

Beata Wittmann

Paweł Wilkosz

Gas Storage Poland sp. z o.o.

Bezpieczeństwo energetyczne – rola podziemnych magazynów gazu ziemnego

Bezpieczeństwo energetyczne państwa według *Polityki energetycznej Polski do roku 2040*¹ oznacza aktualne i przyszłe zaspokojenie potrzeb odbiorców paliwa i energii w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska. Gwarancją pełnego bezpieczeństwa energetycznego jest zapewnienie ciągłości dostaw surowców, efektywnego systemu przesyłowego i dystrybucyjnego oraz odpowiedniej infrastruktury magazynowej.

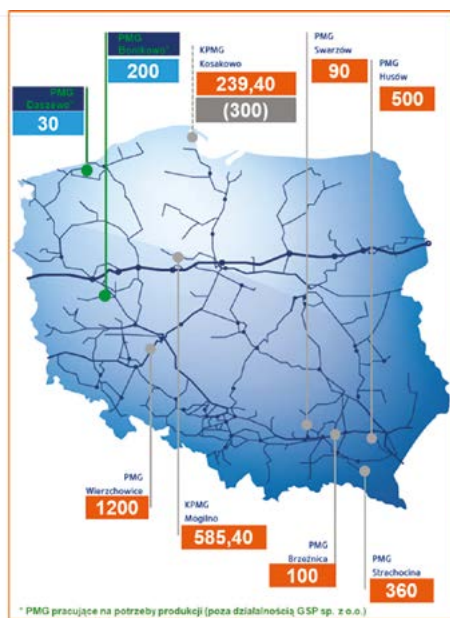
Jednym z bardzo ważnych elementów systemu bezpieczeństwa energetycznego państwa są podziemne magazyny gazu (PMG) zlokalizowane w strukturach geologicznych (rys. 1). Podstawową rolą PMG jest pokrywanie zmian obciążenia zapotrzebowania na paliwo gazowe, czyli bilansowanie dostaw i poborów gazu dzięki magazynowaniu nadwyżek w okresach zmniejszonego popytu i jego oddawanie w sytuacjach wzrostu zapotrzebowania. Ponadto PMG dają możliwość spełnienia obowiązków regulacyjnych poprzez utrzymywanie zapasów obowiązkowych, utrzymanie zapasów handlowych pozwalających na wywiązywanie się z umów, zabezpieczenie rezerw strategicznych, równoważenie zmienności cen, zapewnienie stabilnej pracy systemu przesyłowego i kopalń gazu w okresach wahań popytu, dzięki czemu zwiększają niezależność energetyczną Polski.

W niniejszym artykule przedstawiono uwarunkowania geologiczno-górnictwa, techniczne, regulacyjne i środowiskowe funkcjonowania PMG oraz ich rolę w obecnym i przyszłym systemie bezpieczeństwa energetycznego państwa z uwzględnieniem przyszłej ich roli jako magazynów energii.

1 Por. Ministerstwo Energii, *Polityka energetyczna Polski do roku 2040*, projekt, www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/zaktualizowany-projekt-polityki-energetycznej-polski-do-2040-r (9.05.2020).

1. Magazynowanie gazu ziemnego w strukturach geologicznych

Historia podziemnego magazynowania gazu ziemnego na świecie sięga lat 20. XX wieku. W Polsce magazynowanie gazu w strukturach geologicznych rozpoczęło się w 1954 roku w częściowo wyeksploatowanym złożu gazu ziemnego Roztoki znajdującym się koło Jasła. PMG Roztoki był pierwszym podziemnym magazynem gazu w Polsce, a zarazem jednym z pierwszych w Europie. Szybki rozwój PMG w Polsce rozpoczął się w 1979 roku, w którym rozpoczęto eksploatację PMG Brzeźnica oraz PMG Swarzędz. W dalszej kolejności do eksploatacji były włączane PMG Strachocina, PMG Husów, PMG Wierzchowice oraz KPMG Mogilno i KPMG Kosakowo. Mapę lokalizacji PMG w Polsce przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Mapa lokalizacyjna PMG w Polsce

Źródło: Gas Storage Poland sp. z o.o.

Gaz ziemny można magazynować na wielką skalę w następujących strukturach geologicznych:

- w częściowo wyeksploatowanych złożach gazu ziemnego i ropy naftowej – typ zbiornika porowo-szczelinowy,
- w kawernach solnych wyługowanych w pokładowych i wysadowych złożach soli kamiennej (rys. 2) – typ zbiornika kawernowy,
- w warstwach wodonośnych – typ zbiornika porowy, porowo-szczelinowy,
- w wyeksploatowanych kopalniach węgla – typ zbiornika kubaturowy,
- w grotach skalnych – typ zbiornika kubaturowy.

Każda z wyżej wymienionych struktur geologicznych charakteryzuje się określonymi właściwościami fizycznymi, które determinują możliwości budowy PMG o określonych parametrach techniczno-eksploatacyjnych jego pracy.

Najważniejsze parametry techniczne pracy PMG to pojemność czynna, moc odbioru gazu, moc zatłaczania gazu, wielkość bufora (poduszki gazowej), zdolność do wykonywania wielu cykli w ciągu roku.

Najlepsze parametry pracy oraz możliwości pracy wielocyklowej dają kawerny solne. W związku z tym w ostatnich latach obserwuje się wzrost zapotrzebowania na pojemności w magazynach kawernowych (KPMG). W krajach takich jak Niemcy, Wielka Brytania, Dania czy Holandia, w których występują złoża soli kamiennej i korzystne warunki geologiczno-górnictwa dla budowy magazynów kawernowych, ich udział stanowi większość. Tylko w Stanach Zjednoczonych funkcjonuje ponad 2 tys. kawern, w których magazynuje się ropę naftową, paliwa, gaz ziemny, sprężone powietrze oraz wodór.

W Europie prowadzi się eksploatację ponad 300 kawern. Również w Polsce występują wysadowe i pokładowe złoża soli kamiennej pozwalające na budowę nowoczesnych magazynów gazu i innych substancji w kawernach solnych.

Pierwsza kawerna solna została wybudowana w wysadzie solnym Mogilno i oddana do eksploatacji w 1997 roku. Na dziś funkcjonują trzy podziemne magazyny kawernowe, w których są eksploatowane 34 kawerny na gaz ziemny, ropę naftową i paliwa. Najstarszym magazynem tego typu jest Kawernowy Podziemny Magazyn Gazu Mogilno² (rys. 2), w którym gaz ziemny jest przechowywany w 14 kawernach zlokalizowanych w wysadzie solnym Mogilno³.

W roku 2010 rozpoczęto budowę Kawernowego Podziemnego Magazynu Gazu Kosakowo i aktualnie gaz ziemny magazynuje się w 8 kawernach zlokalizowanych w pokładowym złożu soli kamiennych Mechelinki⁴ (rys. 2).

Od roku 2002 w 12 kawernach solnych zlokalizowanych w wysadzie solnym Góra magazynuje się ropę naftową i paliwa płynne w Podziemnym Magazynie Ropy i Paliw Góra koło Inowrocławia.

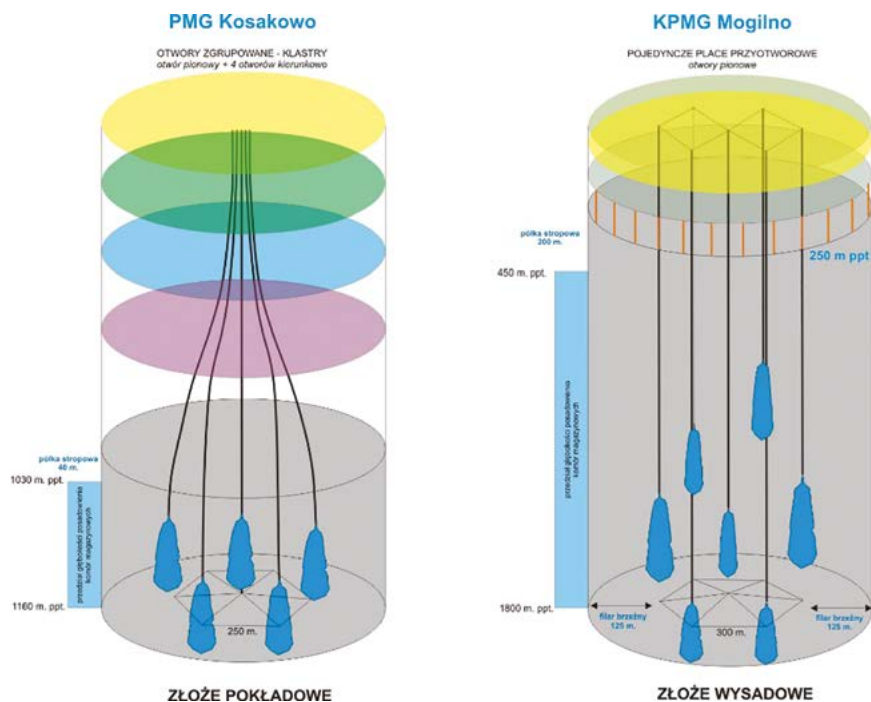
W Polsce eksploatowanych jest siedem podziemnych magazynów gazu (rys. 1) będących instalacjami magazynowymi gazu ziemnego wysokometanowego, współpracujących z gazowym systemem przesyłowym. Pięć z nich

2 Por. T. Laskowska i in., *Polskie magazyny gazu ziemnego – od Mogilna do Kosakowa*, „Przegląd Geologiczny” 57 (2009) nr 9, s. 756.

3 Por. P. Wilkosz, *Quaternary Activities of Salt Structures in Poland – New Data from the Mogilno Salt Dome*, „Zeitschrift für Geologische Wissenschaften” 33 (2006) No. 4/5, s. 243–261.

4 Por. P. Wilkosz i in., *Comparison of Internal Structure and Geomechanical Properties in Horizontally Layered Zechstein Rock Salt*, w: *Mechanical Behavior of Salt VII. Proceedings of the 7th Conference on the Mechanical Behavior of Salt, Paris, France, 16–19 April 2012*, eds P. Berest i in., London 2012, s. 89–95.

utworzono w częściowo wyeksploatowanych złożach gazu ziemnego, to jest PMG Wierzchowice, PMG Husów, PMG Strachocina, PMG Swarzędów i PMG Brzeźnica, natomiast dwa – KPMG Mogilno oraz KPMG Kosakowo – zostały zbudowane w złożach soli kamiennej, a magazynowanie gazu odbywa się w wyługowanych kawernach solnych (rys. 2).



Rys. 2. PMG w kawernach solnych. Pierwszy magazyn kawernowy powstał w wysadowym złożu soli kamiennej Mogilno II w województwie kujawsko-pomorskim, kolejny magazyn powstał w pokładzie soli Mechelinki w rejonie Zatoki Puckiej (KPMG Kosakowo)

2. Rola podziemnych magazynów

Podziemne magazyny gazu ziemnego pełnią istotną funkcję w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego kraju. Z systemem przesyłowym gazu E (o oddziaływaniu ogólnokrajowym) współpracuje 7 podziemnych magazynów gazu (rys. 1), które odgrywają ważną rolę w pokrywaniu nierównomierności sezonowej i dobowej zapotrzebowania na gaz.

Cztery magazyny złożowe położone na południu Polski zgrupowane są w grupę instalacji magazynowych (GIM Sanok), dwie instalacje magazynowe

kawernowe zgrupowano w GIM Kawerna, natomiast PMG Wierzchowice stanowią odrębną instalację magazynową.

Magazyny gazu mają za zadanie wspieranie pracy systemu przesyłowego w warunkach szczytowego zapotrzebowania na gaz (bilansowanie dobowe) i zapewnienie możliwości kontraktowania gazu z zewnętrznych (połączenia międzysystemowe, terminal LNG) lub wewnętrznych źródeł (wydobycie ze złóż krajowych) bez konieczności zapewnienia dużego zakresu elastyczności, który zazwyczaj jest dodatkowo płatny w kontraktach bilateralnych, o ile w ogóle jest oferowany.

Dostawy gazu importowanego wynikają z realizacji umów bilateralnych, zakupów na giełdach gazu oraz parametrów technicznych sieci przesyłowej, natomiast źródła dostaw krajowego gazu ziemnego mają określoną zdolność wydobywczą wynikającą z warunków geologiczno-złożowych, liczby odwiertów eksploatacyjnych i parametrów eksploatacyjnych.

Dzięki pracy magazynów gazu możliwe jest obniżenie ceny zakupywanego gazu, jak również ograniczanie nadmiernych potrzeb w zakresie rozbudowy przepustowości połączeń międzysystemowych (interkonektorów). Łączna pojemność czynna funkcjonujących w Polsce podziemnych magazynów gazu wynosi aktualnie około 3075 mln m³, łączna moc odbioru 48,7 mln m³/dobę, a zatłaczania 27,23 mln m³/dobę (tab. 1).

Aktualna pojemność magazynów odpowiada około 16–17% krajowego zapotrzebowania na gaz, co jest znacznie poniżej średniej europejskiej wynoszącej około 32% (wykr. 1).

Tab. 1. Maksymalne możliwe zdolności PMG w Polsce w sezonie 2019/2020

Nazwa magazynu	Rodzaj magazynu	Pojemność czynna [mln m ³]	Maksymalna moc zatłaczania [mln m ³ /dobę]	Maksymalna moc odbioru [mln m ³ /dobę]
KPMG Mogilno	kawernowy	585,4	9,60	18,00
KPMG Kosakowo	kawernowy	239,4	2,4	9,6
PMG Wierzchowice	złożowy	1200	6,00	9,6
PMG Husów	złożowy	500	4,15	5,76
PMG Strachocina	złożowy	360	2,64	3,36
PMG Swarzędz	złożowy	90	1,00	0,93
PMG Brzeźnica	złożowy	100	1,44	1,44
RAZEM		3074,8	27,23	48,69

Źródło: strony internetowe Gas Storage Poland sp. z o.o.



Wykr. 1. Porównanie wielkości pojemności magazynowych do wielkości konsumpcji

Źródło: opracowanie Gas Storage Poland sp. z o.o., dane GIE oraz Eurostatu.

Możliwości utrzymywania zapasów obowiązkowych gazu ziemnego oraz zapasów handlowych zwiększają niezależność energetyczną Polski w okresie szczytowego zapotrzebowania na gaz ziemny (rys. 3).



Rys. 3. Funkcje podziemnych magazynów gazu

Źródło: opracowanie własne.

Podziemne magazyny gazu stanowią istotny element systemu bezpieczeństwa energetycznego kraju i odgrywają szczególnie istotną rolę w bilansowaniu dostaw gazu w sezonie letnim i zimowym. W zależności od funkcji, jaką pełnią w systemie, ich oddziaływanie może być sezonowe lub dobowe.

Łączna maksymalna moc odbioru gazu z magazynów w 2010 roku wynosiła 31,7 mln m³/dobę, natomiast w 2018 roku 48,7 mln m³/dobę. Przyrost mocy

odbioru w całym okresie wyniósł 17 mln m³/dobę, co stanowi 54% wielkości początkowej.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa bieżącej pracy systemu istotne jest, w jakim stopniu magazyny gazu mogą pokryć dobowe zapotrzebowanie na gaz, które wystąpi w szczytowym zimowym okresie. Dane historyczne wskazują, że przez wiele lat szczytowe zapotrzebowanie na gaz wynosiło około 70 mln m³/dobę, a największe zapotrzebowanie wystąpiło w 2012 roku i wyniosło 72 mln m³/dobę.

Zwiększenie zużycia gazu związane było z wystąpieniem niskich temperatur w okresie zimowym. Przy szerszym spojrzeniu można zauważyć, że pomimo okresowych zmian wynikających z temperatur zimowych w systemie przesyłowym obserwuje się trwałą tendencję wzrostową szczytowego zapotrzebowania, co wynika z systematycznego zwiększania liczby odbiorców, a w szczególności obiektów energetyki zawodowej. Zapotrzebowanie maksymalne w 2017 roku wyniosło około 75 mln m³, a w 2018 roku około 83 mln m³ (łącznie w systemach gazu E i Lw). Przy utrzymującym się dalszym wzroście zużycia gazu w systemie (intensyfikacja gazyfikacji kraju, budowa nowych bloków gazowo-parowych, zastępowanie węgla paliwem gazowym) zapotrzebowanie szczytowe będzie dalej rosło, przy czym im większy będzie udział zastosowania gazu do celów grzewczych i energetycznych, tym bardziej intensywny wzrost zapotrzebowania szczytowego będzie obserwowany.

W ostatnich latach można zauważyć, jak wytwarza się kolejny szczytowy okres zużycia gazu ziemnego, w przypadku energetyki gazowej jest to lato. Biorąc pod uwagę potencjał rynku oszacowany w różnych prognozach zużycia, wielkość tego zapotrzebowania do roku 2030 zawiera się w przedziale w zależności od publikacji odpowiednio od 121 do 138 mln m³/dobę. Wyniki analizy możliwości pokrycia zapotrzebowania dobowego przez podziemne magazyny gazu, przy założeniu braku ich rozbudowy, wskazują, że w latach 2019–2030 nastąpi pogorszenie stanu bezpieczeństwa mierzonego możliwym udziałem podziemnych magazynów gazu w pokrywaniu szczytowego zapotrzebowania na gaz.

Największa dynamika zmian wystąpi w latach 2020–2025, gdy do systemu gazowniczego przyłączane będą nowe bloki gazowo-parowe oraz będzie następowało przestawianie ciepłownictwa (jednostki powyżej 1 MW) na paliwo gazowe. Wpływ na dynamikę wzrostu zużycia gazu ma również transponowana do polskiego prawa Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2193 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania⁵.

5 Por. <https://sdr.gdos.gov.pl/> (9.05.2020).

Dyrektywa ta określa normy emisji do powietrza: dwutlenku siarki, tlenku i dwutlenku azotu oraz pyłów – dla średnich źródeł spalania paliw (tak zwanych MCP – *medium combustion plant*). Do MCP zaliczają się obiekty, których nominalna moc cieplna jest równa lub większa niż 1 MW i mniejsza niż 50 MW. Dyrektywa wprowadziła obowiązek objęcia tych źródeł systemem pozwoleń lub rejestracji i obowiązkowym monitorowaniem emisji oraz wprowadziła wymagania dotyczące eksploatacji urządzeń redukujących emisję.

W założonych wariantach prognoz udział mocy odbioru gazu z podziemnych magazynów gazu w pokrywaniu szczytowego zapotrzebowania obniży się z obecnych około 59% do poziomu 35–38%⁶.

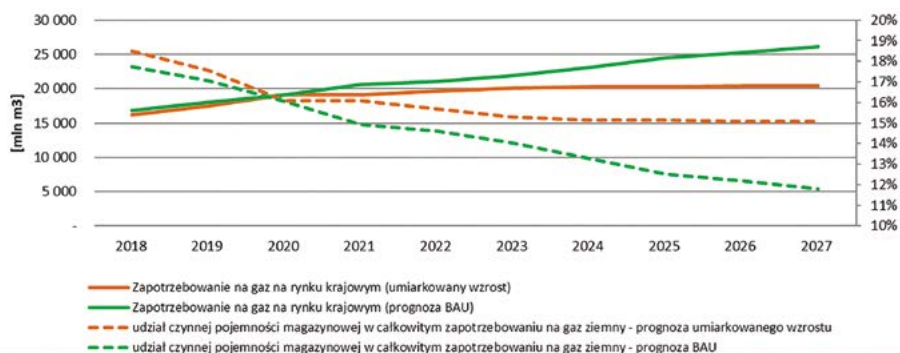
Bezpieczeństwo energetyczne państwa oznacza aktualne i przyszłe zaspokojenie potrzeb odbiorców paliwa i energii w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska. Aktualna pojemność magazynów odpowiada jedynie około 16% krajowego zapotrzebowania na gaz, co plasuje nas znacznie poniżej średniej europejskiej (około 38%) i istotnie niżej od naszych najbliższych sąsiadów (Niemcy, Czechy, Słowacja, Dania, Austria).

Wolumen dostępnych pojemności magazynowych w Polsce należy również rozpatrywać w kontekście aspiracji związanych z utworzeniem w Polsce hubu gazowego zgodnie z dokumentem Ministerstwa Rozwoju *Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju* (plan premiera Mateusza Morawieckiego).

Plan ten wskazuje na konieczność rozbudowy terminala LNG, budowy Baltic Pipe, sieci gazociągów w kierunku Grupy Wyszehradzkiej oraz magazynów gazu w Polsce. Jak ważne są magazyny dla funkcjonowania hubu gazowego, dobrze obrazuje przykład rynku niemieckiego, na którym pojemność magazynów to 227 TWh, czyli 25% krajowego zapotrzebowania na gaz, dla porównania w Polsce jest to 34,2 TWh, to jest 16% krajowego zapotrzebowania na gaz.

Podsumowując, biorąc pod uwagę dalszy rozwój rynku gazu w Polsce, dla utrzymania obecnego poziomu bezpieczeństwa, to jest zapewnienia pojemności czynnej magazynów odpowiadającej około 16% całkowitego zapotrzebowania na gaz, wymagana jest rozbudowa podziemnych magazynów gazu w perspektywie do roku 2030 przy jednoczesnym zwiększeniu mocy odbioru z tych magazynów. Przedstawiony poniżej wykres 2 wyraźnie prezentuje spadek poziomu bezpieczeństwa w przypadku braku rozbudowy PMG i przy jednoczesnym wzroście zapotrzebowania na gaz.

6 Por. R. Wittmann i in., *Wstępna ocena wpływu I i VII osi Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014–2020 w kontekście uzasadnienia wsparcia projektów w zakresie przesyłu, dystrybucji i wykorzystania gazu w perspektywie unijnej po 2020 roku*, <http://www.ewaluacja.gov.pl/> (9.05.2020).



Wykr. 2. Pojemność czynna PMG w odniesieniu do zapotrzebowania na gaz w wariantach optymalnego wzrostu (*business as usual*, BAU) oraz OPT

Źródło: R. Wittmann i in., *Wstępna ocena wpływu I i VII osi Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014–2020 w kontekście uzasadnienia wsparcia projektów w zakresie przesyłu, dystrybucji i wykorzystania gazu w perspektywie unijnej po 2020 roku*, <http://www.ewaluacja.gov.pl/> (9.05.2020).

Napełnienie podziemnych magazynów gazu w ilości odpowiadającej 100% pojemności czynnej (z uwzględnieniem części pojemności obecnie wykorzystywanej dla potrzeb utrzymywania zapasów obowiązkowych) w 2027 roku będzie wystarczało na pokrycie około 40 dni średniego zapotrzebowania na gaz w systemie przesyłowym w ciągu roku oraz do 25 dni szczytowego zapotrzebowania na gaz.

Dla porównania w 2018 roku liczby te wynosiły 65 dni średniego zapotrzebowania na gaz w systemie przesyłowym w ciągu roku oraz 36 dni szczytowego zapotrzebowania na gaz. Obniżenie poziomu bezpieczeństwa funkcjonowania systemu przesyłowego oraz dostaw gazu będzie więc odczuwalne, jeżeli pojemność czynna magazynów gazu pozostanie na obecnym poziomie, co ważne – nawet w przypadku uwzględnienia pojemności obecnie zarezerwowanej do utrzymywania zapasów obowiązkowych.

Funkcjonujące w Polsce podziemne magazyny gazu odgrywają istotną rolę w bieżącym funkcjonowaniu rynku gazu w Polsce, a moce odbioru zapewniają możliwość reagowania na bieżące zmiany zapotrzebowania w systemie przesyłowym wynikające ze zmian temperatur, potrzeb odbiorców, notowań giełdowych i innych zdarzeń rynkowych. Wpływ rozbudowy PMG w poprzednich latach na poprawę stanu bezpieczeństwa mierzonego możliwym udziałem podziemnych magazynów gazu w pokrywaniu szczytowego zapotrzebowania na gaz był kluczowy.

Biorąc pod uwagę zastosowanie gazu w sektorze elektroenergetycznym i ciepłownictwie oraz wykorzystanie potencjału gazu ziemnego do ograniczania

wpływu na środowisko obecnej struktury paliwowej (w szczególności węgla brunatnego i kamiennego), konieczne wydaje się zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa i zdolności krajowych instalacji podziemnych magazynów gazu do zmagazynowania odpowiedniej ilości gazu ziemnego dla wspomagania pracy systemu gazowniczego w okresie szczytowego zapotrzebowania na gaz zarówno w sezonie zimowym, jak i letnim.

3. Działalność Operatora Systemu Magazynowania

W listopadzie 2010 roku powołano spółkę Operator Systemu Magazynowania sp. z o.o.; było to efektem dostosowania struktury PGNiG SA do dyrektywy unijnej oraz chęci zapewnienia niezależności operatora.

Artykuł 15 dyrektywy 2009/73/WE stanowi, że operator systemu magazynowania, który jest częścią przedsiębiorstwa zintegrowanego pionowo, musi być niezależny, przynajmniej w zakresie swojej formy prawnej, organizacyjnej i podejmowania decyzji, od wszelkich innych rodzajów działalności niezwiązanych z przesyłem, dystrybucją i magazynowaniem⁷.

OSM sp. z o.o. rozpoczął działalność operatorską na podstawie udzielonej przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki koncesji i decyzji o wyznaczeniu operatorem systemu magazynowania na okres od 1 czerwca 2012 do 31 maja 2022 roku. W 2016 roku nastąpiła zmiana nazwy spółki na Gas Storage Poland sp. z o.o.

4. Otoczenie regulacyjne

Działalność spółki jest w pełni zgodna z wymogami III pakietu energetycznego, a w szczególności z wymogami rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 715/2009. Rozporządzenie nr 715/2009 wprowadziło obowiązkowy zakres usług magazynowania.

Na podstawie art. 15 rozporządzenia nr 715/2009 operatorzy systemu magazynowania są zobligowani do oferowania w szczególności:

- usług ciągłych i usług przerywanych,
- usług krótkoterminowych i usług długoterminowych,
- usług świadczonych w formie pakietów i usług rozdzielonych w zakresie pojemności czynnej, zdolności załaczania i zdolności odbioru.

Oferta spółki spełnia wymagania narzucone rozporządzeniem nr 715/2009, ponadto obejmuje usługi dodatkowe w stosunku do tych wymagań.

Usługi magazynowania są świadczone w zakresie wynikającym z technicznych możliwości instalacji magazynowych, parametrów jakościowych paliwa

7 Por. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/73/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego gazu ziemnego i uchylająca dyrektywę 2003/55/WE (tekst mający znaczenie dla EOG).

gazowego zatłaczanego lub odbieranego, oraz w granicach przydziału przepustowości przesyłowej uzyskanego od operatora sieci przesyłowej (OSP).

Usługi magazynowania są ściśle powiązane ze świadczeniem usługi przesyłu. Zgodnie z obowiązującą Instrukcją Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej (IRiESP) OSM jest jedynym podmiotem uprawnionym do zakupu przydziału przepustowości w punktach połączenia systemu przesyłowego z instalacjami magazynowymi.

5. Rozporządzenie SoS (*security of supply*)

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/1938 z dnia 25 października 2017 r. dotyczące środków zapewniających bezpieczeństwo dostaw gazu ziemnego i uchylające rozporządzenie (UE) nr 994/2010 zwraca uwagę na istotność zagadnienia zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego w zakresie dostaw gazu ziemnego:

Gaz ziemny [...] pozostaje ważnym elementem dostaw energii w Unii.

Celem [...] rozporządzenia jest zapewnienie wprowadzenia wszystkich niezbędnych środków gwarantujących nieprzerwane dostawy gazu w całej Unii, w szczególności odbiorcom chronionym w przypadku wystąpienia trudnych warunków klimatycznych lub zakłóceń dostaw gazu.

„Odbiorca chroniony” oznacza odbiorcę będącego gospodarstwem domowym, który jest podłączony do sieci dystrybucyjnej gazu, a oprócz tego – o ile tak postanowi dane państwo członkowskie – termin ten może obejmować co najmniej jedno z poniższych, pod warunkiem że na przedsiębiorstwa lub usługi, o których mowa w lit. a) i b), nie przypada łącznie więcej niż 20% całkowitego rocznego ostatecznego zużycia gazu w danym państwie członkowskim:

- a. małe lub średnie przedsiębiorstwo, pod warunkiem że jest ono podłączone do sieci dystrybucyjnej gazu;
- b. podmiot świadczący podstawowe usługi społeczne, pod warunkiem że jest on podłączony do sieci dystrybucyjnej lub przesyłowej gazu;
- c. instalację systemów ciepłowniczych, o ile dostarcza ona energię ciepłą odbiorcom będącym gospodarstwami domowymi, małym lub średnim przedsiębiorstwom lub podmiotom świadczącym podstawowe usługi społeczne, pod warunkiem że takiej instalacji nie można przestawić na paliwa inne niż gaz.

6. Ustawa o zapasach

W przypadku zakłócenia dostaw gazu podmioty rynkowe powinny mieć zapewnione wystarczające możliwości reakcji na sytuację za pośrednictwem środków rynkowych.

W przypadku gdy środki rynkowe zostały wyczerpane, a okazują się wciąż niewystarczające, państwa członkowskie i ich właściwe organy powinny podjąć środki zmierzające do usunięcia lub złagodzenia skutków zakłócenia dostaw gazu – zastosować środki nierynkowe.

Środki rynkowe po stronie podaży lub popytu to takie jak:

- uruchamianie dodatkowych dostaw gazu ziemnego z innych źródeł lub kierunków – na przykład zapas komercyjny (handlowy);
- zmniejszanie poboru gazu ziemnego przez odbiorców zgodnie z umowami z nimi zawartymi (ograniczenia handlowe).

Środki nierynkowe, na przykład po stronie podaży, to takie jak:

- wykorzystanie rezerw strategicznych gazu;
- obowiązkowy odbiór z instalacji magazynowych;
- utrzymywanie obowiązkowego zapasu gazu ziemnego (ograniczenia handlowe) – środek stosowany w Polsce.

W Polsce obowiązuje Ustawa z dnia 16 lutego 2007 r. o zapasach ropy naftowej, produktów naftowych i gazu ziemnego oraz zasadach postępowania w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa paliwowego państwa i zakłóceń na rynku naftowym⁸.

Obowiązek utrzymywania zapasów obowiązkowych gazu ziemnego dotyczy podmiotów, które:

- prowadzą działalność gospodarczą w zakresie obrotu gazem ziemnym z zagranicą,
- dokonują przywozu gazu ziemnego (w tym także na własne potrzeby).

Nowelizacja ustawy w 2016 roku zwiększyła liczbę podmiotów, które są zobligowane do tworzenia zapasu obowiązkowego, ze względu na usunięcie z ustawy zapisów dotyczących zwolnień z takiego obowiązku.

Zapasy mogą być utrzymywane fizycznie:

- na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej w instalacjach magazynowych – operatorem IM jest Gas Storage Poland sp. z o.o.,
- poza terytorium Rzeczypospolitej Polskiej – na terytorium innego państwa członkowskiego UE lub państwa członkowskiego Europejskiego Porozumienia o Wolnym Handlu (EFTA) pod dodatkowymi kryteriami, na przykład zapewnienia możliwości ich dostarczenia w każdych warunkach.

8 Por. Ustawa z dnia 16 lutego 2007 r. o zapasach ropy naftowej, produktów naftowych i gazu ziemnego oraz zasadach postępowania w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa paliwowego państwa i zakłóceń na rynku naftowym, Dz.U. z 2018 r. poz. 1323.

Ilość zapasu dla każdego podmiotu zobowiązanego jest określona w decyzji prezesa Urzędu Regulacji Energetyki. Zapas jest utrzymywany w wysokości odpowiadającej co najmniej 30-dniowemu średniemu dziennemu przywozowi tego gazu w okresie od 1 kwietnia roku ubiegłego do 31 marca danego roku na podstawie danych statystycznych.

Instalacje magazynowe, w których utrzymywany jest zapas, muszą zapewnić możliwość dostarczenia całości zapasu obowiązkowego do systemu gazowego w okresie nie dłuższym niż 40 dni.

Zapasy obowiązkowy uzupełniany jest do wysokości określonej w decyzji prezesa URE w okresie 4 miesięcy, licząc od końca miesiąca, w którym nastąpiło uruchomienie zapasów. W szczególnych przypadkach na wniosek przedsiębiorstwa energetycznego okres ten może zostać wydłużony do 8 miesięcy.

Zapasami obowiązkowymi gazu ziemnego dysponuje minister właściwy do spraw energii. Zapasy obowiązkowe są uruchamiane przez operatora systemu przesyłowego (OSP) po uzyskaniu decyzji ministra. Operator systemu gazowego informuje operatora systemu magazynowania (OSM) o konieczności uruchomienia zapasów obowiązkowych najpóźniej w dniu uruchomienia tych zapasów.

W sytuacji uruchomienia zapasów obowiązkowych OSM współpracuje z OSP zgodnie z procedurą opisaną w ustawie o zapasach oraz Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej.

7. Taryfa – stawki opłat za usługi magazynowania

Na operatorze systemu magazynowania, jako przedsiębiorstwie energetycznym posiadającym koncesję na magazynowanie paliwa gazowego w instalacjach magazynowych, spoczywa ustawowy obowiązek ustalania taryfy w zakresie świadczenia usług magazynowania paliwa gazowego, która podlega zatwierdzeniu przez prezesa URE.

Przedsiębiorstwo energetyczne wykonujące działalność gospodarczą w zakresie magazynowania paliw gazowych ustala w taryfie:

1. grupy taryfowe i kryteria kwalifikowania odbiorców do tych grup;
2. stawki opłat za świadczenie usług magazynowania paliw gazowych, zwane dalej „stawkami opłat magazynowych”;
3. sposób ustalania stawek opłat magazynowych pobieranych:
 - a. na podstawie umów krótkoterminowych,
 - b. za usługi świadczone na zasadach przerywanych;
4. sposób ustalania bonifikat za niedotrzymanie standardów jakościowych usług magazynowania paliw gazowych;
5. bonifikaty za niedotrzymanie standardów jakościowych obsługi odbiorców;

6. stawki opłat lub sposób ustalania stawek opłat za usługi wykonywane na dodatkowe zlecenie odbiorcy⁹.

Taryfę kalkuluje się zgodnie z metodologią opisaną w rozporządzeniu taryfowym, które definiuje między innymi, jakie koszty i w jaki sposób ująć przy kalkulacji stawek za usługi magazynowania gazu ziemnego. Prezes URE publikuje również na stronie Urzędu Regulacji Energetyki wytyczne dla określania metody wskaźnika kosztu zaangażowanego kapitału dla infrastrukturalnych przedsiębiorstw sektora gazowego. Przebieg procesu powyżej opisanych czynności przedstawia rysunek 4.



Rys. 4. Podstawa kalkulacji taryfy i przebieg procesu administracyjnego

Obecnie taryfy dla usług magazynowych świadczonych przez operatora systemu magazynowania zatwierdzane są przez regulatora na okres około 12 miesięcy.

8. Magazynowanie energii w kawernach solnych

W ostatniej dekadzie bardzo mocno promowane były odnawialne źródła energii (OZE). W 2016 roku Komisja Europejska uchwaliła tak zwany pakiet zimowy zawierający szereg dokumentów dotyczących problemów energetyki UE¹⁰.

W roku 2020 został przedłożony Parlamentowi Europejskiemu¹¹ wniosek Komisji Europejskiej dotyczący pierwszego europejskiego prawa klimatycznego, który ma na celu zapisanie w prawie celu określonego w Europejskim Zielonym Ładzie¹², aby gospodarka i społeczeństwo Europy stały się neutralne dla klimatu

- 9 Por. Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 15 marca 2018 r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń w obrocie paliwami gazowymi, Dz.U. poz. 640.
- 10 Por. European Commission, *Commission Proposal of New Rules for Consumer Centred Clean Energy Transition*, <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-rules-consumercentred-clean-energy-transition> (9.05.2020).
- 11 Por. [https://eurlex.europa.eu/search.html?qid=1588581905912&text=COM\(2020\)%2080%20final&scope=EURLEX&type=quick&lang=en](https://eurlex.europa.eu/search.html?qid=1588581905912&text=COM(2020)%2080%20final&scope=EURLEX&type=quick&lang=en) (9.05.2020).
- 12 Por. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (9.05.2020).

do 2050 roku. Osiągnięcie tego celu będzie wymagać działań we wszystkich sektorach gospodarki, w tym wdrażania technologii przyjaznych dla środowiska i stopniowego wzrostu udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, aż do osiągnięcia w roku 2050 zerowych emisji gazów cieplarnianych. Dziś udział w mikście energetycznym odnawialnych źródeł energii na świecie wynosi około 11%. Według danych Eurostatu w UE w 2017 roku energia z OZE stanowiła 17,5%, co oznacza, że osiągnięcie wyznaczonego na 2020 rok celu 20% udziału OZE w mikście energetycznym jest bardzo prawdopodobne. W Polsce w roku 2017 udział energii z OZE według Eurostatu wynosił zaledwie 10,9%. Jednym z celów polityki energetycznej państwa jest zmniejszenie oddziaływania sektora energii na środowisko. Ponieważ proces uzyskania neutralności klimatycznej będzie realizowany przez najbliższe 30 lat do roku 2050, to właśnie gaz ziemny postrzegany jest jako paliwo przejściowe, które będzie szeroko stosowane w sektorze energetycznym.

W ostatnich latach na światowych rynkach energii gaz ziemny zaspokoił 45% dodatkowego popytu. W 2018 roku wykorzystanie gazu wzrosło o 170 mld m³ (4,6%), co było spowodowane rosnącymi potrzebami energetycznymi oraz stopniowym wypieraniem węgla. Również spółki energetyczne w Polsce zamierzają w okresie najbliższych 5–10 lat wymienić kotły węglowe na turbiny gazowe, co spowoduje gwałtowny wzrost popytu na gaz ziemny zarówno zimą, jak i latem. Ponadto realizowane są inwestycje przesyłowe Baltic Pipe o przepustowości 10 mln m³ gazu/rok i rozbudowa terminala LNG w Świnoujściu do 7,5 mld m³ gazu/rok.

Równolegle intensywnie rozwijać się będą odnawialne źródła energii, które mają odegrać decydującą rolę w dekarbonizacji sektora energetycznego.

Spółki energetyczne inwestują w nowoczesne technologie gazowe oraz OZE. Planowane są ogromne inwestycje w budowę farm wiatrowych na morzu przez PKN Orlen, PGE, Polenergię oraz rozwój farm wiatrowych na lądzie przez Tauron.

Największym wyzwaniem stojącym w przyszłości jest opracowanie i wdrożenie skutecznej metody magazynowania energii na dużą skalę w celu sprostania fluktuacjom zapotrzebowania na energię oraz w celu zintegrowania wytwarzania energii elektrycznej z nieciągłych odnawialnych źródeł, jak farmy wiatrowe i słoneczne z sieciami energetycznymi. Co więcej, wraz ze wzrostem udziału OZE w mikście energetycznym wzrośnie zapotrzebowanie na magazynowanie energii, co będzie stanowić podstawowy element w cyklu energetycznym.

Żeby sprostać wyzwaniom transformacji energetycznej oraz gwałtownemu wzrostowi zapotrzebowania na paliwo gazowe, konieczne są rozbudowa pojemności magazynowych dla gazu oraz budowa podziemnych zbiorników do przechowywania energii w postaci wodoru.

Kawerny solne ze względu na swoje parametry techniczno-eksploatacyjne oraz wysokie bezpieczeństwo procesu magazynowania są najlepszym sposobem wielkoskalowego przechowywania gazu ziemnego i energii (rys. 5).



Nadwyżki energii mogą być przekształcone na wodór czy sprężone powietrze i zostać zmagazynowane w kawernach solnych. Inne sposoby magazynowania energii w bateriach litowo-jonowych, elektrowniach szczytowo-pompowych i sprężonym powietrzu (*compressed air energy storage*, CAES) nie są tak efektywne. Rys. 5. Zalety kawerny solnej

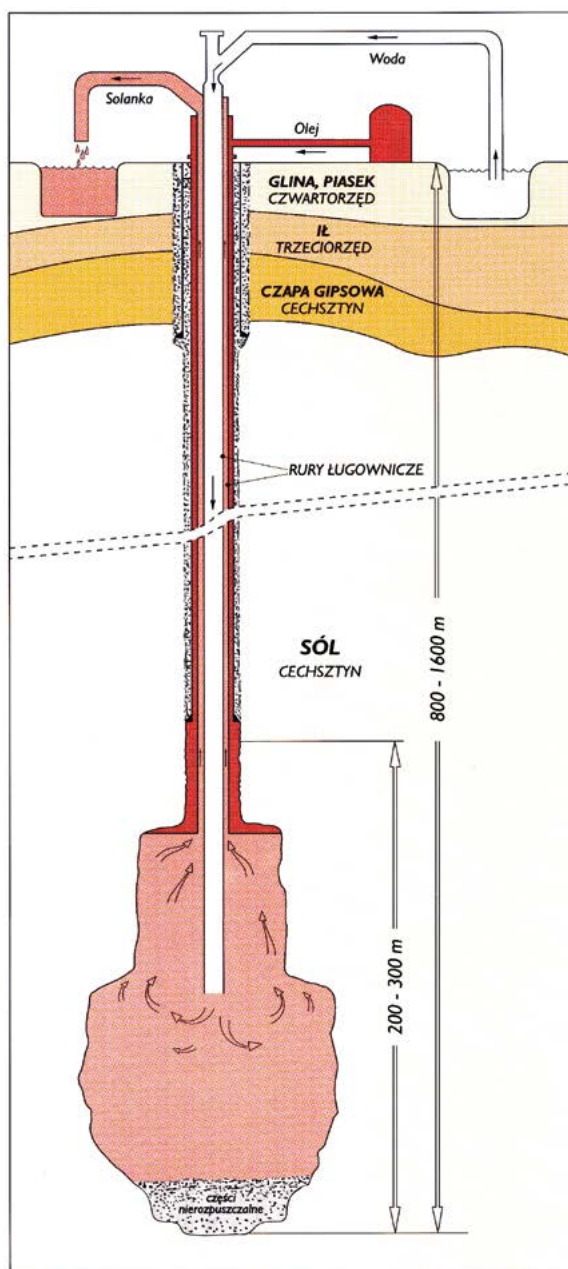
Kawerny solne są to sztucznie wytworzone w procesie kontrolowanego rozpuszczania soli kamiennej wyrobiska posadowione w głębokości 500–2000 m pod powierzchnią terenu o wysokości do 500 m i objętości geometrycznej od 100 tys. m³ do ponad 1 mln m³.

Kawerny solne buduje się w pokładowych lub wysadowych złożach soli kamiennej w procesie podziemnego ługowania systemem otworowym (rys. 6). Budowa kawerny poprzedzona jest wykonaniem odwiertu ługowniczego, którym udostępnia się złożu soli kamiennej.

Do odwiertu poprzez kolumny rur ługowniczych tłoczy się wodę do otworu, rozpuszcza sól i odbiera solankę.

Po osiągnięciu przez kawernę ostatecznej objętości przeprowadzana jest próba szczelności potwierdzająca jej przydatność do magazynowania substancji.

W czasie ługowania powstają duże ilości solanki, która zostaje zagospodarowana przemysłowo lub odprowadzona do morza. Po zakończeniu ługowania kawerna zostaje wypełniona magazynowaną substancją. Ostatecznym celem wszelkich czynności technologicznych jest uzyskanie kawerny o maksymalnej możliwej do uzyskania wielkości.



Rys. 6. Schemat procesu ługowania kawerny magazynowej w złożu soli kamiennej

Źródło: Gas Storage Poland sp. z o.o.

Dzięki unikatowym właściwościom geomechanicznym soli kamiennej¹³ kawerny zapewniają szczelność magazynowanej substancji i mogą być wielokrotnie napełnianie i opróżniane w ciągu roku, pozostają także stabilne dla długoterminowej eksploatacji¹⁴. Kawerny solne są uniwersalnymi zbiornikami umożliwiającymi magazynowanie ogromnych ilości energii w postaci paliw kopalnych, to jest ropy naftowej, LPG, benzyny, oleju napędowego czy gazu ziemnego, jak również energii w postaci wodoru czy sprężonego powietrza. Paliwa gazowe mogą być przechowywane w kawernach pod ciśnieniem od kilku do ponad 20 MPa.

Ze względu na warunki geologiczne w Polsce istnieje możliwość szybkiego wybudowania nowych kawern na złożach Mogilno II i Mechelinki (rys. 7), a tym samym powiększenia pojemności magazynowych dla gazu w KPMG Mogilno i KPMG Kosakowo przy stosunkowo niskich nakładach inwestycyjnych z uwagi na dobre rozpoznanie geologiczne złóż oraz istniejącą infrastrukturę powierzchniową i posiadane decyzje/pozwolenia. Duże pojemności kawern, bardzo duże moce zatłaczania i odbioru oraz wysoka elastyczność są gwarancją zapewnienia szczytowego zapotrzebowania na paliwo gazowe, a w przyszłości wódór.

Kawerny solne są wytypowane jako najlepsze zbiorniki do magazynowania wodoru i mieszaniny wodoru i gazu ziemnego. Podziemne magazynowanie wodoru w kawernach solnych jest najlepszym rozwiązaniem nie tylko do magazynowania nadwyżek energii odnawialnej na dużą skalę, ale także do wykorzystania wodoru wytwarzanego w procesie elektrolizy wody do innych zastosowań, takich jak paliwo do transportu czy surowiec dla przemysłu chemicznego i naftowego.

9. Podziemne kawernowe magazynowanie energii a środowisko

Polska będąca krajem członkowskim UE powinna zgodnie z celami klimatycznymi stopniowo ograniczać emisję gazów cieplarnianych do atmosfery i zwiększać udział odnawialnych źródeł energii w mikście energetycznym.

Zgodnie z dyrektywą 2009/28/WE¹⁵ państwa członkowskie Unii Europejskiej są zobowiązane do zapewnienia określonego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 roku. Obowiązkowe krajowe cele ogólne składają się na założony 20-procentowy udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w UE.

13 Por. Ł. Grzybowski, P. Wilkosz, D. Flisiak, *Mechanical Properties of Salt from Mogilno Salt Dome*, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi” 24 (2008) z. 3/2, s. 141–157.

14 Por. M. Cała i in., *Influence of the Anhydrite Interbeds on a Stability of the Storage Cavities in the Mechelinki Salt Deposit (Northern Poland)*, „Archives of Mining Sciences” 63 (2018) No. 4, s. 1007–1025.

15 W grudniu 2018 roku weszła w życie zmieniona dyrektywa w sprawie odnawialnych źródeł energii – dyrektywa (UE) 2018/2001 – w ramach pakietu „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków”.

Dla Polski cel ten został ustalony na poziomie 15%. Wskaźnik udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2018 roku wyniósł 11,28%. Na brakujące 3,75% do osiągnięcia celu Polska ma czas do końca 2020 roku.

Celem do osiągnięcia jest całkowita dekarbonizacja i bezemisyjna gospodarka UE do roku 2050. Produkcja energii pierwotnej w Polsce od wielu lat opiera się przede wszystkim na paliwach kopalnych, z których węgiel kamienny i brunatny mają największy udział w strukturze produkcji energii, to jest około 80%. Niestety pozyskiwanie energii z węgla jest najbardziej zanieczyszczającym środowisko naturalne sposobem jej produkcji.

Gaz ziemny jako najbardziej „czyste” paliwo będzie stopniowo zwiększać swój udział w mikście energetycznym, a jego użycie wraz z rozwojem OZE oraz magazynów energii prowadzić będzie do stopniowej redukcji emisji gazów cieplarnianych i substancji szkodliwych do atmosfery. Stanie się on podstawowym źródłem energii na rynku mocy zapewniającym stabilność pracy systemu energetycznego.

Zapewne proces dekarbonizacji będzie realizowany w różnych sektorach w różnym czasie i z różną prędkością w kolejnych latach, aż do 2050 roku. Poprawę efektywności pracy systemu energetycznego opartego na czystych źródłach energii powinny w przyszłości zapewniać podziemne magazyny energii w kawernach solnych.

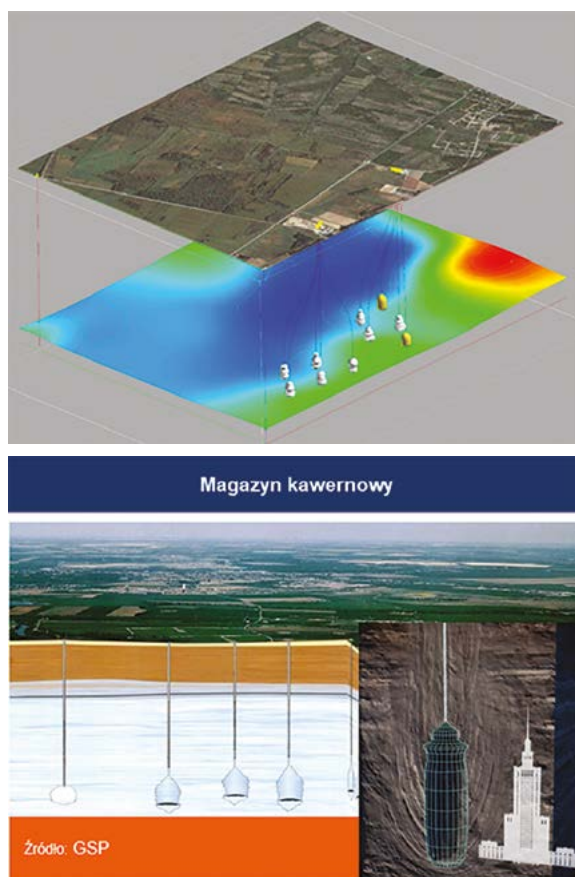
Zwiększający się udział energii elektrycznej pochodzącej z OZE będzie powodować konieczność magazynowania jej nadwyżek w okresach spadku popytu. Powstające nadwyżki energii mogą zostać zmagazynowane w bateriach litowo-jonowych, w postaci wody (elektrownie szczytowo-pompowe) oraz chemicznie w postaci wodoru, sprężonego powietrza (CAES) czy metanu. Baterie zapewniają krótkoterminowe zmagazynowanie energii, elektrownie szczytowo-pompowe znakomicie spełniają funkcję magazynowania dużej ilości energii w długim czasie, ale najbardziej obiecującym sposobem długoterminowego przechowywania energii jest jej magazynowanie w postaci chemicznej jako wodoru, który ze względu na swoją gęstość jest dużo lepszy niż sprężone powietrze.

W północnej Polsce występują znakomite warunki do współpracy instalacji OZE z podziemnym magazynem energii w kawernach solnych oraz już istniejącym Kawernowym Podziemnym Magazynem Gazu Kosakowo. Praca układu polegałaby na produkcji energii OZE, jej przekształceniu w wodór, zatłaczaniu do kawern, magazynowaniu w kawernach solnych, ponownym przekształceniu w energię i zużyciu energii.

Nadwyżki energii wyprodukowanej przez turbiny wiatrowe znajdujące się na obszarze Morza Bałtyckiego (farmy wiatrakowe spółek PGE, PKN Orlen, Polenergia) będą mogły zostać zamienione na wodór (tak zwany zielony wodór) wytworzony w procesie elektrolizy i zmagazynowany w kawernach solnych pod dużym ciśnieniem rzędu 16–17 MPa. Natomiast w okresach popytu na energię

wodór z kawern byłby odbierany i ponownie zamieniany w energię elektryczną, co zapewniałoby elastyczność systemu. Dodatkowo wodór może być wtryskiwany do gazu ziemnego i dostarczany do sieci.

Taki układ hybrydowy spowoduje obniżenie śladu węglowego w produkcji energii opartej na mieszaninie gazu i wodoru. Dodatkowo wodór magazynowany w kawernach może być wykorzystany jako paliwo do pojazdów, w ogniwach paliwowych oraz w przemyśle chemicznym i naftowym. Alternatywnie istnieje możliwość zamiany wodoru w metan do użytku w sieciach gazowych lub do bezpośredniej generacji ciepła i energii elektrycznej oraz wykorzystania nadwyżek energii z OZE i wodoru do pracy magazynu gazu, na przykład w procesie sprężania gazu w kawernach solnych.



Rys. 7. Kawernowy Podziemny Magazyn Gazu Kosakowo – model 3D

Źródło: Gas Storage Poland sp. z o.o.

W północnej części Polski występują dogodne warunki do budowy instalacji OZE oraz kawern solnych w złożach soli kamiennej do magazynowania wodoru. Z uwagi na wyjątkowe walory przyrodnicze tego regionu realizacja inwestycji w tym obszarze wymaga dużej dbałości o bezpieczeństwo środowiskowe. Budowa KPMG Kosakowo prowadzona od 2010 roku pozwoliła na zdobycie unikalnego doświadczenia budowy kawern w złożu pokładowym i potwierdziła, że zastosowane innowacyjne rozwiązania prośrodowiskowe w 100% się sprawdziły. Aktualnie w KPMG Kosakowo funkcjonuje 8 kawern wypełnionych gazem ziemnym, a kolejne 2 zostaną oddane do eksploatacji w 2021 roku. Odwierty zostały zgrupowane po 5 na dwóch klastrach A i B (rys. 7).

Każdy klastek składa się z 1 odwiertu pionowego i 4 odwiertów kierunkowych S-kształtnych. Kawerny znajdują się w pokładzie solnym na głębokości około 1000–1150 m pod powierzchnią terenu i mają łączną pojemność roboczą dla gazu około 240 mln m³. Docelowa pojemność 10 kawern szacuje się na około 290 mln m³. Pojedyncza kawerna ma około 200 tys. m³ i pojemność całkowitą dla gazu 35–40 mln m³.

Proces budowy każdej kawerny składa się z etapu wiercenia udostępniającego złożę, ługowania kawerny, powierzchniowego i wgłębnego uzbrojenia odwiertu/kawerny oraz napełnienia kawerny gazem. Do prowadzenia procesu technologicznego ługowania kawern oraz zatłaczania i odbioru gazu należy wybudować infrastrukturę powierzchniową: instalację gazowniczą i ługowniczą.

Szczególnym wyzwaniem przy budowie magazynu było zagospodarowanie solanki powstającej przy budowie kawern. W celu minimalizacji negatywnego oddziaływania na środowisko podczas budowy KPMG Kosakowo zastosowano szereg innowacyjnych rozwiązań technicznych i technologicznych oraz prowadzono monitoring środowiskowy i techniczny na wszystkich etapach realizacji inwestycji. Najważniejsze rozwiązania to:

- zminimalizowanie zajmowanego terenu poprzez zgrupowanie odwiertów w tak zwane klastry. Z jednego placu wykonano jeden odwiert pionowy i cztery odwierty kierunkowe (rys. 7);
- stosowanie nowoczesnej technologii wiercenia wykorzystującej zamknięty i szczelny obieg płynów wiertniczych z odzyskiem wody technologicznej oraz odsączania zwiercin i ich wywożenie na składowisko;
- ochrona wód użytkowych poprzez wykorzystanie do ługowania komór części oczyszczonych ścieków odprowadzanych przez oczyszczalnię ścieków w Dębogórze do Zatoki Puckiej;
- pionierskie w skali kraju zastosowanie azotu do izolacji stropu przy budowie kawern. Został wyeliminowany olej solarowy;

- wprowadzenie solanki z komór przed jej skierowaniem do wód Zatoki Puckiej do zbiornika solanki w sposób zapewniający jej dodatkowe natlenianie;
- tłoczenie solanki rurociągiem i wprowadzanie jej do wód Zatoki Puckiej poprzez 48 dyszy specjalnie zaprojektowanej instalacji dyfuzorowej zapewniającej odpowiednie mieszanie się i rozpraszanie w wodach zatoki.

Podczas budowy i eksploatacji kawern KPMG Kosakowo od roku 2008 prowadzony jest stały monitoring środowiskowy i techniczny, mający na celu śledzenie potencjalnych zmian zachodzących w środowisku Zatoki Puckiej związanych ze zrzutem solanki oraz eksploatacją części lądowej inwestycji. Monitoring lądowy obejmuje gleby, wody podziemne i powierzchniowe, przemieszczenia powierzchni terenu, szczelność magazynu, emisję z urządzeń technologicznych, emisję gazów cieplarnianych oraz hałas i wibracje.

W ramach monitoringu morskiego prowadzony jest monitoring parametrów biologicznych, monitoring parametrów hydrologicznych, monitoring efektywności rozcieńczania solanki w polu bliskim i dalekim zrzutu solanki, monitoring parametrów fizyko-chemicznych solanki, monitoring zawartości metali ciężkich w solance, monitoring stanu technicznego oraz prawidłowej pracy instalacji zrzutowej solanki i monitoring dna morskiego w rejonie wyżej wymienionej instalacji.

Badania i pomiary są wykonywane przez jednostki naukowo-badawcze, takie jak: Instytut Budownictwa Wodnego PAN w Gdańsku, Instytut Morski w Gdańsku, Instytut Oceanologii PAN w Sopocie, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie oraz akredytowane laboratoria w Gdańsku i w Gdyni.

Kompleksowa analiza wyników badań i pomiarów uzyskanych w ramach monitoringu w okresie ponad 10 lat pozwala na pozytywną ocenę wyboru zastosowanych rozwiązań technicznych i technologicznych oraz na stwierdzenie braku negatywnego wpływu inwestycji na poszczególne komponenty środowiska naturalnego, w tym zrzutu solanki powstającej przy budowie kawern na stan środowiska wodnego Zatoki Puckiej.

Zakończenie

Rola bezpieczeństwa dostaw staje się jeszcze ważniejsza podczas obecnej transformacji energetycznej z gospodarki opartej na paliwach kopalnych na bardziej zrównoważoną gospodarkę opartą na źródłach odnawialnych. Obecna transformacja zyskuje na znaczeniu wraz z budowaniem większej liczby farm wiatrowych i z większą ilością zainstalowanej energii słonecznej.

Jednak gdy wiatr przestaje wiać lub słońce nie świeci, zapasowe źródło energii musi być szybko dostępne, aby wypełnić lukę między zapotrzebowaniem na energię elektryczną a produkcją energii odnawialnej. Magazyny kawernowe gazu są wyjątkowo odpowiednie do wypełnienia tej luki. Kawernowy podziemny

magazyn gazu może magazynować dużo energii (w postaci gazu, wodoru lub ich mieszaniny), którą może udostępnić bardzo szybko (dostępne duże moce odbioru do sieci).

Warto podkreślić rolę gazu ziemnego jako paliwa przejściowego w transformacji rynku i zwrócić przy tym uwagę na fakt, iż jest on najbardziej czysty ze wszystkich paliw kopalnych.

Bibliografia

- Cała M. i in., *Influence of the Anhydrite Interbeds on a Stability of the Storage Caverns in the Mechelinki Salt Deposit (Northern Poland)*, „Archives of Mining Sciences” 63 (2018) No. 4, s. 1007–1025.
- Cyran K., Kowalski M., Wilkosz P., *Geomechanical Performance of the Salt Caverns in a Long Term Stability Analysis. Solution Mining Research Institute Fall 2019*, Berlin 2019.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32018L2001> (9.05.2020).
- European Commission, *Commission Proposal of New Rules for Consumer Centred Clean Energy Transition*, <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-rules-consumercentred-clean-energy-transition> (9.05.2020).
- Grzybowski Ł., Wilkosz P., Flisiak D., *Mechanical Properties of Salt from Mogilno Salt Dome*, „Gospodarka Surowcami Mineralnymi” 24 (2008) z. 3/2.
- Laskowska T. i in., *Polskie magazyny gazu ziemnego – od Mogilna do Kosakowa*, „Przegląd Geologiczny” 57 (2009) nr 9, s. 755–756.
- Ministerstwo Energii, *Polityka energetyczna Polski do roku 2040*, projekt, www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/zaktualizowany-projekt-polityki-energetycznej-polski-do-2040-r (9.05.2020).
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 15 marca 2018 r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń w obrocie paliwami gazowymi, www.ure.gov.pl (9.05.2020).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/1938 z dnia 25 października 2017 r. dotyczące środków zapewniających bezpieczeństwo dostaw gazu ziemnego i uchylające rozporządzenie (UE) nr 994/2010, www.ure.gov.pl (9.05.2020).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) Nr 715/2009 z dnia 13 lipca 2009 r. w sprawie warunków dostępu do sieci przesyłowych gazu ziemnego i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1775/2005, <https://www.ure.gov.pl/pl/urzed/prawo/prawo-wspolnotowe/rozporzadzenia-i-decyz/7012,DzU-UE-L-200921136.html> (9.05.2020).

- Ustawa z dnia 16 lutego 2007 r. o zapasach ropy naftowej, produktów naftowych i gazu ziemnego oraz zasadach postępowania w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa paliwowego państwa i zakłóceń na rynku naftowym, www.ure.gov.pl (9.05.2020).
- Wachowiak J., Pawlikowski M., Wilkosz P., *Lithostratigraphy of Zechstein Evaporites of Central and North- West Parts of the Mogilno Salt Diapir, Based on Boreholes Zo9 and Z-17*, „Geology, Geophysics and Environment” 38 (2012) no. 2, s. 115–151.
- Wilkosz P., *Quaternary Activities of Salt Structures in Poland – New Data from the Mogilno Salt Dome*, „Zeitschrift für Geologische Wissenschaften” 33 (2006) No. 4/5, s. 243–261.
- Wilkosz P. i in., *Comparison of Internal Structure and Geomechanical Properties in Horizontally Layered Zechstein Rock Salt*, w: *Mechanical Behavior of Salt VII. Proceedings of the 7th Conference on the Mechanical Behavior of Salt, Paris, France, 16–19 April 2012*, eds P. Berest i in., London 2012, s. 89–95.
- Wittmann R. i in., *Wstępna ocena wpływu I i VII osi Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014–2020 w kontekście uzasadnienia wsparcia projektów w zakresie przesyłu, dystrybucji i wykorzystania gazu w perspektywie unijnej po 2020 roku*, <http://www.ewaluacja.gov.pl/> (9.05.2020).