



E-book do e-materiału Prowadzenie magazynowania kopalin w eksploatacji otworowej

- Podziemne magazyny gazu
- Nierówne zużycia gazu ziemnego
- Funkcje, rodzaje i budowa PMG
- Sposoby magazynowania gazu ziemnego w różnych typach PMG
- Przykładowe PMG w Polsce
- Bibliografia i netografia

E-book do e-materiału Prowadzenie magazynowania kopalin w eksploatacji otworowej

GIW.08. Organizacja i prowadzenie eksploatacji otworowej złóż - Technik górnictwa otworowego 311702

Podziemne magazyny gazu

E-BOOK

Spis treści

- Podziemne magazyny gazu
- Nierówne zużycia gazu ziemnego
- Funkcje, rodzaje i budowa PMG
- Sposoby magazynowania gazu ziemnego w różnych typach PMG
- Przykładowe PMG w Polsce
- Bibliografia i netografia

Podziemne magazyny gazu

Odpowiednio duża pojemność krajowych magazynów gazu oraz zróżnicowanie kierunków importu gazu to obecnie najważniejsze wyzwania stojące przed branżą gazowniczą. Magazynowanie gazu ziemnego to zasadnicza kwestia dla branży gazowniczej, nieodłącznie związana z użytkowaniem gazu jako nośnika energii.

Dzięki magazynom gazu możliwe jest właściwe działanie systemu gazowniczego oraz racjonalne sterowanie pracą tego systemu. Zapotrzebowanie na magazynowanie gazu jest związane z sezonowym zużyciem tego paliwa, ponieważ gaz ziemny jako nośnik energii jest zużywany w ramach sezonowych cykli – zimą następuje szczyt poboru gazu (gaz jest wykorzystywany do ogrzewania zarówno przez odbiorców domowych, jak i przez duże przemysłowe ciepłownie i elektrociepłownie), a latem występuje tzw. dolina poboru gazu. Z powodu wahanja zużycia gazu między zimą a latem system gazowniczy wysokiego ciśnienia musi być zdolny do jego równoważenia.

Powstanie podziemnych magazynów gazu (w skrócie PMG) jest związane z upowszechnieniem się użytkowania gazu ziemnego. Po raz pierwszy zmagazynowano gaz w wyeksploatowanym złożu gazu w rejonie Ontario w Kanadzie w 1915 r., a kolejne magazyny powstały w stanie Kentucky i Nowy Jork w USA. W Europie po raz pierwszy podjęto próbę podziemnego magazynowania gazu w Polsce w 1954 r. na wyeksploatowanym złożu Roztoki (okolice Jasła), którego magazynowa pojemność robocza wynosiła 60 mln m³ (magazyn funkcjonował 25 lat). Doświadczenia zdobyte w trakcie eksploatacji tego pierwszego magazynu gazu pozwoliły na późniejszy rozwój technologii budowy i eksploatacji magazynów w Polsce i dalszy rozwój tego sektora gazownictwa.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane materiały multimedialne

- [Pobieranie próbek ze zbiorników magazynowych](#)
- [Podziemne magazyny gazu \(PMG\)](#)

E-book do e-materiału Prowadzenie magazynowania kopalin w eksploatacji otworowej

GIW.08. Organizacja i prowadzenie eksploatacji otworowej złóż - Technik górnictwa otworowego 311702

Podziemne magazyny gazu

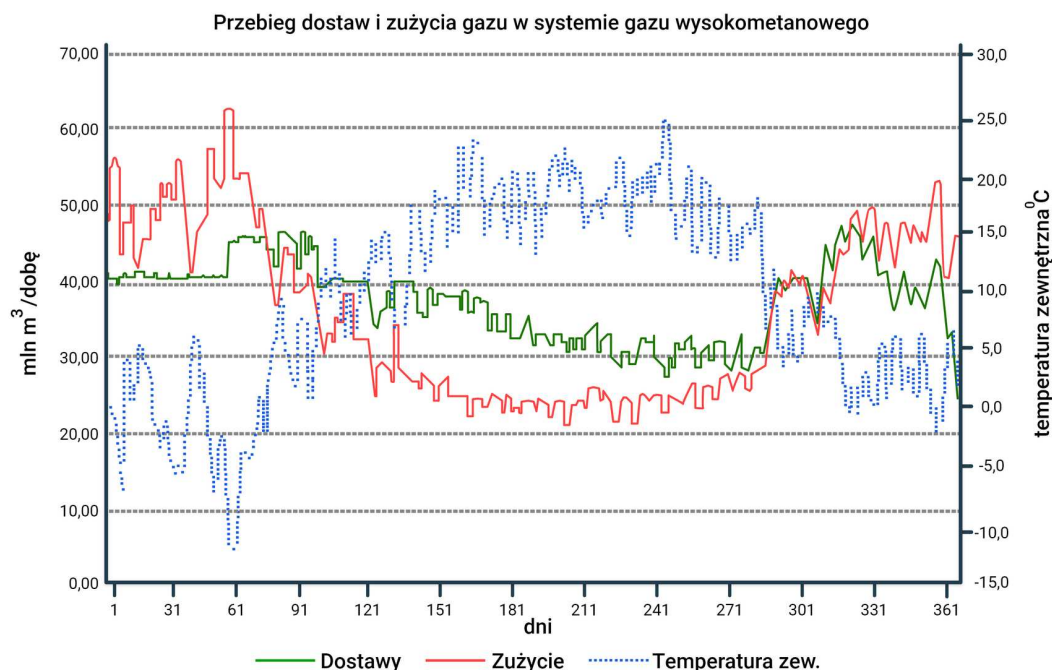
E-BOOK

Spis treści

- Podziemne magazyny gazu
- Nierówne zużycia gazu ziemnego
- Funkcje, rodzaje i budowa PMG
- Sposoby magazynowania gazu ziemnego w różnych typach PMG
- Przykładowe PMG w Polsce
- Bibliografia i netografia

Nierówne zużycia gazu ziemnego

Faktyczny przebieg dostaw i odbioru gazu w największym systemie wysokiego ciśnienia gazu wysokometanowego w Polsce ukazano na poniższym rysunku. Kolor zielony oznacza dostawy gazu z importu, złóż krajowych (z rejonu Podkarpacia oraz z instalacji zajmujących się odazotowaniem krajowego gazu zaazotowanego wydobywanego w zachodniej Polsce). Kolor czerwony oznacza rzeczywisty przebieg zmienności zużycia gazu wysokometanowego u odbiorców końcowych. Za pomocą niebieskiej linii przedstawiono zależność zużycia gazu od temperatury zewnętrznej w roku kalendarzowym.



Zależności zużycia gazu od temperatury zewnętrznej

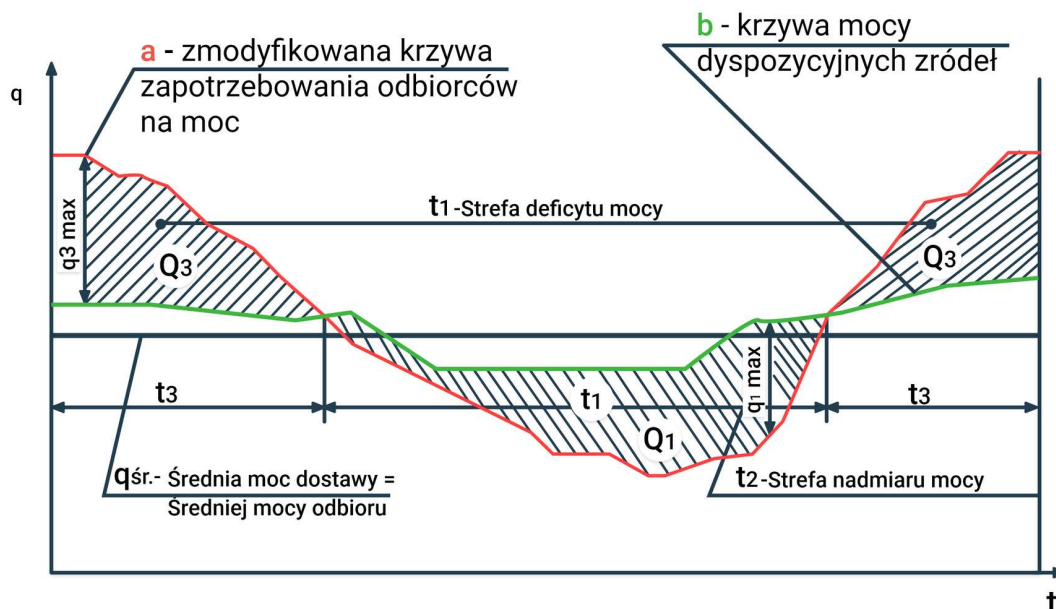
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Na zmienność poboru gazu z podstawowego systemu przesyłowego wysokiego ciśnienia wpływa przede wszystkim to, w jaki sposób wykorzystuje go dany odbiorca. Stacje gazowe zasilające odbiorców z systemu przesyłowego wysokiego ciśnienia są punktem wyjścia do odbiorców bezpośrednich, którzy korzystają z wysokiego ciśnienia gazu, oraz odbiorców podłączonych do sieci dystrybucyjnych niższych ciśnień spółek gazowniczych.

Wśród głównych kategorii odbiorców gazu cechujących się swoistym profilem odbioru gazu można wyróżnić:

- duże zakłady przemysłowe (np. huty, zakłady chemiczne, petrochemie, przetwórnictwo rolno-spożywcze, przemysł maszynowy itp.);
- odbiorców energetycznych (np. kotłownie, ciepłownie, elektrownie, elektrociepłownie);
- handel, usługi, drobny przemysł;
- odbiorców komunalno-bytowych, którzy wykorzystują gaz do przygotowywania posiłków, podgrzewania wody oraz ogrzewania pomieszczeń.

Jedną z głównych przyczyn budowy podziemnych magazynów gazu jest potrzeba zrównoważenia sezonowego poboru gazu z systemu gazowniczego. Na poniższym rysunku przedstawiono zasady pracy magazynu gazu ziemnego współpracującego z systemem gazowniczym.



Zasady pracy magazynu gazu ziemnego. Krzywe (czerwona – zapotrzebowanie odbiorców na moc, oraz zielona – moce dyspozycyjnych źródeł) o zmiennej charakterystyce w danym czasie t tworzą dwie strefy, czyli t_1 – strefę deficytu mocy, i t_2 – strefę nadmiaru mocy. Strefy powinny być pokrywane w zależności od długości trwania cyklu t oraz wielkości wymaganych mocy $q_3 \max$ i $q_1 \max$ za pomocą PMG.

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane materiały multimedialne

- [Pobieranie próbek ze zbiorników magazynowych](#)
- [Podziemne magazyny gazu \(PMG\)](#)

E-book do e-materiału Prowadzenie magazynowania kopalin w eksploatacji otworowej

GIW.08. Organizacja i prowadzenie eksploatacji otworowej złóż - Technik górnictwa otworowego 311702

Podziemne magazyny gazu

E-BOOK

Spis treści

- Podziemne magazyny gazu
- Nierówne zużycia gazu ziemnego
- Funkcje, rodzaje i budowa PMG
 - Funkcje PMG
 - Rodzaje PMG
 - Najważniejsze elementy składowe PMG
- Sposoby magazynowania gazu ziemnego w różnych typach PMG
- Przykładowe PMG w Polsce
- Bibliografia i netografia

Funkcje, rodzaje i budowa PMG

Funkcje PMG

Na początku podziemne magazyny gazu ziemnego funkcjonowały jako sposób na zrównoważenie podaży i popytu na gaz, racjonalizację wielkości sieci przesyłowych oraz zapewnienia bezpieczeństwa dostaw, ale z czasem stały się kluczowym ogniwem łańcucha dostaw gazu ziemnego.

Rozwój i liberalizacja rynków sprawiły dodatkowo, że magazynowanie gazu zaczęło pełnić także funkcję handlową jako sposób na wspieranie obrotu gazem.

Oczywiście z powodu sezonowości poboru gazu można by zmienić ilość gazu wydobywanego ze złóż, jednak prowadzenie w ten sposób ich eksploatacji jest z punktu

widzenia ekonomii całkowicie nieopłacalne. Po pierwsze, kapitał, który zainwestowano w zagospodarowanie danego złoża, powinien się możliwie szybko zwrócić. Po drugie, bardzo kosztowne główne systemy magistralne służące do transportu gazu z odległych miejsc (np. ze źródeł rosyjskich na Dalekim Wschodzie czy też z Morza Północnego) zaprojektowano w taki sposób, aby były równomiernie obciążone w ciągu całego roku.

Z tych właśnie względów magazynowanie latem nadwyżek gazu w celu jego oddania do systemu gazowniczego zimą w bliskiej odległości od odbiorców gazu jest ekonomicznie najbardziej opłacalne.

Podziemne magazyny gazu pełnią obecnie wiele funkcji, ale przede wszystkim służą do tego, by:

- zrównoważyć sezonowy pobór gazu;
- ułatwić możliwie duże wydobycie gazu ze złóż krajowych;
- umożliwić realizację umów na import gazu o zbliżonej do stałej wartości w poszczególnych okresach roku;
- doprowadzić do zmniejszenia wahań ceny gazu na rynkach;
- pozwolić na dyspozytorskie działania operatora systemu przesyłowego (np. gdy istnieje potrzeba bilansowania dobowego oraz w innych sytuacji krytycznych);
- utrzymać zapasy strategiczne gazu możliwe do wykorzystania w sytuacji braku gazu z importu, w czasie klęski żywiołowej lub w obliczu innych nieprzewidywalnych zdarzeń;
- umożliwić płynne działania giełd gazowych, hubów z nowymi usługami handlowymi (np. parkowanie lub pożyczanie gazu).

[Powrót do spisu treści](#)

Rodzaje PMG

Realizacja wymienionych funkcji PMG wymaga spełniania przez nie różnych parametrów technicznych, takich jak:

- pojemność czynna magazynu – handlowa pojemność magazynu, która jest udostępniana rynkowi przez operatora systemu magazynowania gazu;
- pojemność buforowa – techniczna pojemność magazynu, która jest niezbędna do jego prawidłowego funkcjonowania w postaci tzw. poduszki gazowej; pozwala to na uzyskanie właściwego ciśnienia magazynowanego gazu, a także składu magazynowanego gazu (w sytuacji gdy pierwotny gaz wyeksploatowanego złoża posiadał inny skład);
- moc napełniania magazynu – maksymalny godzinowy strumień gazu, który można wtłaczać do górotworu;

- moc odbioru gazu z magazynu – maksymalny godzinowy strumień gazu, który można odbierać z magazynu;
- zakres ciśnień pracy – zakres ciśnień roboczych, który jest wynikiem budowy geologicznej magazynu.

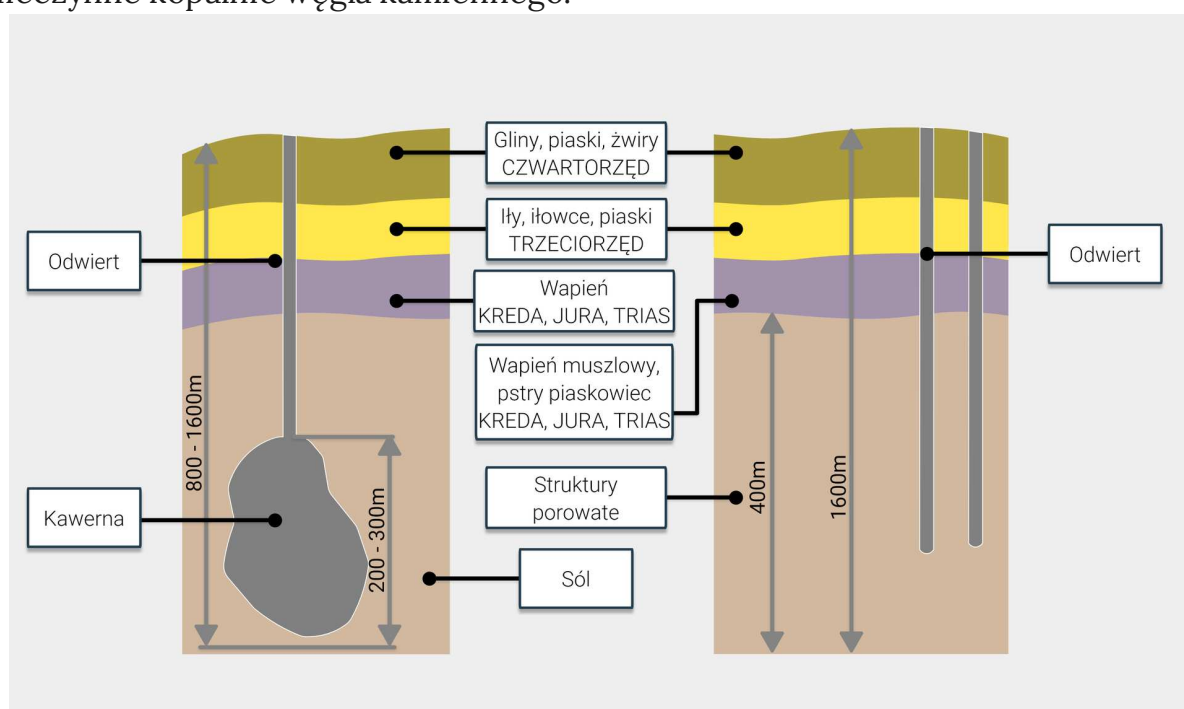
Wymienione parametry są uzależnione przede wszystkim od typu magazynu, ponieważ każdy rodzaj podziemnego składowania ma swoje własne cechy fizyczne (pojemności czynne magazynowania, moce napełniania i odbioru, poziomy ciśnień pracy), które decydują o jego przydatności do określonego zastosowania.

Do dwóch najważniejszych cech PMG można zaliczyć:

- pojemność czynną przechowywanego gazu ziemnego do przyszłego wykorzystania
- oraz tempo, w którym te zapasy gazu można pobierać z magazynu.

Przy realizacji podziemnego magazynu gazu można wykorzystać następujące formacje geologiczne:

- wyeksploatowane złoża gazowe lub ropno-gazowe;
- warstwy wodonośne;
- pokłady soli kamiennej;
- nieczynne kopalnie węgla kamiennego.



Kawerna solna i wyeksploatowane złożo gazu

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

Najważniejsze elementy składowe PMG

Do najważniejszych elementów składowych PMG należą:

1. Część podziemna – zbiornikowa:

- wyeksploatowane złoża gazowe (kolektor magazynowy/wypłukane kawerny solne);
- nadkład i spąg uszczelniający, warstwy zapewniające szczelność warstwie zbiornikowej, filary ochronne.

2. Odwierty:

- eksploatacyjne – służące do zatłaczania i odbioru gazu z magazynu oraz do monitorowania pracy magazynu (pionowe i poziome);
- obserwacyjne – odwiercone w formacji magazynującej oraz w formacji skały ekranującej;
- pomocnicze – służące do zatłaczania wody złożowej.

3. Część napowierzchniowa (urządzenia powierzchniowe):

- gazociągi złożowe;
- urządzenia do napełniania magazynu;
- urządzenia do odbioru gazu z magazynu;
- urządzenia pomocnicze.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane materiały multimedialne

- [Pobieranie próbek ze zbiorników magazynowych](#)
- [Podziemne magazyny gazu \(PMG\)](#)

E-book do e-materiału Prowadzenie magazynowania kopalin w eksploatacji otworowej

GIW.08. Organizacja i prowadzenie eksploatacji otworowej złóż - Technik górnictwa otworowego 311702

Podziemne magazyny gazu

E-BOOK

Spis treści

- Podziemne magazyny gazu
- Nierówne zużycia gazu ziemnego
- Funkcje, rodzaje i budowa PMG
- Sposoby magazynowania gazu ziemnego w różnych typach PMG
 - Wyeksploatowane złoża gazowe lub ropno-gazowe
 - Kawerny w pokładach soli
 - Warstwy wodonośne
 - Opuszczone kopalnie
- Przykładowe PMG w Polsce
- Bibliografia i netografia

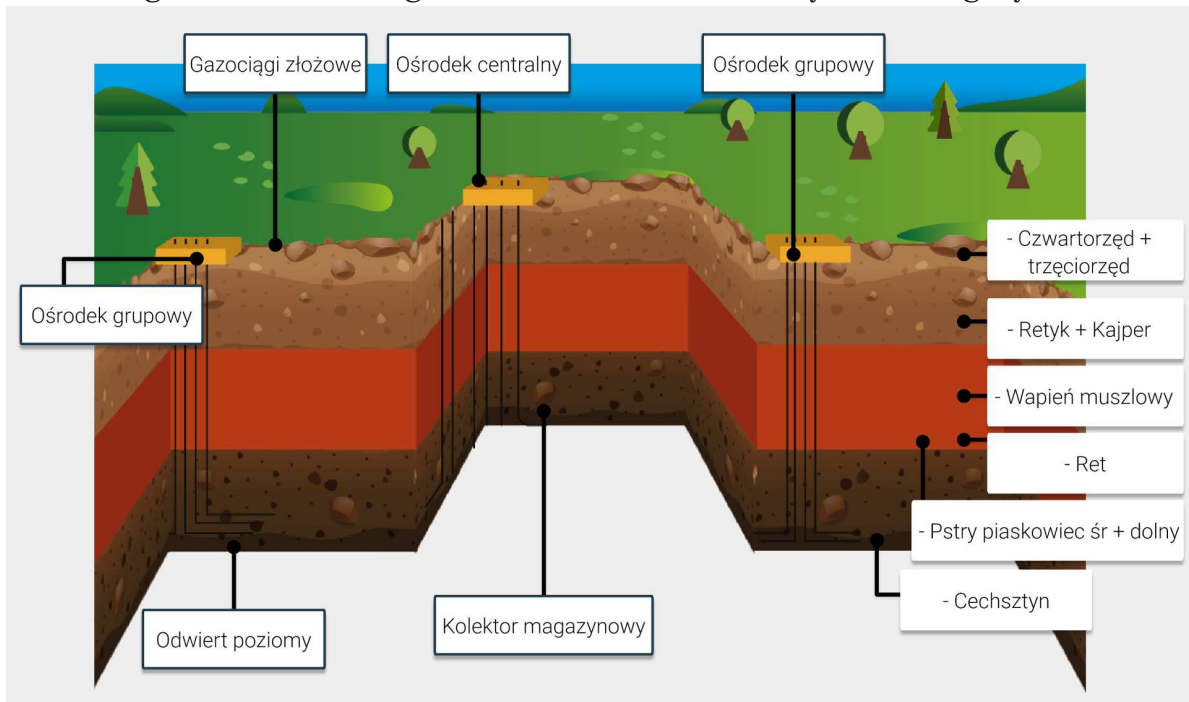
Sposoby magazynowania gazu ziemnego w różnych typach PMG

Wyeksploatowane złoża gazowe lub ropno-gazowe

Najpopularniejszy sposób magazynowania gazu ziemnego to wykorzystanie wyeksploatowanego podziemnego złoża gazu ziemnego lub ropno-gazowego na potrzeby zbiornika. W takiej sytuacji na potrzeby magazynu można wykorzystać infrastrukturę napowierzchniową oraz wykonane odwierty eksploatacyjne złoża.

Bardzo dużą zaletą budowy magazynu w miejscu wyeksploatowanego złoża jest to, że posiada on sprawdzoną w trakcie eksploatacji szczelną strukturę geologiczną przechowującą gaz i ropę przez miliony lat, a jednocześnie jest przyłączony do systemu gazowniczego. Podziemne magazyny gazu zlokalizowane w wyeksploatowanych złożach

cechuje dużą pojemność czynna i dość niewielkie moce napełniania i odbioru gazu. Tego typu magazyny wymagają jednak utrzymywania tzw. pojemności buforowej, którą tworzy się z gazu rodzimego lub zatłoczonego, co stanowi dość znaczny koszt magazynu.



Przykładowa budowa PMG w złożach ropno-gazowych

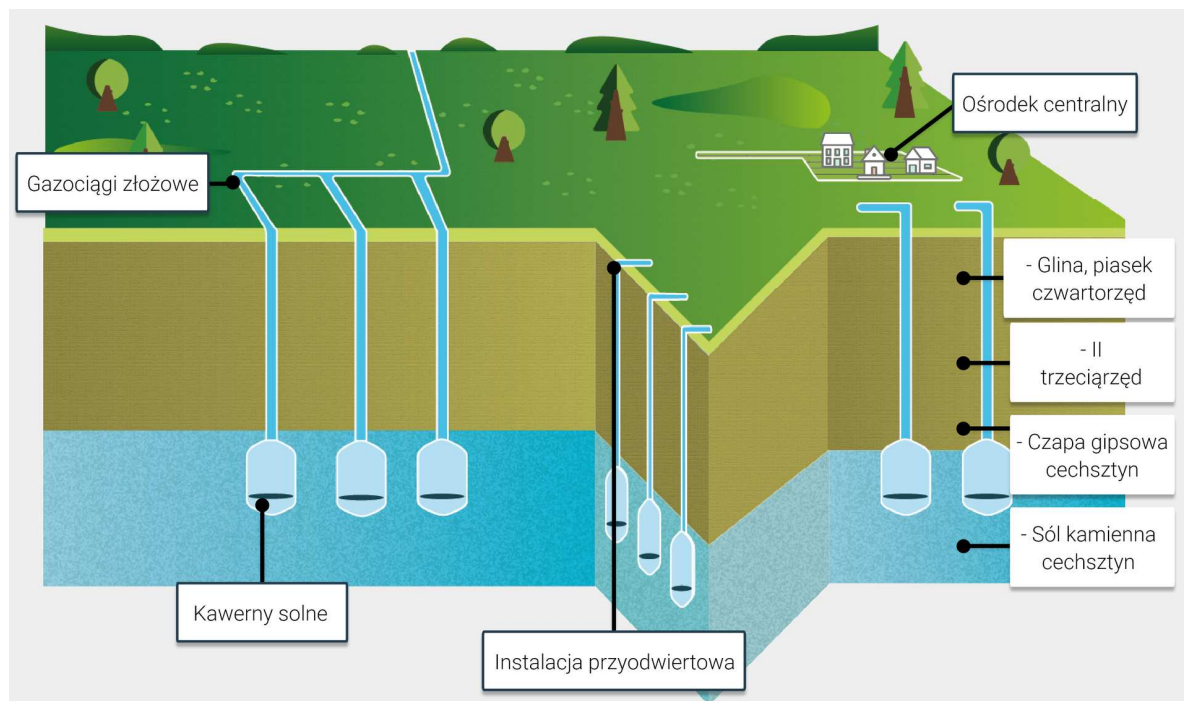
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

Kawerny w pokładach soli

Po wypłukaniu odpowiednich jam, czyli tzw. kawern, pokłady soli kamiennej zlokalizowane w formacjach geologicznych na głębokościach 800–1600 m mogą być doskonałym miejscem na umiejscowienie podziemnego magazynu gazu. Magazyn zbudowany w kawernach solnych jest bardzo szczelny i ma wysoką moc napełniania i odbioru gazu przy stosunkowo niewielkiej pojemności roboczej, co wynika z kluczowej dla magazynowania gazu cechy soli kamiennej poddawanej wysokiemu ciśnieniu, jaką jest jej plastyczność i szczelność.

Magazyny zlokalizowane w dawnych pokładach soli mają także dużo mniejsze zapotrzebowanie buforowe niż magazyny umiejscowione w wyeksploatowanych złożach. Zazwyczaj podziemny magazyn gazu składa się z kilku lub kilkunastu kawern położonych blisko siebie i połączonych w jeden system. W tego typu magazynach można kilka razy w roku wykonywać cykl napełniania i odbioru gazu, co pozwala na lepszą współpracę z systemem gazowniczym i szybsze reagowanie na zmieniające się potrzeby rynku oraz sytuacje nadzwyczajne (np. wstrzymanie dostaw gazu z importu, awarie).



Przykładowa budowa PMG w kawernach solnych

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

[Powrót do spisu treści](#)

Warstwy wodonośne

Podziemne magazyny gazu są także budowane w strukturach zawodnionych, których przydatność musi jednak zostać poprzedzona szczegółowymi badaniami geologicznymi i geofizycznymi pozwalającymi ocenić, czy warstwa, do której będzie się wtłaczać gaz, jest zbudowana ze skał o dużej porowatości (piasku, piaskowca) oraz czy nad warstwą porowatą znajduje się nieprzepuszczalny nadkład zapobiegający ucieczkom magazynowanego gazu. Niska gęstość sprężonego gazu sprawia, że gromadzi się on w górnej części struktury, wypełnia wszystkie przestrzenie i przemieszcza wodę do niższych i bardziej odległych obszarów struktury wodonośnej. Z tego względu ten typ magazynu wymaga utworzenia większej poduszki gazowej oraz dokładniejszej kontroli samego procesu magazynowania gazu. Magazyny w warstwach wodonośnych – tak jak i magazyny zlokalizowane w kawernach solnych – mają dużą moc odbioru gazu przy dość dużej pojemności czynnej. Z powodu wyższego ciśnienia panującego w magazynie potrzebna jest zabudowa większych mocy sprężarek napełniających zbiornik, natomiast obecność wody zmusza do zabudowy bardziej wydajnych instalacji osuszających gaz w fazie jego odbioru.

[Powrót do spisu treści](#)

Opuszczone kopalnie

Na podziemne magazyny gazu przeznacza się także opuszczone kopalnie węgla kamiennego oraz inne wyrobiska górnicze (pustki skalne). Z powodu trudności

z zachowaniem odpowiedniej szczelności i uzyskaniem odpowiedniej pojemności tak zlokalizowane magazyny należą jednak do rzadkości. W Polsce próbowano stworzyć taki magazyn w kopalni węgla kamiennego Nowa Ruda, co jednak się nie powiodło.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane materiały multimedialne

- [Pobieranie próbek ze zbiorników magazynowych](#)
- [Podziemne magazyny gazu \(PMG\)](#)

E-book do e-materiału Prowadzenie magazynowania kopalin w eksploatacji otworowej

GIW.08. Organizacja i prowadzenie eksploatacji otworowej złóż - Technik górnictwa otworowego 311702

Podziemne magazyny gazu

E-BOOK

Spis treści

- Podziemne magazyny gazu
- Nierówne zużycia gazu ziemnego
- Funkcje, rodzaje i budowa PMG
- Sposoby magazynowania gazu ziemnego w różnych typach PMG
- Przykładowe PMG w Polsce
 - Schemat pracy PMG
- Bibliografia i netografia

Przykładowe PMG w Polsce

Na terenie Polski Operator Systemu Magazynowania Sp. z o.o. zarządza siedmioma podziemnymi magazynami gazu wysokometanowego zlokalizowanymi w wyeksploatowanych złóżach gazu (PMG Wierzchowice, Husów, Strachocina, Swarzędz, Brzeźnica) oraz w kawernach solnych (KPMG Mogilno i Kosakowo). Na rysunku przedstawiono lokalizację tych PMG, a w tabelach przedstawiono ich parametry techniczne.

Maksymalne techniczne zdolności IM Wierzchowice w sezonie 2022/2023

Grupa instalacji magazynowych	Magazyn	Pojemność czynna		Max. Moc zatłaczania		Max. Moc
		Mln m ³	GWh	Mln m ³ /dobę	GWh/dobę	Mln m ³ /dobę

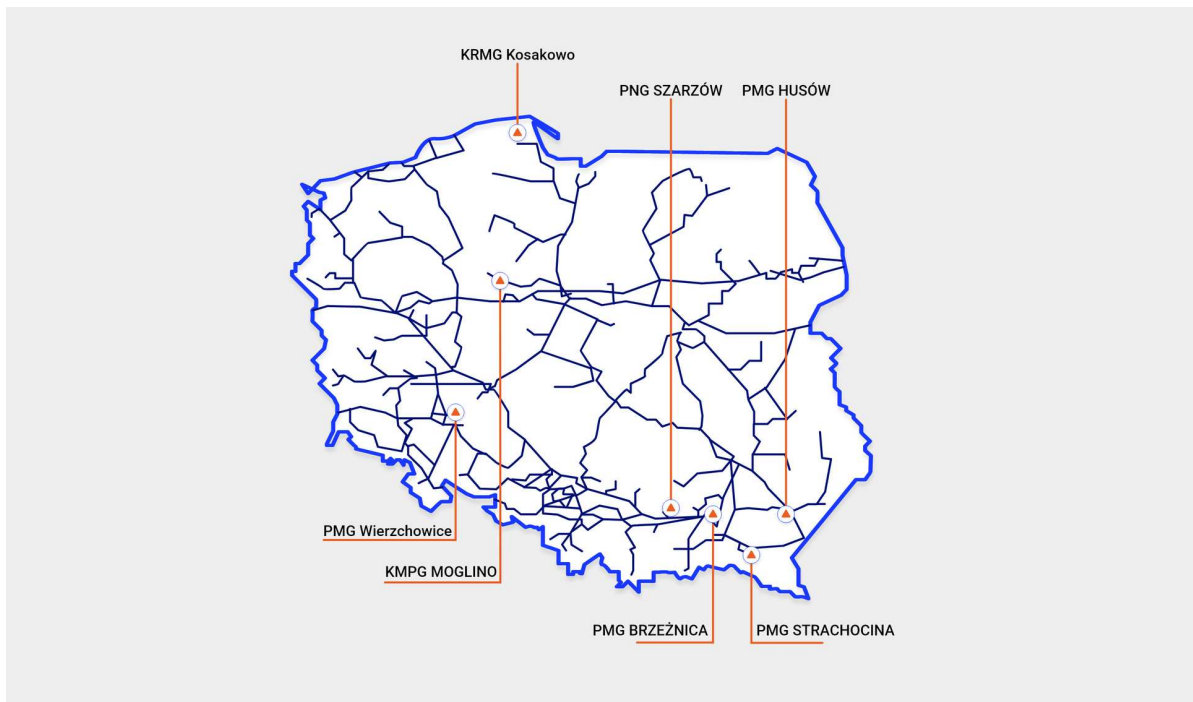
IM Wierzchowice	1 300,00	14 729,0	9,60	107,5	14,40
-----------------	-------------	----------	------	-------	-------

Maksymalne techniczne zdolności GIM Kawerna w sezonie 2023/2024

Grupa instalacji magazynowych	Magazyn	Pojemność czynna		Max. Moc zatłaczania		Max. Moc
		Mln m ³	GWh	Mln m ³ /dobę	GHw/dobę	Mln m ³ /dobę
GIM Kawerna	KPMG Mogilno	580,92	6 471,4	9,60	106,9	18,00
	KPMG Kosakowo	296,80	3 309,3	2,40	26,8	9,60
Suma		877,72	9 780,7	12,00	133,7	27,60

Maksymalne techniczne zdolności GIM Sanok w sezonie 2023/2024

Grupa instalacji magazynowych	Magazyn	Pojemność czynna		Max. Moc zatłaczania		Max. M
		Mln m ³	GWh	Mln m ³ /dobę	GHw/dobę	Mln m ³ /do
GIM Sanok	PMG Husów	500,00	5 650,0	4,15	46,7	5,76
	PMG Strachocina	460,00	5 211,8	3,84	43,68	3,36
	PMG Swarzów	90,00	1 013,4	1,00	11,2	0,93
	PMG Brzeźnica	100,00	1 126,0	1,44	16,2	1,44
Suma		1 150,00	1 3001,2	10,43	117,78	11,49



Lokalizacja PMG na terenie Polski

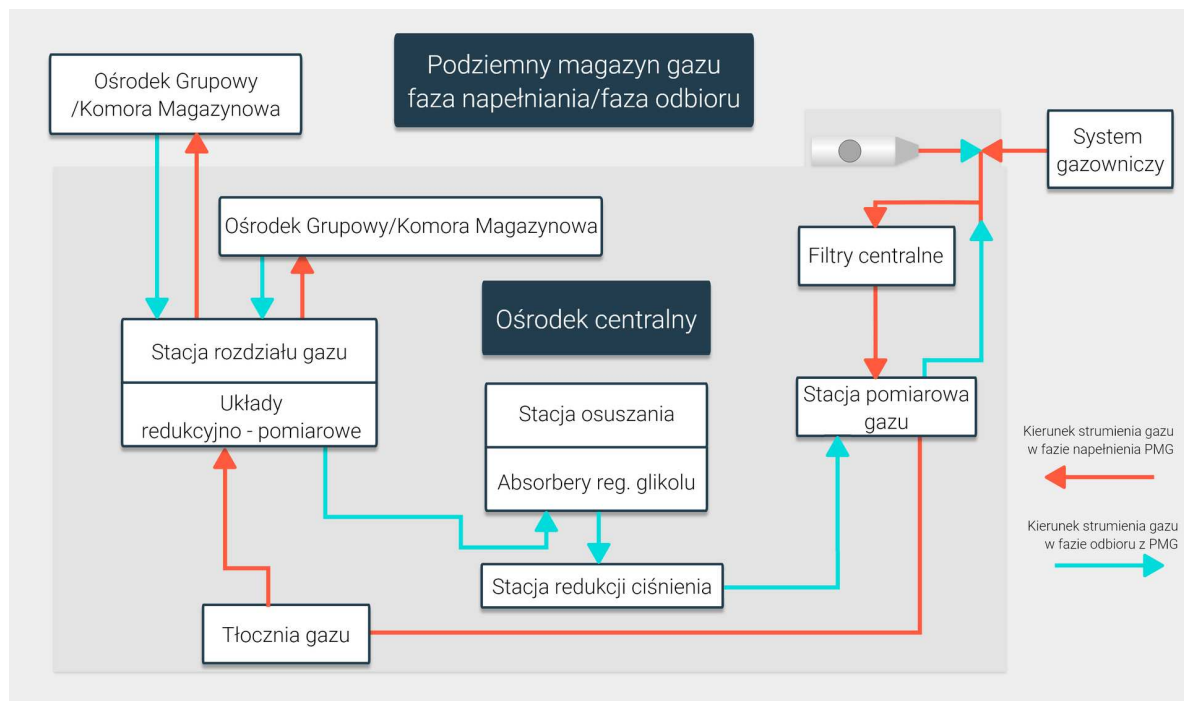
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

PGNiG SA posiada jeszcze dwa dodatkowe PMG, które współpracują z podsystemami gazu zaazotowanego wydobywanego w kraju, czyli PMG Daszewo i Bonikowo.

Podziemne magazyny gazu zlokalizowane w wyeksploatowanych złożach ropno-gazowych czy też w pokładach soli są do siebie bardzo podobne pod względem podstawowych elementów technologicznych. Rzecz jasna każdy podziemny magazyn gazu ma swoje indywidualne parametry techniczne wynikające z jego lokalizacji, zastosowanych urządzeń oraz właściwości eksploatacyjnych.

Schemat pracy PMG

W zależności od potrzeb PMG może wykonywać dwie fazy pracy, czyli napełnianie i odbiór gazu. Pracę magazynu w poszczególnych fazach przedstawiono na poniższym rysunku.



Schemat pracy PMG

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Faza napełniania PMG

Przebieg tej fazy jest związany przede wszystkim z koniecznością uzyskania odpowiednio wysokiego ciśnienia gazu, którym ma zostać napełniony magazyn. W związku z tym gaz jest sprężany w zainstalowanej tłoczni gazu do wymaganego ciśnienia, które w zależności od budowy geologicznej i stopnia napełnienia magazyn może nawet przekraczać 20 MPa. W PMG zlokalizowanym na wyeksploatowanym złożu gaz jest przesyłany do odwiertów lub ośrodków grupowych, a następnie jest tam wtłaczany do warstw magazynowych złoża. Natomiast w PMG zbudowanych w kawernach solnych gaz sprężany jest przesyłany do stacji rozdzielu gazu i odwiertami pionowymi do podziemnych komór magazynowych (kawern solnych).

Faza odbioru gazu

Przebieg tej fazy charakteryzuje się przede wszystkim koniecznością osuszenia gazu z wody, która jest naturalnym elementem złoża gazu, a także z wypłukanej kawerny solnej. Po usunięciu wody gaz kieruje się do stacji redukcyjnej, której zadaniem jest obniżenie ciśnienia gazu do wartości wymaganej przez system gazowniczy. Po wykonaniu pomiaru rozliczeniowego gaz jest kierowany do systemu gazowniczego.

[Powrót do spisu treści](#)

Bezpieczeństwo energetyczne kraju w dużym stopniu jest uzależnione od podtrzymania stałych dostaw gazu do odbiorców. Polska zużywa obecnie około 16,2 mld m³/rok gazu (dane za 2013), z tego 11,8 mld m³ gazu pochodzi z importu, a 4,5 mld m³ z wydobycia krajowego. Zdecydowana większość gazu, bo aż 77% całkowitego importu pochodzi od

jednego dostawcy, czyli OOO Gazprom Eksport. Przy takiej ilości importowanego gazu posiadanie odpowiednich pojemności magazynowych w kraju obok zróżnicowania kierunków importu to jedno z ważniejszych wyzwań branży gazowniczej. Aktualna pojemność polskich PMG wynosi 2, 52 mld m³, co przy pełnym napełnieniu zapewnia ok. 57 dób średniego zużycia gazu, natomiast ich wydajność odbioru na poziomie 42, 9 mln m³/dobę jest w stanie pokryć około 60% szczytowego (zimowego) krajowego zapotrzebowania na gaz, które wynosi ponad 72 mln m³/dobę.

Aby zwiększyć pojemność i moc magazynową, PGNiG S.A. realizuje obecnie następujące inwestycje:

- rozbudowa PMG Husów do pojemności roboczej 500 mln m³,
- rozbudowa KPMG Mogilno do pojemności ok. 800 mln m³,
- budowa KPMG Kosakowo o pojemności 100 mln m³ z dalszą rozbudową do 250 mln m³.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane materiały multimedialne

- [Pobieranie próbek ze zbiorników magazynowych](#)
- [Podziemne magazyny gazu \(PMG\)](#)

E-book do e-materiału Prowadzenie magazynowania kopalin w eksploatacji otworowej

GIW.08. Organizacja i prowadzenie eksploatacji otworowej złóż - Technik górnictwa otworowego 311702

Podziemne magazyny gazu

E-BOOK

Spis treści

- Podziemne magazyny gazu
- Nierówne zużycia gazu ziemnego
- Funkcje, rodzaje i budowa PMG
- Sposoby magazynowania gazu ziemnego w różnych typach PMG
- Przykładowe PMG w Polsce
- Netografia i bibliografia
 - Netografia
 - Bibliografia

Netografia i bibliografia

Netografia

- Akademia Górniczo Hutnicza: <https://www.agh.edu.pl/> (dostęp 13.10.2022 r.).
- Amerykańska agencja rządowa Energy Information Agency: <https://www.eia.gov> (dostęp 28.02.2022 r.).
- Artykuł Podziemne magazyny gazu istotnym elementem gwarantującym bezpieczeństwo energetyczne Polski.(2011).
http://www.pois.gov.pl/Wiadomosci/Documents/6_PGNIG.pdf (dostęp 25.07.2023r.).
- Firma z sektora wierceń lądowych Exalo S.A.: www.exalo.pl (dostęp 31.08.2022 r.)
- Instytut Badawczy GIG (Główny Instytut Górnictwa) : <https://gig.eu/pl> (dostęp 25.02.2022 r.).

- Korporacja działająca w branży energetycznej NOV: <https://www.nov.com> (dostęp 31.08.2022 r.).
- Międzynarodowa Agencja Energetyczna: <https://www.iea.org> (dostęp 28.02.2022 r.).
- Polską firmą zapewniającą usługi projektowe i doradcze dla sektora energetyki PGNiG GAZOPROJEKT S.A.: <https://gazoprojekt.pl> (dostęp 31.07.2023r.).
- Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo – Gaz i energia: <http://www.pgnig.pl> (dostęp 28.02.2022 r.).
- Polskie przedsiębiorstwo specjalizujące się w usługach z zakresu budowy gazociągów, zagospodarowania złóż i budowy kopalni oraz magazynów ropy naftowej i gazu ziemnego PGNiG Technologie: <http://www.technologiepgnig.pl/> (dostęp 16.02.2023 r.).
- Reinmann Oil - Tools – producent narzędzi i urządzeń wykorzystywanych w wiertnictwie: <http://reimann-oil-tools.com/> (dostęp 31.08.2022 r.).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 września 2001 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego, jakim powinny odpowiadać zbiorniki bezciśnieniowe i niskociśnieniowe przeznaczone do magazynowania materiałów ciekłych zapalnych (Dz.U. 2001 nr 113 poz. 1211 z późn. zm.)
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20011131211> (dostęp: 09.03.2023r.).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 listopada 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi przesyłowe dalekosiężne służące do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie (Dz.U. 2005 nr 243 poz. 2063 z późn. zm.)
<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20052432063> (dostęp: 09.03.2023r.).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz.U. 2014 poz. 812 z późn. zm.) <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20140000812> (dostęp 16.02.2023 r.).
- Spółka zajmująca się magazynowaniem paliw gazowych w instalacjach magazynowych Operator Systemu Magazynowania: <https://pgnig.pl/reports/annualreport2013/rr-grupa-segment-2.html> (dostęp 31.07.2023r.).
- Wyższy Urząd Górniczy: <https://www.wug.gov.pl> (dostęp 25.02.2022 r.).

[Powrót do spisu treści](#)

Bibliografia

- Kaliski M., Janusz P., Szurlej A., Podziemne magazyny gazu jako element krajowego systemu gazowego, Nafta-Gaz, maj 2010.

[Powrót do spisu treści](#)

Powiązane materiały multimedialne

- [Pobieranie próbek ze zbiorników magazynowych](#)
- [Podziemne magazyny gazu \(PMG\)](#)