

GOSPODAROWANIE WODAMI W PROCESIE POTENCJALNEJ EKSPLOATACJI GAZU Z ŁUPKÓW W POLSCE

WATER MANAGEMENT IN THE PROCESS OF POTENTIAL SHALE GAS EXPLOITATION IN POLAND

MAŁGORZATA WOŹNICKA¹, JÓZEF MIKOŁAJKÓW¹

Abstrakt. Gospodarowanie wodami w procesie możliwej eksploatacji gazu ze złóż niekonwencjonalnych jest jednym z najistotniejszych zagadnień aktualnie rozwijającej się w Polsce gałęzi przemysłu wydobywczego. W artykule przedstawiono uwarunkowania technologiczne oraz środowiskowe systemu obiegu wody w procesie wydobywania gazu z łupków oraz wskazano rekomendowany sposób postępowania, mający zagwarantować racjonalne wykorzystanie zasobów wodnych oraz ich ochronę przed potencjalnym zanieczyszczeniem.

Słowa kluczowe: gospodarka wodna, niekonwencjonalne złoża węglowodorów, gaz z łupków, zasoby wód podziemnych, ochrona wód podziemnych.

Abstract. Water management in the case of potential shale gas exploitation is the most important issue of this developing process in Poland at present. The paper presents the technical and environmental conditions of water management in the hydraulic fracturing process and a recommended way for rational use of water resources and their protection.

Key words: water management, unconventional gas deposits, shale gas, groundwater resources, groundwater protection.

WSTĘP

Niekonwencjonalne złoża węglowodorów, takie jak gaz z łupków (*shale gas*), gaz zamknięty (*tight gas*) i ropa z łupków (*shale oil*), są przedmiotem coraz większego zainteresowania na świecie i w Polsce. Intensywny rozwój technologii, szczególnie w zakresie zabiegów stymulacji złoża oraz wierceń kierunkowych, sprawił, że wydobywanie węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych stało się technicznie możliwe oraz ekonomicznie opłacalne. Obszar Ameryki Północnej stał się kolebką rozwoju tej gałęzi przemysłu wydobywczego, co w krótkim czasie zaowocowało sukcesem, który doprowadził do transformacji rynku gazu w Stanach Zjednoczonych i w Kanadzie, a przede wszystkim do znacz-

nego spadku cen tego surowca. W związku z tym w wielu miejscach na świecie rozpoczęto proces rozpoznawania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów oraz badania możliwości ich eksploatacji. W Polsce, w stosunkowo krótkim czasie wskazano obszar najbardziej perspektywiczny pod względem potencjalnego występowania gazu w łupkach dolnego paleozoiku (Poprawa, 2010a, b). Następnie rozpoczął się proces udzielania koncesji i prowadzenia prac poszukiwawczo-rozpoznawczych (Pliszczyńska, 2013), w który zaangażowały się rodzime przedsiębiorstwa oraz światowe koncerny wydobywcze. Aktualnie Polska, ze względu na stan zaawansowania prac, stała się w pewnym sensie polem

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-950 Warszawa;
e-mail: malgorzata.woznicka@pgi.gov.pl, jozef.mikolajkow@pgi.gov.pl

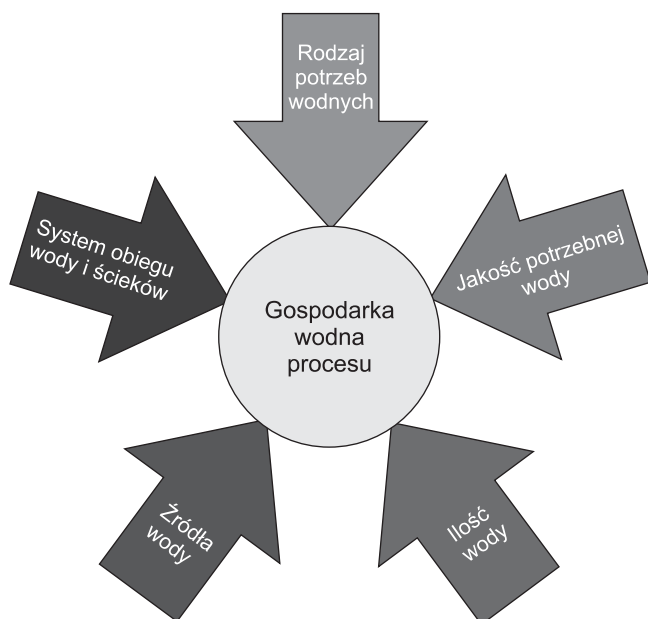


Fig. 1. Istotne elementy gospodarowania wodami w procesie eksploatacji gazu z łupków (Woźnicka, 2013)

Water management in process of unconventional gas production (Woźnicka, 2013)

doświadczalnym do prowadzenia tego typu działalności na obszarze Europy, gdzie uwarunkowania formalnoprawne eksploatacji złóż są zdecydowanie odmienne od obowiązujących na obszarze Stanów Zjednoczonych i Kanady. Okres poszukiwania i rozpoznawania złóż, przy niewielkiej skali prowadzonych prac, stanowi odpowiedni moment na badania i wypracowanie procedur postępowania zarówno

dla przedsiębiorców, jak i organów administracji publicznej, w także organów odpowiedzialnych za nadzór. To również okres, w którym należy rozważyć wszelkie potencjalne zagrożenia dla środowiska naturalnego, wynikające ze stosowanej technologii oraz znaleźć rozwiązania minimalizujące presję (Macuda, 2010; Woźnicka, Koniecznyńska, 2011).

Przegląd dotychczasowych doświadczeń z zakresu eksploatacji gazu z łupków na obszarze Ameryki Północnej oraz wyniki prac badawczo-rozpoznawczych prowadzonych przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w rejonie pierwszych odwiertów na terenie Polski, w których były wykonywane zabiegi szczelinowania hydraulicznego, wskazują, że szeroko rozumiane gospodarowanie wodami w procesie eksploatacji gazu z łupków jest jednym z kluczowych aspektów całego przedsięwzięcia (Koniecznyńska i in., 2011). Wynika to z faktu, że woda jest niezbędna na każdym etapie prowadzonych prac oraz istnieje potencjalna możliwość zanieczyszczenia wód podziemnych w miejscu prowadzonej działalności. Dlatego też problematyka gospodarowania i ochrony wód w procesie eksploatacji gazu ze złóż niekonwencjonalnych (fig. 1) jest często poruszana zarówno przez organizacje ekologiczne, jak i lokalne społeczności, a także stanowi ważną kwestię podawaną dyskusji na forum europejskim.

Pojawiają się liczne raporty i ekspertyzy (AEA Technology dla European Commission DG CLIMA, 2012; AEA Technology dla European Commission DG Environment, 2012; European Energy Studies, 2013), jednak obecnie nie ma kompleksowego opracowania, które uwzględniłoby wszystkie aspekty związane z problematyką gospodarowania wodami w procesie eksploatacji gazu ze złóż niekonwencjonalnych, popartego rzeczywistymi badaniami i analizami w miejscach prowadzonych prac.

WODA W PROCESIE WYDOBYCIA GAZU Z ŁUPKÓW

Przedsięwzięcia związane z poszukiwaniem, rozpoznaniem, a także potencjalną eksploatacją gazu z łupków to skomplikowane zarówno technologicznie, jak i organizacyjnie szeroko zakrojone prace prowadzone etapowo, w których decyzje o przeprowadzeniu kolejnego etapu zależą w dużej mierze od wyników poprzedniego (fig. 2). W związku z tym planowanie inwestycji jest trudne i obciążone dużym ryzykiem.

W pierwszym etapie przedsięwzięcia jest wykonywanych szereg prac związanych z budową zakładu górniczego, przy czym z punktu widzenia gospodarowania wodami najistotniejszą kwestią pozostaje zdefiniowanie źródła pozyskania wody na potrzeby planowanej działalności. Ocena dostępnych do zagospodarowania zasobów wód oraz sposób pozyskania i przechowywania wody powinny być brane pod uwagę na etapie wyboru lokalizacji otworów wiertniczych. Często praktyką jest budowa ujęcia, z którego będzie dostarczana woda na bieżące potrzeby funkcjonowania zakładu

górnictwa, wiercenia, a zwłaszcza szczelinowania hydraulicznego. Buduje się również zbiorniki na wodę lub wskazuje się inne sposoby gromadzenia odpowiedniej jej ilości (np. poduszki wodne). Na tym etapie są podejmowane także działania mające na celu zabezpieczenie wód podziemnych przed zanieczyszczeniem z powierzchni terenu. Odbывается to przez uszczelnienie powierzchni terenu (płytami betonowymi, folią, pospółką itp.) na obszarze tzw. strefy brudnej, czyli w miejscach przechowywania substancji chemicznych, paliwa oraz bezpośredniego sąsiedztwa otworu.

Podczas prac wiertniczych istotna jest gwarancja prawidłowej konstrukcji i wykonania otworu. Każdy poziom wodonośny powinien być odizolowany oddzielną kolumną rur okładzinowych oraz warstwą cementu, przy czym dobrą praktyką jest sprawdzanie szczelności cementowania. Cementowanie wykonuje się w celu uniemożliwienia przypadkowego przepływu cieczy technologicznych do przestrzeni pomiędzy rurami okładzinowymi i migracji wzdłuż ich po-

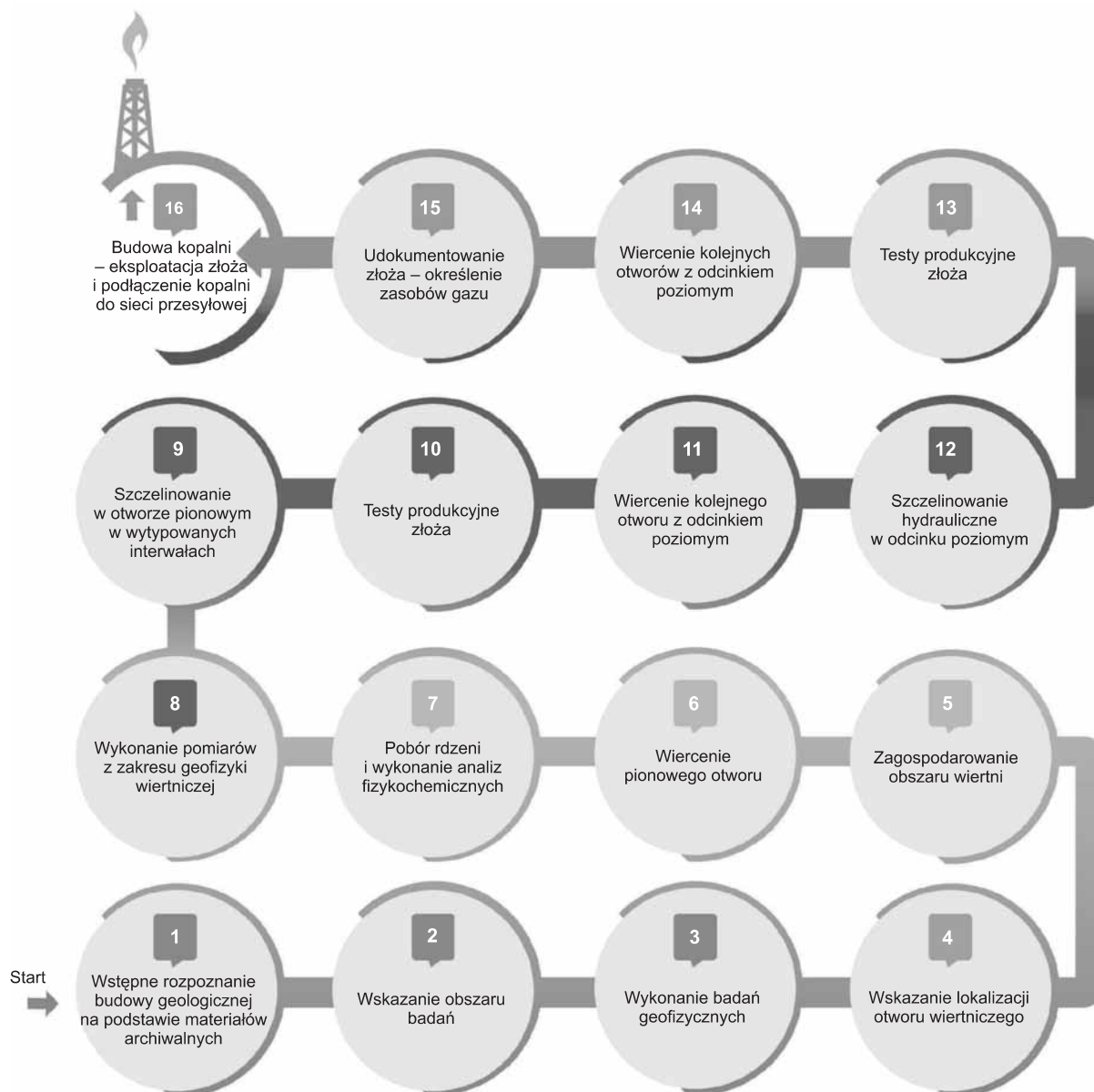


Fig. 2. Etapy realizacji rozpoznania niekonwencjonalnego złoża gazu (archiwum PIG-PIB)

Stages of unconventional gas exploration (archive PGI-NRI)

wierzchni (Krzysiek, 2011). Ma to szczególne znaczenie, gdyż potencjalnie migrujący w przestrzeni międzyrurowej gaz lub ciecz technologiczna może się przedostać do wód podziemnych.

Po odwierceniu otworu/otworów następuje etap związany z przeprowadzeniem szczelinowania hydraulicznego. Złoża niekonwencjonalne, charakteryzujące się niską przepuszczalnością formacji gazonośnych, wymagają przeprowadzania wielokrotnych zabiegów stymulacji w każdym otworze, które umożliwiają eksploatację gazu. Szczerpanie gazu następuje jedynie ze strefy pozostającej w zasięgu wytworzonych spękań, które stanowią drogi migracji gazu, co powoduje konieczność prowadzenia zabiegów szczelinowania hydraulicznego w możliwie długich odcinkach poziomych otworu.

Na etapie eksploatacji z jednego miejsca wykonuje się zazwyczaj kilkanaście otworów produkcyjnych (U.S. Department of Energy, 2009), umożliwiającą udostępnienie dużego obszaru, promieniście z miejsca wykonywania prac wiertniczych. Zarówno w dziedzinie wierceń kierunkowych, jak i technik zabiegów stymulacji złoża jest obserwowany intensywny rozwój, powodowany w dużej mierze wymaganiami środowiskowymi. Między innymi są prowadzone badania i próby wykonywane w celu opracowania technologii szczelinowania bez wykorzystywania wody. Ze względu na fakt, że w aktualnie powszechnie stosowanej technologii woda jest podstawowym medium wykorzystywanym do wykonania zabiegu szczelinowania hydraulicznego, dostępność odpowiedniej jej ilości jest warunkiem niezbędnym do pro-

Tabela 1
Srednie ilości wody wykorzystywane podczas zabiegu szczelinowania hydraulicznego

Averages water needs for the hydraulic fracturing process

Obszar prac	Ilość wykorzystanej wody na 1 otwór z pełnym szczelinowaniem [m ³]
Barnett (USA)*	8 700
Marcellus (USA)*	14 300
Fayetteville (USA)*	10 900
Haynesville (USA)*	10 200
otwór Łebień (Polska)**	17 300

*Modern Shale Gas Development in the United States: A Primer – wartości uśrednione z wielu wierceń

** Badania aspektów środowiskowych procesu szczelinowania hydraulicznego wykonanego w otworze Łebień LE-2H – Raport końcowy – wartość rzeczywista z jednego otworu

wadzenia prac. Na wykonanie zabiegu szczelinowania hydraulicznego w odcinku o długości ok. 1 km potrzeba kilkanaście tysięcy m³ wody (tab. 1), z czego od 15 do 30% wraca

na powierzchnię jako płyn zwrotny (Koniecznyńska i in., 2011; Krzysiek, 2011). Na etapie eksploatacji, przy dużym zagęszczeniu otworów produkcyjnych o długości odcinków eksploatacyjnych do kilku kilometrów, ilość potrzebnej wody może być znaczna.

Na etapie eksploatacji otworu, czyli odbioru gazu ze złoża, należy rozpatrywać zagadnienia związane z odbiorem płynu zwrotnego i jego zagospodarowaniem oraz bezpieczeństwem eksploatacji. System otworów zlokalizowanych na niewielkim obszarze może oddawać gaz przez długi czas (kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt lat), podczas którego zazwyczaj równolegle z gazem jest odbierana pewna ilość wody, która musi być zagospodarowana w odpowiedni sposób – ponownie wykorzystana lub oczyszczona do standardów pozwalających na jej odprowadzenie do środowiska.

Po zakończeniu eksploatacji następuje likwidacja kopalni oraz rekultywacja terenu, na którym prowadzona była działalność wydobywcza. Na tym etapie istotne jest określenie zakresu ewentualnych zmian w środowisku wodno-gruntowym, jakie mogły zajść na skutek prowadzonej działalności, co wymaga oceny stanu środowiska. Biorąc pod uwagę zarówno możliwość oddziaływań skumulowanych, jak i okres oddziaływania zasadne wydaje się prowadzenie długookresowych badań monitoringowych wód.

MOŻLIWOŚCI POZYSKANIA WODY

W wariancie potencjalnej eksploatacji gazu z łupków prawdopodobna jest sytuacja, w której nastąpi potrzeba znacznego poboru wody na niewielkim obszarze (pobór skumulowany), przy czym na obecnym wczesnym etapie poszukiwania i rozpoznawania złóż nie można nawet przypuszczać, w których rejonach będzie prowadzona eksploatacja i jakich obszarów będzie to dotyczyło. Konieczność zgromadzenia odpowiedniej ilości wody na terenie zakładu górniczego przed przystąpieniem do zabiegu szczelinowania, wymaga poboru dużych ilości wody w stosunkowo krótkim czasie. W wariancie eksploatacji na pojedynczym terenie zakładu górniczego o powierzchni kilku hektarów zlokalizowanych być może kilkanaście odwiertów, w których będzie prowadzone szczelinowanie hydrauliczne bezpośrednio jeden po drugim. Warunek ten wymaga precyzyjnego wskazania możliwości poboru wody z konkretnych źródeł, przy czym zwykle wody podziemne nie stanowią, i nie powinny stanowić, jedyne źródła zaopatrzenia w wodę.

W związku z powyższym ocena możliwości wykorzystania innych źródeł pozyskania wody na potrzeby eksploatacji gazu z łupków stanowi aktualnie jedno z największych wyzwań. Woda wykorzystywana do przygotowania płynu szczelinującego nie musi spełniać wygórowanych norm jakościowych, co ułatwia wskazanie kilku możliwości jej pozyskania. Najbardziej właściwą ścieżką postępowania wydaje się oczyszczanie płynu powracającego z otworu (płyn zwrotny) i jego ponowne wykorzystanie w kolejnym zabie-

gu szczelinowania w innym otworze. Takie rozwiązanie z jednej strony zmniejsza potrzeby wodne procesu, z drugiej zaś ogranicza ilość wytwarzanych odpadów.

Nie tylko płyn zwrotny może być wykorzystywany w zabiegach szczelinowania hydraulicznego. Wydaje się, że z powodzeniem można stosować różnego rodzaju wody technologiczne, jak np. chłodnicze czy wody z biogazowni. Innym rozwiązaniem jest możliwość wykorzystania oczyszczonych ścieków lub tzw. wody miejskiej, czyli wody z kanalizacji deszczowej, co z powodzeniem jest stosowane na obszarze Kanady. Odpowiednia lokalizacja umożliwi także wykorzystanie wody z odwodnień górniczych. W strefie przybrzeżnej jest rozpatrywana możliwość wykorzystania wody morskiej. Duże nadzieje wiąże się także z poziomami solanek.

Wydaje się więc, że możliwości w zakresie zaopatrzenia w wodę na potrzeby eksploatacji gazu z łupków jest wiele, lecz wymagają one rozważenia ich uwarunkowań formalnoprawnych, technologicznych oraz regionalnych, gdyż transport wody na duże odległości jest niewskazany (International Energy Agency, 2012). Właściwym kierunkiem działań wydaje się wykonanie każdorazowo na etapie podjęcia decyzji o lokalizacji prac wydobywczych studium możliwości pozyskania wody na potrzeby działalności wydobywczej. Dobrym kierunkiem jest dywersyfikacja źródeł pozyskania wody przy uwzględnieniu lokalnych uwarunkowań i struktury użytkowania wód w regionie.

PODSUMOWANIE

Uwarunkowania technologiczne procesu eksploatacji gazu z łupków powodują, że gospodarowanie wodami w procesie wydobywczym jest jednym z kluczowych zagadnień. Efektywność prowadzonej działalności w znacznym stopniu jest uwarunkowana dostępnością odpowiedniej ilo-

ści wody w określonym czasie. Konieczne jest prowadzenie dalszych badań szczególnie ukierunkowanych na poszukiwanie możliwości wykorzystywania zróżnicowanych źródeł wody, niezbędnej do przeprowadzenia szczelinowania hydraulicznego.

LITERATURA

- AEA Technology dla European Commission DG CLIMA, 2012 — Climate impact of potential shale gas production in the EU.
- AEA Technology dla European Commission DG Environment, 2012 — Support to the identification of potential risks for the environment and human health arising from hydrocarbons operations involving hydraulic fracturing in Europe.
- EUROPEAN Energy Studies, 2013 — Shale Gas in Europe. Opportunities, risks, challengers: a multidisciplinary analysis with a focus on Europeans specificities. Claeys & Casteels.
- INTERNATIONAL Energy Agency, 2012 — Golden Rules for Golden Age on Gas, World Energy Outlook Special Report on Unconventional Gas.
- KONIECZYŃSKA M., WOŹNICKA M., ANTOLAK O., JANICA R., LICHTARSKI G., NIDENTAL M., OTWINOWSKI J., STARZYCKA A., STEC B., WRÓBEL G., 2011 — Badania aspektów środowiskowych procesu szczelinowania hydraulicznego wykonanego w otworze Lebień LE-2H – Raport końcowy. http://www.pgi.gov.pl/pl/dokumenty-in/doc_view/723-raport-z-ebienia.html
- KRZYSIEK J., 2011 — Gaz łupkowy a środowisko. *Czysta Energia*, **11**.
- MACUDA J., 2010 — Środowiskowe aspekty produkcji gazu ziemnego z niekonwencjonalnych złóż. *Prz. Geol.*, **58**, 3: 266–270.
- MODERN Shale Gas Development in the United States: A Primer., U.S. Department of Energy, April 2009.
- PLISZCZYŃSKA K., 2013 — Poszukiwanie i rozpoznawanie niekonwencjonalnych złóż węglowodorów – stan prac i działania Ministerstwa Środowiska. *Prz. Geol.*, **61**, 6: 334–337.
- POPRAWA P., 2010a — Potencjał występowania złóż gazu ziemnego w łupkach dolnego paleozoiku w basenie bałtyckim i lubelsko-podlaskim. *Prz. Geol.*, **58**, 3: 226–249.
- POPRAWA P., 2010b — Analiza osadów ilasto-mułowcowych w Polsce pod kątem możliwości występowania w nich niekonwencjonalnych nagromadzeń gazu ziemnego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **439**: 159–172.
- WOŹNICKA M., 2013 — Jaki wpływ na gospodarkę wodną może mieć wydobywanie gazu ze złóż niekonwencjonalnych? *Prz. Geol.*, **61**, 6: 348–353.
- WOŹNICKA M., KONIECZYŃSKA M., 2011 — Hydrogeologiczne uwarunkowania procesu poszukiwania, rozpoznawania i eksploatacji gazu łupkowego i gazu zamkniętego w Polsce. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **445**: 717–724.

SUMMARY

Taking into account the specificity of the projects related to gas exploration and production from unconventional deposits and the currently used technology, the water management in this process is among the key issues. The efficiency of operations and its safety depends in large part on the principles of rational water management. It is therefore

necessary to conduct further research in this area, particularly aimed at exploring the possibilities of using alternative sources of water necessary to carry out hydraulic fracturing and to develop principles for effective groundwater protection.

