

Andrzej Gołąbek, Krzysztof Miłek, Wiesław Szott
Instytut Nafty i Gazu, Oddział Krosno

Symulacyjne modelowanie procesu konwersji złoża na PMG i regularnej jego pracy, z udziałem CO₂ jako gazu buforowego

Część II – Symulacyjne prognozy pracy magazynu

Wstęp

Ograniczenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery oraz jego składowanie i utylizacja stanowi obecnie jeden z głównych problemów gospodarki światowej. Jednocześnie w praktyce podziemnego magazynowania gazu w strukturach częściowo szcerpanych złóż węglowodorowych pojawia się istotny – z ekonomicznego punktu widzenia – problem: wytworzenia bądź zwiększenia poduszki gazu buforowego. Wykorzystanie CO₂ jako gazu buforowego w podziemnych magazynach gazu może być sposobem rozwiązania obydwu tych zagadnień jednocześnie.

Celem niniejszej pracy było zbadanie możliwości konwersji częściowo wyeksploatowanego złoża gazu ziemnego na podziemny magazyn gazu wysokometanowego

z użyciem CO₂ jako gazu buforowego w oparciu o skonstruowany model symulacyjny złoża. W ramach pracy zbudowano model symulacyjny istniejącego, częściowo wyeksploatowanego złoża gazu ziemnego, odtworzono historię eksploatacji złoża, a także przeprowadzono prognozy dotyczące procesu konwersji złoża na PMG oraz późniejszej jego pracy.

Praca składa się z 2 części. W części I [1] przedstawiono konstrukcję i weryfikację modelu złoża użytego do konwersji na magazyn oraz wyniki symulacji procesu wytworzenia buforu magazynu. Niniejsza, część II przedstawia wielowariantowe symulacje prognostyczne regularnej pracy magazynu, uzyskane przy pomocy symulatora kompozycyjnego Eclipse 300 [2].

Warianty prognoz pracy magazynu

Podczas konstrukcji prognozy przyjęto schemat tworzenia kolejnych wariantów prognostycznych obejmujący dwie grupy symulacji, opartych na dwóch wariantach tworzenia poduszki buforowej magazynu (omówionych w I części niniejszej pracy).

Pierwsza grupa zawiera symulacje z buforem okalającym centralną część złoża, w której odbywa się praca magazynu, natomiast w grupie drugiej znajdują się symulacje, w których bufor CO₂ umieszczono w części wschodniej magazynu, a jego praca odbywa się w części zachodniej.

We wszystkich zrealizowanych wariantach prognozujących pracę magazynu zatłaczano gaz węglowodorowy o zawartości: 95% metanu i 5% cięższych składników. Pracę magazynu prognozowano przez okres 20 lat (20 pełnych cykli), w których faza odbioru trwała od 15 listopada do 15 marca, a faza zatłaczania – od 15 kwietnia do 15 września każdego roku.

Pomiędzy fazami odbioru i zatłaczania założono miesięczne przestoje w pracy magazynu. Rozpatrzone warianty to:

GRUPA I:

- **Wariant Ia** – zatłaczanie i odbiór w proporcji 100/100 mln Nm³ na cykl; 13 odwiertów eksploatacyjnych (Z-20, Z-23, Z-28, Z-31, Z-32, Z-34, Z-45, Z-48, Z-49, Z-52, Z-57),
- **Wariant Ib** – zatłaczanie i odbiór w proporcji 200/100 mln Nm³ na cykl przez pierwsze 10 lat pracy magazynu (dotłoczenie metanowego buforu do magazynu o pojemności 1 mld Nm³), zatłaczanie i odbiór w proporcji 100/100 mln Nm³ na cykl przez kolejne 10 lat, eksploatacja odwiertami jak w wariacie Ia,
- **Wariant Ic** – zatłaczanie i odbiór w proporcji 200/200 mln Nm³ na cykl, po uprzednim dotłoczeniu (13 odwiertami: Z-4, Z-9, Z-20, Z-22, Z-23, Z-28, Z-29, Z-32, Z-38, Z-46, Z-49, Z-50, Z-59) 1 mld Nm³ gazu metanowego w trakcie ostatnich dziesięciu lat wytwarzania buforu; praca magazynu przy użyciu 16 odwiertów (13 odwiertów, które dotłaczały metan oraz odwiertów Z-31, Z-45, Z-52).

GRUPA II:

- **Wariant IIa** – zatłaczanie i odbiór w proporcji 100/100 mln Nm³ na cykl; praca magazynu: zatłaczanie 8 odwiertami (Z-27, Z-34, Z-38, Z-52, Z-57, ZW-30, ZW-33), odbiór 9 odwiertami (W-5, Z-11, Z-42, Z-47, Z-58, ZW-21, ZW-22, ZW-31, ZW-32),
- **Wariant IIb** – zatłaczanie i odbiór w proporcji 200/100 mln Nm³ na cykl przez pierwsze 10 lat pracy magazynu (dotłoczenie metanowego buforu do magazynu o pojemności 1 mld Nm³); zatłaczanie i odbiór odwiertami jak w wariacie IIa,
- **Wariant IIc** – zatłaczanie i odbiór w proporcji 200/200 mln Nm³ na cykl, po uprzednim dotłoczeniu (9 odwiertami: Z-23, Z-27, Z-45, Z-46, Z-48, Z-49, Z-52, ZW-30, ZW-33) 1 mld Nm³ gazu metanowego w trakcie ostatnich dziesięciu lat wytwarzania buforu; praca magazynu przy użyciu 13 odwiertów (W-5, Z-11, Z-28, Z-34, Z-38, Z-42, Z-47, Z-57, Z-58, ZW-21, ZW-22, ZW-31, ZW-32).

Wyniki prognoz symulacyjnych

Wszystkie symulacje omówione w tym opracowaniu wykonane zostały przy użyciu kompozycyjnego symulatora Eclipse 300 [2], co podczas prognozy pracy magazynu umożliwiło analizę zjawiska mieszania się gazu zatłaczanego; zarówno z gazem rodzimym złoża, jak i buforowym (CO₂). W wariantach Ia oraz IIa, po zatłoczeniu gazu buforowego średnie ciśnienie złożowe kształtowało się w przedziale 50÷54 barów, natomiast w wariantach, w których oprócz 5 mld Nm³ dwutlenku węgla dotłaczano 1 mld Nm³ gazu wysokometanowego ciśnienie to osiągało wartości bliskie 58 barów.

GRUPA I**Wariant Ia**

W omawianym wariacie założono pracę magazynu na poziomie 100 mln Nm³/cykl; zarówno w fazie zatłaczania, jak i odbioru, przy użyciu 13 odwiertów eksploatacyjnych.

Wydajności zatłaczania na poziomie całego magazynu w każdym cyklu wynosiły: dla fazy zatłaczania – ok. 546 tys. Nm³/d, dla fazy odbioru – ok. 833 tys. Nm³/d (rysunek 1). Różnica tych wielkości wynika z czasu trwania poszczególnych faz (zatłaczanie – 183 dni w roku, odbiór – 120 dni w roku).

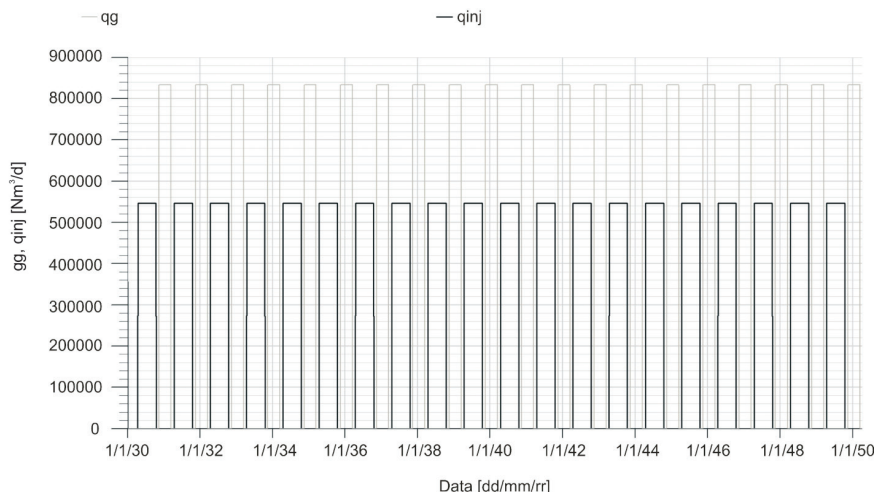
Na poziomie odwiertów strumień zatłaczanego gazu rozdzielono równomiernie, co dla każdego z odwiertów dało wydajność zatłaczania na poziomie ok. 50 tys. Nm³/d, natomiast odbiór odbywał się według potencjałów wy-

dobyczych poszczególnych odwiertów, przez co ich wydajności zawierały się w przedziale 17÷116 tys. Nm³/d.

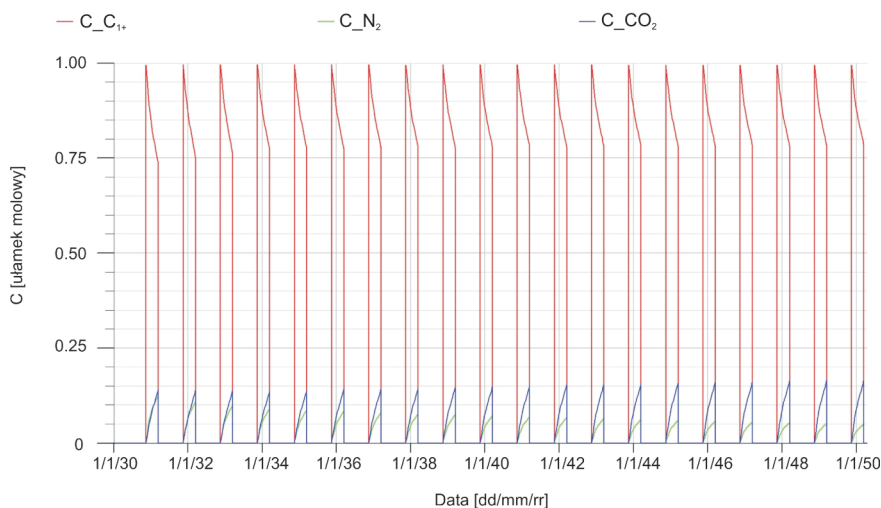
Jakość odbieranego gazu zbiorczego w omawianym wariacie przedstawiono na rysunku 2 (kolorem czerwonym oznaczono koncentrację węglowodorów w wydobywanym gazie, zielonym – koncentrację azotu, natomiast niebieskim – koncentrację dwutlenku węgla). Na niską jakość wydobywanego gazu (miejscami poniżej 75% węglowodorów) wpływa mieszanie się zatłaczanego gazu węglowodorowego z wysokoazotowanym gazem rodzimym złoża (koncentracja azotu ≈22%) oraz z zatłoczonym gazem buforowym (CO₂).

Przez okres 20 cykli pracy magazynu zauważa się stopniową poprawę jakości odbieranego gazu, co spowodowane jest spadkiem koncentracji azotu w tym gazie. Ponieważ azot znajduje się jedynie w gazie rodzimym złoża, którego pozostało stosunkowo niewiele, w naturalny sposób miesza się on z gazem zatłaczanym i jest stopniowo wydobywany; natomiast dwutlenku węgla stopniowo przybywa z cyklu na cykl. Główną przyczyną takiego wzrostu jest różnica ciśnień panujących w magazynie.

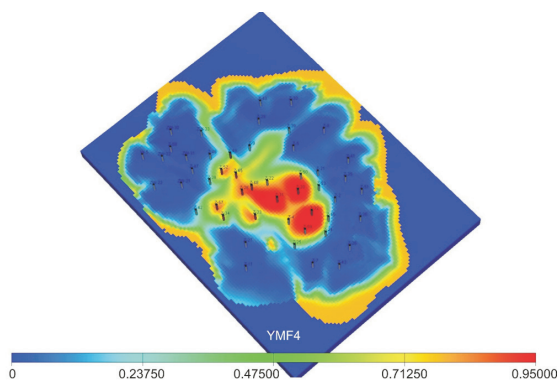
Część centralna złoża – w której odbywa się praca magazynu – wykazuje niższe ciśnienia niż pozostałe części struktury, dlatego też dwutlenek węgla zatłoczony do peryferii złoża cały czas migruje do części centralnej i dociera do kolejnych odwiertów magazynujących (rysunki 3 i 4).



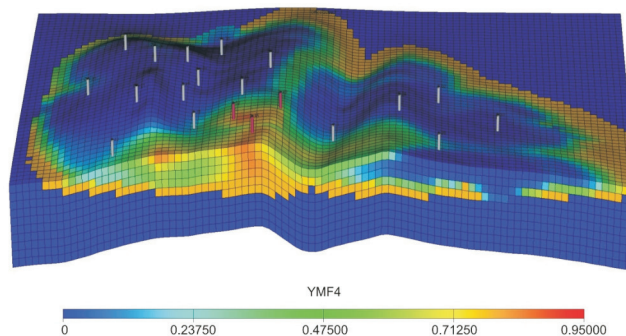
Rys. 1. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant Ia – wydajności zatłaczania i odbioru na poziomie całego magazynu



Rys. 2. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant Ia – koncentracja składników w odbieranym gazie



Rys. 3. Rozkład zawartości metanu w stropowej warstwie złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant Ia – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, na koniec fazy odbioru

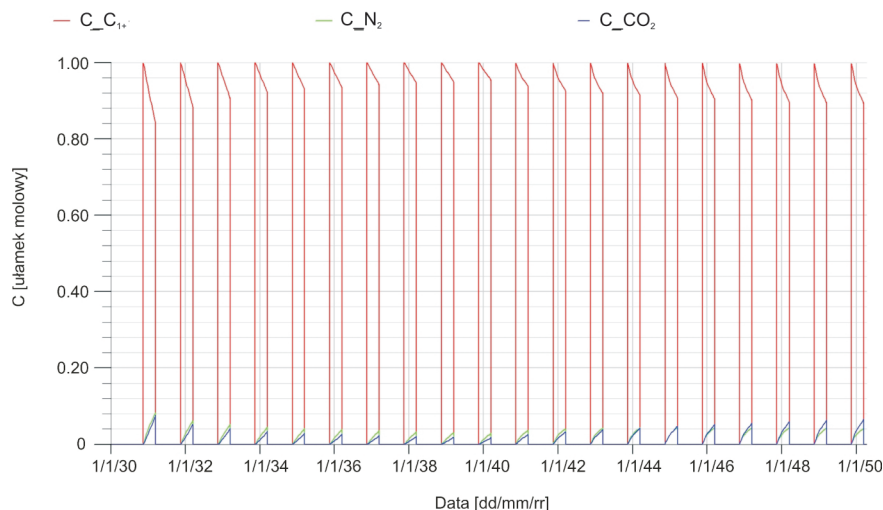


Rys. 4. Rozkład zawartości metanu na przekroju złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant Ia – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, na koniec fazy odbioru

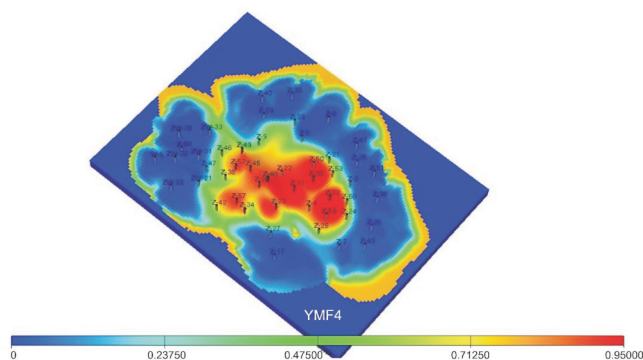
Wariant Ib

Ze względu na niską jakość wydobywanego gazu używaną w poprzednim wariantcie, postanowiono sprawdzić, w jaki sposób następować będzie mieszanie się gazów po

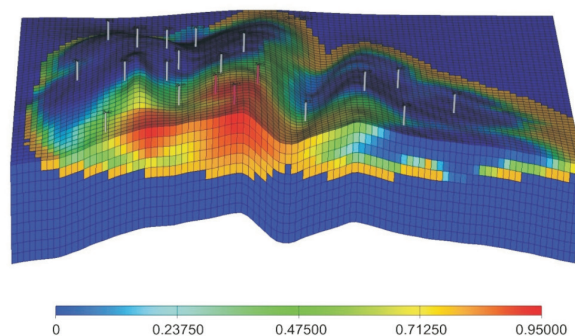
dotłoczeniu do magazynu dodatkowej ilości gazu węglowodorowego. W tym celu zaprojektowano wariant, w którym w pierwszych 10 cyklach pracy magazynu odwierty zatłaczają o 100 mln Nm³ gazu więcej niż go odbierają.



Rys. 5. Wyniki prognoz pracy magazynu. Warianc Ib – koncentracja składników w odbieranym gazie



Rys. 6. Rozkład zawartości metanu w stropowej warstwie złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Warianc Ib – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, na koniec fazy odbioru



Rys. 7. Rozkład zawartości metanu na przekroju złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Warianc Ib – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, na koniec fazy odbioru

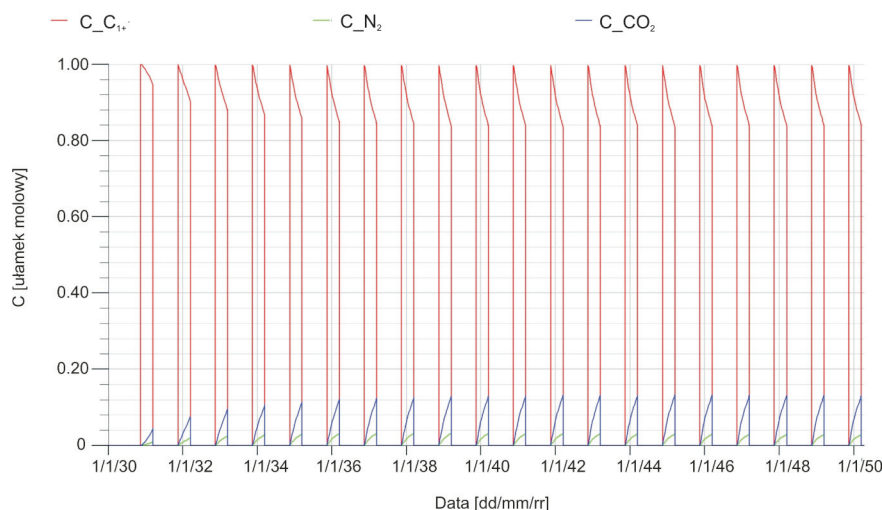
Pozostałe założenia pracy magazynu zostały przyjęte jak w wariancie Ia.

W przypadku tego wariantu – czego można było się spodziewać – jakość wydobywanego gazu jest lepsza niż w przypadku wariantu poprzedniego (rysunek 5). Zawartość węglowodorów w wydobywanym gazie waha się od 82% do prawie 95%. Początkowo, z cyklu na cykl obserwuje się znaczną poprawę jego jakości, co spowodowane jest dotłaczaniem większych ilości gazu metanowego. Po 2040 roku magazyn zaczyna pracować w trybie 100/100 mln Nm³ i wówczas jakość odbieranego gazu zaczyna się stopniowo pogarszać. Główną przyczyną takiego zachowania jest (podobnie jak w wariancie Ia) różnica ciśnień panujących w magazynie; dopóki dotłaczano do niego większe ilości metanu, zatłaczany gaz odpychał ze stref przyodwiertowych dwutlenek węgla i azot. Po zakończeniu dotłaczania gazu metanowego, do stref przyodwiertowych zaczął intensywniej migrować odepchnięty dwutlenek węgla.

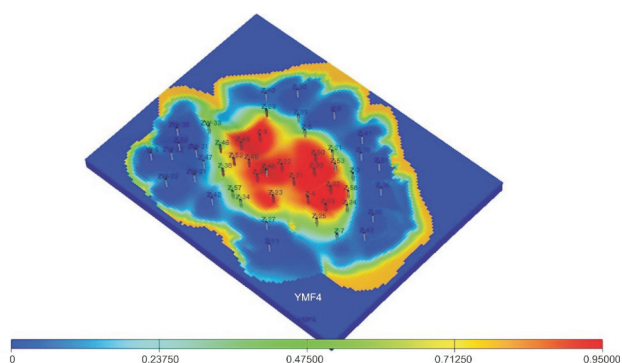
Pomimo tego, że do centralnej części struktury dotłoczono 1 mld Nm³ gazu, w wariancie tym nie udało się powstrzymać migracji gazu buforowego do odwiertów magazynujących (rysunki 6 i 7), ponieważ ilość ta była zbyt mała, aby wyrównać ciśnienie w całym magazynie.

Wariant Ic

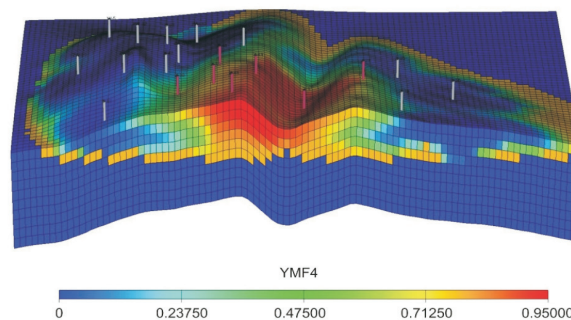
Kolejny wariant dotyczy sytuacji dotłoczenia dodatkowego buforu gazu metanowego – w ilości 1 mld Nm³, spełniającego zadanie bariery blokującej migrację gazu buforowego (CO₂) do centralnej części struktury. W tym celu, po 10 latach tłoczenia dwutlenku węgla, na peryferiach złoża do zatłaczania włączono 13 odwiertów zatłaczających gaz wysokometanowy w ilości 100 mln Nm³ rocznie. Do zatłaczania dodatkowego gazu wybrano odwierty z centralnej części złoża, znajdujące się w pobliżu migrującego dwutlenku węgla. Po zatłoczeniu gazu buforowego pracę magazynu ustalono na poziomie 200/200 mln Nm³/cykl. Zwiększenie wielkości zatłaczania i odbioru wynika z więk-



Rys. 8. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant Ic – koncentracja składników w odbieranym gazie



Rys. 9. Rozkład zawartości metanu w stropowej warstwie złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant Ic – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, na koniec fazy odbioru



Rys. 10. Rozkład zawartości metanu na przekroju złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant Ic – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, na koniec fazy odbioru

szych zdolności wydobywczych odwiertów, po uzyskaniu wyższego ciśnienia złożowego.

W przypadku tego wariantu okazuje się, że jakość odbieranego gazu jest tylko minimalnie lepsza niż w przypadku wariantu Ia, natomiast w stosunku do wariantu Ib odbierany gaz jest jakościowo lepszy tylko w pierwszych cyklach pracy magazynu (rysunek 8). Wraz z kolejnymi cyklami koncentracja CO₂ w odbieranym gazie gwałtownie wzrasta – przewyższając 10%, a koncentracja azotu stabilizuje się na poziomie 2,5%. Sprawia to, że wydobywany gaz zbiorczy posiada stosunkowo duże zanieczyszczenie, trudne do zaakceptowania.

W przypadku omawianego wariantu okazuje się, że zbudowanie bariery blokującej migrację dwutlenku węgla do centralnej części złoża nie daje pozytywnych rezultatów. Wynika to z faktu, iż zatłaczany wcześniej gaz wysokometanowy w stosunkowo szybkim tempie miesza się z zatłaczanym CO₂, a różnica ciśnień panujących w magazynie wywołuje migrację zarówno zanieczyszczono-

nego gazu, jak i samego dwutlenku węgla do odwiertów magazynujących (rysunki 9 i 10).

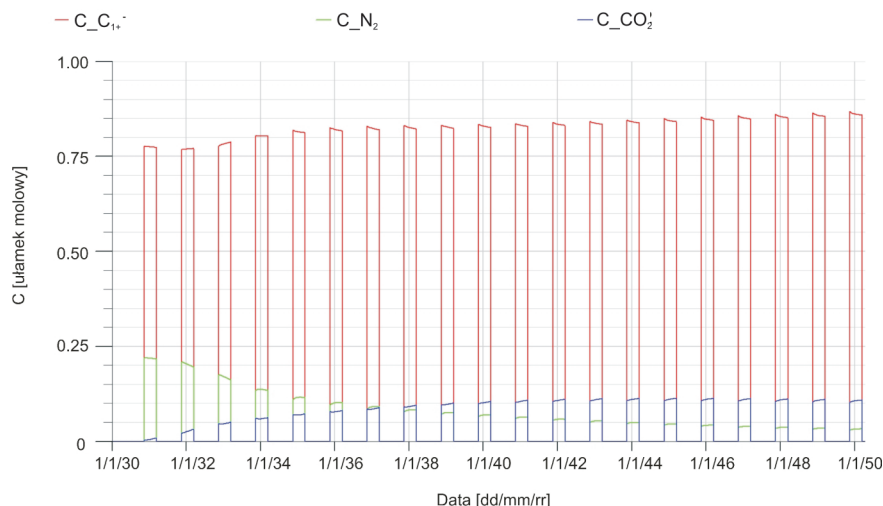
GRUPA II

Omówione do tej pory warianty prognoz nie przyniosły pozytywnych wyników, dlatego w kolejnych wariantach zmieniono koncepcję zarówno pracy magazynu, jak i zatłaczania gazu buforowego [1].

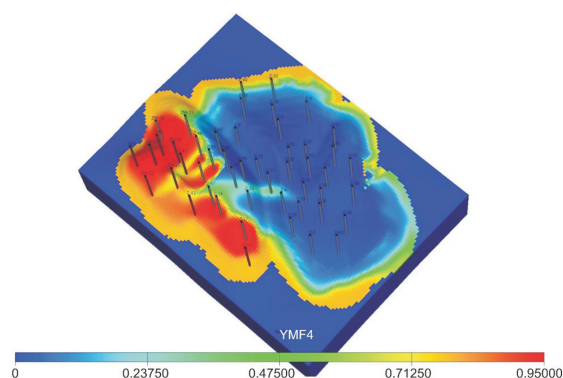
Wariant IIa

W przedstawianym wariantcie pracę magazynu założono w taki sposób, że gaz wysokometanowy zatłaczają tylko odwierty znajdujące się blisko zatłoczonego buforu CO₂, natomiast za odbiór odpowiadają odwierty nie mające z nim styczności. Podczas każdego cyklu pracy magazynu zatłaczana i odbierana jest ta sama ilość gazu, tj. 100 mln Nm³, a udziały odwiertów ustalono według ich potencjałów wydobywczych.

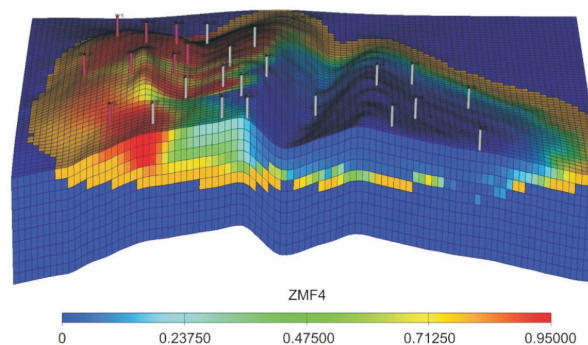
W przypadku tego wariantu jakość odbieranego gazu



Rys. 11. Wyniki prognoz pracy magazynu. Warian IIa – koncentracja składników w odbieranym gazie



Rys. 12. Rozkład zawartości metanu w stropowej warstwie złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Warian IIa – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, po fazie odbioru



Rys. 13. Rozkład zawartości metanu na przekroju złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Warian IIa – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, po fazie odbioru

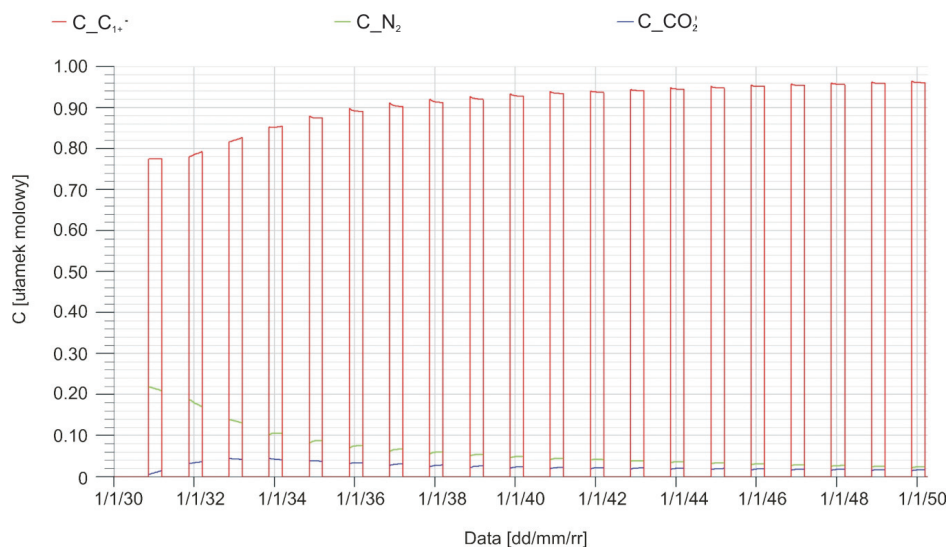
była inna niż w wariantach poprzednich. Na rysunku 11 można zaobserwować, że od początku fazy odbioru w żadnym z cykli pracy magazynu koncentracja węglowodorów w odbieranym gazie nie wyniosła 100%, co związane było z faktem, że odwierty odbierające nie zatłaczały wcześniej gazu wysokometanowego. Podstawową wadą takiego podejścia jest to, że – mimo niskiego wydobywania dwutlenku węgla – w pierwszych cyklach pracy magazynu wydobywamy dużą ilość azotu (co jest następstwem faktu, że do większości odwiertów odbierających nie dotarł zatłaczany gaz wysokometanowy i odbierają one gaz rodzimy złoża). W następnych cyklach, gdy wydobywanie azotu maleje, wówczas do niektórych odwiertów odbierających dociera gaz mocno zanieczyszczony przez CO_2 i jakość odbieranego gazu zbiorczego nadal jest nie do zaakceptowania. Główną zaletą takiego podejścia jest to, że nie do wszystkich odwiertów odbierających dociera gaz z wysoką zawartością dwutlenku węgla. Pomimo różnicy ciśnień pomiędzy wschodnią a zachodnią częścią złoża,

obserwujemy zarys tworzenia się granicy pomiędzy zatłaczanym gazem wysokometanowym, a gazem buforowym (rysunki 12 i 13). W przypadku omawianego wariantu, w kilku miejscach granica ta została przełamana przez migrujący dwutlenek węgla – co, w wyraźny sposób, wpłynęło na jakość odbieranego gazu.

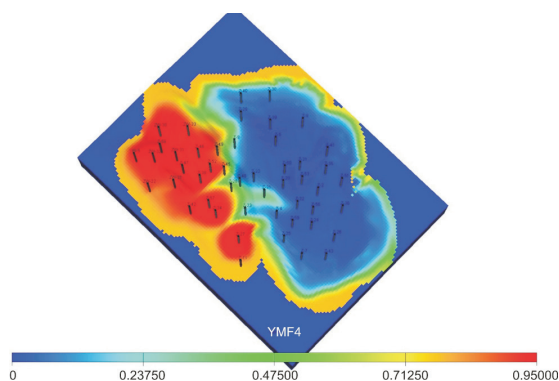
Wariant IIb

W analogiczny sposób jak w przypadku wariantów grupy pierwszej, zaprojektowano wariant, w którym przez pierwsze 10 lat pracy magazynu dotłacza się o 100 mln Nm^3/cykl gazu wysokometanowego więcej, w porównaniu do odbioru gazu. Pozostałe założenia dotyczące pracy magazynu przyjęto jak w wariantcie IIa.

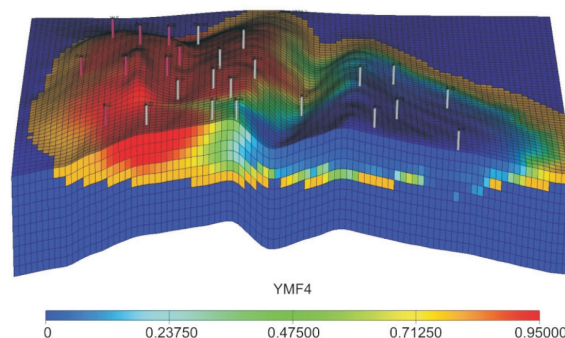
Jakość odbieranego gazu zbiorczego w omawianym wariantcie przedstawiono na rysunku 14. Podobnie jak w wariantcie poprzednim, w pierwszych cyklach pracy magazynu koncentracja węglowodorów w odbieranym gazie wynosi mniej niż 80%. Przyczyną takiej jakości gazu



Rys. 14. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant IIb – koncentracja składników w odbieranym gazie



Rys. 15. Rozkład zawartości metanu w stropowej warstwie złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant IIb – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, po fazie odbioru



Rys. 16. Rozkład zawartości metanu na przekroju złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant IIb – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, po fazie odbioru

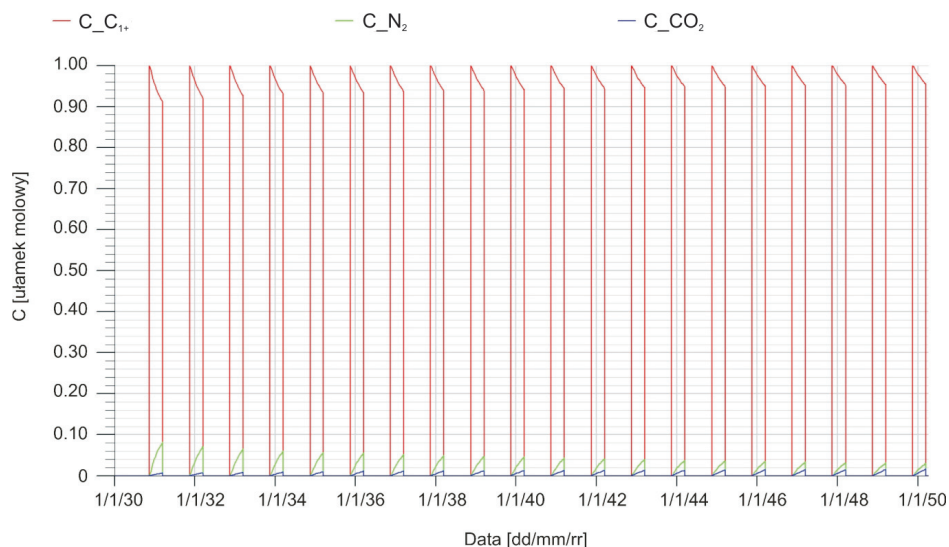
jest dokładnie taka sama jak w wariancie IIa; w pierwszej kolejności odwierty magazynujące odbierają gaz rodzimy i tylko w niektórych z nich pojawia się niewielka ilość dwutlenku węgla. Następnie sytuacja ulega znacznej poprawie, ponieważ wydobycie azotu spada, a wydobycie dwutlenku węgla – mimo początkowego wzrostu do poziomu 5% – również spada i stabilizuje się na poziomie ok. 2,5%. W przypadku tego wariantu zanieczyszczenie zbiorczego gazu odbieranego przez 10 ostatnich cykli kształtuje się na poziomie ok. 5%, co jest wynikiem pozytywnym.

Korzystne rezultaty uzyskane w omawianym wariancie wynikają z dotłoczenia dodatkowej ilości (1 mld Nm³) gazu wysokometanowego. Dzięki temu do odwiertów odbierających szybciej dotarł zatłaczany gaz wysokometanowy, a migracja dwutlenku węgla do zachodniej części struktury została wyraźnie zahamowana. Na rysunkach 15 i 16 można zaobserwować, że w przypadku tej progno-

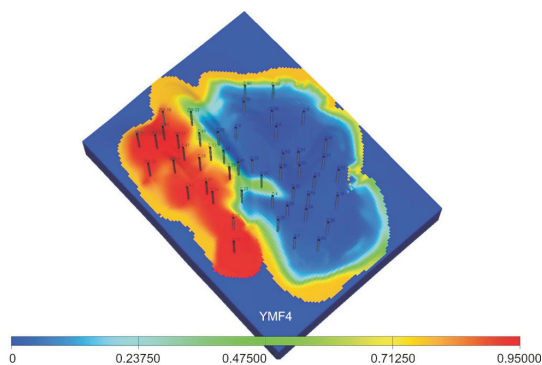
zy granica pomiędzy gazem metanowym a buforowym, o której była mowa w poprzednim wariancie, została przesunięta tylko nieznacznie – co oznacza, że do odwiertów magazynujących dwutlenek węgla może docierać jedynie w małych ilościach.

Wariant IIc

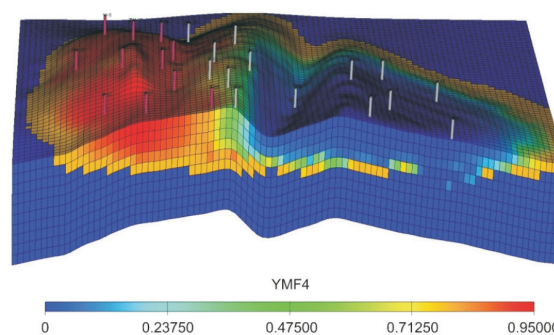
Ostatnim wariantem rozpatrzonym w niniejszej pracy jest wariant, w którym już od początku prognozowanej pracy magazynu starano się uzyskać lepszą jakość odbieranego gazu niż w wariancie poprzednim. W tym celu, w trakcie tłoczenia dwutlenku węgla (a dokładniej w momencie, gdy zaczynał się on przedostawać do zachodniej strefy struktury) zatłaczano dodatkowy bufor w postaci gazu wysokometanowego. Zatłaczającym dodatkowy gaz wysokometanowy odwiertom (Z-23, Z-27, Z-45, Z-46, Z-48, Z-49, Z-52, ZW-30, ZW-33) udziały w zatłaczaniu przypisano w taki sposób, aby jak najszczelniej blokowały



Rys. 17. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant IIc – koncentracja składników w odbieranym gazie



Rys. 18. Rozkład zawartości metanu w stropowej warstwie złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant IIc – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, po fazie odbioru



Rys. 19. Rozkład zawartości metanu na przekroju złoża. Wyniki prognoz pracy magazynu. Wariant IIc – Stan magazynu po 20 cyklach pracy, po fazie odbioru

dopływ dwutlenku węgla do zachodniej części złoża. Następnie, po zatłoczeniu buforu, pracę magazynu przyjęto na poziomie 200/200 mln Nm³/cykl, gdzie (podobnie jak w przypadku wariantów grupy I) gaz zatłaczały i odbierały te same odwierty (W-5, Z-11, Z-28, Z-34, Z-38, Z-42, Z-47, Z-57, Z-58, ZW-21, ZW-22, ZW-31, ZW-32).

Przyjęta w tym wariantcie praca magazynu pozwoliła uzyskać zamierzony cel, co oznacza, że jakość odbieranego gazu uległa znaczącej poprawie już od początku prognozowanej pracy magazynu (rysunek 17); w pierwszym cyklu poziom zanieczyszczenia odbieranego gazu nieznacznie przekroczył 8%, podczas gdy w wariantcie poprzednim przekraczał on 20%. Następnie, z cyklu na cykl jakość odbieranego gazu ulegała stopniowej poprawie – aż do uzyskania w ostatnich cyklach pracy magazynu koncentracji węglowodorów na poziomie przekraczającym 95%. Przyczyną poprawy pierwszych

cykli pracy PMG jest fakt, że gaz odbierają i zatłaczają te same odwierty. W przypadku wariantu IIb odwierty początkowo odbierały jedynie gaz rodzimy, zawierający $\approx 22\%$ azotu, natomiast w omawianym wariantcie odwierty magazynujące odbierają mieszaninę gazów: zatłaczanego i rodzimego, wraz z niewielką ilością gazu buforowego – co w rezultacie daje dużo niższe zanieczyszczenie gazu odbieranego. W kolejnych cyklach koncentracja azotu w odbieranym gazie spada, podobnie jak w poprzednich wariantach, natomiast koncentracja dwutlenku węgla stabilizuje się na poziomie nieprzekraczającym 2%. Tak niska koncentracja CO₂ w odbieranym gazie świadczy o tym, że migracja gazu buforowego do zachodniej części złoża została skutecznie zahamowana, a dwutlenek węgla odbierają tylko odwierty znajdujące się w pobliżu poduszki buforowej (rysunki 18 i 19).

Podsumowanie i wnioski

W niniejszej części artykułu, poświęconego modelowaniu regularnej pracy PMG z udziałem CO₂ jako gazu buforowego, przedstawiono 6 wariantów prognoz dotyczących pracy magazynu, przeanalizowano wyniki tych prognoz w oparciu o jakość odbieranego gazu, a także omówiono proces migracji zatłoczonego w strukturę dwutlenku węgla.

W wyniku przeprowadzonych symulacji prognozujących pracę magazynu stwierdzono, że:

- przy odpowiednich założeniach; dotyczących zarówno tworzenia poduszki buforowej magazynu jak i późniejszej jego pracy, wykorzystanie dwutlenku węgla daje

pozytywne wyniki – w postaci wytworzenia efektywnej poduszki gazu buforowego, przy jednoczesnej niskiej koncentracji CO₂ w odbieranym gazie,

- w przypadku tej struktury nie da się uzyskać pozytywnych wyników bez poniesienia kosztów związanych z dotłoczeniem dodatkowej ilości gazu wysokometanowego,
- wytypowane złożę jest szczególnie trudnym przypadkiem do tego typu konwersji na PMG, ponieważ znajdujący się w złożu gaz rodzimy jest wysokoazotowany, co znacząco wpływa na zanieczyszczenie gazu odbieranego.

Artykuł nadesłano do Redakcji 12.01.2011 r. Przyjęto do druku 1.02.2011 r.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Andrzej Kostecki

Literatura

- [1] Gołąbek A., Milek K., Szott W.: *Symulacyjne modelowanie procesu konwersji złoża na PMG i regularnej jego pracy, z udziałem CO₂ jako gazu buforowego. Część I – Konstrukcja i weryfikacja modelu, symulacja procesu wytwarzania buforu magazynu*. Nafta-Gaz nr 3, s. 153–162, 2011.
- [2] Symulator Eclipse 300 Release 2009.2 firmy GeoQuest, Schlumberger.



Mgr inż. Krzysztof MILEK – absolwent Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie. Od 2009 roku pracownik Zakładu Symulacji Złóż Węglowodorów i PMG Instytutu Nafty i Gazu Oddział Krosno. Zajmuje się tematyką związaną z numerycznym modelowaniem złóż węglowodorów i podziemnych magazynów gazu.



Mgr inż. Andrzej GOŁĄBEK – absolwent Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej. Od 2008 roku pracownik Zakładu Symulacji Złóż Węglowodorów i PMG Instytutu Nafty i Gazu Oddział Krosno. Zajmuje się różnorodnymi zagadnieniami z zakresu symulacji złóż i informatyki.



Dr Wiesław SZOTT – absolwent Uniwersytetu Jagiellońskiego i Texas A&M University. Założyciel i kierownik Zakładu Symulacji Złóż Węglowodorów i PMG w Instytucie Nafty i Gazu, Oddział w Krośnie. Od ponad 20 lat zajmuje się problematyką modelowania i symulacji złożowych. Autor ponad 30 prac naukowych i licznych opracowań, głównie z zakresu powyższej tematyki.