

## STACJONARNY MODEL MATEMATYCZNY STRUKTURY HYDROGEOLOGICZNEJ PODSTAWOWYM NARZĘDZIEM DLA GOSPODARKI WODAMI PODZIEMNYMI W REJONACH SKUPIONEGO GÓRNICTWIA ODKRYWKOWEGO W GÓRACH ŚWIĘTOKRZYSKICH

### STATIONARY MATHEMATICAL MODEL OF AN AQUIFER AS A BASIC TOOL FOR MANAGEMENT OF GROUNDWATER RESOURCES IN THE CONCENTRATED OPENCAST MINING INDUSTRY IN THE HOLY CROSS MOUNTAINS

KATARZYNA BIAŁECKA<sup>1</sup>, JAN PRAŻAK<sup>1</sup>

**Abstrakt.** W górnictwie odkrywkowym bardzo często sięga się po zasoby kopaliny poniżej zwierciadła wód podziemnych. Odwodnienie wyrobisk oddziałuje na zasoby eksploatacyjne ujęć wód i chociaż powoduje to tylko czasowe zmiany, to w sytuacji, gdy trwają one kilkadziesiąt lat miejscowa ludność jest zmuszona modernizować istniejące lub wręcz budować nowe ujęcia wód podziemnych. Kopalnie zrzucają wodę do rzek, a lokalni mieszkańcy mają problemy z zaopatrzeniem w wodę. Gmina może nie zgodzić się na odwodnienie, lecz wówczas ogranicza to działalność przemysłu wydobywczego. Dlatego niezmiernie istotne jest wcześniejsze rozpoznanie nie tylko zawodnienia wyrobisk górniczych, lecz także zakresu zmian hydrodynamicznych i ich wpływu na urządzenia do poboru wód podziemnych. Podstawowym narzędziem obliczeniowym do prognozowania skutków wydobycia kopaliny poniżej zwierciadła wody powinien być poprawnie skonstruowany model matematyczny odwodnianej struktury wodonośnej. Model powinien mieć charakter stacjonarny i służyć do opracowywania kolejnych prognoz i oceny szkód wywołanych działalnością górnictwa, w zależności od postępu w eksploatacji kopaliny. Pozwoli to na podjęcie wyprzedzających działań w celu pokrycia ewentualnych strat w zaopatrzeniu ludności, rolnictwa i miejscowego przemysłu w wodę. Autorzy przedstawiają ten problem i próby takiego działania na przykładach z rejonów Gałęzice–Bolechowice–Borków i Łagów w Górach Świętokrzyskich, gdzie są zlokalizowane liczne kopalnie odkrywkowe wapieni i dolomitów dewońskich.

**Słowa kluczowe:** model matematyczny, kopalnie odkrywkowe, odwodnienia górnicze, Góry Świętokrzyskie.

**Abstract.** Opencast mining industry very often extracts mineral resources below the groundwater table. Dewatering of excavations affects exploitable groundwater resources. It causes only temporal changes, but if they last several tens of years, local population is forced to modernize existing or even build new groundwater intakes. Mines discharge water into rivers, and local residents have problems with water supply. The municipality has the right not to agree for dewatering, but then it limits the activities of the mining industry. Therefore, it is very important to recognize not only the mining excavations affected by water inflow, but also the scope of hydrodynamic changes and their impact on groundwater intake facilities. The basic computational tool for prediction the effects of extraction of mineral resources below the water table should be a properly constructed mathematical model of a dewatered aquifer. The model should be stationary and should be used to prepare further forecasts for the assessment of damage caused by mining operations, depending on the progress in the exploitation of minerals. This will allow anticipating actions to cover possible losses in water supply to people, agriculture and the local industry. The authors present this problem and the attempts of such operations, based on the examples from the Gałęzice–Bolechowice–Borków and Łagów regions in the Holy Cross Mountains where numerous opencast mines of the Devonian limestones and dolomites are located.

**Key words:** mathematical model, opencast mines, mine dewatering, Holy Cross Mountains hydrogeology.

---

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Świętokrzyski, ul. Zgoda 21, 25-020 Kielce, e-mail: katarzyna.bialecka@pgi.gov.pl; jan.prazak@pgi.gov.pl.

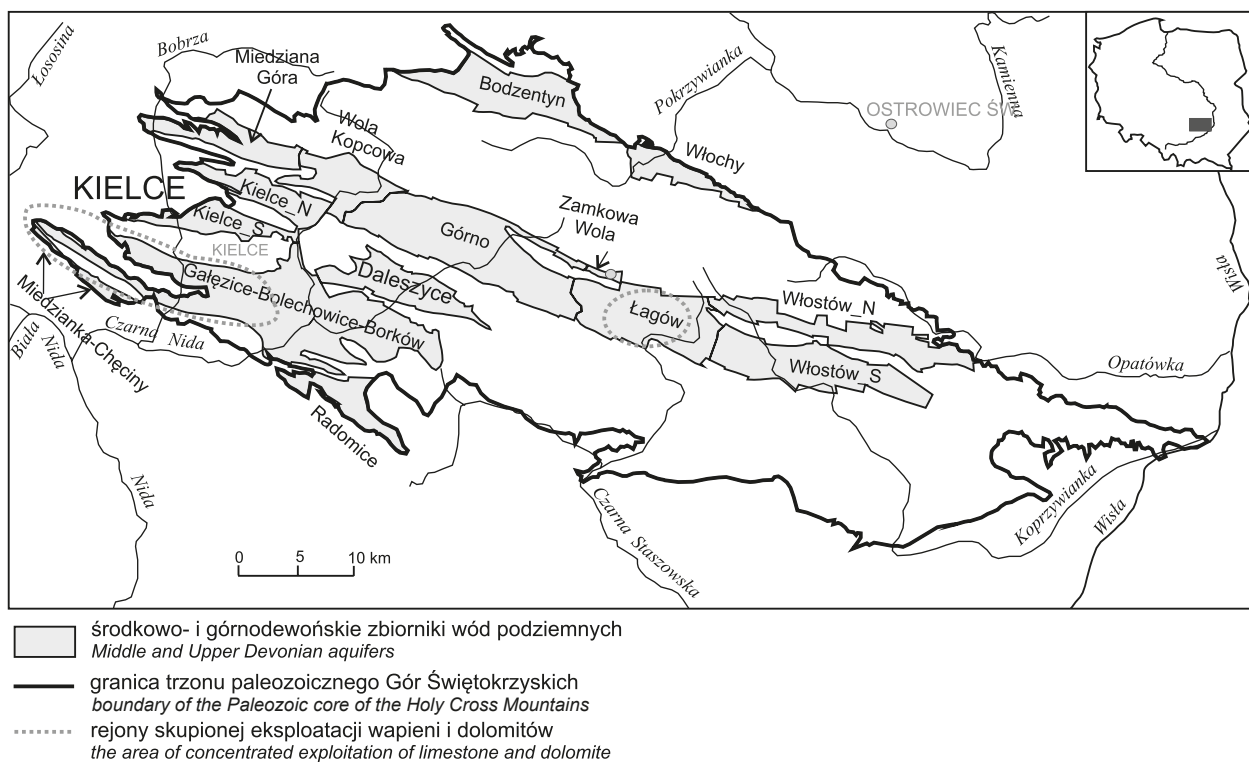
## WSTĘP

W Górach Świętokrzyskich w rejonie Kielc ma miejsce intensywna eksploatacja wapieni i dolomitów na potrzeby przemysłu cementowo-wapienniczego i cukierniczego oraz drogownictwa (jako kruszywo). W części kopalń są one wydobywane już poniżej naturalnego zwierciadła wód podziemnych. Wapienie i dolomity dewonu środkowego i górnego, wypełniające synklinalne struktury trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich, są jednocześnie ważnymi zbiornikami wód podziemnych w regionie (fig. 1). Odwodnienia górnicze, trwające zazwyczaj od kilkunastu do kilkudziesięciu lat, powodują obniżenie w nich zwierciadła wód. Powstają regionalne leje depresji, które obejmują istniejące ujęcia wód. Zmusza to miejscową ludność do modernizacji lub wręcz budowy nowych ujęć wód podziemnych. Jednocześnie kopalnie odprowadzają do okolicznych rzek i cieków znaczne ilości wody dobrej jakości, wielokrotnie przekraczające zapotrzebowanie lokalnych użytkowników.

W okolicy Kielc występują dwa rejonu skupionej eksploatacji wapieni i dolomitów. Na południe od miasta są wydobywane w rejonie Gałęzice–Bolechowice–Borków w granicach zbiornika wód podziemnych Gałęzice-Bolechowice-Borków, a na wschód od Kielc w rejonie Łagowa w granicach zbiornika Łagów (fig. 1). W pierwszym wymienionym rejonie odwodnienia odkrywkowych wyrobisk ko-

palń rozpoczęły się w latach 50. XX w. i trwają już ponad 60 lat, natomiast kopalnie skupione w rejonie Łagowa dopiero starają się o zgodę gminy na eksploatację kopalni poniżej obecnego zwierciadła wód podziemnych. Gmina, do której niemal jednocześnie wpłynęły wnioski z pięciu kopalni, zastanawia się nad wydaniem odpowiednich uzgodnień, gdyż nie ma wiedzy co do zakresu łącznego wpływu odwodnienia wszystkich kopalni na zasoby eksploatacyjne gminnych ujęć wody.

Podane powyżej problemy gospodarki wodnej w rejonach zgrupowanej działalności górniczej, prognozy zawodnienia wyrobisk górniczych, zasięgu oddziaływania odwodnień, ich wpływ na zasoby eksploatacyjne ujęć wód podziemnych i ekosystemy zależne od wód podziemnych wymagają odpowiednich narzędzi badawczych. Obliczenia klasycznymi wzorami są niewystarczające. W takich przypadkach podstawową metodą obliczeniową powinna być metoda modelowania matematycznego całej struktury wodonośnej z wiarygodnym bilansem wodnym. Model o charakterze stacjonarnym umożliwi opracowywanie prognoz hydrogeologicznych dla wariantowych rozwiązań gospodarki wodnej w danym rejonie wydobywania kopalni. Wyniki obliczeń pozwolą na świadomą skutków ewentualną zgodę gminy na wydobywanie kopalni poniżej zwierciadła wód podziemnych oraz ustalenie z zakładami górniczymi wyprzedzających działań w zakresie rekompensaty przewi-



**Fig. 1. Rejonu skupionej eksploatacji wapieni i dolomitów na tle śródkowo- i górnodewońskich zbiorników wód podziemnych Gór Świętokrzyskich**

The regions of concentrated exploitation of the limestones and dolomites on the background of Middle and Upper Devonian aquifers of the Holy Cross Mountains

dywanych strat w zasobach eksploatacyjnych ujęć i za skutki innych, możliwych do wystąpienia szkód górniczych. Podane poniżej przykłady starań o wdrożenie badań modelowych w wyżej wymienionych rejonach mają na celu pokazanie związanych z tym problemów natury merytorycznej, organizacyjnej i prawnej.

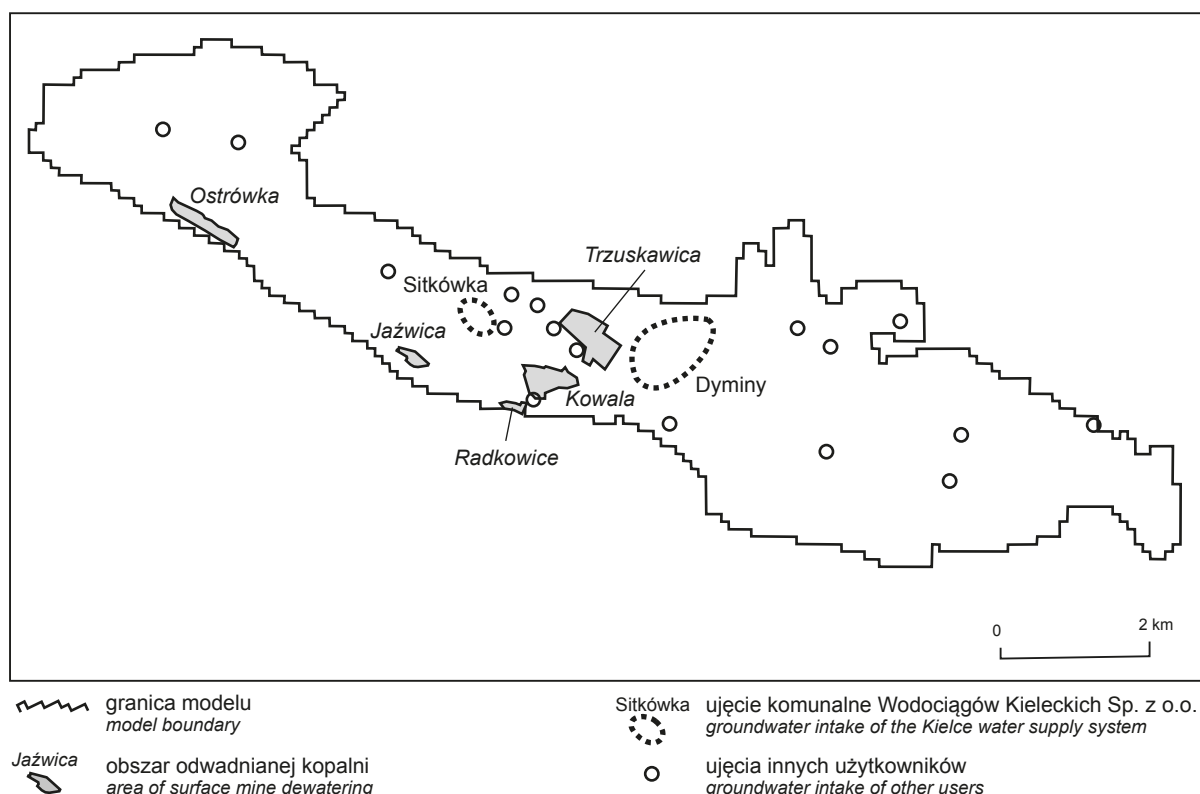
## REJON GAŁĘZICE–BOLECHOWICE–BORKÓW

Rejon obejmuje zachodnią i centralną część synkliny gałęzicko-bolechowicko-borkowskiej. Występujące w niej dewońskie wapienie i dolomity mają miąższość dochodzącą niemal do 1000 m, lecz strefę aktywnej wymiany wód podziemnych ocenia się w nich tylko do ok. 250 m (Prażak, 2012). Do tej głębokości stanowią one szczelinowo-krasowy zbiornik wodonośny Gałęzice-Bolechowice-Borków, będący obecnym i perspektywnym źródłem wody dla wodociągów komunalnych Kielc (fig. 2). Ze względu na duże zasoby wód podziemnych oraz znaczenie dla zaopatrzenia miasta i sąsiednich gmin w wodę ma on rangę głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP nr 418) wymagającego szczególnej ochrony (Kleczkowski, 1990; Górka i in., 2011; Mikołajków, Sadurski, 2017). Powierzchnia zbiornika wynosi 132,5 km<sup>2</sup>, a zasoby dyspozycyjne przedstawione w „Doku-

mentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Nidy bez rejonu Kielc” wynoszą 27 759 m<sup>3</sup>/dobę (1157 m<sup>3</sup>/h) (Rodzoch i in., 2012). Obecny pobór wody ze zbiornika studniami wierconymi ujęć wód podziemnych kształtuje się na poziomie ok. 7800 m<sup>3</sup>/dobę (325 m<sup>3</sup>/h). Wapienie i dolomity są eksploatowane przez sześć kopalń na obszarze tzw. Białego Zagłębia, w tym pięć z nich wydobywa kopalinę z odwadnianych wyrobisk. W 2017 r. ilość odprowadzanych do rzek wód kopalnianych wynosiła 66 528 m<sup>3</sup>/dobę (2772 m<sup>3</sup>/h). Odwadniane są wyrobiska w złożach:

- Ostrówka – Nordkalk Sp. z o.o., Zakład Miedzianka;
- Jaźwica – Świętokrzyskie Kopalnie Surowców Mineralnych Sp. z o.o.;
- Radkowice – Lafarge Kruszywa, Kopalnia Dolomitu Radkowice;
- Kowala – Dyckerhoff Polska Sp. z o.o., Zakład Sitkówka;
- Trzuskawica (wyrobiska Trzuskawica i Kowala) – Zakłady Przemysłu Wapienniczego „Trzuskawica” SA.

Odwodnienia górnicze w rejonie rozpoczęły się w latach 50. XX w. Odwadniano nieczynny już obecnie kamieniołom Zgórsko. Oddziaływanie miało wówczas charakter lokalny. Intensywne odwodnienia datuje się dopiero od 1974 r., z chwilą rozpoczęcia odwodnienia wyrobiska Ostrówka przez kopalnię w Miedziance w zachodniej części synkliny.



**Fig. 2.** Szkic obszaru objętego modelem matematycznym rejonu Gałęzice–Bolechowice–Borków

Sketch-map of the area covered by the mathematical model in the Gałęzice–Bolechowice–Borków region

Znajdujące się w jej centralnej części złoża: Jaźwica, Trzuskawica, Kowala i Radkowice udokumentowano także poniżej zwierciadła wód podziemnych i w miarę postępu wydobywania kopaliny odwadniano. Wielkość dopływu wód podziemnych do wyrobisk górniczych i zasięg oddziaływania odwodnienia były obliczane wzorami klasycznymi na „dopływ do wielkiej studni” lub „dopływ do rowu” z zaznaczeniem wzajemnego oddziaływania odwodnienia sąsiednich wyrobisk. Jednocześnie od początku lat 70. XX w. Instytut Geologiczny, Oddział Świętokrzyski w Kielcach, rozpoczął w rejonie stacjonarne obserwacje zwierciadła wód podziemnych w ramach tematu pt. „Zmiany reżimu wód podziemnych w rejonach intensywnej eksploatacji: a) w rejonie Zagnańska, b) w Dolinie Białogońskiej i c) w Białym Zagłębiu” (Maszoński, 1980; Żak, 1981).

Pierwszy model rejonu został wykonany w IHiGI AGH w Krakowie pod koniec lat 70. XX w. Obliczono na nim prognozowane zawodnienie wyrobisk górniczych. Był to model analogowy (AP 600), z tym że do obliczeń prognostycznych wykorzystano integrator hydrauliczny Łukianowa (Kleczkowski i in., 1978; Szczepański, 1982). Kolejny model wykonany w 1984 r. przez ten sam ośrodek na zamówienie Przedsiębiorstwa Geologicznego w Kielcach był już modelem matematycznym – program SP2 z biblioteki HYDRYLIB (Szczepański, 1984). W obliczeniach prognostycznych symulowano na nim wariant alternatywnego odwodnienia wyrobisk górniczych za pomocą studni barierowych z ewentualnym wykorzystaniem pompowanej z nich wody przez wodociągi kieleckie. Prognozę zawodnienia wyrobisk górniczych obliczono także na modelu matematycznym wykonanym w ramach prac związanych ze wstępnym dokumentowaniem warunków ochrony GZWP nr 418 (Herman i in., 1991). Wymienione powyżej modele nie zostały jednak wykorzystane w praktyce do obliczania zawodnienia wyrobisk i dokumentowania zasobów eksploatacyjnych ujęć wód podziemnych. Do obliczenia zawodnienia wyrobisk metodą modelowania matematycznego powrócono dopiero w 2001 r. W programie Visual MODFLOW v. 4.1 obliczono prognozowane dopływy do wyrobiska kopalni Radkowice-Podwole, z tym że, jak sami autorzy przyznali, model obejmuje zbyt mały obszar, żeby w sposób wiarygodny uwzględnić oddziaływanie odwodnienia sąsiednich kamieniołomów (Biernat, Kapuściński, 2001; Kapuściński, Bieleń, 2005).

Do kompleksowego spojrzenia na spowodowane działalnością górnictwa zmiany warunków wodnych i wpływu na zasoby eksploatacyjne komunalnych ujęć wód podziemnych Kielc powrócono dopiero w 2005 r. Na zlecenie Urzędu Miasta Kielce Państwowy Instytut Geologiczny (PIG), Oddział Świętokrzyski w Kielcach, sporządził model matematyczny (program Visual MODFLOW v. 4.1.) całej struktury wodonośnej wraz z obszarami jej zasilania (Prazak i in., 2005). Na jego podstawie obliczono wielowariantowe prognozy odwodnienia wyrobisk górniczych i poboru wody z ujęć wód podziemnych na lata 2010, 2015 oraz tzw.

prognozę „widmo”, uwzględniającą zmiany spowodowane jednoczesnym odwodnieniem najniższych poziomów eksploatacyjnych wszystkich kopalń wraz z oceną ich wpływu na zasoby eksploatacyjne ujęć komunalnych. Wśród wariantów obliczeniowych znalazły się także te uwzględniające alternatywne odwodnienie wyrobisk barierą studni wierconych, zakładając, że woda z nich może być wykorzystana na potrzeby wodociągów kieleckich. Z założenia miał to być model stacjonarny, udostępniany wodociągom kieleckim i poszczególnym zakładom górniczym w celu wykonania obliczeń zasobowych, dopływu wody do wyrobisk i oceny zasięgu szkodliwego oddziaływania odwodnień. Z modelu skorzystały kopalnie Radkowice (Prazak, Janecka-Styrcz, 2007) i Jaźwica (Prazak, Janecka-Styrcz, 2010). Przydatny był również podczas opracowywania „Dokumentacji hydrogeologicznej określającej warunki hydrogeologiczne w związku z ustanowieniem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 418 Gałęzice-Bolechowice-Borków” (Górka i in., 2011). Nie wykorzystano natomiast kopalnie Ostrówka i Kowala oraz Wodociągi Kieleckie Sp. z o.o. Kopalnia Miedzianka zleciła wykonanie własnego modelu zachodniej części struktury wodonośnej do oceny zawodnienia złóż Ostrówka i Ołowianka (Motyka i in., 2005; Rózkowski i in., 2014a, 2017), a kopalnia Kowala – opracowanie modelu tylko okolic własnego wyrobiska (Rózkowski i in., 2014b). Podobnie postąpiły wodociągi kieleckie, zlecając wykonanie odrębnego modelu do ustalenia zasobów eksploatacyjnych ujęcia komunalnego Dyminy (Okrajewska, Buczkowski, 2007). Modele te wykonane w programie MODFLOW miały niemal identyczną konstrukcję jak opracowany model całej struktury wodonośnej przez Oddział Świętokrzyski PIG i uzyskano zbliżone wyniki obliczeń. Odrębny model w programie Visual MODFLOW Pro 2009.1 wykonali również Rodzoch i in. (2012) podczas dokumentacji zasobów wód podziemnych zlewni Nidy (bez rejonu Kielc).

Potrzebę funkcjonowania stacjonarnego modelu hydrogeologicznego w omawianym rejonie wyrażono także na zorganizowanych w 2017 r. przez Oddział Świętokrzyski PIG-PIB i Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa oddziału w Kielcach warsztatach górniczych pt. „Górnictwo sąsiedztwo Kielc”. Omówiono na nich znaczenie dewońskiego zbiornika wód podziemnych pod kątem obecnego, perspektywicznego i awaryjnego zaopatrzenia Kielc w wodę oraz potrzebę bieżącej współpracy kopalń i wodociągów kieleckich w celu racjonalnego wykorzystania jego zasobów wodnych. W lutym 2018 r. została wykonana pierwsza tego rodzaju w rejonie „Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z zakończeniem odwadniania złoża Radkowice-Podwole” (Bielec i in., 2018). Do oceny wpływu zaprzestania odwodnienia na sąsiednie wyrobiska górnicze i ujęcia wód podziemnych wykorzystano sporządzony w 2005 r. przez Oddział Świętokrzyski PIG stacjonarny model hydrogeologiczny całej struktury wodonośnej (Prazak i in., 2005).

## REJON ŁAGOWA

Rejon Łagowa obejmuje centralną część synklinorium kielecko-łagowskiego. Od zachodu ogranicza go rzeka Belnianka, a od wschodu rzeka Koprzywianka. Pod względem administracyjnym rejon jest położony w województwie świętokrzyskim, w powiatach: kieleckim (gmina Łagów) i opatowskim (gmina Baćkowice). Zbiornik wodonośny stanowią środkowo- i górnodewońskie (fran) wapień i dolomity. W jądrach synklin pokrywają je półprzepuszczalne i nieprzepuszczalne skały karbonu dolnego (łupki) i dewonu górnego (famenu) (wapień, margle, łupki). Od północy i południa otaczają je występujące w jądrach antyklin półprzepuszczalne i/lub nieprzepuszczalne utwory starszego paleozoiku (piaskowce kwarcowe, iły, iłowce, mułowce).

W rejonie udokumentowano szereg złóż środkowodewońskich wapieni i dolomitów. Aktualnie ich wydobycie, głównie na potrzeby drogownictwa, prowadzi 10 kopalń, lecz tylko jedna z nich poniżej zwierciadła wód podziemnych (Wszachów I; zrzut wody ok. 150 m<sup>3</sup>/h). Pozostałe kończą już eksploatację surowców skalnych w warstwie suchej i starają się o wyrażenie przez gminy zgody na ich wydobycie z głębszych, zawodnionych poziomów eksploatacyjnych (fig. 3, tab. 1), jednak zabrania im tego aktualne „Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Łagów”.

Wyrobiska kopalń w rejonie Łagowa są położone blisko siebie i w przypadku odwodnienia ich leje depresji mogą się połączyć. Powstanie jeden wspólny lej depresji, obejmujący znaczną część struktury wodonośnej, w którym znajdą się gminne ujęcia wód podziemnych. Przypisanie szkód górniczych spowodowanych zmianą warunków hydrodynamicznych konkretnej kopalni, mającej osobowość prawną, będzie praktycznie niemożliwe. Dlatego też

Burmistrz Miasta i Gminy Łagów prowadzi wstępne rozmowy i uzgodnienia z właścicielami wszystkich kopalń, tak żeby ocena wpływu odwodnienia wyrobisk na zasoby eksploatacyjne ujęć wód podziemnych była wykonana na jednym, wspólnym, stacjonarnym modelu matematycznym. Na jego podstawie będzie można obliczyć także prognozy zawodnienia wszystkich wyrobisk górniczych na poszczególnych etapach eksploatacji. Kopalnie wstępnie zaakceptowały to rozwiązanie, w związku z czym model ten jest obecnie wykonywany w programie Visual MODFLOW v. 2011.1 przez Oddział Świętokrzyski PIG-PIB ze środków statutowych. Po jego adaptacji będzie służył jako model stacjonarny rejonu, na którym będą wykonywane dalsze obliczenia prognostyczne.

## ROLA MODELU MATEMATYCZNEGO

Model matematyczny rejonu wydobycia kopalni jest niezbędny do obliczenia prognozowanego zawodnienia wyrobisk górniczych oraz określenia spowodowanego nim zasięgu zmian warunków wodnych i ustalenia wpływu odwodnień na zasoby eksploatacyjne ujęć wód podziemnych. Model powinien mieć charakter stacjonarny i być udostępniony wszystkim podmiotom gospodarczym (zakłady górnicze, wodociągi, inni użytkownicy) w celu wykonania obliczeń niezbędnych prognoz i wariantów gospodarki wodnej w rejonie. Na terenach eksploatacji kopalni zachodzą ciągłe zmiany hydrodynamiczne, które powinny być śledzone na bieżąco i uwzględniane w kolejnych prognozach hydrogeologicznych, zmieniających się w zależności od postępu wydobycia kopalni lub zaprzestania odwodnienia wyrobisk. Wymaga to ustalenia „ośrodka”, w którym będą gromadzone i przechowywane informacje o ilości zrzucanych do rzek

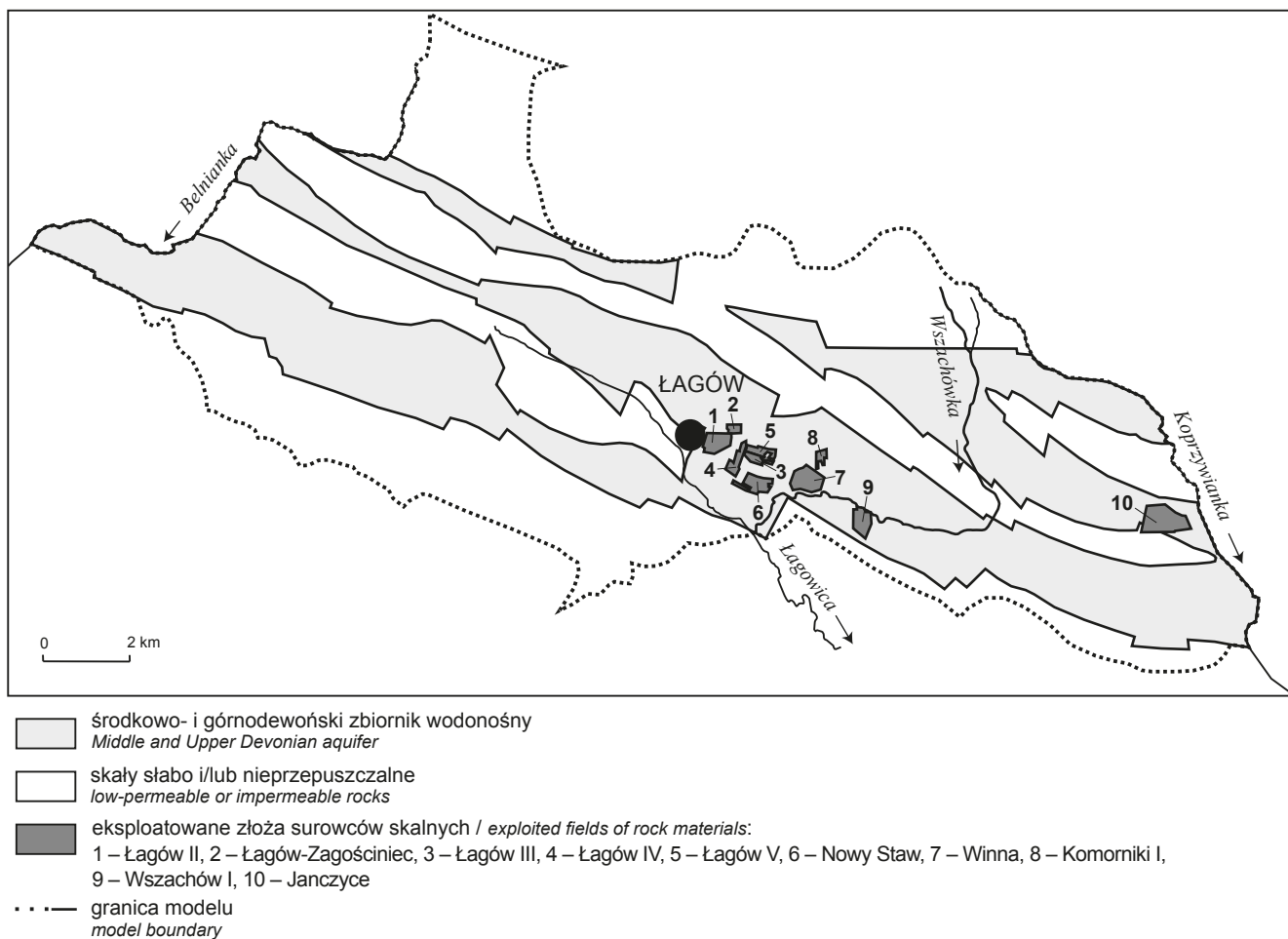
**Tabela 1**

### Wykaz złóż wapieni i dolomitów w rejonie Łagowa

List of the limestone and dolomite deposits in the Łagów region

Nr złoża	Nazwa złoża	Rodzaj złoża	Właściciel kopalni
1	Łagów II	wapień dewoński	BRUK-BET Sp. z o.o.
2	Łagów-Zagościnniec		BRUK-BET Sp. z o.o.
3	Łagów III		PROBUDEX-Przedsiębiorstwo Projektowo-Budowlano-Handlowe Sp. z o.o.
4	Łagów IV		MURPOL
5	Łagów V		PROBUDEX-Przedsiębiorstwo Projektowo-Budowlano-Handlowe Sp. z o.o.
6	Nowy Staw		Kruszywa-Pietrzak Sp.j.
7	Winna	dolomity dewońskie	Świętokrzyskie Kopalnie Surowców Mineralnych Sp. z o.o.
8	Komorniki I		POL STONE Sp. z o.o.
9	Wszachów I		Kamieniołomy Świętokrzyskie Sp. z o.o.
10	Jancyzce I		Kopalnie Dolomitu SA





**Fig. 3. Kopalnie wapieni i dolomitów w rejonie Łagowa**

Opencast mines of limestones and dolomites in the Łagów region

wód kopalnianych i poboru wody z ujęć wód podziemnych. Jest to warunek niezbędny do szybkiego, sprawnego i wiarygodnego wykorzystania modelu do nowych, zaktualizowanych obliczeń prognostycznych zawodnienia wyrobisk i obliczeń zasięgu ewentualnych szkód górniczych.

## PODSUMOWANIE

Opisane w artykule na podstawie dwóch przykładów problemy związane z odwodnieniem odkrywkowych kopalń surowców skalnych w Górach Świętokrzyskich wskazują wyraźnie na potrzebę zastosowania modelowania matematycznego w procesie prognoz hydrogeologicznych w celu obliczenia spodziewanych dopływów wód podziemnych do wyrobisk górniczych i wiarygodnego ustalenia zasięgu oddziaływania odwodnienia. Najbardziej optymalnym rozwiązaniem jest wykonanie stacjonarnego modelu całej struktury wodonośnej i obliczenia na nim wszystkich prognoz potrzebnych zarówno górnictwu, jak i użytkownikom ujęć wód podziemnych. Problem stanowi jednak jego stan prawny. Wykonanie go oraz korzystanie z niego w wieloletnim pro-

cesie wydobywania kopaliny jest dobrowolne i wymaga akceptacji wszystkich podmiotów gospodarczych w rejonie, tj. zakładów górniczych, samorządów gminnych i właścicieli ujęć wód podziemnych. Model taki powinien mieć także swojego „operatora” (instytucja mająca specjalistów i narzędzia do wykonywania wszystkich czynności archiwizacyjnych i operacyjnych), który będzie gromadził na bieżąco wszystkie informacje o zachodzących zmianach warunków wodnych i udostępniał go wszystkim wykonawcom kolejnych obliczeń.

Model matematyczny potrzebny jest już na etapie uzgodnień z gminą warunków eksploatacji kopaliny, co pozwoli na wiarygodne obliczenie zasięgu oddziaływania planowanych odwodnień górniczych, szkód w środowisku i ewentualnego wpływu na zasoby eksploatacyjne ujęć wód podziemnych. Poznanie ich umożliwi podjęcie w pełni świadomej decyzji o pozytywnym uzgodnieniu wydobywania kopaliny poniżej zwierciadła wód podziemnych. Jednocześnie jest wymagana deklaracja wszystkich w danym rejonie zakładów górniczych dotycząca korzystania z modelu do późniejszych prognoz w wieloletnim procesie wydobywania kopaliny. W tej sprawie są jednak znaczne „zahamowania”. Kopalnie dzia-

ląją w sytuacji dużej, wzajemnej konkurencji i nie zawsze chcą ujawniać swoje plany eksploatacyjne. W warunkach wzajemnego oddziaływania odwodnień obliczanie własnych prognoz zawodnienia kopalni, bez znajomości planów wydobycia kopaliny z sąsiednich wyrobisk, może być obarczone dużym błędem. Dotyczy to także prognoz wpływu odwodnień na zasoby eksploatacyjne ujęć wód podziemnych. Dodatkowy problem stanowi fakt, że funkcjonowanie stacjonarnego modelu matematycznego danego rejonu, chociaż jest potrzebne, nie jest obowiązkiem prawnym. Wszyscy zainteresowani zgadzają się co do konieczności korzystania z niego, jednak wciąż nie przekłada się to na jego pełne zastosowanie w praktyce.

## LITERATURA

- BIELEC B., RÓŻKOWSKI K., ZDECHLIK R., POLAK K., KAZNOWSKA-OPALA K., 2018 – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z zakończeniem odwadniania złoża Radkowice-Podwole. Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, Kraków.
- BIERNAT H., KAPUŚCIŃSKI J., 2001 – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z wydobyciem dolomitów ze złoża Radkowice-Podwole wraz z dodatkiem nr 3 do dokumentacji geologicznej określającej zasoby złoża dolomitów dewońskich w kat. C1 + B. Przedsiębiorstwo Geologiczne Polgeol S.A., Warszawa.
- GÓRKA J., KAHUS D., SZKLARCZYK T., 2011 – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z ustanowieniem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 418 Gałęzice-Bolechowice-Borków. ProGeo, Kraków.
- HERMAN G., KACZOROWSKI Z., MALICKI W., PRAŻAK J., SZCZEPAŃSKI A., 1991 – Modelowa analiza wpływu odwodnień złóż surowców skalnych w Białym Zagłębiu na regionalne stosunki wodne. *W: V Ogólnopolskie Sympozjum Współczesne problemy hydrogeologii*. Warszawa-Jachranka: 122–126. Wydaw. SGGW.
- KAPUŚCIŃSKI J., BIELEŃ R., 2005 – Dodatek do dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne w związku z wydobyciem dolomitów ze złoża Radkowice-Podwole do poziomu +199 m n.p.m. Przedsiębiorstwo Geologiczne Polgeol S.A., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A.S. (red.), 1990 – Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. AGH, Kraków.
- KLECZKOWSKI A.S., SZCZEPAŃSKA J., SZCZEPAŃSKI A., 1978 – Studium wpływu eksploatacji górniczej prowadzonej na obszarze synkliny gałęzicko-bolechowicko-borkowskiej na stosunki wodne oraz zasięg szkodliwości oddziaływania do 1980 i 1990 r. IHiGI AGH, Kraków.
- MASZOŃSKI E., 1980 – Zmiany reżimu wód podziemnych w rejonach intensywnej eksploatacji: a) w rejonie Zagnańska, b) w Dolinie Białogońskiej, c) w Białym Zagłębiu. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddział Świętokrzyski, Kielce*.
- MIKOŁAJKÓW A., SADURSKI A., (red.), 2017 – Informator PSH. Główne zbiorniki wód podziemnych w Polsce. Państw. Inst. Geol. – PIB, Warszawa.
- MOTYKA J., JÓZEFKO I., CZOP M., POLAK K., WOJNICKA-PUT B., SYPOSZ-ŁUCZAK B., KNAP W., GALINIAK G., 2005 – Dokumentacja hydrogeologiczna dla złoża Ostrówka, w Gałęzicach, woj. Świętokrzyskie, określająca warunki hydrogeologiczne w związku z eksploatacją złoża do głębokości 160 m n.p.m. Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, Kraków.
- OKRAJEWSKA R., BUCZKOWSKI T., 2007 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód podziemnych „Kielce-Dyminy” z utworów dewonu środkowego dla zaopatrzenia komunalnego w wodę – aktualizacja zasobów. Inwesteko, Kielce.
- PRAŻAK J., 2012 – Pozycja hydrodynamiczna i znaczenie gospodarcze dewońskich zbiorników wód podziemnych w Górach Świętokrzyskich. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **198**.
- PRAŻAK J., JANECKA-STYRCZ K., 2007 – Prognoza modelowa dopływu wód podziemnych do wyrobiska kopalni Radkowice-Podwole. PIG-PIB Oddział Świętokrzyski, Kielce.
- PRAŻAK J., JANECKA-STYRCZ K., 2010 – Prognoza modelowa dopływu wód podziemnych do wyrobiska kopalni Jaźwica. Państw. Inst. Geol. – PIB Oddział Świętokrzyski, Kielce.
- PRAŻAK J., JANECKA-STYRCZ K., KOWALCZEWSKA G., MŁYŃCZAK T., WRÓBLEWSKA E., 2005 – Wskazanie możliwości pozyskania dla miasta Kielce wód kopalnianych z obszaru Gałęzice-Bolechowice-Borków wraz z określeniem wpływu odwodnień górniczych na zasoby komunalnych ujęć wód podziemnych Kielc na podstawie badań modelowych. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddział Świętokrzyski, Kielce*.
- RODZOCH A., MUTER K., WIEWIÓRA A., MANUSZAK M., JELENIEWICZ G., URSZULAK M., 2012 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zlewni Nidy bez rejonu Kielc. Hydroeko – Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód Andrzej Rodzoch [oprac. arch.]. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa*.
- RÓŻKOWSKI K., BIELEC B., POLAK K., KAZNOWSKA-OPALA K., PAWLECKA K., WOJNICKA-PUT B., 2014a – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z odwodnieniem złoża Ostrówka do rzędnej +150 m n.p.m. Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, Kraków.
- RÓŻKOWSKI K., POLAK K., ZDECHLIK R., KAZNOWSKA-OPALA K., 2014b – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z odwodnieniem złoża wapieni Kowala do rzędnej +200 m n.p.m. Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, Kraków.
- RÓŻKOWSKI K., ZDECHLIK R., POLAK K., KAZNOWSKA-OPALA K., KUBISZYN K., 2017 – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z zamierzonym wykonywaniem odwodnienia w celu wydobycia kopaliny ze złoża wapieni dewońskich Ołowianka. Fundacja Nauka i Tradycje Górnicze, Kraków.
- SZCZEPAŃSKI A., 1982 – Prognoza głębokiej eksploatacji odkrywkowej na warunki wodne południowo-zachodniej części Gór Świętokrzyskich. *Rocz. Świętokrzyski*, **10**: 23–28.
- SZCZEPAŃSKI A., 1984 – Model hydrogeologiczny synkliny gałęzicko-bolechowicko-borkowskiej. *Arch. IHiGI AGH, Kraków*.
- ŻAK C., 1981 – Aneks do opracowania „Zmiany reżimu wód podziemnych w rejonach Białogonu, Zagnańska i Białego Zagłębia. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Oddział Świętokrzyski, Kielce*.

## SUMMARY

The high demand for aggregate and building materials is conducive to the development of mining of rock materials. This is especially visible in the Gałęzice–Bolechowice–Borków and Łagów regions of the Holy Cross Mountains, where Middle and Upper Devonian limestones and dolomites are exploited. In some surface mines, they are already mined below the natural water table, and the others end up in the dry layer and seek approval for exploitation from deeper exploitation levels affected by water inflow. In order to recognize min-

ing excavations affected by water inflow, and hydrodynamic changes and their impact on devices used for water intake, it is necessary to develop a mathematical model of a dewatered aquifer. The model should be stationary and available for use by all business entities (mines, water suppliers, and other users), to calculate the necessary forecasts and variants of water management in a given region. The model has already been created for the Gałęzice–Bolechowice–Borków region, and for the Łagów region it is currently under construction.