

Główne zbiorniki wód podziemnych w obszarach bilansowych regionu świętokrzyskiego

Katarzyna Białecka¹, Jan Prazak¹

Main groundwater reservoirs in the balance areas of the Holy Cross Mts. region. Prz. Geol., 72: 100–105; doi: 10.7306/2024.46

A b s t r a c t. The authors present the position of the Holy Cross Mts. region against the background of catchment areas with documented groundwater resources. The main groundwater reservoirs (MGR), separated mainly based on structural and hydrogeological criteria, are discussed. The principles of constructing conceptual and mathematical groundwater flow models of catchment and structural aquifer systems, along with comments on their mutual coherence, are also described.

Keywords: balance areas, main groundwater reservoirs, Holy Cross Mts. region

Region świętokrzyski jest jednostką hydrogeologiczną, która obejmuje centralną część wyżynnego subregionu środkowej Wisły. Od południowego zachodu graniczy z niecką miechowską, a od północnego wschodu z niecką lubelsko-radomską (Paczyński, 1993; Paczyński, Sadurski, 2007; Prazak, 2007). W podziale geograficznym stanowi część Wyżyny Małopolskiej, która została wyniesiona morfologicznie i geologiczno-intersekcyjnie. W budowie geologicznej regionu świętokrzyskiego wyróżnia się trzon paleozoiczny i obrzeżenie permsko-mezozoiczne. Dominują w nim struktury fałdowe z licznymi uskokami poprzecznymi i podłużnymi. W trzonie paleozoicznym (składającym się z utworów od prekambriu do karbonu) przeważają fałdy o osiach WSW-ENE, a w obrzeżeniu mezozoicznym (zawierającym utwory od permu do jury górnej) o osiach SW-NE. Region ten rozdzielają obszary wododziałowe pomiędzy zlewniami II rzędu dopływów Wisły: Pilicy, Kamiennej, Opatówki, Nidy, Czarnej Staszowskiej i Koprzywianki. Najbardziej wyniesiona część działu wodnego biegnie po szczytach Pasma Głównego Gór Świętokrzyskich. Skomplikowana budowa geologiczna regionu sprawia, że obok skał wodoprzepuszczalnych występują także skały nieprzepuszczalne. Warunki hydrogeologiczne są zmienne zarówno pod względem przewodności hydraulicznej skał, jak i zasobności struktur wodonośnych.

CEL PRACY

Celem niniejszej pracy jest zaprezentowanie problemów gospodarki wodnej w obszarach bilansowych wód podziemnych w regionie świętokrzyskim. Obszarami tymi są zlewniowe systemy wodonośne należące do jednej lub dwóch połączonych zlewni II rzędu Wisły. W *Słowniku hydrogeologicznym* (Kleczkowski, Rózkowski, 2000) systemem wodonośnym jest nazywany: *zespół poziomów wodonośnych znajdujących się w kontakcie hydraulicznym, ograniczony ściśle zdefiniowanymi przestrzennie i dynamicznie granicami*. Opisywane obszary bilansowe regionu świętokrzyskiego zostały wydzielone dla potrzeb gospodarki wodnej prowadzonej przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie i Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie. Celem pracy jest także

przedstawienie kryteriów wydzielenia w tym regionie obszarów bilansowych głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) wymagających szczególnej ochrony oraz rejonów odwadniania kopalń surowców skalnych.

HISTORIA BADAŃ

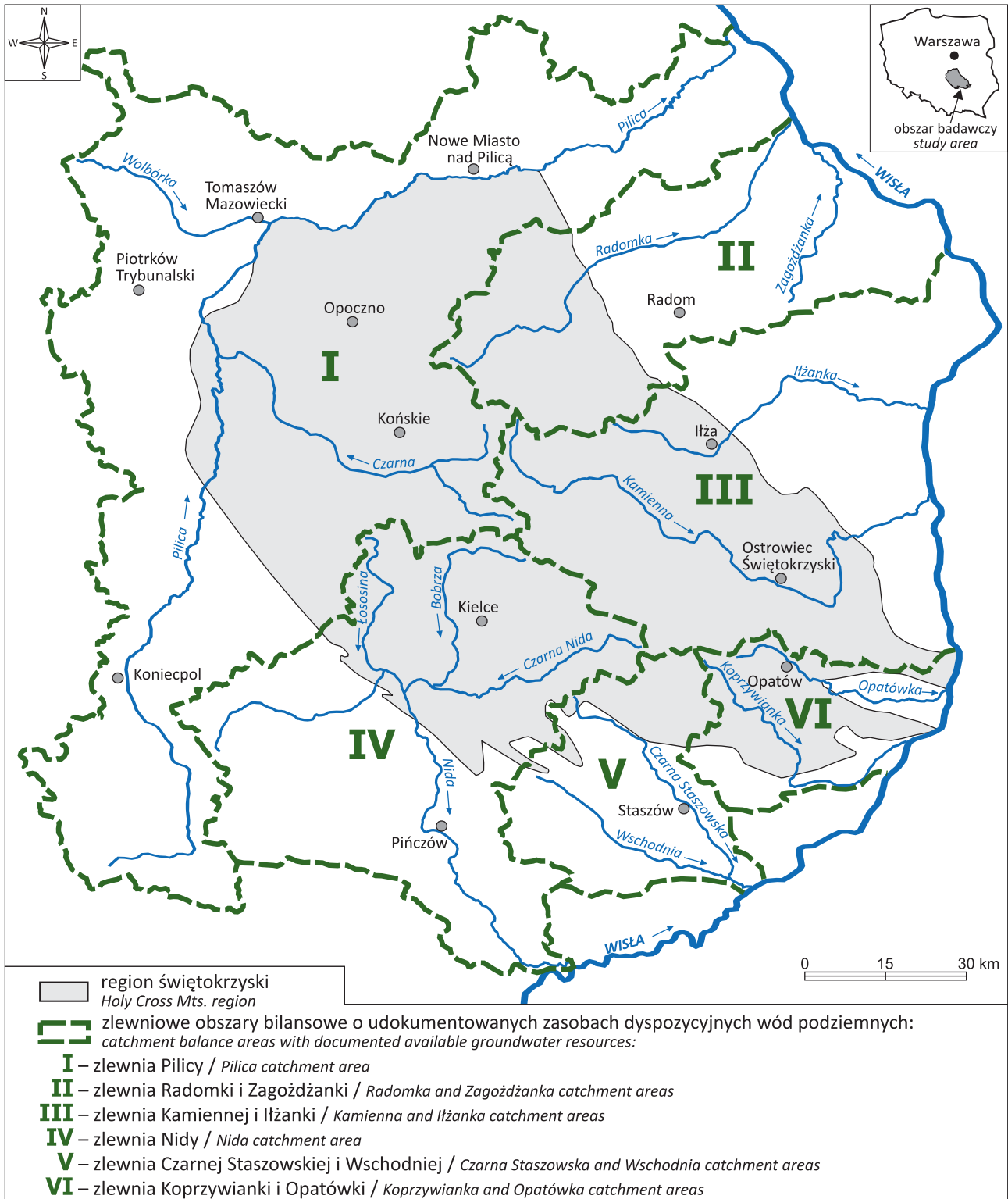
Zasoby odnawialne i dyspozycyjne wód podziemnych zlewni II rzędu w dorzeczu Wisły, w granicach których znajduje się region świętokrzyski (ryc. 1), ustalono i opisano w sześciu dokumentacjach hydrogeologicznych: Pilicy, Radomki i Zagożdżanki, Kamiennej i Iłżanki, Nidy, Czarnej Staszowskiej i Wschodniej oraz Koprzywianki i Opatówki (tab. 1). Dokumentacje te sporządzono zgodnie z zaleceniami zawartymi w poradniku *Ustalenie dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych*, opracowanym na zlecenie Ministerstwa Zasobów Naturalnych i Leśnictwa (Paczyński i in., 1996) jeszcze przed wydaniem poradnika *Metodyka określania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w obszarach bilansowych z uwzględnieniem potrzeb jednolitych bilansów wodnogospodarczych* (Herbich i in., 2013).

GZWP udokumentowano w Polsce pod koniec lat 80. XX w., a ich granice pokazano na *Mapie obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000* (Kleczkowski, 1990a, b). Podstawowym kryterium wydzielenia tych zbiorników była wydajność otworu studziennego ponad 70 m³/h, wydajność ujęcia powyżej 10 000 m³/dobę, przewodność powyżej 10 m²/h, klasa wód I (woda nie wymaga uzdatnienia lub jej uzdatnienie nie jest skomplikowane). W obszarach deficytowych w wodę zastosowano indywidualne kryteria ilościowe, znacznie zaniżone, ale pozwalające wydzielić zbiorniki o praktycznym znaczeniu na tle ogólnie niekorzystnych warunków hydrogeologicznych. Zatem o delimitacji GZWP decydowały nie tylko granice warstw wodonośnych, lecz także ich parametry hydrauliczne. Później zaczęto je dokumentować w większych skalach – 1:50 000 i 1:25 000. Początkowo, do 2009 r., były to dokumentacje hydrogeologiczne zbiorników wód podziemnych sporządzane zgodnie z wytycznymi zawartymi w opracowaniu *Dokumentowanie zbiorników wód podziemnych i ustalenie zasad ochrony obszarów ich zasilania*

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25–020 Kielce; katarzyna.bialecka@pgi.gov.pl; jan.prazak@pgi.gov.pl

(Ulman-Bortnowska, 1995). Wykonano wówczas dokumentację GZWP nr: 412 i 413 Goszczewice; 414 Zagnańsk i 417 Kielce oraz 421 Włostów. W 2009 r. opracowano *Metodykę wyznaczania obszarów ochronnych głównych zbiorników wód podziemnych dla potrzeb planowania i gospodarowania wodami w obszarach dorzeczy* (Herbich i in., 2009). Stosując nowe wytyczne, ponownie opracowano niektóre z wcześniej wykonanych dokumentacji i udoku-

mentowano kolejne GZWP (ryc. 2): 418 Gałęzice–Bolechówice–Borków, 416 Małogoszcz, 410 Opoczno, 411 Końskie (przekwalifikowany na lokalny zbiornik wód podziemnych), 415 Górna Kamienna, 417 Kielce, 419 Bodzentyn (przekwalifikowany na lokalny zbiornik wód podziemnych), 422 Romanówka, 420 Wierzbiica–Ostrowiec oraz 412 i 413 Goszczewice–Szydłowice (Mikołajków, Sadurski, 2017).



Ryc. 1. Zlewniowe obszary bilansowe regionu świętokrzyskiego o udokumentowanych zasobach dyspozycyjnych wód podziemnych
Fig. 1. Catchment balance areas with documented available groundwater resources of the Holy Cross Mts. region

Opracowania hydrogeologiczne dotyczące prowadzonych i planowanych odwodnień w rejonach odkrywkowych wyrobisk górniczych zaczęto wykonywać od 1983 r. – z myślą o ewentualnym wykorzystaniu wód kopalnianych do celów komunalnych oraz przemysłowych i rolniczych. W pierwszej kolejności wykonano je w rejonie Gałęzice–Bolechowice–Borków, w którym znajduje się pięć odwadnianych kopalń dewońskich wapieni, dolomitów i margli, pozyskiwanych na potrzeby miejscowego przemysłu cementowo-wapienniczego, budownictwa i cukrownictwa. Są to kopalnie: *Miedzianka* (wyrobiska Ostrówka i Ołowianka), *Jaźwica* i *Trzuskawica* (wyrobiska Kowala i Trzuskawica), *Kowala* i *Radkowice* (wyrobiska Radkowice i Kowala Mała). W opracowaniach tych wskazano możliwości wykorzystania wód kopalnianych, które zazwyczaj są odprowadzane do rzek. Środkowo- i górno-dewońskie wapień i dolomity w rejonie tych kopalń stanowią główny zbiornik wód podziemnych – GZWP nr 418 (ryc. 2).

Drugim obszarem intensywnej eksploatacji surowców węglanowych w regionie świętokrzyskim jest rejon Łagowa w synklinorium kielecko-łagowskim (ryc. 2). Znajduje się tam 11 kopalń wapieni i dolomitów dewońskich. Dotychczas tylko 3 złoża są odwadniane (Wszachów I, Piskrzyn i Janczyce), jednak 8 pozostałych kopalń stara się uzyskać zezwolenia na wydobywanie kopaliny z zawodnionych poziomów eksploatacyjnych (Białecka, Prażak, 2019; Białecka, 2022).

UWAGI DO KONCEPCJI SYSTEMÓW WODONOŚNYCH ZLEWNI BILANSOWYCH I GŁÓWNYCH ZBIORNIKÓW WÓD PODZIEMNYCH REGIONU ŚWIĘTOKRZYSKIEGO

Morfologiczne wyniesienie regionu świętokrzyskiego sprawia, że niezależnie od miejscowych stref drenażu, kształtowanych przez rzeki, ewapotranspirację, pobór wód podziemnych i odwodnienie kopalń surowców skalnych, istnieje głęboki odpływ wód podziemnych do sąsiednich

struktur geologicznych szczególnie do niecki lubelsko-radomskiej i niecki miechowskiej (ryc. 2, 3).

W celu ustalenia zasobów wód podziemnych autorzy opracowań regionalnych przyjmowali najbardziej właściwą według nich koncepcję systemu wodonośnego. Najistotniejszymi elementami tych koncepcji są pionowe i poziome granice obszaru bilansowego oraz przestrzenna orientacja warstw wodonośnych. Zasoby odnawialne i dyspozycyjne wyliczono za pomocą modelowania matematycznego, w którym ważne jest wyznaczenie pionowych i poziomych granic warstw wodonośnych tak, aby w wiarygodnie odwzorować warunki hydrogeologiczne obszaru bilansowego. Granice te mogą być tożsame z granicami obszaru bilansowego (najczęściej dotyczy to modelowania dużych obszarów bilansowych, np. zlewni II rzędu) albo odsunięte na zewnątrz do najbliższych stref drenażu lub innych granic, np. skał nieprzepuszczalnych (w modelowaniu GZWP i rejonów odwodnienia kopalń surowców skalnych wyznaczano głównie granice strukturalne i stratygraficzne). Niezbędnym elementem każdej koncepcji było ustalenie kierunków zasilania i drenażu systemu wodonośnego. Wielkość zasilania i drenażu określano z wykorzystaniem metod hydrologicznych lub metodą infiltracji, a w szczególnych przypadkach przyjmowano poprzez analogię do obszarów sąsiednich zlewni. W modelach matematycznych zazwyczaj przyjmuje się, że dolna, pozioma granica systemu wodonośnego odpowiada warstwie nieprzepuszczalnej. Stanowi to duże uproszczenie, gdyż w systemie regionu świętokrzyskiego część wód zasila regionalny dopływ wód do niżej położonych struktur wodonośnych w niecce miechowskiej, niecce lubelsko-radomskiej i zapadlisku przedkarpackim. Obliczenie ilości wody odpływającej do tych struktur jest prawie niemożliwe, a brak odpływu wody w procesie tarowania modelu skutkuje zmniejszeniem zasilania systemu przez infiltrację opadów atmosferycznych.

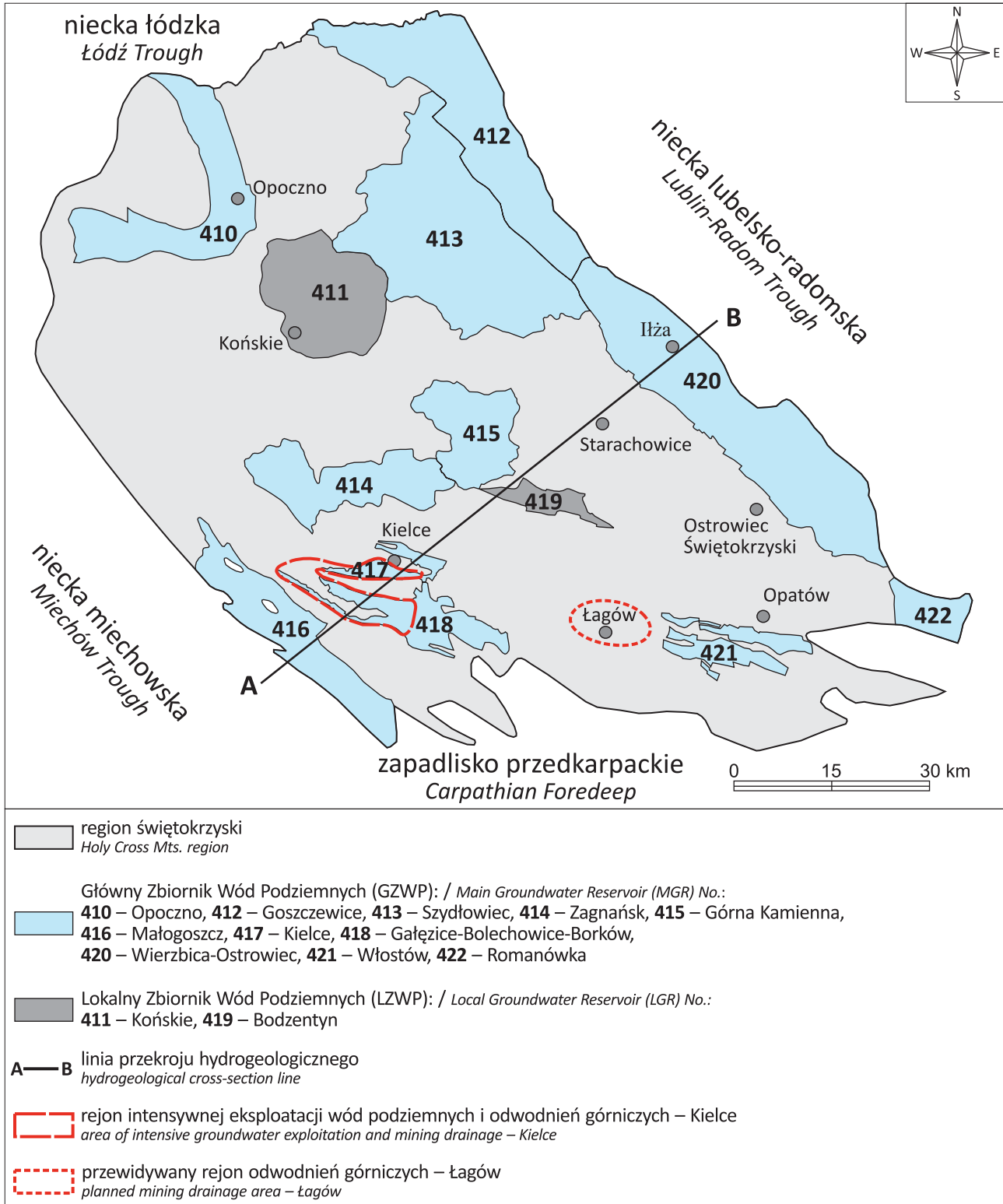
Modele i obliczenia zasobów zlewniowych obszarów bilansowych były wykonywane w różnym czasie i przez różnych autorów. Różna też była ich konstrukcja, w tym liczba warstw wodonośnych, zwykle od 1 do 5 (tab. 1).

Tab. 1. Wykaz modeli matematycznych obszarów bilansowych wód podziemnych w regionie świętokrzyskim, wykonanych dla potrzeb ustalenia zasobów dyspozycyjnych Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej (RZGW) w Warszawie i RZGW w Krakowie
Table 1. List of mathematical models of groundwater balance areas in the Holy Cross Mts. region, prepared for the purposes of determining the available resources of the Regional Water Management Board (RWMB) in Warsaw and RWMB in Kraków

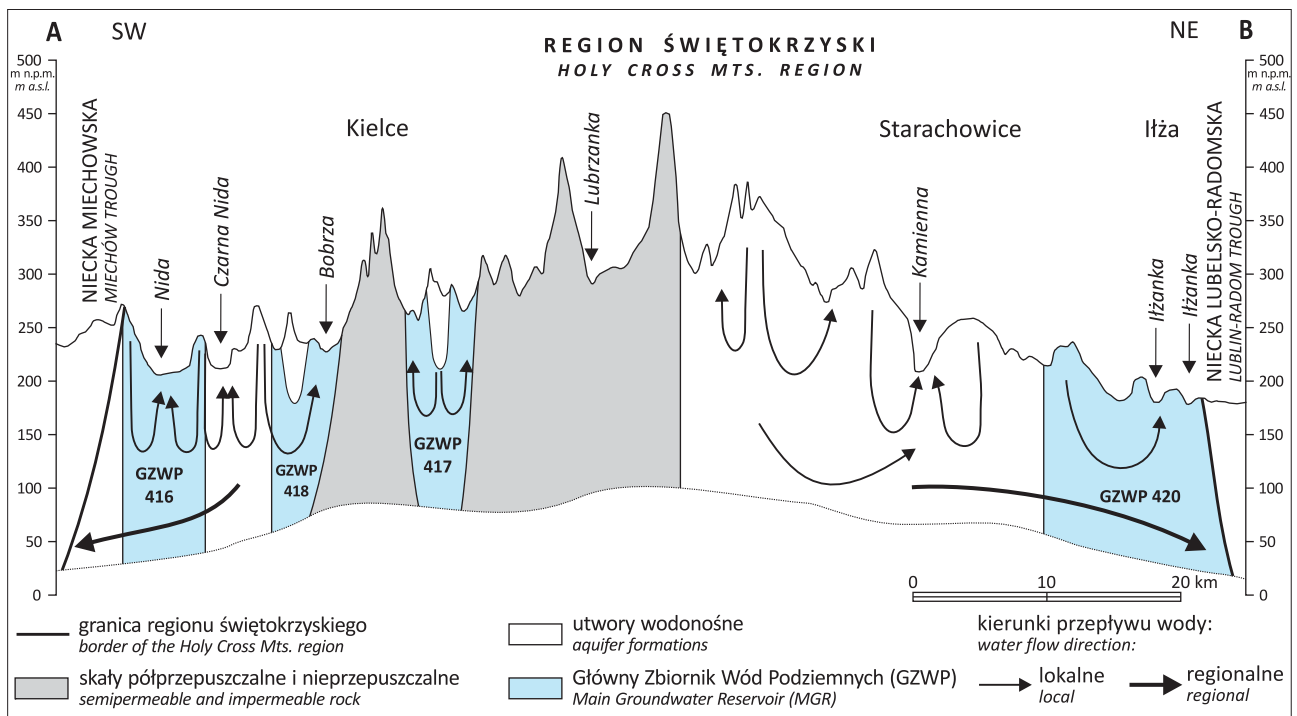
Lp. No.	Obszar bilansowy <i>Balance sheet area</i>	Liczba warstw modelu matematycznego <i>Number of layers of the mathematical model</i>	Zasoby dyspozycyjne <i>Disposable resources</i> [m ³ /h]	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej (RZGW) <i>Regional Water Management Board</i>
I	Zlewnia Pilicy <i>Pilica catchment area</i>	2/4	46 280	RZGW Warszawa
II	Zlewnia Radomki i Zagożdżanki <i>Radomka and Zagożdżanka catchment areas</i>	5	15 859	
III	Zlewnia Kamiennej i Hżanki <i>Kamienna and Hżanka catchment areas</i>	2	17 061	
IV	Zlewnia Nidy bez rejonu Kielc <i>Nida catchment area excluding the Kielce area</i>	4	21 300	RZGW Kraków
V	Zlewnia Czarnej Staszowskiej i Wschodniej <i>Czarna Staszowska and Wschodnia catchment areas</i>	2	4 109	
VI	Zlewnia Koprzywianki i Opatówki <i>Koprzywianka and Opatówka catchment areas</i>	1	3 154	

W celu ustalenia zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych korzystano także z metod hydrologicznych. W wielu przypadkach koncepcyjne i matematyczne modele graniczących ze sobą zlewniowych systemów wodonośnych nie przystawały do siebie. Pionowe granice modeli najczęściej były wyznaczane wzdłuż działów wodnych ograniczających zlewnie bilansowe. Obliczano zasoby odnawialne i dyspozycyjne wód podziemnych całych zlewni, w któ-

rych region świętokrzyski stanowi tylko ich część. Na skutek tego, że część wód podziemnych odpływa z regionu świętokrzyskiego do niżej usytuowanych struktur wodonośnych, trudno jest ustalić zasoby odnawialne i będące ich częścią zasoby dyspozycyjne tego regionu. Zasoby te są zazwyczaj obliczane jako średni moduł odpływu ze zlewni lub części zlewni bilansowej \times powierzchnia regionu świętokrzyskiego w zlewni. Moduły odpływu podziemne-



Ryc. 2. Główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) w regionie świętokrzyskim (Kleczkowski, 1990a; Mikołajków, Sadurski, 2017)
Fig. 2. Main groundwater reservoirs (MGR) in the Holy Cross Mts. region (Kleczkowski, 1990a; Mikołajków, Sadurski, 2017)



Ryc. 3. Przekrój hydrogeologiczny regionu świętokrzyskiego
Fig. 3. Hydrogeological cross-section of the Holy Cross Mts. region

go z poszczególnych zlewni, obliczone metodami hydrologicznymi i na podstawie modelu matematycznego, są różne, co stwarza dodatkowe komplikacje obliczeniowe. Nie stanowi to jednak istotnego problemu, gdyż gospodarka wodna i jej nadzór są prowadzone w systemach zlewniowych, a nie strukturalnych.

Granice GZWP przeważnie mają założenia strukturalne (takie jak uskoki i zasięgi stratygraficzno-litologiczne), lub zostały wyznaczone na podstawie parametrów hydrogeologicznych warstw wodonośnych. Sprawia to, że wiele modeli koncepcyjnych i matematycznych obejmowało nie tylko lokalne zlewnie, lecz także i obszary poza tymi zlewniami, sięgające aż do ograniczających je dalszych stref drenażu. Umożliwiało to dokładne wytarowanie pola hydrodynamicznego w granicach samego GZWP.

GZWP jest na ogół częścią większego systemu wodonośnego, w którym kształtują się jego zasoby. W regionie świętokrzyskim znajduje się obecnie jedenaście GZWP (ryc. 2, tab. 2). Początkowo było ich trzynaście, lecz po szczegółowych badaniach dwa z nich (411 Końskie i 419 Bodzentyn) przekwalifikowano na lokalne zbiorniki wód podziemnych (LZWP).

Modele zbiorników wód podziemnych w regionie świętokrzyskim są skomplikowane i poza jednym (nr 421) są wielowarstwowe. Łączne zasoby dyspozycyjne wszystkich GZWP wynoszą 19 627 m³/h (tab. 2; Mikołajków, Sadurski, 2017). Należy zaznaczyć, że zasoby dyspozycyjne GZWP były obliczane jako procent ich zasilania pionowego w granicach samego zbiornika. W dokumentacjach nie uwzględniano tego, że zasoby dyspozycyjne GZWP regionu świętokrzyskiego są silnie uzależnione od dopływu wód podziemnych z innych systemów. Przykładem mogą tu być zasoby dyspozycyjne GZWP nr 417 Kielce, które wynoszą 514 m³/h, a wieloletni pobór wody kształtuje się w okolicach 1600 m³/h. Nie ma to jednak praktycznego znaczenia, gdyż GZWP są wyznaczane dla potrzeb określenia ich

Tab. 2. Główne zbiorniki wód podziemnych w regionie świętokrzyskim (Mikołajków, Sadurski, 2017)

Table 2. Main groundwater reservoirs in the Holy Cross Mts. region (Mikołajków, Sadurski, 2017)

Zbiorniki wód podziemnych <i>Groundwater reservoirs</i>	Stratygrafia zbiornika <i>Stratigraphy of the reservoir</i>	Zasoby dyspozycyjne <i>Disposable resources</i> [m ³ /h]
Główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) <i>Main groundwater reservoirs (MGR)</i>		
GZWP 410 Opoczno	J ₃	3 472
GZWP 412 Goszczewice	J ₃	3 286
GZWP 413 Szydłowiec	J _{1,2}	
GZWP 414 Zagnańsk	T _{1,2}	1 700
GZWP 415 Górna Kamienna	T _{1,2}	966*
GZWP 416 Małogoszcz	J ₃	1 763
GZWP 417 Kielce	D _{2,3}	514
GZWP 418 Gałęzice-Bolechowice-Borków	D _{2,3}	3 542
GZWP 420 Wierzbica Ostrowiec	J _{2,3}	3 178
GZWP 421 Włostów	D _{2,3}	788
GZWP 422 Romanówka	Ng, J ₃	418
Łącznie GZWP		19 627
Lokalne zbiorniki wód podziemnych (LZWP) <i>Local groundwater reservoirs (LGR)</i>		
LZWP 411 Końskie**	J _{1,2}	1 308
LZWP 419 Bodzentyn**	D _{2,3}	294

* zasoby dyspozycyjne obliczone metodą hydrologiczną, bez modelu matematycznego / *disposable resources calculated using the hydrological method, without a mathematical model*

** zbiornik przekwalifikowany z głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) na lokalny (LZWP) / *the reservoir was reclassified from the main groundwater reservoir (MGR) to a local water reservoir (LGR)*

obszarów ochronnych i obejmują tereny, z których woda dopływa do zbiornika w ciągu 25 lat lub w krótszym czasie (Prażak, 2012, 2019).

Systemy wodonośne przyjmowane w celu obliczenia prognoz zawodnienia wyrobisk górniczych i zasięgu lejów depresji kopalń, szczególnie w rejonach ich dużego zgrupowania w strukturach wodonośnych, obejmują całe struktury wodonośne wraz z obszarami ich zasilania. Granice systemów wodonośnych i ich modeli matematycznych wynikają z zasięgów warstw stratygraficzno-litologicznych – np. skał nieprzepuszczalnych – i granic zewnętrznych stref drenażu.

W regionie świętokrzyskim odwadniane kopalnie są zgrupowane w synklinie gałęzicko-bolechowicko-borkowskiej (GZWP nr 418), gdzie odwodnienia są prowadzone już od ok. 50 lat, i w synklinorium kielecko-łagowskim (ryc. 2), gdzie są one dopiero w fazie początkowej (Prażak, 2012, 2019; Białecka, Prażak, 2019). W rejonach odwodnień górniczych prognozy modelowe wykonywano dla potrzeb pozyskania wód kopalnianych do celów komunalnych (Prażak, 2012). Wszystkie modele były wielowarstwowe.

Pobór wód podziemnych ze wszystkich obszarów bilansowych zlewni II rzędu dopływów Wisły w regionie świętokrzyskim nie przekracza 30% zasobów dyspozycyjnych. Jednak w rejonach o intensywnym poborze wody z GZWP nr 417 Kielce i GZWP nr 418 Gałęzice–Bolechówice–Borków pojawiają się już problemy z zasobami wód podziemnych. Przyczyniają się do tego wodociągi komunalne Kielce i okoliczne odwodnienia wyrobisk górniczych. Powstał tam rozległy, rejonowy lej depresji (Prażak i in., 2020; Białecka, Prażak, 2024). Kolejny duży lej depresji może powstać także w rejonie kopalń wapieni i dolomitów koło Łagowa (ryc. 2), gdzie kopalnie starają się o pozwolenie na eksploatację kopaliny poniżej zwierciadła wód podziemnych i odwodnienie wyrobisk (Białecka, Prażak, 2019; Białecka, 2022).

Należy zaznaczyć, że odwodnienia górnicze w regionie świętokrzyskim, chociaż zmniejszają zasoby eksploatacyjne ujęć wody, to jednak nie mają wpływu na zasoby dyspozycyjne wód podziemnych. Wody kopalniane tego regionu są bowiem dobrej jakości, i nie powinny być odprowadzane do rzek, tylko należy je wykorzystywać do celów komunalnych, przemysłu i rolnictwa. Wymaga to tylko modernizacji systemów odwodnieniowych kopalń. Jednak użytkownicy nie sięgają po wody kopalniane – wolą mieć własne ujęcia wód podziemnych, istnieje bowiem ryzyko, że wody kopalniane ulegną awaryjnemu zanieczyszczeniu przez same zakłady górnicze.

PODSUMOWANIE

Opisując w niniejszym artykule problemy gospodarki wodnej w regionie świętokrzyskim wykazano, że podstawowymi obszarami bilansowymi są w nim niezależne od struktur geologicznych zlewnie II rzędu. Jednak i w tym regionie struktury geologiczne i warstwy stratygraficzno-litologiczne mają duży wpływ na wodonośność obszarów zlewniowych oraz przepływy rzek.

W trzonie paleozoicznym Gór Świętokrzyskich występuje wiele odrębnych, środkowo- i górnodewońskich,

synkлинаlnych struktur wodonośnych. Są one odizolowane od siebie półprzepuszczalnymi lub też nieprzepuszczalnymi skałami starszego paleozoiku, które występują w antyklinalach i przeważnie są wyniesione morfologicznie.

Obecnie zasoby wód podziemnych obszarów bilansowych w regionie świętokrzyskim są wykorzystywane w niewielkim stopniu. Duże zmiany warunków wodnych spowodował tylko duży pobór wód podziemnych z GZWP nr 417 Kielce dla potrzeb wodociągów kieleckich i odwodnienia odkrywkowych kopalń wapieni i dolomitów w sąsiednim GZWP nr 418 Gałęzice–Bolechówice–Borków.

Autorzy składają serdeczne podziękowania Panu Profesorowi Andrzejowi Sadurskiemu za cenne uwagi.

LITERATURA

- BIAŁECKA K. 2022 – Studium oddziaływania odwodnienia kopalń odkrywkowych na warunki hydrogeologiczne i zaopatrzenie w wodę w centralnej części synklinorium kielecko-łagowskiego. Rozprawa doktorska. Arch. Państw. Inst. Geol.-PIB, Kielce.
- BIAŁECKA K., PRAŻAK J. 2019 – Prognoza wpływu odwodnienia kopalń surowców skalnych na środowisko wodne w rejonie Łagowa w Górach Świętokrzyskich. Biul. Państw. Inst. Geol., 475: 9–18.
- BIAŁECKA K., PRAŻAK J. 2024 – Wieloletnie zmiany zagospodarowania wód podziemnych w rejonie Kielce. [W:] Bukowski P., Krogulec E., Szczepiński J. (red.), Hydrogeologia dla bezpieczeństwa, gospodarki, energetyki i ochrony środowiska. Wyd. Gł. Inst. Gór.-PIB: 63–73.
- HERBICH P., KAPUŚCIŃSKI J., NOWICKI K., PRAŻAK J., SKRZYPCZYK L. 2009 – Metodyka wyznaczania obszarów ochronnych głównych zbiorników wód podziemnych dla potrzeb planowania i gospodarowania wodami w obszarach dorzeczy. Poradnik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- HERBICH P., KAPUŚCIŃSKI J., NOWICKI K., RODZOCH A. 2013 – Metodyka określania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w obszarach bilansowych z uwzględnieniem potrzeb jednolitych bilansów wodnogospodarczych. Poradnik metodyczny, Wyd. BORGIS, Warszawa.
- KLECZKOWSKI A.S. 1990a – Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. AGH, Kraków.
- KLECZKOWSKI A.S. 1990b – Objaśnienia Mapy obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. AGH, Kraków.
- KLECZKOWSKI A.S., RÓŻKOWSKI A. (red.) 2000 – Słownik hydrogeologiczny. Państw. Inst. Geol.
- MIKOŁAJKÓW J., SADURSKI A. (red.) 2017 – Informator PSH. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych. Państw. Inst. Geol.-PIB.
- PACZYŃSKI B. (red.) 1993 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000, cz. 1, systemy zwykłych wód podziemnych. Państw. Inst. Geol.
- PACZYŃSKI B., MACIOSZCZYK T., KAZIMIERSKI B., MITRĘGA J. 1996 – Ustalanie dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych. Poradnik metodyczny. Ministerstwo Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.) 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski, t. 1, Wody słodkie. Państw. Inst. Geol.-PIB.
- PRAŻAK J. 2007 – Subregion środkowej Wisły wyżynny część centralna [W:] Hydrogeologia regionalna Polski (red. B. Paczyński, A. Sadurski): 174–187. Państw. Inst. Geol.-PIB.
- PRAŻAK J. 2012 – Pozycja hydrodynamiczna i znaczenie gospodarcze dewońskich zbiorników wód podziemnych w Górach Świętokrzyskich. Pr. Państw. Inst. Geol., 198.
- PRAŻAK J. 2019 – Hydrogeologia zlewni Nidy oraz problemy zagospodarowania i ochrony wód podziemnych. [W:] Informator PSH. Państw. Inst. Geol.
- PRAŻAK J., BRUCZYŃSKA J., KACZOR-KURZAWA D., MŁYŃCZAK T. 2020 – Zmiany warunków wodnych wskutek działalności górniczej w rejonie Gałęzice–Bolechówice–Borków w Górach Świętokrzyskich. Prz. Geol., 68 (4): 233–236.
- ULMAN-BORTNOWSKA M. 1995 – Dokumentowanie zbiorników wód podziemnych i ustalanie zasad ochrony obszarów ich zasilania. Ministerstwo Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa.

Praca wpłynęła do redakcji 25.06.2024 r.
Akceptowano do druku 1.07.2024 r.