Wstęp

Zmiany systemowe w gospodarowaniu zasobami wodnymi, w tym wodami podziemnymi, konieczność stałego, cyklicznego przeprowadzania ocen ilościowych i jakościowych wód oraz wydzielenia rejonów wodnogospodarczych na potrzeby zintegrowanego nimi zarządzania, stawiają hydrogeologów przed nowymi i złożonymi wyzwaniami.

Zgodnie z *Ustawą z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo Wodne* (Dz. U. z 2005 r. Nr 239, poz. 2019 j.t., art. 1, ust. 2) (Prawo wodne, 2001) oraz dyrektywami UE (RDW, 2000; DWP, 2006) gospodarowanie wodami powinno być prowadzone z zachowaniem zasady racjonalnego i całościowego traktowania zasobów wód powierzchniowych i podziemnych z uwzględnieniem nie tylko ilości, ale również ich jakości.

Głównym odbiorcą wód podziemnych w strefie aktywnej ich wymiany są rzeki. W okresach stanów niskich (bezopadowych) wody podziemne mają największy udział w odpływie powierzchniowym rzek i decydują o jakości wód powierzchniowych, warunkując tym samym stopień rozcieńczenia ścieków. Udział wód podziemnych w odpływie całkowitym zlewni górnej Wisły waha się od 25% do 65%, natomiast w stanach niżówkowych może dochodzić do 80–90% przepływu (Dynowska, 1991). Ponadto w zasilaniu wód powierzchniowych biorą udział nie tylko jednostki hydrogeologiczne o wysokiej wodonośności, takie jak główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) czy użytkowe poziomy wodonośne (UPW) tych wód, ale także obszary określane na *Mapie hydrogeologicznej Polski 1:50 000* jako „bezwodne". Stąd też wynika konieczność ich uwzględnienia w modelach hydrogeologicznych, bowiem odpływ z tych obszarów może stanowić znaczny procent przepływu średniego niskiego w rzekach, decydując tym samym o ich jakości (Witczak i in., 2002).

Wydzielone przez PIG-PSH (Konsorcjum, 2004) jednolite części wód podziemnych (JCWPd) w niewystarczającym stopniu uwzględniają hydrodynamiczne uwarunkowania kształtowania się zasobów oraz współistnienia (kontakty hydrauliczne bezpośrednie i pośrednie) z wodami powierzchniowymi. Rodzi to określone problemy w ocenie stanu ilościowego i jakościowego wód podziemnych wynikające z niemożności ustalenia wiarygodnych wielkości zasobów odnawialnych i dyspozycyjnych w przyjętych granicach JCWPd. Szczególnie problem ten występuje w obszarach zlewniowych górnej Wisły i Odry, gdzie dokonano wydzieleń JCWPd z uwzględnieniem granic hydrostrukturalnych, a nie hydrodynamicznych.

Przy takim podejściu nie ma możliwości uwzględnienia zasadniczej roli, jaką odgrywają cieki i zbiorniki powierzchniowe w formowaniu wielkości zasobów dyspozycyjnych w JCWPd. W takich jednostkach pracują ujęcia wód podziemnych z wydajnościami na ogół różnymi od dopuszczalnej wielkości poboru określonej w pozwoleniach wodnoprawnych i zupełnie odbiegającymi od wielkości zatwierdzonych/przyjętych zasobów eksploatacyjnych. Praca tych ujęć zmienia znacząco warunki zasilania, przepływu i drenażu w obszarach bilansowych (JCWPd), wymuszając niejednokrotnie infiltrację wód z cieków i zbiorników powierzchniowych i/lub zmniejszając wielkość drenażu wód podziemnych przez te cieki i zbiorniki, co wpływa na zmiany także wielkości zasobów dostępnych w wydzielonych jednolitych częściach wód powierzchniowych (JCWP).

Przedstawione wyżej problemy wymuszają konieczność wypracowania właściwej metodyki określania wielkości zasobów dyspozycyjnych w obszarach bilansowych. Granice tych obszarów powinny być wyznaczone zgodnie z naturalnymi uwarunkowaniami, a warunki hydrodynamiczne, przyjmowane w modelu koncepcyjnym, muszą uwzględniać strefę aktywnej wymiany wód podziemnych oraz związki hydrauliczne wód podziemnych z powierzchniowymi. Warunki te są oczywiście zmienne w czasie i przestrzeni, a wynikają z naturalnych i antropogenicznych (praca ujęć, systemy odwadniania/nawadniania, budowle hydrotechniczne itp.) zmian czynników wpływających na bilanse wodne.

Najwłaściwszym narzędziem umożliwiającym wiarygodne uwzględnienie tych uwarunkowań jest komputerowa symulacja matematyczna z wykorzystaniem stosownego programu obliczeniowego (np. *Visual Modflow*, PM – *Processing Modflow*, systemy MIKE SHE itp.).

Jako przykład możliwości wykorzystania metod modelowania matematycznego do realizacji zadań związanych z bilansowaniem zasobów wodnych w granicach zlewni o bardzo zróżnicowanych uwarunkowaniach hydrodynamicznych i hydrostrukturalnych wybrano zlewnię rzeki Koprzywianka wraz fragmentami zlewni sąsiednich (Wisły, Opatówki i Czarnej). W odniesieniu do tej zlewni i jej zlewni bilansowych (A, B, C) przeprowadzono ocenę zasobów za pomocą metod hydrologicznych (metoda Wundta i zmodyfikowana metoda hydrologiczna) oraz metody hydrogeologicznej (na podstawie wyników badań modelowych).

Zlewnia Koprzywianki, o powierzchni 709,8 km^2, administracyjnie znajduje się w całości w województwie świętokrzyskim.

W monografii zawarto charakterystykę tej zlewni, a także wykonano ocenę stanu wód podziemnych (ilościową i jakościową) oraz zagrożeń jakości tych wód.

Opracowano model koncepcyjny warunków zasilania, przepływu i drenażu wód podziemnych, na podstawie którego zbudowano model matematyczny odwzorowujący obszar o powierzchni 1 117,6 km^2. Model ten, po wykalibrowaniu, został sprawdzony pod względem jakości odwzorowania bilansów wodnych całej zlewni i zlewni cząstkowych przy uwzględnieniu średnich i ekstremalnych wielkości przepływów wód w ciekach powierzchniowych z wielolecia 1951–2005, pomierzonych i opracowanych przez IMGW Kraków.

Celem wykonanych badań modelowych było określenie systemu krążenia wód podziemnych, zestawienie bilansów wodnych zlewni Koprzywianki wraz z wydzielonymi jej częściami, ocena odnawialności pięter wodonośnych i określenie wzajemnych relacji wód podziemnych i powierzchniowych. Kolejnym celem było obliczenie wielkości zasobów

dyspozycyjnych (dopuszczalnych) wód podziemnych różnymi metodami oraz ocenę stopnia oddziaływania eksploatacji wód podziemnych na wielkość przepływów w ciekach powierzchniowych.

Opracowanie modelu numerycznego pozwalającego określić wpływ zmian jakości wód podziemnych na stan chemiczny wód powierzchniowych wymagało zgromadzenia, weryfikacji oraz obróbki terenowych i archiwalnych danych hydrogeologicznych, hydrogeochemicznych, hydrologicznych i zagospodarowania powierzchni terenu, a także ustalenia na ich podstawie reprezentatywnych parametrów stanowiących funkcję wejścia do modelu hydrodynamicznego i hydrogeochemicznego (transportu masy). Istotnym elementem monografii jest również ocena szybkości reakcji systemu wód podziemnych na wprowadzane do modelu hydrogeochemicznego zmiany stężeń wybranego wskaźnika konserwatywnego. Szybkość reakcji modelowanego systemu zlewniowego na zmiany antropopresji została wyrażona czasem połowicznego samooczyszczania się wód podziemnych. Metodę tę zaproponowali Kania i Witczak (2007).

Zastosowanie takiej metodyki i narzędzi umożliwiło ustalenie wielkości zasobów dyspozycyjnych w obszarach bilansowych, ocenę stanu wód podziemnych w granicach wydzielonych JCWPd i wydzielonych zlewniach bilansowych, a także wpływu eksploatacji wód podziemnych na zasoby dostępne wód powierzchniowych oraz na bilanse wodne badanej zlewni i fragmentów zlewni sąsiednich. Głównym efektem prowadzonych badań było określenie optymalnych wydajności ujęć wód podziemnych pracujących w obszarze bilansowym, z zachowaniem zasad zintegrowanego gospodarowania zasobami wód podziemnych i powierzchniowych oraz minimalizacji wpływów tego poboru na ekosystemy lądowe zależne od wód podziemnych.

Model koncepcyjny oraz matematyczny wraz z jego weryfikacją i kalibracją został wykonany w ramach projektu badawczego KBN nr 4 T12B 035 27, umowa wewnętrzna AGH nr 18.25.140.211. Opracowanie metodycznych podstaw oraz narzędzi gospodarowania zasobami wodnymi w zlewni z uwzględnieniem ich jakości (Szczepańska i in., 2007) wykonano w Katedrze Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH.

Pragniemy podziękować profesorom Jadwidze Szczepańskiej-Plewie, Andrzejowi Szczepańskiemu i Stanisławowi Witczakowi z Katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH w Krakowie za poświęcenie wielu chwil na dyskusję nad zagadnieniami omawianymi w niniejszej publikacji. Z wdzięcznością przyjęliśmy bardzo cenne i wnikliwe uwagi Recenzentów: prof. dr hab. Ewy Krogulec z Uniwersytetu Warszawskiego i prof. dr. hab. Jana Przybyłka z Uniwersytetu Poznańskiego. Pozwoliły one na uporządkowanie zawartych w monografii informacji, za co składamy serdeczne podziękowania.

Pani mgr Barbarze Szklarczyk dziękujemy za projekt okładki do naszego dzieła.

Tadeusz Szklarczyk
Monika Stach-Kalarus
Ewa Kmiecik