

Radosław TARKOWSKI\*, Barbara ULIASZ-MISIAK\*\*

## Struktury geologiczne perspektywiczne do składowania CO<sub>2</sub> w Polsce

**STRESZCZENIE.** Analiza głębokich struktur geologicznych oraz złóż węglowodorów pozwoliła stwierdzić, że w Polsce są warunki do podziemnego składowania CO<sub>2</sub> emitowanego z punktowych źródeł emisji z elektroenergetyki zawodowej. Najlepiej nadają się do tego głębokie poziomy wodonośne dolnej kredy, dolnej jury i dolnego triasu Niżu Polskiego. Występują w nich skały o dobrych właściwościach kolektorskich, znacznej miąższości i rozciągłości horyzontalnej, posiadające w stropie pakiet skał nieprzepuszczalnych o znacznej miąższości, dobrze spełniające warunki podziemnego składowania CO<sub>2</sub>. W obrębie głębokich poziomów K<sub>1</sub>, J<sub>1</sub>, T<sub>1</sub> wskazano 8 głębokich struktur (struktury antyklinalne i rowy tektoniczne) proponowane jako miejsca do podziemnego składowania CO<sub>2</sub>. Znajdują się one w pobliżu 11 dużych emitentów tego gazu z sektora elektroenergetycznego. Analiza złóż węglowodorów (ropy naftowej i gazu ziemnego) pozwoliła wskazać 4 złoża ropy naftowej oraz 19 złóż gazu ziemnego jako perspektywiczne miejsca dla składowania CO<sub>2</sub>.

**SŁOWA KLUCZOWE:** podziemne składowanie CO<sub>2</sub>, złoża węglowodorów, poziomy wodonośne, energetyka

---

\* Dr hab. inż., \*\* Dr inż. — Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Roman NEY

## Wprowadzenie

Jednym z bezpośrednich sposobów redukcji emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery jest podziemne składowanie tego gazu w głębokich strukturach geologicznych. Tematyka ta jest na świecie jeszcze w fazie rozważań i dyskusji naukowych; zrealizowano już kilka projektów demonstracyjnych. Na Morzu Północnym od kilku lat działa przemysłowa instalacja zatłaczania CO<sub>2</sub> (Sleipner). Dla krajów Europy zachodniej określono geologiczny potencjał podziemnego składowania CO<sub>2</sub>. Dla Europy wschodniej i południowej, w tym Polski, będzie to zrealizowane w najbliższych latach, w ramach 6 Programu Ramowego UE. W latach 2003–2005 w IGSMiE PAN w Krakowie realizowany był projekt MNiI dotyczący geologicznego składowania CO<sub>2</sub> pt.: „Możliwości podziemnego składowania dwutlenku węgla w głębokich strukturach geologicznych (ropo-, gazo- i wodonośnych) w Polsce” (Tarkowski 2005). Wybrane wyniki tych badań zestawione w kontekście podziemnego składowania CO<sub>2</sub> z elektroenergetyki zostały przedstawione w prezentowanym artykule.

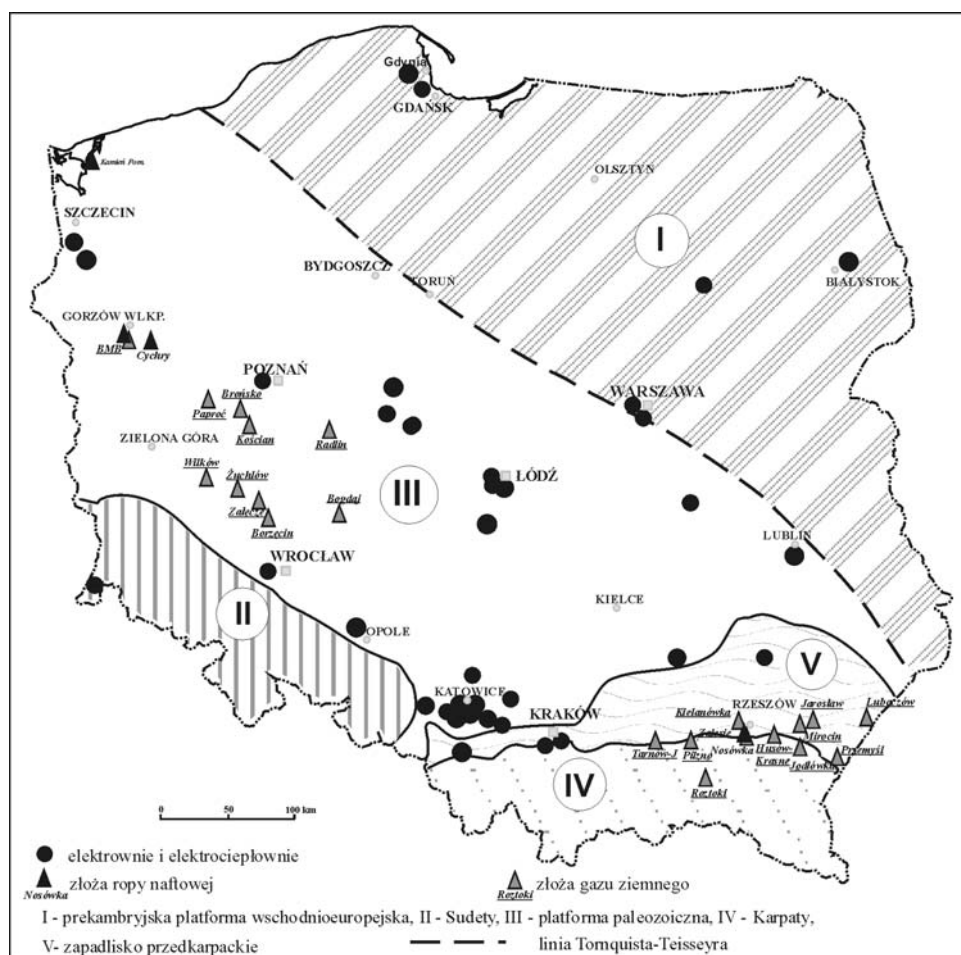
Emisja dwutlenku węgla w Polsce w aspekcie podziemnego składowania była przedmiotem kilku wcześniejszych publikacji autorów (por. Tarkowski, Uliasz-Misiak 2005a). Zwrócono w nich uwagę na olbrzymie ilości gazu, mogące być przedmiotem podziemnego składowania, podkreślono, że podziemne składowanie CO<sub>2</sub> będzie wymagało w przyszłości zainteresowania zarówno ze strony dużych emitentów, jak i dysponentów złóż, podano wstępne informacje o zawartości CO<sub>2</sub> w gazach spalinowych i przemysłowych, wskazano sektory przemysłowe emitujące największe ilości CO<sub>2</sub>, zaproponowano rozpatrzenie podziemnego składowania dla dwóch przypadków: strumienia gazów spalinowych/przemysłowych o małej zawartości CO<sub>2</sub> (emisja z energetyki i procesów przemysłowych) oraz czystego strumienia tego gazu (wybrane procesy przemysłowe).

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie struktur geologicznych w głębokich solankowych poziomach wodonośnych oraz złóż węglowodorów perspektywicznych do składowania dwutlenku węgla pochodzącego od dużych emitentów CO<sub>2</sub> (powyżej 500 Gg/rok) z elektroenergetyki.

## Emisja CO<sub>2</sub> z elektroenergetyki zawodowej w Polsce

Dwutlenek węgla ma największy udział w emisji gazów cieplarnianych na świecie. Podobna sytuacja jest w Polsce, gdzie w 2002 r. emisja wynosiła 308 276,9 Gg. Głównym źródłem emisji dwutlenku węgla są działy przemysłu zaliczone (według metodologii IPCC) do kategorii: Energia i Procesy przemysłowe. Udział pozostałych kategorii jest znikomy. Kategoria Energia odpowiedzialna jest za 97% emisji; na emisję z kategorii Procesy przemysłowe przypada 3% całkowitej emisji tego gazu (Inwentaryzacja emisji gazów... 2004).

Zebrane dane dotyczące wielkości emisji dwutlenku węgla z elektrowni i elektrociepłowni w Polsce pozwoliły wytypować 36 dużych emitentów CO<sub>2</sub> w Polsce (powyżej 500 Gg/rok). Emisja CO<sub>2</sub> z wytypowanych zakładów wynosiła w 2002 roku 134 958,1 Gg, co stanowiło około 43% całkowitej emisji. Zestawienie wielkości poszczególnych emitentów z energetyki zawodowej wraz z ich lokalizacją zostało przedstawione na rysunku 1 oraz w tabeli 1. Największym emitentem dwutlenku węgla w Polsce jest Elektrownia Bełchatów.



Rys. 1. Źródła emisji CO<sub>2</sub> z elektroenergetyki (powyżej 500 Gg CO<sub>2</sub>/rok) na tle głównych jednostek geologicznych Polski i wybranych złóż węglowodorów

Fig. 1. Sources of CO<sub>2</sub> emission from electrical power engineering (above 500 Gg CO<sub>2</sub>/year) compared with main geological units of Poland and chosen hydrocarbon reservoirs

TABELA 1. Zakłady elektroenergetyczne emitujące powyżej 500 Gg CO<sub>2</sub>/rok (dane za 2002 rok)TABLE 1. Electrical power engineering works emitting more than 500 Gg CO<sub>2</sub>/year (data from year 2002)

Lp.	Zakład	Emisja CO <sub>2</sub> [Gg/rok]		
		500–1000	1000–5000	>5000
1.	Elektrownia Bełchatów S.A.			
2.	Elektrownia Turów S.A.			
3.	Elektrownia Rybnik S.A.			
4.	Elektrownia Kozienice S.A.			
5.	Elektrownia Opole S.A.			
6.	Elektrownia im. Tadeusza Kościuszki S.A. w Połańcu			
7.	Elektrownia Jaworzno III			
8.	Elektrownia Dolna Odra			
9.	Elektrownia Łaziska			
10.	Elektrociepłownia Siekierki			
11.	Elektrownia Pątnów			
12.	Elektrownia Adamów			
13.	Elektrownia Konin			
14.	PKE S.A. Elektrownia Łagisza			
15.	Elektrownia Skawina S.A.			
16.	Elektrownia Siersza			
17.	Zespół Elektrowni Ostrołęka S.A.			
18.	Elektrociepłownia Żerań			
19.	Elektrociepłownia Kraków S.A.			
20.	Zespół Elektrociepłowni Poznańskich S.A.			
21.	Elektrociepłownia Gdańsk			
22.	Elektrociepłownia Wrocław			
23.	Elektrownia Jaworzno II			
24.	Elektrociepłownia Łódź EC-4			
25.	Elektrownia Stalowa Wola S.A.			
26.	Elektrociepłownia Łódź EC-3			
27.	Elektrociepłownia Białystok S.A.			
28.	Elektrociepłownia Gdynia			
29.	Elektrociepłownia Lublin-Wrotków Sp. z o.o.			
30.	Elektrownia Pomorzany			
31.	Elektrownia Halemba			
32.	Elektrociepłownia Będzin S.A.			
33.	Elektrociepłownia Łódź EC-2			
34.	Elektrownia Blachownia S.A.			
35.	Elektrownia Chorzów S.A.			
36.	Elektrociepłownia Bielsko-Biała EC1			

## Lokalizacja dużych emitentów CO<sub>2</sub> na tle budowy geologicznej Polski

Analiza rozmieszczenia 36 emitentów CO<sub>2</sub> z elektroenergetyki na tle budowy geologicznej Polski pokazuje, że źródła emisji, chociaż nierównomiernie, obejmują znaczący obszar kraju i pokrywają się z zasięgiem występowania wszystkich głównych struktur geologicznych Polski (rys. 1).

Tylko część głębokich kompleksów skał osadowych Polski (głębokie poziomy wodonośne, złoża węglowodorów) spełnia uwarunkowania podziemnego składowania dwutlenku węgla i zalega na głębokości większej niż 1000 m ppt., charakteryzuje się dobrymi parametrami zbiornikowymi zwłaszcza dobrą przepuszczalnością, dużą powierzchnią, miąższością oraz występowaniem w nadkładzie skał uszczelniających (Tarkowski, Uliasz-Misiak 2005b). Platforma wschodnioeuropejska, pomijając jej zachodnią część, ze względu na płytko zalegające skały krystaliczne i małą miąższość pokrywy skał osadowych, nie jest odpowiednim obszarem do poszukiwania miejsc w tym celu. Podobnie Sudety — górotwór w większości odsłonięty, zbudowany ze skał krystalicznych i metamorficznych, z niewielkim udziałem skał osadowych, nie spełnia wymienionych kryteriów. Skały osadowe Karpat, pomimo ich znacznych miąższości, cechują się silnym zaangażowaniem tektonicznym (liczne struktury fałdowe i uskokowe), brakiem uszczelnienia grubą pokrywą nieprzepuszczalnych skał osadowych. Wartość tych obszarów w kontekście podziemnego składowania CO<sub>2</sub> jest ograniczona.

Najlepsze warunki do podziemnego składowania CO<sub>2</sub> są na Niziu Polskim. Występują tu skały osadowe różnego wieku, dobrze rozpoznane geologicznie, o dobrych własnościach kolektorskich (charakteryzujące się dużą porowatością, w mniejszym stopniu szczelino-watością), o znacznej miąższości i rozciągłości horyzontalnej, posiadające w stropie pakiet skał nieprzepuszczalnych znacznej miąższości. Szczególnie dotyczy to kompleksu mezozoicznego (utworów dolnej kredy, dolnej jury i dolnego triasu). Na obszarze Niziu Polskiego zlokalizowane jest też najwięcej dużych emitentów CO<sub>2</sub> (por. rys. 1).

Złoża węglowodorów (ropy naftowej i gazu ziemnego) występujące w Polsce związane są z utworami platformy paleozoicznej oraz utworami permo-mezozoiku Niziu Polskiego oraz mezozoiku i trzeciorzędu Przedgórze Karpat i Karpat. Ze względu na występowanie części tych złóż na odpowiednich dla składowania CO<sub>2</sub> głębokościach, mogą być one rozważane jako miejsca składowania dwutlenku węgla. Taka sytuacja występuje w przypadku złóż węglowodorów obszaru Niziu Polskiego, częściowo dla obszaru Przedgórze Karpat i Karpat. Dodatkową zaletą tych złóż jest ich dobry stopień rozpoznania.

Porównując rozmieszczenie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego z lokalizacją największych emitentów (rys. 1) stwierdza się, że złoża węglowodorów Niziu Polskiego występujące w zachodniej Polsce nie zawsze znajdują się w pobliżu dużych emitentów CO<sub>2</sub>. Z kolei na obszarze Przedgórze Karpat jest jedynie kilku dużych emitentów CO<sub>2</sub>, natomiast w ogóle nie ma ich na obszarze Karpat. Uprzemysłowiony region Górnego Śląska posiadający kilku

dużych emitentów CO<sub>2</sub> ze względu na obecność kopalń węgla i podziemnych wyrobisk nie powinien być rozważany w kontekście podziemnego składowania CO<sub>2</sub>.

Analiza rozmieszczenia dużych emitentów CO<sub>2</sub> w Polsce w stosunku do głównych jednostek geologicznych Polski oraz złóż węglowodorów wskazuje, że głębokie kompleksy skał osadowych występujące w północnej i centralnej Polsce oraz złoża węglowodorów związane Niżem Polskim są miejscem, gdzie można szukać dogodnych lokalizacji struktur geologicznych dla podziemnego składowania dwutlenku węgla. Nie wyklucza to możliwości znalezienia takich miejsc w innych regionach (np. Przedgórze Karpat czy Karpaty), szczególnie w przypadku złóż węglowodorów.

## Perspektywiczne struktury geologiczne do składowania CO<sub>2</sub> z elektroenergetyki

Struktury geologiczne do których będzie zatłaczany CO<sub>2</sub> powinny być szczelne i posiadać odpowiednią wielkość. W naturalny sposób miejscami do tego predysponowanymi są całkowicie lub częściowo szcerpane złoża węglowodorów (ropy naftowej i gazu ziemnego). Są one zwykle dobrze rozpoznane pod względem geologicznym. Są również odizolowane od otaczających warstw (naturalna pułapka płynów złożowych), co zabezpiecza je przed niekontrolowanym wypływem CO<sub>2</sub>. Kształt oraz forma złoża nie jest tu tak istotna jak jego wielkość.

Interesujące są również głęboko zalegające poziomy wodonośne, będące zwykle poziomami solankowymi. W tym przypadku istotne jest występowanie izolującego nadkładu warstw zabezpieczających przed ucieczką zatłoczonego dwutlenku węgla. Poziomy wodonośne o regionalnym rozprzestrzenieniu będą się cechowały znaczną pojemnością składowania CO<sub>2</sub>, i/lub stałością parametrów zbiornikowych. Jako miejsc składowania CO<sub>2</sub> w ich obrębie należy szukać dużych, zamkniętych, wyniesionych struktur (antykliny, kopuły, rowy tektoniczne).

Dla dużych emitentów CO<sub>2</sub> z elektroenergetyki (powyżej 500 Gg/rok), wskazano w ich pobliżu struktury geologiczne odpowiednie dla zatłaczania dwutlenku węgla. Wybrano struktury geologiczne w obrębie poziomów wodonośnych dolnej kredy, dolnej jury i dolnego triasu Niżu Polskiego oraz wskazano złoża węglowodorów, które odniesiono je do lokalizacji najbliższego dużego emitenta dwutlenku węgla (tab. 2).

Na obszarze Niżu Polskiego, w obrębie głębokich poziomów mezozoicznych (dolnej kredy, dolnej jury i dolnego triasu) wskazano 8 głębokich struktur (struktury antyklinalne i rowy tektoniczne) znajdujących się w pobliżu 11 dużych emitentów CO<sub>2</sub> pochodzących z elektroenergetyki. Cztery struktury zlokalizowano w utworach dolnej kredy i cztery w utworach dolnej jury. Wskazane struktury mogą stanowić punkt wyjścia w dalszych rozważaniach dotyczących podziemnego zatłaczania CO<sub>2</sub>. Będzie to wymagało szczegółowego przebadania budowy geologicznej wytypowanej struktury, przeprowadzonego na

TABELA 2. Struktury geologiczne wytypowane na miejsca podziemnego składowania dwutlenku węgla dla zakładów elektroenergetycznych o emisji powyżej 500 Gg CO<sub>2</sub>/rok  
 TABLE 2. Geological structures indicated as places for underground storage of carbon dioxide for electrical power engineering works which emit more than 500 Gg CO<sub>2</sub>/year

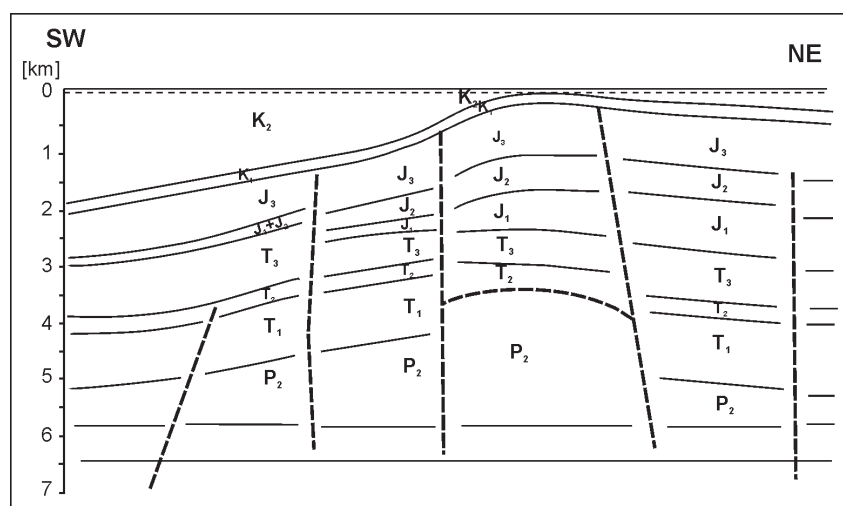
Lp.	Nazwa struktury/złoże	Nazwa emitenta
<b>Poziomy wodonośne</b>		
1.	Antyklina Żyrów-Czachówek	Elektrownia Kozienice S.A., Elektrociepłownia Żerań, Elektrociepłownia Siekierki
2.	Antyklina Marianowa	Elektrownia Dolna Odra S.A, Elektrownia Pomorzany
3.	Antyklina Choszczna-Suliszewa	Elektrownia Dolna Odra S.A., Elektrownia Pomorzany
4.	Antyklina Trześńniewa	Elektrownia Pątnów, Elektrownia Konin
5.	Antyklina Turka	Elektrownia Adamów
6.	Rów tektoniczny Siekierek	Zespół Elektrociepłowni Poznańskich S.A.
7.	Antyklina Lutomska	Elektrociepłownia EC-2 Łódź, Elektrociepłownia EC-3 Łódź, Elektrociepłownia EC-4 Łódź
8.	Antyklina Tuszyńska	Elektrociepłownia EC-2 Łódź, Elektrociepłownia EC-3 Łódź, Elektrociepłownia EC-4 Łódź
<b>Złóża ropy naftowej</b>		
1.	Barnówko-Mostno-Buszewo	Elektrownia Dolna Odra, Elektrownia Pomorzany
2.	Cychry	Elektrownia Dolna Odra, Elektrownia Pomorzany
3.	Kamień Pomorski	Elektrownia Pomorzany
4.	Nosówka	Elektrownia Stalowa Wola S.A.
<b>Złóża gazu ziemnego</b>		
1.	Barnówko-Mostno-Buszewo	Elektrownia Dolna Odra, Elektrownia Pomorzany
2.	Bogdaj-Uciechów	Elektrociepłownia Wrocław
3.	Borzęcin	Elektrociepłownia Wrocław
4.	Brońsko	Zespół Elektrociepłowni Poznańskich S.A.
5.	Kościąn S	Zespół Elektrociepłowni Poznańskich S.A.
6.	Paproc ( czerwony spągowiec)	Zespół Elektrociepłowni Poznańskich S.A.
7.	Radlin	Zespół Elektrociepłowni Poznańskich S.A.
8.	Wilków	Elektrociepłownia Wrocław
9.	Załęcze	Elektrociepłownia Wrocław
10.	Żuchłów	Elektrociepłownia Wrocław
11.	Husów-Albigowa-Krasne	Elektrownia Stalowa Wola S.A.
12.	Jarosław	Elektrownia Stalowa Wola S.A.
13.	Jodłówka	Elektrownia Stalowa Wola S.A.
14.	Kielanówka-Rzeszów	Elektrownia Stalowa Wola S.A.
15.	Mirocin	Elektrownia Stalowa Wola S.A.
16.	Pilzno-Południe	Elektrociepłownia Kraków S.A.
17.	Przemyśl	Elektrownia Stalowa Wola S.A.
18.	Tarnów-Jura	Elektrociepłownia Kraków S.A.
19.	Zalesie	Elektrownia Stalowa Wola S.A.

podstawie wszelkich dostępnych danych geologicznych, wiertniczych, geofizycznych, rdzeni wiertniczych zarówno z serii złożowej jak i nadkładu, analizy danych hydrogeologicznych, złożowych i innych.

Przedstawiono krótką charakterystykę geologiczną jednej ze struktur — antykliny Lutomierska, która może być w przyszłości miejscem składowania CO<sub>2</sub> wyemitowanego z Zespołu Elektrociepłowni Łódzkich.

**Antyklina Lutomierska**, położona 17,5 km na NW od Łodzi, jest rozwinięta w południowo-wschodniej części strefy dyslokacyjnej Gopło-Ponętów-Wartkowice-Pabianice (rys. 2). Występuje tu pasmo grzebieni i słupów solnych częściowo przebijających się przez utwory triasu. Struktura Lutomierska jest udokumentowana wierceniami Lutomiersk 2 w strefie osiowej, Aleksandrów Łódzki 1 na skrzydle NE i Lutomiersk 3 na zruconym uskoku skrzydle SW. W szczytowej partii struktury (podobnie jak w Wartkowicach i Ponętowie) stwierdza się pełniejsze profile jury dolnej i środkowej oraz kredy dolnej niż na jej skrzydłach. Jako serię zbiornikową należy traktować łącznie piaskowce warstw borucickich i piaskowca aalenu dolnego, nawiercone na głębokości 1712 m (Lutomiersk 2), 1759 m (Aleksandrów Łódzki 1) i 2270 m (Lutomiersk 3). Łączna miąższość piaskowców warstw borucickich i aalenu dolnego wynosi: Lutomiersk 2 — 226 m, Aleksandrów Łódzki — 162 m, Lutomiersk 3 — ponad 70 m, a miąższość aalenu górnego (serii uszczelniającej) wynosi odpowiednio 45 m, 33,5 m i 11 m. Strop serii zbiornikowej piaskowców aalenu dolnego i warstw borucickich toarsu górnego występuje na głębokości 1730 m ppt (1570 m ppm) (Tarkowski, Uliasz-Misiak 2005c).

W celu wytypowania miejsc odpowiednich do podziemnego składowania dwutlenku węgla w Polsce przeanalizowano informacje geologiczno-złożowe dotyczące złóż węglodorów (Karnkowski 1993 a,b; Bilans zasobów... 2003). Przedmiotem analizy było 330 złóż ropy naftowej i gazu ziemnego (85 złóż ropy naftowej i 245 złóż gazu ziemnego). Przy



Rys. 2. Przekrój przez antyklinę Lutomierska (uproszczony na podstawie: Marek 1977)

Fig. 2. Geological cross-section of Anticline Lutomierska (simplified, based on Marek 1977)



typowaniu złóż jako miejsc odpowiednich do podziemnego składowania dwutlenku węgla uwzględniono przede wszystkim wielkość złoża, głębokość jego zalegania, stopień szczypania, okres eksploatacji i inne. Istotna była również odległość złoża, od emitenta tego gazu i okres przez jaki można składować założoną wielkość emisji CO<sub>2</sub>.

Do celów podziemnego składowania CO<sub>2</sub> wytypowano 4 złoża ropy naftowej i 19 złóż gazu ziemnego. Ze złóż ropy naftowej trzy (Barnówko-Mostno-Buszewo, Cychry, Kamień Pomorski) znajdują się na obszarze Niżu Polskiego i jedno (Nosówka) na Przedgórzu Karpat. Ze złóż gazu ziemnego dziesięć (Barnówko-Mostno-Buszewo, Bogdaj-Uciechów, Borzęcin, Brońsko, Kościan S, Paproć, Radlin, Wilków, Załęcze, Żuchłów) znajduje się na Niżu Polskim, dziewięć (Husów-Albigowa-Krasne, Jarosław, Jodłówka, Kielanówka-Rzeszów, Miocin, Pilzno-Południe, Przemyśl, Tarnów-Jura, Zalesie) na Przedgórzu Karpat. Najbliższe ze złóż znajduje się w odległości około 40 km od najbliższego emitenta CO<sub>2</sub>. Odległość pozostałych przekracza 50–60 km. Złoża te mogą po ich szczypaniu być wykorzystane do podziemnego składowania dwutlenku węgla.

## Podsumowanie

Największym emitentem CO<sub>2</sub> w Polsce jest sektor elektroenergetyczny, a 36 dużych emitentów dwutlenku węgla z tego sektora było w 2002 roku odpowiedzialnych za około 43% emisji tego gazu.

W Polsce istnieją uwarunkowania geologiczne dla podziemnego składowania CO<sub>2</sub>. Najlepsze warunki są w głębokich solankowych poziomach wodonośnych dolnej kredy, dolnej jury i dolnego triasu oraz w złożach węglowodorów (ropy naftowej gazu ziemnego). Wskazano 8 głębokich struktur (struktury antyklinalne i rowy tektoniczne) w obrębie głębokich solankowych poziomów wodonośnych dolnej kredy i dolnej jury. Znajdują się one w pobliżu 11 dużych emitentów dwutlenku węgla. Do podziemnego składowania CO<sub>2</sub> wytypowano cztery złoża ropy naftowej i 19 złóż gazu ziemnego. Ich znaczenie dla podziemnego składowania dwutlenku węgla jest mniejsze niż głębokich poziomów wodonośnych, ze względu na znaczną odległość wskazanych lokalizacji od emitentów tego gazu. Prezentowane struktury wymagają szczegółowego rozpoznania geologicznego.

## Literatura

- [1] BACHU S., 2000: Sequestration of CO<sub>2</sub> in geological media: criteria and approach for site selection in response to climate change. *Energy Conversion and Management*, 41, s. 953–970.
- [2] Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce, wg. stanu na 31.12.2002 r., 2003. PIG, Warszawa.
- [3] Emitor, 2001. Emisja zanieczyszczeń środowiska w elektrowniach i elektrociepłowniach zawodowych. Agencja Rynku Energii S.A. Warszawa 2002.

- [4] Inwentaryzacja emisji gazów cieplarnianych i ich prekursorów za rok 2001. IOS — Krajowe Centrum Inwentaryzacji Emisji. Warszawa 2003.
- [5] KARNKOWSKI P., 1993a: Złóża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce. T. 1. Niż. Polski. GEOS. Kraków.
- [6] KARNKOWSKI P., 1993b: Złóża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce. T. 2. Karpaty i zapadlisko przedkarpackie. GEOS. Kraków.
- [7] MAREK S. (red.), 1977: Budowa geologiczna wschodniej części niecki mogileńsko-lódzkiej (strefa Gopło-Ponętów-Pabianice). Pr. Inst. Geol., T. 80.
- [8] TARKOWSKI R. (red.) 2005: Podziemne składowanie CO<sub>2</sub> w Polsce w głębokich strukturach geologicznych (ropo-, gazo- i wodonośnych), Wyd. IGSMiE PAN, ss. 172.
- [9] TARKOWSKI R., ULIASZ-MISIAK B., 2005a: Emisja dwutlenku węgla w Polsce. W: Tarkowski R. (red.). Podziemne składowanie CO<sub>2</sub> w Polsce w głębokich strukturach geologicznych (ropo-, gazo- i wodo- nośnych), Wyd. IGSMiE PAN, s. 13–35.
- [10] TARKOWSKI R., ULIASZ-MISIAK B., 2005b: Uwarunkowania i kryteria podziemnego składowania CO<sub>2</sub>. W: Tarkowski R. (red.). Podziemne składowanie CO<sub>2</sub> w Polsce w głębokich strukturach geologicznych (ropo-, gazo- i wodonośnych), Wyd. IGSMiE PAN, s. 37–53.
- [11] TARKOWSKI R., ULIASZ-MISIAK B., 2005c: Struktury geologiczne (poziomy wodonośne i złoża węglowodorów) dla podziemnego składowania CO<sub>2</sub> w Polsce. W: Tarkowski R. (red.) Podziemne składowanie CO<sub>2</sub> w Polsce w głębokich strukturach geologicznych (ropo-, gazo- i wodonośnych), Wyd. IGSMiE PAN, s. 69–111.

Radosław TARKOWSKI, Barbara ULIASZ-MISIAK

## Geological structures perspective for CO<sub>2</sub> storage in Poland

### Abstract

Deep geological structures' analysis has led to conclusion that in Poland exist conditions for geological storage of CO<sub>2</sub> from point sources in professional electrical power engineering. The most appropriate for this are deep aquifers of Lower Cretaceous, Lower Jurassic and Lower Triassic from Polish Lowlands. There appear rocks with good collector properties, large thickness and horizontal strikes, with thick, packet of impermeable rocks at formation's top and this fulfills conditions of underground storage of CO<sub>2</sub>. Within deep aquifers K<sub>1</sub>, J<sub>1</sub>, T<sub>1</sub> there were indicated 8 deep structures (anticlines and tectonic trenches) as places for underground storage of CO<sub>2</sub>. They are located near large emission sources of this gas in electrical power engineering sector. Hydrocarbons deposits' analysis (oil and natural gas) enabled to indicate 4 oil deposits and 19 natural gas deposits as potential places for CO<sub>2</sub> storage.

KEY WORDS: underground storage CO<sub>2</sub>, hydrocarbons deposits, aquifers, power engineering