-specific [costs](#) and [waste volumes](#).

How it Works

Users will be asked to answer a series of questions about the location of the well site, physical features of the site that may allow or inhibit the use of various options, whether the regulatory agency with jurisdiction allows or prohibits particular options, and whether cost or the user's company policy would preclude any options. Nearly all questions are set up for only "yes" or "no" responses. Depending on how the initial questions are answered, users will face from 15 to 35 total questions. Some of these can be answered immediately, while others may require some additional investigation of other portions of this web site or external information. Suitable options will be identified as users complete the questions, and users will be able to print out a summary of suitable options when the process is completed.

[Click here to begin](#)

First-time users are encouraged to run quickly through the list of questions and provide sample answers to see the types of information that are needed to complete the questions. Then they can return to answer questions more carefully and to explore multiple options.

[Contact Us](#) :: [Privacy/Security](#)



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

<http://web.ead.anl.gov/dwm/tim/index.cfm>

Jak wydobywać gaz i nic nie tracić

- Odpowiednie regulacje prawne
- Stała współpraca nauki, przemysłu i administracji
- Odpowiedzialny i uczciwy dialog ze społeczeństwem i organizacjami ekologicznymi
- Stosowanie nowoczesnych technologii gwarantujących minimalizację wszelkich emisji
- Racjonalne wykorzystanie zasobów wód oraz dalszy rozwój technologii minimalizujących potrzeby wodne procesu szczelinowania hydraulicznego
- Stosowanie właściwych procedur i dobrych praktyk
- Dedykowany monitoring długookresowy– badania i obserwacje wszystkich elementów środowiska potencjalnie zagrożonych przez proces poszukiwań i późniejszej eksploatacji gazu z łupków



Monitoring długookresowy

Na podstawie projektu, który wskazuje zakres i częstotliwość poszczególnych pomiarów w zależności od warunków środowiska i charakteru potencjalnych zagrożeń


- ✓ Powietrze glebowe i emisje gazowe - badanie obecności geogenicznych węglowodorów, zwłaszcza metanu
- ✓ Wody powierzchniowe - badanie stężeń wybranych wskaźników
- ✓ Wody podziemne - badanie stężeń wybranych wskaźników, analiza stanu ilościowego, model przepływu
- ✓ Zagospodarowanie/składowanie odpadów - możliwy wieloletni szkodliwy wpływ na środowisko przy błędnym zagospodarowaniu lub przez zmianę właściwości w czasie
- ✓ Zjawiska sejsmiczne - badanie efektów odprężenia górotworu pod wpływem eksploatacji
- ✓ Rekultywacja terenu - kontrola efektywności procesu przywrócenia terenu do poprzedniego użytkowania

Kto powinien projektować i prowadzić taki monitoring i jakie powinno być źródło finansowania?



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl



Dziękuję za uwagę
i zapraszam do dyskusji

monika.konieczynska@pgi.gov.pl