

## WODY ZWYKŁE I TERMALNE NIECKI ŁÓDZKIEJ – ANALIZA POTENCJALNYCH ZAGROŻEŃ ICH EKSPLOATACJI W REJONIE AGLOMERACJI ŁODZI

### FRESH AND THERMAL WATERS OF THE ŁÓDŹ BASIN – POTENTIAL THREATS TO EXPLOITATION IN THE ŁÓDŹ AGGLOMERATION

JERZY J. MAŁECKI<sup>1</sup>, MACIEJ ZIULKIEWICZ<sup>2</sup>

**Abstrakt.** Aglomeracja łódzka ze względu na położenie w strefie wododziałowej ma bardzo ograniczone możliwości korzystania z zasobów wód powierzchniowych. Powstanie i dynamiczny rozwój zawdzięcza zasobnym strukturom hydrogeologicznym. Ponadto w rejonie niecki mogileńsko-łódzkiej występuje znaczący potencjał geotermalny. W części wynika on z nasycenia głębokiego podłoża strukturami solnymi o zwiększonej przewodności cieplnej. Za najbardziej perspektywiczne uznaje się geotermalne zbiorniki dolnokredowy i dolno-jurajski. Występujące tam wody, poza wysokimi temperaturami, cechują się wysoką mineralizacją i wysokimi ciśnieniami złożowymi. Najbardziej zagrożony wydaje się dolnokredowy zbiornik wód zwykłych, gdyż instalacje geotermalne potencjalnie mogą powodować ascensję wód wysoko zmineralizowanych z utworów triasowych i jurajskich. Zagrożenie to nie istnieje poza granicą oddzielającą wody zwykłe od mineralnych, gdyż w tej strefie poziom dolnokredowy traci znaczenie jako użytkowy poziom wodonośny wód słodkich.

**Słowa kluczowe:** wody zwykłe, wody termalne, zasolenie geogeniczne, niecka łódzka.

**Abstract.** The Łódź agglomeration, due to its location in the watershed zone, has very limited possibilities of using surface water resources. Its establishment and dynamic development was determined by the abundant aquifer structures of the Łódź Basin and its Cenozoic overburden. The area of the Mogilno-Łódź Basin shows a considerable geothermal potential. It partly results from the saturation of the deep bedrock of salt structures showing increased heat conductivity. The Lower Cretaceous and Lower Jurassic geothermal reservoirs are considered most promising. Waters occurring there, apart from high temperature, are characterized by high mineralization and high reservoir pressures. The Lower Cretaceous aquifer seems to be most threatened. Geothermal installations generate a potential increase of the risk of ascension of its highly mineralized waters from Triassic and Jurassic sediments. The threat does not exist outside the boundary separating fresh and mineral waters because in this area the aquifer loses its importance as a useful fresh water aquifer.

**Key words:** fresh waters, thermal waters, geogenic salinization, Łódź Basin.

### WSTĘP

Niecka łódzka położona jest w strefie wododziałowej Wisły i Odry. Na wschód od Łodzi przebiega dział wodny I rzędu oddzielający dorzecze Wisły ze zlewnią Pilicy i Bzury od dorzecza Odry, do którego należy zlewnia Warty z jej dopływem rzeką Ner (fig. 1). Doliny tych rzek stanowią bazę drenażu dla wód podziemnych. Największe rzeki tego regionu, Ner i Bzura, są również głównymi odbiornikami oczysz-

czonych ścieków miejskich i przemysłowych aglomeracji łódzkiej. Fakt ten w powiązaniu ze stosunkowo niewielkimi przepływami, wyłączył wody powierzchniowe z zaopatrzenia komunalnego. Przy braku odpowiednich zasobów wód powierzchniowych lokalne struktury hydrogeologiczne stały się podstawą zaopatrzenia w wodę całego regionu. Dzięki nim nastąpił dynamiczny rozwój łódzkiego ośrodka przemysłu włókienniczego, przyczyniając się do powstania największej aglomeracji miejskiej w strefie wododziałowej dorzeczy

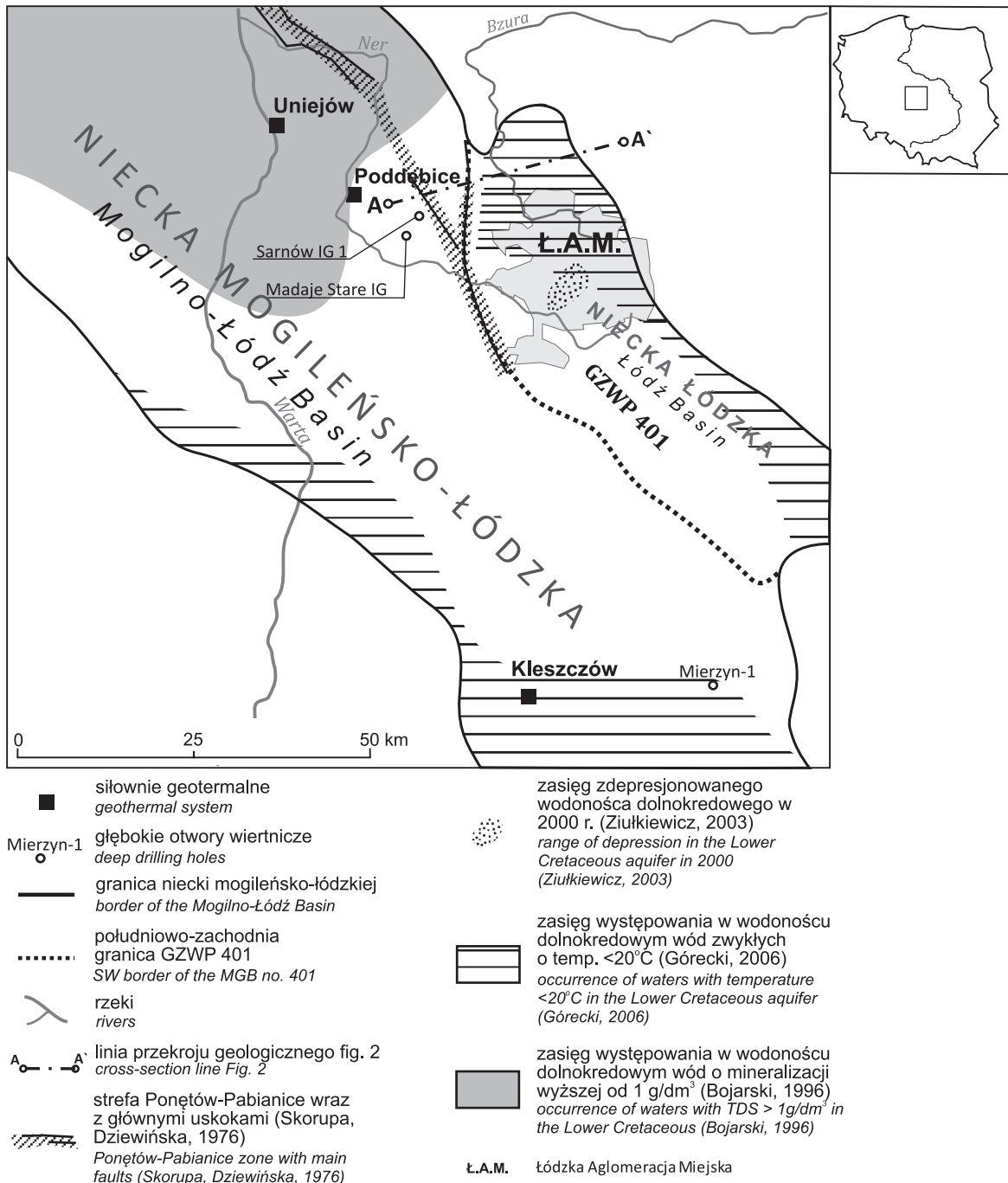
<sup>1</sup> Uniwersytet Warszawski, Wydział Geologii, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa; e-mail: jerzy.malecki@uw.edu.pl.

<sup>2</sup> Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych, ul. Narutowicza 88, 90-129 Łódź; e-mail: maciej.ziulkiewicz@geo.uni.lodz.pl.

Wisły i Odry. Pomimo obecnej przemiany Łodzi, z wyraźną redukcją znaczenia przemysłu, wody podziemne w dalszym ciągu stanowią podstawę zaopatrzenia wodociągów miejskich. Zasadnicza część wód czerpana jest z mezozoicznych struktur niecki łódzkiej i jej kenozoicznego nadkładu.

W obrębie zbiorników kredy dolnej oraz utworów jurajskich niecki łódzkiej występują wody termalne o dobrych walorach eksploatacyjnych: wysokiej temperaturze, niskiej mineralizacji i dużej wydajności ujęć geotermal-

nych. To sprawia, że omawiany obszar uznawany jest za perspektywiczny dla pozyskiwania energii geotermalnej (Górecki i in., 2010; Kępińska, 2018). Problemem niezbędnym do rozwiązania w aspekcie gospodarki wodnej tego regionu staje się określenie współdziałania wodonośców termalnych, często pozostających w bezpośrednim kontakcie z masami solnymi struktur halokinetycznych (Kalinowski, 1973; Kucharski i in., 2012), z użytkowymi poziomami wód zwykłych.



**Fig. 1. Mapa przeglądowa obszaru analizy**

An overview map of the research area

## BUDOWA GEOLOGICZNA

Nieckę łódzką wypełniają utwory permskie i mezozoiczne (triasu, jury i kredy). Jest ona asymetryczna: bardziej strome skrzydło wschodnie kontaktuje się z antyklinorium środkowopolskim, natomiast łagodniejsze skrzydło zachodnie znajduje się pod strefą dyslokacji o kierunku NW–SE, między Poznaniem i Radomskiem. Skały jury środkowej (wapienie, iłowce) i górnej (wapienie, margle, łupki margliste) występują poniżej utworów kredowych. Utwory kredy dolnej to margle, gezy, piaskowce, łupki ilaste, iłowce, mułowce, natomiast utwory kredy górnej to głównie opoki, margle i wapienie (Stupnicka, 1997; Nowicki, 2007). W utworach mezozoicznych lokalnie występują zaburzenia tektoniczne, którym towarzyszą zjawiska halokinetyczne. Przykładem intensywnej tektoniki salinarnej w strefie granicznej wału kujawskiego i niecki łódzkiej jest wysad Rogoźna (fig. 2). Struktury solne dały podstawę do wydzielenia małej niecki łódzkiej z basenu niecki mogileńsko-łódzkiej (Ziulkiewicz, 2003). Jej granica biegnie wzdłuż struktury antyklinalnej Mogilno-Ponętów-Pabianice (fig. 1, 3), we wnętrzu której znajduje się „grzebień solny” i dalej na południowy wschód poprzez wysady solne Pabianic i Tuszyń (Dadlez i in., 1998), co ilustruje figura 3.

W obrębie wysadu solnego Rogoźna, osady paleogeńsko-neogeńskie i czwartorzędowe zalegają bezpośrednio na osadach cechsztynu (fig. 2). Utwory paleogeńsko-neogeńskie nie stanowią zwartej pokrywy na obszarze niecki łódzkiej, ich miąższość waha się od 0 do ponad 100 m. Ciągłą pokrywą stanowią utwory czwartorzędowe, których obecność związana jest z maksymalnym zasięgiem złodowaceń środkowopolskich.

## STRUKTURY SOLNE

Cechą charakterystyczną platformy paleozoicznej, położonej na południowy zachód od linii Teisseyre’a-Tornquista, jest obecność miąższych serii salinarnych cechsztynu. Tworzą one na obszarze odcinka pomorskiego i kujawskiego antyklinorium środkowopolskiego oraz, w obrębie synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego, struktury solne

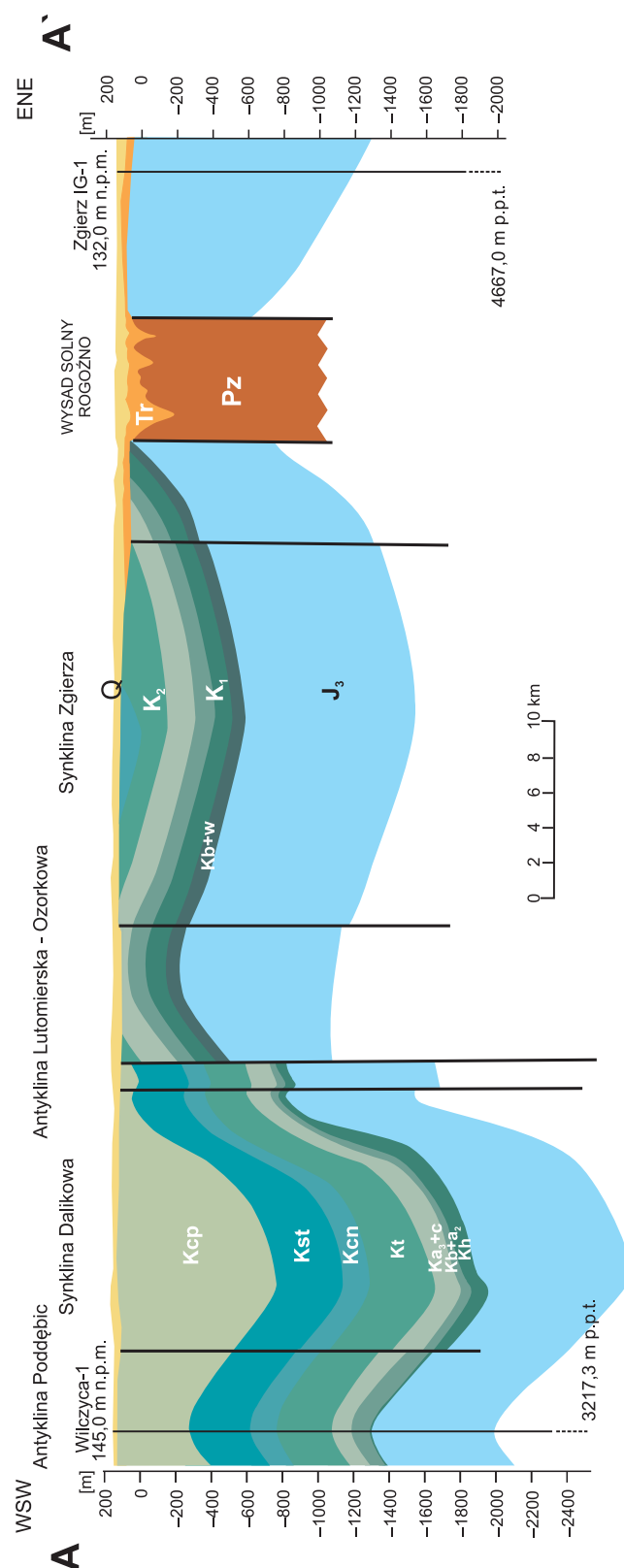
Fig. 2. Schematyczny przekrój geologiczny przez północno-wschodnią część niecki łódzkiej (Ziulkiewicz, 2003)

Q – czwartorzęd; Tr – trzeciorzęd; K<sub>2</sub> – kreda górna; K<sub>1</sub> – kreda dolna; J<sub>3</sub> – jura górna; Pz – cechsztyń; Kb+w – berrias-walanżyn; Kh – hoteryw; Kb+a<sub>2</sub> – barrem–alb środkowy; Ka<sub>3</sub>+c – alb górny–cenoman; Ka<sub>3</sub>+c – alb górny–cenoman; Kt – turon; Kcn – koniak; Kst – santon; Kcp – kampan

Schematic geological cross-section of the NE part of the Łódź Basin (Ziulkiewicz, 2003)

Q – Quaternary; Tr – Tertiary; K<sub>2</sub> – Upper Cretaceous; K<sub>1</sub> – Lower Cretaceous; J<sub>3</sub> – Upper Jurassic; Pz – Zechstein; Kb+w – Berriasian–Valanginian; Kh – Hauterivian; Kb+a<sub>2</sub> – Barremian–Middle Albian; Ka<sub>3</sub>+c – Upper Albian–Cenomanian; Kt – Turonian; Kcn – Coniacian; Kst – Santonian; Kcp – Campanian

w postaci diapirów, które często przebijają nadległe osady mezozoiczne. Dzięki podwyższonej przewodności cieplnej soli gradienty geotermiczne wysadów solnych i ich bezpośredniego sąsiedztwa są podwyższone (Bujakowski, 2003), a krążące wokół tych struktur wody są termalne – przykładem tego jest wysad solny Rogoźno (Kolasa, 1972; Kuchar-



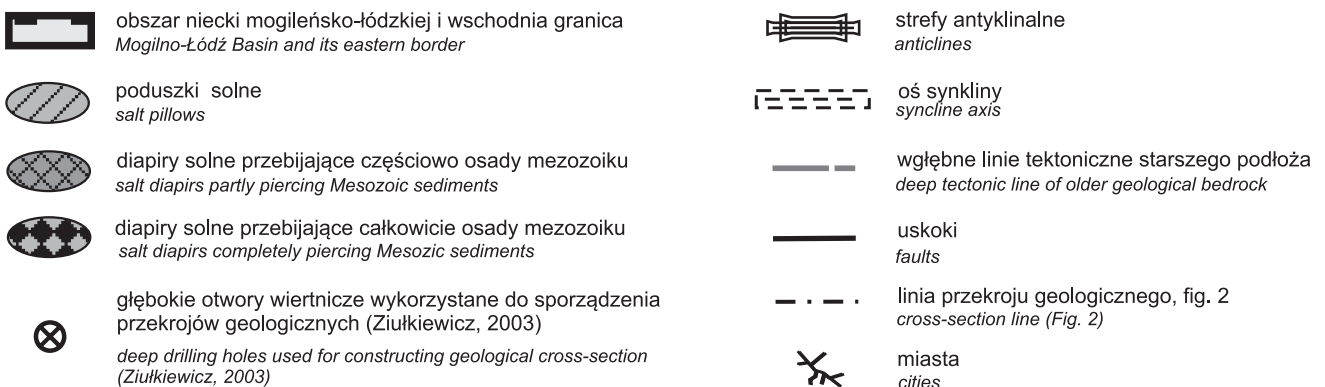
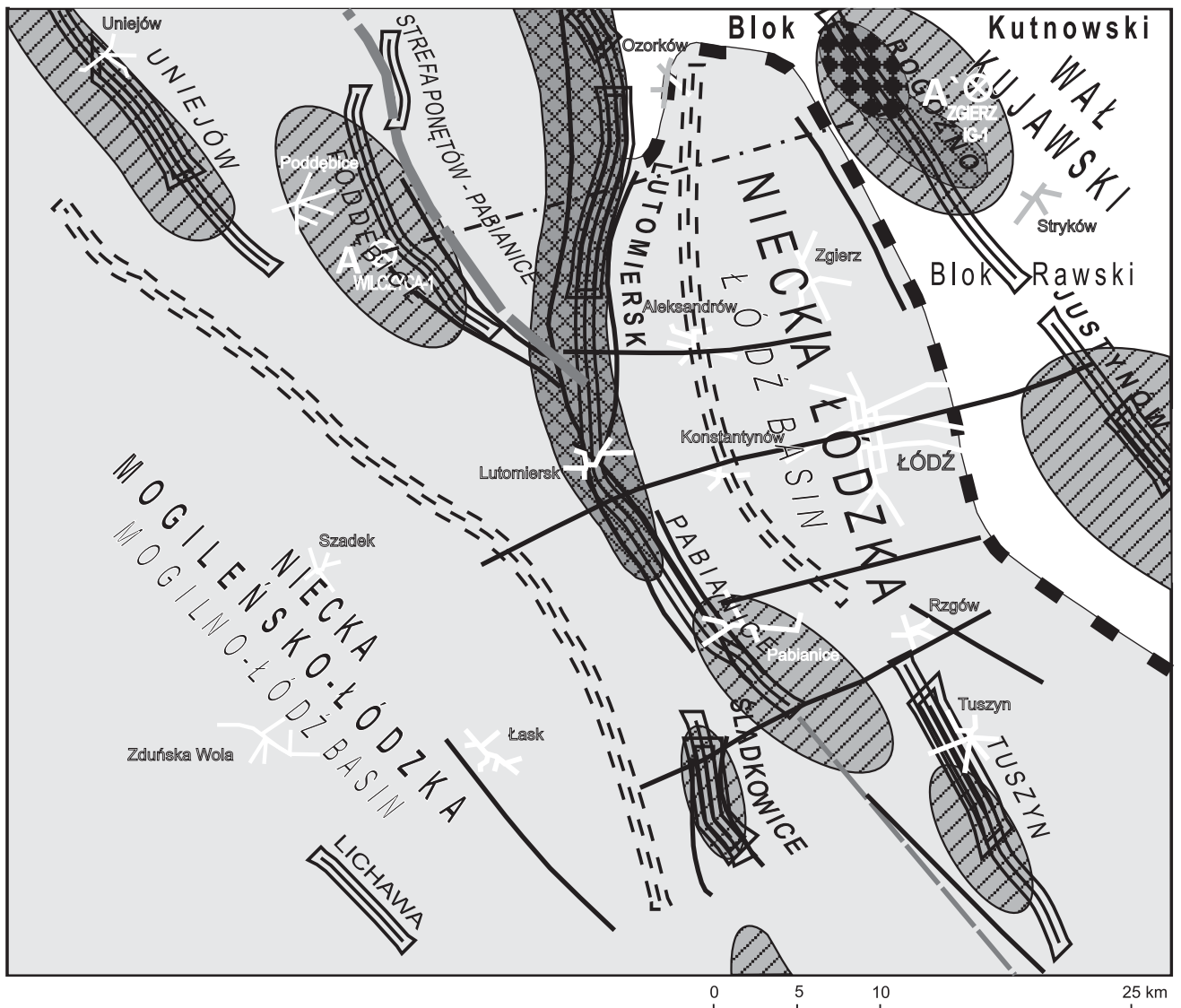


Fig. 3. Schematyczna mapa strukturalna północno-wschodniej części niecki mogileńsko-łódzkiej

Schematic structural map of the NE part of the Mogilno-Lódź Basin

ski i in., 2012). Nieckę łódzką cechuje dodatnia anomalia geotermiczna, charakteryzująca się wzrostem intensywności powierzchniowego strumienia ciepłego Ziemi w zakresie 1,6–2,2 cal/cm<sup>2</sup>·s (Górecki, 1988).

W obrębie niecki mogileńsko-łódzkiej można, za Dadlezem i Markiem (1969), wskazać charakterystyczną strefowość występowania struktur halokinetycznych. W obszarze centralnym rozprzestrzenione są słupy i wały solne o różnym stopniu przebiccia nadległych utworów mezozoicznych. Jest on otoczony strefą występowania nieprzebitych poduszek solnych i wałów, do której z kolei przylega od północy i północnego wschodu strefa rozwoju form blokowych. Jednym z czynników zewnętrznych aktywizujących tektonicznie struktury solne podłoża był nacisk mas lodowych w plejstocenie (ciśnienia rzędu 0,5–1,5 MPa) (Piotrowski, 1999). W regionie łódzkim na aktywizację wysadu solnego w rejonie Tuszyń w interglacjale eemskim wskazuje przebudowa lokalnego układu sieci rzecznej górnej Wolbórki i Dobrzyńki, modyfikująca przebieg krajowego działu wodnego.

W obrębie nadsolnych utworów mezozoiczno-kenozoicznych stwierdzono występowanie długich, wąskich i głębokich form strukturalnych o charakterze rowów. Z tymi strukturami związane są strefy wzmożonej cyrkulacji wód podziemnych, które przez rozpuszczenie soli doprowadzają do powstania połączeń i przepływu wód z utworów podsolnych do wyżej leżącego kompleksu skał mezozoicznych (Knieszner i in., 1983). Struktury te ułatwiają również kontakt wód podziemnych nadkładu z masą solną. Ratajczak i Jaworska (2009) oszacowali, że obecna objętość czapy na wysadzie Wapno, która wynosi ok. 0,057 km<sup>3</sup> (powierzchnia czapy – 0,52 km<sup>2</sup>, miąższość 100–110 m), powstała w wyniku wyługowania ok. 2 km<sup>3</sup> soli. Przyjmując podobne założenia, można określić z jakiej objętości soli została wytworzona czapa nad wysadem w Rogóźnie – zamykającym nieckę łódzką od północnego-wschodu. Zakładając, że powierzchnia czapy równa jest powierzchni wysadu i wynosi ok. 26,2 km<sup>2</sup>, a średnia miąższość to ok. 150 m, objętość tej struktury wynosi ok. 3,93 km<sup>3</sup>. Oznacza to, że powstała ona w wyniku wyługowania ok. 138 km<sup>3</sup> soli przez krążące wokół niej wody podziemne.

## HYDROGEOLOGIA

W obrębie utworów kredowych niecki łódzkiej występują dwa słodkowodne piętra wodonośne kredy górnej i dolnej. Wodonośne utwory kredy górnej nawiercane są na głębokości 40–140 m p.p.t. Górnekredowy poziom wodonośny ma charakter szczelinowy, zbudowany jest z opok przewarstwionych marglami oraz wapieniami marglistymi bądź piaszczystymi. Peryferyjnie warstwę wodonośną stanowią cenomańskie wapienie zawierające lokalnie domieszki margliste. Współczynnik filtracji utworów jest zróżnicowany ( $2,0 \cdot 10^{-3}$ – $1,3 \cdot 10^{-6}$  m/s), osiągając średnio  $3,47 \cdot 10^{-5}$  m/s (Ziułkiewicz, 2003; Nowicki, 2007). Zasadnicze zasilanie odbywa się poprzez słabo przepuszczalne utwory kenozoiku oraz w strefach dyslokacyjnych.

Strop piaszczystych utworów wodonośnych poziomu kredy dolnej występuje na głębokościach od 10 m, na wychodniach, do 2600 m, w osi synklinalnej niecki. Wodonośne utwory dolnokredowe wykazują wyraźną dwudzielność, spowodowaną obecnością trudno przepuszczalnych utworów albu dolnego pomiędzy wodonośnymi osadami piaszczystymi hoterywu i albu. Wodonośne utwory hoterywu górnego to piaskowce drobnoziarniste, zaś albu środkowego i dolnego – to utwory piaszczyste: piaski i piaskowce średnio- i gruboziarniste, których współczynnik filtracji mieści się w przedziale  $5,8 \cdot 10^{-4}$ – $7,75 \cdot 10^{-5}$  m/s (Ziułkiewicz, 2003). Wychodnie występujące wzdłuż wału kujawskiego oraz monokliny przedsudeckiej są obszarami zasilania poziomu wodonośnego.

W obszarze niecki mogileńsko-łódzkiej wydzielono trzy Główne Zbiorniki Wód Podziemnych: GZWP 401 – niecka łódzka (fig. 1), GZWP 312 – Zbiornik Sieradz, GZWP 151 – Zbiornik Turek-Konin-Koło. Dla aglomeracji łódzkiej najważniejszy, pod względem zaopatrzenia w wodę przeznaczoną do spożycia, jest zbiornik GZWP 401. Jego ustalona wielkość zasobów dyspozycyjnych wynosi około 97 200 m<sup>3</sup>/d, przy module zasobowym 55,4 m<sup>3</sup>/d·km<sup>2</sup>. Wartość ta stanowi około 52,2% wielkości zasobów odnawialnych. Pobór wód podziemnych z tego poziomu osiąga 34 776 m<sup>3</sup>/d, co stanowi około 36% wielkości jego zasobów dyspozycyjnych (Rodzoch, Pazio-Urbanowicz, 2015; Informator PSH, 2017). Znaczna część poziomu dolnokredowego – głównego użytkowego poziomu wodonośnego GZWP 401, została zakwalifikowana do systemu nieprzeobrażonych antropogenicznie zwykłych wód podziemnych – SNPA (Paczyński, Sadurski, 2007).

Z oceny zasobów dyspozycyjnych GZWP oraz poboru wód podziemnych wynika, że rezerwy zasobowe zwykłych wód podziemnych niecki łódzkiej są bardzo wysokie, a eksploatacja wody we wszystkich jednostkach bilansowych jest znacznie niższa niż ustalone zasoby dyspozycyjne.

## WODY TERMALNE

Obecnie w Polsce energia wód termalnych wykorzystywana jest w sześciu siłowniach geotermalnych (Kępińska, 2018), spośród których dwie: Uniejów i Poddebice zlokalizowane są w granicach niecki mogileńsko-łódzkiej (fig. 1). W tym synklinorium wody termalne występują w poziomie kredowym, jurajskim i triasowym. Za najbardziej perspektywiczne uznaje się obecnie zbiorniki dolnokredowy i dolnojurański (Sowizdzał i in., 2017).

Dolnokredowy zbiornik wód termalnych stanowią piaskowce o miąższości sięgającej od kilku do 300 m. Ich występowanie stwierdzono na głębokościach 780–2254 m p.p.t. Współczynniki filtracji określone na podstawie próbnych pompowań wykonanych w głębokich otworach sięgają od  $1,3 \cdot 10^{-7}$  do  $2,9 \cdot 10^{-5}$  m/s (Górecki i in., 2010). Stwierdzone wydajności studni są bardzo wysokie i lokalnie przekraczają 300 m<sup>3</sup>/h (Hajto, 2008). Wody termalne osiągają temperatury od 20 do 70°C, przy mineralizacji w granicach 0,2–25 g/dm<sup>3</sup>. Najwyższą temperaturę wody, przekraczającą 90°C, stwierdzono w rejonie Konina, w stropie utworów kredy dolnej

z wysoką mineralizacją sięgającą  $50 \text{ g/dm}^3$  (Hajto, 2008). W okolicy Łodzi i Bełchatowa wody termalne charakteryzują się niską mineralizacją, nieprzekraczającą  $1 \text{ g/dm}^3$ . Typy hydrochemiczne wód z poziomów dolnokredowych zmieniają się z  $\text{HCO}_3\text{-Ca}$  w okolicy Łodzi na  $\text{Cl-Ca}$  w północno-zachodniej części niecki łódzkiej (Wiktorowicz, 2011). Źródłem zasolenia wód piętka kredowego są wysady solne (np. Kłodawy i Damasławka) oraz inne struktury halokinetyczne (Bojarski, Sadurski, 2000).

W osadach jurajskich wody termalne występują w wapieniach jury górnej oraz piaskowcach jury środkowej i dolnej. Warstwy wodonośne w utworach jury dolnej tworzą drobno- lub różnoziarniste piaski i piaskowce o zmiennej miąższości przewarstwione słabo przepuszczalnymi lub nieprzepuszczalnymi ilowcami, ilowcami piaszczystymi, mułowcami i mułowcami piaszczystymi (Hajto, 2008). Mimo znacznego zróżnicowania w profilu pionowym oraz zmiennej ciągłości rozprzestrzenienia poziomego i licznych zmian litofacyjnych, z piaskowców jury dolnej uzyskiwano wydajności sięgające  $300 \text{ m}^3/\text{h}$  (Biernat i in., 2009; Wiktorowicz, 2011), a lokalnie, w północno-wschodniej części niecki, dochodzące nawet do  $450 \text{ m}^3/\text{h}$  (Hajto, 2008). Zmienność temperatur w stropie dolnojurajskiego zbiornika jest znaczna. Ocenia się, że maksymalne temperatury ponad  $120^\circ\text{C}$ , mogą osiągać wody w osiowej strefie niecki łódzkiej, na północ i północny wschód od Konina. Wartość ta została zweryfikowana pomiarami wykonanymi w otworze Konin GT-1, w którym na głębokości 2660 m udokumentowano temperaturę  $94^\circ\text{C}$  (Sowizdzał i in., 2017). Mineralizacja wody mieści się w przedziale  $50\text{--}70 \text{ g/dm}^3$ , choć w osiowych częściach niecki łódzkiej sięga  $200 \text{ g/dm}^3$  (Hajto, 2008); w otworze Konin GT-1 stwierdzono  $150 \text{ g/dm}^3$  (Sowizdzał i in., 2017). Wody reprezentują typ hydrochemiczny  $\text{Cl-Ca}$  z udziałem  $\text{Br}$ . Istotnym elementem kształtującym warunki hydrodynamiczne i hydrochemiczne tego poziomu są wysady solne. W okolicach Kłodawy, Lubonia, Mogilna, Inowrocławia, Wapna, Damasławka, Goleniowa, struktury Gałkówka i innych wypiętrzają się warstwy liasu, stwarzając korzystne warunki dla pionowych przepływów wód podziemnych (w tym solanek).

#### **ANALIZA POTENCJALNYCH ZAGROŻEŃ EKSPLOATACJI WÓD ZWYKŁYCH I TERMALNYCH**

Pobór zwykłych wód podziemnych na terenie niecki łódzkiej skupia się głównie w obszarze aglomeracji Łodzi. Jak już wspomniano zasilanie łódzkich wodociągów bazuje przede wszystkim na wodach podziemnych. Istotną rolę w zaopatrzeniu w wodę pełni poziom dolnokredowy - pobiera się z niego obecnie blisko  $\frac{1}{4}$  całkowitego poboru wód podziemnych dla potrzeb wodociągowych (ZWiK Łódź, 2017). Są to wody termalne o bardzo dobrych walorach użytkowych (Rodzoch, Pazio-Urbanowicz, 2015). Cechuje je stabilność składu fizykochemicznego i wyraźnie mniejsza zmienność przestrzenna parametrów hydrochemicznych, w porównaniu do nadległych poziomów wodonośnych (Kasjański i in., 1972; Ziulkiewicz, 2003; Małecki i in., 2017).

W przypadku ujmowania wód zwykłych i termalnych, w celu ograniczenia ilości zatłaczanych solanek termalnych do górotworu należy wziąć pod uwagę możliwości efektywnego wykorzystania schłodzonych wód termalnych do celów pitnych i gospodarczych. Wykorzystując proces odwróconej osmozy, oczyszczone w procesach membranowych wody termalne mogą być powtórnie wykorzystane jako woda przeznaczona do spożycia oraz w celach gospodarczych i technologicznych. Badania takie na Niżu Polskim (Uniejów PIG/AGH-2) prowadziła Tomaszewska (2015, 2017a, b) oraz Tomaszewska i Tyszer (2017). Wykazały one, że w wyniku odsalania wód o podwyższonej mineralizacji można uzyskać stosunkowo wysoki poziom redukcji mineralizacji  $96\text{--}97\%$ ,  $\text{SiO}_2$   $94\%$ , fluoru  $92\%$  oraz ok.  $98\text{--}99\%$  głównych składników nieorganicznych i radionuklidów występujących w wodach głębokich struktur geologicznych.

Prognozując możliwości wykorzystania wód termalnych w energetyce cieplnej o odnawialności zasobów energii geotermalnej możemy mówić jedynie w przypadku zachowania równowagi hydrodynamicznej między poborem wody a zasilaniem zbiornika. Szacunki zasobów energii, bazujące jedynie na zawartości wody w skale, oparte na geofizycznej ocenie porowatości, są często zawyżone. Zakłada się w nich nieograniczoną możliwość wydobycia wody, bez uwzględnienia warunków przyrodniczych (np.: odnawialności czy odsączalności warstw wodonośnych) czy technicznych – np. konieczności instalowania pomp głębinowych na znacznych głębokościach (Kapuściński i in. 1997).

Obliczenia zasobów energii geotermalnej na Niżu Polskim wykazały, że dostępne zasoby geotermalne zbiorników mezozoicznych tego obszaru to  $7\,753 \cdot 10^{22} \text{ J}$ , co stanowi ekwiwalent  $185 \cdot 10^{12} \text{ TOE}$  (1 tona oleju ekwiwalentnego =  $41,868 \text{ GJ}$ ). Najbardziej zasobnym zbiornikiem w opisywanej kategorii jest zbiornik dolnojurajski  $299 \cdot 10^{21} \text{ J}$ . Stosunkowo mniejsze zasoby energii zakumulowane są w zbiorniku dolnokredowym  $423 \cdot 10^{20} \text{ J}$  (Hajto, 2006).

Biorąc pod uwagę fakt, że utwory kredy dolnej o maksymalnej miąższości ( $200\text{--}300 \text{ m}$ ) stosunkowo płytko zalegają w profilu geologicznym, zakłada się, że ich zasoby są dostępne przy zachowaniu proporcjonalnie niskiego ryzyka geologicznego i ekonomicznego związanego głównie z brakiem konieczności wykonywania głębokich wierceń.

Skoncentrowana, prowadzona na ograniczonym przestrzennie obszarze aglomeracji łódzkiej, intensywne eksploatacja poziomu wodonośnego w utworach kredy dolnej spowodowała zmiany kierunków przepływów lateralnych wód z groźbą uruchomienia dopływu wód ze stref zaangażowanej tektoniki solnej z głębszych części niecki łódzkiej (Bojarski i Sokołowski, 1994).

Źródłem zasolenia wód z poziomu kredy dolnej w niecce mogileńsko-łódzkiej są dopływy z głębszych poziomów mezozoiku o różnym stopniu stężenia solanek oraz silnie stężonych solanek z dolomitu głównego cechsztynu o anomalnie wysokim ciśnieniu złożowym i dużej zawartości  $\text{H}_2\text{S}$  (Bojarski i in., 1977).

Należy zaznaczyć, że obecnie w żadnej jednostce bilansowej położonej w zasięgu niecki mogileńsko-łódzkiej pobór

zwykłych wód podziemnych nie przekracza zasobów dyspozycyjnych. Jednak z uwagi na fakt, że analizowana wartość jest średnią dla całej jednostki bilansowej a pobór wody nie jest równomiernie rozłożony w całej jednostce, są obszary (np. aglomeracja Łodzi), gdzie na stosunkowo niedużej powierzchni warstwa wodonośna w stosunku do całego obszaru zasobowego jest intensywnie eksploatowana (fig. 1).

Wychłodzenie wód w utworach dolnej kredy, jako efekt nadmiernej eksploatacji do celów komunalnych, stwierdził Rodzoch i Pazio-Urbanowicz (2015). Modele numeryczne wykonane w ramach dokumentowania stref ochronnych GZWP na terenie niecki łódzkiej, określające zasoby dyspozycyjne wód zwykłych, w swych założeniach nie uwzględniały jednak powyższych zagrożeń (*op. cit.*). Dlatego, pomimo istnienia dużych rezerw zasobowych zwykłych wód podziemnych w poziomie kredy dolnej, zintensyfikowany pobór tych wód lokalnie może zmienić układ hydrodynamiczny, powodując dopływ zasolonych wód termalnych w rejon występowania wód zwykłych. „Potencjalnie” może zatem doprowadzić do zasolenia wód w wyniku przepływów ze stref występowania struktur solnych, np. struktury Ponętów-Pabianice.

Wiarygodna ocena konfliktowości poboru zwykłych wód podziemnych, jak i wód termalnych, wymaga wykonania regionalnych modeli numerycznych uwzględniających ich wzajemne oddziaływanie. Jednak już na podstawie zgromadzonych materiałów archiwalnych można prognozować istnienie takich relacji, zwłaszcza w rejonach, gdzie w obrębie jednego poziomu wodonośnego współwystępują oba rodzaje wód (fig. 1).

Z dużym prawdopodobieństwem takie interakcje wystąpią w poziomie kredy dolnej w rejonie aglomeracji łódzkiej. Nadmierny pobór wód termalnych może doprowadzić do zmian istniejącego układu hydrodynamicznego, co w konsekwencji spowoduje wiele negatywnych skutków zarówno dla użytkowego poziomu wód podziemnych, jak i zmiany parametrów wód termalnych, głównie poprzez naruszenie stabilności temperatury i składu chemicznego. Koniecznością staje się również indywidualna, w przypadku konkretnych lokalizacji zakładów geotermalnych, ocena poborów zarówno wód zwykłych, jak i termalnych, by zachować ich stabilność hydrodynamiczną i hydrochemiczną. Dla regionu łódzkiego brak jest niestety wyników badań przeprowadzonych w głębokim otworze dokumentującym interakcje solanek geotermalnych i wód z użytkowych poziomów niecki łódzkiej.

Na analizowanym obszarze istnieją duże możliwości wyznaczenia wysoko perspektywicznych stref geotermalnych związanych z różnego rodzaju formami tektoniki solnej, przede wszystkim wysadami i słupami solnymi, jak również z rejonami niecek między wysadami. Utwory dolnego triasu, reprezentowane przez pstry piaskowiec, zawierają solanki o mineralizacji 200–370 g/dm<sup>3</sup> (Hajto, 2008). Ich wysoka mineralizacja jest związana z licznymi występującymi strukturami solnym przebijającymi częściowo utwory triasu, mogą one stanowić duże zagrożenie dla wód słodkich poziomów nadległych. Pomiedzy poziomami pstrego piaskowca i kredy górnej występuje bardzo duża różnica ciśnień: 300·10<sup>3</sup> hPa, co stwarza możliwość ascensyjnego zasolenia. Podobne zagrożenie generują solanki (50–160 g/dm<sup>3</sup>)

występujące w utworach jury dolnej, gdyż maksymalna różnica ciśnień względem utworów wodonośnych kredy dolnej wynosi ok. 100·10<sup>3</sup> hPa. W przypadku solanek jury górnej maksymalna różnica ciśnień sięga 70·10<sup>3</sup> hPa (Bojarski i Sokołowski, 1994).

W południowej części niecki łódzkiej w otworze Mierzyn-1 (fig. 1) uzyskano, w trakcie nawiercania dolomitu głównego na głębokości 3739 m, erupcję solanki z H<sub>2</sub>S. Wyliczony gradient ciśnienia był bardzo wysoki i wynosił około 2,0 kg/cm<sup>2</sup>/10 (to jest 733·10<sup>3</sup> hPa). Sól wytrącana w trakcie erupcji solanki spowodowała samoistną likwidację otworu (Bojarski i in., 1977).

Możliwość eksploatacji zasobów wód termalnych niecki łódzkiej ze zbiorników kredy dolnej i jury górnej jest w znacznym stopniu ograniczona z uwagi na realną perspektywę uruchomienia silnie stężonych solanek w obszarach, gdzie kreda dolna stanowi główny użytkowy poziom wodonośny (GZWP 401). Możliwość ta jest tym bardziej prawdopodobna, że zbiornik wód w utworach kredy dolnej ma w wielu miejscach łączność hydrauliczną zarówno z leżącymi niżej poziomami wodonośnymi jury, triasu, jak i z wyżej zalegającymi utworami węglanowymi kredy górnej.

Największe zagrożenia ascensją wód zasolonych istnieją w rejonie Madaje-Sarnów (fig. 1), gdzie wody słodkie sięgają do 1600 m p.p.t. Solanki o mineralizacji 80–96 g/dm<sup>3</sup> i ciśnieniu 45·10<sup>3</sup> hPa znajdują się zaledwie 400 m głębiej (Bojarski i Sokołowski 1994).

Występowanie silnie zasolonych wód wokół wysadowych i ich oddziaływanie na środowisko wód podziemnych zostało udokumentowane w rejonie Gieczna-Rogoźna (gm. Zgierz) (Rutkowski, 1958; Bojarski, Sokołowski, 1994; Kucharski i in., 2012; Górecki, Ziulkiewicz, 2016).

Przestrzenna ocena potencjalnych oddziaływań eksploatacji zasobów wód termalnych i zwykłych w omawianej strukturze jest bardzo utrudniona. Brak jest dokładnego rozpoznania warunków geotermalnych. Jest to wynikiem tylko fragmentarycznego rozpoznania utworów jury dolnej i kredy dolnej, gdyż większość otworów poszukiwawczych przemysłu naftowego ukierunkowana była na rozpoznanie perspektyw naftowych w piętrach stratygraficznych permu i jego podłoża. Badania geofizyczne i prace wiertnicze objęły w pierwszym rzędzie struktury perspektywiczne z punktu widzenia poszukiwań węglowodorów, natomiast elementy budowy strukturalnej, najbardziej perspektywiczne z punktu widzenia zasobów wód geotermalnych, były objęte badaniami w mniejszym zakresie (Górecki, 1988). Taka sytuacja może prowadzić do znacznych rozbieżności pomiędzy założeniami przyjętymi w projekcie otworu a rzeczywistymi obserwacjami poczynionymi po jego wykonaniu (Karska, Hajto, 2009; Noga i in., 2013; Kępińska i in., 2017).

Dobrym przykładem zrównoważonego podejścia do regionalnego zarządzania zasobami geotermalnymi jest Basen Paryski; ujęcia wód zwykłych i termalnych funkcjonują tam w bezkolizyjnej koegzystencji. Energia geotermalna warstwy wodonośnej z doggeru uzyskiwana jest od ponad 40 lat i nie spowodowała tu zauważalnych zmian w parametrach hydrodynamicznych zbiornika (Lopez i in., 2010).

Bezsprzecznie wpłynęło na to wykorzystanie technologii „dubletowej”, która składa się z zamkniętej pętli studni produkcyjnej i studni zatłaczającej oraz przede wszystkim z budowy geologicznej basenu, która utrudnia łączenie się poziomów wód słodkich ze zmineralizowanymi solankami, przy braku powszechności występowania struktur halokineetycznych, tak charakterystycznych dla niecki łódzkiej. Przeprowadzone badania modelowe transportu płynów i mas w Basenie Paryskim wykazały jednak, że jest możliwy przepływ solanek geotermalnych do wód gruntowych w wyniku pionowych połączeń hydraulicznych między warstwami wodonośnymi, a tym samym możliwy jest przepływ słonej wody w kierunku płytszych formacji hydrogeologicznych (de Hoyos i in., 2012).

### PODSUMOWANIE

Analizując ewentualne konflikty pomiędzy eksploatacją wód termalnych a użytkowymi poziomami wód zwykłych w obrębie aglomeracji Łodzi, potencjalne niekorzystne oddziaływanie należy rozpatrywać przede wszystkim w poziomie wodonośnym kredy dolnej. Poziom ten jest najgłębiej występującym poziomem wód słodkich w Polsce, wód o bardzo dobrej jakości. Jest on izolowany od powierzchni miąższym pakietem utworów praktycznie nieprzepuszczalnych co sprawia, że jego podatność na zanieczyszczenia jest znikoma. W przypadku projektowania w tym obszarze studni i otworów ujmujących głębsze poziomy wodonośne o wyższych temperaturach niż rejestrowane w kredzie dolnej, należy wziąć pod uwagę wysokie ciśnienia złożowe, pod jakimi wody te występują oraz ich wysoką, rosnącą ku północnemu zachodowi mineralizację, wynikającą z nasilenia zaangażowania tektonicznego głębokich wodonośnych struktur będących efektem halokinezy. Czynniki te powodują wzrost zagrożenia ascensją wód wysoko zmineralizowanych do poziomu kredy dolnej. Przesuwając się w kierunku północnym od centrum niecki łódzkiej, poza granicę oddzielającą wody zwykłe dolnej kredy od wód zmineralizowanych, ograniczenia te stają się nieuzasadnione, gdyż poziom dolnokredowy traci znaczenie jako użytkowy poziom wodonośny wód słodkich, natomiast wzrasta jego znaczenie geotermalne.

W podsumowaniu warto dodać, że pozyskiwanie energii cieplnej z kredy dolnej w obszarze aglomeracji łódzkiej jest mało zasadne, gdyż może doprowadzić do zmian istniejącego układu hydrodynamicznego, a w konsekwencji do wielu negatywnych skutków zarówno dla poziomu użytkowego, jak i zmiany parametrów wód termalnych, głównie poprzez naruszenie stabilności temperatury i ich składu chemicznego. Niezbędnym dla jednoznacznej odpowiedzi na tezy stawiane w niniejszym artykule, dotyczące konfliktowości poboru zwykłych wód podziemnych i wód termalnych, jest wykonanie regionalnych modeli hydrodynamicznych i hydrochemicznych, uwzględniających całokształt warunków przyrodniczych w rozpatrywanym regionie.

### LITERATURA

- BIERNAT H., KULIK S., NOGA B., 2009 – Możliwości pozyskiwania energii odnawialnej i problemy związane z eksploatacją ciepłowni geotermalnych wykorzystujących wody termalne z kolektorów porowych. *Prz. Geol.*, **57**, 8: 655–656.
- BOJARSKI L. (red.), 1996 – Atlas hydrochemiczny i hydrodynamiczny paleozoiku i mezozoiku oraz ascensyjnego zasolenia wód podziemnych na Niżu Polskim. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BOJARSKI L., SADURSKI A., 2000 – Wody podziemne głębokich systemów krążenia na Niżu Polskim. *Prz. Geol.*, **7**: 587–595.
- BOJARSKI L., SOKOŁOWSKI A., 1994 – Zagrożenie ascensyjnym zasoleniem wód zwykłych w utworach kredy dolnej niecki łódzkiej. *Prz. Geol.*, **6**: 459–464.
- BOJARSKI L., PAZDRO Z., SOBOL K., 1977 – Anomalne ciśnienia złożowe na Niżu Polskim. *Prz. Geol.*, **6**: 312–316.
- BUJAKOWSKI W. (red.), 2003 – Termiczna charakterystyka górotworu w rejonie wysadów solnych. Wyd. IGSMiE, PAN, Kraków.
- DADLEZ R., MAREK S., 1969 – Styl strukturalny kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na niektórych obszarach Niżu Polskiego. *Kwart. Geol.*, **3**: 543–565.
- DADLEZ R., IWANOW A., LESZCZYŃSKI K., MAREK S. (red.), 1998 – Mapa tektoniczna kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego na Niżu Polskim w skali 1:500000. PIG, Warszawa.
- GÓRECKI W., 1988 – Wstępna ocena możliwości wykorzystania mezozoicznych wód geotermalnych na Niżu Polskim. *Tech. Poszuk. Geol.*, **1–2**: 22–48.
- GÓRECKI W. (red.), 2006 – Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim. AGH, Kraków.
- GÓRECKI M., ZIUŁKIEWICZ M., 2016 – The presence of geogenically saline water in the area of salt dome Rogóźno (central Poland). *Geol. Geophys. Environ.*, **3**: 289–310.
- GÓRECKI W., HAJTO M., STRZETELSKI W., SZCZEPAŃSKIA., 2010 – Dolnokredowy oraz dolnojurański zbiornik wód geotermalnych na Niżu Polskim. *Prz. Geol.*, **7**, 58: 589–593.
- HAJTO M., 2006 – Wyniki kalkulacji zasobów geotermalnych na Niżu Polskim. *W: Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim* (red. W. Górecki). AGH, Kraków.
- HAJTO M., 2008 – Baza zasobowa wód termalnych na Niżu Polskim - geologiczne i hydrogeologiczne uwarunkowania lokalizacji obszarów perspektywicznych. *Geologia*, **3**, 34: 503–526.
- DE HOYOS A., VIENNOT P., LEDOUX E., MATRAYJ.-M., ROCHER M., CERTES C., 2012 – Influence of thermohaline effects on groundwater modelling – Application to the Paris sedimentary Basin. *Hydrology J.*, **464–465**: 12–26.
- Informator PSH, 2017 – Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w Polsce, PIG-PIB, Warszawa.
- KALINOWSKI F., 1973 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych z utworów górnopaleozoicznych z otworu Rogóźno 9/5 w Wypychowie, powiat Łęczyca, woj. Łódź. [mat. niepubl.]. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- KAPUŚCIŃSKI J., NAGY S., DŁUGOSZ P., BIERNAT H., BENTKOWSKI A., ZAWISZA L., MACUDA J., BUJAKOWSKA K., 1997 – Zasady i metodyka dokumentowania zasobów wód termalnych i energii geotermalnej oraz sposoby odprowadzania wód zużytych. Poradnik metodyczny. MOŚ-ZNiL, Warszawa.
- KARSKA A., HAJTO M., 2009 – Możliwości zagospodarowania złóż wód termalnych w rejonie miasta Poddębice. *Tech. Poszuk. Geol.*, **2**: 89–100.
- KASJAŃSKI F., MIKUŁA E., BIERKOWSKA M., FILAS T., 1972 – Wykorzystanie wód podziemnych w łódzkim syste-



- mie wodnym. [mat. niepubl.]. Przedsiębiorstwo Geologiczne w Łodzi, Łódź.
- KEPIŃSKA B., 2018 – Przegląd stanu wykorzystania energii geotermalnej w Polsce w latach 2016–2018. *Tech. Poszuk. Geol.*, **1**: 11–27.
- KEPIŃSKA B., PAJAŁK., BUJAKOWSKI W., KASZTELEWICZA., HAJTOM., SOWIŹDŻAŁA., PAPIERNIK B., PETURSSON B., TULINIUS H., THORGILSSON G., EINARSSON O. P., KARSKA A., PERAJ A., 2017 – Geothermal utilization potential in Poland – the town of Poddębice. Part 1. Selected reservoir and exploitation aspects of current and further geothermal district heating and other uses' development in Poddębice. *Tech. Poszuk. Geol.*, **1**: 3–21.
- KNIESZNER L., POKŁANOWA L. P., CZULIŃSKA A., 1983 – Geneza struktur rowowych w kompleksie mezozoicno-kenozoicznym Niziu Polskiego. *Prz. Geol.*, **7**: 408–415.
- KOLASA S., 1972 – Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody podziemnej z utworów jurajskich w miejscowości Biesiekierz, woj. łódzkie, powiat łódzki dla Rolniczej Spółdzielni Produkcyjnej, kategoria B. [mat. niepubl.]. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- KUCHARSKI M., SOKOŁOWSKI A., OLCZAK M., 2012 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne złoża wód do celów leczniczych z osadów górnego oligocenu ujętych otworem M-1 w miejsc. Kotowice działka nr 84/40 gm. Zgierz. [mat. niepubl.]. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- LOPEZ S., HAMMA V., LE BRUNA M., SCHAPERA L., BOISSIERA F., COTICHEB C., GIUGLARIS B. E., 2010 – 40 years of Dogger aquifer management in Ile-de-France, Paris Basin, France. *Geothermics*, **39**: 339–356.
- MAŁECKI J., POROWSKA D., STYRKOWIEC E., ZIUŁKIEWICZ M., 2017 – Stan chemiczny wód podziemnych aglomeracji łódzkiej. *Prz. Geol.*, **65**, 11: 1329–1333.
- NOGA B., BIERNAT H., KAPUŚCIŃSKI J., MARTYKA P., NOWAK K., PIJEWSKI G. 2013 – Perspektywy zwiększenia pozyskiwania ciepła geotermalnego w świetle nowych inwestycji zrealizowanych na terenie Niziu Polskiego. *Tech. Poszuk. Geol.*, **2**: 75–84.
- NOWICKI Z. (red.), 2007 – Wody podziemne miast wojewódzkich Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A., 2007 – Hydrogeologia Regionalna Polski, Tom 2. Wydaw. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PIOTROWSKI P., 1999 – Wpływ zróżnicowanego obciążenia strefy krawędziowej lądolodu na migrację soli. *Prz. Geol.*, **11**: 1016–1020.
- RATAJCZAK R., JAWORSKA J., 2009 – Procesy ługowania na przykładzie wysadu solnego Wapna. *Prz. Geol.*, **9**, 57: 784–785.
- RODZOCH A., PAZIO-URBANOWICZ K., 2015 – Zasilanie i drenaż wód podziemnych GZWP nr 401 (Zbiornik Niecka Łódzka) w świetle badań modelowych. *Prz. Geol.*, **63**, 10/2: 1037–1041.
- RUTKOWSKI F., 1958 – Dokumentacja hydrogeologiczna otworu wiertniczego nr R-1 na terenie złoża węgla brunatnego „Rogoźno” [mat. niepubl.]. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- SKORUPA J., DZIEWIŃSKA L., 1976 – Kompleksowa interpretacja wyników badań geofizycznych dla strefy Gopło-Pabianice ze szczególnym uwzględnieniem utworów cechsztynu i podłoża. *Kwart. Geol.*, **21**, 1: 137–156.
- SOWIŹDŻAŁA., HAJTOM., PAPIERNIK B., MITANK., HAŁAJE., 2017 – Możliwości rozwoju sektora geotermii w centralnej Polsce w świetle pogłębionej analizy strukturalno-parametrycznej rejonu niecki mogileńsko-łódzkiej. *Tech. Poszuk. Geol.*, **2**: 17–31.
- STUPNICKA E., 1997 – Geologia regionalna Polski. Wydaw. UW, Warszawa.
- TOMASZEWSKA B., 2015 – Pozyskanie wód pitnych oraz cieczy i substancji balneologicznych w procesie uzdatniania schłodzonych wód termalnych – cele i założenia projektu. *Prz. Geol.*, **63**, 10/2: 1111–1114.
- TOMASZEWSKA B., TYSZER M., 2017 – Assessment of the influence of temperature and pressure on the prediction of the precipitation of minerals during the desalination process. *Desalin. Water Treat.*, **424**: 102–109.
- TOMASZEWSKA B., BODZEK M., RAJCA M., TYSZER M., 2017a – Geothermal water treatment. Membrane selection for RO process. *Desalin. Water Treat.*, **64**: 292–297.
- TOMASZEWSKA B., BODZEK M., RAJCA M., 2017b – Research on improving the composition of mineral water using nanofiltration. *Desalin. Water Treat.*, **64**: 287–291.
- WIKTOROWICZ B., 2011 – Możliwości wykorzystania wód termalnych w niecce łódzkiej. *Tech. Poszuk. Geol.*, **1–2**: 329–337.
- ZIUŁKIEWICZ M., 2003 – Pionowa strefowość hydrochemiczna wód podziemnych na obszarze aglomeracji łódzkiej. Wydaw. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.
- ZWiK Łódź 2017 – Materiały archiwalne i dane eksploatacyjne dotyczące ujęć wód podziemnych z utworów dolnokredowych [mat. niepubl.]. Archiwum Zakładu Wodociągów i Kanalizacji, Łódź.

## SUMMARY

The Lower Cretaceous and Jurassic aquifers of the Łódź Basin contain thermal waters with of good exploitation parameters, namely high temperature, relatively low mineralization, and high efficiency of geothermal intakes. A problem that requires an urgent solution in the aspect of water management of the region is the determination of the mutual effect of thermal aquifers, often remaining in direct contact with the salt masses of halokinetic structures, with useful fresh water aquifers (Kalinowski, 1973; Kucharski *et al.*, 2012). In the Łódź agglomeration, the Lower Cretaceous aquifer GZWP 401 – Łódź Basin is the most important for water supply for consumption. The amount of its available resources is deter-

mined for at approximately 97.200 m<sup>3</sup>/d and the groundwater resources coefficient is 55.4 m<sup>3</sup>/d·km<sup>2</sup>. This volume constitutes approximately 52.2% of the amount of renewable resources. Groundwater intake from the aquifer currently reaches 34.776 m<sup>3</sup>/d, corresponding to approximately 36% of the volume of its available resources (Rodzoch and Pazio-Urbano-wicz, 2015; Informator PSH, 2017). Approximately ¼ of the total groundwater intake of groundwaters is currently withdrawn from itdesignated specifically for Łódź (ZWiK Łódź, 2017). The lower Cretaceous aquifer of the Mogilno-Łódź Basin is the deepest occurring freshwater aquifer in Poland and provides very high quality waters. It is isolated from the

surface with a thick layer of practically impermeable formations. Therefore, its pollution vulnerability is very low.

The Mesozoic formations show local tectonic disturbances, accompanied by halokinetic phenomena, resulting from the activity of the salt structures. They have a form of diapirs that frequently pierce the overlying Mesozoic deposits. Due to the higher than average heat conductivity of salt masses, the geothermal gradients of salt diapirs and their direct vicinities are elevated (Bujakowski, 2003), and the waters circulating around the structures are thermal. The Łódź Basin is characterized by a positive geothermal anomaly involving an increase in the intensity of the surface heat stream of the Earth in a range of 1.6–2.2 cal/cm<sup>2</sup>·s (Górecki, 1988). Two out of six Polish geothermal power plants are located within the Mogilno-Łódź Basin.

The Lower Cretaceous thermal aquifer is composed of sandstones with a thickness ranging from several to 300 metres. They occur at depths from 780 to 2.254 m b.g.l. The efficiencies determined for wells are very high, and locally exceed 300 m<sup>3</sup>/h (Hajto, 2008). The temperature of the thermal waters ranges from 20 to 90°C, and their mineralization varies from 0.2 to 50 g/dm<sup>3</sup>. In the vicinities of Łódź and Bełchatów, thermal waters of the aquifer are characterized by low mineralization not exceeding 1 g/dm<sup>3</sup>.

Fresh groundwater in the Łódź Basin is abstracted predominantly in the Łódź agglomeration area. Intensive exploita-

tion of the Lower Cretaceous aquifer caused changes in the directions of lateral water flows. A threat of launching water inflow from the deeper Mesozoic bedrock through nearby zones of advanced salt tectonics appeared (Bojarski, Sokółowski, 1994). The task is difficult due to the lack of results of direct investigation of the interaction of geothermal brines and waters from useful aquifers of the Łódź Basin through the performance of a deep documentation borehole. In the case of particular locations of geothermal plants, it becomes necessary to perform an individual assessment of intake of both fresh and thermal waters in order to maintain their hydrodynamic and hydrochemical stability.

According to the authors, sourcing heat energy from Lower Cretaceous deposits in the Łódź agglomeration is currently largely unjustified. It may lead to changes in the existing hydrodynamic system, and consequently cause many negative effects for the useful aquifer, and changes in the parameters of thermal waters, particularly through disturbing the stability of their temperature and chemical composition. The theses stated in this article, concerning the potential conflicting of intake of fresh groundwaters and thermal waters, can only be addressed by the development of regional hydrodynamic and hydrochemical models considering the overall environmental conditions in the study area.