

Jerzy STOPA*, Piotr KOSOWSKI**

Czynniki wpływające na koszty podziemnego magazynowania gazu

STRESZCZENIE. W artykule zaprezentowano podstawowe zagadnienia związane z kosztami podziemnego magazynowania gazu. Przedstawiono wielkość jednostkowych nakładów inwestycyjnych, w zależności od rodzaju magazynu, a także strukturę kosztów eksploatacyjnych. Dla warunków polskich, na przykładzie hipotetycznego magazynu oszacowano wpływ wielkości nakładów inwestycyjnych, kosztów stałych i zmiennych oraz ceny za magazynowanie na wartość zaktualizowaną netto (NPV). Zbadano również wpływ wykorzystania pojemności czynnej na opłacalność procesu podziemnego magazynowania gazu.

SŁOWA KLUCZOWE: podziemne magazynowanie gazu, efektywność ekonomiczna

Wprowadzenie

Podziemne magazynowanie gazu (PMG) odgrywa coraz ważniejszą rolę w planach zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego wielu państw oraz przy optymalizacji kosztów dostarczania gazu do odbiorców. Wydobycie gazu i jego przesyłanie na duże odległości to proces bardzo kosztowny. Efektem tego jest bardzo duży udział opłaty za przesył w cenie, którą płaci za gaz odbiorca końcowy. Zużycie gazu charakteryzuje się również dużą se-

* Dr hab. inż. — Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

** Mgr inż. — Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Radosław TARKOWSKI

zonowością, co nie idzie w parze z preferowanym przez operatorów stałym, wysokim stopniem wykorzystania gazociągów, gdyż następuje w takim przypadku rozminięcie się popytu i podaży. Gdyby nie wykorzystywano magazynów gazu, zarówno zdolności wydobywcze jak i przepustowości systemów przesyłowych musiałyby zaspokajać szczytowe zapotrzebowanie na gaz. Tak więc budowa magazynów gazu, zarówno tych o bardzo dużych pojemnościach magazynowych, zabezpieczających zaopatrzenie w gaz dla całej sieci w okresie zwiększonego poboru (w sezonie grzewczym), jak i mniejszych lokalnych magazynów, stanowiących zabezpieczenie dla szczytowego zużycia w najbliższej okolicy jest ekonomiczną koniecznością. Innym ważnym aspektem jest zapewnienie nieprzerwanych dostaw gazu w przypadku wstrzymania dostaw gazu z importu, od którego większość państw UE jest silnie uzależniona. Zagrożenie to w obliczu wykorzystywania przez Rosję, największego dostawcę gazu do Europy, „gazowego kurka” jako narzędzia nacisku w sporach politycznych, jest obecnie szczególnie istotne. PMG mogą więc być traktowane jako strategiczne narzędzie zwiększające bezpieczeństwo energetyczne państw. W takim przypadku projekty związane z PMG muszą być finansowane przez państwo. Przykładem takiej inwestycji może być budowa w Hiszpanii nowego PMG oraz terminala LNG, co pozwoli do roku 2011 trzykrotnie zwiększyć pojemność magazynową tego państwa [6]. Inne podejście, coraz bardziej popularne na liberalizującym się globalnym rynku gazu, polega na traktowaniu projektów PMG jako przedsięwzięć komercyjnych, które muszą zapewnić zwrot poniesionych nakładów i przynieść zysk z tytułu opłat pobieranych za magazynowanie. Jest to szczególnie istotne w sytuacji, gdy zgodnie z polityką UE, już nie pojedyncze przedsiębiorstwa gazownicze (na ogół państwowe) będą całkowicie odpowiedzialne za bezpieczeństwo dostaw gazu, ale kilka lub nawet kilkanaście i więcej firm gazowniczych w poszczególnych krajach. Do problemu magazynowania gazu ziemnego odnosi się szereg aktów prawnych Unii Europejskiej a zwłaszcza tzw. Europejska Dyrektywa Gazowa 2003/55/WE z czerwca 2003 roku [3], która zastąpiła wcześniejszą Dyrektywę 98/30. Według Dyrektywy 2003/55 wolny dostęp (regulowany lub negocjowany) do magazynów i towarzyszących usług jest obowiązkowy. Programy bezpieczeństwa i wymogi w zakresie zapasów magazynowych na poziomie poszczególnych krajów powinny sprzyjać tworzeniu i rozwojowi konkurencyjnego wewnętrznego rynku gazu.

Zestawienie funkcji współczesnych podziemnych magazynów gazu przedstawia się następująco:

- ✧ strategiczna rezerwa na wypadek przerwania dostaw (dotyczy zwłaszcza krajów silnie uzależnionych od importu spoza UE),
- ✧ sezonowe równoważenie obciążenia w celu zaspokojenia szczytowego popytu (gaz jest zatłaczany do magazynów na wiosnę i w lecie i zwykle odbierany od października do marca),
- ✧ umożliwienie bilansowania dobowego,
- ✧ arbitraż cen gazu, czyli handlowa optymalizacja wahań cen gazu,
- ✧ ogólna optymalizacja funkcjonowania całego systemu, w tym ułatwienia dla transakcji wymiennych gazu typu swap,
- ✧ podtrzymanie przesyłu poprzez niwelowanie lokalnych ograniczeń przepustowości systemu lub krytycznych dopuszczalnych wielkości ciśnień.

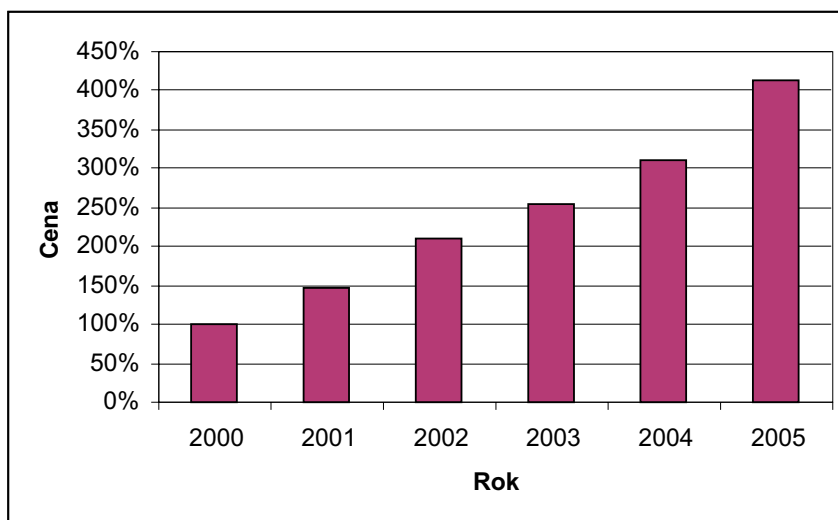
W przypadku traktowania projektu PMG jako przedsięwzięcia komercyjnego istotne jest określenie minimalnej ceny za magazynowanie zapewniającej efektywność ekonomiczną. Cena ta, która może być podawana w przeliczeniu na jednostkę objętości gazu (zwykle 1000 m³) lub na jednostkę zmagazynowanej energii (zwykle 10⁵ Btu; Btu = 1055 J), zależy od wielu czynników, zarówno geologicznych, jak i technicznych i ekonomicznych. Przykładowe ceny za usługi magazynowanie gazu oferowane przez wybrane firmy europejskie przedstawiono w tabeli 1.

TABELA 1. Ceny za magazynowanie w wybranych firmach w Europie w roku 2003 [5]

TABLE 1. Prices for UGS offering by selected companies in 2003, source: [5]

Firma	Euro/1000 m ³
Wingas	65
Thyssengas	113
Ruhrgas	79
BEB	69
Fluxys	51
DONG	50
Centrica	58

W ostatnich latach ceny za usługi PMG wykazują silną tendencję wzrostową (rys. 1), co według [6] jest związane ze zmniejszającą się nadwyżką dostaw w stosunku do zużycia gazu.



Rys. 1. Dynamika wzrostu cen za magazynowanie gazu w UE w stosunku do ceny z roku 2000, przeliczone na podstawie danych z [6]

Fig. 1. Dynamics of the prizes for storage in comparison to 2000 prize, recalculated using the data from [6]

W artykule przedstawiono podstawowe kwestie związane z nakładami inwestycyjnymi potrzebnymi do budowy magazynów gazu, strukturą i rodzajem kosztów eksploatacji oraz wpływem zmiany różnych czynników na efektywność ekonomiczną procesu magazynowania gazu w Polsce. Obliczenia przeprowadzono dla fikcyjnego, reprezentatywnego magazynu w czerpanym złożu gazu, o pojemności czynnej około 500 mln m³, wykorzystując rzeczywiste dane ekonomiczne z różnych magazynów oraz własne oszacowania. Szukając minimalnej ceny za magazynowanie wykorzystano metodę obliczania wartości zaktualizowanej netto [1, 2]. Szukano takiej ceny przy której NPV jest równe zero, przy zadanej stopie dyskontowej, wynoszącej 10%.

Nakłady inwestycyjne

Budowa magazynów jest przedsięwzięciem kosztownym. Publikowane w literaturze koszty wahają się od 0,1 do 1 USD na 1 m³ pojemności czynnej. Zależą one w dużej mierze od trzech czynników:

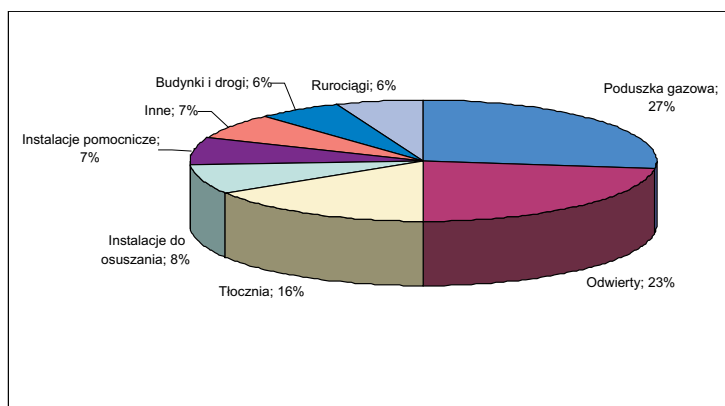
- a) rodzaju magazynu,
- b) warunków geologicznych a zwłaszcza głębokości magazynu,
- c) pojemności czynnej magazynu.

Uważa się, że najdroższa jest budowa magazynów kawernowych, natomiast koszty budowy magazynów w szcerpanych złożach i warstwach wodonośnych są zbliżone. Wzrost pojemności czynnej powoduje spadek kosztu jednostkowego, a większa głębokość struktury magazynującej jego wzrost. Przykład polskich magazynów potwierdza tę regułę. Najmniejsze jednostkowe nakłady inwestycyjne występują dla płytkich magazynów umiejscowionych w szcerpanych złożach — około 0,45 zł/m³ (0,14 USD/m³), a największe dla głębokich magazynów w szcerpanych złożach i magazynów kawernowych — około 1,4 zł/m³ (0,44 USD/m³).

W przypadku magazynów budowanych w szcerpanych złożach lub warstwach wodonośnych największy udział w nakładach inwestycyjnych mają z reguły koszty poduszki gazowej i odwiertów oraz tłoczni (rys. 2). Nieco inaczej sytuacja wygląda przy budowie magazynów kawernowych, gdzie największym składnikiem nakładów inwestycyjnych są koszty ługowania, a dopiero później koszty poduszki gazowej i odwiertów.

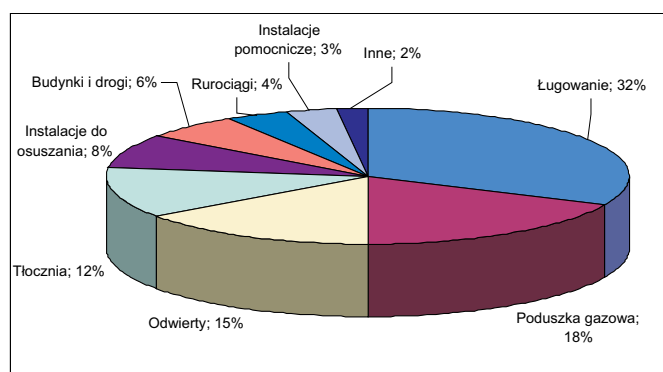
Struktura kosztów magazynowania

Stosunek kosztów stałych do zmiennych zależy rodzaju magazynu. Koszty zmienne stanowią największy procent w przypadku magazynu kawernowego — do 40%, dla pozostałych typów magazynów zawierają się one w przedziale od 8 do 30%.



Rys. 2. Przykładowy rozkład kosztów dla magazynów budowanych w szcerpanych złożach oraz warstwach wodonośnych

Fig. 2. Costs distribution for UGS in depleted reservoirs and aquifers



Rys. 3. Rozkład kosztów dla magazynów budowanych w kawernach solnych

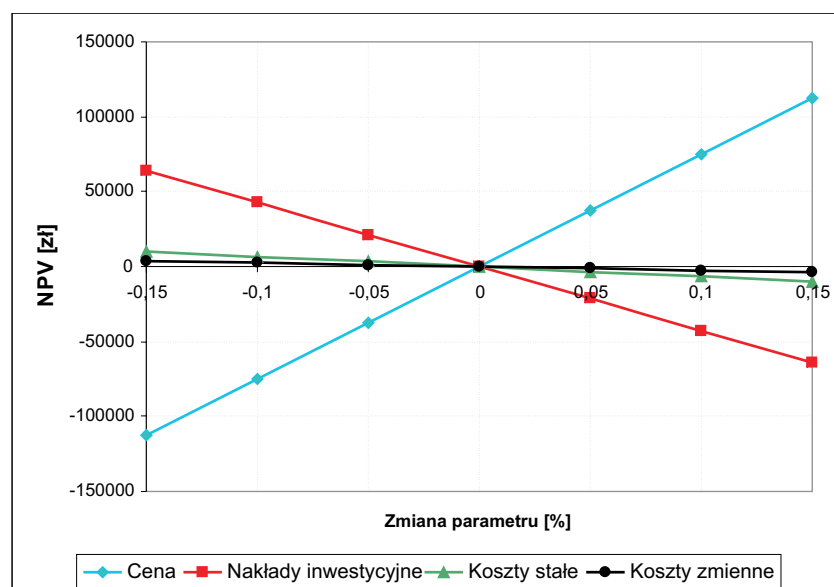
Fig. 3. Costs distribution for UGS in salt caverns

Najważniejszy składnik kosztów stałych stanowią wynagrodzenia i inne świadczenia na rzecz pracowników. Istotny udział mają również koszty serwisów urządzeń technicznych, remontów oraz usług obcych.

Wpływ zamiany różnych czynników na zyskowność podziemnego magazynowania gazu

Autorzy badali wpływ zmiany różnych czynników na wartość zaktualizowaną netto (NPV) projektu budowy i eksploatacji PMG w Polsce. Rysunek 4 przedstawia wyniki

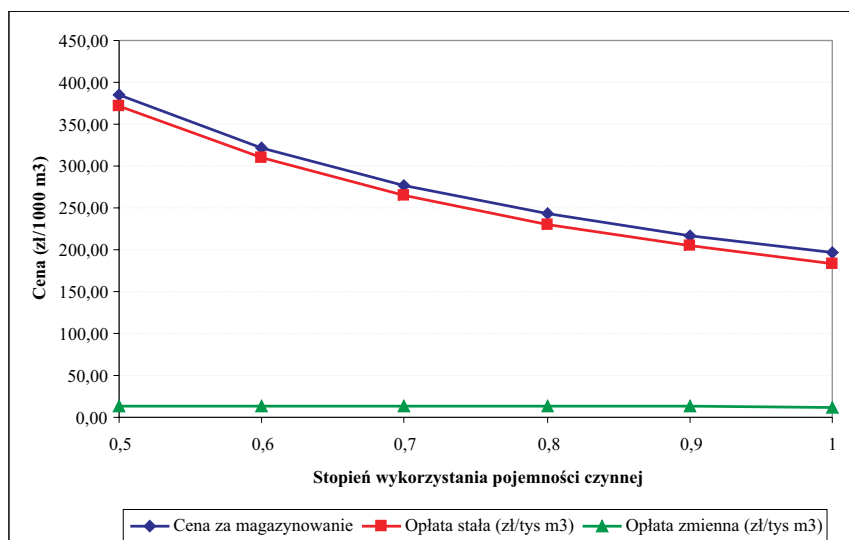
obliczeń uwzględniające zmianę ceny za magazynowanie, wielkości nakładów inwestycyjnych, poziomu kosztów stałych i zmiennych. Wyraźnie można zauważyć, że decydujący wpływ na wielkość NPV mają dwa czynniki — cena za magazynowanie oraz wielkość nakładów inwestycyjnych. Wpływ poziomu kosztów stałych i zmiennych na NPV jest stosunkowo nieduży. W przypadku kosztów i nakładów inwestycyjnych, gdy następuje ich wzrost, NPV inwestycji w podziemne magazynowanie gazu zmniejsza się; dla ceny za magazynowanie zależność jest odwrotna — wzrost ceny powoduje znaczne zwiększenie się NPV.



Rys. 4. Wrażliwość NPV na zmianę parametrów inwestycji

Fig. 4. Sensivity analysis for NPV of the UGS project

Przy tych samych założeniach przeprowadzono analizę wpływu stopnia wykorzystania pojemności magazynowej na minimalną cenę zapewniającą założoną efektywność inwestycji. Rysunek 5 przedstawia minimalną cenę za magazynowanie oraz jej część stałą i zmienną w zależności od wykorzystanej pojemności. Cena w tym przypadku ma charakter funkcji potęgowej, a spadek jej wartości w miarę wzrostu wykorzystania pojemności czynnej jest coraz mniejszy. Wyraźnie można zauważyć bardzo dużą różnicę w poziomie cen w zależności od stopnia wykorzystania magazynu. Dla 50% wykorzystania pojemności czynnej minimalna cena za magazynowanie wynosi aż 373 zł/tys. m³, podczas gdy przy 100% wykorzystaniu magazynu osiąga ona poziom 190 zł/ tys. m³. Po rozbiciu na część stałą i zmienną widać, że wraz ze wzrostem stopnia wykorzystania magazynu gwałtownie maleje część stała opłaty, natomiast część zmienna praktycznie utrzymuje się na stałym poziomie. Występuje tutaj typowy efekt skali, w którym koszty stałe oraz nakłady inwestycyjne przypadają na coraz to większą pojemność czynną, a co za tym idzie ich wpływ na cenę jednostkowe jest coraz mniejszy.



Rys. 5. Cena za magazynowanie w zależności od wykorzystanej pojemności czynnej

Fig. 5. Price for storage versus the working capacity used

Podsumowanie

Największy wpływ na wyniki ekonomiczne magazynowania gazu ma wielkość nakładów inwestycyjnych, stopień wykorzystania pojemności czynnej oraz cena za magazynowanie. W warunkach konkurencyjności szerokie zmiany cen mogą być utrudnione, optymalizacja powinna się więc skupić na pozostałych czynnikach, czyli minimalizacji jednostkowych nakładów inwestycyjnych oraz maksymalizacji stopnia wykorzystania pojemności czynnej magazynów. W miarę możliwości należy też zwiększać udział kosztów zmiennych, zależnych od wykorzystanej pojemności czynnej, w kosztach ogółem. Pozwoli to na zmniejszenie wpływu wykorzystania pojemności czynnej na efektywność ekonomiczną magazynów gazu. Wielkość kosztów stałych można zmniejszać również przez zwiększanie stopnia automatyzacji magazynów, zmniejszając tym samym koszty związane z wynagrodzeniami, które stanowią największy ich składnik. Znaczenie podziemnych magazynów gazu, jako gwarancji zapewnienia ciągłości dostaw ciągle rośnie. Spowodowane jest to, zwiększającym się uzależnieniem niemal wszystkich państw Unii Europejskiej od importu gazu ziemnego oraz przypadkami wykorzystywania tego surowca w różnorodnych naciskach politycznych. Rynek usług magazynowania zmienia się również w obliczu nadciągającej liberalizacji, na którą Unia Europejska kładzie szczególny nacisk. Dużej wagi nabiera więc identyfikacja głównym czynników mających wpływ na efektywność ekonomiczną podziemnego magazynowania gazu. Ich optymalizacja może być ważnym argumentem przewagi konkurencyjnej w przypadku rywalizacji na wolnym rynku usług magazynowania. Szacunkowe obliczenia przytoczone w niniejszym artykule pokazują, że

ceny które mogłyby być oferowane przez komercyjne PMG w Polsce mogą być konkurencyjne na rynku europejskim pod warunkiem zapewnienia wykorzystania zainstalowanych pojemności czynnych.

Literatura

- [1] BEHRENS W., HAWRANEK P.M., 1993 — Poradnik przygotowania przemysłowych studiów feasibility. United Nations Industrial Development Organization, Warszawa.
- [2] BRIGHAM E.F., GAPENSKI L.C., 2000 — Zarządzanie finansami. PWE, Warszawa.
- [3] Dyrektywa 2003/55/WE Parlamentu Europejskiego i Radu z dnia 26 czerwca 2003 r.
- [4] IKOKU Chi U., 1984 — Natural Gas Reservoir Engineering. John Wiley & Sons, New York.
- [5] Zasady finansowania realizacji podziemnych magazynów gazu oraz analiza stawek opłat za usługi magazynowania gazu w wybranych krajach europejskich. Agencja Rynku Energii S.A. Warszawa 2003.
- [6] Fundamentals of the World Gas Industry. Petroleum Economists, London 2006.

Jerzy STOPA, Piotr KOSOWSKI

Factors influencing the costs of underground gas storage

Abstract

The effective operation of liberalised gas markets is dependent on the construction of new gas storage. Using the Poland as a case study, the authors examine the factors influencing the economic efficiency of the UGS constructions and operations. In a liberalised gas market, a tight supply/demand position can lead to high storage values, whereas an oversupply can lead to storage being unused and of low commercial value. In the paper, approximate profitable prize for storage in a hypothetical UGS in depleted gas reservoir is evaluated and examined versus the storage capacity used.

KEY WORDS: underground gas storage, economic efficiency