



Ocena możliwości zwiększenia wydajności ujęć brzegowych na przykładzie zlewni potoku Rybnika w Sękowej koło Gorlic

Marta Dendys¹



Assessment of the possibility of increasing exploitation of groundwater catchments in the Rybnik Stream groundwater basin in Sękowa, Gorlice District. Prz. Geol, 61: 712–718.

Abstract. The aim of this article is to introduce hydrogeological conditions and possibilities for water consumption in the village Sękowa near Gorlice where inhabitants are struggling with periodic water service interruptions. There are present solutions to this problem. This object was achieved by the hydrogeological mapping of the terrain and numerical simulation of the hydrogeological conditions and possible options for water take off from the groundwater basin stream Rybnik. The result show that there are effective ways to provide the required amount of water conditions and possible options for water take off from the groundwater basin stream Rybnik. The result show that there are effective ways to provide the required amount of water.

Keywords: groundwater, groundwater basin, water resources, groundwater exploitation, model tests

Wiele miejscowości zlokalizowanych na terenie Karpat boryka się obecnie z problemem rosnącego zapotrzebowania na wodę wobec niskiej wydajności ujęć, które dotychczas stanowiły główne źródło zaopatrzenia. Ma to związek z niską zasobnością wodną skał fliszowych wynikającą m.in. ze słabej przepuszczalności warstw wodonośnych, niewielkiej miąższości warstw czy nieznacznej możliwości zasilania zbiorników wód podziemnych ze względu na ukształtowanie geomorfologiczne terenu. Przykładem takiej sytuacji jest rozwój Sękowej, położonej w powiecie gorlickim (ryc. 1). Rozwój ten spowodował w ostatnich latach znaczny wzrost zużycia wody na cele konsumpcyjne i gospodarcze. System zaopatrzenia w wodę, powstały w latach 70. XX wieku, nie jest obecnie w stanie zaspokoić potrzeb gospodarstw domowych, natomiast prognozowane zapotrzebowanie na wodę wynosi ok. 200 m³/d do 2025 r. W przypadku Sękowej podjęto próbę rozwiązania istniejącego problemu za pomocą symulacji możliwości poboru wód podziemnych wzbogaconych powierzchniowymi z wykorzystaniem aplikacji z rodziny programów MODFLOW. Użycie tej aplikacji komputerowej umożliwia ocenę zwiększania bazy zasobowej obszarów, dla których należy poszukać nowych rozwiązań pozyskiwania potrzebnych ilości wód.

CEL I METODYKA PRACY

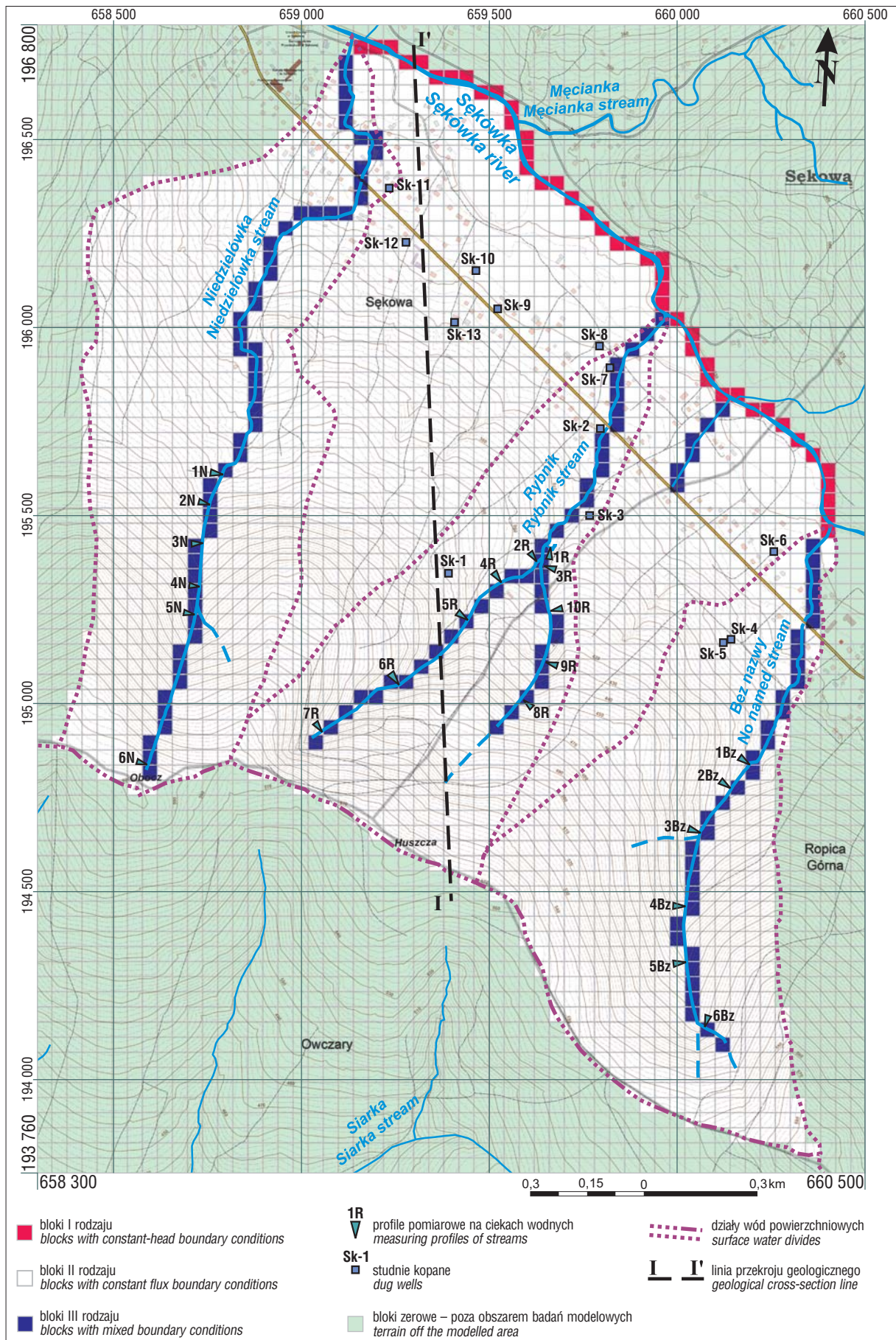
Głównym źródłem zaopatrzenia w wodę gospodarstw Sękowej jest powierzchniowe ujęcie „Rybnik”, zlokalizowane w korycie potoku Rybnika (ryc. 2). Problemem tego ujęcia jest jednak mała wydajność, która w czasie suszy hydrologicznych wymusza znaczne ograniczenia w poborze wody. Według danych pochodzących z opracowanego na potrzeby uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na pobór wód powierzchniowych operatu (Przyborowski, 2005) wynika, że w latach 2005–2010 maksymalne zapotrzebowanie dobowe na wodę Q_{dmax} wynosiło około 120 m³/d. Zaopatrzenie na wodę w Sękowej w perspektywie do 2025 r.



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań
Fig. 1. Location of the Sękowa village

ma już wynosić jednak prawie 200 m³/d. W celu rozwiązania tego problemu, z wykorzystaniem wyników badań komputerowych, przystąpiono w pierwszej kolejności do zebrania danych literaturowych oraz terenowych, tj. charakterystyki terenu, pomiaru natężenia przepływów w ciekach, pomiaru położenia zwierciadła wód podziemnych (danych nie zamieszczono w publikacji ze względu na ograniczoną objętość, jednak mogą być udostępnione na życzenie). Na podstawie wyników tej pracy stworzono model koncepcyjny systemu hydrogeologicznego obszaru badań, w którym określono m.in. budowę geologiczną, miąższość strefy aktywnej wymiany wód czy kierunki przepływu wód podziemnych. Kolejnym krokiem było transponowanie koncepcji na model matematyczny, odtwarzający warunki pseudonaturalne, a następnie właściwe symulacje

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; dendys@agh.edu.pl.



Ryc. 2. Mapa dokumentacyjna badań modelowych zlewni potoku Rybnika (Szczepański i in., 2011, zmieniony)
Fig. 2. Documentation map for model research in the Rybnik stream catchment (Szczepański et al., 2011, modified)

możliwości poboru wód w zlewni potoku Rybnika dla zapewnienia żądanej ilości wody. Końcowy etap pracy stanowiła kompilacja wyników otrzymanych podczas modelowania z uwarunkowaniami środowiskowymi oraz technologicznymi, tak aby zaproponowane rozwiązania były przede wszystkim możliwe do realizacji.

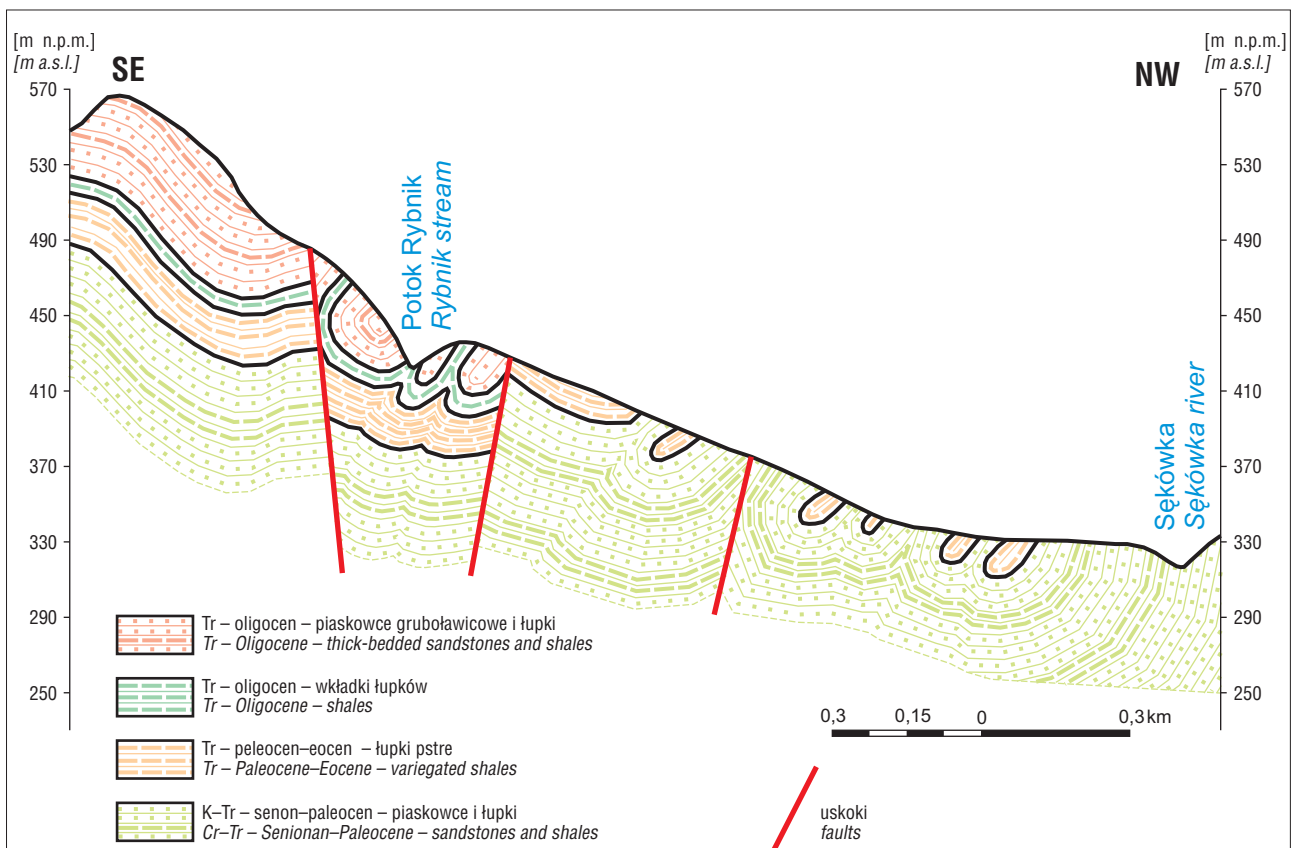
BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Objęty badaniem obszar znajduje się w Karpatach Zewnętrznych i należy do jednostki magurskiej – najbardziej na południe wysuniętej płaszczowiny karpackiej, którą budują osady kredowo-paleogeńskie (Dynowska & Maciejewska, 1991). W przekroju geologicznym (ryc. 3) (Szczepański i in., 2011), poprowadzonym wzdłuż linii SE-NW, tzn. od obszarów źródłowych do ujścia potoku Rybnika do rzeki Sękówka, wyróżniono znajdujące się najbliżej powierzchni terenu oligoceneskie warstwy magurskie, w skład których weszły piaskowce gruboławicowe z łupkami oraz wkładki łupków. Poniżej zlokalizowano warstwy łupków pstrych (paleocen-eocen) oraz warstwy inoceramowe sedimentacji kredowo-paleogeńskiej (senon-paleocen).

Zgodnie z podziałem hydrogeologicznym zwykłych wód podziemnych (Paczyński, 1995; Paczyński & Sadurski, 2007) obszar ten wchodzi w skład Makroregionu Południowego – Region Karpacki XIV. Według regionalizacji słodkich wód podziemnych Kleczkowskiego (Dowgiałło i in., 2002) zlewnia ta znajduje się w całości na terenie Masywu Karpackiego – jego części zewnętrznej. W aktualnym podziale na jednolite części wód podziemnych (JCWPd), analizo-

wana zlewnia potoku znajduje się w granicach obszaru JCWPd 151 regionu Górnej Wisły w pasie Zewnętrznych Karpat Zachodnich. Piętro wodonośne fliszowe (paleogeńskie i kredowe), występujące w obrębie JCWPd 151, zbudowane jest z utworów piaskowcowo-łupkowych w ośrodku szczelinowo-porowym. W obrębie badanej zlewni wyróżniono dwie jednostki hydrogeologiczne (Chowaniec, 1998). Jednostka paleogeńska buduje wodonośne utwory paleogenu o przewodze piaskowców zaliczanych do warstw magurskich, natomiast jednostka paleogeńsko-kredowa rozciąga się w obrębie stratygraficznie nierozdzielonych utworów fliszowych.

Dolina potoku Rybnika charakteryzuje się zmienną morfologią. W dolnym odcinku oraz w obszarach źródłowych wody potoku płyną doliną o niegłębokim wcięciu, natomiast w środkowym odcinku różnica pomiędzy poziomem terenu a rzędną dna koryta wynosi nawet do 15 m. Koryto ukształtowane jest nierównomiernie, a miejscami występują tu ostre zakola. Dolinę charakteryzuje też występowanie na jej zboczach lokalnych, niewielkich koryt, które wykorzystują spływające podczas opadów deszczu do Rybnika wody. Głębokości w analizowanym cieku wahają się od kilku do maksymalnie 20 cm, natomiast zwierciadło wód podziemnych kształtuje się od około 520 m n.p.m. w obszarach źródłowych do około 330 m n.p.m. u ujścia potoku do rzeki Sękówka. Dolina potoku ma charakter kaskadowy – progi skalne tworzą odsłaniające się w korycie warstwy piaskowców (ryc. 4 – patrz str. 720). Pomiary natężenia przepływów wyznaczono dla dziesięciu przekrojów pomiarowych, z czego pięć przypadło na główny nurt potoku, cztery na jego odnogi, a dodatkowy pomiar wykonano w odpływie z potoku do ujęcia wód powierzchniowych.



Ryc. 3. Przekrój geologiczny obszaru zlewni potoku Rybnika (Szczepański i in., 2011, zmieniony)
Fig. 3. Geological cross-section, Rybnik stream groundwater basin (Szczepański et al., 2011, modified)

MODELOWANIE PROCESÓW FILTRACJI W ZLEWNI POTOKU RYBNIKA

Mając na względzie warunki wynikające z budowy geologicznej, morfologii terenu, hydrografii oraz własności hydrogeologicznych, w tworzeniu modelu, odzwierciedlającego warunki pseudonaturalne (Szczepański i in., 2011) zlewni potoku Rybnika o powierzchni 0,6832 km², przyjęto m.in. występowanie jednego poziomu wodonośnego zbudowanego z paleogeńskich i paleogeńsko-kredowych skał piaszczysto-łupkowych oraz założono, że strefa aktywnej wymiany wód wynosi 30 m. Wielkość ta przyjęta została na podstawie analizy danych literaturowych, analogii oraz doświadczenia autorów modelu (Szczepański i in., 2011). Kolejne założenie dotyczyło zasilania wód podziemnych, odbywającego się wyłącznie w drodze infiltracji części wód opadowych (wg danych z posterunku opadowego w Gorlicach – 776 mm/r, IMGW Kraków, 2006) z uwzględnieniem gradientu powierzchni, stanu zagospodarowania terenu oraz charakteru skał tworzących strefę aeracji i ich przepuszczalności. Dla potrzeb modelu przyjęto wartości wskaźników infiltracji efektywnej dla skał budujących piętro wodonośne w zakresie od 20 (łupki i łupki pstre) do 200 mm/r (piaskowce gruboławicowe i łupki). Założono także, że drenaż wód podziemnych odbywa się za pomocą cieków powierzchniowych, natomiast kierunki przepływu wód podziemnych wymuszone położeniem bez zasilania i drenażu odbywają się z kierunku S i SE na N i NW. Współczynniki filtracji piętra wodonośnego przyjęto w oparciu o mapę hydrogeologiczną (Chowaniec, 1998) oraz na podstawie analogii do innych opracowań realizowanych w podobnych warunkach. Ich wartości mieściły się w następujących przedziałach: piaskowce gruboławicowe i łupki (oligocen) 0,01–0,094 m/d, łupki i łupki pstre 0,007–0,00864 m/d, piaskowce i łupki (senon-paleocen) 0,01–0,2 m/d (Szczepański i in., 2011). Dla modelowanego obszaru przyjęto, że warunek brzegowy I rodzaju (bloki I rodzaju w modelu) stanowić będzie potok Sękówka, który jest naturalną bazą drenażu. Warunkiem II rodzaju symulowano za to zasilanie z infiltracji opadów atmosferycznych do pierwszej warstwy wodonośnej oraz wydatek ujęcia wód podziemnych. Cieki powierzchniowe, jako lokalną bazę drenażu wód podziemnych, określał warunek III rodzaju.

Obliczenia symulacyjne pola hydrodynamicznego omawianego regionu wykonane zostały na zweryfikowanym modelu matematycznym z wykorzystaniem programu Visual MODFLOW v.4.2. Obszar badań podzielono siatką kwadratową o kroku $\Delta x = \Delta y = \Delta 40$ m (76 wierszy i 55 kolumn), a współczynnik korelacji dla zweryfikowanego modelu wyniósł 0,9985. W efekcie uzyskano obraz kształtowania się stosunków wodnych, określono warunki krążenia i wymiany wód. Odtworzenie pseudonaturalnego położenia zwierciadła wód podziemnych odbyło się przy założeniu całkowitego braku poboru wody z ujęć podziemnych. Obliczenia prognostyczne wykonano dla średnich i niskich przepływów wody w ciekach powierzchniowych (0,004 m³/s) i średniej rocznej sumy opadów atmosferycznych z wielolecia (776 mm/r). Dzięki temu możliwa stała się ocena formowania warunków naturalnych. Model warunków pseudonaturalnych obejmował zlewnie trzech sąsiednich potoków (Rybnik, Niedzielówka i Bez Nazwy) znajdujących się w Sękowej. Na podstawie tej symulacji

określono wielkość zasobów odnawialnych w zlewni potoku Rybnika.

Symulacje bazujące na modelu odtwarzającym warunki pseudonaturalne pozwoliły na wariantową ocenę możliwości poboru wód podziemnych w dolinie potoku Rybnik. Przyjmując te warianty, uwzględniono, uzyskaną z odtworzonych w modelu warunków pseudonaturalnych, informację o położeniu zwierciadła wód oraz morfologię doliny potoku (potok Rybnika wcina się głęboko w zbocze, tworząc wąską, V-kształtną dolinę ze stromymi stokami) (ryc. 5). W obu wariantach założono więc, że pobór wód będzie odbywał się ujęciami brzegowymi w ilości 194 m³/d. Ilość ta nawiązuje bezpośrednio do prognoz zapotrzebowania na wodę w Sękowej do 2025 roku. Przyjęto także, że przebieg izoliny depresji o wartości $s = 0,5$ m wyznacza z satysfakcjonującą dokładnością strefę obniżonego poziomu zwierciadła wód, który powstanie wskutek eksploatacji ujęć. Różnica pomiędzy symulowanymi wariantami dotyczyła rozmieszczenia poszczególnych studni w systemie ujęć brzegowych. Pierwsza z przeprowadzonych symulacji zakładała zlokalizowanie wszystkich studni w dolinie potoku Rybnika powyżej gminnego ujęcia zbiorczego, druga – rozmieszczenie ujęć wzdłuż całej doliny potoku. Studnie zlokalizowane zostałyby w maksymalnej odległości około 1 m od brzegów koryta potoku.

WYNIKI

Podczas symulowania za pomocą modelu matematycznego poboru wód podziemnych w zlewni potoku Rybnika założono pracę systemu ujęć brzegowych zlokalizowanych wzdłuż koryta potoku. System ten tworzyły studnie kopane



Ryc. 5. Koryto potoku Rybnika

Fig. 5. Bed of the Rybnik stream

o głębokości około 5 m i średnicy 1 m w oligocenijskich piaskowcach gruboławicowych. Celem takiej lokalizacji było wymuszenie filtracji wód powierzchniowych i wzbogacenie możliwości poboru wody ze strumienia wód podziemnych. Przyjęto, że dopuszczalna depresja, wytworzona w wyniku działania ujęć, nie może być większa niż 4 m. Ze względu na wymagania dotyczące objętości nie wprowadzono dodatkowego rysunku, a skala przekroju geologicznego nie pozwala na zamieszczenie tam ujęć, jednak podane informacje wystarczająco tłumaczą ideę działania systemu. Na depresję na głębokości 4 m przy głębokości studni 5 m wpływa ukształtowanie terenu oraz lokalizacja studni w korelacji z lokalnym położeniem zwierciadła wody. Ponadto, przy założeniu, że są to studnie kopane, dopływ wód odbywa się od strony dna studni.

W wariantach pierwszym symulowano pobór wód podziemnych w ilości 194 m³/d siedmioma studniami kopanymi, zlokalizowanymi powyżej istniejącego gminnego ujęcia, w których eksploatowane ilości wody wynosiły od 20 do 36 m³/d, natomiast depresja kształtowała się na poziomie od 2,0 do 3,5 m. Wydajności poszczególnych studni dobierano metodą kolejnych przybliżeń, przy założeniu, że wielkość poboru wód nie będzie skutkowałą zmniejszeniem przepływu w potoku Rybnika poniżej wielkości nienaruszalnej, tj. 0,002 m³/s. Wartość tego parametru została wyznaczona ze wzoru Szpindora na potrzeby opracowania operatu wodnoprawnego (Przyborowski, 2005) oraz potwierdzona wynikami modelowania. Obszar objęty zasięgiem depresji to około 0,5 km². W wariantach drugim symulowano pobór wód podziemnych również siedmioma studniami kopanymi o podobnych parametrach wydajności i depresji, jednak część z nich zlokalizowana została poniżej gminnego ujęcia zbiorczego. Na podstawie otrzymanych wyników modelowania stwierdzono, że rozwiązanie techniczne zgodne z założeniami wariantu pierwszego w istniejących warunkach jest wariantem optymalnym.

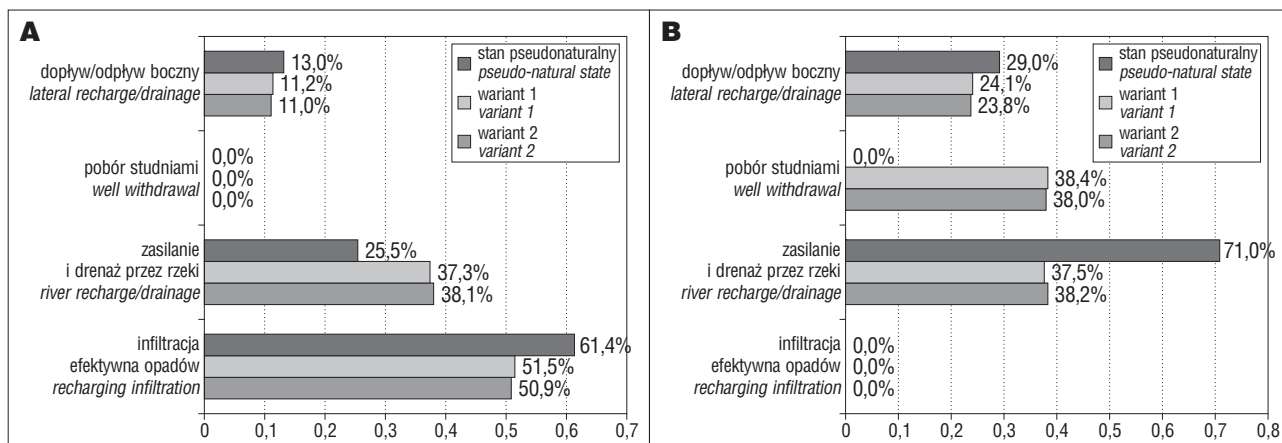
Ze względu na charakter badań planowana (symulowana) eksploatacja wód została uwzględniona w bilansie dla całej zlewni potoku Rybnika. Z zestawienia bilansów wód podziemnych (ryc. 6) dla symulowanych wariantów eksploatacyjnych wynika, że głównym czynnikiem kształtującym ilości zasobów wodnych po stronie przychodów jest infiltracja opadów atmosferycznych, a w następnej kolejności zasilanie wód podziemnych z potoku Rybnika

oraz dopływ boczny wód podziemnych ze zlewni sąsiednich. Główną rolę w kształtowaniu ilości zasobów wodnych po stronie rozchodów bilansowych w warunkach pseudonaturalnych odgrywa drenaż wód podziemnych przez potok, a następnie ich odpływ boczny do zlewni sąsiednich. W symulacji poboru wód systemem ujęć brzegowych znaczącą rolę odgrywa pobór wód studniami, a w następnej kolejności drenaż wód przez potok Rybnika lub odpływ lateralny.

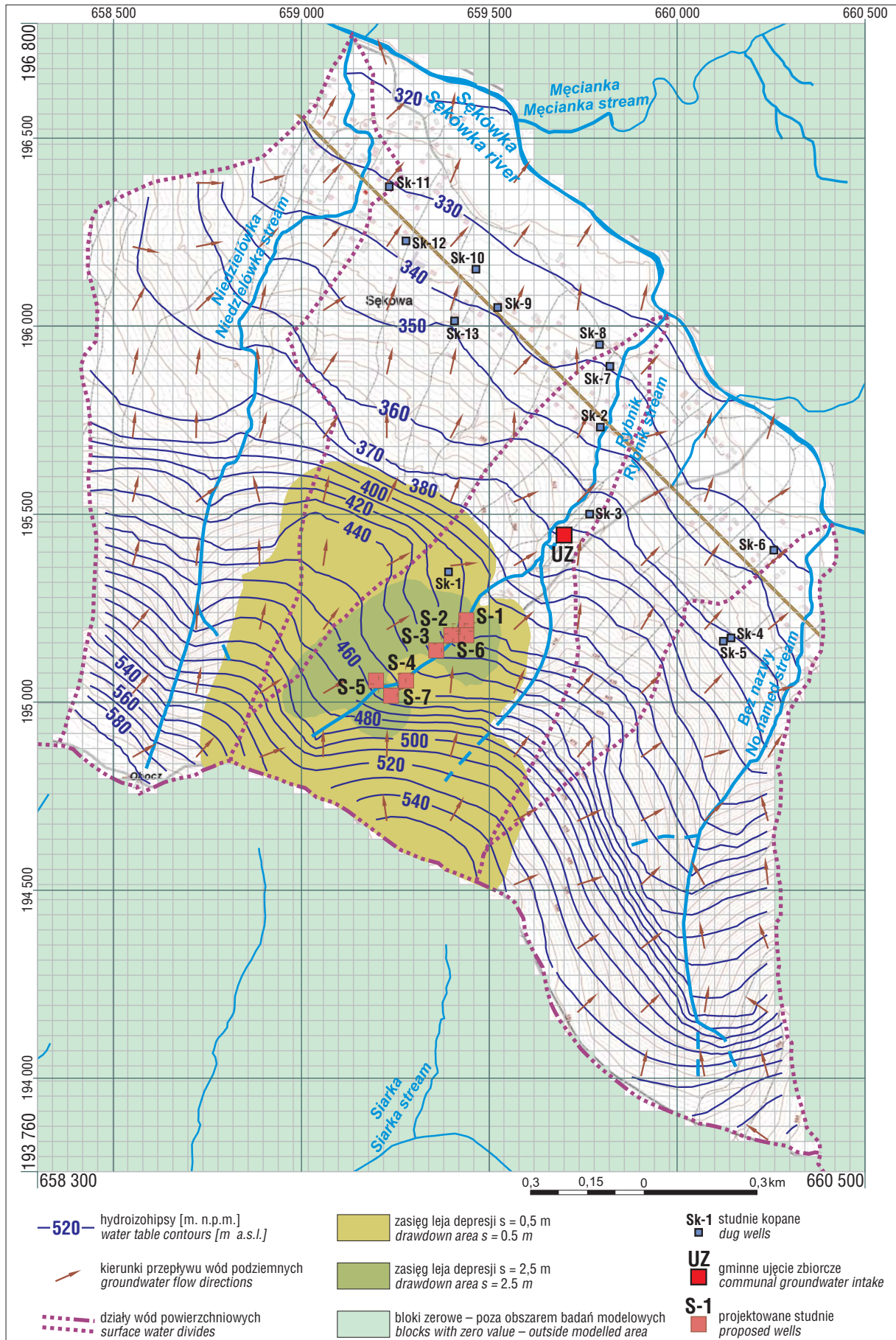
Porównując układ hydroizohips odtworzonych dla warunków pseudonaturalnych z układem hydroizohips powstałym w wyniku symulacji pracy ujęć brzegowych stwierdzono, że to właśnie system ujęć będzie stanowił główną bazę drenażową. Praca planowanych studni spowoduje przejście niewielkich ilości wody ze zlewni potoków Niedzielówka i Bez Nazwy, tj. ok. 56 m³/d (choć generalnie działy wód podziemnych nadal będą pokrywały się z działami wód powierzchniowych). Nie zaobserwowano także wyraźnych różnic w położeniu zwierciadła wód pomiędzy poszczególnymi wariantami (ryc. 7).

PODSUMOWANIE

Wykorzystując narzędzia komputerowe autorka podjęła próbę rozwiązania problemu czasowych przerw w dostawach wody pitnej dla Sękowej. Jej propozycja zakładała wykonanie symulacji warunków eksploatacji ujęć brzegowych rozmieszczonych wzdłuż doliny potoku Rybnik, na którym zlokalizowane jest funkcjonujące, zbiorcze ujęcie wód. Przed przystąpieniem do symulacji wariantów opartych na modelu odtwarzającym warunki pseudonaturalne wykonano analizę warunków hydrogeologicznych terenu, pracy ujęcia wód powierzchniowych potoku Rybnika oraz prace terenowe niezbędne dla uzyskania zdjęcia hydrogeologicznego. Rezultaty przeprowadzonych prac wskazują na niską zasobność wodną skał wodonośnych w rejonie Sękowej. Wynika to m.in. ze słabej przepuszczalności warstw wodonośnych, niewielkiej miąższości warstwy wodonośnej oraz nieznacznej możliwości zasilania zbiorników wód podziemnych z powodu ukształtowania powierzchni terenu oraz występowania głębokich wcięć dolin rzecznych o stromych zboczach. Optymalnym rozwiązaniem w tej sytuacji jest



Ryc. 6. Bilans wód podziemnych dla obszaru badań modelowych: **A** – zasilanie, **B** – odpływ
Fig. 6. Groundwater budget for the modelled area: **A** – recharge, **B** – runoff



Ryc. 7. Mapa zwierciadła wód odtworzona na modelu – wariant optymalny
Fig. 7. Water table map simulated on the model – the best option

budowa brzegowych ujęć wód podziemnych pracujących z wymuszeniem infiltracji wód powierzchniowych do ujętej warstwy wodonośnej. Odpowiednie obliczenia wykonano z użyciem programu Visual Modflow v. 4.2.

W wariantcie pierwszym, uznanym za optymalny, istotną kwestię stanowi zlokalizowanie studni ponad ujęciem zbiorczym, co powodowałoby grawitacyjny spływ wód do tego ujęcia. Ponadto z obliczeń modelowych wynika, że eksploatacja wody w ilości ok. 200 m³/d nie będzie miała wpływu na środowisko wodne, tzn. nawet w okresach suszy nie spowoduje zagrożenia dla utrzymania przepływu nienaruszalnego potoku Rybnika i zagwarantuje utrzymanie odpowiednich przepływów w jego dolinie (tj. 0,002 m³/s przepływ najniższy oraz 0,004 m³/s – przepływ średni niski). Dodatkowym skutkiem tej koncepcji jest samooczyszczanie się wód infiltrujących z cieków powierzchniowych i dopływających do studni, co znacząco mogłoby obniżyć koszty eksploatacji ujęcia wód powierzchniowych w Sękowej, a zapewniałoby lepszy skład chemiczny wód oraz polepszenie ich zapachu i smaku.

W wariantcie drugim symulowano rozmieszczenie ujęć brzegowych wzdłuż całej doliny potoku Rybnika. Obszar depresji, powstały w wyniku pracy ujęć, ma mniejszy zasięg i w otoczeniu studni nie wywołuje znacznego zaburzenia pola hydrodynamicznego. Obniżenie wysokości zwierciadła wody lokalnie osiąga głębokość 3 m. Pobór wód gwarantuje utrzymanie minimalnej ilości wody w potoku, niezbędnej dla funkcjonowania życia biologicznego, czyli utrzymanie przepływu nienaruszalnego. Rozmieszczenie studni wzdłuż całej doliny potoku, w tym poniżej ujęcia zbiorczego, wymagałoby poniesienia dodatkowych kosztów związanych z działaniami inżynierskimi, tj. instalacją niezbędnych pomp oraz wodociągu, doprowadzających wodę ze studni położonych poniżej do ujęcia zbiorczego.

Oba warianty symulacyjne są skutecznym rozwiązaniem i ich zastosowanie zapewni możliwość poboru wód ze zlewni potoku Rybnika w ilości ok. 200 m³/d, jednak ze względów przyrodniczych oraz technologicznych optymalnym rozwiązaniem jest wariant pierwszy. Wyniki badań modelowych mogą stanowić więc jedną z podstaw dla podjęcia decyzji ustalającej strategię pozyskiwania wody na potrzeby gospodarstw w Sękowej.

Składam serdeczne podziękowania Recenzentom Janowi Przybyłkowi i Janowi Prażakowi oraz Redaktorowi Naczelnemu PG Andrzejowi Gąsiewiczowi za cenne wskazówki oraz podjęty trud współpracy w tworzeniu niniejszego artykułu.

LITERATURA

- CHOWANIEC J. (red.) 1998 – Objaśnienia do Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1: 50 000, arkusz Gorlice. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J. (red.) 2002 – Słownik hydrogeologiczny. Departament Geologii, Ministerstwo Środowiska, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- DYNOWSKA I. & MACIEJEWSKA M. (red.) 1991 – Dorzecze Górnej Wisły. PWN, Warszawa.
- PACZYŃSKI B. (red.) 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski w skali 1: 500 000. Systemy zwykłych wód podziemnych. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- PACZYŃSKI B. & SADURSKI A. (red.) 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski, t. 1. Wody słodkie. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- PRZYBOROWSKI W. 2005 – Operat wodnoprawny na pobór istniejących wód powierzchniowych z potoku Rybnik w km: 0+660 dla istniejącego wodociągu zbiorowego w Sękowej. Gorlice.
- SZCZEPAŃSKI A., SZCZEPAŃSKA-PLEWA J., SZKLARCZYK T. & ZDECHLIK R. 2011 – Model koncepcyjny i cyfrowy zbiornika wód podziemnych w zlewni potoku Rybnik. AGH, Kraków.
- SZCZEPAŃSKI A., SZCZEPAŃSKA-PLEWA J. & SZKLARCZYK T. 2012 – Wyniki symulacji komputerowych określających możliwości eksploatacyjne wód w zlewni potoku Rybnik. AGH, Kraków.

Praca wpłynęła do redakcji 6.03.2013 r.
Akceptowano do druku 2.08.2013 r.

**Ocena możliwości zwiększenia wydajności ujęć brzegowych
na przykładzie zlewni potoku Rybnika w Sękowej koło Gorlic (patrz str. 712)**
**Assessment of the possibility of increasing exploitation of groundwater catchments
in the Rybnik Stream groundwater basin in Sękowa, Gorlice District (see p. 712)**



Ryc. 4. Piaskowce w dolinie potoku Rybnika. Fot. M. Dendys
Fig. 4. Sandstones in bed of the Rybnik stream. Photo by M. Dendys