

WYKORZYSTANIE CHEMIZMU WÓD GŁĘBOKICH POZIOMÓW WODONOŚNYCH NIŻU POLSKIEGO NA WSTĘPNYM ETAPIE OCENY ICH PRZYDATNOŚCI DO LOKOWANIA DWUTLENKU WĘGLA

THE USE OF CHEMISTRY OF DEEP AQUIFERS IN THE POLISH LOWLANDS AS AN INDICATOR OF THEIR SUITABILITY FOR STORAGE OF CARBON DIOXIDE IN THE PRELIMINARY STUDIES

LIDIA RAZOWSKA-JAWOREK¹

Abstrakt. Aby ocenić przydatność zbiorników do składowania CO₂ należy przeprowadzić szczegółową analizę warunków hydrogeologicznych i parametrów zbiornikowych w celu zidentyfikowania wszystkich potencjalnych dróg przepływu wód podziemnych. Tego typu badania są jednak drogie i zajmują dużo czasu. Dlatego też, przed ich rozpoczęciem, można przeprowadzić wstępne badania hydrogeochemiczne, polegające na ocenie stopnia przeobrażenia składu chemicznego wód i szczelności badanych zbiorników wodonośnych, na podstawie wskaźników: rNa/rCl i Cl/Br oraz mineralizacji wód. Stopień przeobrażenia chemizmu wód podziemnych zależy od głębokości ich zalegania, obecności nieprzepuszczalnego nadkładu, odległości od wychodni oraz obecności drożnych systemów szczelin i uskoków. W celu uproszczenia interpretacji hydrogeochemicznej na podstawie stopnia przeobrażenia wód wydzielono sześć tzw. typów genetycznych wód. Na Niżu Polskim analizie poddano wody z poziomów wodonośnych permu, karbonu, triasu dolnego i górnego, jury dolnej, środkowej i górnej oraz kredy. W przedziale głębokości 280–4907 m, mineralizacja wód wynosi od 0,5 do 458,4 g/l. W piętrze jurajskim występują wody o zróżnicowanych typach genetycznych, od wykluczających lokowanie dwutlenku węgla typów 1 i 2, do bardziej odpowiednich dla lokowania typów 3 i 4. Wody w zbiornikach triasowych są przeważnie typu 4–6, czyli wskazujące na bardziej korzystne warunki do lokowania CO₂. Najlepsze warunki do lokowania występują w wodach piętra permiego, gdzie dominują typy genetyczne 5 i 6.

Słowa kluczowe: dwutlenek węgla, skład chemiczny, potencjał składowania, głębokie poziomy wodonośne, Niż Polski.

Abstract. A detailed study of site hydrogeology, hydraulic properties of formations, and identification of all potential leakage pathways must be performed during an analysis of suitability for carbon dioxide storage. Prior these investigations, a preliminary hydrogeochemical analysis might be carried out, based on investigations of the geochemical maturity of groundwater and isolation of aquifers, measured by TDS, Na/Cl and Cl/Br ratios. Six types of groundwater, according to the degree of geochemical maturity and isolation, have been identified in the Polish Lowlands; from the modern freshwaters that contact with meteoric waters (types 1 and 2), to the oldest, stagnant, highly mineralized brines (types 5 and 6). The Carboniferous, Permian, Triassic and Jurassic aquifers, between 290 and 4907 m depth, contain waters of 0.5–458.4 g/l TDS. The geochemical maturity of waters depends on the depth, presence of impermeable caprock, distance from the outcrops and presence of faults and fractures. The waters in the Jurassic reservoirs are of different types, from types 1 and 2, which are not suitable for CO₂ storage, to types 3 and 4, which are more suitable. The Triassic reservoirs are mostly of types 4 and 6, which are more suitable for CO₂ storage. The most suitable for CO₂ storage are the Permian aquifers of types 4 to 6.

Key words: carbon dioxide, chemical composition, storage potential, saline aquifer, the Polish Lowlands.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Górnośląski, ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec, e-mail: lidia.razowska-jaworek@pgi.gov.pl

WSTĘP

Na Niżu Polskim występują permsko-mezozoiczne utwory o wysokim stopniu diagenety (Górecki red., 2006a, b), jednakże stopień diagenety osadów nie może być wskaźnikiem stopnia przeobrażenia chemizmu wód w głębokich poziomach wodonośnych tego obszaru. Wszelkie strefy o podwyższonej przepuszczalności w utworach nadkładu mogą przyczynić się do migracji wody w kierunku górnych partii zbiornika i odwrotnie (Bojarski, 1996).

Jednym z podstawowych badań podczas oceny przydatności zbiorników do składowania CO₂ jest szczegółowa analiza warunków hydrogeologicznych i parametrów zbiornikowych poziomów wodonośnych. Ponieważ jest to procedura czasochłonna i kosztowna, przed jej rozpoczęciem można przeprowadzić wstępną ocenę stopnia przeobrażenia składu chemicznego wód i szczelności badanych zbiorników wodonośnych na podstawie wskaźników hydrochemicznych: Na/Cl i Cl/Br oraz mineralizacji ogólnej wód (Razowska-Ja-

worek, 2010). Opisana w tym artykule metoda została zastosowana we wstępnych etapach badań poszczególnych zbiorników na Niżu Polskim, wykonywanych w ramach projektu dotyczącego rozpoznania formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO₂ (Wójcicki, red., 2009).

Głównym celem badań opisanych w artykule była analiza chemizmu wód z głębokich poziomów wodonośnych w celu wytypowania obszarów o największym rozpręstrzenieniu kolektora spełniającego kryteria do lokowania dwutlenku węgla. Charakterystykę hydrogeochemiczną kolektorów przeprowadzono dla poziomów zbiornikowych spełniających podstawowe kryteria dla lokowania CO₂, czyli głębokość ponad 700 m, miąższość ponad 20 m i obecność izolującego nadkładu (Wójcicki red., 2009). Na Niżu Polskim powyższe warunki spełniają utwory jury środkowej i dolnej oraz triasu górnego i dolnego, permu, a także karbonu.

METODYKA BADAŃ

Charakterystyka hydrogeochemiczna została wykonana głównie na podstawie wyników analiz uzyskanych z opróbowania poziomów zbiornikowych w głębokich otworach badawczych, poszukiwawczych i hydrogeologicznych Państwowego Instytutu Geologicznego oraz w głębokich otworach wiertniczych Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa. Wytypowano 92 otwory w rejonie Mazowsza, i 263 otwory w rejonie Wielkopolski ujmujące kompleksy skał o najlepszych właściwościach zbiornikowych.

Po dokonaniu weryfikacji poprawności analiz chemicznych wód (przede wszystkim jonów Ca, Mg, Na, K, Cl, SO₄ i HCO₃) wykonano uproszczone modelowanie hydrochemiczne za pomocą programu Wateval (Hounslow, 1991) oraz obliczono wybrane wskaźniki hydrochemiczne (Na/Cl, Na+K/Cl i Cl/Br i SO₄ 100/Cl) (tab. 1). Po zestawieniu tych danych dokonano ich interpretacji czyli oceny stopnia przeobrażenia wód będącego wskaźnikiem szczelności kolektora (tab. 2 i 3). Metodyka tej oceny została szczegółowo opisana przez Razowską-Jaworek (2010).

Tabela 1
Typy genetyczne wód i warunki do lokowania CO₂ (według Razowskiej-Jaworek, 2010, zmodyfikowana)

Maturity types of waters and suitability for the location of CO₂ (after Razowska-Jaworek, 2010, modified)

Typ genetyczny	Stopień przeobrażenia i izolacji wód	Mineralizacja	Wskaźnik Na/Cl	Warunki do lokowania CO ₂
1	strefa aktywnej wymiany, dobre zasilanie wodami infiltracyjnymi, wody współczesne	niska <3 g/l	>1	nie można lokować (brak szczelności)
2	strefa aktywnej wymiany, dobre zasilanie wodami infiltracyjnymi, ale wysoka mineralizacja i typ Cl-Na świadczą o ługowaniu pokładów soli	wysoka, >3 g/l	>1	interpretacja niepewna, nie można lokować
3	kontakt z wodami infiltracyjnymi istnieje, ale jest utrudniony, przepływ powolny, słaba wymiana; kolektor rozszczelniony, w nadkładzie mogą występować strefy o większej przepuszczalności	wysoka >3 g/l	0,85–0,99	lokowanie warunkowe, po szczegółowym rozpoznaniu kolektora
4	dobra, długo trwająca izolacja, wody reliktove, przepływ może być, ale znikomy, dobra szczelność kolektora, ale niepełna	solanki	0,66–0,84	korzystne warunki do lokowania
5	wskaźnik Cl/Br 400–1000; wody reliktove, bardzo dobra szczelność kolektora, ale są przesłanki świadczące o zmieszaniu wód z wodami młodszymi (w czasie geologicznym)	solanki	<0,65	bardzo korzystne warunki do lokowania
6	wskaźnik Cl/Br <400; całkowita izolacja, wody reliktove, stagnujące, bardzo szczelny kolektor	solanki	<0,65	najlepsze warunki do lokowania

Tabela 2

Skład fizykochemiczny wód głębokich poziomów wodonośnych na Niziu Polskim w rejonie Mazowsza

Physico-chemical composition of deep aquifers in Polish Lowlands in the Mazowsze region

	Mineralizacja ogólna [g/l]	Cl	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg	Na	K	Wskaźnik Na/Cl	Wskaźnik Cl/Br	Typ genetyczny
jura górna (n = 68)											
Średnia	53,0	29198,9	1293,6	648,0	1662,4	645,1	14778,0	311,8	1,0	998,3	1-3
Maksimum	101,8	60075,2	8320,0	2796,0	2905,8	2408,8	28000,0	1234,0	4,5	3074,6	-
Minimum	4,4	609,9	6,6	59,3	21,8	3,6	3140,0	17,0	0,7	295,7	-
jura środkowa (n = 64)											
Średnia	70,0	40917,3	634,4	575,1	1937,8	530,4	23419,5	391,1	1,0	804,5	2-4
Maksimum	114,8	70382,0	3137,9	3630,6	4408,8	1820,2	41600,0	1900,0	2,2	3459,2	-
Minimum	3,9	614,0	11,0	49,8	1,9	0,0	792,0	39,9	0,1	177,0	-
jura dolna (n = 29)											
Średnia	88,0	53381,4	593,7	318,7	2635,4	617,8	30366,9	328,9	0,9	1543,5	2-4
Maksimum	122,0	73800,0	1144,1	732,0	4809,0	1094,4	42700,0	550,0	1,3	14565,4	-
Minimum	3,1	651,9	50,8	109,0	30,2	12,7	536,0	10,5	0,8	92,2	-
trias górny (n = 22)											
Średnia	86,0	50349,8	823,0	332,5	4651,2	725,1	33570,1	366,3	0,8	2049,6	2-6
Maksimum	250,5	147300,0	4400,0	2135,0	21167,2	3015,0	91300,0	1180,0	1,3	10340,8	-
Minimum	1,2	470,0	5,4	72,2	17,0	3,0	385,0	13,0	0,5	189,3	-
trias dolny (n = 16)											
Średnia	176,0	105299,6	854,8	178,0	35913,1	1941,7	45481,5	738,2	0,7	337,9	4-6
Maksimum	311,1	180000,0	1745,2	366,0	273000,0	3326,0	62500,0	1960,0	0,9	682,4	-
Minimum	88,0	52613,3	5,0	13,2	2830,0	727,0	21600,0	363,0	0,5	134,4	-
perm (n = 13)											
Średnia	201,0	121783,7	913,0	192,6	14914,3	3529,2	57833,3	1364,2	0,8	235,5	4-6
Maksimum	277,4	167002,4	2156,8	762,7	19500,0	5720,8	87500,0	2380,0	1,9	527,9	-
Minimum	140,0	84640,0	131,2	31,5	9450,0	680,9	37500,0	800,0	0,5	95,5	-
karbon (n = 19)											
Średnia	207,0	127507,3	437,8	261,7	23679,6	4831,2	42930,9	2668,5	0,5	110,6	4-6
Maksimum	282,0	179921,4	1127,5	1403,4	43652,6	6772,2	57500,0	9100,0	0,8	310,3	-
Minimum	89,2	53012,7	4,7	7,1	5005,5	891,3	30000,0	903,0	0,4	68,6	-

Tabela 3

Skład fizykochemiczny wód głębokich poziomów wodonośnych na Niziu Polskim w rejonie Wielkopolski

Physico-chemical composition of deep aquifers in Polish Lowlands in the Wielkopolska region

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kreda (n = 12)												
Średnia	32,6	10540,5	386,9	883,6	256,2	18184,0	688,5	346,9	0,91	0,94	1443	3
Maksimum	93,0	31669,9	1520,1	2193,1	590,0	55165,0	1588,0	1198,0	0,99	1,06	4478	3
Minimum	8,7	2481,9	80,0	100,0	60,0	3900,0	41,0	61,0	0,86	0,88	596	2
jura górna (n = 13)												
Średnia	36,7	10784,9	521,6	1428,7	419,4	19457,2	2005,3	287,9	1,02	1,05	-	3
Maksimum	120,4	40262,5	1932,5	7137,0	1577,0	70920,0	3686,0	648,0	2,28	2,35	-	5
Minimum	0,8	115,5	5,5	21,0	0,0	156,0	47,0	36,0	0,62	0,64	-	1
jura środkowa (n = 10)												
Średnia	81,0	24928,9	865,6	2603,4	465,2	37138,5	1333,3	663,3	1,08	1,10	652	3
Maksimum	214,0	61250,0	1877,4	14600,0	2080,0	64283,0	2892,8	1891,0	3,20	3,20	1524	5
Minimum	10,9	82,6	93,7	174,1	39,6	4255,2	43,0	7,0	0,01	0,02	88	2
jura dolna (n = 27)												
Średnia	45,8	14502,0	550,9	1259,8	1034,4	24588,0	739,2	425,4	1,21	1,24	1585	1-3
Maksimum	305,4	71382,7	3426,3	9410,0	19697,0	188369,0	6300,0	2200,0	4,89	5,03	13736	6
Minimum	0,5	102,0	11,0	11,0	6,8	57,0	13,0	76,0	0,58	0,60	74	1
trias górny (n = 13)												
Średnia	183,2	55820,1	1485,2	8174,1	1345,7	107947,4	2596,3	349,8	0,80	0,82	1556	3-4
Maksimum	311,0	107170,0	4184,2	37300,0	3223,0	189700,0	7819,0	1023,0	0,96	0,97	5458	6
Minimum	65,0	15978,1	185,0	1728,0	261,9	26240,0	242,0	56,0	0,56	0,57	69	3
trias dolny (n = 19)												
Średnia	287,4	72249,0	2753,4	26489,3	4114,9	174296,5	1001,7	126,5	0,65	0,67	313	4-6
Maksimum	370,7	123540,0	5325,0	63750,0	19782,0	223659,0	4366,0	438,5	1,00	1,01	1772	6
Minimum	113,7	23819,7	870,0	5719,8	692,8	67201,4	21,6	16,3	0,23	0,24	68	2

Tabela 3 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	perm., cechsztyń (n = 91)											
Średnia	320,3	74243,3	4529,4	30957,2	7207,9	194573,1	1047,0	861,0	0,602	0,622	532	4-6
Maksimum	458,4	122000,0	27780,0	76536,0	85299,0	288124,2	6691,8	4178,5	0,970	0,990	7322	6
Minimum	22,0	4100,0	95,0	1280,1	209,6	12550,0	69,1	2,6	0,040	0,060	48	3
	perm., czerwony spągowiec (n = 189)											
Średnia	258,6	55437,8	2678,4	33761,6	2674,5	156773,5	641,3	377,2	0,55	0,56	4583	5-6
Maksimum	360,2	112123,2	5381,7	73496,0	22130,0	221809,3	13161,0	5795,0	1,24	1,25	490487	6
Minimum	46,9	10900,0	220,0	1603,2	32,6	26050,0	0,9	32,7	0,14	0,14	32	2
	karbon (n = 12)											
Średnia	250,5	59338,2	2867,1	27886,9	1493,8	150939,4	721,0	315,1	0,60	0,62	270	3-6
Maksimum	297,6	93121,1	4469,7	58350,0	3375,2	181049,7	2695,7	732,0	0,91	0,93	1008	6
Minimum	180,2	1517,0	1040,0	3419,0	400,0	108292,4	80,0	85,0	0,02	0,03	75	3

OCENA WARUNKÓW HYDROGEOCHEMICZNYCH W CELU ZATŁACZANIA CO₂

Stopień przeobrażenia chemizmu wód zależy od głębokości, obecności nieprzepuszczalnego nadkładu, odległości od wychodni oraz obecności drożnych systemów szczelin i uskoków (Paczyński, Pałys, 1970).

Na podstawie stopnia przeobrażenia składu chemicznego wód, wysokości mineralizacji ogólnej i wskaźników hydrochemicznych określono tzw. genetyczne typy wód reprezentujące różne warunki do lokowania CO₂. Dokonano tego w celu czytelnego i uproszczonego przedstawienia złożonych i często trudnych do zrozumienia i interpretacji procesów hydrogeochemicznych. Wydzielono sześć typów genetycznych wód (Razowska-Jaworek, 2010). Typy 1 i 2 to wody strefy aktywnej wymiany o niekorzystnych warunkach do lokowania CO₂; typy 3 i 4 to wody zmetamorfizowane, które jednak w przeszłości miały kontakt z wodami infiltracyjnymi, co stwarza średnio korzystne warunki do lokowania CO₂; typy 5 i 6 to wody relikto-we, z bardzo szczelnych kolektorów o bardzo korzystnych warunkach do lokowania CO₂ (tab. 1).

Poniżej przedstawiono ogólną charakterystykę poszczególnych poziomów wodonośnych w rejonie Nizy Polskiego.

REJON MAZOWSZA

Dokonano analizy typów genetycznych w poziomach wodonośnych jury, triasu, permu i karbonu. W sumie zbadano 279 próbek wody z 72 otworów z głębokości 290–4907 m.

W utworach jurajskich występują wszystkie typy genetyczne wód, ale przeważają typy od 1 do 4. Na południowym-zachodzie, najbliższej wychodni jury środkowej i dolnej, wyznaczono typy 1 i 2, czyli wody infiltracyjne, świadczące o nieszczelnych kolektorach, natomiast ku północnemu-zachodowi dominuje typ 4, czyli wody zmetamorfizowane świadczące o dosyć szczelnych kolektorach (fig. 1).

W utworach triasowych występują typy genetyczne od 2 do 6 czyli wody zróżnicowane genetycznie, świadczące zarówno o kolektorach o bardzo dobrej szczelności, jak i takich, które miały kontakt z wodami infiltracyjnymi, bądź będące pod wpływem wysadów solnych.

Na szczególną uwagę zasługuje zbiornik dolnotriasowy. Są to solanki nasycone, o bardzo wysokiej mineralizacji od 88 do 311 g/dm³ występujące na prawie całym badanym obszarze. Występują tu również solanki relikto-we o wysokim stopniu przeobrażeń chemicznych, przy wartościach wskaźnika Na/Cl = 0,6–0,7.

REJON WIELKOPOLSKI

Dokonano analizy typów genetycznych w poziomach wodonośnych kredy, jury, triasu, permu i karbonu. W sumie analizie poddano 387 próbek wody z 263 otworów z głębokości 280–4530 m.

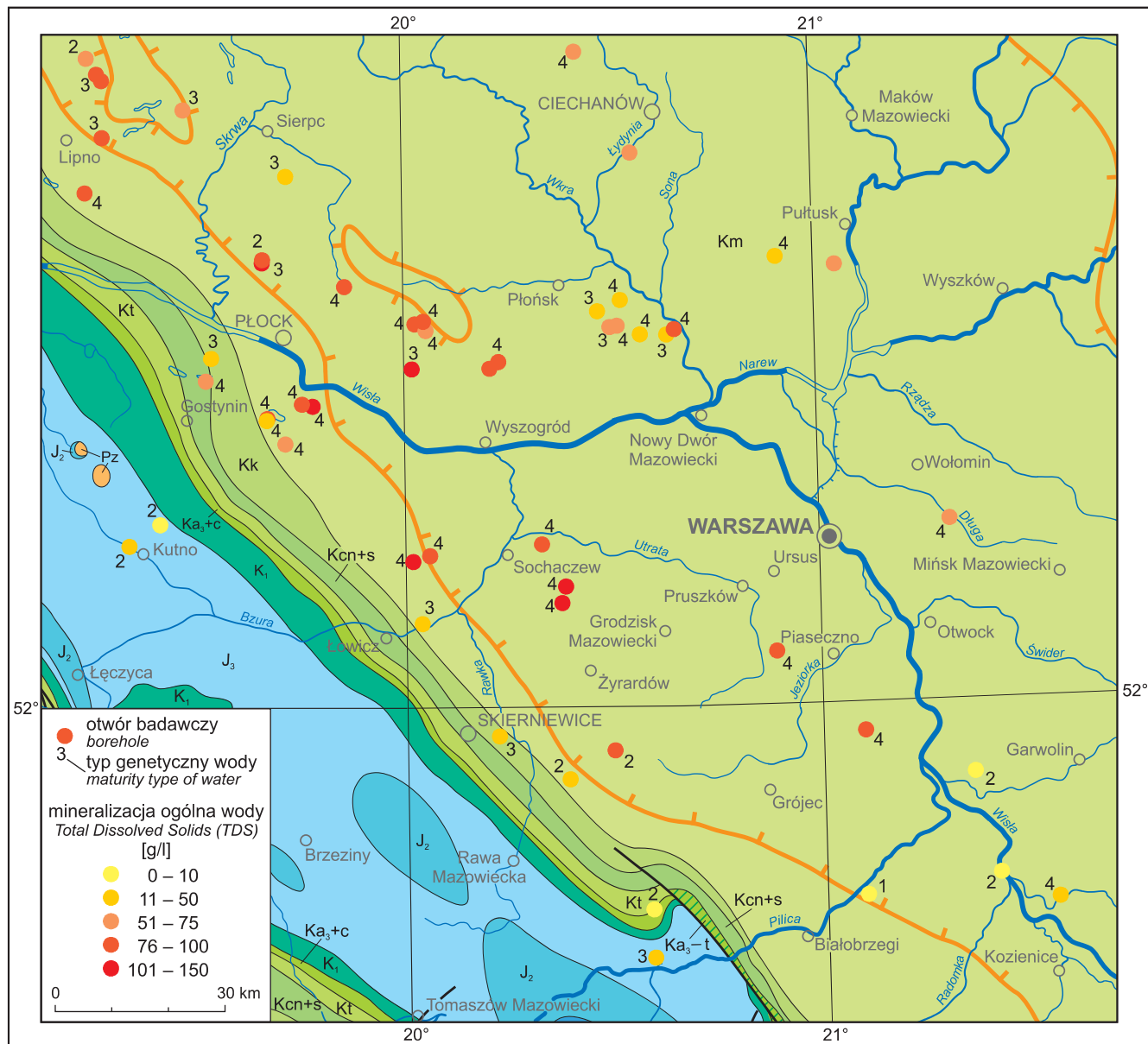


Fig. 1. Typy genetyczne wód podziemnych piętra jurajskiego w rejonie Mazowsza na tle *Mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku* (Dadlez i in., 2000)

Maturity types of groundwater of the Jurassic aquifer in the Mazowsze region on the background of the *Geological map of Poland without Cainozoic deposits* (Dadlez et al., 2000)

W utworach jurajskich występują przede wszystkim wody typu 1–3, a wskaźnik Na/Cl jest wysoki i wynosi od 0,9 do ponad 1,0. Świadczy to o infiltracyjnym pochodzeniu wód oraz zmieszaniu wód starszych ze współczesnymi, czyli w konsekwencji o braku dostatecznej szczelności tych zbiorników.

W utworach triasowych występują wody o zróżnicowanym stopniu dojrzałości geochemicznej, o wartości wskaźnika Na/Cl od 0,24 do 1,01, ale dominują wody typu 3–6, czyli wskazujące na korzystne warunki do lokowania

CO₂, chociaż wymagające dalszych, bardziej szczegółowych badań.

W utworach permu występują przede wszystkim wody reliktove o bardzo wysokiej mineralizacji, średnio 320 g/l dla cechszyny i 252 mg/l dla czerwonego spągowca, a sięgającej nawet 458 mg/l (otwór Paproć 1, głębokość 2332 m). Wartość wskaźnika Na/Cl wynosi od 0,56 do 0,62, a typ genetyczny – 5–6. Świadczy to o bardzo dobrej szczelności zbiorników (fig. 2). Reprezentują one najlepszy zbiornik do lokowania CO₂ w badanym rejonie.

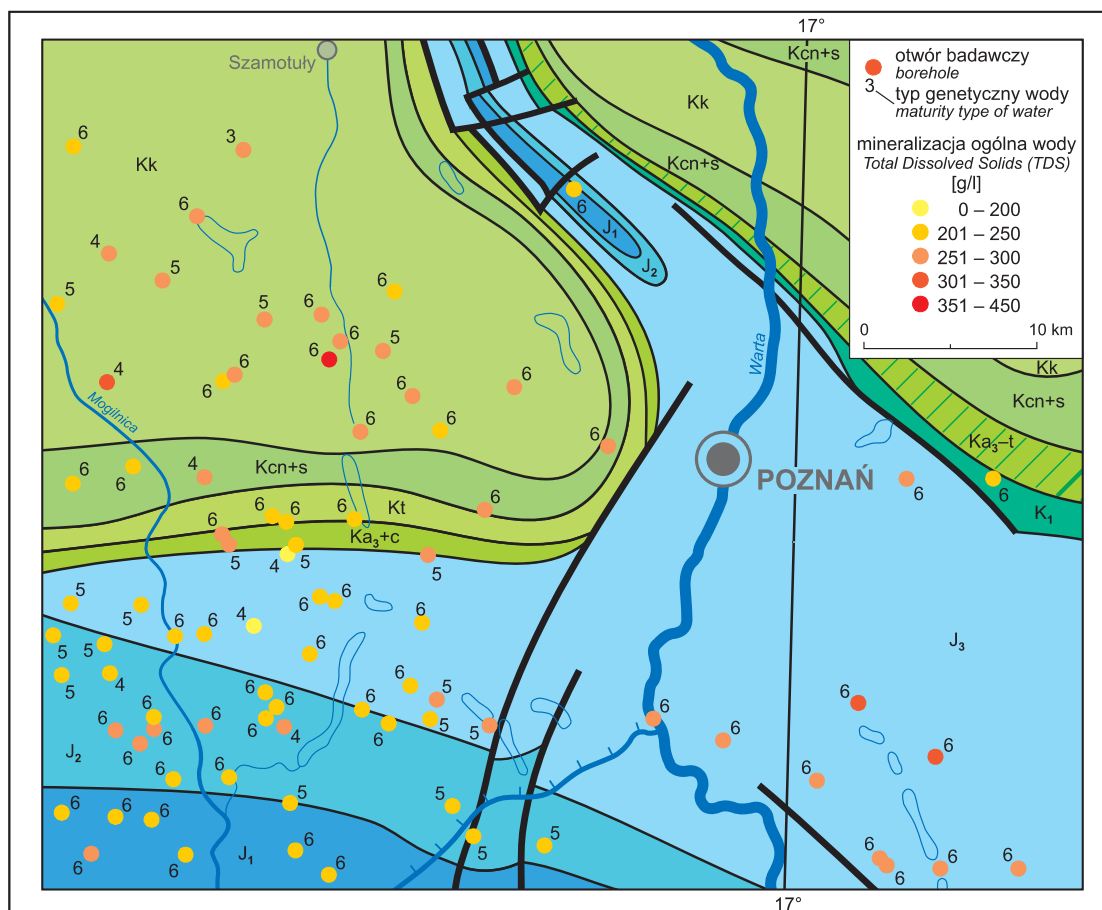


Fig. 2. Typy genetyczne wód podziemnych piętra permiego w regionie Wielkopolski na tle *Mapy geologicznej Polski bez utworów kenozoiku* (Dadlez i in., 2000)

Maturity types of groundwater of the Permian aquifer in the Wielkopolska region on the background of the *Geological map of Poland without Cainozoic deposits* (Dadlez et al., 2000)

PODSUMOWANIE

Na podstawie analizy stopnia przeobrażenia chemizmu wód głębokich poziomów wodonośnych, oszacowano szczelność zbiorników solankowych w rejonie Mazowsza i Wielkopolski jako jeden z najważniejszych czynników wpływających na stopień ich przydatności do lokowania dwutlenku węgla. Analiza ta została wykonana na wstępnym etapie prac i była jednym z elementów, które przyczyniły się do wykluczenia z dalszych badań zbiorników: kredowego i górnopaleozoicznego jako pozbawionych wystarczającej izolacji.

Najbardziej korzystne warunki do lokowania dwutlenku węgla, z punktu widzenia szczelności reprezentowanej przez typ genetyczny wody, występują w zbiornikach triasowych i permjskich w obydwu badanych rejonach.

Opisane w artykule prace zostały wykonane w ramach tematu „Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania wraz z ich programem monitorowania”, zamówionego przez Ministerstwo Środowiska i finansowanego ze środków NFOŚiGW.

LITERATURA

- BOJARSKI L., 1996 — Atlas hydrochemiczny i hydrodynamiki paleozoiku i mezozoiku oraz ascensyjnego zasolenia wód podziemnych na Nizy Polskim. Wyd. Geol., Warszawa.
- DADLEZ R., MAREK S., POKORSKI J. (red.), 2000 — Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku. Skala 1:1 000 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- GÓRECKI W. (red.), 2006a — Atlas zasobów geotermalnych na Nizy Polskim – formacje mezozoiku. AGH, Kraków.
- GÓRECKI W. (red.), 2006b — Atlas zasobów geotermalnych na Nizy Polskim – formacje paleozoiku. AGH, Kraków.
- HOUNSLOW A.W., 1995 — Water quality data – analysis and interpretation. *Lewis Publishers*, Nowy Jork.

PACZYŃSKI B., PAŁYS J., 1970 — Geneza i paleohydrogeologiczne warunki występowania wód zmineralizowanych na Niżu Polskim. *Kwart. Geol.*, **14**, 1: 131–147.

RAZOWSKA-JAWOREK, 2010 — Wykorzystanie chemizmu wód głębokich poziomów wodonośnych jako wskaźnika ich

przydatności do lokowania dwutlenku węgla. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **439**, 1: 47–52.

WÓJCICKI A. (red.), 2009 — Rozpoznanie formacji i struktur do bezpiecznego geologicznego składowania CO₂ wraz z ich programem monitorowania. <http://skladowanie.pgi.gov.pl/>

SUMMARY

Although the Permian–Mesozoic Basin of the Polish Lowlands is a typical mature sedimentary basin, its maturity does not guarantee the maturity of groundwater. Any zones of higher permeability within the caprock might allow water to move upward into the overlying formations and potentially to the freshwater aquifers. In developing a storage suitability analysis it is necessary to perform detailed characteristics of site hydrogeology, hydraulic properties of the formations, and to identify all potential leakage pathways. Such a comprehensive study is always very time consuming and expensive.

Therefore, prior to the investigations, a preliminary hydrogeochemical analysis might be carried out, based on investigations of the geochemical maturity of groundwater and isolation of aquifers, measured by TDS, Na/Cl and Cl/Br ratios. Such analysis was performed in the Polish Lowlands.

Six types of groundwater, according to the degree of geochemical maturity and isolation, have been identified; from modern freshwaters that contact with meteoric waters (types 1 and 2), to the oldest, stagnant, highly mineralized brines (types 5 and 6).

In the Polish Lowlands, the Carboniferous, Permian, Triassic and Jurassic aquifers were examined. Between 290 and 4.907 m depth, these aquifers contain waters of 0.5–458.4 g/L TDS. These waters are not an underground source of drinking water. The geochemical maturity of waters depends on the depth, presence of impermeable caprock, distance from the outcrops and presence of faults and fractures. Waters in the Jurassic reservoirs are of different types, from 1 and 2, which are not suitable for CO₂ storage, to types 3 and 4 (more suitable for CO₂ storage). The Triassic reservoirs are mostly of types 4 and 6, which are more suitable for CO₂ storage. The most suitable for CO₂ storage are the Permian aquifers of types 5 to 6.