



Zakres, metody i wyniki badań środowiska

Gaz z łupków:
bezpieczeństwo i odpowiedzialność –
wyniki projektu badawczego

Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
www.pgi.gov.pl



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



GEOL. INSTYTUT
POLSKIEJ
AKADEMII
NAUK



W prezentacji przedstawiono rezultaty projektu badawczego zrealizowanego w latach 2012-2014 przez konsorcjum w składzie Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Politechnika Gdańska, z uwzględnieniem wniosków z monitoringu sejsmometrycznego przeprowadzonego przez Główny Instytut Górnictwa.

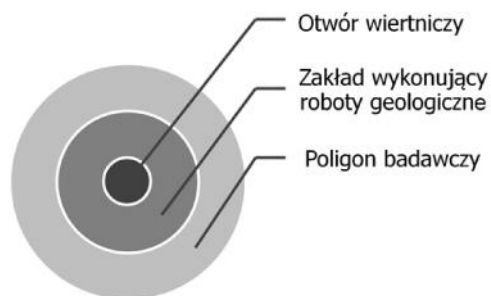
Cel:

Określenie zakresu oddziaływania procesu poszukiwania niekonwencjonalnych złóż węgłowodorów na środowisko

Proces:



Obiekt:



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
www.pgi.gov.pl

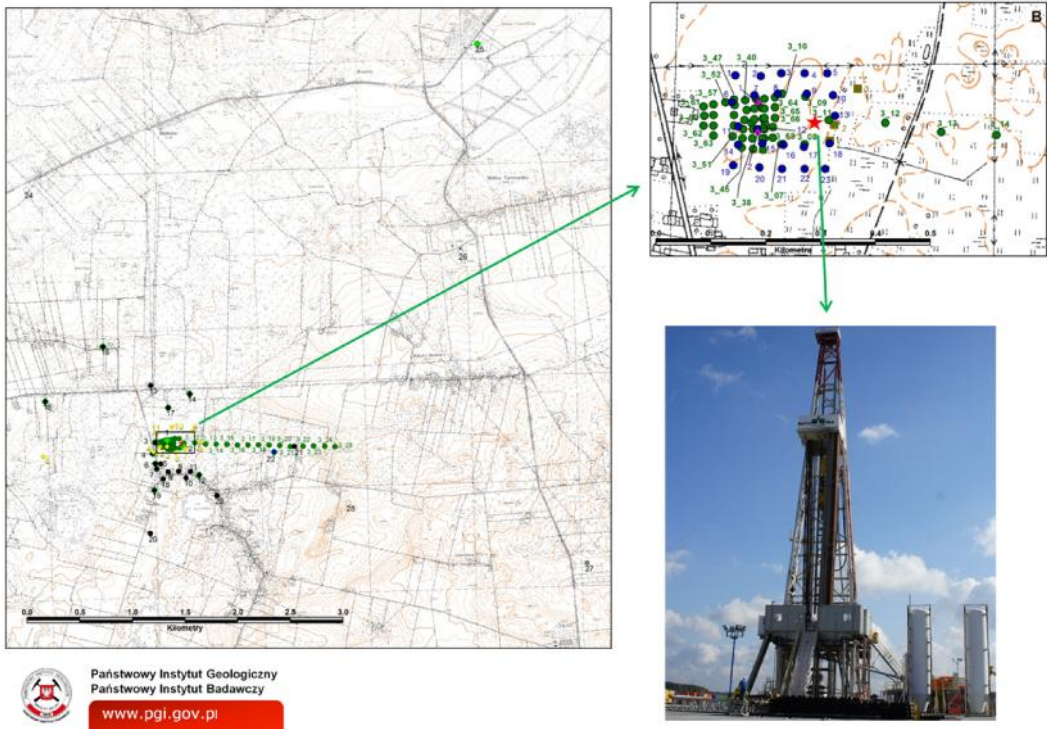
Celem projektu było określenie zakresu oddziaływania procesu poszukiwania niekonwencjonalnych złóż węgłowodorów na środowisko.

Pełny cykl badań obejmował:

- 1) Rozpoznanie warunków lokalnych i zaplanowanie badań terenowych;
- 2) Badanie stanu początkowego środowiska, przed rozpoczęciem prac poszukiwawczych;
- 3) Badania w trakcie wiercenia otworu;
- 4) Badania w trakcie zabiegów uruchamiania złoża z zastosowaniem szczelinowania hydraulicznego oraz testów produkcyjnych;
- 5) Badania stanu środowiska po zakończeniu prac na terenie zakładu.

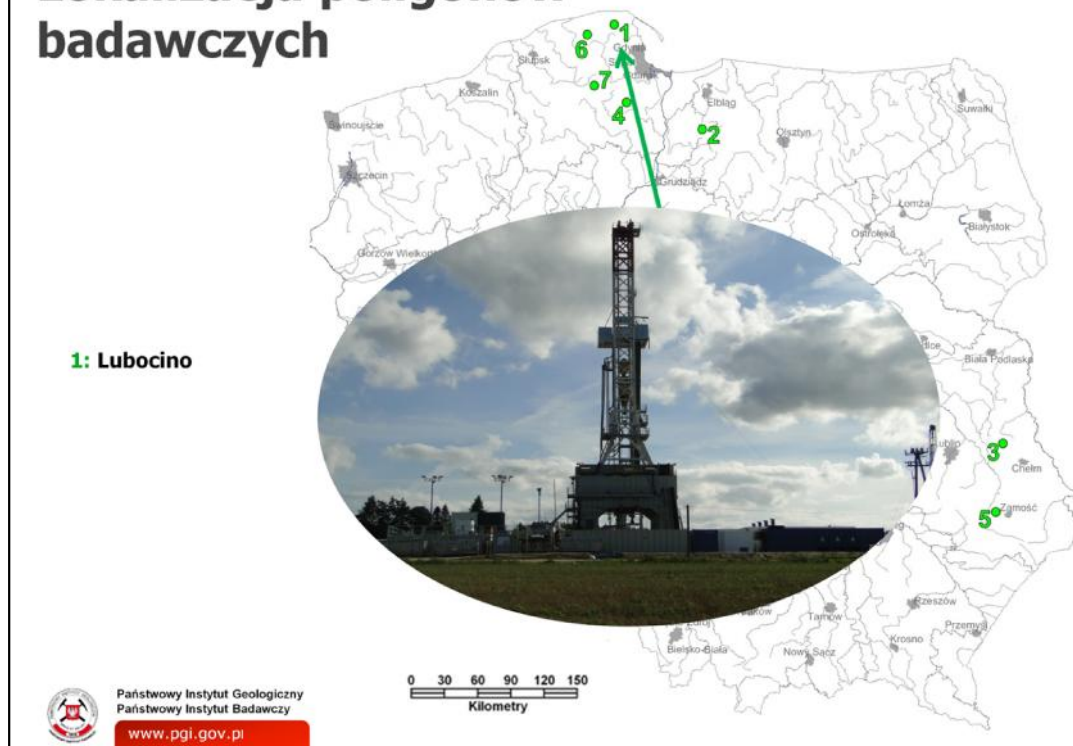
Badania realizowano na obszarach poligonów badawczych.

Poligon badawczy



Termin poligon badawczy oznacza wycinek przestrzeni wokół otworu wiertniczego, w szczególności teren zakładu wykonującej roboty geologiczne oraz jego najbliższe sąsiedztwo. Poligon badawczy nie posiada ściśle wyznaczonych granic, definiowane są one teoretycznym zasięgiem potencjalnych oddziaływań zakładu na środowisko, mający zróznicowany zasięg w zależności od analizowanego elementu środowiska.

Lokalizacja poligonów badawczych



Badania zrealizowano na następujących poligonach badawczych:

- 1) Lubocino: odwiert Lubocino 2-H, PGNiG, koncesja Wejherowo;

Lokalizacja poligonów badawczych



Badania zrealizowano na następujących poligonach badawczych:

- 1) Lubocino: odwiert Lubocino 2-H, PGNiG, koncesja Wejherowo;
- 2) Stare Miasto: odwiert Stare Miasto, Eni, koncesja Elbląg;

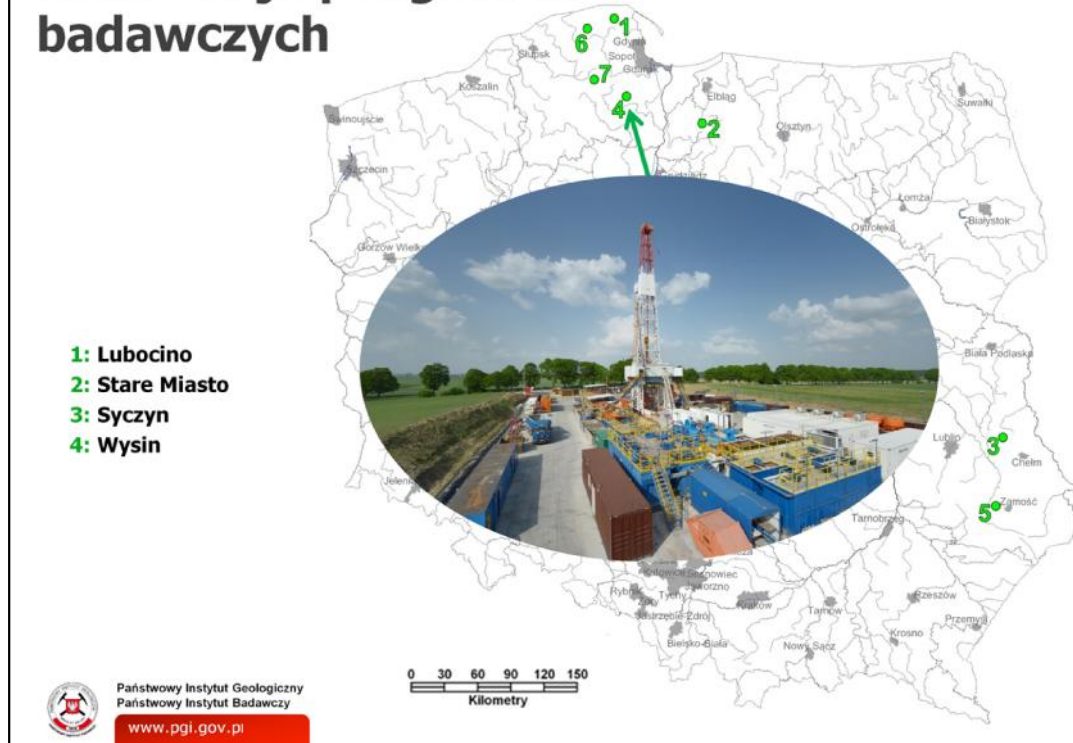
Lokalizacja poligonów badawczych



Badania zrealizowano na następujących poligonach badawczych:

- 1) Lubocino: odwiert Lubocino 2-H, PGNiG, koncesja Wejherowo;
- 2) Stare Miasto: odwiert Stare Miasto, Eni, koncesja Elbląg;
- 3) Syczyn: odwiert Syczyn OU-2, Orlen UpStream, koncesja Wierzbica;

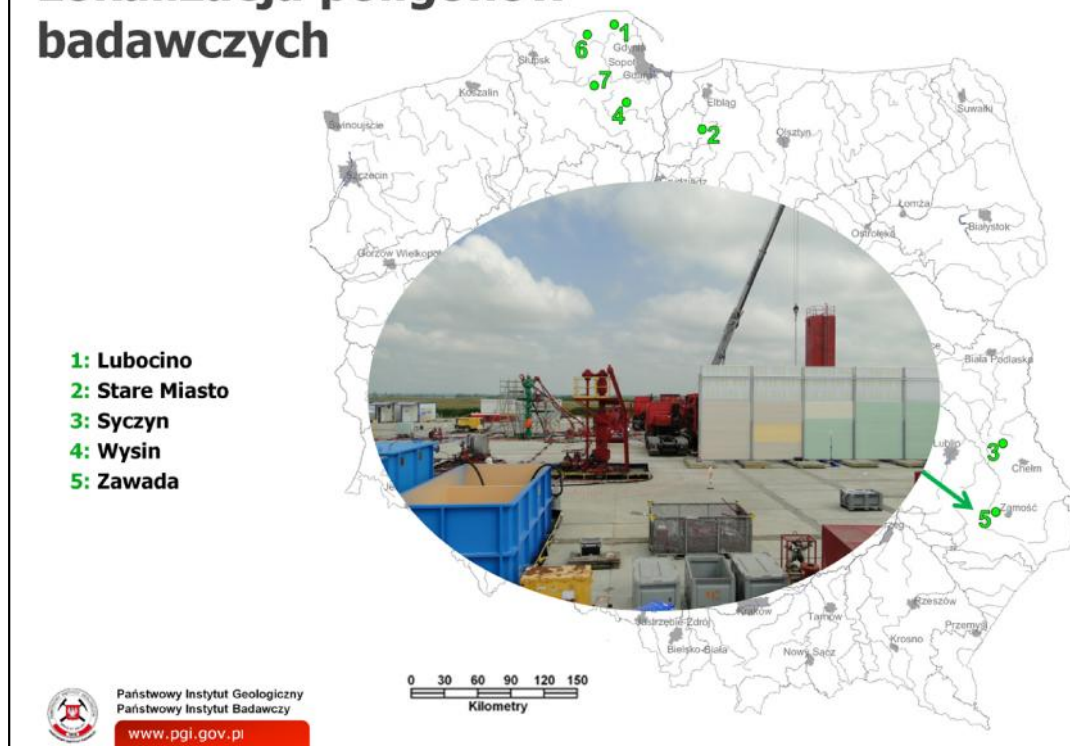
Lokalizacja poligonów badawczych



Badania zrealizowano na następujących poligonach badawczych:

- 1) Lubocino: odwiert Lubocino 2-H, PGNiG, koncesja Wejherowo;
- 2) Stare Miasto: odwiert Stare Miasto, Eni, koncesja Elbląg;
- 3) Syczyn: odwiert Syczyn OU-2, Orlen UpStream, koncesja Wierzbica;
- 4) Wysin: odwiert Wysin, PGNiG, koncesja Stara Kiszewa;

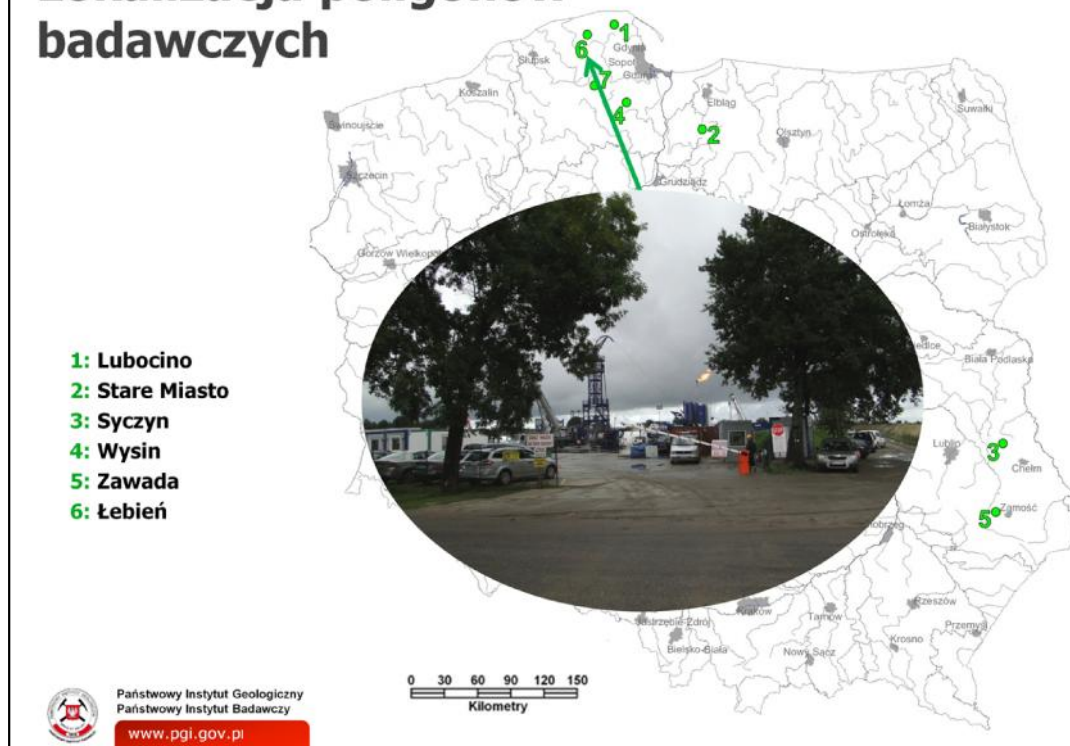
Lokalizacja poligonów badawczych



Badania zrealizowano na następujących poligonach badawczych:

- 1) Lubocino: odwiert Lubocino 2-H, PGNiG, koncesja Wejherowo;
- 2) Stare Miasto: odwiert Stare Miasto, Eni, koncesja Elbląg;
- 3) Syczyn: odwiert Syczyn OU-2, Orlen UpStream, koncesja Wierzbica;
- 4) Wysin: odwiert Wysin, PGNiG, koncesja Stara Kiszewa;
- 5) Zawada: odwiert Zwierzyniec, Chevron, koncesja Zwierzyniec;

Lokalizacja poligonów badawczych



Badania zrealizowano na następujących poligonach badawczych:

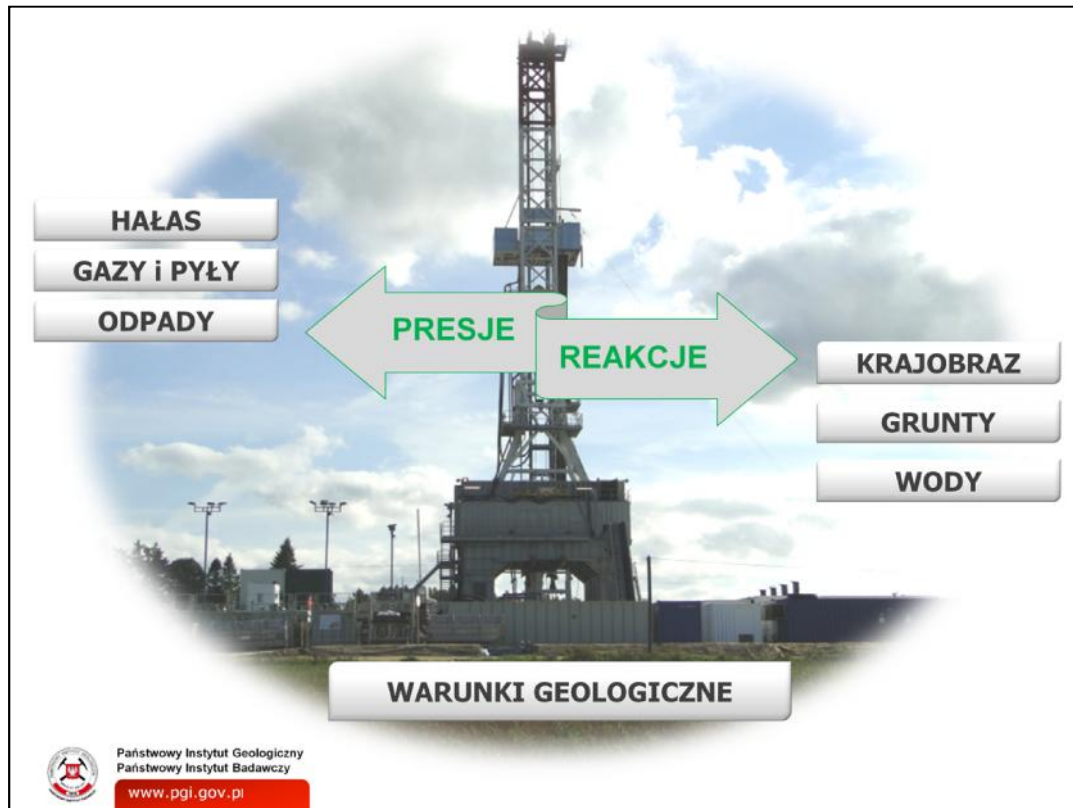
- 1) Lubocino: odwiert Lubocino 2-H, PGNiG, koncesja Wejherowo;
- 2) Stare Miasto: odwiert Stare Miasto, Eni, koncesja Elbląg;
- 3) Syczyn: odwiert Syczyn OU-2, Orlen UpStream, koncesja Wierzbica;
- 4) Wysin: odwiert Wysin, PGNiG, koncesja Stara Kiszewa;
- 5) Zawada: odwiert Zwierzyniec, Chevron, koncesja Zwierzyniec;
- 6) Łebień : odwiert Łebień LE-2H, Lane Energy, koncesja Lublin;

Lokalizacja poligonów badawczych



Badania zrealizowano na następujących poligonach badawczych:

- 1) Lubocino: odwiert Lubocino 2-H, PGNiG, koncesja Wejherowo;
- 2) Stare Miasto: odwiert Stare Miasto, Eni, koncesja Elbląg;
- 3) Syczyn: odwiert Syczyn OU-2, Orlen UpStream, koncesja Wierzbica;
- 4) Wysin: odwiert Wysin, PGNiG, koncesja Stara Kiszewa;
- 5) Zawada: odwiert Zwierzyniec, Chevron, koncesja Zwierzyniec;
- 6) Łebień: odwiert Łebień LE-2H, Lane Energy, koncesja Lubork;
- 7) Gapowo: odwiert Gapowo, BNK, koncesja Bytów



Projekt obejmował analizę rzeczywistych oddziaływań na poszczególne elementy środowiska, w tym w szczególności na: atmosferę, powierzchnię terenu, grunt, wody powierzchniowe i podziemne.

Dopuszczalny poziom dźwięku

HAŁAS

Etap prac	Zakład	Receptor
	L_{Aeq}	
Wiercenie	56,0 – 69,0 dB	43,8 – 58,7 dB
Szczelinowanie	51,8 – 74,8 dB	41,9 – 56,2 dB



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Podstawowym celem prowadzonych prac monitoringowych hałasu na poligonach badawczych było określenie rzeczywistego wpływu zakładów wykonujących roboty geologiczne na poziom zanieczyszczenia środowiska akustycznego. Monitoring umożliwia oszacowanie wielkości emisji hałasu i czasu jego trwania oraz pozwala odnieść wyniki pomiarów do norm prawnych określających dopuszczalne poziomy hałasu, tym samym pozwalając wyznaczyć obszar oddziaływania oraz stopień uciążliwości dla lokalnych społeczności.

Pomiary wykonywano jednocześnie na dwóch stanowiskach: przy wiertni i przy zabudowie mieszkalnej.

Wyraźny wpływ na środowisko akustyczne rejestrowano w bezpośrednim sąsiedztwie zakładów. Kluczowym czynnikiem ograniczającym poziom hałasu jest odległość zakładów od zabudowy mieszkalnej.

Maksymalne stężenia chwilowe

GAZY I PYŁY

Poligon badawczy	SO ₂	NO _x	Metan	Węglowodory C ₂ -C ₁₂	LZO	BTEX	Benzen
	[µg/m ³]						
Lubocino	169 (p)	109 (p)	10108 (p)	7620 (p)	11177 (p)	23,5 (p)	6,0 (p)
Stare Miasto	815 (s)	105 (s)	1300 (s)	2900 (s)	5500 (s)	485 (s)	<1
Syczyn	386 (s)	88,7 (z)	1300 (z)	2800 (z)	15400 (s)	120 (s)	<1
Wysin	18 (w)	24 (w)	1000 (z)	3920 (w)	6600 (z)	635 (w)	<1
Zawada	119 (s)	62 (s)	1400 (z)	3500 (z)	6500 (z)	230 (s)	<1
Gapowo	133 (w)	47 (w)	3470 (s)	8544 (s)	32714 (s)	33 (s)	3,2 (s)

Etap procesu: (z) – stan zastany lub zerowy, (w) – wiercenie, (s) – szczelinowanie, (p) – odbiór płynu pozabiegowego



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Zało eniem prowadzonych bada powietrza atmosferycznego było oszacowanie wielko ci emisji zanieczyszcze wytworzonych podczas dzia łano ci zak ładów wykonuj cych roboty geologiczne na ró nych etapach dzia łano ci.

Uzyskane wyniki porównano do warto ci odniesienia (Rozporz dzenie Ministra rodowiska z dnia 26.01.2010 w sprawie warto ci odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu). Odnotowano chwilowe przekroczenia warto ci odniesienia dla dwutlenku siarki oraz dla w glowodorów C₂-C₁₂.

Wyniki pomiarów zapylenia pokazuj , e na adnym poligonie nie wyst pił wzrost zapylenia spowodowany procesami zwi zany mi wierceniem, szczelinowaniem lub testami gazowymi.

Źródła powstawania odpadów

ODPADY

- wiercenie otworu
- szczelinowanie hydrauliczne i testy produkcyjne
- bieżąca obsługa urządzeń na terenie zakładu



01 05 05*
 Płuczki i odpady wiertnicze
 zawierające ropę naftową
 Non aquarel mud fluids
 Wiertne kaly nieobsahující vodu



Rodzaj odpadu	Lubocino	Stare Miasto	Syczyn	Wysin	Zawada	Gapowo
etap wiercenia [Mg]						
01 05 05*						979,67
01 05 08	1 983,9	bd	1 385,0	2 234,8	3 187,53	265,43
etap szczelinowania [Mg]						
01 05 05*	379,7					
01 05 06*	520,14	10,26				
01 05 07			425,02			
01 05 08		470,90			7,51	770,66
01 05 99	3 994,36	1 461,8	8 284,56		795,36	5 994,13



Państwowy Instytut Geologiczny
 Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Podczas prowadzenia prac na terenie zakładów wykonujących roboty geologiczne na analizowanych poligonach badawczych można generalnie wyróżnić następujące źródła powstawania odpadów:

- wiercenie,
- szczelinowanie hydrauliczne i testy produkcyjne,
- bieżące utrzymanie, konserwacja oraz obsługa urządzeń znajdujących się na terenie prowadzonych prac.

W wymienionych procesach wytworzono następujące grupy odpadów:

- odpady wydobywcze niebezpieczne i inne niebezpieczne (wiertnicze) – w trakcie wykonywania prac wiertniczych oraz prac związanych z zabiegiem szczelinowania hydraulicznego;
- odpady niebezpieczne oraz odpady inne niebezpieczne - w wyniku bieżącego utrzymania, konserwacji oraz obsługi urządzeń znajdujących się na terenie prowadzonych prac.

Wytworzone podczas prac poszukiwawczych niekonwencjonalnych złóż w głównodórnym odpadów wydobywcze poddawane są procesom odzysku/unieszkodliwiania. Charakterystyczne jest powstawanie dużej ilości odpadów w bardzo krótkim czasie. Zgodnie z obowiązującymi uregulowaniami prawnymi (art. 7, ust.2 i 3 Ustawy z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych – Dz. U. z 2013 r., poz.1136 z późn. zm.), odpady wydobywcze niebezpieczne mogą być poddane magazynowaniu przez okres maksymalnie do 6 miesięcy, natomiast odpady wydobywcze inne niebezpieczne i obojętne – nie dłużej niż rok. Maksymalnie po takim czasie należy poddać je procesom odzysku/unieszkodliwiania.

Odpady wiertnicze

Faza stała

ODPADY



Parametr		Formacja triasowa	Formacja sylurska
odczyn	pH	7,49 – 7,68	7,65 – 9,65
zawartość wody	[%]	29,6 – 34,7	4,9 – 52,1
Składniki nieorganiczne		mg/kg s.m.	
arsen		2,1 – 8,1	3,3 – 14,7
kadm		0,1 – 0,3	0,1 – 5,3
kobalt		9,2 – 9,6	6,4 – 19,3
chrom		35,8 – 44,2	31,8 – 95,4
miedź		27,6 – 34,5	27,8 – 106,0
rteć		0,02 – 0,1	0,01 – 0,3
molibden		0,2 – 1,2	2,0 – 10,9
nikiel		31,2 – 34,1	27,5 – 71,3
olów		10,1 – 12,5	5,8 – 91,5
cyna		3,0 – 24,7	2,5 – 8,5
cynek		55,5 – 59,5	53,4 – 313,2
Składniki organiczne		mg/kg s.m.	
węglowodory (sumarycznie)		252,84 – 310,33	213,79 – 1 616,14
olej mineralny (sumarycznie)		99,8 – 249,58	209,46 – 1 541,38
ogólny węgiel organiczny		3 058 – 8 311	25 607 – 40 650
ChZT (metoda dichromianowa)		7 950 – 23 464	71 700 – 110 229
Aktywność właściwa		Bq/kg	
⁴⁰ K		794 – 1092	446 – 918



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Odpady i płyny technologiczne (płyny szczelinujące oraz płyny pozabiegowe), powstałe w czasie procesów technologicznych wiercenia i szczelinowania hydraulicznego powinny być badane w celu ustalenia ich charakterystyki oraz potencjalnych zagrożeń dla środowiska w przypadku niekontrolowanego przedostania się do niego zarówno samych odpadów jak i produktów po procesach ich odzysku/unieszkodliwiania.

Płyn pozabiegowy

ODPADY



Składnik	Płyn szczelinujący	Płyn pozabiegowy
	mg/l	
bar	0,0000963 – 2,02	0,00128 – 59,50
wapń	0,0018 – 3,15	0,23 – 199,56
cez	0,0008 – 0,17	0,00161 – 54,57
potas	0,0822 – 289,28	1,67 – 86,68
sód	0,0782 – 36,29	0,84 – 601,65
selen	0,0904 – 1,40	0,0419 – 40,58
stront	0,000894 – 0,89	0,00088 – 23,45
srebro	0,0008 – 0,0119	0,0113 – 0,0304
glin	0,000849 – 0,9	0,0152 – 2,36
arsen	0,00876 – 0,12	0,00552 – 1,1
kadm	0,000974 – 0,000144	0,0077 – 0,012
siarka	0,00673 – 21,71	0,43 – 120,36

Aktywność właściwa	Płyn szczelinujący	Płyn pozabiegowy
	Bq/kg	
⁴⁰ K	<10 – 447	28 – 492
²²⁶ Ra	<10	<10 – 48
²²⁸ Th	<10	< 10 – 12



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Konieczno bada wyniki zarówno z faktu, że płyny produkowane są z zastosowaniem różnych dodatków chemicznych, jak również z różnic geochemicznych przewiercanych warstw skalnych. Uzyskane wyniki badań pozwolą określić czy analizowany odpad/płyn technologiczny powinien być klasyfikowany jako niebezpieczny czy nie, a tym samym wskazać potencjalne sposoby dalszego z nimi postępowania (biorąc pod uwagę również zawartość izotopów promieniotwórczych).

KRAJOBRAZ



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

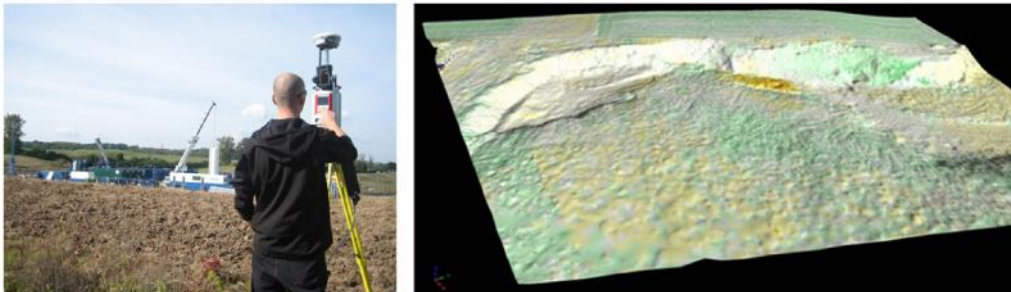
www.pgi.gov.pl

Ingerencja zakładów prowadzących roboty geologiczne w krajobraz jest stosunkowo krótkotrwała i po zakończeniu prac zakład nie powinien pozostawić znaczącego ładunku w krajobrazie.

LiDAR

KRAJOBRAZ

Wysokorozdzielczy skaning laserowy



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Na potrzeby stwierdzenia wpływu zabiegu szczelinowania hydraulicznego na rozwój ruchów masowych w zboczu położonym we wschodniej granicy zakładu Stare Miasto wykorzystano metodę wysokorozdzielczego, naziemnego skaningu laserowego (*LiDAR*). Wykonane pomiary: bazowy oraz po 3 tygodniach od zabiegu szczelinowania hydraulicznego, nie wykazały bezpośredniego wpływu zabiegu szczelinowania hydraulicznego na uruchomienie ruchów masowych ziemi w zboczu wyrobiska.

Zanieczyszczenie Kompakcja

GRUNTY



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Badania gruntów na poligonach badawczych obejmowały: pobór próbek do analiz chemicznych oraz wykonanie badań sond SL w celu określenia wartości względnych zagęszczenia gruntów przed powstaniem i po zakończeniu eksploatacji terenu zakładu.

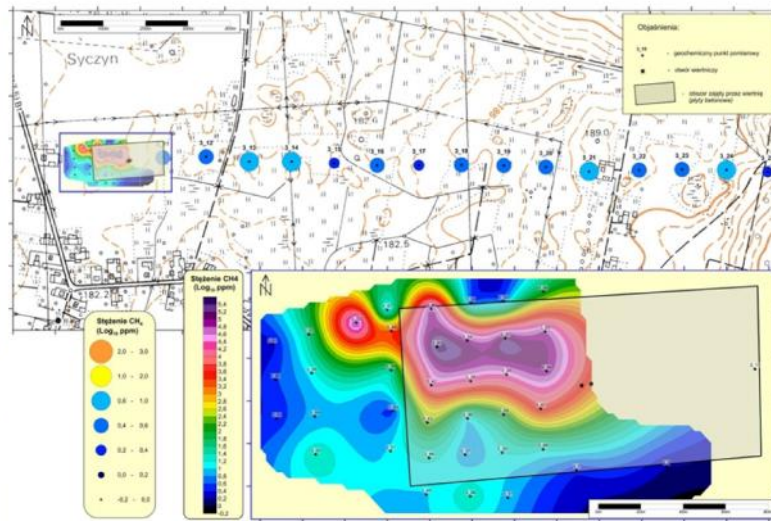
Już na etapie określenia stanu zerowego środowiska w niektórych próbkach gleb stwierdzono niewielkie przekroczenia wartości dopuszczalnych stężeń organicznych wskaźników zanieczyszczenia dla gruntów zaliczanych do użytków rolnych (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi). Badania gruntów po zakończeniu zabiegów rekultywacji na terenie zlikwidowanego zakładu wykazały podobne punktowe podwyższone zawartości olejów mineralnych, ale nie da się ich jednoznacznie powiązać z działalnością zakładu. Napowietrzenie i zabiegi agrotechniczne, w tym orka i nawożenie w krótkim czasie spowodują naturalną biodegradację tych związków.

Niskie zawartości próchnicy i kwasów huminowych w zwałowanej glebie potwierdzają mechaniczną degradację jej struktury podczas działania zakładu. Wyraźnie wysza zawartość fosforu oraz potasu w glebie po przeprowadzonej rekultywacji związana jest z zastosowaniem nawożenia.

Badania stopnia zagęszczenia podglebia nie wykazały istotnych zmian na terenie samego zakładu, natomiast zaobserwowano ubożenie roślinności w miejscach, gdzie były usypane wały ze zdjętej warstwy organicznej, co może świadczyć o zmianie właściwości (struktury) gleby związanej z oddziaływaniem obciążenia.

Badania atmogeochemiczne

GRUNTY



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Oprócz analiz próbek gruntów przeprowadzono badania atmogeochemiczne stężenia lekkich węglików w powietrzu gruntowym na obszarze zakładów wykonujących roboty geologiczne. Obecnie tych związków jest na ogół efektem współczesnych procesów mikrobialnych zachodzących w gruncie. Zmiany rozkładu i wartości tych stężeń mogą być wskaźnikiem zanieczyszczenia gruntu substancjami ropopochodnymi, pochodzącymi z powierzchni terenu czy dopływem gazu z przewierconych formacji geologicznych np. wzdłuż żarowania odwiertu.

W rejonie lubelskim zarejestrowano w powietrzu gruntowym także naturalne podwyższone stężenia zarówno metanu i dwutlenku węgla, jak i alkanów C_2-C_5 świadczące o przenikaniu odzłogowym, prawdopodobnie z węglowymi pokładami w głąb kamienia. Badania izotopowe potwierdziły, że nie jest to gaz związany z utworami syluru.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

1. Problematyce gospodarowania wodami w procesie poszukiwania i rozpoznawania gazu z łupków po wico szczególnie uwag w prowadzonych badaniach.
2. Bezpieczeństwo zasobów wód pitnych jest podstawowym warunkiem, jaki jest stawiany przez operatorami koncesji.
3. Zagadnienia te budzą największe zainteresowanie w toczącej się debacie publicznej.

Cel badań

WODY

Określenie zakresu oddziaływania prac związanych z poszukiwaniem i rozpoznawaniem gazu z łupków na **wody powierzchniowe** i **podziemne** na poszczególnych etapach realizacji inwestycji



Stan ilościowy
bilans zużycia wody



Stan chemiczny
ocena stanu wód



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Celem tej części projektu było określenie zakresu oddziaływania prac prowadzonych na poszczególnych poligonach badawczych na stan wód powierzchniowych i podziemnych.

Badania zostały zaprojektowane w taki sposób, aby umożliwić ocenę potencjalnych oddziaływań zarówno na stan ilościowy jak i chemiczny (jako wód).

Zakres badań

Ryzyko zanieczyszczenia w rejonie prowadzonych prac

- rozpoznanie potencjalnych dróg migracji zanieczyszczeń
- ocena stanu oraz monitoring wód

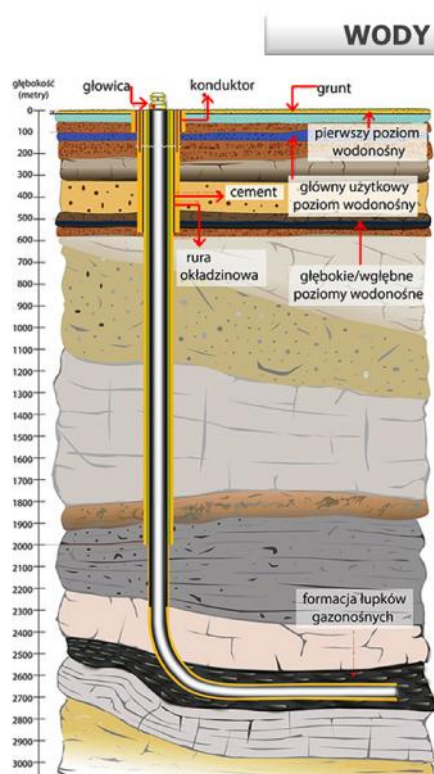
Potrzeby wodne przedsięwzięcia

- określenie potrzeb wodnych
- rozpoznanie źródła zaopatrzenia w wodę



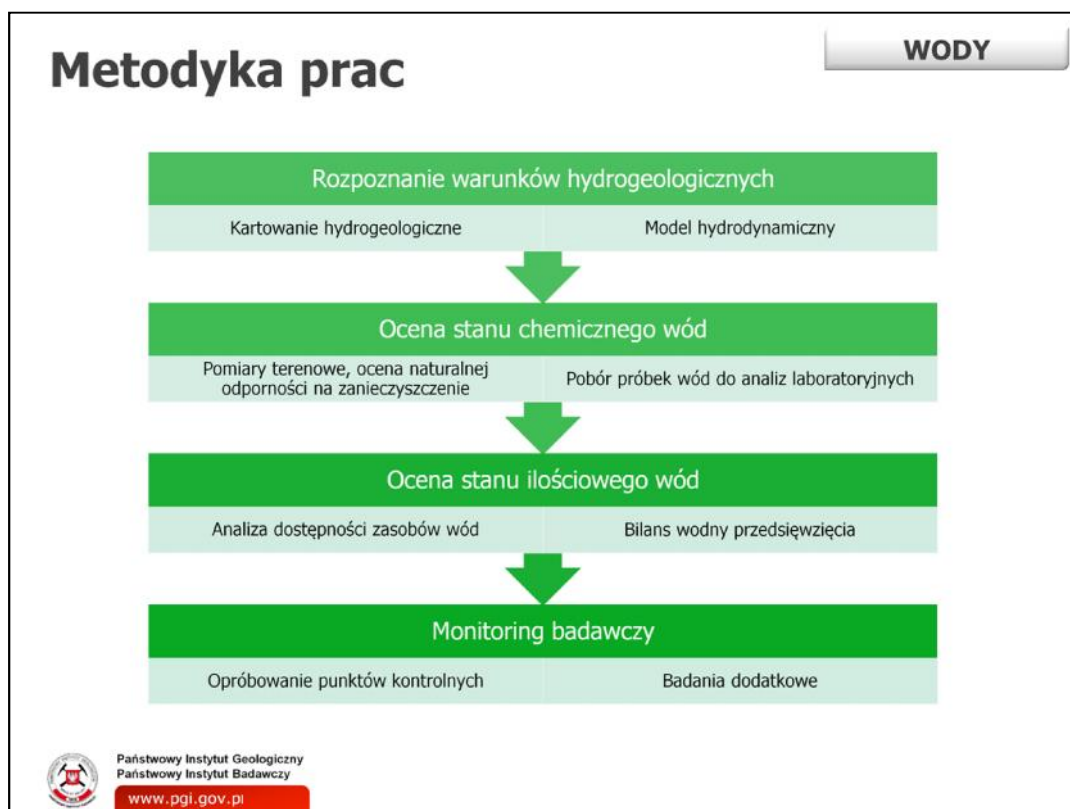
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl



W odniesieniu do stanu chemicznego ocenie podlegało potencjalne ryzyko zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych w rejonie prowadzonych prac. W tym celu określano potencjalne drogi migracji zanieczyszczeń oraz zaprojektowano badania monitoringowe oraz inne analizy mające na celu oszacowanie ryzyka.

W zakresie oceny oddziaływania na stan ilościowy określano potrzeby wodne prowadzonych przez poszczególnych operatorów prac, a także szczegółowo analizowano źródła zaopatrzenia w wodę i przeprowadzono bilans wodny przedsięwzięcia.



Zakres i przebieg badań na każdym z poligonów badawczych dostosowany był do warunków panujących na poszczególnych lokalizacjach oraz uwzględniał zakres i harmonogram prac operatorów koncesji, nie mniej jednak prace badawcze prowadzone były według przyjętego ogólnego schematu:

- Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych w rejonie poligonu badawczego (analiza dostępnych materiałów archiwalnych, kartowanie i pomiary terenowe oraz budowa modelu numerycznego w oparciu o zgromadzone informacje).
- Ocena stanu chemicznego na etapie rozpoczęcia prac jako stan odniesienia na potrzeby oceny ewentualnych zmian na skutek prowadzonych prac przez operatora (terenowe i laboratoryjne oznaczenia wskaźników jakości wód)
- Ocena stanu ilościowego procesu (określenie wielkości zasobów dostępnych do zagospodarowania, struktury aktualnego użytkowania wód oraz zgromadzenie informacji o rzeczywistym zużyciu wody przez operatora)
- Zaprojektowanie i wykonanie badań kontrolnych dostosowanych do bieżącej sytuacji panującej na poszczególnych poligonach badawczych (opróbowanie punktów kontrolnych na różnych etapach prac)

Przebieg badań

WODY

Zakres oznaczeń¹

Nieorganiczne wskaźniki jakości:

- pH, PEW, NH₄, zasadowość ogólna, HCO₃, OWO, ChZT, barwa, cyjanki, SPCA, mętność, SSR;
- B, Ba, Ca, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, SiO₂, Sr, Ti, Zn,
- Li, Be, Al, V, Co, Ni, Cu, As, Se, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Tl, Pb, U,
- F, Cl, NO₂, Br, NO₃, HPO₄, SO₄, Hg

Organiczne wskaźniki jakości:

- benzen, suma BTEX, metan, C₂-C₁₀, trójchloroeten, tetrachloroeten, indeks fenolowy, detergenty niejonowe, detergenty anionowe, indeks olejowy, suma glikoli, suma WWA, benzo(a)piren



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

¹ analogiczny do oceny stanu chemicznego wód podziemnych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska

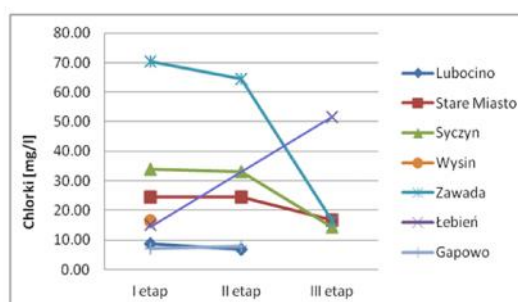
Na każdym z poligonów badaniom podlegało co najmniej kilkanaście punktów – zazwyczaj ujęte studnie gospodarskie lub ujęcia wód podziemnych, a także ciekły i zbiorniki powierzchniowe. W przypadku braku dostarczonych punktów do opróbowania, spełniających określone kryteria, wykonywano otwory celem poboru próbek wody.

Zakres oznaczeń był analogiczny do zakresu stosowanego do oceny stanu chemicznego w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Szeroki zakres oznaczeń w projekcie miał na celu umożliwienie wytypowania w dalszym etapie prac wskaźników rekomendowanych do oznaczania w ramach monitoringu badawczego związanego z eksploatacją złóż niekonwencjonalnych.

Wyniki badań – stan chemiczny

WODY

- ✓ **Nie stwierdzono zasadniczych zmian** w jakości wód podziemnych i powierzchniowych w otoczeniu zakładów.
- ✓ **Nie stwierdzono zanieczyszczeń wód podziemnych** o charakterze przestrzennym wynikających z działalności zakładów.
- ✓ **Nie stwierdzono zanieczyszczenia głównych użytkowych poziomów wodonośnych** wynikających z działalności zakładu.
- ✓ Prace związane z poszukiwaniem i rozpoznawaniem gazu z formacji łupkowych **nie spowodowały negatywnego oddziaływania na GZWP.**



Średnie wartości stężeń chlorków na poszczególnych etapach opróbowania



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Wyniki badań pozwalają na sformułowanie wniosku, że prowadzone prace związane z poszukiwaniem i rozpoznawaniem gazu z formacji łupkowych nie spowodowały zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych o charakterze obszarowym w rejonie prowadzonych prac. Nie stwierdzono także negatywnego oddziaływania na Główne Zbiorniki Wód Podziemnych.

Zastosowane metody badawcze, zakres i częstotliwość badań umożliwiły wychwycenie nawet niewielkich zmian w odniesieniu do stanu chemicznego – np. na jednym z poligonów badawczych stwierdzono punktowo wzrost stężenia chlorków w wodach podziemnych, prawdopodobnie spowodowany działalnością na terenie zakładu wykonujących roboty geologiczne. Odpowiednio dobrane metody badawcze umożliwiają wczesną diagnozę potencjalnego zanieczyszczenia i w razie konieczności, podjęcie działań naprawczych (zapobiegających rozprzestrzenieniu się zanieczyszczeń).

Wyniki badań – stan ilościowy

WODY

Poligon badawczy	Nr JCWPd	Zasoby dostępne do zagospodarowania	Rezerwa zasobów	Pobór na potrzeby szczelinowania	Wykorzystanie na potrzeby szczelinowania	
		(wg stanu z 2012 r.)			zasobów dostępnych	rezerwy zasobów
		tys.m ³ /rok	tys.m ³ /rok		%	%
Lubocino	13	110 650	56 161	7,967	0,007	0,014
Stare Miasto	19	111 930	103 737	3,212	0,003	0,00319
Syczyn	87	79 034	66 476	37,849	0,05	0,057
Wysin	30	119 951	107 375	brak szczelinowania		
Zawada	107	256 792	213 472	1,284	0,0005	0,0006
Łebień	11	208 828	190 539	17,322	0,008	0,009
Gapowo	13	110 650	56 161	25,360	0,023	0,045



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Należy stwierdzić jednoznacznie, że działalność zakładów wykonujących roboty geologiczne na żadnym z poligonów badawczych nie spowodowała zużycia zasobów wód.

Pobór wód na cele szczelinowania hydraulicznego był zró nicowany na poszczególnych poligonach badawczych, co wynikało z zakresu zrealizowanych prac. Największy pobór zrealizowany został przez zakład w Syczynie, ale nawet tu ilość wykorzystanej wody stanowiła zaledwie 0,05% dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych.

WARUNKI GEOLOGICZNE



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Cel badań

WARUNKI GEOLOGICZNE

Ocena zagrożenia polegającego na przedostaniu się płynu szczelinującego i/lub płynów złożowych poprzez spękania i uskoki do poziomu wód użytkowych poprzez:

- wytypowanie i charakterystykę kompleksów uszczelniających,
- analizą przebiegu stref uskokowych i ich szczelności.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

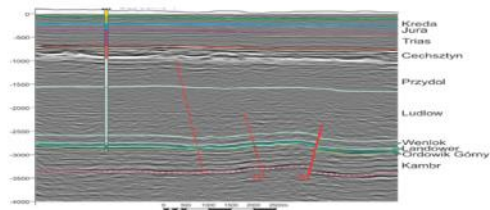
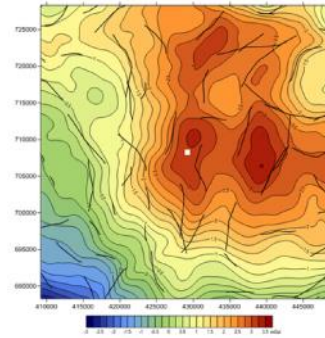
www.pgi.gov.pl

Spośród teoretycznych zagrożeń związanych z oddziaływaniem płynów szczelinujących na struktury tektoniczne w otoczeniu złóż łupkowych wyróżnimo na dwa typy: przedostanie się płynu szczelinującego i/lub metanu poprzez spękania i uskoki do poziomów wód użytkowych oraz wystąpienie wstrząsu sejsmicznego na reaktywowanym przez szczelinowanie uskoku. Analizy warunków geologicznych dokonano m.in. innymi na potrzeby charakterystyki kompleksów uszczelniających, analizy przebiegu stref uskokowych i ich szczelności, analizy uszczelnienia formacji łupkowych

Wykonane analizy

- analiza map i archiwalnych wyników badań litologicznych, stratygraficznych i facjalnych
- jakościowa ocena i interpretacja danych geofizyki otworowej
- analiza budowy tektonicznej na podstawie danych grawimetrycznych oraz archiwalnych i/lub aktualnych profili sejsmicznych
- analiza szczelności uskoków

WARUNKI GEOLOGICZNE



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

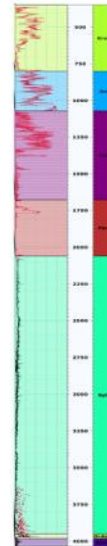
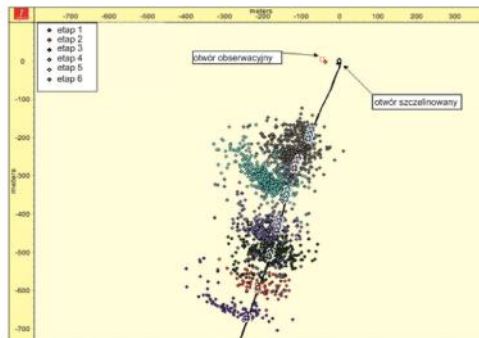
www.pgi.gov.pl

W ramach przeprowadzonych badań wykonano następujące analizy: analiza map i archiwalnych wyników badań litologicznych, stratygraficznych i facjalnych, jakościowa ocena i interpretacja danych geofizyki otworowej, analiza budowy tektonicznej na podstawie danych grawimetrycznych oraz archiwalnych i/lub aktualnych profili sejsmicznych, analiza szczelności uskoków.

Niezbędne dane

WARUNKI GEOLOGICZNE

- dane geofizyki otworowej
- stratygrafia, opis litologiczny profilu otworu
- dane sejsmiczne (2D, 3D)
- wyniki monitoringu mikrosejsmicznego procesu szczelinowania (jeśli był zrobiony)
- zapis ciśnienia i wydajności płynów i propantu w trakcie szczelinowania



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Charakterystyk kompleksów uszczelniających wraz z analizą przebiegu stref uskokowych i ich szczelności przeprowadzono na podstawie dostępnych danych archiwalnych (PIG-PIB) oraz aktualnych wyników z rozpoznania terenu badaniami sejsmicznymi i danych z wiercenia (dane od Operatorów). Do wykonania rzetelnej oceny uszczelnienia formacji łupkowych są potrzebne następujące informacje:

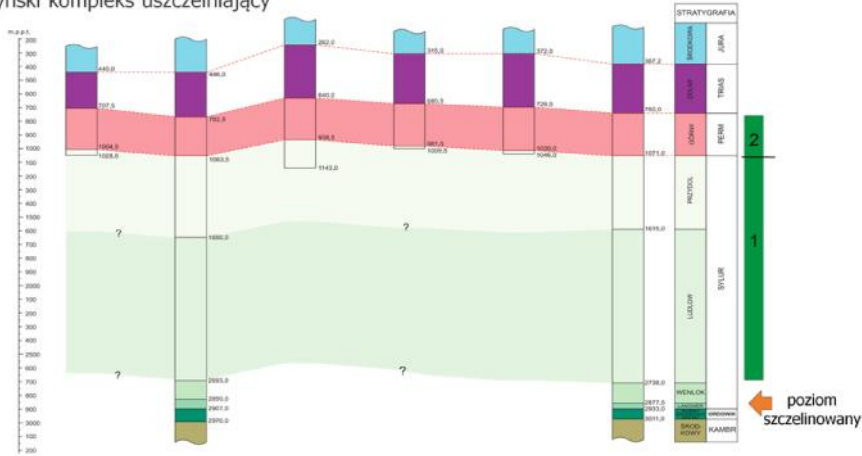
- lokalizacja otworu,
- dane geofizyki otworowej w formacie LAS, komplet zinterpretowanych (przetworzonych) danych oraz wersje pomiarów (przed przetwarzaniem),
- opis litologiczny profilu otworu lub graficzny profil litologiczny,
- stratygrafia,
- dane sejsmiczne (2D, 3D), profilowanie prędkości i rednich,
- mapy strukturalne horyzontu szczelinowanego na podstawie sejsmiki,
- opis strukturalny rdzenia wiertniczego (jeżeli był wykonany),
- określenie kierunków współczesnej kompresji tektonicznej,
- wyniki monitoringu mikrosejsmicznego procesu szczelinowania (jeżeli był zrobiony),
- zapis ciśnienia i wydajności płynów i propantu w trakcie szczelinowania,
- wyniki pomiarów skanerem akustycznym, upadomierzem szeregamiennym lub FMI (*Formation Microimager*).

Obszar pomorski

WARUNKI GEOLOGICZNE

Kompleksy uszczelniające

- sylurski kompleks uszczelniający rozprzestrzenia się od stropu najwyższej warstwy szczelinowanej (landoweru) do spągu permu
- cechsztyński kompleks uszczelniający



Korelacja stratygraficzna utworów lądowych i przydolu oraz górnego permu stanowiących potencjalne horyzonty uszczelniające dla ordowicko – dolnosylurskich utworów źródłowych dla węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych.

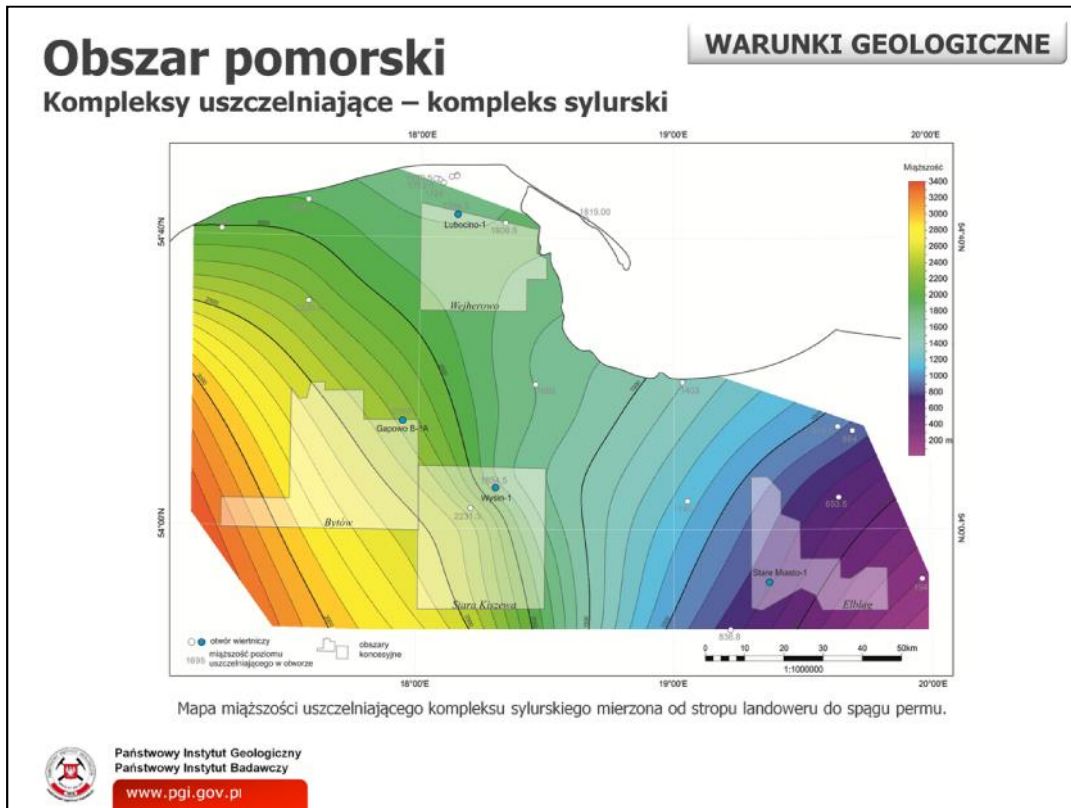


Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

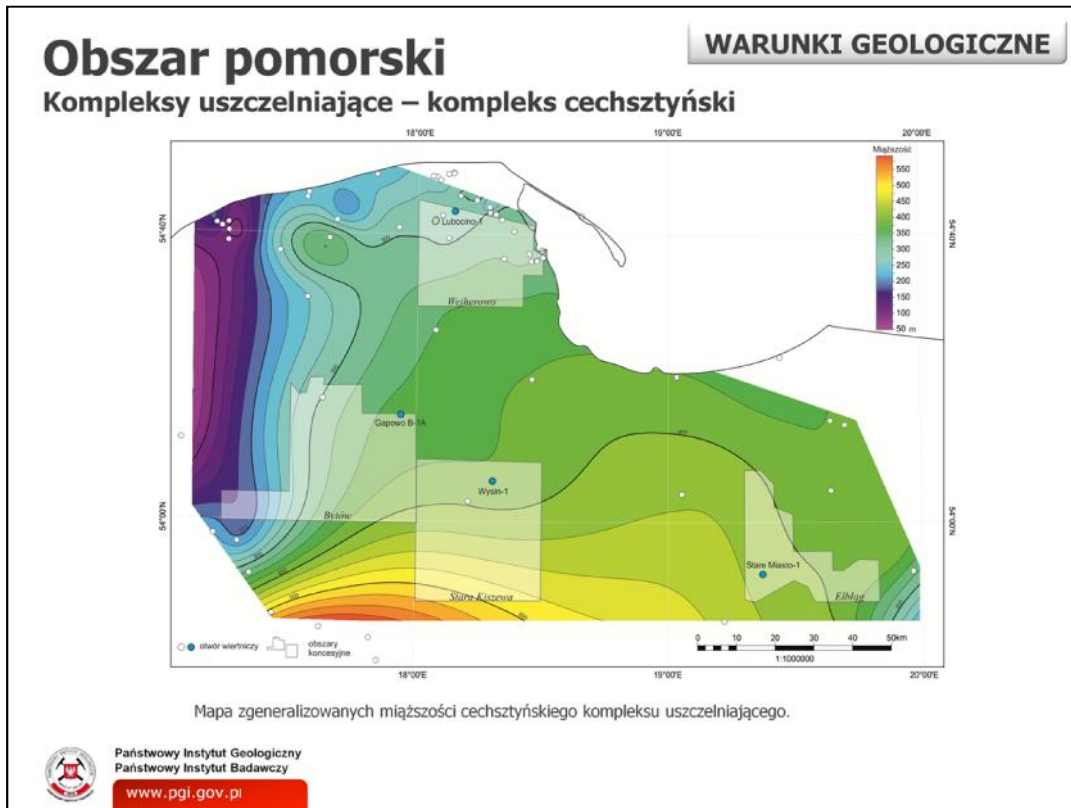
www.pgi.gov.pl

Na obszarze pomorskim występują dwa zasadnicze kompleksy uszczelniające: sylurski i cechsztyński.

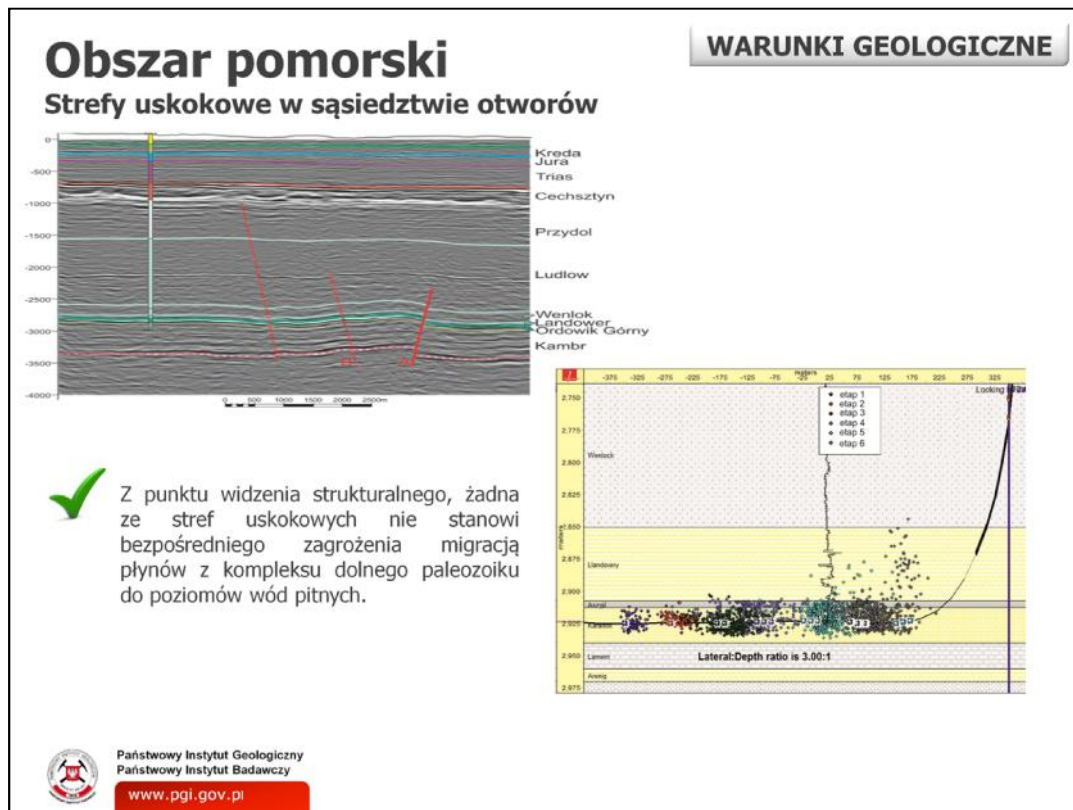
Sylurski kompleks uszczelniający rozprzestrzenia się od stropu najwyższej warstwy szczelinowanej (landoweru) do spągu permu, w którym tylko lokalnie występują przepuszczalne piaskowce miąższości kilku metrów. Cechsztyński kompleks uszczelniający składa się z osadów trzech najstarszych cyklotemów, przy czym najważniejsze są sole niszczących cyklotemów: najstarsza (Na1) oraz starsza (Na2) obecne na całym obszarze i stanowią główne warstwy uszczelniające. Poza tymi kompleksami osady cyklotemów młodszych (PZ2 i PZ3) reprezentują głównie siarczany i węgla o relatywnie mniejszej miąższości.



Ze względu na duży rang czynniki geotektonicznych, które warunkowały sedymentację i erozję sylurskiego kompleksu uszczelniającego, jego miąższość zmienia się płynnie na badanym obszarze od ponad 3000 m na zachodzie do minimum 300 m na wschodzie. W najbardziej na wschód wysuniętym otworze Stare Miasto-1, minimalna miąższość sylurskiego kompleksu uszczelniającego wynosi ponad 700 m.

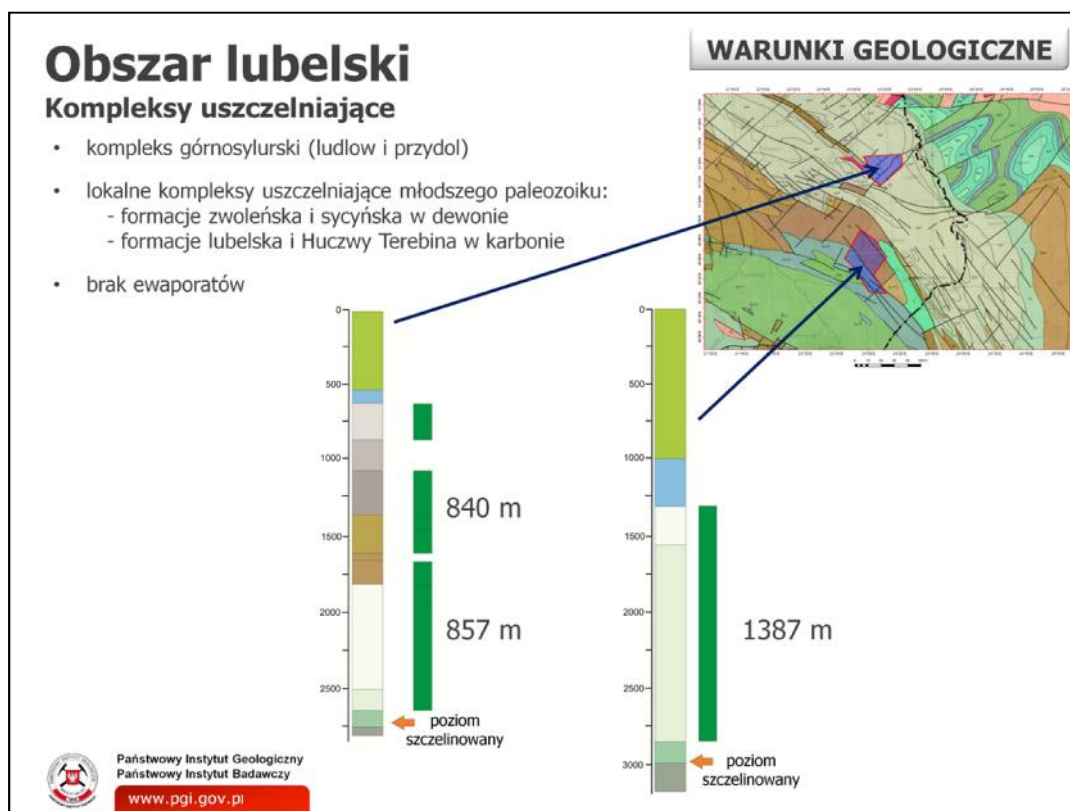


Mi szo cechszty skiego kompleksu uszczelniaj cego zmienia si p łynie od 280 m na północy po ok. 500 m na południu. W profilach sejsmicznych z badanych obszarów obserwowano jedynie nieliczne uskoki lekko naruszaj ce sp g cechsztynu, o zrzucie maksymalnie kilkadziesi t metrów, jednak aden z nich nie przebija całego kompleksu ewaporatów. Nie stanowi one adnego zagro enia dla rozszczelnienia kompleksu cechszty skiego.



Zważywszy, że uskoki odnotowane na Pomorzu osiągnęły rzuty do 100 m, to nie naruszają one ciągłości kompleksu uszczelniającego. W takim przypadku czynniki rozszczelnienia ekranu mogłyby nastąpić jedynie wzdłuż stref sąsiednich z obszarów uskoków. Uskoki takie powinny cechować się młoda aktywność tektoniczna, gdy nieczynne są kolumny zazwyczaj zmineralizowane w gładnym wapienia. Ponieważ nie ma żadnych informacji o współczesnej aktywności stref tektonicznych na badanym obszarze Pomorza, również i ta opcja należy uznać za mało prawdopodobną.

Możliwość wystąpienia drożnej strefy uskokowej jest ściśle skorelowana z kompleksami, które uskok przecina. W przypadku wszystkich poligonów badawczych na Pomorzu, ponad szczelinowanymi kompleksami ordowiku i najniższego syluru (landoweru) znajdują się grube i nieprzepuszczalne warstwy łupków młodszego syluru, które dodatkowo przykryte są ewaporatami cechsztynu. Ewaporaty, a zwłaszcza sole kamienne i anhydryty należą do najskuteczniejszych naturalnych uszczelnień spośród wszystkich skał występujących powszechnie na Ziemi. Między innymi kompleksy uszczelniających są wielokrotnie większe niż rzuty na uskokach w ich obrębie, co wyklucza możliwość rozerwania ciągłości powyższych uszczelnień. Na podstawie sekcji sejsmicznych z Pomorza nie stwierdzono występowania uskoków przerywających ciągłość cechsztynu, a maksymalne wielkości rzutów na uskokach wygasających w sylurze rzadko przekraczają 100 m, a nigdzie nie stwierdzono większych niż 200 m. Z tego punktu widzenia uszczelnienie kompleksów łupkowych na Pomorzu, jak i szczelnosc tychże stref uskokowych, jest niepodważalna.



Na obszarze lubelskim zarówno rozkład facji, jak i zachowana miłośz kompleksów uszczelniających jest znacznie bardziej zróżnicowana niż na obszarze pomorskim. Rozdzielenie obszaru basenu lubelskiego do wielu strefami uskokuowymi o złoonej ewolucji tektonicznej sprawia, że kompleksy uszczelniające nie zachowują pełnej ciągłości na badanym obszarze i należy je badać niezależnie dla każdej z lokalizacji.

Jako główne uszczelnienie należy wskazać kompleks górnosylurski, który znajduje się powyżej potencjalnie szczelinowanych kompleksów dolnego syluru. W otworze Syczyn OU-2K miłośz tego kompleksu wynosi 857 m, co przy położeniu serii złoowej na głębokości ok. 2700 m powinno gwarantować jego uszczelnienie od góry. W otworze Zwierzyniec-1 miłośz kompleksu górnego syluru osiąga 1387 m, co przy jeszcze większej głębokości serii złoowej powyżej 3100 m daje gwarancję jeszcze lepszego uszczelnienia.

Ponad głównym kompleksem uszczelniającym syluru znajdują się lokalnie kompleksy uszczelniające młodszego paleozoiku. Mają one nieco gorsze właściwości uszczelniające niż uszczelnienie dolnego paleozoiku, a przede wszystkim są obocznie bardziej zróżnicowane facjalnie, toteż ich wykształcenie i zasięg musi być analizowany niezależnie dla każdej lokalizacji. Np. w przypadku mniejszej miłośzoci uszczelnienia sylurskiego w otworze Syczyn OU-2K (niż w otworze Zwierzyniec-1), dysponujemy dodatkowym uszczelnieniem dewonu i karbonu o łącznej miłośzoci 840 m.

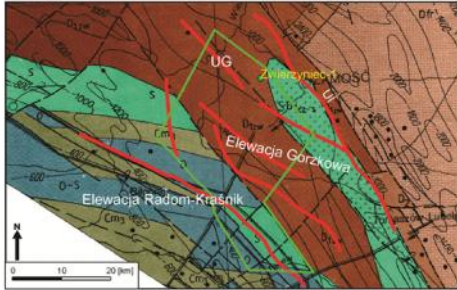
Na badanych obszarach nie występuje przykrycie ewaporatami, toteż kompleksów młodszych od karbonu nie można już uznawać za efektywne uszczelnienia.

Obszar lubelski

WARUNKI GEOLOGICZNE

Strefy uskokowe w sąsiedztwie otworów

Poligon badawczy ZAWADA



Poligon badawczy SYCZYN



Z punktu widzenia strukturalnego, żadna ze stref uskokowych nie stanowi bezpośredniego zagrożenia migracją płynów z kompleksu dolnego paleozoiku do poziomów wód pitnych.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Z punktu widzenia strukturalnego, żadna ze stref uskokowych nie stanowi bezpośredniego zagrożenia migracją płynów z kompleksu dolnego paleozoiku do użytkowych poziomów wód podziemnych.

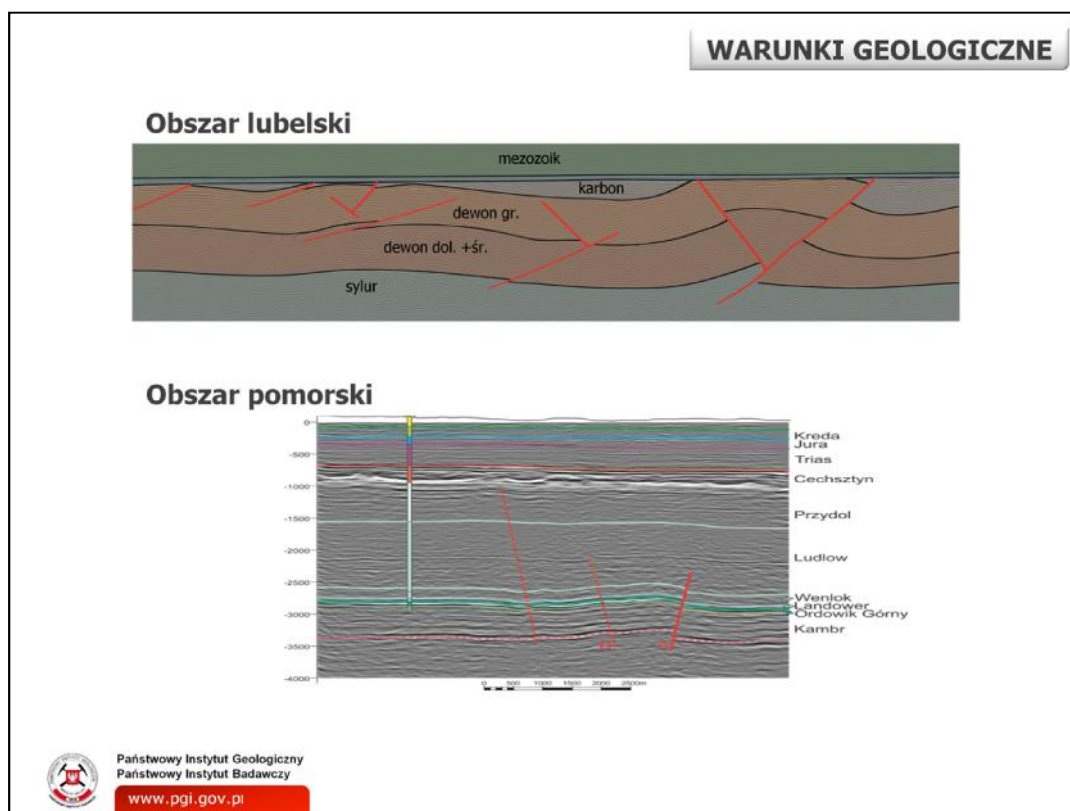
Poligon badawczy Zawada

Współczesne pole naprężeń w górotworze, inne niż to, które odpowiadało za powstawanie istniejących uskoków oraz odległość tych uskoków sprawia, że szczelinowanie hydrauliczne nie mogło doprowadzić do przebicia się szczelin w obrębie głównych stref uskokowych w sąsiedztwie.

Poligon badawczy Syczyn

Znaczna odległość otworu od stref uskokowych sprawia, że indukowane szczeliny nie powinny zbliżyć się do stref uskokowych, zwłaszcza, że długość poziomego odcinka otworu nie przekroczyła 2 km.

Z punktu widzenia strukturalnego, żadna ze stref uskokowych nie stanowi bezpośredniego zagrożenia migracją płynów z kompleksu dolnego paleozoiku do użytkowych poziomów wodonośnych.



Podsumowując, dla jednego z badanych poligonów badawczych nie istnieją przesłanki, które wskazywałyby na możliwość wycieku płynów technologicznych lub zło owych do użytkowych poziomów wodonośnych na skutek zabiegów szczelinowania. W warunkach geologicznych występowania perspektywicznych kompleksów łupkowych na Pomorzu, nie ma nawet takiej możliwości teoretycznej, gdy zrzuty na uskoku są niewspółmiernie małe w relacji do grubości kompleksów uszczelniających. Kompleksy te wykazują wyjątkowo efektywno uszczelniające ze względu na umiarkowaną zmienność litologiczną, dużą grubość obocznic i miąższość, a także niską przepuszczalność (niekiedy niedostatecznie udokumentowaną). Na Lubelszczyźnie prawdopodobieństwo wystąpienia zanieczyszczenia wód użytkowych na skutek zabiegów szczelinowania jest małe, głównie ze względu na znaczną miąższość uszczelnienia kompleksem górnego syluru, który zachowuje znaczną grubość. Pozostałe, młodsze kompleksy uszczelniające w szeroko pojętym obszarze basenu lubelskiego nie są cięte. Ponadto przemieszczenia na uskoku są tu niekiedy większe niż miąższość warstw uszczelniających, co powoduje, że stopień uszczelnienia należy badać niezależnie w każdym pojedynczym przypadku, zwłaszcza tam, gdzie brak ekranu cechsztyńskiego. W badanych przypadkach, odległości od znacznych stref uskoku były na tyle duże, że nie stwierdzono zagrożenia wyciekiem płynów technologicznych i zło owych na skutek szczelinowania.

Badania sejsmometryczne

WARUNKI GEOLOGICZNE

Główny Instytut Górnictwa

Syczyn-OU2K

Zwierzyniec-1

Gapowo-1



G I G

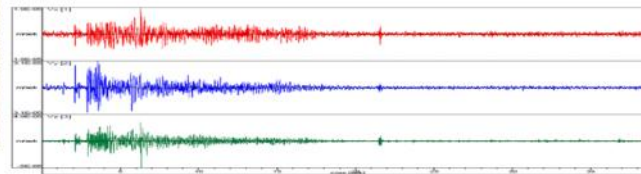


W trakcie prowadzenia pomiarów na powierzchni terenu nie zarejestrowano drgań pochodzących od wstrząsów sejsmicznych związanych z procesem pękania górotworu spowodowanego szczelinowaniem.

W rejonie otworu Syczyn-OU2K stwierdzono drgania parasejsmiczne wywołane pracą pomp



Zarejestrowane drgania nie przekroczyły dopuszczalnych wartości drgań według polskiej normy i nie miały wpływu na infrastrukturę budowlaną w miejscu pomiaru ani na ludzi w budynkach.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

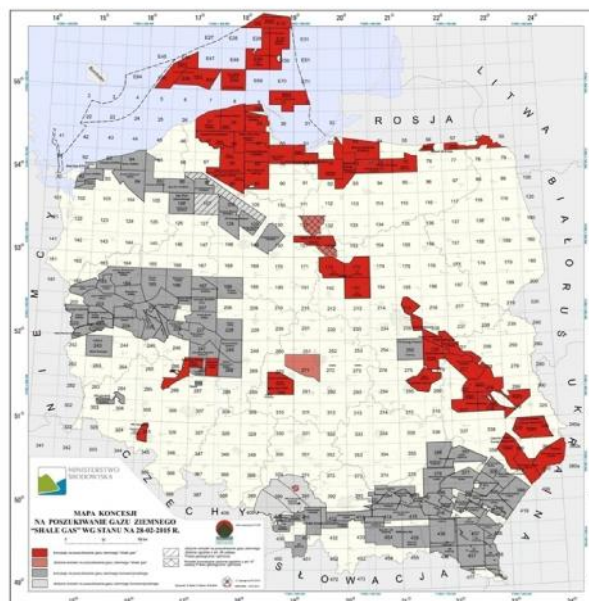
W trakcie prowadzenia pomiarów na powierzchni terenu nie zarejestrowano drgań pochodzących od wstrząsów sejsmicznych związanych z procesem pękania górotworu spowodowanego szczelinowaniem. W trakcie szczelinowania, w rejonie otworu Syczyn OU-2K stwierdzono drgania na powierzchni terenu wywołane przez urządzenia służące do szczelinowania (prace pomp).

Zarejestrowane drgania parasejsmiczne nie przekroczyły dopuszczalnych wartości drgań według polskiej normy i nie miały wpływu na infrastrukturę budowlaną w miejscu pomiaru ani na ludzi w budynkach.

Rejestrowane drgania związane głównie z ruchem ulicznym nie przekraczały wartości 2 mm/s, natomiast drgania wywołane pracą pomp osiągnęły maksymalne amplitudy o wartości 1 mm/s.

Podsumowanie badań

- Zaprojektowane badania pozwoliły ocenić rzeczywisty wpływ działalności związanej z poszukiwaniem i rozpoznawaniem gazu z łupków na środowisko naturalne.
- Nie stwierdzono istotnych zanieczyszczeń na powierzchni terenu.
- Nie stwierdzono zanieczyszczeń wód powierzchniowych i podziemnych o charakterze przestrzennym wynikających z działalności zakładów.
- Zaprojektowano długookresowe monitoringi środowiska na poligonach badawczych.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

www.pgi.gov.pl

Zaprojektowane badania pozwoliły ocenić rzeczywisty wpływ działalności związanej z poszukiwaniem i rozpoznawaniem gazu z łupków na środowisko naturalne.

Nie stwierdzono zanieczyszczeń wód podziemnych o charakterze przestrzennym wynikających z działalności zakładów wykonujących roboty geologiczne polegające na poszukiwaniu i rozpoznawaniu niekonwencjonalnych złóż w głównym celu metodami otworowymi.



KONTAKT

ul. Rakowiecka 4
00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000
fax (+48) 22 45 92 001
biuro@pgi.gov.pl

Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

