

Jadwiga Zamojcin

Instytut Nafty i Gazu, Oddział Krosno

Analiza możliwości wykorzystania solanek jodkowo-bromkowych towarzyszących złożom ropnogazowym

Wprowadzenie

W przyrodzie występują wody mineralne i lecznicze o bardzo zróżnicowanym składzie chemicznym. Obecność poszczególnych typów chemicznych naturalnych wód mineralnych i swoistych uzależniona jest od budowy geologicznej (litologii, tektoniki, istnienia w przeszłości wulkanów), warunków zasilania i przepływu wód, ich wieku oraz pola cieplnego.

Solanek mogą stanowić surowiec leczniczy, energetyczny oraz mogą być źródłem surowców chemicznych, takich jak: sól, magnez, jod, brom, potas i lit. Za cenne dla przemysłu chemicznego uważa się wody zawierające co najmniej [1]:

- 40÷100 mg/l jodu,
- 200÷250 mg/l bromu,
- 2 g/l magnezu,
- 1 g/l potasu,
- 10 mg/l litu.

W Polsce bogate w sole jodu i bromu są solanki towarzyszące złożom węglowodorów. W związku ze zwiększającym się zapotrzebowaniem na jod pojawiła się koncepcja przeanalizowania możliwości wykorzystania solanek jodowo-bromowych towarzyszących złożom ropy i gazu do produkcji jodu.

Występowanie i zastosowanie jodu na świecie

Złoża jodu na świecie zostały rozpoznane w niewielu krajach. Jego zasoby ocenia się na około 15 mln ton (nie uwzględniając wody morskiej). Czołowymi producentami jodu są kraje dysponujące największymi jego zasobami, tj. Chile i Japonia. Ważnym źródłem jodu są solanki jodowe i jodobromowe, w których zawartość jodu waha się w szerokich granicach. Występują one samodzielnie lub w sąsiedztwie złóż gazu ziemnego i ropy naftowej [1, 7].

Złoża jodu towarzyszące złożom węglowodorów występują między innymi w:

- Japonii – około 4,9 mln ton jodu (złoża w prefekturach Chiba, Niigata, Sadowara, Okinawa, Oshamambe),
- USA – 250 tys. ton (Oklahoma: złoża Vici, Dover, Woodward),
- Azerbejdżanie – 170 tys. ton (Baku, Neftchala),
- Turkmenistanie – 170 tys. ton (Cheleken, Nebit Dag).

Dużymi zasobami jodu w solankach dysponują ponadto:

- Rosja – 120 tys. ton (Płw. Krymski, Krasnodar nad Morzem Czarnym),
- Indonezja – 100 tys. ton (wschodnia Jawa).

Największe na świecie zasoby jodu, rzędu 9 mln ton, co stanowi ok. 60% zasobów światowych ze średnią 400 ppm J, znajdują się na pustyni Atacama w Chile. Są to złoża azotanów potasu i sodu, czyli saletry chilijskiej. Jako źródło pozyskiwania jodu wykorzystywane są również na niewielką skalę bogate w jod wodorosty morskie z rodziny *Laminaria*, które występują u wybrzeży Chin.

Wielkość zużycia jodu na świecie ocenia się na ponad 30 tys. ton/rok. Najwyższe zapotrzebowanie na jod przypisuje się krajom Europy Zachodniej (10÷12 tys. ton/rok) i USA (ok. 4,5 tys. ton/rok) [1]. Najszybsze tempo wzrostu zużycia mają Chiny, Indie i inne kraje rozwijające się. Jod ma szereg zastosowań, zarówno tradycyjnych, jak i nowych kierunków użytkowania, które wpływają na zwiększenie popytu.

Tradycyjnymi konsumentami jodu są: przemysł farmaceutyczny, medycyna, przemysł chemiczny, fotograficzny, spożywczy oraz rolnictwo. Związki jodu i nuklidy stosowane są szeroko w medycynie [1, 4, 7]:

- w radioterapii,
- w diagnostyce (diagnozowanie schorzeń układu krążenia, centralnego systemu nerwowego i mózgu, przy użyciu środków kontrastowych z udziałem 60% J),
- w wytwarzaniu środków o działaniu bakteriobójczym i dezynfekującym,
- w implantach (baterie litowo-jodowe w stymulatorach serca).

Jod pełni również rolę katalizatora w produkcji wielu

różnych związków chemicznych. Tempo wzrostu zapotrzebowania na jod w najbliższych latach ocenia się na około 2%/rok.

Perspektywy rozwoju zapotrzebowania na jod stwarzają najnowsze programy badawcze, m.in.:

- nad wpływem rozpylania jodku srebra w chmurach otaczających jądro huraganów na osłabienie ich siły i zmianę kierunku przemieszczania się,
- nad zastosowaniem lasera tlenojodowego dla potrzeb wojskowości,
- nad opracowaniem efektywnych metod pozyskiwania wodoru, np. w procesie przemiany termochemicznej z udziałem wody, jodu i dwutlenku siarki oraz energii jądrowej.

Występowanie jodu w Polsce

Na obszarze Polski występują solanki bromojodowe i jodobromowe, wykorzystywane głównie do celów balneologicznych, np. w Rabce i Łęczycy koło Bochni. Zawartość jodu w tych solankach wynosi od 5 do ponad 100 mg/l. Ograniczone ilości jodu zawiera również część wód zrzucanych do cieków otwartych przez zakłady balneologiczne i kopalnie węgla kamiennego GZW [1, 5].

W przeszłości wody bogate w jod występujące na obszarze zapadliska przedkarpackiego i Karpat były wykorzystywane do eksperymentalnej produkcji tego pierwiastka. Prekursorem w dziedzinie wykorzystania solanek do eksperymentalnej produkcji jodu był Władysław Chajec – samodzielny pracownik naukowo-badawczy Instytutu Nafty i Gazu w Krośnie. Na podstawie technologii opracowanej przez zespół pracujący pod jego kierownictwem, w latach 1950–1954 prowadzono w Dębowcu doświadczalną produkcję jodu z solanek tam występują-

cych, a zawierających ok. 120 mg/l tego pierwiastka [2]. Jod nie jest obecnie produkowany w Polsce, mimo iż w latach 70. ub. wieku opracowano technologię kompleksowego, bezodpadowego zagospodarowania solanek występujących w okolicach Bochni, z których prowadzono odzysk jodu na skalę półtechniczną. W latach 80. ub. wieku rozpoczęto produkcję *solii leczniczej jodowo-bromowej* w warzelni Kopalni Soli Bochnia, a po jej likwidacji w 1999 roku tę działalność przejął Zakład Przeróbki Solanek Jodowo-Bromowych Salco s.c. w Łęczycy koło Bochni. Sól lecznicza jest otrzymywana metodą panwiową przez odparowanie wody z solanki jodowo-bromowej wydobywanej ze złoża Łęczycy. W 2006 roku opatentowana została nowa metoda produkcji jodu, która umożliwiła produkcję pierwiastka przy jego zawartości w wodach 40 mg/l. Została ona opracowana w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Górnictwa Surowców Chemicznych Chemkop [1].

Przegląd złóż węglowodorów z rejonu Przedgórze pod kątem możliwości wykorzystania towarzyszących im solanek jodkowo-bromkowych do produkcji jodu

W Polsce bogate w sole jodu i bromu są solanki towarzyszące złożom węglowodorów [3, 6]. Występowanie solanek bogatych w jod jest uważane za prymarny czynnik roponośności danego obszaru. Z uwagi na zwiększający się popyt na jod pojawiła się koncepcja przeanalizowania możliwości wykorzystania solanek jodowo-bromowych towarzyszących złożom ropy i gazu do produkcji jodu.

Do analizy wód złożowych pod kątem zawartości w nich jonów jodkowych i bromkowych wytypowano – ze względu na dotychczasowe dane dotyczące zawartości składników swoistych [3, 5, 6] – rejon Przedgórze. Szczególnie skoncentrowano się na okolicy Tarnowa,

Pilzna, Żukowic, Pogórskiej Woli, Nieznanowic i Dąbrowy Tarnowskiej.

Przedstawione poniżej informacje dotyczące solanek z rejonu Przedgórze opracowano na podstawie dostępnych materiałów archiwalnych, które niejednokrotnie nie zawierają pełnych danych na temat składu chemicznego analizowanych wód. W niektórych przypadkach brak jest pełnej charakterystyki typów chemicznych omawianych wód. Wyniki analiz chemicznych wód, nawet przy ich stosunkowo dużej ilości, są jedynie informacjami punktowymi.

Analizie pod względem występowania solanek jod-

kowo-bromkowych ze względu na dotychczasowe dane poddane zostały następujące złoża:

- Dąbrowa Tarnowska,
- Jaśniny,
- Nieznanowice – Grabina,
- Pilzno Południe,
- Pogórska Wola,
- Pruchnik – Pantalowice,
- Rudka,
- Sędziszów – Zagorzyce,
- Wojnicz – Zakrzów,
- Wygoda,
- Żukowice – Pilzno,
- Tarnów,
- rejon sąsiadujący z Tarnowem,
- Krościenko.

Większość analizowanych wód to wody mioceniskie. Najczęściej są to solanki chlorkowe, typu chlorkowo-wapniowego lub chlorkowo-sodowego. Rzadziej w utworach miocenu tego rejonu występują wody chlorkowo-magnezowe, wodorowęglanowo-sodowe czy siarczanowo-sodowe.

Nie stwierdzono występowania zmian typów chemicznych wód związanych z głębokością. W większości przypadków wody pobrane z różnych głębokości w obrębie jednego odwiertu są tego samego typu chemicznego [3].

Analizy chemiczne wód podziemnych pochodzą z poziomów opróbowanych w otworach poszukiwawczych za ropą i gazem zlokalizowanych na tym obszarze. Rozmieszczenie otworów, z których zostały pobrane próbki wody, jest nierównomierne. Większość przebadanych próbek wody pobrano z odwiertów zlokalizowanych we wschodniej lub środkowej części Przedgórze.

Wody mioceniskie i jurajskie pobierano do analiz z różnych głębokości, co ze względu na duże miąższości miocenu w tym rejonie spowodowało wykonanie kilku analiz z jednego otworu.

Głębokość opróbowania horyzontów wodonośnych wynosi od kilkudziesięciu do 3 000 m. Uzyskane wyniki należy traktować jako wskaźnikowe, dające przybliżony obraz dla badanego interwału. Mankamentami interpretacji uzyskanych wyników były:

- słaba jakość próbek,
- nieprawidłowości w pobraniu niektórych próbek wody,
- zanieczyszczenia próbek (np. po zabiegu kwasowania),
- analizy wykonywane były w różnych laboratoriach, różnymi metodami oraz w różnym czasie.

W 361 próbkach wody, których analizy chemiczne zostały wzięte do interpretacji, zaobserwowano:

- występowanie jodu od śladowych ilości do 143 mg/l,
- średnie stężenie jodu w analizowanych próbkach wyniosło 24,2 mg/l,

Tablica 1. Zestawienie wartości maksymalnych, minimalnych, średnich oraz ilości oznaczeń jodu i bromu dla analizowanych złóż

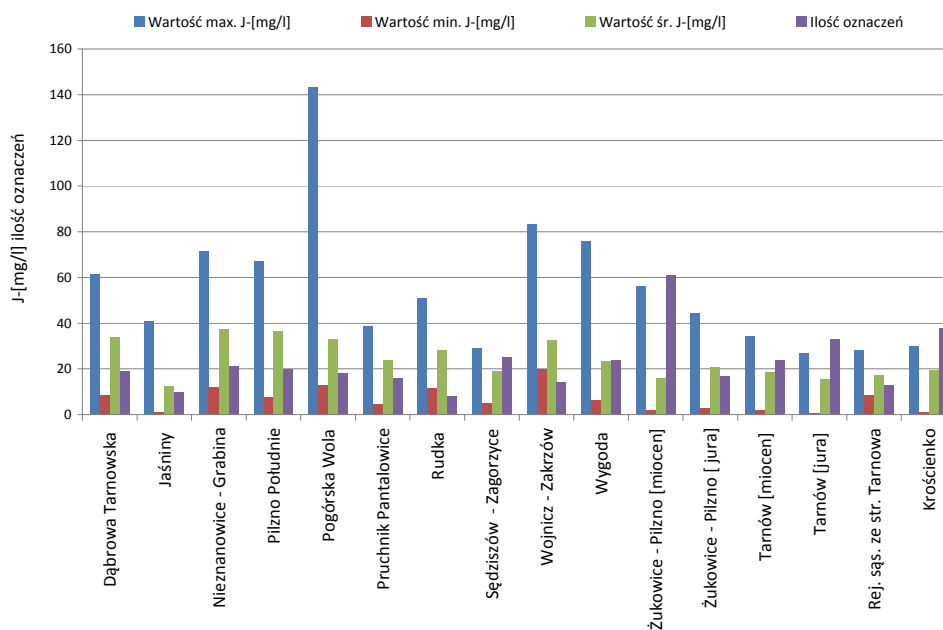
Złoże	Wartość maks. J [mg/l]	Wartość min. J [mg/l]	Wartość śr. J [mg/l]	Ilość oznaczeń [szt.]	Wartość maks. Br [mg/l]	Wartość min. Br [mg/l]	Wartość śr. Br [mg/l]	Ilość oznaczeń [szt.]
Dąbrowa Tarnowska	61,5	8,5	34,0	19	-	-	-	-
Jaśniny	41,0	1,0	12,4	10	-	-	-	-
Nieznanowice – Grabina	71,5	12,0	37,3	21	-	-	-	-
Pilzno Południe	67,0	7,4	36,4	20	466,0	62,0	234,0	18
Pogórska Wola	143,0	12,7	32,9	18	-	-	-	-
Pruchnik – Pantalowice	38,7	4,4	23,9	16	119,8	8,0	74,0	16
Rudka	50,7	11,4	28,1	8	122,5	22,6	65,3	8
Sędziszów – Zagorzyce	29,1	5,0	19,0	25	-	-	-	-
Wojnicz – Zakrzów	83,5	20,0	32,3	14	-	-	-	-
Wygoda	76,0	6,2	23,3	24	-	-	-	-
Żukowice – Pilzno (miocen)	56,0	2,0	16,1	61	128,0	16,0	53,2	9
Żukowice – Pilzno (jura)	44,5	3,0	20,7	17	320,0	-	262,8	4
Tarnów (miocen)	34,5	1,8	18,7	24	-	-	-	-
Tarnów (jura)	26,7	0,6	15,4	33	-	-	-	-
Rej. sąsiad. ze str. Tarnowa	28,3	8,5	17,4	13	-	-	-	-
Krościenko	30,0	1,0	19,3	38	-	-	-	-

- stężenie bromków – od 8 mg/l do 466 mg/l,
- średnie stężenie bromu dla 55 próbek wyniosło 137,9 mg/l.

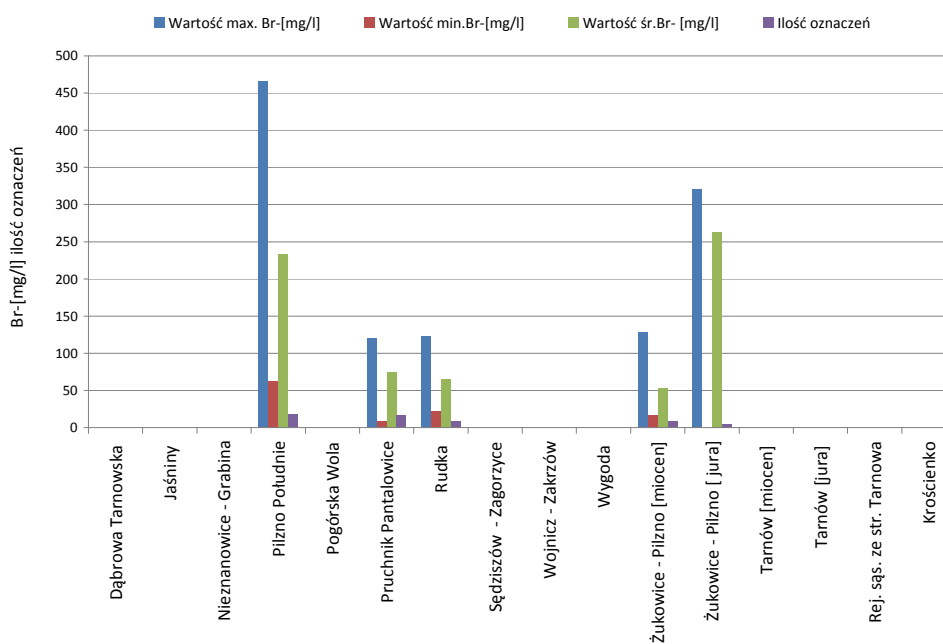
Na wykresach zbiorczych zestawiono wartości maksymalne, minimalne, średnie oraz ilość oznaczeń dla poszczególnych złóż (tablica 1, rysunki 1 i 2). Z analiz, jak i z wykresów można wnioskować, że największe stężenia jodków, spośród wziętych do analizy, występują w wodach towarzyszących złożom węglowodorów w rejonie Pogórskiej Woli, Wojnicz – Zakrzów, Wygody, Nieznanowic – Grabiny, Pilzna Południe oraz Dąbrowy Tarnowskiej.

Dla zobrazowania, jak rozkładają się stężenia jodków w poszczególnych złożach, wykonano mapę obszarów występowania oraz stężeń jodu w solankach towarzyszących wybranym złożom węglowodorów w utworach miocenu i jury Przedgórzia Karpat. Na mapę złóż gazu i ropy naftowej południa Polski naniesiono wykresy stężeń jodków oraz ilości ich oznaczeń.

Na podstawie danych uzyskanych z analiz można wnioskować, że typem wód występujących w złożach w tym rejonie są solanki chlorkowo-wapniowe i chlorkowo-sodowe. Zawartość jodu waha się od ilości śladowych do 143 mg/l i nie zależy od mineralizacji ogólnej. Obecność jodu jest uwarunkowana nie tylko obecnością złóż węglowodorów, ale również rejonem występowania. Wydaje się, że solanki bogate w jod i brom związane są ze złożami soli kamiennych, ciągnącymi się na Przedgórz



Rys. 1. Wykres maksymalnej, średniej oraz minimalnej zawartości jodków w solance oraz ilości oznaczeń dla poszczególnych złóż



Rys. 2. Wykres maksymalnej, średniej oraz minimalnej zawartości bromków w solance oraz ilości oznaczeń dla poszczególnych złóż

Karpat – od Wieliczki przez Bochnię do okolic Tarnowa i Pilzna.

Z punktu widzenia przeprowadzonej analizy, dla eksploatacji solanek jodkowych perspektywiczne mogą być:

- Pogórska Wola: 9÷143 mg/l J,
- Machowa: 2÷76 mg/l J,
- Żukowice: 10÷56 mg/l J.

Szacunkowa ocena możliwości wykorzystania solanek jodkowo-bromkowych do celów przemysłowych

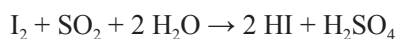
Na bazie złóż solanek towarzyszących złożom gazu ziemnego i ropy naftowej prowadzi się od kilkadziesiąt lat przemysłową produkcję jodu w Japonii, a także w USA i krajach byłego ZSRR [1, 4, 7].

Opracowano trzy zasadnicze procesy produkcji jodu z solanek: proces powietrzno-desorpcyjny (jako główny), absorpcja węglowa i proces jonitowy. Powstające ostatnio instalacje wykorzystują zarówno metodę powietrzno-desorpcyjną (AZER-YOD, Azerbejdżan), jak i jonitową (IOFINA, USA). Zależy to w znacznym stopniu od skali produkcji – przynajmniej na etapie początkowym.

AZER-YOD wykorzystuje solankę jodkowo-bromkową o zawartości jodu 45 mg/l. Powierzchnia samego zakładu produkcyjnego wynosi kilkanaście hektarów, a powierzchnia pola eksploatacji złóż solanek – 550 ha. Wykorzystują 220 otworów wiertniczych o głębokości sięgającej 2 km. Solanka po usunięciu jodu jest odprowadzana własnym kanałem do Morza Kaspijskiego. Aktualna produkcja wynosi 350 ton na rok, natomiast planowana – 500 ton na rok.

IOFINA przerabia solanki zawierające 50÷60 mg/l jodu, stosunkowo mało zasolone. Umożliwia to zastosowanie własnej technologii ekstrakcji jodu, z zastosowaniem elektrolizy. Metoda ta jest konkurencyjna w stosunku do innych istniejących technologii. Technologia o nazwie Wellhead Extracion Technology™ jest modyfikacją metody jonitowej.

W metodzie powietrzno-desorpcyjnej powietrze nasyczone jodem podlega procesowi odzyskiwania jodu w procesie desorpcji w kwaśnym roztworze jodkowym, do którego dodano SO₂. W roztworze następuje reakcja redukcji jodu do jodku:



Część roztworu podlega recyrkulacji, inna jest wyprowadzana do finałowego procesu pozyskiwania jodu, gdzie reaguje z chlorem lub perhydrolem. Wynikiem jest wykrystalizowanie jodu powstałego w procesie utleniania. Skrystalizowany jod jest dekantowany, później transportuje się go do kotła topielnego. Stopiony produkt kontaktuje się ze stężonym kwasem siarkowym, żeby usunąć zanieczyszczenia organiczne oraz wilgoć. Na końcu gotowy produkt jest cięty na płatki lub granulowany i pakowany.

W procesie absorpcji węglowej wolny jod, powstający z utleniania solanki, jest odzyskiwany przy pomocy absorpcji przez węgiel aktywny. Jod jest odzyskiwany z węgla aktywnego przy pomocy gorącej sody kaustycznej. Otrzymany produkt to roztwór jodkowo-jodanowy, uzyskiwany w reakcji:



Roztwór jodkowo-jodanowy jest poddawany działaniu H₂SO₄, a jod jest oddzielany przez filtrację. Efektem końcowym jest jod, który jest sublimowany lub topiony i poddany płatkowaniu.

W procesie wymiany jonowej, w celu wydzielenia wolnego jodu z utlenionej solanki, alternatywnie stosuje się proces przy użyciu żywic jonowo-wymiennych, pakowanych w kolumnach. Solanka przepływa przez kolumny jonowo-wymienne i – kiedy żywica nasyci się jodem – jest usuwana dołem kolumny i przenoszona do kolumny wymywającej. W tej kolumnie jod jest wymywany roztworem alkalicznym z następującym po nim przepłukiwaniem roztworem soli kuchennej. Jako wypływ z kolumny uzyskuje się koncentrat jodkowo-jodanowy, który jest przerabiany w analogiczny do opisanego powyżej sposobu, otrzymywanego w metodzie z zastosowaniem węgla aktywnego. Zregenerowana żywica powraca do kolumny absorpcyjnej i cykl się powtarza.

Istniejące w Polsce zasoby solanek jodkowo-bromkowych mogą być dogodną bazą do podjęcia przemysłowej produkcji jodu w skali kilkuset ton rocznie. Takie przedsięwzięcie powinno spotkać się z poparciem Unii Europejskiej, której zapotrzebowanie na ten strategiczny pierwiastek jest pokrywane importem – jeśli pominąć produkcję jodu z regeneracji. Optymalny byłby wybór metody powietrzno-desorpcyjnej lub jonitowej – umożliwiającej produkcję w oparciu o tzw. metodę kontenerową w mniejszej skali. Ważnym problemem do rozwiązania wydaje się być sposób ekologicznego zatłaczania zużytej solanki – ze względu na lokalizację krajowych złóż trudno sobie wyobrazić inne rozwiązanie.

Istnieją nowatorskie rozwiązania produkcji jodu oparte na utlenianiu przy pomocy elektrolizy. Próby te mogą stanowić podstawę opracowania własnej technologii pozyskiwania jodu z krajowych surowców.

Wnioski

Na podstawie analizy danych uzyskanych z badań solanek towarzyszących złożom węglowodorów w wy-

branych złożach w rejonie Przedgórze można wysnuć następujące wnioski:

1. Mineralizacja wód podziemnych towarzyszących złożom węglowodorów na analizowanym obszarze waha się w szerokich granicach: od 3,8 do 205 g/l.
2. Większość analiz wód wykazywała wielkość mineralizacji ogólnej nie przekraczającą 100 g/l. W niewielu przypadkach (rejon Pilzna, Wojnicza – Zakrzowa oraz rejon sąsiadujący ze strukturą Tarnowa) mineralizacja wynosiła ponad 200 g/l.
3. Dominującym typem wód są solanki chlorkowo-wapniowe i chlorkowo-sodowe. W większości przypadków wody pobrane z różnych głębokości, z tego samego otworu, charakteryzują się tym samym typem chemicznym.
4. Zawartość jodu w analizowanych wodach waha się od wartości śladowych do stu kilkudziesięciu mg/litr; wartości te nie są zależne od mineralizacji ogólnej, natomiast związane są z poszczególnymi rejonami.
5. W większości przypadków stężenia jodków stanowią do 50 mg/l, natomiast bromków ok. 100 mg/l. W pojedynczych przypadkach zawartość jodków przekracza 100 mg/l, natomiast zawartość bromków wynosi około 300 mg/l.
6. Wysoka zawartość składników swoistych w omawianych wodach wskazuje na możliwość wykorzystania ich do produkcji jodu. Stosowane obecnie metody produkcji jodu umożliwiają pozyskiwanie tego pierwiastka przy jego zawartości w wodach na poziomie 40 mg/l, a nawet mniejszej.
7. Podczas prowadzenia prac wiertniczych mających na celu udostępnienie złóż ropy naftowej i gazu ziemnego nie prowadzono szczegółowych badań hydrogeologicznych. Otwory odwiercone w trakcie poszukiwań węglowodorów na obszarze Przedgórze miały za zadanie ujęcie złóż węglowodorów, a przyływ wód do otworów traktowany był marginalnie. Dlatego nie ma dokładnych danych hydrogeologicznych, a zdecydowana większość istniejących danych dotyczy jedynie składu chemicznego tych wód. Wydajności i zasoby horyzontów wodonośnych nie były przedmiotem szczegółowych badań.
8. Po przeanalizowaniu dostępnych materiałów należy stwierdzić, że wydajności z poziomów wodonośnych są słabo rozpoznane. Celowym byłoby przeprowadzenie badań, które dałyby informacje dotyczące jakości i zasobów solanek jodkowo-bromkowych.
9. Koszty wykonania nowych otworów wiertniczych są bardzo wysokie, dlatego celowym byłoby rozważenie rekonstrukcji zlikwidowanych odwiertów, zlokalizowanych w obszarach perspektywicznych dla pozyskania jodu. O możliwości wykorzystania istniejących otworów decyduje ich stan techniczny. Spośród odwierconych na Przedgórze odwiertów wiele jest całkowicie zlikwidowanych. Należałoby przeprowadzić analizę techniczną odwiertów, która dałaby odpowiedź, czy możliwe jest wykonanie ich rekonstrukcji oraz przeprowadzenie badań mineralogicznych i hydrodynamicznych w wytypowanych poziomach wodonośnych.
10. Istniejące w Polsce zasoby solanek jodkowo-bromkowych są dogodną bazą do podjęcia przemysłowej produkcji jodu w skali kilkuset ton rocznie. Możliwą do zastosowania jest metoda powietrzno-desorpcyjna lub jonitowa, umożliwiająca produkcję w oparciu o tzw. metodę kontenerową w mniejszej skali. Ważnym problemem do rozwiązania wydaje się być sposób ekologicznego zatłaczania zużytej solanki.

Literatura

- [1] *Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i świata*. IGSMiE PAN. Kraków 2011.
- [2] Chajec W.: *Chemiczna charakterystyka wód wglębnych polskich Karpat i Przedgórze*. „Nafta” 1959, nr 11.
- [3] *Dokumentacje geologiczne złóż ropy i gazu na Przedgórze Karpat*. Archiwum INiG.
- [4] *Mineral Commodity Summaries*.
- [5] Oszczytko N.: *Warunki paleohydrogeologiczne Przedgórze Karpat Środkowych przed wczesnym Badenem*. „Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego”, Kraków 1984, vol. 54-3/4, s. 379–396.
- [6] Szefer T., Wittek K.: *Charakterystyka wód mioceńskich*

Przedgórze Karpat. „Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego”, Kraków 1963, vol. 33.

- [7] www.gasukai.co.jp/english/iodine



Mgr inż. Jadwiga ZAMOJCIN – absolwentka Wydziału Wiertniczo-Naftowego AGH w Krakowie. Od października 1980 r. pracownik Zakładu Eksploatacji IGNiG, od 1986 r. pracownik w Zakładzie Podziemnego Magazynowania Gazu Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie. Wykonuje prace w zakresie projektowania i eksploatacji podziemnych magazynów gazu ziemnego.