

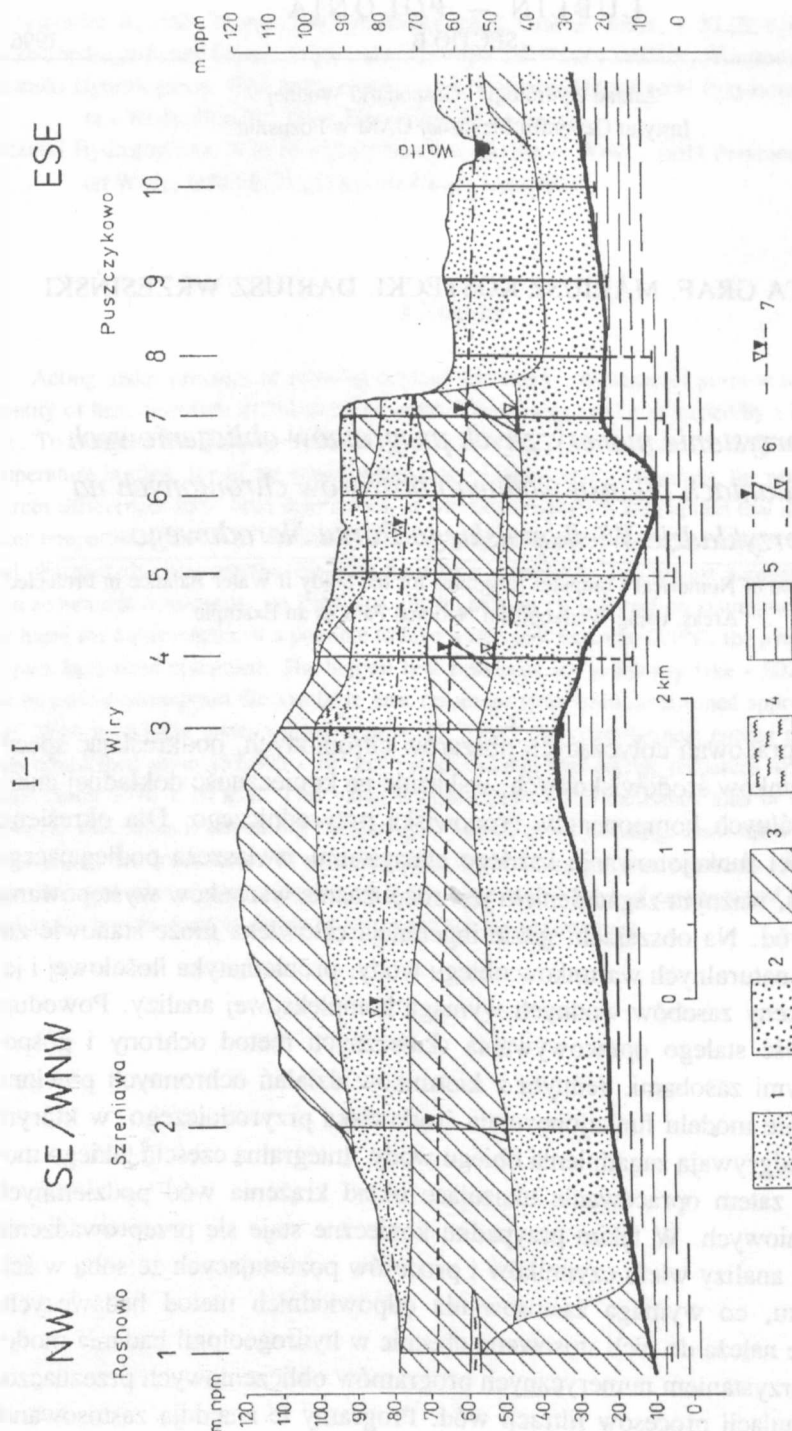
Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej
Instytut Geografii Fizycznej UAM w Poznaniu

RENATA GRAF, MARIUSZ KOSTECKI, DARIUSZ WRZESIŃSKI

*Wykorzystanie numerycznych programów obliczeniowych
w badaniach bilansu wodnego obszarów chronionych na
przykładzie Wielkopolskiego Parku Narodowego*

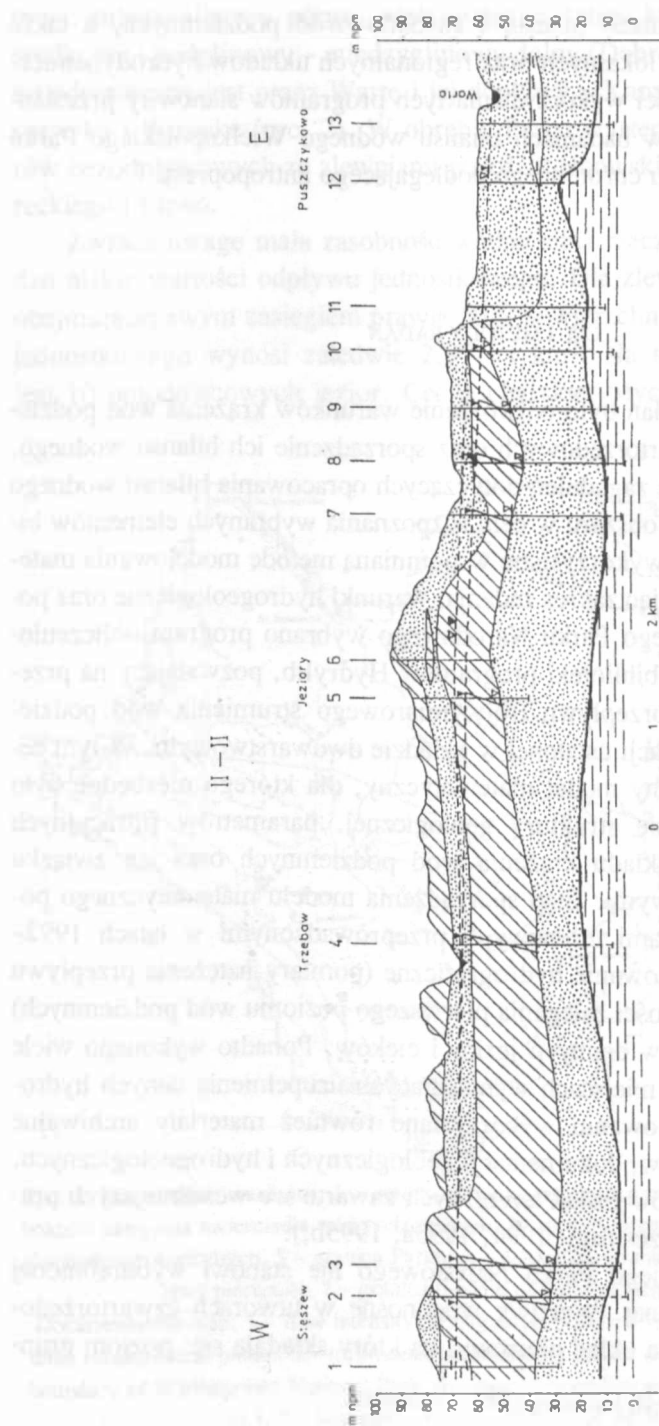
The Application of Numerical Computer Programs for the Study of Water Balance in Protected
Areas, using Wielkopolski National Park as an Example

Wiele opracowań dotyczących obszarów chronionych, podkreślając specyfikę ich warunków środowiskowych, wskazuje na konieczność dokładnej analizy poszczególnych komponentów środowiska przyrodniczego. Dla określenia prawidłowości funkcjonowania każdego ekosystemu, zwłaszcza podlegającego antropopresji, ważnym zagadnieniem jest rozpoznanie warunków występowania i krążenia wód. Na obszarach, gdzie ingerencja człowieka może stanowić zagrożenie dla naturalnych warunków obiegu wody, problematyka ilościowej i jakościowej oceny zasobów wodnych wymaga kompleksowej analizy. Powoduje to konieczność stałego opracowywania skutecznych metod ochrony i gospodarowania tymi zasobami. Jednym z kierunków działań ochronnych powinno być stworzenie modelu funkcjonowania środowiska przyrodniczego, w którym istotną rolę odgrywają zagadnienia obiegu wody. Integralną częścią takiego modelu byłoby zatem opracowanie ukazujące układ krążenia wód podziemnych i powierzchniowych. W takim przypadku konieczne staje się przeprowadzenie jednoczesnej analizy wielu czynników i procesów pozostających ze sobą w ścisłym związku, co wymaga zastosowania odpowiednich metod badawczych. Niewątpliwie należą do nich stosowane obecnie w hydrogeologii badania modelowe z wykorzystaniem numerycznych programów obliczeniowych przeznaczonych do symulacji procesów filtracji wód. Programy te znajdują zastosowanie



Ryc. 1a. Schematyczny przekrój hydrogeologiczny I-I; 1 - piaski, 2 - żwiry, 3 - gliny morenowe, 4 - mulki, 5 - ily, 6 - naporowe zwierciadło wód podziemnych, 7 - swobodne zwierciadło wód podziemnych

Schematic hydrogeological profile I-I; 1 - sand, 2 - gravel, 3 - moraine loam, 4 - mud, 5 - clay, 6 - thrust table of underground water, 7 - free table of underground water



Ryc. 1b. Schematyczny przekrój hydrogeologiczny II-II (objaśnienia jak na ryc. 1a)
Schematic hydrological profile II-II (explanations in Fig. 1a)

między innymi w badaniach bilansu i zasobów wód podziemnych, a także w prognozowaniu zmian lokalnych oraz regionalnych układów hydrodynamicznych. Szerokie możliwości wykorzystania tych programów stanowiły przesłankę do zastosowania ich w badaniach bilansu wodnego Wielkopolskiego Parku Narodowego jako obszaru chronionego podlegającego antropopresji.*

CEL I METODY BADAŃ

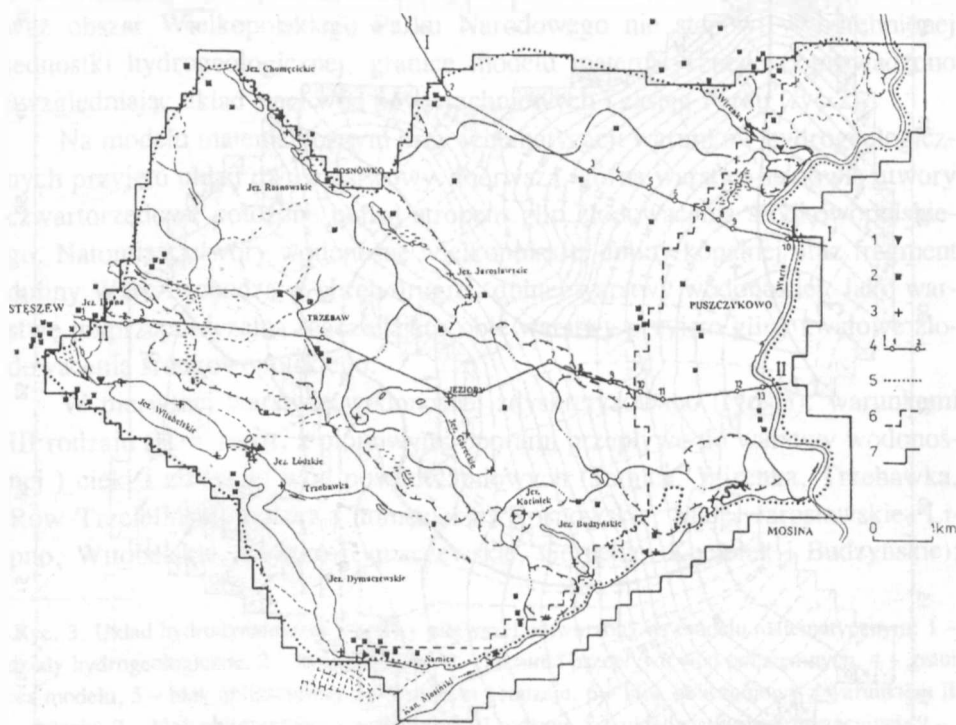
Celem podjętych badań było odtworzenie warunków krążenia wód podziemnych w utworach czwartorzędowych oraz sporządzenie ich bilansu wodnego. Ze względu na złożoność zagadnień dotyczących opracowania bilansu wodnego oraz specyfikę badanego obszaru w celu rozpoznania wybranych elementów bilansu wód podziemnych wykorzystano wspomnianą metodę modelowania matematycznego. Uwzględniając zakres zadania, warunki hydrogeologiczne oraz powierzchnię Wielkopolskiego Parku Narodowego wybrano program obliczeniowy SWW2, należący do biblioteki programów Hydrylib, pozwalający na przeprowadzenie symulacji przepływu trójwymiarowego strumienia wód podziemnych w warunkach filtracji ustalonej w układzie dwuwarstwowym. W tym celu sporządzono stacjonarny model matematyczny, dla którego niezbędne było między innymi określenie struktury geologicznej, parametrów filtracyjnych warstw wodonośnych, układu krążenia wód podziemnych oraz ich związku z wodami powierzchniowymi. Etap sporządzenia modelu matematycznego poprzedzony został badaniami terenowymi przeprowadzonymi w latach 1992–1993, obejmującymi kartowanie hydrograficzne (pomiaru natężenia przepływu wody w ciekach i głębokości zalegania pierwszego poziomu wód podziemnych) oraz infiltrometrię osadów dennych jezior i cieków. Ponadto wykonano wiele wierceń sondażowych w miejscach wymagających uzupełnienia danych hydrogeologicznych. W opracowaniu wykorzystano również materiały archiwalne w postaci map, przekrojów, dokumentacji geologicznych i hydrogeologicznych. Szczegółowy opis wyników badań terenowych zawarto we wcześniejszych pracach (Graf, Kostecki, Wrześciński, 1994, 1995a, 1995b.).

Obszar Wielkopolskiego Parku Narodowego nie stanowi wyodrębnionej jednostki hydrogeologicznej. Warstwy wodonośne w utworach czwartorzędowych (ryc. 1a, 1b) tworzą układ piętrowy, na który składają się: poziom grun-

* Zrealizowano je w ramach projektu badawczego KBN 6 6328 91 02.

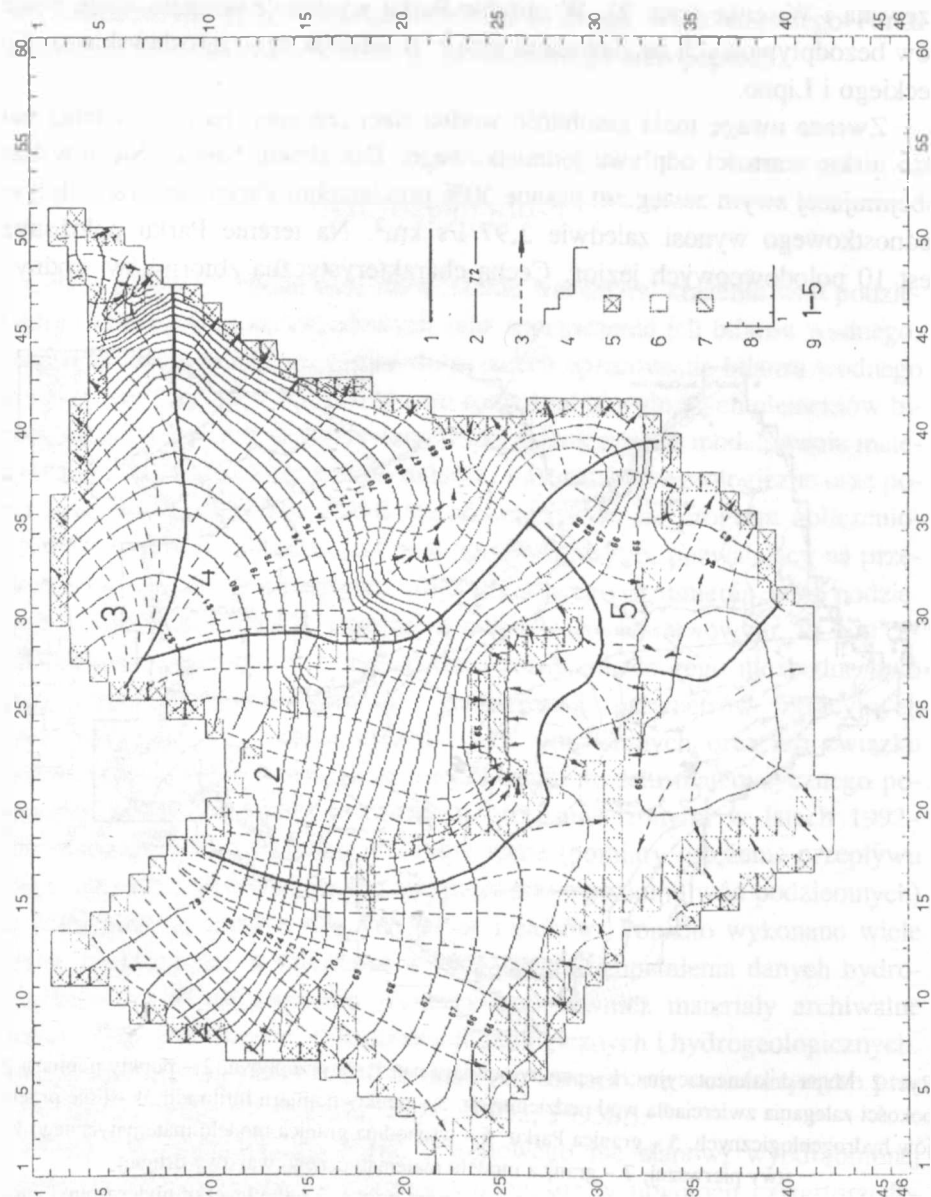
towy, międzyglinowy górny, wielkopolskiej doliny kopalnej – międzyglinowy środkowy i podglinowy – międzyglinowy dolny (Dąbrowski 1990). Obszar Parku odwadniany jest przez Wartę i jej dopływy – Kanał Mosiński z Samicą Stęszewską i Wirenką (ryc. 2). W obrębie Parku występuje ponadto wiele obszarów bezodpływowych ze zlewniami jezior: Rosnowskiego, Jarosławskiego, Góreckiego i Lipno.

Zwraca uwagę mała zasobność wodna sieci rzecznej, na co wskazują bardzo niskie wartości odpływu jednostkowego. Dla zlewni Samicy Stęszewskiej, obejmującej swym zasięgiem prawie 50% powierzchni Parku, wartość odpływu jednostkowego wynosi zaledwie 2,97 l/s·km². Na terenie Parku położonych jest 10 polodowcowych jezior. Cechą charakterystyczną zbiorników wodnych



Ryc. 2. Mapa dokumentacyjna; 1 – punkty pomiaru natężenia przepływu, 2 – punkty pomiaru głębokości zalegania zwierciadła wód podziemnych, 3 – punkty pomiaru infiltracji, 4 – linie przekrojów hydrogeologicznych, 5 – granica Parku, 6 – wschodnia granica modelu matematycznego warstwy pierwszej, 7 – granica modelu matematycznego warstwy drugiej

Documentation map; 1 – flow intensity measurement points, 2 – the level of underground water table measurement points, 3 – infiltration measurement points, 4 – hydrological profile lines, 5 – boundary of Wielkopolski National Park, 6 – eastern boundary of the mathematical model of layer I, 7 – boundary of the mathematical model of layer II



jest proces ich zaniku, czego przykładem mogą być jeziora: Skrzynka i Budzyńskie. Zasilanie jezior odbywa się przez opady atmosferyczne, dopływ powierzchniowy ciekami, spływ powierzchniowy i wody podziemne.

MODEL MATEMATYCZNY

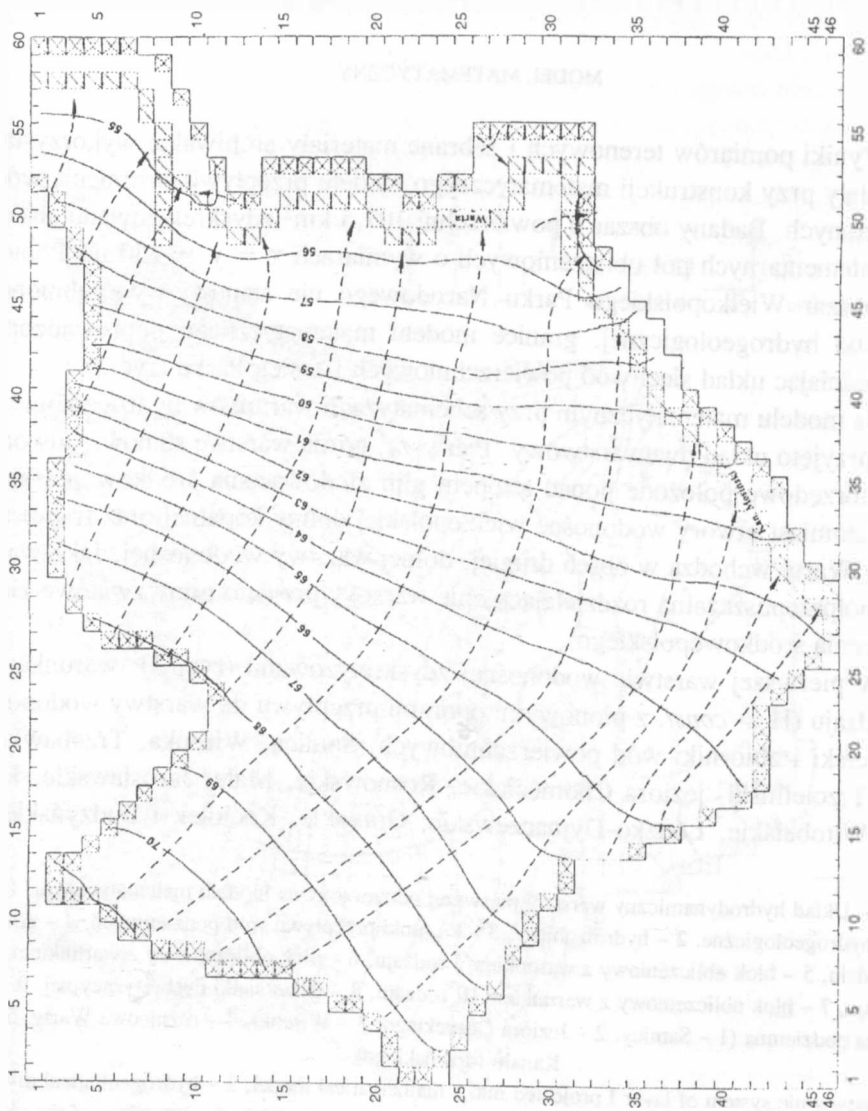
Wyniki pomiarów terenowych i zebrane materiały archiwalne wykorzystane zostały przy konstrukcji matematycznego modelu przepływu strumienia wód podziemnych. Badany obszar o powierzchni 107,5 km² zdyskretyzowano siatką 1720 elementarnych pól obliczeniowych o wymiarach $x = y = 250$ m. Ponieważ obszar Wielkopolskiego Parku Narodowego nie stanowi wyodrębnionej jednostki hydrogeologicznej, granice modelu matematycznego poprowadzono uwzględniając układ sieci wód powierzchniowych i zasięg Parku (ryc.2).

Na modelu matematycznym przy schematyzacji warunków hydrogeologicznych przyjęto układ dwuwarstwowy. Pierwszą, górną warstwę stanowią utwory czwartorzędowe położone ponad stropem glin zlodowacenia środkowopolskiego. Natomiast utwory wodonośne wielkopolskiej doliny kopalnej oraz fragment doliny Warty wchodzi w obręb drugiej, dolnej warstwy wodonośnej. Jako warstwę półprzepuszczalną rozdzielającą obie warstwy przyjęto gliny zwałowe zlodowacenia środkowopolskiego.

W pierwszej warstwie wodonośnej zdyskretyzowano (ryc. 3): warunkami III rodzaju ($H = \text{const.}$ z pionowymi oporami przepływu do warstwy wodonośnej) cieki i zbiorniki wód powierzchniowych (Samica, Wirenka, Trzebawka, Rów Trzcieliński, jeziora Chomęckie, Rosnowskie, Małe, Jarosławskie, Lipno, Witobelskie, Łódzko-Dymaczewskie, Góreckie, Kociołek i Budzyńskie);

Ryc. 3. Układ hydrodynamiczny warstwy pierwszej odtworzony na modelu matematycznym; 1 – działy hydrogeologiczne, 2 – hydroizohipsy, 3 – kierunki przepływu wód podziemnych, 4 – granica modelu, 5 – blok obliczeniowy z warunkiem I rodzaju, 6 – blok obliczeniowy z warunkiem II rodzaju, 7 – blok obliczeniowy z warunkiem III rodzaju, 8 – układ siatki dyskretyzacyjnej, 9 – zlewnia podziemna (1 – Samica, 2 – Jeziora Góreckie, 3 – Wirenka, 4 – różnicowa Warty, 5 – Kanału Mosińskiego)

Hydrodynamic system of layer I projected into a mathematical model; 1 – hydrogeological divides, 2 – hydroisohypses, 3 – directions of the underground water flow, 4 – boundary of the model, 5 – calculation block with the type I condition, 6 – calculation block with the type II condition, 7 – calculation block with the type III condition, 8 – digitizing graticule arrangement, 9 – underground catchment basin (of: 1 – the Samica river, 2 – Góreckie Lake, 3 – the Wirenka river, 4 – differential basin of the Warta river, 5 – the Mosina Canal)



Ryc. 4. Układ hydrodynamiczny warstwy drugiej odtworzony na modelu matematycznym (objaśnienia jak na ryc. 3)
Hydrodynamic system of layer II projected into a mathematical model (explanations in Fig. 3)

warunkami II rodzaju ($Q = \text{const.}$, infiltracja) objęto cały obszar filtracji pierwszej warstwy; warunkami I rodzaju ($H = \text{const.}$, stałe ciśnienie) objęto bloki na granicy modelu z występującym gradientem przepływu strumienia wód podziemnych do lub na zewnątrz modelowanego obszaru.

Natomiast w drugiej warstwie wodonośnej zdyskretyzowano (ryc. 4): warunkami III rodzaju Kanał Mosiński, ujściowy odcinek Wirenki oraz Warte w granicach Wielkopolskiego Parku Narodowego; warunkami II rodzaju z zadaną wielkością infiltracji fragment drugiej warstwy nie pokrywający się z zasięgiem warstwy pierwszej; warunkami I rodzaju bloki na granicy zewnętrznej warstwy drugiej zgodnie z zasadami, jak dla warstwy pierwszej.

Ponadto przy konstrukcji modelu matematycznego uwzględniono wiele podstawowych parametrów, do których należą następujące wielkości: przewodność hydrauliczna, rzędne zwierciadła wody w warstwie pierwszej i drugiej, rzędne zwierciadła wód powierzchniowych, opór filtracyjny warstwy półprzepuszczalnej, opór filtracyjny osadów dennych cieków i jezior.

Przygotowany zestaw danych wyjściowych posłużył do przeprowadzenia symulacji komputerowych w celu wytarowania modelu matematycznego, czyli uzyskania maksymalnej zgodności pomiędzy rzędnymi zwierciadła wody podziemnej przyjętymi do obliczeń (dane z pomiarów terenowych) a rzędnymi uzyskanymi w efekcie przeprowadzonych symulacji. Po przeprowadzeniu symulacji model uznano za wytarowany, w momencie uzyskania dokładności odwzorowania w polu filtracji rzędnych zwierciadła wód podziemnych $D_h = 1$ m przy następujących wartościach parametrów: przewodność hydrauliczna warstwy pierwszej $0,5\text{--}10,0$ m²/h, przewodność hydrauliczna warstwy drugiej $20,0\text{--}60,0$ m²/h, infiltracja efektywna dla warstwy pierwszej $0,1\text{--}1,4$ m³/h na blok, infiltracja efektywna dla warstwy drugiej $0,4\text{--}0,6$ m³/h na blok, opór filtracyjny osadów dennych cieków i jezior dla warstwy pierwszej $2 \cdot 10^{-5}\text{--}4 \cdot 10^{-3}$ 1/h, opór filtracyjny osadów dennych cieków dla warstwy drugiej $5 \cdot 10^{-5}\text{--}4 \cdot 10^{-3}$ 1/h, opór filtracyjny warstwy półprzepuszczalnej: $5 \cdot 10^{-7}\text{--}1 \cdot 10^{-5}$ 1/h.

WYNIKI BADAŃ MODELOWYCH

Wynikiem przeprowadzonych badań modelowych są zestawy danych dotyczące poszczególnych elementów bilansu krążenia wód podziemnych Wielkopolskiego Parku Narodowego. Bilans wód podziemnych warstwy pierwszej przedstawia następujące równanie:

$$I_e + D_p + I_r + P_a = O_p + D_r + P_d \pm \sigma$$

gdzie: I_e – infiltracja efektywna, D_p – dopływ podziemny do obszaru, I_r – infiltracja wód powierzchniowych, P_a – zasilanie (przesączanie) z warstwy dolnej, O_p – odpływ podziemny z obszaru, D_r – drenaż cieków i jezior, P_d – zasilanie (przesączanie) do warstwy dolnej, σ – różnica wynikająca z dokładności wytarowania modelu.

Po podstawieniu odpowiednich wartości w m^3/h równanie bilansu przedstawia się następująco:

$$786,4 + 45,2 + 31,5 + 125,2 = 150,3 + 324,2 + 521,7 \pm \sigma$$

Miedzy prawą i lewą stroną równania pojawia się różnica $\sigma = 7,9 \text{ m}^3/\text{h}$, uzależniona od stopnia dokładności wytarowania modelu matematycznego. Wartość ta stanowi zaledwie 0,8% ogólnej ilości wody biorącej udział w bilansie warstwy pierwszej. Głównym elementem bilansu wodnego warstwy pierwszej jest infiltracja wód opadowych, będąca zasadniczym źródłem jej zasilania. Wartość infiltracji efektywnej określono na $786,4 \text{ m}^3/\text{h}$ (88 mm/rok), co stanowi 79,6 % ogólnej ilości wód zasilających tę warstwę. Stąd moduł infiltracji efektywnej wynosi $10 \text{ m}^3/\text{h}/\text{km}^2$, jest to 16,4% wartości średniej rocznej sumy opadów, która dla Poznania w wieloleciu 1956–1980 wynosi 535 mm. Dopływ podziemny spoza badanego obszaru wynosi $45,2 \text{ m}^3/\text{h}$ (4,6% wód zasilających). Odbywa się on głównie z kierunku południowo-zachodniego w strefie rynny Witobelsko-Dymaczewskiej oraz północno-zachodniego na linii Szreniawa-Rosnówko (ryc. 3). Jeszcze mniejszy udział w zasilaniu warstwy pierwszej ma infiltracja z wód powierzchniowych. Jej wielkość określono na $31,5 \text{ m}^3/\text{h}$ (3,2% wód zasilających warstwę pierwszą). Zasilanie z cieków, wynikające ze związku hydraulicznego cieku z warstwą wodonośną, stwierdzono jedynie w odcinkach ujściowych Wirenki i Kanału Mosińskiego. Szczególny przykład związku hydraulicznego pomiędzy warstwą wodonośną i jeziorem ma miejsce w przypadku Jeziora Rosnowskiego i Jeziora Jarosławskiego, których misy położone są na linii przepływu strumieni wód podziemnych. Jeziora te mają charakter zarówno drenujący, jak i zasilający warstwę wodonośną, a ich reżim jest ściśle związany z reżimem wód podziemnych.

W równaniu bilansowym uwzględniono ponadto wartość zasilania z głębszych warstw wodonośnych (z warstwy drugiej – poziomu wielkopolskiej doliny kopalnej). Ma ono miejsce głównie w strefie inwersji piezometrycznej w części zachodniej i południowej Parku (Stęszew–Łódź–Jezioro Góreckie–Dymaczewo Stare). Wartość zasilania z warstwy drugiej określono na $125,2 \text{ m}^3/\text{h}$, co stanowi 12,7% ogólnej ilości wody zasilającej warstwę pierwszą. W bilansie wód podziemnych warstwy pierwszej głównym elementem po stronie strat jest zasilanie podziemne warstwy drugiej, którego wartość wynosi $521,7 \text{ m}^3/\text{h}$. Sta-

nowi to 52,04% ogólnych strat wody w tej warstwie. Udział drenażu wód powierzchniowych (32,5%) w stratach bilansowych wynosi 324,2 m³/h. Głównymi bazami drenażu w warstwie pierwszej są jeziora, na które przypada 68% wartości drenażu. Odpływ podziemny poza obszar, w wielkości 150,3 m³/h, stanowi 15,1% strat i ma miejsce głównie w kierunku strefy krawędziowej doliny Warty, na północ w kierunku Wirenki i na południe w kierunku pradoliny warszawsko-berlińskiej (ryc. 4).

Obliczenia modelowe pozwoliły określić również wartości zasilania podziemnego zdyskretyzowanych zbiorników wodnych oraz cieków, dla których wyznaczono liniowe moduły drenażu (tab. 1).

Tab. 1. Zasilanie podziemne wód powierzchniowych
Underground supplies feeding surface waters

Cieki	Długość (km)	Zasilanie podziemne (m ³ /h)	Liniowy moduł drenażu (m ³ /h/km)
Warta	9,0	693,3	77,0
Kanał Mosiński	6,0	113,5	18,9
Wirenka	2,0	35,3	17,7
Samica Stęszewska	2,0	22,2	11,1
Trzebawka	6,0	20,7	3,5
Rów Trzcieliński	2,5	4,2	1,7
Jeziora	Dług. linii brzegowej		
Witobelskie	5,1	31,7	6,2
Łódzko-Dymaczewskie	8,8	51,1	5,8
Góreckie	6,9	44,3	6,4
Budzyńskie	2,6	7,0	2,7
Kociolek	0,8	5,6	2,7
Lipno	1,3	3,3	2,5

Bilans wód podziemnych warstwy drugiej przedstawia następujące równanie:

$$I_e + D_p + I_r + P_d = O_p + D_r + P_a \pm \sigma$$

$$174,5 + 590,0 + 7,5 + 521,7 = 355,3 + 807,6 + 125,2 \pm \sigma \text{ (m}^3/\text{h)}$$

W przypadku drugiej warstwy różnica w bilansie wyniosła $\sigma = 5,6 \text{ m}^3/\text{h}$, co stanowi zaledwie 0,4% ogólnej ilości wody biorącej udział w bilansie tej warstwy. O zasobności wodnej tego poziomu decyduje głównie dopływ podziemny spoza obszaru badań, z kierunku północno-zachodniego (590 m³/h), stanowiący 45,6 % ogólnej ilości wody zasilającej tę warstwę. Duży udział w zasilaniu tej warstwy (40,3%) ma również przesączanie przez warstwę półprzepuszczalną z warstwy pierwszej. Wartość tego zasilania określono na 521,7 m³/h, czyli 6,6 m³/h/km². Druga warstwa zasilana jest również bezpośrednio przez opady atmosferyczne, co ma miejsce przede wszystkim w rejonie doliny

Warty. Wartość infiltracji efektywnej określono na 174,5 m³/h (52,7 mm), co stanowi 13,5% ogólnej ilości wody zasilającej tę warstwę oraz 9,9% średniej rocznej sumy opadów. Najmniejszy udział (0,6%) w zasilaniu warstwy drugiej ma infiltracja wód powierzchniowych. Zasilanie głównie z Warty oraz ujściowych odcinków Kanału Mosińskiego i Wirenki wynosi 7,5 m³/h. W przypadku Warty i Kanału Mosińskiego ma to związek z rozwojem leja depresji, będącego efektem eksploatacji wód podziemnych w okolicach Mosiny. Po stronie strat w bilansie warstwy drugiej najważniejszym elementem jest drenaż (główną bazą drenażu jest Warta) wynoszący 807,6 m³/h (62,7% strat) oraz odpływ podziemny poza granice obszaru o wartości 355,3 m³/h (27,6% strat). Do strat należy również wartość 125,2 m³/h (9,7%), to jest wielkość zasilania warstwy pierwszej wodą pochodzącą z warstwy drugiej. Bilans wodny Wielkopolskiego Parku Narodowego, uwzględniający obie warstwy wodonośne, można zapisać w formie równania:

$$I_e + D_p + I_r = O_p + D_r \pm \sigma$$
$$960,9 + 635,2 + 39,0 = 505,6 + 1131,8 \pm \sigma \text{ (m}^3\text{/h)}$$

W tym przypadku różnica w bilansie wynosi $\sigma = 2,3 \text{ m}^3\text{/h}$, co stanowi 0,14% ogólnej ilości wody zasilającej tę warstwę. Po stronie przychodów najważniejszym elementem bilansu jest infiltracja efektywna, której wartość 960,9 m³/h (78,3 mm) stanowi 58,8% ogólnej ilości wody zasilającej badany obszar oraz 14,6 % średniej rocznej sumy opadów. Znaczący udział (38,8%) ma dopływ podziemny, który określono na 635,2 m³/h. Najmniejszą wartością po stronie przychodów jest zasilanie wód podziemnych drogą infiltracji z wód powierzchniowych. Wartość tego elementu bilansu wynosi 39,0 m³/h (2,4% wód po stronie przychodowej). Drenaż cieków i jezior, którego wartość 1131,8 m³/h stanowi 69,1% ogólnej ilości wód po stronie strat, jest najistotniejszym elementem bilansu wodnego. Pozostała część strat, w ilości 505,6 m³/h (30,9%), przypada na odpływ podziemny poza obszar Wielkopolskiego Parku Narodowego.

PODSUMOWANIE

W opracowaniu przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych na obszarze Wielkopolskiego Parku Narodowego z wykorzystaniem numerycznych programów obliczeniowych. Określono warunki występowania i krążenia wód podziemnych w czwartorzędowych systemach wodonośnych występujących w gra-

nicach Wielkopolskiego Parku Narodowego. Sporządzono bilans wód podziemnych dla wydzielonych poziomów wodonośnych i dla całego czwartorzędowego kompleksu wodonośnego z uwzględnieniem oddziaływania wód powierzchniowych. Zastosowana w badaniach metoda modelowania matematycznego pozwoliła na szczegółowe rozpoznanie układów hydrodynamicznych systemów wodonośnych, co dało podstawę do wnioskowania o kierunkach i natężeniu oddziaływań w ich obrębie.

Badania wykazały, że w bilansie wód podziemnych Parku najważniejszym elementem po stronie przychodów jest infiltracja efektywna, na którą przypada prawie 60% wód zasilających badane warstwy wodonośne, a po stronie ubytków drenaż cieków i jezior stanowiący 70% całkowitych strat. Z analizy układów hydrodynamicznych wynika, że główne strefy alimentacji wód podziemnych obu warstw wodonośnych znajdują się poza granicami Parku (okolice Buku). Wyniki badań wskazują, że możliwy jest kontakt wód powierzchniowych Parku z wodami podziemnymi poziomu wielkopolskiej doliny kopalnej, czego przykładem może być zasilanie tymi wodami jezior: Góreckiego, Witobelskiego i Łódzko-Dymaczewskiego.

LITERATURA

- Dąbrowski S. 1990; Hydrogeologia i warunki ochrony wód podziemnych Wielkopolskiej Doliny Kopalnej. Wyd. SGGW-AR. Warszawa.
- Graf R., Kostecki M., Wrzesiński D. 1994; Wybrane elementy bilansu wodnego oraz hydrogeologiczne uwarunkowania migracji potencjalnych zanieczyszczeń na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego. [W:] Geoekosystem Wielkopolskiego Parku Narodowego jako obszaru chronionego podlegającego antropopresji. Pr. zbior. pod red. L. Kozackiego, Poznań.
- Graf R., Kostecki M., Wrzesiński D. 1995b; Infiltrimetria osadów dennych cieków i jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego jako wstęp do badań z wykorzystaniem numerycznych programów obliczeniowych. Sprawozdania PTPN nr 109, za lata 1991–1994 cz. I, Poznań.
- Graf R., Kostecki M., Wrzesiński D. 1995a; Wody powierzchniowe Wielkopolskiego Parku Narodowego w okresie niżówki latem 1992 roku. Sprawozdania PTPN nr 109, za lata 1991–1994 cz. I, Poznań.

SUMMARY

The study presents the results of research conducted within the territory of Wielkopolski National Park with the use of numerical computer programs. The conditions of the occurrence and circulation of the underground waters in quaternary water-bearing systems within the boundaries of the Park were described. The underground water balance for separated water-bearing levels as well as for the whole quaternary waterbearing complex was prepared with taking into consideration the influence of surface water. The method of mathematical modelling used in the course of study enabled a detailed identification of hydrodynamic relations of water-bearing systems, which provided the basis for assumptions concerning directions and intensity of interrelations within these systems. The research indicated that effective infiltration constituting almost 60% of waters supplying the studied water-bearing layers is the most important factor influencing the balance of the underground water in Wielkopolski National Park on the side of inflow. On the side of losses the drainage of water courses and lakes constituting 70% of total outflow is of primary significance. The analysis of hydrodynamic relations indicates that the main feeding zones for underground waters of both water-bearing layers are placed outside the boundaries of the Park (Buk region). The results of research reveal the possibility of the contact of the surface waters in the Park with the underground waters from the level of the Wielkopolska connate valley, which can be exemplified by the fact that these waters feed: Góreckie, Witobelskie and Łódzko-Dymaczewskie lakes.