

Rafał JENDRUŚ
Politechnika Śląska, Gliwice

SKŁADOWANIE LUB MAGAZYNOWANIE GAZÓW W GÓROTWORZE ORAZ PODZIEMNYCH WYROBISKACH GÓRNICZYCH

Streszczenie. Przeobrażenia – restrukturyzacja górnictwa i energetyki oraz rosnące wymagania związane z ideą zrównoważonego rozwoju – ekorozwoju są powodem poważnych problemów związanych z ochroną środowiska naturalnego (przede wszystkim ze zmniejszeniem zjawiska globalnego ocieplenia klimatu ziemskiego – tzw. efektem cieplarnianym) oraz zagospodarowaniem – wykorzystaniem górotworu oraz podziemnych wyrobisk górniczych – w celu magazynowania bądź składowania gazów.

W artykule tym przedstawiono pokrótce przykłady rozwiązań wymienionych problemów, rozpatrując je w aspektach: ekologicznym i gospodarczo-ekonomicznym.

THE WAREHOUSING OR STORAGE GASES INTO THE ROCK MASS AND IN THE UNDERGROUND MINING EXCAVATIONS

Summary. Transformation – mining and energetics restructuring and also increasing requirements associated with the idea of balanced eco-development are the reason for considerable problems as far as preservation of the natural environment (warning up the climate – greenhouse) and cultivation of the rock masses and underground mining excavations are concerned in the aim of the warehousing or storage of gases.

In this article, there were given examples of solutions of the mentioned problems (considered in ecological and economic aspects).

1. Wstęp

W artykule zostaną przedstawione pokrótce możliwości wykorzystania górotworu oraz podziemnych wyrobisk górniczych w celu składowania bądź magazynowania gazów.

Możliwości składowania lub magazynowania gazów należy rozpatrywać w dwóch aspektach:

- aspekcie ekologicznym,
- aspekcie gospodarczo-ekonomicznym.

Konieczne w tym miejscu jest wyjaśnienie dwóch pojęć związanych z tematem artykułu, a które w dalszej części będą miały istotny wpływ na jego zrozumienie i ocenę.

MAGAZYNOWANIE – to czasowe przechowywanie substancji (gazów) w górotworze lub podziemnych wyrobiskach górniczych w celu ich późniejszego wydobywania i wykorzystania.

SKŁADOWANIE – to lokowanie substancji (gazów) w górotworze lub w podziemnych wyrobiskach górniczych w celu pozostawienia jej tam na stałe.

2. Uwarunkowania geologiczne – górnicze podczas składowania bądź magazynowania gazów

Przedsięwzięcie przekształcania górotworu i wyrobiska górniczego na podziemny magazyn lub podziemne składowisko gazów może się zakończyć sukcesem, o ile spełnione zostaną dwa podstawowe warunki:

- szczelność magazynu bądź składowiska,
- zabezpieczenie magazynu bądź składowiska przed jego zawadzeniem.

Ponadto w przypadku magazynowania lub składowania gazów pod ziemią musimy być pewni, że wybrana formacja geologiczna jest stabilna, a jej struktura musi gwarantować długi czas składowania oraz bezpieczeństwo całej okolicy.

Tabela 1

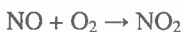
Podstawowe miejsca składowania bądź magazynowania gazów pod ziemią

SKŁADOWANIE BĄDŹ MAGAZYNOWANIE POD ZIEMIĄ	ZALETY	WADY
POKŁADY WĘGLA	Potencjalnie niskie koszty	Technologia niedopracowana
WYEKSPLOATOWANE WYSADY SOLNE	Metoda standardowa	Wysokie koszty
GŁĘBOKO POŁOŻONE WARSTWY WODONOŚNE	Duża pojemność	Nieznana zawartość formacji
WYEKSPLOATOWANE ZBIORNIKI ROPY NAFTOWEJ	Sprawdzona zawartość	Ograniczona pojemność

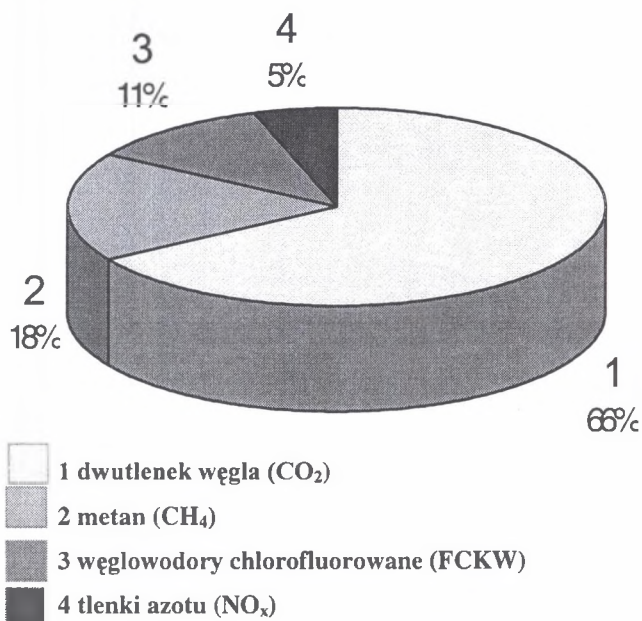
3. Aspekt ekologiczny - składowanie bądź magazynowanie gazów cieplarnianych

Aspekt ekologiczny, jak już wyjaśniono na samym wstępie, ma za zadanie ochronę środowiska naturalnego i zmniejszenie tzw. efektu cieplarnianego na Ziemi. Dlatego zatem **składowanie** i magazynowanie gazów cieplarnianych typu: CO_2 , CH_4 , NO_x ma na celu:

- złagodzenie postępujących zmian klimatu – efektu cieplarnianego, poprzez składowanie emitowanego CO_2 – gazu odpowiedzialnego za 2/3 globalnego ocieplenia klimatu,
- zmniejszenie emisji (stężenia) substancji zanieczyszczających powietrze atmosferyczne,
- ograniczenie opadów kwaśnych deszczy – zmniejszenie zawartości NO_x w powietrzu:



- zmniejszenie ryzyka wystąpienia smogu fotochemicznego – głównymi składnikami są silne związki żrące, aktywne związki organiczne oraz ozon, tlenek węgla, tlenki azotu, o wysokiej koncentracji,
- zmniejszenie ryzyka wystąpienia smogu kwaśnego (mgła przemysłowa) – zawierającego głównie dwutlenek siarki i dwutlenek węgla.

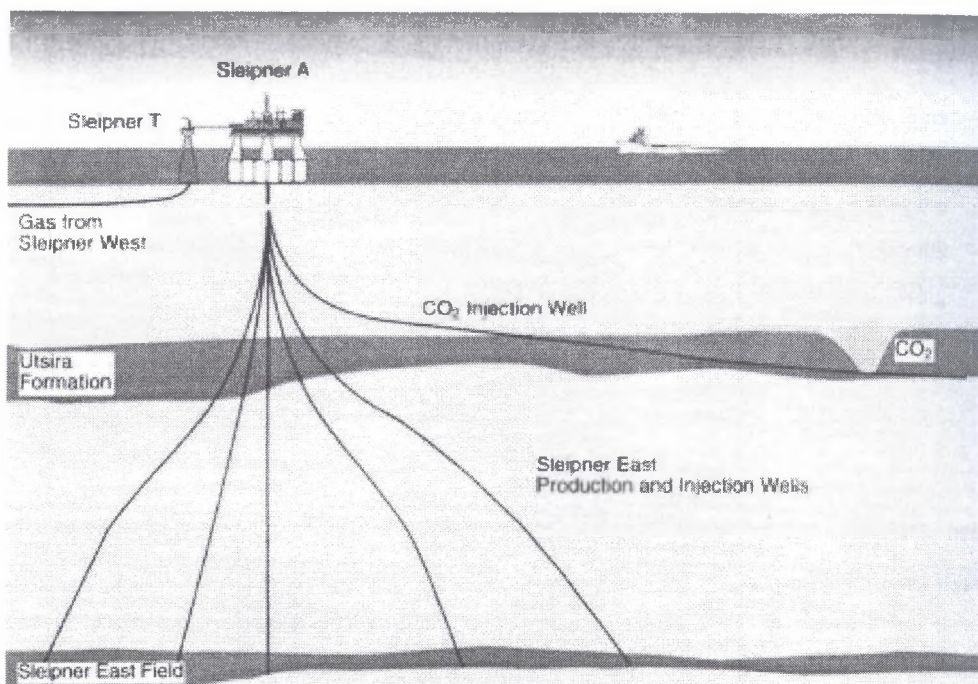


Rys. 1. Udziały procentowe gazów w globalnym efekcie cieplarnianym (emisja antropogeniczna)
 Fig. 1. The percent participation of gases in the global greenhouse effect

4. Przykładowe miejsce składowania CO₂ – w celu zapobiegania zmianom klimatu

Przykładem, jak dotąd, jedyne miejsce na świecie składowania CO₂ w celu zapobiegania zmianom klimatu jest Norwegia, a dokładniej – szyb wiertniczy gazu ziemnego i ropy naftowej w Sleipner, leżący pośrodku Morza Północnego.

Głęboko pod ziemią około 1000 metrów pod dnem Morza Północnego wydzielony CO₂ z wydobywanego gazu ziemnego jest z powrotem wpompowywany w ilości 700 000 t/rok do zasolonej warstwy wodonośnej piaskowca – zwanej formacją Utsira.



Rys. 2. Sleipner – schemat wpompowywania CO₂

Fig. 2. Sleipner – diagram of force CO₂

5. Aspekt gospodarczo - ekonomiczny - magazynowanie gazu ziemnego

Systematyczny spadek udziału kopalnianych paliw stałych jako nośnika energii, z 70% w 2000 r. do 58% w 2015 r. spowoduje, według prognoz w 2015 r., znaczący wzrost wytwarzania energii z gazu ziemnego. Ponad to przypuszcza się, że nastąpi wzrost zużycia

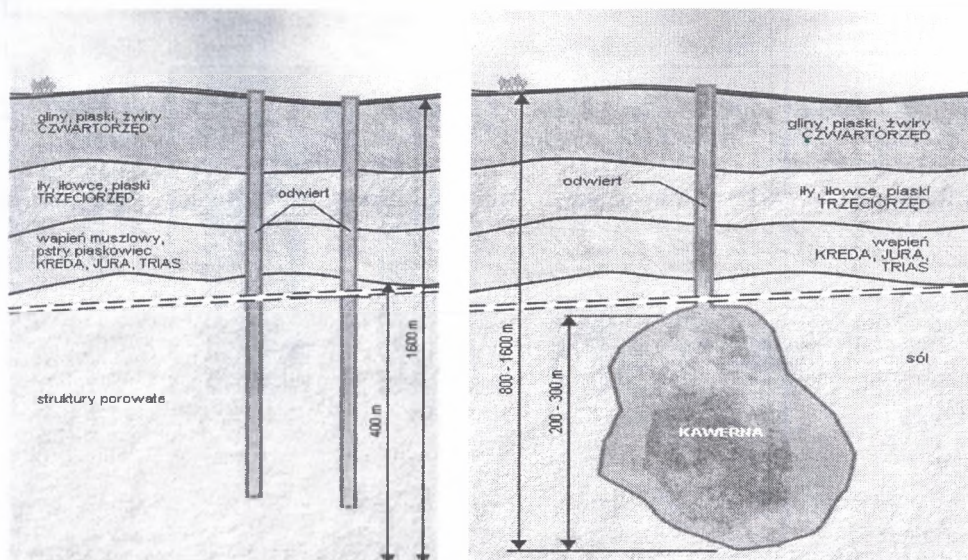
gazu ziemnego – jako nośnika energii – z 9% w 2000 r. do 16% w 2015 r. Równocześnie jednak można stwierdzić, uwzględniając nasze specyficzne realia gospodarczo-ekonomiczne oraz przyrodnicze, że w najbliższym okresie (rzędu 20 lat) mimo wszystko główną rolę w polskiej energetyce nadal będzie odgrywał **węgiel**, zaś w następnej kolejności **gaz ziemny**.

Tabela 2
Prognoza krajowego zapotrzebowania na gaz ziemny w latach 2000 – 2010 (mld m³/rok)

Rok	2000	2010
Całkowite zapotrzebowanie	13,6 mld m ³	~22 mld m ³

Wykorzystanie górotworu bądź podziemnych wyrobisk górniczych w celu budowy **magazynów** gazów (podziemne magazynowanie gazu ziemnego – PMG), oraz paliw (benzyny, oleju napędowego) i ropy naftowej zapewniłoby bezpieczne i pewne warunki dla pokrycia stale rosnącego zapotrzebowania odbiorców oraz pozwoliłoby uzyskać strategiczną rezerwę w systemie gazowniczym i energetycznym.

Podziemne magazyny gazu (PMG) ziemnego są tworzone przede wszystkim w wyeksploatowanych złożach gazu ziemnego i warstwach zawadnionych, oraz w kawernach solnych. Obecnie w Polsce czynnych jest 6 PMG, w tym 5 w wyeksploatowanych złożach gazu ziemnego oraz 1 PMG w kawernach solnych.



Rys. 3. PMG w wyeksploatowanych złożach gazu i w kawernach solnych
Fig. 3. Underground storage gases in the exploited bed of gases and salt cavities

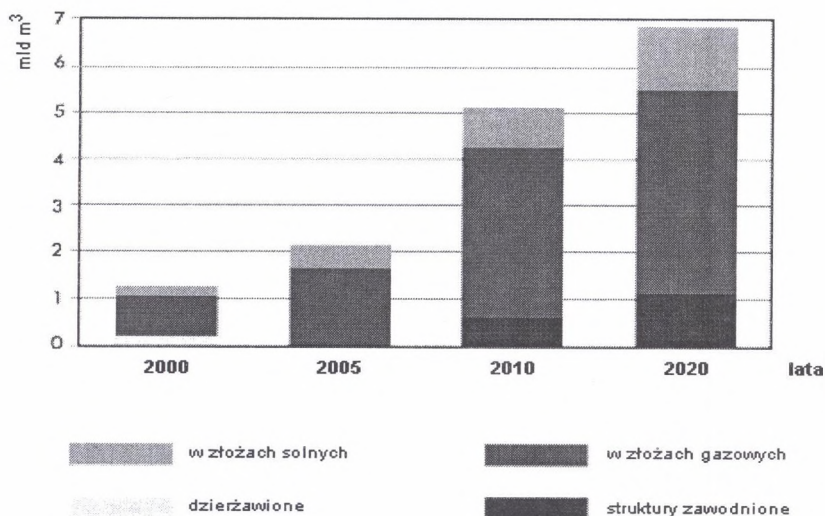
Tabela 3
Podziemne magazyny gazu (PMG) – stan istniejący i rozwój w mln m³ w latach 2000 – 2010

PMG	POJEMNOŚĆ CZYNNA [mln m ³]	MAKSYMALNA DOBOWA ZDOLNOŚĆ ODBIORU [mln m ³ /dobę]	MAKSYMALNA DOBOWA ZDOLNOŚĆ ZATŁACZANIA [mln m ³ /dobę]	2000 ROK (początek)
				2010 ROK
1. HUSÓW* (Woj. Podkarpackie)	300	3,16	2,59	Do 2010 roku przewiduje się rozbudowę magazynowania gazu ziemnego w kraju do co najmniej 4,5 mld m ³ pojemności magazynowej czynnej
2. STRACHOCINA (Woj. Podkarpackie)	100	1,08	1,44	
3. SWARZÓW (Woj. Małopolskie)	90	1,22	0,94	
4. BRZEŹNICA (Woj. Podkarpackie)	65	0,94	1,00	
5. WIERZCHOWICE** (Woj. Dolnośląskie)	300	4,34	3,78	
6. MOGILNO (Kawerny Solne) Woj. Kujawsko-Pomorskie	134	9,60	6,00	
Razem	989	20,34	15,75	

* w rekonstrukcji i rozbudowie

** eksploatacja w ramach „etapu zerowego” (wielkości szacunkowe).

Z końcem 2000 roku pojemność czynna PMG wyniosła 1,2 mld m³.



Rys. 4. Rozbudowa podziemnych magazynów gazu w Polsce w latach 2000-2020

Fig. 4. Development of underground storage gases in 2000 – 2020 years

6. Podsumowanie

Górotwór oraz pokłady węgla stwarzają korzystne warunki składowania bądź magazynowania gazów – zarówno w aspekcie ekologicznym, jak i gospodarczo-ekonomicznym. Jednakże w chwili obecnej opisane w artykule technologie składowania, magazynowania gazów (gaz ziemny, gazy cieplarniane) nie są na tyle dopracowane i sprawdzone (**składowanie w pokładach węgla, głęboko położonych warstwach wodonośnych – dotyczy przede wszystkim aspektu ekologicznego**), aby mogły być stosowane na szeroką skalę.

Co należy więc zrobić, aby magazynowanie lub składowanie gazu stało się powszechne?

1. Należy projektować i wdrażać ekonomiczne sposoby składowania bądź magazynowania gazów.
2. Wdrażać projekty pilotażowe składowania bądź magazynowania gazów.
3. Weryfikować przydatność nowych miejsc składowania bądź magazynowania gazów.

Przedstawione w artykule sposoby i metody składowania bądź magazynowania gazów wyrażają jedynie poglądy autora i w większości przypadków mają charakter dyskusyjny.

LITERATURA

1. Herzog H., Eliasson B., Kaarstad O.: Wylapywanie gazów cieplarnianych. Świat Nauki, maj 2000.
2. Twardowski K.: Wykorzystanie likwidowanych kopalń do tworzenia podziemnych magazynów gazu i wód termalnych, Materiały z Konferencji Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2000.
3. Ryncarz T.: Zarys fizyki górotworu. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 2000.

Recenzent: Dr inż. Antoni Kot

Abstract

Both the rock mass and coal leads create convenient conditions regarding the warehousing or storage of gases – in ecological as well as in economic bearing of this problem.

However, at present – day all the technologies, concerning the gases' warehousing or storage, described in this article cannot be put into practice, because of the fact that they are not finished and proved.

What should be done in order to storage the gases universally?

1. The necessity of design and initiation of economic manners relating to the warehousing or storage of gases.
2. The implementation trials of the pilotage projects concerning the warehousing or storage of gases.
3. Usefulness verification regarding the brand new places of the warehousing or storage of gases.

All the manners and methods in accordance with the warehousing or storage of gases presented in this article – express only the author's point of view, which are in major cases controversial.