

Rozpoznanie, zagospodarowanie i zasoby wód podziemnych wybranych zbiorników triasu górnośląskiego

Andrzej Kowalczyk*, Janusz Kropka*, Andrzej Rózkowski*, Krystyn Rubin*

Niniejszy artykuł jest podsumowaniem wyników badań hydrogeologicznych realizowanych w Katedrze Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Uniwersytetu Śląskiego, w ramach projektu badawczego nr 9 9212 92 03 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

Triasowe główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP): Lubliniec–Myszków (327), Bytom (329) i Gliwice (330), które były przedmiotem badań, stanowią jedno z głównych źródeł zaopatrzenia w wody użytkowe aglomeracji górnośląskiej. Całkowity pobór wód ze zbiorników wynosi łącznie ok. 324 tys. m³/d.

Specyfiką rozważanych zbiorników jest szczelinowo-krasowo-porowy charakter wodonośca, dodatkowo udrożnionego wyrobiskami górniczymi kopalń rud Zn-Pb oraz intensywny, skupiony drenaż wód ujęciami studziennymi i przez górnictwo. Ze względu na rozmiary eksploatacji wód podziemnych oraz obserwowane skutki hydrogeologiczne i środowiskowe wyrażany jest pogląd, że analizowane zbiorniki są zbyt intensywnie eksploatowane, a nawet przeeksploatowane (Rózkowski, 1990; Kropka, 1992; 1996; Kowalczyk & Rubin, 1995).

Celem badań było kompleksowe rozpoznanie warunków hydrogeologicznych i zagospodarowania zasobów wód podziemnych prowadzone w aspekcie oceny zasobów dyspozycyjnych wymienionych GZWP. Podstawą tej oceny były badania symulacyjne bilansów wód w zbiornikach zrealizowane na modelach numerycznych.

Zakres i metody badań środowiska szczelinowo-krasowego kompleksu serii węglanowej triasu

Rozpoznanie szczelinowo-krasowego środowiska kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu wymagało szerokiego zakresu badań geologicznych, hydrologicznych i hydrogeologicznych. Badania te obejmowały zarówno terenowe badania geologiczne, hydrologiczne i hydrogeologiczne, jak również prace laboratoryjne, studialne oraz modelowe.

Badania terenowe prowadzone były w skali regionalnej, jak i lokalnie na wytypowanych dwóch poligonach badawczych. Badania regionalne obejmowały hydrogeologiczne kartowanie, pomiary przepływu wód w ciekach, zebranie danych dotyczących poboru i użytkowania wód, analizę materiałów archiwalnych i zestawienie banku danych. Miały one za zadanie weryfikację i aktualizację budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych oraz rozpoznanie poboru i zagospodarowania wód w zasięgu wytypowanych GZWP. Efektem tych badań są zestawione mapy i przekroje, w skali 1 : 50 000, umożliwiające konstrukcję przyrodniczych modeli geologicznych i hydrogeologicznych zbiorników. Należy tu podkreślić dużą przydatność prac nad weryfikacją map geologicznych, których wyniki umożliwiły wyznaczenie stref kontaktów hydraulicznych typu erozyjnego, tektonicznego i sedimentacyjnego między poziomami wodonośnymi kompleksu serii węglanowej, jak i między tym kompleksem a wodonośnym nadkładem.

Istotną rolę w poznaniu reżimu wód w badanym ośrodku

szczelinowo-krasowo-porowym serii węglanowej triasu odegrały dwuletnie badania stacjonarne prowadzone na dwóch poligonach badawczych. Umożliwiły one rozpoznanie systemów hydraulicznych kompleksu wodonośnego, dróg i prędkości przepływu wód, odnawialności zasobów jak również sezonowych zmienności wydajności i składu chemicznego badanych poziomów wodonośnych.

Przeprowadzone badania laboratoryjne miały na celu rozpoznanie przestrzeni porowej oraz własności mikrohydraulicznych ośrodka skalnego. Obejmowały one również badania składu chemicznego i jakości oraz w skromnym zakresie składu izotopowego wód. Jakość wód określano stosując kryteria zaproponowane w pracy Kleczkowskiego (1990).

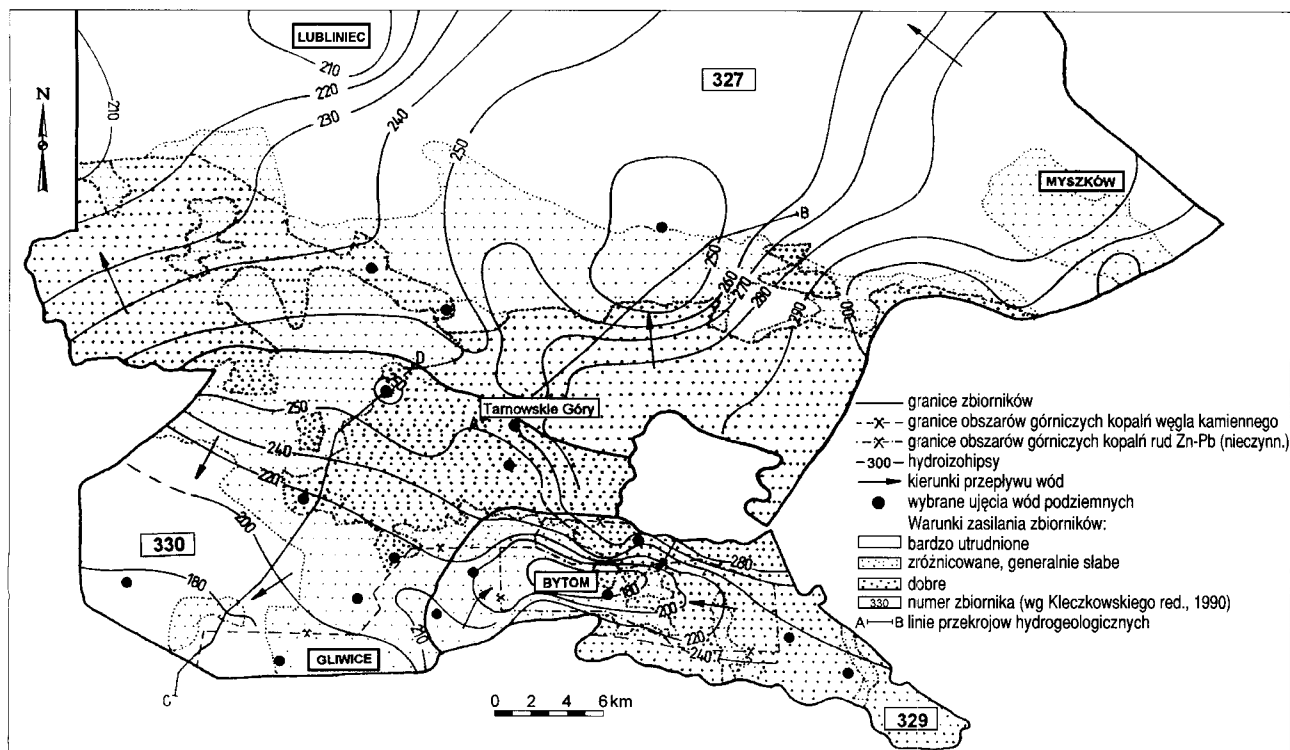
Wyniki kompleksowo prowadzonych badań regionalnych, stacjonarnych i laboratoryjnych, zestawione w trakcie prowadzonych prac studialnych umożliwiły dokonanie schematyzacji warunków geologicznych i hydrogeologicznych zbiorników i dały podstawę do konstrukcji modeli numerycznych. Zestawione zostały dwa matematyczne modele numeryczne dla GZWP Lubliniec–Myszków oraz dla GZWP Gliwice i Bytom łącznie. Umożliwiły one przedstawienie pola hydrodynamicznego zbiorników, ustalenie ich zasobów dynamicznych oraz określenie warunków racjonalnej eksploatacji i ochrony ilościowej.

Środowisko wód podziemnych serii węglanowej triasu

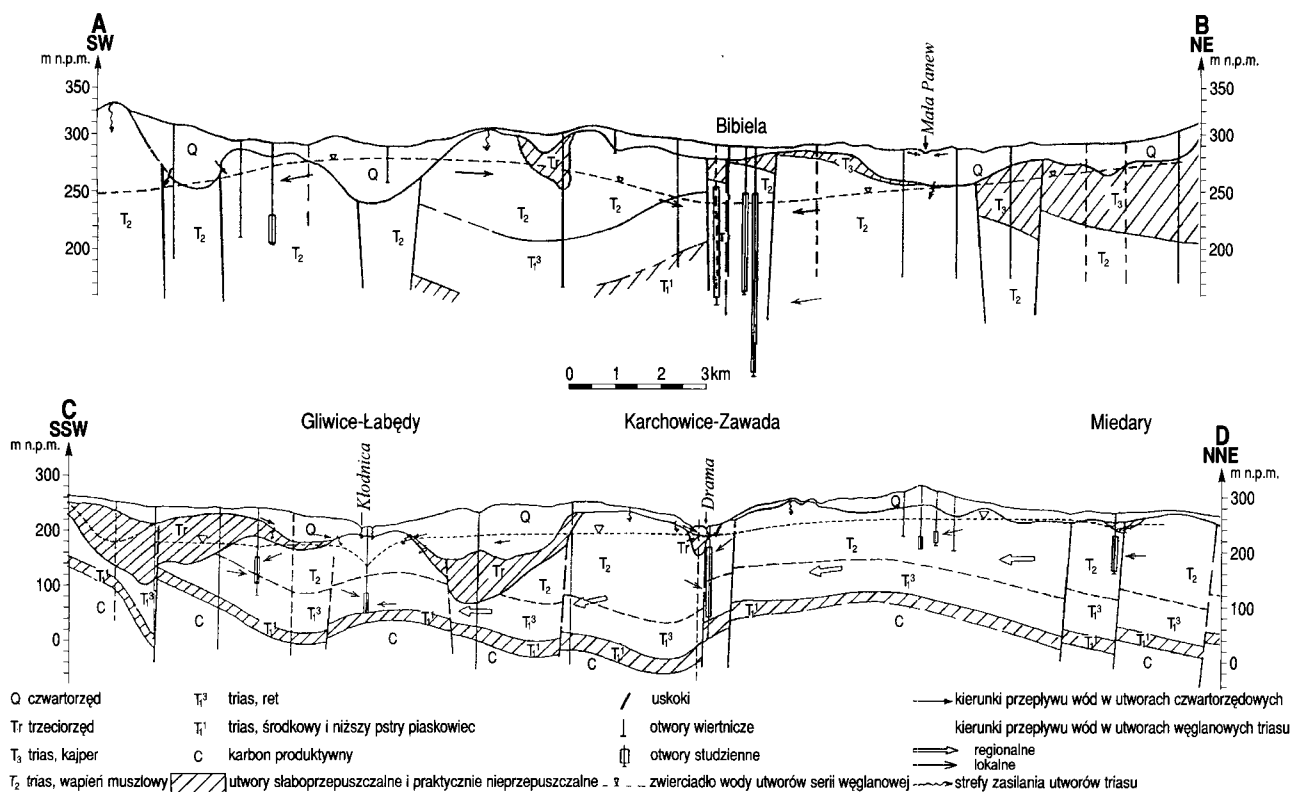
Poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu, w zasięgu monokliny śląsko-krakowskiej, zbudowane są z dolomitów i wapieni. Są to poziomy szczelinowo-krasowo-porowe. Warstwę rozdzielającą wspomniane poziomy tworzą marglisto-ilaste ogniwa warstw gogolińskich, które na skutek uwarunkowań tektonicznych, sedimentacyjnych oraz przeobrażeń geochemicznych mogą jednak utracić własności izolujące. Ponadto poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu coraz częściej są ujmowane łącznie studniami, w związku z czym łączy się je umownie w jeden kompleks wodonośny zwany kompleksem serii węglanowej triasu (Rózkowski, 1990).

Uwzględniając budowę geologiczną oraz układ pola hydrodynamicznego, w kompleksie wodonośnym serii węglanowej triasu w zasięgu monokliny śląsko-krakowskiej wydziela się kilka niezależnych zbiorników wód podziemnych. Trzy wśród nich: zbiornik Lubliniec–Myszków, Gliwice i Bytom są przedmiotem dociekań w niniejszym artykule. Zbiorniki te, biorąc pod uwagę kryteria klasyfikacyjne proponowane przez Kleczkowskiego (1990) spełniają warunki stawiane Głównym Zbiornikom Wód Podziemnych (GZWP). Najnowsze wyniki badań zbiornika Bytom wskazują, iż wskutek oddziaływania górnictwa zbiornik ten tylko w części jego obszaru zaliczyć można do GZWP (Kropka, 1996). Są to zbiorniki zawierające element pojemnościowy stosunkowo mało wrażliwe na zasilanie opadami atmosferycznymi. Reakcja źródeł i studni zlokalizowanych w strefie wschodni serii węglanowej jest powolna i uzależniona od dłuższych opadów lub suszy klimatycznych. Swobodne zwierciadło wód w zbiornikach obserwuje się w zasięgu

*Katedra Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec



Ryc. 1. Mapa hydrogeologiczna GZWP: Lubliniec–Myszków, Gliwice, Bytom



Ryc. 2. Przekroje hydrogeologiczne A–B, C–D

obszarów zasilania (ryc. 1). Strefa ciśnień piezometrycznych formuje się w zasięgu obszarów przykrycia kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu nieprzepuszczalnym

nakładem. Obserwuje się zaburzenie naturalnego pola hydrodynamicznego zbiorników na skutek intensywnego drenażu ujęciami studziennymi i wyrobiskami górniczymi (ryc. 2).

Tab. 1. Parametry hydrogeologiczne wybranych zbiorników triasu śląskiego

Nazwa zbiornika	Powierz- chnia zbiornika (km ²)	Miąszość kompleksu poziomu wodonośnego (m)	Współczynnik filtracji k (m/s) k _{sr} (m/s)	Wodoprze- wodność T (m ² /h) T _{sr} (m ² /h)	Wydajność z pojedyn- czych studni Q (m ³ /h)	Przy depresji s (m)	Wydajności jednostkowe q (m ³ /h/1mS)
Lubliniec- Myszków	1800	10÷230	$5,0 \times 10^{-7} - 9,3 \times 10^{-4}$ $2,15 \times 10^{-4}$	0,325÷140 29,3	2,4÷630	4÷14,4	0,002÷454,5
Gliwice	402	60÷120	$2,19 \times 10^{-6} - 1,6 \times 10^{-4}$ $6,74 \times 10^{-5}$	0,1÷80,0 15,0	10,5÷289,3	3,9÷63,1	brak danych
Bytom*	178	kilka÷56,0	$6,5 \times 10^{-7} - 3,6 \times 10^{-4}$	0,05÷70,0 12,0	1,6÷233,5	1,4÷46,1	0,6÷95,9

*nie prowadzono metodycznych badań poziomu wodonośnego wapienia muszlowego

Tab. 2. Wykorzystanie wód podziemnych w GZWP Gliwice i Bytom

Łączny pobór wód ze zbiornika (tys. m ³ /d)	Wykorzystanie wód w rozbiu na cele (tys. m ³ /d)				
	komunalne	produkcyjne	straty	zrzuty	
Gliwice	120,9	83,6	19,5	17,8	-
	100,0%	69,1%	16,1%	14,7%	-
Bytom	98,2	27,4	14,7	-	56,1
	100,0%	27,9%	15,0%	-	57,1%

Struktura hydrauliczna skrasowiaków i uszczelinionych skał serii węglanowej triasu składa się z trzech różnych pod względem geometrii i wymiarów, nałożonych na siebie i współzależnych ośrodków hydraulicznych: porowego, szczelinowego i krasowego (Motyka, 1988). Ośrodki te charakteryzują przewodność i pojemność hydrauliczną ośrodka skalnego a ich miarą są wartości współczynników: filtracji, porowatości efektywnej i odsączalności. Struktura hydrauliczna rozpatrywanych skał jest dynamiczna i ulega zmianom w czasie, przede wszystkim na skutek oddziaływania czynników antropogenicznych. Szczególne znaczenie odegrała zaniechana już obecnie wieloletnia działalność górnictwa rud cynku i ołowiu w rejonie Tarnowskich Gór i Bytomia, jak również trwająca nadal eksploatacja złóż węgla w niecce bytomskiej.

Średnie współczynniki filtracji szczelinowo-krasowego kompleksu serii węglanowej są zmienne w zależności od porowatości przestrzennej masywu skalnego oraz stopnia zeszczelinowania i skawernowania skał. Wartości współczynników filtracji mieszczą się z reguły w przedziale od 10^{-6} m/s do 10^{-3} m/s (tab. 1). Wysokie wartości są charakterystyczne dla silnie spekanego i skawernowanego górotworu, głównie w strefie wychodni ulegając obniżeniu z głębokością. Wskazują na to wyniki pompowań studni w GZWP Lubliniec–Myszków, gdzie wartości współczynników filtracji w interwale głębokości od 60 do 450 m uległy obniżeniu do $1,61 \times 10^{-4}$ m/s do $2,00 \times 10^{-6}$ m/s (Rózkowski, 1994).

Zróznicowane wartości współczynników filtracji w poszczególnych ośrodkach hydraulicznych w górotworze serii węglanowej powodują występowanie w nich odmiennych szybkości przepływu wód. W systemach kanałowych szybkości przepływu dochodzą do kilkudziesięciu km/rok, zaś w systemach szczelinowych od kilkuset m do kilku km/r (Motyka, 1988). Natomiast szybkości przepływu wód poprzez przestrzeń porową górotworu są niskie, rzędu kilku do kilkudziesięciu m/r. Średnie szybkości przepływu wód poprzez spekania i skawernowany masyw skalny, przy uwzględnieniu przestrzeni porowej, kształtują się od kilkudziesięciu, zazwyczaj kilkuset m/rok, przekraczając w obszarach aktywnego antropogenicznego drenażu dwa km/r.

Wodonośność serii węglanowej triasu koreluje się generalnie z wodoprzewodnością. Wydajności studni czerpiących wody z kompleksu serii węglanowej triasu kształtują się w przedziale od 1,6 m³/h, przy kilkudziesięciometrowej depresji, do 630 m³/h, przy kilku metrowej depresji. Wydatki jednostkowe są zmienne w granicach poniżej 0,1 m³/h do 454 m³/h (tab. 1). Wydatki jednostkowe studni wykazują tendencje zniżkowe w miarę wzrostu głębokości ujmowania serii węglanowej. W warunkach przykrycia serii węglanowej nieprzepuszczalnym nadkładem, w

strefie formowania się wysokich ciśnień piezometrycznych, wydajności studni wyraźnie maleją. Maksymalne wydajności uzyskuje się ze studni położonych w obszarach stref zasilania lub w ich pobliżu.

GZWP Lubliniec–Myszków

Granice zbiornika Lubliniec–Myszków wyznaczają (ryc. 1): na południu działły wód podziemnych, na wschodzie zasięg występowania utworów jury dolnej, na północy granicę stanowi zasięg ujmowania wód użytkowych, a granica zachodnia jest granicą umowną. Całkowita jego powierzchnia wynosi ok. 1800 km².

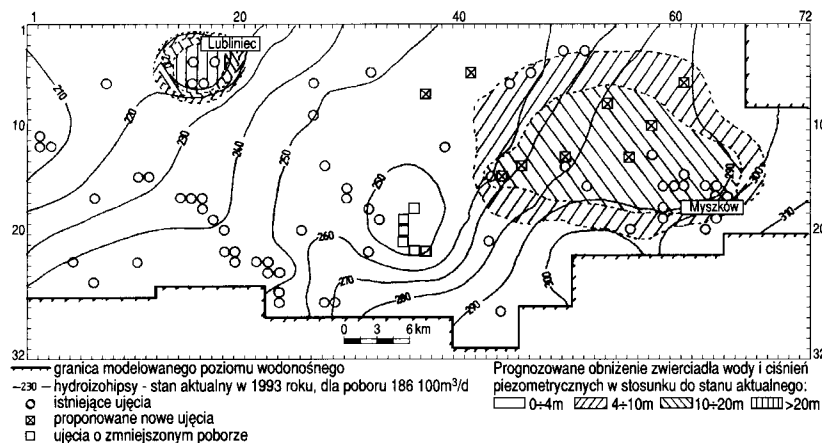
Utwory węglanowe, o miąższości od 60 do 230 m, w części północnej i środkowej są przykryte ilasto-mułkowymi, słabo przepuszczalnymi i praktycznie nieprzepuszczalnymi utworami retyko-kajpru, o miąższości maksymalnej do 260–290 m. W południowej części zbiornika są one przykryte wyłącznie osadami czwartorzędu o bardzo zróżnicowanej miąższości.

Naturalny układ pola hydrodynamicznego został zdeformowany długoletnią, intensywną eksploatacją wód dużymi ujęciami studziennymi w rejonie Bibieli, Lublińca i Myszkowa ryc. 1. Regionalny system przepływu posiada kierunek SEE–NWW i jest drenowany najprawdopodobniej przez kopalną dolinę Odry.

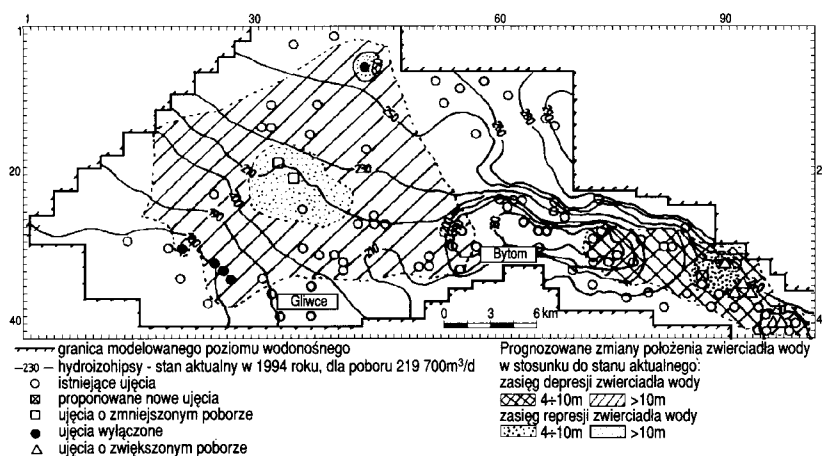
Zasilanie kompleksu wodonośnego triasu odbywa się w rejonie bezpośrednich wychodni w południowej części zbiornika lub pośrednio przez utwory czwartorzędu. Na obszarach, gdzie występuje czwartorzędowy poziom wodonośny stwierdzono lokalnie występowanie kontaktów hydraulicznych między poziomami czwartorzędu i triasu umożliwiających zasilanie kompleksu wodonośnego triasu przez poziom czwartorzędowy (ryc. 2).

Drenaż triasowego kompleksu wodonośnego odbywa się głównie poprzez liczne ujęcia studienne oraz lokalnie przez duże kamieniołomy. Skutkiem wieloletniej eksploatacji wód jest obniżenie pierwotnych ciśnień piezometrycznych w rejonie ujęć o 40–45 m.

Wody podziemne zbiornika Lubliniec–Myszków charakteryzują się w miarę jednorodnym i stałym składem chemicznym oraz zbliżonymi wartościami cech fizycznych. W zbiorniku tym dominują dwa typy hydrochemiczne wód: HCO₃–SO₄–Ca–Mg i HCO₃–Ca–Mg. Pozostałe typy (HCO₃–SO₄–Cl–Ca–Mg, HCO₃–Cl–Ca–Mg, SO₄–Ca–Mg) występują lokalnie, głównie w odkrytej części zbiornika. Na obszarze zbiornika stwierdzono strefowe występowanie głównych typów hydrochemicznych wód. W południowej, odkrytej części, występują wody typu HCO₃–SO₄, dalej na północ, pod przykryciem izolujących utworów retyko-kaj-



Ryc. 3. Mapa hydroizohips kompleksu wodonośnego triasu w GZWP Lubliniec-Myszków



Ryc. 4. Mapa hydroizohips kompleksu wodonośnego triasu w GZWP Gliwice i Bytom

pru stwierdzono wody typu HCO_3^- , a w skrajnej północnej i północno-zachodniej części zbiornika znów $\text{HCO}_3\text{-SO}_4$. Chemizm wód części środkowej i północnej kształtowany jest przez czynniki geogeniczne natomiast w części południowej, odkrytej znaczny wpływ na kształtowanie chemizmu mają czynniki antropogeniczne (Rubin, 1992). Pod względem jakości wody omawianego zbiornika należą do klasy Ib, Ic, Id i II, natomiast dominują wody klasy Ic. Klasa II, którą wydzielono głównie ze względu na wysokie stężenia strontu i fluoru w rejonie Lublińca, stanowi ok. 36% analizowanych wód.

Oszacowane według stanu na 1994 r. zatwierdzone zasoby eksploatacyjne ujęć wynoszą 232,3 tys. m^3/d . Największym pod względem zatwierdzonych zasobów i poboru wód jest ujęcie Bibiela (ryc. 1) — 81,2 tys. m^3/d zasoby i ok. 80 tys. m^3/d pobór. Większość ujęć pracujących na obszarze zbiornika posiada jednak zatwierdzone zasoby w granicach 1–5 tys. m^3/d . Całkowity pobór wód z kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu wynosi około 186 tys. m^3/d i stanowi ok. 80 % zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych ujęć. Eksploatowane wody są przeznaczone na potrzeby komunalne — 75%, przemysłowe — 15% i na zaopatrzenie wsi — 10%.

GZWP Gliwice

Zbiornik użytkowych wód podziemnych Gliwice wydzielono w profilu kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu. W zachodniej i południowo-zachodniej części

zbiornika rozpatrywany kompleks wodonośny jest przykryty praktycznie nieprzepuszczalnymi, ilastymi utworami miocenu. Na pozostałym obszarze w nadkładzie serii węglanowej triasu występują utwory czwartorzędu o bardzo zróżnicowanej przepuszczalności (ryc. 1). Opisywany kompleks wodonośny podścielony jest ilasto-piaszczystymi osadami środkowego i dolnego pstręgo piaskowca.

Zbiornik użytkowych wód podziemnych Gliwice, wydzielony w profilu kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu, obejmuje swym zasięgiem obszar zapadliska Pyskowic. Jest on ograniczony od północy i wschodu obszarami wododziałowymi, zaś od zachodu i południa przebiegiem stref uskokowych. Nieznany jest zasięg zbiornika w kierunku południowo-zachodnim, gdzie utwory triasu kryją się pod ilastymi utworami trzeciorzędu. Opisywany kompleks wodonośny jest podścielony ilasto-piaszczystymi utworami dolnego i środkowego piaskowca. Rozpatrywany zbiornik jest pod względem hydrogeologicznym półotkryty i półotwarty (ryc. 1). Jego powierzchnia wynosi ok. 402 km^2 .

Zasilanie kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu jest uzależnione od stopnia przykrycia nieprzepuszczalnym nadkładem. Głównymi obszarami alimentacji są strefy bezpośrednich wychodni skał serii węglanowej lub będące pod cieniem przykryciem przepuszczalnych osadów czwartorzędu. Zasilanie

pośrednie odbywa się przez większej większości przepuszczalne osady czwartorzędu. W zachodniej części zbiornika zasilanie jest utrudnione ze względu na przykrycie zbiornika praktycznie nieprzepuszczalnymi utworami trzeciorzędu, których miąższość wzrasta w kierunku południowo-zachodnim, od kilkunastu do 150 m.

Istotną rolę w zasilaniu omawianego zbiornika odgrywa infiltracja wód powierzchniowych, stwierdzona przez autorów artykułu na wielu odcinkach rzek i potoków oraz z utworów czwartorzędowych, głównie z kopalnej i współczesnej doliny Kłodnicy (Różkowski i in., 1995).

W omawianym zbiorniku generalny kierunek przepływu wód w kompleksie wodonośnym serii węglanowej triasu przebiega z północnego-wschodu na południowo-zachód (ryc. 1). Odpływ regionalny skierowany ku niecce kędzierzyńskiej i dolinie Odry aktualnie zaznacza się bardzo słabo, a tym samym przypuszczalnie odgrywa drugorzędną rolę.

Układ pola hydrodynamicznego regionalnego systemu przepływu kształtują wysokie ciśnienia w obszarach zasilania — rzędu 250–260 m npm w północnej części zbiornika i 280 m npm. w północno-wschodniej, w rejonie Tarnowskich Gór oraz niskie ciśnienia ok. 138–146 m npm w południowo-zachodniej części obszaru (ujęcie Gliwice-Łąbędy, ryc. 2). Na całym obszarze zbiornika zaznaczają się lokalne systemy przepływu, dla których podstawy drenażu stanowią liczne ujęcia studienne.

W warunkach naturalnego reżimu hydrogeologicznego podstawę drenażu serii węglanowej triasu stanowiły doliny rzek Kłodnicy i Dramy. Obecnie obszarami drenażu w za-

sięgu omawianego zbiornika są przede wszystkim ośrodki skupionego poboru wód — duże ujęcia studziennne (ryc. 1). Długotrwała i intensywna eksploatacja wód spowodowała zakłócenie pierwotnego układu hydrodynamicznego i warunków przepływu. W wielu studniach eksploatacyjnych zwierciadło dawniej piezometryczne kształtuje się obecnie poniżej spągu warstwy napinającej (Kropka i in., 1992). Intensywny pobór wód dużymi ujęciami spowodował wytworzenie się w ich zasięgu obszarów depresyjnych o głębokościach do 60–70 m. Wskutek aktywnego drenażu ujęciami studziennymi opisywany zbiornik jest przeeksploatowany.

Wody serii węglanowej triasu zbiornika Gliwice charakteryzują się suchą pozostałością w zakresie 209–935 mg/dm³. Wśród typów hydrochemicznych wód dominują HCO₃–SO₄–Ca–Mg i HCO₃–Ca–Mg. Obecnie w zbiorniku nie występują wody najwyższej jakości (klasa Ia), przeważają natomiast wody klasy Ib. Są również obszary o zdegradowanej jakości wód, np. w rejonie ujęcia Gliwice-Łabędy. Przejawia się to podwyższoną mineralizacją wód, wielojonowymi typami hydrochemicznymi (np. Cl–HCO₃–SO₄) oraz najniższą, II klasą jakości wody.

W 1994 r. na obszarze zbiornika Gliwice pracowało łącznie 26 różnej wielkości ujęć studziennych (ryc. 1). Do ujęć składających się z największej liczby studni należą Gliwice-Łabędy (22 studni), Karchowice-Zawada (12 studni) oraz Szalsza (8 studni). Większość ujęć jest zlokalizowana w południowej i centralnej części zbiornika. Innym obszarem o dużej koncentracji ujęć studziennych są okolice miasta Tarnowskie Góry, w północno-wschodniej części zbiornika.

Łączny pobór wód z kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu w 1994 r. wynosił 120 900 m³/24 h. Strukturę wykorzystania wód w rozbiu na cele przedstawiono w tab. 2.

GZWP Bytom

Triasowy zbiornik Bytom tworzy wąską, wydłużoną strukturę synklinálną o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego. Granice północna, północno-wschodnia i południowa zbiornika są tektoniczno-erozyjne, natomiast północno-zachodnią i zachodnią określają wododziały podziemne. Jego powierzchnia wynosi około 178 km².

Jest to częściowo zakryty a zarazem zamknięty zbiornik wód podziemnych (ryc. 1).

Zbiornik Bytom charakteryzuje się zdecydowaną odrębnością w stosunku do pozostałych, prezentowanych triasowych zbiorników. Specyfika tego zbiornika wynika z następujących faktów:

- występowanie w naturalnym profilu hydrogeologicznym utworów węglanowych triasu dwóch poziomów wodonośnych — wapienia muszlowego i retu,

- aktualnie GZWP Bytom obejmuje przede wszystkim poziom wodonośny retu,

- ponad stuletnia działalność górnicza kopalń rud Zn-Pb i węgla kamiennego doprowadziła do bardzo intensywnych deformacji górotworu triasowego i jego dodatkowego udrożnienia, co umożliwiło między innymi powstanie kontaktów hydraulicznych typu antropogenicznego,

- poziom wodonośny wapienia muszlowego został całkowicie zdrenowany odwadniającą działalnością górnictwa rud Zn-Pb,

- poziom wodonośny retu aktualnie jest drenowany pionowymi i poziomymi wyrobiskami górniczymi kopalń węgla kamiennego i ujęciami studziennymi.

Warunki hydrogeologiczne omawianego zbiornika zostały szczegółowo przedstawione w artykule zamieszczo-

nym w niniejszym numerze *Przeglądu Geologicznego* (Kropka, 1996)

Zbiornik Bytom charakteryzuje się wyraźną odrębnością hydrochemiczną od pozostałych zbiorników triasowych. Wody, głównie poziomu wodonośnego retu, charakteryzują się podwyższoną mineralizacją (462–3565 mg/dm³) i wielojonowymi typami (głównie HCO₃–SO₄–Ca–Mg, SO₄–HCO₃–Ca–Mg i Cl–SO₄–Na–Ca). W zbiorniku Bytom dominują wody średniej i niskiej klasy jakości (klasa Ic i Id) oraz wody nie spełniające wymogów sanitarnych (klasa II).

W 1994 r. na obszarze zbiornika Bytom pracowały cztery komunalne ujęcia studziennne, liczące razem 6 studni, zlokalizowane we wschodniej części zbiornika. W granicach zbiornika Bytom znajduje się obszar górniczy kopalń rud Zn–Pb ZGH Orzeł Biały, prowadzący eksploatację złóż w dolomitach kruszonośnych wapienia muszlowego oraz obszary górnicze (w całości lub fragmentarycznie) 16 kopalń węgla kamiennego. W 1988 r. eksploatacja rud cynku i ołowiu została zakończona. Od 1990 r. drenaż poziomu wapienia muszlowego prowadzony jest przez jedną, centralną pompownię wód zlokalizowaną przy szybie Bolko w Bytomiu.

Summaryczny drenaż i pobór wód z poziomów wodonośnych wapienia muszlowego i retu w 1994 r. wynosił 98,2 tys. m³/d. Dominował drenaż górniczy, a pobór wód ujęciami komunalnymi wynosił jedynie 9,0 tys. m³/d i stanowił 9,2% łącznej eksploatacji wód z obszaru zbiornika Bytom. Strukturę wykorzystania tych wód przedstawiono w tab. 2.

Badania modelowe dla oceny zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych

Z rozpoznania charakterystyki hydrogeologicznej rozpatrywanych triasowych GZWP oraz stanu i struktury długotrwałej eksploatacji wód wynika, że zbiorniki te są na całym swym obszarze, albo w części, eksploatowane zbyt intensywnie (Kropka i in., 1992; Rózkowski, 1994; Kowalczyk, Rubin, 1995). Mając to na uwadze, badania zasobów prowadzono przy uwzględnieniu zmiany struktury zagospodarowania zbiorników, a w przypadku zbiornika Gliwice, przy częściowym ograniczeniu poboru wód z ujęć studziennych. Badania modelowe wykonano dla ustalonych warunków przepływu wód w zbiornikach wykorzystując programy SW2H i SP2H z biblioteki Hydrylib.

Konstrukcja modeli matematycznych

Dla GZWP Lubliniec–Myszków zbudowano model pseudo-przestrzenny o powierzchni 1779 km², w siatce kwadratowej o boku 1000 m. W obszarze o powierzchni 580 km² odwzorowano dwa poziomy wodonośne — serii węglanowej triasu i czwartorzędu, rozdzielone kompleksem słaboprzepuszczalnych utworów kajpru. Dla GZWP Bytom i Gliwice zbudowano model jednowarstwowy w siatce kwadratowej o boku 500 m, symulując przepływ ustalony w warstwie o zwierciadle swobodnym.

Granice modeli rozpatrywanych zbiorników przebiegają generalnie wzdłuż granic GZWP (ryc. 1). Granice zewnętrzne zbiorników były odwzorowane warunkami III rodzaju. Rzeki pozostające w bezpośrednim kontakcie z wodami podziemnymi w zasięgu zbiornika Lubliniec–Myszków odwzorowano również warunkami III rodzaju. Natomiast rzeki w zasięgu zbiorników Gliwice i Bytom znajdujące się generalnie powyżej zwierciadła wód modelowanego poziomu włączono w zasilanie z infiltracji opadów odwzorując je warunkami II rodzaju. Ujęcia studziennne, a także drenaż wód wyrobiskami górniczymi w zbiorniku Bytom (Kropka, 1996)

odwzorowanie warunkami II-go rodzaju, symulując w odpowiednich blokach aktualny pobór wód w studniach lub wielkość dopływu wody do wyrobiska górniczego $Q=const$.

Do weryfikacji modeli wykorzystano wyniki obserwacji hydrogeologicznych i hydrologicznych z lat 1993–1994, podsumowanych w niepublikowanej pracy autorów (Różkowski i in., 1995) i przedstawionych w sposób syntetyczny w niniejszym artykule. Kalibrację modelu oparto głównie na porównywaniu rzeczywistych i modelowych:

- stanów wód w piezometrach,
- przepływów wody w rzekach w przekrojach kontrolnych (dla GZWP Lubliniec–Myszków),
- układu zwierciadła wód podziemnych i powierzchni piezometrycznej z układem uzyskanym w wyniku symulacji numerycznej.

W celu uzyskania jak najlepszej zgodności wyznaczonych elementów dla warunków rzeczywistych i uzyskanych w wyniku symulacji przepływu, tarowaniu poddano następujące elementy: efektywną infiltrację opadów atmosferycznych, współczynniki filtracji i przewodnictwa wodnego odpowiednich wstw, przewodnictwo pionowe warstwy rozdzielającej oraz zasilanie warstw z przesączania na granicach określonych warunkiem III-go rodzaju. Wyniki obliczeń symulacyjnych (tab. 3, 4) pozwalają sądzić, że osiągnięta na etapie weryfikacji modeli, dokładność odwzorowania przyjętego stanu hydrodynamicznego w pełni koresponduje ze stanem warunków hydrogeologicznych

Tab. 3. Bilans wód podziemnych w GZWP Lubliniec-Myszków według badań modelowych (m³/d)

Poziom wodonośny	Składniki bilansu	Stan aktualny	Obliczenia prognostyczne
Poziom czwartorzęd - warstwa I	ZASILANIE		
	infiltracja opadów atmosferycz.	171 500	171 500
	infiltracja wody z rzek	15 160	16 530
	przesączanie z warstwy II	2 653	2 021
	dopływ boczny	85 136	86 132
	DRENAŻ		
	odpływ boczny	5 746	6 090
	pobór ujęciami	1 300	1 300
	drenaż przez rzeki	207 920	204 110
	przesączanie do warstwy II	59 470	64 666
Kompleks wodonośny triasu - warstwa II	ZASILANIE		
	pośrednie poza obszarem w-wy I	48 380	48 380
	przesączanie z warstwy I	59 470	66 584
	dopływ boczny	170 179	218 400
	razem	278 029	333 364
	DRENAŻ		
	pobór ujęciami	186 100	255 900
	odpływ boczny	89 300	75 410
	przesączanie do warstwy I	2 653	2 021
	razem	278 053	333 331

Tab. 4. Bilans wód podziemnych w zbiornikach Gliwice i Bytom według badań modelowych (m³/d)

Składniki bilansu	GZWP Gliwice		GZWP Bytom	
	stan aktualny	prognoza	stan aktualny	prognoza
ZASILANIE				
	infiltracja opadów oraz z rzek	146 100	146 100	53 700
	dopływ boczny	14 600	3 947	41 280
DRENAŻ				
	pobór wód ujęciami	120 930	77 500	12 700
	drenaż górniczy		86 070	86 070
	w tym:			
odpływ boczny	35 720	67 425	215	245

badanych zbiorników. Opracowane modele zostały wykorzystane do obliczeń prognostycznych.

Ocena zasobów wód podziemnych

Badania symulacyjne dla oceny zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych obejmowały szereg wariantów różniących się strukturą i wielkością poboru wód w poszczególnych zbiornikach.

Dla zbiornika Lubliniec–Myszków główny wariant obliczeń wykonano dla wymuszenia obejmującego następującą zmianę w stosunku do stanu aktualnego:

- zmniejszenie poboru w największym ujęciu ujęciu Bibiela (ryc. 3) do poziomu 68 tys. m³/d obserwowanego w latach 60,

- zwiększenie wydajności w pozostałych ujęciach do poziomu zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych,

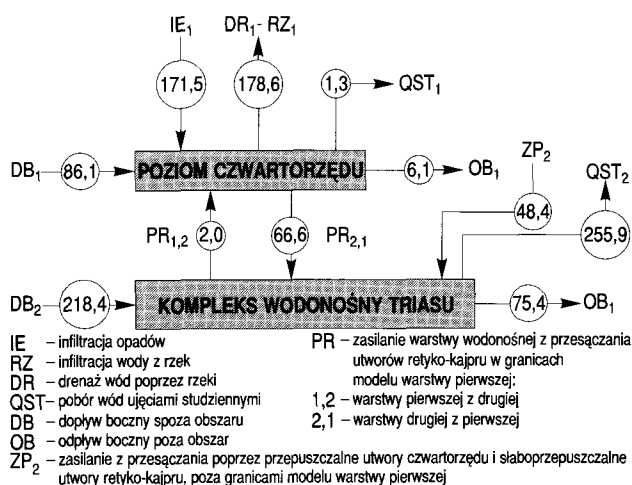
- symulowanie eksploatacji nowych ujęć, zlokalizowanych w obszarze wysokich ciśnień piezometrycznych, o niewielkim stopniu zagospodarowania zasobów.

Summaryczny symulowany pobór wód wynosił 255,9 tys m³/d i jest większy od aktualnego o ok. 70 tys. m³/d.

Główny wariant obliczeń symulacyjnych dla zbiornika Gliwice zrealizowano przy założeniu ograniczenia ogólnego poboru wody w wybranych istniejących ujęciach w celu sprawdzenia możliwości odbudowy zasobów wód podziemnych. Założenie to zrealizowano poprzez wyłączenie na modelu sześciu eksploatowanych studni oraz ograniczenie poboru w dwóch innych studniach (ryc. 4). Wśród wyłączonych znalazły się studnie eksploatujące obecnie wody najniższej jakości (II klasa). Ogólny pobór wody symulowany w wariantie weryfikacyjnym wynosił 120,9 tys. m³/d, a w omawianym wariantie prognostycznym — 77,5 tys. m³/d i był mniejszy o ok. 43,4 tys. m³/d.

W zbiorniku Bytom celem obliczeń symulacyjnych było zbadanie możliwości uzyskania dodatkowych zasobów dla istniejących ujęć, zlokalizowanych we wschodniej części obszaru. Jak wynikało z rozpoznania warunków hydrogeologicznych tego zbiornika (Kropka, 1996), tylko w tej części obszaru istnieją korzystne warunki formowania się zasobów wód dobrej jakości. Cel ten realizowano poprzez zwiększenie symulowanych poborów wód w wybranych ujęciach studziennych (ryc. 4) do poziomu zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych. Ze względu na wytworzony system drenażu górotworu wyrobiskami górnictwami i konieczność jego utrzymania nie symulowano ograniczenia odbioru wód w centralnej części zbiornika, mimo że ze względu na nieodpowiednią jakość nie są one obecnie wykorzystywane. W związku z przyjętymi założeniami symulowany drenaż wód w zbiorniku wynosił łącznie 114,7 tys. m³/d z czego 86 tys. m³/d stanowił drenaż górniczy.

Wyniki obliczeń symulacyjnych przedstawiono na mapach prognostycznych powierzchni piezometrycznej (ryc.3) i zwierciadła wody (ryc. 4) oraz w tabelach (tab. 3, tab. 4). Zestawione w tabelach wyniki bilansów dla etapu weryfikacji i obliczeń prognostycznych umożliwiają dokonanie oceny modyfikacji bilansów w związku z symulowanymi wymuszeniami. Przedstawione na mapach wielkości depresji (obniżenia) i represji (wzniosu) zwierciadła wody i ciśnień piezometrycznych odzwierciedlają skutki symulowanych poborów wód w stosunku do stanu warunków hydrodynamicznych odwzorowanego na etapie weryfikacji modeli. W systemach wielopoziomowych, o skomplikowanych warunkach krążenia wód i powiązaniach wewnętrznych i zewnętrznych,



Ryc. 5. Schemat struktury bilansu systemu wodonośnego GZWP Lubliniec-Myszków w tys m³/d (prognoza wg tab. 3)

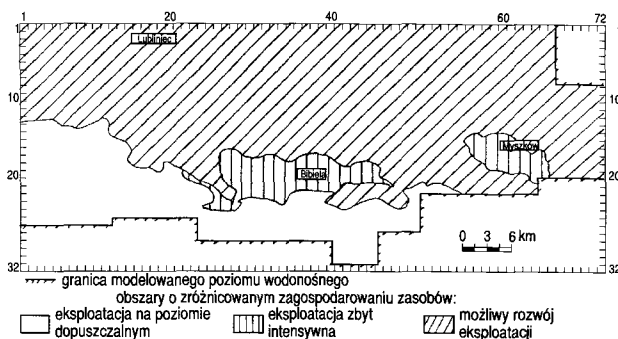
wygodną formą prezentacji wyników badań symulacyjnych jest schemat blokowy bilansu wód podziemnych (ryc. 5).

Na podstawie analizy skutków symulowanego poboru wód w GZWP Lubliniec-Myszków wykonano mapę prognostyczną stopnia szczypania zasobów (ryc. 6). Na podstawie kryterium stopnia szczypania — kryterium lokalne i hydrauliczne kryterium regionalne (Macioszczyk, Kazimierski, 1990), które mogły mieć zastosowanie w analizowanych warunkach — wyróżniono obszary eksploatacji: zbyt intensywnej, dopuszczalnej na aktualnym poziomie i perspektywicznej, gdzie możliwy jest dalszy rozwój eksploatacji wód. Należy podkreślić, że obszary zbyt intensywnej eksploatacji według stosowanych kryteriów występują również przy aktualnym poborze wód, aczkolwiek w nieco innych granicach.

Z wykonanych obliczeń symulacyjnych dla GZWP Lubliniec-Myszków oraz z analizy skutków realizowanych na modelu wymuszeń można przyjąć, że symulowany pobór wód w wysokości 256 tys m³/d może stanowić ofertę dyspozycyjną zasobów wód podziemnych. Została ona określona w głównej mierze na bazie istniejących ujęć, przy zmianie wielkości poboru wód do poziomu ich zasobów eksploatacyjnych. Około 86% symulowanego poboru pochodzi z tych ujęć, a 14% zasobów mogłoby być pozyskane poprzez budowę nowych ujęć, w dotychczas słabo zagospodarowanej części zbiornika.

Symulowany pobór wód w zbiorniku Gliwice — 77,5 tys m³/d — stanowi sumę zasobów eksploatacyjnych ujęć — zatwierdzonych lub postulowanych w trakcie badań. Wielkość ta, określona wyłącznie na bazie istniejących ujęć, stanowi w skali rozpatrywanych zbiorników ofertę eksploatacyjną zasobów, która stosownie do przepisów obowiązującego prawa geologicznego może być ofertą zasobów dyspozycyjnych.

Badania symulacyjne poboru wód w zbiorniku Bytom oraz odpowiadające mu modyfikacje bilansu wodnego potwierdzają możliwość uzyskania ogólnego dopływu wód do zbiornika na poziomie 114 tys. m³/d. Jednakże z powodu zbyt dużego zdepresjonowania zwierciadła wody w rejonach odwzorowanych studni, zagospodarowanie symulowanego poboru wymagałoby niewątpliwie wykonania



Ryc. 6. Mapa prognostyczna szczypania zasobów w GZWP Lubliniec-Myszków dla symulowanego poboru wód 255 900 m³/d.

nowych ujęć. Jest to jednakże problem optymalizacji technicznych warunków eksploatacji wód związany z oceną zasobów eksploatacyjnych ujęć i regionalnych zasobów eksploatacyjnych ziornika. Ze względu na stan jakości wód w centralnej części zbiornika (Kropka, 1996), od symulowanego poboru odjęto ilość wód zdegradowanych, nie spełniających wymogów GZWP. Zatem proponowane zasoby dyspozycyjne zbiornika Bytom wynoszą 61,8 tys m³/d.

L i t e r a t u r a

- KLECZKOWSKI A.S. (red.) 1990 — Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) wymagających szczególnej ochrony. 1 : 500 000. CPBP 04.10: Ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego.
- KOWALCZYK A. & RUBIN K. 1995 — Skutki skupionej eksploatacji wód podziemnych ujęciem Bibiela w świetle badań modelowych. Materiały VII Sympozjum Współczesne problemy hydrogeologii, Tom VII, cz.1, Kraków-Krynica: 227–234.
- KROPKA J. 1996 — Prz. Geol., 44: 845–849.
- KROPKA J., RÓŻKOWSKI A., RUBIN K. & WITKOWSKI A. 1992 — Effect of urbanization and industry on groundwater quality unconfined aquifer in southern Poland. International Workshop on Groundwater and Environment. Beijing: Seimological Press, 425–433.
- MACIOSZCZYK T. & KAZIMIERSKI B. 1990 — Zasady budowania modeli systemów hydrogeologicznych dla oceny zasobów dyspozycyjnych i symulacji regionalnego ich zagospodarowania. Program CPBP 04.10. Wyd. SGGW-AR, Warszawa, 53: 73.
- MOTYKA J. 1988 — Z. Nauk. AGH, 36: 109.
- MOTYKA J. & SZUWARZYŃSKI M. 1994 — Cavern porosity in the Triassic Carbonate Rocks of the Cracow-Silesian monocline. Publ. Serv. Geol. Luxembourg, 27: 103–110.
- RÓŻKOWSKI A. (red.) 1990 — Szczelinowo-krasowe zbiorniki wód podziemnych monokliny śląsko-krakowskiej i problemy ich ochrony. CPBP 04.10. Wyd.SGGW-AR, Warszawa, 57:1 23.
- RÓŻKOWSKIA. 1994 — Przew. 65 Zjazdu PTG, Sosnowiec: 80–102.
- RÓŻKOWSKI A., KOWALCZYK A., KROPKA J., RUBIN K & WITKOWSKI A. 1995 — Rozpoznanie, zagospodarowanie i ochrona wód podziemnych głównych zbiorników wód podziemnych GZWP triasu górnośląskiego. Projekt badawczy Nr 9212 92 03 KBN. Uniwersytet Śląski, Sosnowiec.
- RUBIN K. 1992 — Zmiany chemizmu wód podziemnych serii węglanowej triasu śląsko-krakowskiego (zbiornik Lubliniec-Myszków) w warunkach aktywnej antropopresji. Pr. doktorska. Uniwersytet Śląski. Katowice.