



Warunki hydrogeologiczne i krótka charakterystyka chemiczna słodkich wód podziemnych w województwie świętokrzyskim

Wanda Ginalska-Prokop¹



Hydrogeological conditions and a brief chemical characterization of fresh groundwater in the Świętokrzyskie Province. Prz. Geol., 65: 292–299.

Abstract. The geology of the Świętokrzyskie Province is complex and diverse. Potable water is supplied mainly from Devonian, Triassic, Jurassic and Cretaceous aquifers. Approximately 75% of the water is drinkable, the other 25% is contaminated due to human activities. Water found in the Świętokrzyskie Province is of the $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ or $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ type.

Keywords: hydrogeological conditions, potable water, hydrogeological level, Świętokrzyskie Province

Na temat warunków hydrogeologicznych województwa świętokrzyskiego istnieje wiele opracowań technicznych, informacyjnych i naukowych. Największą grupę stanowią techniczne dokumentacje hydrogeologiczne studni wierconych (ok. 2000). Powstawały one głównie w latach 1955–1965, kiedy uruchomiono państwowe fundusze zaopatrzenia rolnictwa i wsi w wodę, ponieważ w niektórych rejonach odnotowano bardzo duży deficyt wody pitnej. Na przykład, w rejonie Bronkowic (powiat starachowicki) i Wygody (powiat sandomierski) zwierciadło wody pitnej występuje na głębokości poniżej 40 m. Większymi opracowaniami dotyczącymi warunków hydrogeologicznych na tym terenie są dokumentacje dla poszczególnych obszarów ochronnych Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) (np. Bednarz, 1996; Bielecka i in., 2003; Gorczyca i in., 2011; Górnik, 2006a, b; Prażak, 1994; Maszońska, 1998; Młyńczak i in., 2016; Olesiuk i in., 2015; Szczerbicka i in., 2001, 2011, 2015). Ważnym źródłem informacji o warunkach hydrogeologicznych omawianego obszaru, ze względu na szerokie potraktowanie tematu, jest opracowana przez Przedsiębiorstwo Geologiczne w Kielcach „Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych dla województwa kieleckiego” (Ginalska-Prokop i in., 1990). Istotne są również dokumentacje ustalające zasoby dyspozycyjne wód podziemnych poszczególnych zlewni na obszarze województwa świętokrzyskiego (np. Giełżecka i in., 1995; Meszczyński i in., 2001; Staśko i in., 2007; Rodzoch i in., 2012).

Do publikacji hydrogeologicznych o charakterze informacyjnym należą raporty (np. „Stan środowiska w województwie świętokrzyskim”), biuletyny (np. Kwartalny Biuletyn Informacyjny Wód Podziemnych Państwowej Służby Hydrogeologicznej), prognozy i materiały kartograficzne (np. mapy hydrogeologiczne Polski). W latach 1997–2002 wykonano 51 arkuszy „Map hydrogeologicznych Polski w skali 1 : 50 000” obejmujących województwo świętokrzyskie. Ich autorzy oprócz ujęć wodnych zarejestrowali na tym obszarze 159 źródeł, w tym 3 kambryjskie, 5 dewońskich, 21 jurajskich, 39 triasowych, 66 kredowych, 14 z okresu paleogen–miocen i 11 czwartorzędowych. Więk-

szość z nich (ok. 90%) ma wydajność 0,1–4,0 dm³/s, dla pozostałych (ok. 10%) wynosi ona 4,0–10,0 dm³/s, a tylko niewielka ilość źródeł ma większą wydajność. Są to: źródło z wapieni litotamniowych (paleogen) w miejscowości Żrecze k. Buska – wydajność 166,0 dm³/s oraz dwa źródła z utworów kredowych: w miejscowości Dzierżnia, gmina Działoszyce – 27,8 dm³/s i w Wolicy k. Stopnicy o wydajności 46,0 dm³/s.

Niezaprzeczalny i znaczący wkład w rozwój hydrogeologii zarówno regionu świętokrzyskiego, jak i całego kraju miało stworzenie baz danych przestrzennych, takich jak Centralny Bank Danych Hydrogeologicznych (tzw. Bank HYDRO), Monitoring Wód Podziemnych (MWP), Baza Danych o Głównych Zbiornikach Wód Podziemnych, Baza POBORY oraz „Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000”. Obecnie są one jednym z podstawowych źródeł informacji hydrogeologicznych wykorzystywanych przez specjalistów z wielu dziedzin.

Wśród naukowych publikacji poświęconych obszarowi województwa świętokrzyskiego najważniejsze pozycje w kolejności chronologicznej to: „Nowy podział liasu świętokrzyskiego” (Karaszewski, 1960), „Główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) w Polsce – własności hydrogeologiczne, jakość wód, badania modelowe” (Kleczkowski, 1998), „Subregion środkowej Wisły wyżynna część centralna” (Prażak, 2007) oraz „Pozycja hydrogeologiczna i znaczenie gospodarcze dewońskich zbiorników wód podziemnych w Górach Świętokrzyskich” (Prażak, 2012).

Celem niniejszego artykułu jest omówienie w sposób syntetyczny warunków hydrogeologicznych województwa świętokrzyskiego. Jest on kierowany do osób zatrudnionych w administracji, zajmujących się m.in. planowaniem przestrzennym lub ochroną środowiska, związanych zawodowo z projektowaniem i wykonawstwem ujęć oraz zarządzaniem obiektami inżynieryjnymi i urządzeniami technicznymi gospodarki wodnej.

Tekst podzielono na dwie części. W pierwszej przedstawiono w zarysie budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne województwa świętokrzyskiego, w drugiej omówiono chemizm wód podziemnych na tym terenie.

¹ Emerytowany pracownik Przedsiębiorstwa Geologicznego w Kielcach; wandulap@wp.pl.

Przy jego opracowywaniu korzystano przede wszystkim z „Dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód podziemnych dla województwa kieleckiego” (Ginalska-Prokop i in., 1990). Dane liczbowe, tj. współczynnik filtracji i przewodność, pochodzą z 51 arkuszy „Mapy hydrogeologicznej Polski”.

W niniejszej pracy nie zostały omówione wody mineralne występujące w rejonie Buska-Zdroju, które są odrębnym tematem w hydrogeologii województwa (Lisik & Szczepański, 2014).

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ I WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

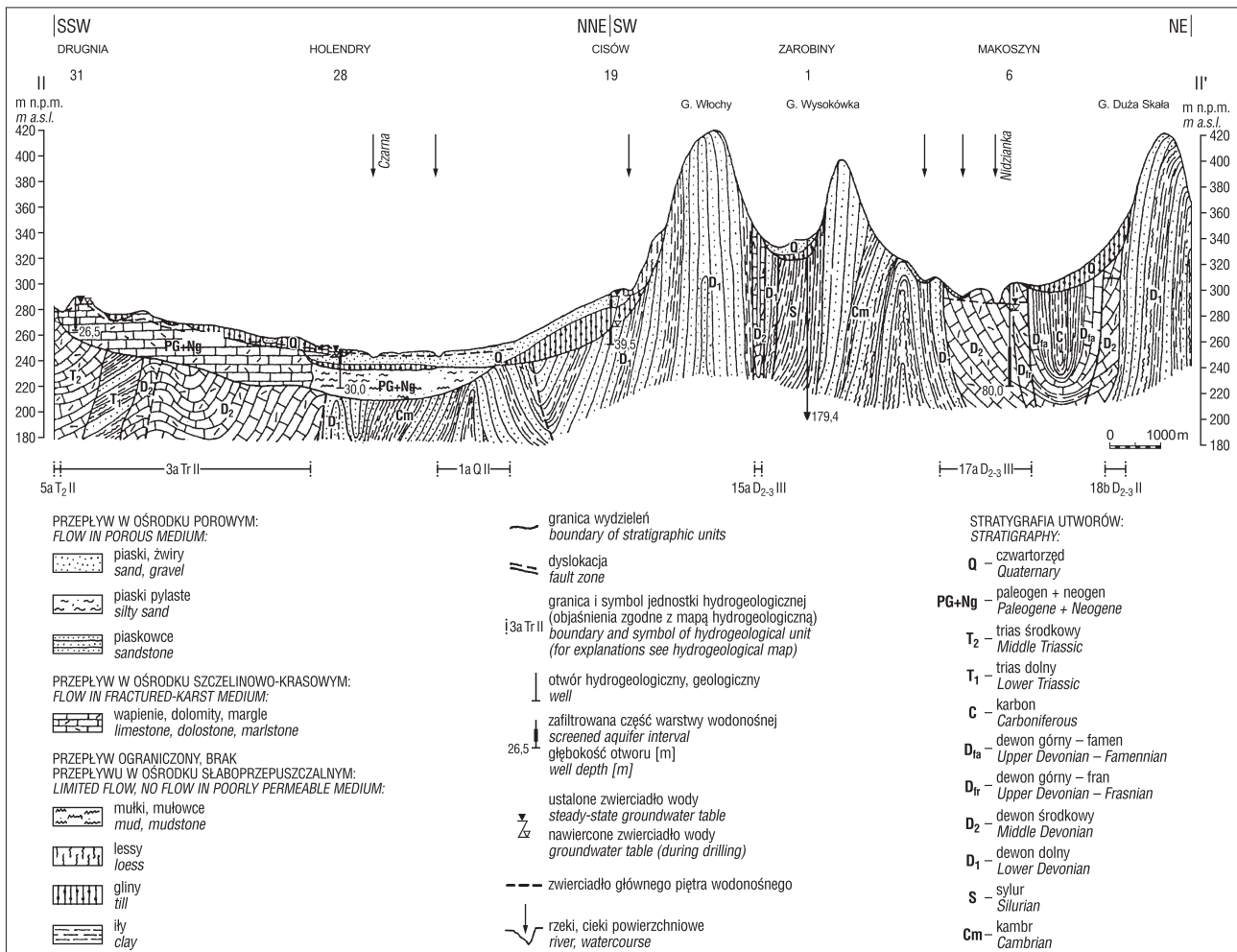
Rejon województwa świętokrzyskiego ma skomplikowaną budowę geologiczną (Ginalska-Prokop i in., 1990). Występują tu utwory od kambru do czwartorzędu. Woda do picia i potrzeb gospodarczych jest pobierana w większym lub mniejszym stopniu ze wszystkich tych poziomów. Utwory paleozoiczne (kambr, sylur, karbon i perm) są zasadniczo uznawane za utwory bezwodne, jednak pobiera się z nich wodę pitną za pomocą studni kopanych ze stropowej części utworów występujących w formie rumoszu. Wyjątkiem w paleozoicznej serii osadowej są utwory dewonu i permu. Utwory dewonu wykształcone w formie wapieni i dolomitów stanowią ważne źródło zaopatrzenia w wodę do picia. Na utworach tych jest zlokalizowane jedno z ujęć

dla Kielc. Wody występujące w utworach permu, gdzie spękane zlepienie umożliwia krążenie wód, są ujmowane przez kilka studni głębinowych. Utwory mezozoiczne (trias, jura i kreda) tworzą główną warstwę wodonośną, z której pochodzi woda do picia. Najbardziej spękana warstwa tych utworów zalega na głębokości do 120 m, a nawet 150 m. W tym przypadku parametry hydrogeologiczne, współczynnik filtracji i przewodność warstwy wodonośnej zależą nie tylko od miąższości i wykształcenia warstwy wodonośnej, ale także od tektoniki i krasu. W województwie świętokrzyskim woda pitna jest również eksploatowana z utworów kenozoiku (paleogen i czwartorzęd). Studnie kopane i wiercone ujmujące wody czwartorzędowe mają średnie i małe wydajności.

W celu przedstawienia skomplikowanej budowy geologicznej terenu wykorzystano przekrój hydrogeologiczny z arkusza Daleszyce wykonany przez Gertrudę Herman (ryc. 1).

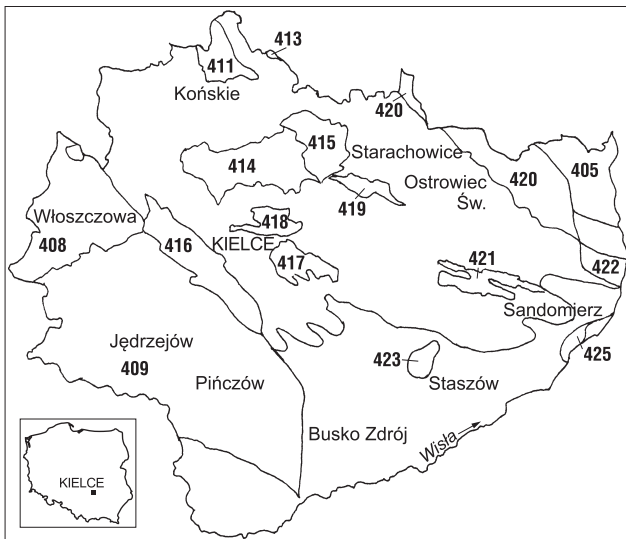
Korzystanie z zasobów wód podziemnych w regionie odbywa się w sposób uregulowany. W chwili obecnej na terenie województwa świętokrzyskiego istnieje 14 GZWP. W 2015 r. dwa z nich, tj. 411 Końskie i 419 Bodzentyn, stały się zbiornikami lokalnymi (odpowiednio: Szczerbicka i in., 2015; Młyńczak i in., 2016).

GZWP to obszary charakteryzujące się dobrą jakością wód podziemnych i korzystnymi warunkami do eksploatacji. Ustalenia ich dotyczące służą do wyznaczenia obszarów chronionych oraz wdrożenia przez Krajowy Zarząd



Ryc. 1. Przekrój hydrogeologiczny II-II' (ark. Daleszyce; Herman, 1997; zmieniony)

Fig. 1. Hydrogeological cross-section II-II' (Daleszyce map sheet; by Herman, 1997; modified)



Ryc. 2. Rozmieszczenie GZWP na terenie woj. świętokrzyskiego (Kleczkowski, 1990): 405 – niecka radomska (fragment); 408 – niecka miechowska NW (fragment); 409 – niecka miechowska SE (fragment); 411 – Końskie (fragment), od 2015 r. zbiornik lokalny; 413 – Szydłowiec (fragment); 414 – Zagnańsk; 415 – G. Kamienna; 416 – Małogoszcz; 417 – Kielce; 418 – Gałęzice–Bolechówice–Borków; 419 – Bodzentyn, od 2015 r. zbiornik lokalny; 420 – Wierzbica–Ostrowiec (fragment); 421 – Włostów; 422 – Romanówka; 423 – subzbiornik Staszów; 425 – Dębica–Stalowa Wola–Rzeszów (fragment)

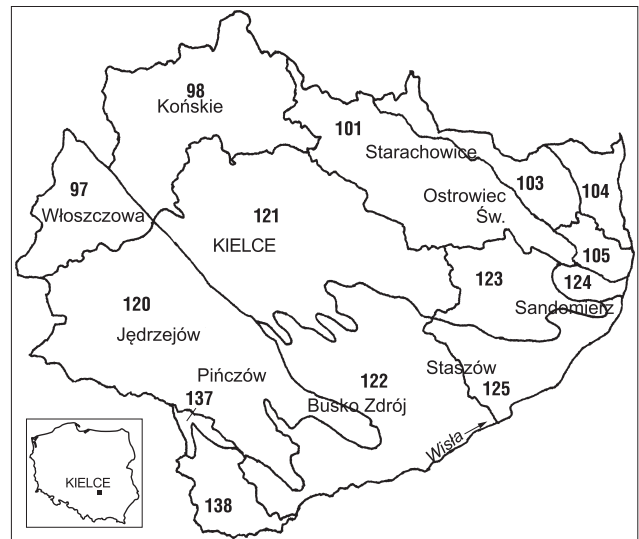
Fig. 2. Main aquifers in the Świętokrzyskie Province (Kleczkowski, 1990): 405 – Radom Basin (part); 408 – NW Miechów Basin (part); 409 – SE Miechów Basin (part); 411 – Końskie (part), local basin since 2015; 413 – Szydłowiec (part), 414 – Zagnańsk; 415 – G. Kamienna; 416 – Małogoszcz; 417 – Kielce; 418 – Gałęzice–Bolechówice–Borków; 419 – Bodzentyn, local basin since 2015; 420 – Wierzbica–Ostrowiec (part), 423 – Staszów Subbasin; 425 – Dębica–Stalowa Wola–Rzeszów (part)



Ryc. 3. Jednostki hydrogeologiczne województwa świętokrzyskiego (Paczyński, 2004, 2007b)

Fig. 3. Hydrogeological units of the Świętokrzyskie Province (Paczyński, 2004, 2007b)

Gospodarki Wodnej programów gospodarowania wodami obszarów dorzeczy. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w województwie świętokrzyskim są zróżnicowane pod względem wielkości (ryc. 2). Warunkiem zakwalifikowania zbiornika wód podziemnych jako GZWP jest m.in. odpo-



Ryc. 4. Jednolite Części Wód Podziemnych na terenie województwa świętokrzyskiego wg podziału Polski na 161 JCWPd (Herbich i in., 2006): 97 – powiat Włoszczowa; 98 – p. Końskie, Kielce, Włoszczowa; 101 – p. Skarżysko-Kamienna, Starachowice, Ostrowiec Św.; 103 – p. Ostrowiec Św., Starachowice; 104 – p. Opatów, Ostrowiec Św., Sandomierz; 105 – p. Sandomierz, Opatów; 120 – p. Włoszczowa, Jędrzejów, Pińczów, Busko-Zdrój; 121 – p. Kielce, Kielce miasto; 122 – p. Staszów, Busko-Zdrój, Kazimierza Wielka; 123 – p. Opatów, Staszów, Sandomierz; 124 – p. Opatów, Sandomierz; 125 – p. Sandomierz, Staszów; 137 – p. Pińczów, Kazimierza Wielka; 138 – p. Kazimierza Wielka, Pińczów

Fig. 4. Groundwater bodies (GWBs) in the Świętokrzyskie Province, according to the division of Poland into 161 GWBs (Herbich et al., 2006): 97 – Włoszczowa District; 98 – Końskie, Kielce and Włoszczowa Districts; 101 – Skarżysko-Kamienna, Starachowice and Ostrowiec Św. Districts; 103 – Ostrowiec Św. and Starachowice Districts; 104 – Opatów, Ostrowiec Św. and Sandomierz Districts; 105 – Sandomierz and Opatów Districts; 120 – Włoszczowa, Jędrzejów, Pińczów and Busko-Zdrój Districts; 121 – Kielce and Kielce City Districts; 122 – Staszów, Busko-Zdrój and Kazimierza Wielka Districts; 123 – Opatów, Staszów and Sandomierz Districts; 124 – Opatów and Sandomierz Districts; 125 – Sandomierz and Staszów Districts; 137 – Pińczów and Kazimierza Wielka Districts; 138 – Kazimierza Wielka and Pińczów Districts

wiednia wydajność potencjalnego otworu studziennego, wydajność ujęcia, przewodność warstwy wodonośnej i klasa jakości wody (Kleczkowski, 1998). Chronione wody podziemne powinny być wykorzystywane wyłącznie na potrzeby komunalne jako woda pitna i ewentualnie w przemysle spożywczym bezpośrednio do produkcji żywności.

Inny podział podziemnych wód pitnych zaproponował Paczyński (2004, 2007b), wg którego na terenie województwa świętokrzyskiego znajdują się: Subregion VII (przedkarpacki) Regionu VI (przedgórskiego), Region VII (lubelsko-radomski), Region VIII (świętokrzyski) i Subregion X3 (nidziański) Regionu X (mogileńsko-łódzko-nidziańskiego) (ryc. 3).

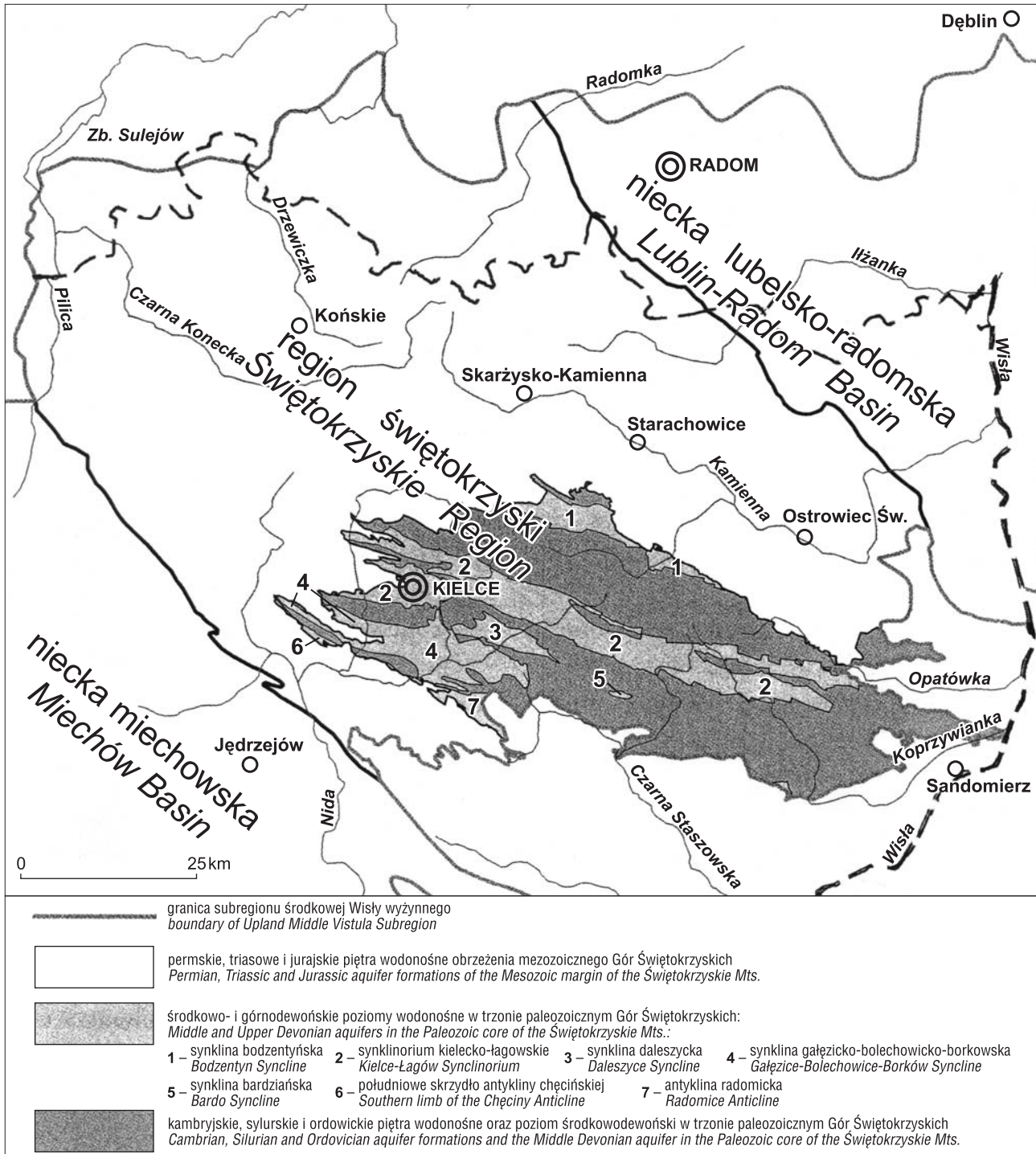
W związku z koniecznością wdrożenia Ramowej Dyrektywy Wodnej (Ramowa..., 2000) gospodarowanie wodą w Polsce opiera się na podziale regionalnym słodkich wód podziemnych na Jednolite Części Wód Podziemnych (JCWPd) (Paczyński, 2007a, b; Nowicki & Sadurski 2007). Opracowując JCWPd, brano pod uwagę dane geologiczne i hydrogeologiczne, opis izolacji warstw wodonośnych, ilość dostępnych zasobów, wielkość poborów oraz opis jakości wód. Według nowego podziału województwa

świętokrzyskie leży w prowincji Wisły, subregionie środkowej Wisły – wyżynnej części centralnej (Prażak, 2007). Według podziału Polski na 161 JCWPd (Herbich i in. 2006), na województwo świętokrzyskie przypada 14 JCWPd (ryc. 4). Projektowana jest wersja podziału Polski na 172 części (Nowicki i in., 2009).

JCWPd nr 120, 121, 123 i 137 są położone w zlewni Nidy i podlegają Regionalnemu Zarządowi Gospodarki Wodnej (RZGW) w Krakowie. Pozostałe znajdują się w zlewni Kamiennej – RZGW w Warszawie. Regionalne Zarządy Gospodarki Wodnej utworzono zgodnie z ustawą Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001 r. Na rycinie 5 przedsta-

wiono piętra wodonośne w strukturach geologicznych na terenie województwa świętokrzyskiego.

Wody w utworach kambriu. Utwory kambryjskie to piaskowce kwarcytowe i łupki, których miąższość w trzonie paleozoicznym wynosi 3000 m. Warstwy piaskowców i łupków są mało spękanе, zatem zasilanie wód i krążenie jest niewielkie. Utwory te są uważane za bezwodne. Woda występuje w stropowych warstwach skał, które mają formę rumoszu. Są to wody szczelinowe. Woda jest ujmowana za pomocą studni kopanych wyłącznie ze stropu kambriu połączonego z utworami czwartorzędowymi. Przykładem ujęcia z piętra kambryjskiego jest źródło św. Franciszka w



Ryc. 5. Piętra wodonośne w strukturach geologicznych regionu świętokrzyskiego (źródło: Prażak, 2007)

Fig. 5. Water-bearing strata in the Świętokrzyskie Province (source: Prażak, 2007)

Świętej Katarzynie. Zwierciadło wody ma charakter swobodny.

Wody w utworach ordowiku. Warstwy ordowiku to facja łupkowo-ilasto-mułowcowa i szarogłazowa. Utwory te, jako mało spękane, są uważane za bezwodne. Woda z ordowickich skał niskowodonośnych jest ujmowana w podobny sposób jak wody kambryjskie.

Wody w utworach syluru. Tak jak utwory ordowiku, utwory syluru występujące w rejonie Łysogór są wykształcone postaci osadów łupkowo-ilasto-mułowcowych i szarogłazowych. Skały te nie stanowią użytkowego poziomu wodonośnego. Woda jest ujmowana wyłącznie studniami kopanymi z rumoszu. Zwierciadło wód szczelinowych jest zazwyczaj swobodne.

Wody w utworach dewonu dolnego. Utwory dewonu dolnego w obszarze łysogórskim są wykształcone głównie jako łupki, piaskowce i ilowce. Miąższość skał wynosi ok. 900 m. Jako mało spękane, warstwy te nie mogą być dobrym kolektorem wód. Ze względu na wyraźną przewagę ilowców i łupków, a zatem niską miąższość skał, wody tych utworów są wodami szczelinowymi o małej wydajności, ze zwierciadłem wody swobodnym i napiętym.

Wody w utworach dewonu środkowego. Miąższość utworów dewonu środkowego w trzonie paleozoicznym Gór Świętokrzyskich wynosi ok. 1000 m (synklina gałęzicko-bolechowicka i bodzentyńska), a w rejonie Kielc 800 m (Dolina Białogońska). Najwyższy poziom środkowego dewonu stanowią łupki szarogłazowe z wkładkami wapieni. Utwory środkowego dewonu to w przeważającej części dolomity i margle z wkładkami wapieni. Wody tego poziomu są związane przede wszystkim z wapieniami i dolomitami. Ich krążenie jest uzależnione od stopnia spękania skał i obecności zjawisk krasowych, co jest wynikiem procesów tektonicznych.

Strefa wodonośna w obszarach podwyższonego spękania skał występuje na głębokości 60–130 m. Dla ujęć z tego poziomu wydatek wody jest bardzo zróżnicowany. Waha się on od 250,0 do 5,0 m³/h. Duże zróżnicowanie wykazuje również współczynnik filtracji (0,5–12,5 m/d) i przewodność warstwy wodonośnej (najczęściej 100–550 m²/d, sporadycznie do 1300 m²/d). Zasilanie poziomu wodonośnego następuje bezpośrednio na wychodniach skał dewonu środkowego, natomiast w dolinach rzek przez infiltrację z nadległych warstw. Można również założyć, że utwory dewońskie znajdujące się w dolinach są zasilane przez wody spływające z otaczających wzgórz kambryjskich. W zależności od rejonu (nadkładu), zwierciadło wody jest swobodne lub napięte.

Wody w utworach dewonu górnego. Utwory górnego dewonu znajdują się w rejonie synkliny łagowskiej i miedzianogórskiej. Są to głównie wapienie, margle i łupki ilaste. Lokalnie występują również łupki bitumiczne. Miąższość osadów waha się od 80 do 200 m. Woda w wapieniach i marglach krąży w podobny sposób jak w utworach dewonu środkowego. W warstwach łupkowo-ilastych, gdzie występuje o wiele mniej spękań, krążenie wód jest ograniczone. Dla utworów górnego dewonu współczynnik filtracji wynosi 0,3–9,6 m/d, natomiast przewodność 100–200 m²/d (sporadycznie 970–1300 m²/d). Zasilanie poziomu wodonośnego odbywa się na wychodniach skał albo przez utwory czwartorzędowe. Zwierciadło wód podziemnych może być swobodne lub napięte.

Charakteryzując budowę geologiczną i parametry hydrogeologiczne wyraźnie widać, że parametry hydrogeologiczne w utworach dewonu środkowego i górnego są bardzo zróżnicowane. Jest to uzależnione od głębokości studni oraz od tego, czy studnia ujmuje wodę tylko z jednego poziomu dewońskiego, czy też z dewonu górnego i środkowego. Studnie głębsze, ujmujące wodę z utworów dewonu górnego (franu) i środkowego (żywetu, eiflu), mają większe wydajności. Wspólny kompleks wodonośny wapieni dolnej części dewonu górnego oraz wapieni i dolomitów dewonu środkowego jest określany przez Kleczkowskiego (1990) i Prażaka (2012) jako D_{2,3}. Takie przypadki obserwuje się w synklinie bodzentyńskiej, synklinorium kielecko-łagowskim, synklinie gałęzicko-bolechowickiej, antyklinie radomickiej i południowym skrzydle antykliny checińskiej.

Wody w utworach karbonu dolnego. W województwie świętokrzyskim osady karbonu występują szczątkowo w jądrach synklin i mają niewielkie rozprzestrzenienie. Wykształcone są głównie w facji mułowcowo-ilastej. W rejonie Gałęzic spotykamy jednak osady karbonu wykształcone jako wapienie. Miąższość utworów karbońskich wynosi 70–250 m. Utwory te, jako mało spękane, są wykorzystywane lokalnie do ujmowania wody z rumoszu za pomocą studni kopanych. Zwierciadło wody jest swobodne.

Wody w utworach permu. Utwory permu występują sporadycznie. Perm jest reprezentowany przez osady cechsztynu (zlepieńce, piaskowce, wapienie i margle) o miąższości 50–250 m. Występują one w formie zatok obrzeżających utwory głównego trzonu paleozoicznego. Z tego poziomu woda pitna jest ujmowana zaledwie kilkoma otworami. Warstwa wodonośna charakteryzuje się współczynnikiem filtracji 0,1–9,8 m/d i przewodnością 100–200 m²/d. Zasilanie odbywa się na wychodniach, albo przez infiltrację z utworów młodszych. Zwierciadło wody ma charakter swobodny.

Wody w utworach triasu dolnego. Utwory triasu występują na dużym obszarze od strony północnej i północno-zachodniej trzonu paleozoicznego. Miąższość tych utworów wynosi od 150 m do 1000 m. Utwory dolnego triasu to przede wszystkim piaskowce i zlepieńce, ale także mułowce i utwory ilaste. Skały tego piętra mają kolor czerwony (pstry piaskowiec). O ilości wody uzyskanej z tego piętra decyduje zarówno miąższość warstwy wodonośnej, jak i tektonika. Utwory triasu dolnego występują w rejonie Zagnańska, Suchedniowa i Skarżyska-Kamiennej. Ich współczynnik filtracji wynosi od 0,5 do 1,6 m/d, sporadycznie 8,2 m/d. Przewodność kształtuje się między 60 a 160 m²/d, a w niektórych przypadkach 500–1100 m²/d. Wody z tego poziomu są typu szczelinowego o zwierciadle przeważnie napiętym. Zasilanie następuje na wychodniach i przez infiltrację przez młodsze utwory.

Wody w utworach triasu środkowego. Poziom wodonośny środkowego triasu jest zbudowany z wapieni i lokalnie z dolomitów i ilowców. Ich miąższość wynosi 20–150 m. W stosunku do obszaru pstrego piaskowca obszar ten jest dużo mniejszy. Wodę często ujmuje się z dwóch poziomów jednocześnie: środkowego i dolnego triasu lub środkowego i górnego triasu. W rejonie Radoszyc, gdzie woda jest ujmowana wyłącznie z utworów triasu środkowego, współczynnik filtracji wynosi 1,0–5,0 m/d, a przewodność 75–200 m²/d. Wody triasu środkowego to wody typu szczelinowego o zwierciadle przeważnie napiętym. Zasilanie

następuje bezpośrednio z powierzchni przez szczeliny uskoku wapieni albo przez nakrywające je młodsze utwory.

Wody w utworach triasu górnego. Utwory górnego triasu są rozmyte. Występują sporadycznie w rejonie Radoszyc, Czerwna i Olesna. Wykształcone są w postaci iłowców i piaskowców z wkładkami margli i wapieni. Woda z tego piętra jest ujmowana zazwyczaj razem z wodami triasu środkowego, a nawet dolnego. Samodzielnych ujęć z tej warstwy jest niewiele (4 sztuki). Ich parametry hydrogeologiczne są następujące: współczynnik filtracji 1,0–2,1 m/d i przewodność 25–75 m²/d. Miąższość warstwy wodonośnej nie przekracza 50 m. Zwierciadło wody jest naporowe. Warstwy górnego triasu są zasilane podobnie jak inne warstwy triasowe. Poziom ten uważa się często za bezwodny.

Wody w utworach jury dolnej. Utwory dolnej jury (liasu) mają miąższość ok. 1000 m. Podobnie jak utwory triasu występują w obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich od Ostrowca Świętokrzyskiego przez Końskie do Przysuchy. Karaszewski (1960) podzielił lias na serie: zagajską, rudonośną, skłobską, ostrowiecką, koszorowską, gielniowską, drzewicką, ciechocińską i borucką. Dla województwa świętokrzyskiego najważniejsze są serie w rejonie Ostrowca Świętokrzyskiego i Końskich. Utwory dolnej jury to przede wszystkim piaskowce, iłowce i mułowce. Miejscami piaskowce są przelawicone mułowcami i iłowcami. Występują też piaskowce laminowane, które są mało spękane i hamują przepływ wód. Najbardziej wydajna jest seria ostrowiecka (piaskowce i małe przelawiczenia mułowców). Wody są ujmowane głównie ze stropowej warstwy do głębokości 150 m, gdzie skały tworzą kolektor porowo-szczelinowo-warstwowy. Wody mają charakter naporowy, a warstwę napinającą tworzą osady ilasto-mułowcowe. Zwierciadło swobodne występuje bardzo rzadko. W rejonie Starachowic, Skarżyska-Kamiennej, Szydłowca, Końskich i Przysuchy warstwy wodonośne liasu znajdują się prawie na powierzchni. Lias jest zasilany również bocznie z utworów triasu, które w tym rejonie są położone wyżej, o czym świadczą istniejące źródła. Mocno rozwinięta tektonika powoduje szybkie zasilanie, ale też i szybki odpływ części wód do warstw środkowej i górnej jury. Poziom dolnej jury jest drenowany przez rzekę Kamienną. Współczynnik filtracji wynosi tu 1,2–2,4 m/d, miejscami 5,8 m/d, a przewodność 100–190 m²/d.

Wody w utworach jury środkowej. Środkowa jura jest wykształcona w postaci utworów ilasto-mułowcowych z niewielką ilością warstw piaskowcowych oraz wapieni, dolomitów i zlepieńców. Miąższość tych warstw wynosi około 300 m. Główną warstwą wodonośną są piaskowce, które występują w rejonie Ostrowca Świętokrzyskiego, Komorowa i Stykowa. Krążenie wód jest typu szczelinowo-porowego i zależy nie tylko od warstwy wodonośnej, ale też od tektoniki. Zwierciadło wody ma przeważnie charakter napięty. Poziom ten zasilany jest przez nadległe utwory. Współczynnik filtracji wynosi 1,4–1,8 m/d, a przewodność warstwy wodonośnej 180–200 m²/d.

Wody w utworach jury górnej. Utwory jury górnej, w postaci wapieni i margli, stanowią również obrzeżenie Gór Świętokrzyskich. Warstwa wodonośna charakteryzuje się średnią wydajnością. Jej miąższość kształtuje się na poziomie 400–1000 m. Współczynnik filtracji wynosi 1,0–4,9 m/d, a przewodność 74–200 m²/d. W rejonie Trę-

bowca k. Starachowic obserwuje się wyjątkowo wysokie wartości współczynnika filtracji (25–30 m/d) oraz przewodności (3259–4110 m²/d). Ujęcie w Trębowcu uzyskało wydatki 150–200 m³/h. Dla studni zastępczych odwierconych w latach 1985–1989 w odległości 300–700 m od ujęcia wydatki wynosiły ok. 10 m³/h. Zdecydowały o tym zjawiska krasowe powstałe na założeniu tektonicznym o szerokości ca. 500 m, ciągnącym się aż do Hły, gdzie w miejscowości Białka woda wypływa w formie źródeł. Kras ten jest zasilany prawdopodobnie wodą ze źródeł Hłanki znajdującej się w niewielkiej odległości na północny-zachód od Trębowca.

Wody w utworach kredy górnej. Na terenie województwa świętokrzyskiego utwory kredy środkowej i dolnej nie występują. Wody są ujmowane z warstwy kredy górnej. Utwory kredy górnej znajdują się w części północno-wschodniej województwa, gdzie mastrycht jest wykształcony w formie margli, wapieni i opok (rejon Tarłowa i Ożarowa). Są to wody szczelinowo-porowe krążące w siatce spękań tektonicznych ze zwierciadłem przeważnie swobodnym. Współczynnik filtracji waha się w granicach od 2,5 do 6,4 m/d i sporadycznie od 8,0 do 10,7 m/d, natomiast przewodność warstwy wodonośnej to 150–300 m²/d, a nawet 500–1080 m²/d. Najbardziej spękana jest warstwa wapieni i margli do głębokości 150 m.

Wodonośne utwory kredy górnej występują również w Niece Nidziańskiej położonej w zachodniej i północno-zachodniej części województwa. Głównym zbiornikiem wodnym są tu margle, wapienie i opoki. Miąższość tych utworów wynosi ok. 800 m. Utwory kredy nidziańskiej znajdują się w rejonie Jędrzejowa, Włoszczowej i Książa Wielkiego. Siegają one aż do Działoszyc, gdzie, z uwagi na morfologię terenu, występuje najwięcej źródeł. Wody tej warstwy należą do typu szczelinowo-porowo-krasowego. Dzięki rozległej sieci spękań ich krążenie jest ułatwione. Przy nadkładzie 4–8 m poziom wodonośny jest zasilany najczęściej bezpośrednio. W dolinach rzek i wąwozów lessowych zasilanie się zwiększa. Zwierciadło wody jest zwykle swobodne. Współczynnik filtracji wynosi średnio 0,4–5,5 m/d i sporadycznie 7–15,9 m/d, natomiast przewodność 102–480 m²/d i sporadycznie 500–980 m²/d.

W obrzeżeniu Niecki Nidziańskiej występują utwory cenomanu. Są to głównie piaskowce średnioziarniste zielone glaukonitowe, czasem piaskowce białe i piaski. Warstwy te znajdują się na głębokości 200–500 m od powierzchni, dlatego wody z tego poziomu są rzadko ujmowane.

Wody w utworach paleogenu. Wody pitne występujące w południowej części województwa świętokrzyskiego w rejonie miejscowości Chmielnik, Busko, Szydłów, Pińczów i Szczaworyż pochodzą z utworów paleogenu–miocenu. Utwory paleogenu to głównie wapienie litotamniowe i detrytyczne, jednak w okolicach Szańca i Zwierzynca woda jest ujmowana z warstwy piasków o wydatku 2,0 m³/h. Miąższość wapieni jest niewielka i waha się od 6,0 do 40 m. Są to wody szczelinowo-porowe o zwierciadle swobodnym, zasilane bezpośrednio z powierzchni albo przez utwory czwartorzędowe. Współczynnik filtracji wód osiąga średnio 2,0–4,8 m/d (max 22,9 m/d), podczas gdy przewodność wynosi 39–100 m²/d, lub lokalnie od 670 do 900 m²/d.

Wody w utworach czwartorzędu. O miąższości utworów czwartorzędowych na obszarze województwa świętokrzyskiego decyduje morfologia. Warstwy czwarto-

rzędowe zalegają nad utworami starszymi i ich miąższość wynosi od 1 m do ok. 30 m. Utwory o wyższej miąższości, tj. między 15 m a 30 m, spotykamy w północnej części województwa w rejonie Końskich i na północ od Ostrowca. Są to gliny, żwiry i piaski polodowcowe. We wschodniej części województwa w okolicach Opatowa i Sandomierza występują lessy o miąższości od 3 m do 20 m. Są to utwory bezwodne. Najwięcej studni wierconych wykonano na tarasach rzek Kamiennej, Wisły i Nidy. Miąższość tych utworów wynosi ok. 30 m. Zwierciadło wody ma charakter swobodny. Współczynnik filtracji wynosi 10–20 m/d, a przewodność 30–430 m²/d. Z tych samych warstw woda jest pobierana za pomocą studni kopanych, ale zwierciadło wody w sezonie letnim waha się od 2 m do 8 m p.p.t. Studnie kopane ujmują również wodę z rumoszu starszego podłoża, ale ich wydatki są minimalne.

CHEMIZM WÓD PODZIEMNYCH

Skład fizykochemiczny wód podziemnych zależy od warunków geologicznych czyli czynników geogenicznych (Ginałska-Prokop i in., 1990). Związany jest także z działalnością człowieka (czynnik antropogeniczny). Wody podziemne województwa świętokrzyskiego, badane przez laboratorium Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego raz Państwową Służbę Ochrony Środowiska w Kielcach, zostały określone w większości przypadków jako wody wodorowo-węglanowo-wapniowe (HCO₃–Ca) oraz węglanowo-wapniowo-magnezowe (HCO₃–Ca–Mg). Wody typu HCO₃–Ca występują w części centralnej i południowej województwa, natomiast wody typu HCO₃–Ca–Mg – w północnej i północno-wschodniej (Prażak, 2002). Wyniki badań potwierdzają, że na terenie województwa spotyka się również wody: ze związkami siarki (HCO₃–SO₄–Ca), zawierające chlor i magnez (HCO₃–Cl–Ca–Mg) oraz z azotanami i siarczanami (HCO₃–SO₄–NO₃–Ca). Te typy wód świadczą o zanieczyszczeniu antropogenicznym. Jak już wspomniano, artykuł nie zawiera informacji na temat wód mineralnych i leczniczych, które w województwie świętokrzyskim występują w subregionie przedkarpaccim (VII).

Obecność azotanów i chlorków wynika ze stosowania nadmiernej ilości nawozów sztucznych i środków ochrony roślin, niewłaściwego odprowadzania ścieków (np. studnie kopane zamieniane na szamba) i niewłaściwego składowania śmieci (np. nielegalne wysypiska w lesie lub nieczynnych kamieniołomach). Występowanie siarczanów w wodach jest związane z działalnością dużych zakładów przemysłowych – np. cementownia Sitkówka-Nowiny i Małogoszcz (Prażak, 2000).

Wody województwa świętokrzyskiego zawierają również związki żelaza, jednakże na ich obecność mają wpływ raczej czynniki geogeniczne. Związki żelaza występują naturalnie w skałach triasu i jury. W wodach czwartorzędowych związki żelaza mogą powstać w procesach rozkładu związków organicznych. Siarczany występujące również w zapadlisku przedkarpaccim (rejon Staszowa, Sandomierza, Buska Zdroju i Solca Zdroju) mają pochodzenie geogeniczne.

W celu oceny stopnia zanieczyszczenia wody pitnej konieczne jest wykonanie analizy poszerzonej, w tym badań na obecność pierwiastków szkodliwych dla zdrowia, takich jak ołów, cynk, stront lub fluorki. Z raportu o stanie

środowiska w województwie świętokrzyskim (WIOŚ Kielce, 2013) wynika, że badane parametry fizykochemiczne i bakteriologiczne nie przekraczają norm przyjętych dla wód pitnych, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 13 listopada 2015 r. (Rozporządzenie, 2015).

W województwie świętokrzyskim obszary GZWP są narażone na zanieczyszczenia zewnętrzne. W dokumentacjach dotyczących GZWP zaznaczono tzw. „obszary szczególne”, które nie posiadają dużej warstwy utworów izolacyjnych i gdzie miąższość nadkładu wynosi zaledwie kilka metrów.

Do końca roku 2005 monitoring wód podziemnych na terenie województwa świętokrzyskiego prowadzony był przez Państwowy Instytut Geologiczny (Prażak & Kowalczyńska, 2006). Obserwacje i badania wykonywano w 104 punktach, w tym 85 punktach sieci regionalnej i 19 punktach sieci krajowej. Były to czynne studnie wiercone (94 punkty), studnie kopane (7 punktów), źródła (2 punkty) i ujęcie infiltracyjne (1 punkt). W latach 2006–2015 obserwacje i badania prowadzono tylko w 19 punktach sieci krajowej. Według danych z 2005 r. uzyskanych w badaniach chemicznych i bakteriologicznych dla 94 czynnych studni wierconych i 2 źródeł, woda do picia i na potrzeby gospodarstwa występowała tylko w 62 punktach (65%). W pozostałych 34 punktach (35%) wodę uznano za niezdatną do picia, ponieważ przynajmniej jeden wskaźnik hydrochemiczny nie mieścił się w normach. W 28 studniach wierconych zawartość związków żelaza lub manganu pochodzenia geogenicznego przekraczała dopuszczalne normy. W pięciu punktach wykryto związki azotu pochodzenia antropogenicznego. W 2 próbach stwierdzono zbyt niską lub zbyt wysoką twardość, a w 5 zbyt niski odczyn pH. Podczas monitoringu przeprowadzonego w 2005 r. dla 104 ujęć województwa świętokrzyskiego oceniono również jakość wód podziemnych. W 7 punktach pomiarowych odnotowano wody bardzo dobrej jakości (klasa I), w 46 wody dobrej jakości (klasa II), w 35 wody zadowalającej jakości (klasa III), w 14 wody niezadowalającej jakości (klasa IV), a w 2 punktach wody złej jakości (klasa V).

WNIOSKI

Obszar województwa świętokrzyskiego charakteryzuje się zróżnicowaną budową geologiczną, co ma wpływ na warunki hydrogeologiczne. O jakości i ilości wody decyduje nie tylko budowa geologiczna, ale także tektonika. Woda jest ujmowana ze wszystkich pięter geologicznych od kambru do czwartorzędu. Jednak głównie jest ona eksploatowana z utworów dewonu, triasu, jury i kredy. Z analizy stanu chemicznego wód wynika, że ok. 65% to woda zdatna do picia, pozostałe 35% nie odpowiada normom dotyczącym wód pitnych.

Na terenie województwa świętokrzyskiego wody wszystkich poziomów hydrogeologicznych są wodorowo-węglanowo-wapniowe (HCO₃–Ca) oraz węglanowo-wapniowo-magnezowe (HCO₃–Ca–Mg). Skład fizyczny i chemiczny wód podziemnych jest kształtowany przez czynniki geogeniczne (powiązane z budową geologiczną poziomu wodonośnego) oraz czynniki antropogeniczne (związane z działalnością człowieka). Z uwagi na ochronę zasobów wodnych przed zanieczyszczeniami przez człowieka wytypowano obszary Głównych Zbiorników

Wód Podziemnych (GZWP), które podlegają szczególnej ochronie.

Działania na rzecz ochrony wód podziemnych polegają m.in. na odpowiedniej gospodarce ściekowej i odpadowej, właściwej polityce zagospodarowania przestrzennego, powszechnej edukacji ekologicznej społeczeństwa w celu ochrony środowiska i racjonalnego (oszczędnego) gospodarowania zasobami oraz tworzeniu właściwych warunków socjalno-bytowych (np. rozbudowa sieci kanalizacyjnych). Konieczna jest także kontrola nad procesami migracji zanieczyszczeń, modernizacja lub likwidacja urządzeń stwarzających zagrożenie dla zasobów wód podziemnych i – w konsekwencji – zdrowia ludzi oraz tworzenie i stosowanie przepisów prawnych dotyczących właściwego gospodarowania zasobami wód podziemnych.

Autorka składa podziękowania Recenzentom oraz Redaktorowi Naczelnemu Przeglądu Geologicznego za cenne uwagi i sugestie. Podziękowania należą się również Pani Gertrudzie Herman za zgodę na wykorzystanie wykonanego przez nią przekroju hydrogeologicznego.

LITERATURA

- BEDNARZ L. 1996 – Dokumentacja hydrogeologiczna głównego zbiornika wód podziemnych GZWP 419 Bodzentyn. Arch. Przed. Geol., Kielce.
- BIELECKA H. i in. 2003 – Projekt prac geologicznych dla udokumentowania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Drzewiczki, w tym dokumentacja hydrogeologiczna GZWP 411 Końskie. Arch. Przed. Geol. Proxima S.A., Wrocław.
- GIELŻECKA D., KOWALIK J. & NICPOŃ W. 1995 – Kompleksowa analiza ognisk i rodzaju zanieczyszczeń wód powierzchniowych i podziemnych w zlewni Nidy. Arch. Przed. Geol., Kielce.
- GINAŁSKA-PROKOP W. i in. 1990 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych województwa kieleckiego. Arch. Przed. Geol., Kielce.
- GORCZYCA G. i in. 2011 – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 416 Małogoszcz. Arch. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GÓRNIK M. 2006a – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszarów ochronnych zbiornika wód podziemnych Zagnańsk, (GZWP nr 414), Arch. Katow. Przed. Geol. Sp. z o.o., Katowice.
- GÓRNIK M. 2006b – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych rejonu eksploatacji Zagnańsk-Strawczyn w tym GZWP nr 414 Zagnańsk. Arch. Katow. Przed. Geol. Sp. z o.o., Katowice.
- HERBICH P., NOWICKI Z., SADURSKI A. & SKRZYPCZYK L. 2006 – Kryteria i tryb wyznaczania jednolitych wód podziemnych. Mat. XVI Symp. nauk.-techn. „Problemy związane z wprowadzaniem ramowej dyrektywy wodnej”: 26–33. PZITS, Częstochowa.
- KARASZEWSKI W. 1960 – Nowy podział liasu świętokrzyskiego. Kwart. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A. (red.) 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1 : 500 000. AGH, Kraków.
- KLECZKOWSKI A. (red.) 1998 – Główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) w Polsce – własności hydrogeologiczne, jakość wód, badania modelowe. Kraków.
- LISIK R. & SZCZEPAŃSKI A. 2014 – Siarczkowe wody lecznicze w części zapadliska przedkarpackiego. Wyd. Posteris, Kielce.
- MAPY HYDROGEOLOGICZNE POLSKI 1 : 50 000 województwo świętokrzyskie 1997–2002 (Cichecka, 1997, 2000; Fert, 1997; Herman, 1997, 2000, 2002; Józefko, 1997; Jaworski, 1997, 2000, 2002; Kos, 1997, 2000, 2002; Krajewski, 2000; Paczyński, 2002; Pacholewski, 2000; Perek, 1997; Prażak, 1997, 2000, 2002; Sokołowski, 2002; Wagner, 2000; Wasilewska, 1997; Włostowski, 2000; Wróblewska, 1997, 2000, 2002; Zembal, 2002). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MASZOŃSKA D. 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna zbiornika wód podziemnych Wierzbica-Ostrowiec (GZWP 420), Arch. Exbud-Hydrogeotechnika Sp. z o.o., Kielce.
- MESZCZYŃSKI J. i in. 2001 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Koprzywianki i Opatówki. Arch. Przed. Geol. POLGEOL S.A., Lublin.
- MŁYŃCZAK T. i in. 2016 – Dodatek do Dokumentacji hydrogeologicznej Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) nr 419 „Bodzentyn” w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Lokalnego zbiornika wód podziemnych Bodzentyn, dawnego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 419 (Zbiornik Bodzentyn), Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- NOWICKI Z. & SADURSKI A. 2007 – Regionalizacja wód podziemnych Polski w świetle przepisów Unii Europejskiej [W:] Paczyński B. & Sadurski A. (red.), Hydrogeologia regionalna Polski, tom 1, Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 95–106.
- NOWICKI Z. i in. 2009 – Zadania Państwowej Służby Hydrogeologicznej w 2009 r., Zadanie 28: Charakterystyka geologiczna i hydrogeologiczna zweryfikowanych JCWPd. Państw. Inst. Geol., Warszawa: (http://www.psh.gov.pl/plik/id,5140,v,artykul_6428.pdf).
- OLESIUK G. i in. 2015 – Dodatek do Dokumentacji hydrogeologicznej Zbiornika Wód Podziemnych Wierzbica-Ostrowiec (GZWP 420) określającej warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 420 (Zbiornik Wierzbica-Ostrowiec). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B. (red.) 2004 – Mapa wstępnej waloryzacji Głównych Zbiorników Wód Podziemnych, 1 : 500 000. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- PACZYŃSKI B. 2007a – Podstawy regionalizacji hydrogeologicznej [W:] Paczyński B. & Sadurski A. (red.), Hydrogeologia regionalna Polski, tom 1, Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 67–68.
- PACZYŃSKI B. 2007b – Ogólna charakterystyka jednostek słodkich wód podziemnych [W:] Paczyński B. & Sadurski A. (red.), Hydrogeologia regionalna Polski, tom 1, Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 71–78.
- PRAŻAK J. 1994 – Dokumentacja hydrogeologiczna rejonu eksploatacji (RE) Kielce, w tym GZWP 417 Kielce. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Kielce.
- PRAŻAK J. 2000 – Chemizm i jakość wód podziemnych w regionie środkowomałopolskim. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Kielce.
- PRAŻAK J. 2002 – Chemizm i jakość wód podziemnych w województwie świętokrzyskim. Biul. Państw. Inst. Geol. Tom 400. Warszawa: 77–90.
- PRAŻAK J. & KOWALCZEWSKA G. 2006 – Roczny raport z badań monitoringowych jakości zwykłych wód podziemnych w województwie świętokrzyskim – monitoring operacyjny – 2005 r. Nar. Arch. Geol. PIG-PIB, Kielce.
- PRAŻAK J. 2007 – Subregion środkowej Wisły wyżyna część centralna [W:] Paczyński B. & Sadurski A. (red.), Hydrogeologia regionalna Polski, tom 1, Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa: 174–187.
- PRAŻAK J. 2012 – Pozycja hydrodynamiczna i znaczenie gospodarcze dewońskich zbiorników wód podziemnych w Górach Świętokrzyskich, PIG-PIB. T. 198, Warszawa.
- RAMOWA Dyrektywa Wodna (RDW): Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Dz.U. UE L z dnia 22 grudnia 2000 r.).
- RODZOCH A. i in. 2012 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Nidy bez regionu Kielc. Arch. Hydrogeo, Warszawa.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. z 2015 r. poz. 1989).
- STAŚKO S. i in. 2007 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Czarnej Staszowskiej i Wschodniej. Arch. Integr. Manag. Services, Wrocław.
- SZCZEBICKA M. i in. 2001 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia strefy ochronnej GZWP-421 Włostów. Arch. Przeds. Geol. POLGEOL S.A., Lublin.
- SZCZEBICKA M. i in. 2011 – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 405 niecka radomska. Arch. Przeds. Geol. POLGEOL S.A., Lublin.
- SZCZEBICKA M. i in. 2015 – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych lokalnego zbiornika wód podziemnych Końskie dawnego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 411 Zbiornik Końskie. Państw. Inst. Geol., Lublin.
- USTAWA z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne, t.j. Dz.U. z 2015 r. poz. 469.
- WOJEWÓDZKI Inspektorat Ochrony Środowiska w Kielcach 2013 – Stan środowiska w województwie świętokrzyskim w latach 2011–2012. Raport. Bibl. Monit., Kielce: 85–93.

Praca wpłynęła do redakcji 27.08.2015 r.
Akceptowano do druku 12.12.2016 r.