

## Bilans wód podziemnych jako jeden z podstawowych elementów planów ochrony parków narodowych (na przykładzie Kampinoskiego Parku Narodowego)

Bogusław Kazimierski\*, Małgorzata Sikorska-Maykowska\*

W 1993 r. zostało opublikowane przez Krajowy Zarząd Parków Narodowych, a wykonane na ich zlecenie przez Narodową Fundację Ochrony Środowiska, opracowanie pt. *Plany ochrony parków narodowych*.

Zespół autorów, liczący 30 osób, wykonujących to opracowanie składał się ze specjalistów reprezentujących nie tylko nauki przyrodnicze, lecz również humanistyczne, ekonomiczne, techniczne. Powstała obszerna publikacja składająca się z trzech tomów:

I — *Instrukcja ogólna sporządzania planów ochrony parków narodowych*,

II — *Zasady opracowywania operatów szczegółowych do planów ochrony parków narodowych*,

III — *Ochrona przyrody parków narodowych*.

Przedstawione w *Planach...* instrukcje i zasady ich wykonania, zgodnie z intencjami autorów, uwzględniają przede wszystkim zagadnienia ochrony fizjocenoz (krajobrazów ekologicznych), ekosystemów, flory i fauny oraz walorów kulturowych na obszarze parku narodowego. Uwzględniono również, w odniesieniu do obszaru parku i jego strefy ochronnej, te elementy zagospodarowania przestrzennego, które są związane z ochroną przyrody parku i jego udostępnieniem na potrzeby turystyki, a także wytyczne do planów zagospodarowania przestrzennego gmin z tego obszaru. Plany są sporządzane na okres 20 lat, a po 5 latach ich obowiązywania powinna nastąpić rewizja międzyokresowa z udziałem głównych wykonawców sprawujących nadzór autorski (*Plany ochrony parków narodowych*, 1993). Zakres proponowanych prac jest bardzo duży, obejmuje bowiem wiele różnorodnych dziedzin nauki i gospodarki. Pociąga to za sobą konieczność ściślej współpracy licznego zespołu autorskiego, przez okres wielu lat.

Kampinoski Park Narodowy — jako pierwszy, pilotujący — został wytypowany do opracowania dlań planu ochrony. W tym celu powołano Zespół autorski składający się z 11 zespołów przyrodniczych, 3 zespołów socjologiczno-ekonomicznych, 6 zespołów zagospodarowania przestrzennego i kultury oraz zespołu ds. fotointerpretacji i kompleksowej obróbki danych. Już samo wyliczenie nazw grup zaangażowanych zespołów świadczy o bardzo szerokim zakresie prowadzonych badań i konieczności stałej koordynacji całego przedsięwzięcia, ze szczególnym uwzględnieniem szybkiego przepływu informacji pomiędzy poszczególnymi zespołami.

Autorzy mieli przyjemność brać udział w pracach nad planem ochrony KPN w ramach zespołu hydrogeologicznego, którego zadaniem było nie tylko rozpoznanie (etap diagnozy) warunków hydrogeologicznych i hydrologicznych na terenie parku, ale również opracowanie wytycznych oraz odpowiedniego operatu dotyczącego racjonalnej gospodar-

ki wodnej uwzględniającej przede wszystkim potrzeby siedlisk roślinnych i zachowania nie tylko bioróżnorodności, lecz również zmienności krajobrazu Kampinoskiego Parku Narodowego. Przedstawiono także skutki proponowanych zmian w gospodarowaniu wodą (etap prognozy).

Choć zagadnienia dotyczące szeroko rozumianych stosunków wodnych parku, jak już wspomniano leżą w gestii zespołu hydrogeologicznego, to ich rozpatrywanie było ściśle powiązane z pracami prowadzonymi przez prawie wszystkie pozostałe zespoły, a przede wszystkim przez:

— zespół glebowo-geochemiczny,

— zespół hydrobiologiczny,

— zespół fitosocjologiczny,

— zespół rolniczy,

— zespół architektury krajobrazu,

— zespół turystyki,

— zespół technicznej infrastruktury ochrony środowiska,

— zespół fotointerpretacji,

— zespół kalkulacji ekonomicznej i wykupu gruntów.

Fakt, iż zakres tematów badań większości powołanych przy *Planie Ochrony* zespołów, jest ściśle związany z problemami gospodarki wodnej świadczy o jej znaczącej roli dla egzystencji parków narodowych. Dlatego też, przy opracowywaniu *Planów Ochrony ...* dla kolejnych parków, należy zwrócić uwagę na rozpoznanie stosunków wodnych panujących na ich terenach oraz, co jest równie ważne, na obszarach stanowiących ich otulinę. Oczywiście jest, że każdy z analizowanych obiektów będzie się charakteryzował innymi warunkami hydrogeologicznymi, ale generalne problemy do rozwiązania będą podobne. Do podstawowych problemów należy zwykle brak dostatecznej ilości wody oraz jej zła jakość nie pozwalające na prawidłowy rozwój fauny i flory.

Dla prawidłowego rozpoznania tych zagadnień konieczne staje się opracowanie aktualnego bilansu wodnego, obejmującego zarówno wody podziemne jak i powierzchniowe, co pozwala na kompleksowe ujęcie zagadnień gospodarki wodnej badanego obiektu. Dla poznania i wariantowego analizowania tego skomplikowanego układu oddziaływań przyrodniczych i antropogenicznych z ich wyraźnym zróżnicowaniem w przestrzeni, zdaniem autorów najważniejsze wydaje się zastosowanie metod wykorzystujących numeryczny model filtracji o parametrach rozłożonych, uwzględniający powiązania z systemami wód powierzchniowych i atmosferycznych. Traktowanie właśnie wód podziemnych (gruntowych), z których zasobów korzysta przede wszystkim świat roślinny, jako głównego obiektu badań i zainteresowania „zespołu autorskiego planu” jest celowe również z uwagi na związane z tym większe możliwości stosowania matematycznych modeli procesów.

Autorzy przedstawiają najważniejsze zagadnienia, jakie dało się rozwiązać dzięki opracowanemu w ramach realizacji *Planu Ochrony KPN*, matematycznemu modelowi filtracji. Model ten pozwolił na opracowanie pierwszego dla tego terenu szczegółowego bilansu wodnego, uwzględniającego

\*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

\*\*Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

wody podziemne i pośrednio powierzchniowe, nie tylko dla całej zlewni Łasicy, lecz również zlewni cząstkowych i obszarów bezodpływowych, czego nie udało się dokonać wcześniej mimo wieloletniej już historii badań tarasu kampsoskiego, podyktowanych istnieniem tu od 1959 r. Parku Narodowego. Dla obszaru Puszczy Kampinoskiej, a głównie zlewni Łasicy (dla odcinka po wodowskaz we Władysławowie) obejmującej niemal w całości obszar Parku, wielu autorów przedstawiało dane charakteryzujące wielkość odpływu powierzchniowego (rzadziej wydzielając z niego odpływ pochodzenia podziemnego) lub elementy bilansu wód powierzchniowych. W opracowaniu *Bilans wód powierzchniowych WZM (1976)* przedstawiono charakterystykę hydrologiczną głównych rzek Mazowsza, dla lat 1951–1970, w tym zlewni Łasicy. Policzone bilans Łasicy dla poszczególnych miesięcy, półrocza zimowego i letniego oraz roku, jako wartości średnie dla lat 1951–1976 (tab. 1).

Elementy bilansu Łasicy i inne elementy charakterystyki hydrologicznej innych zlewni o podobnej lesistości co zlewnia Łasicy, w tym wartości współczynnika odpływu z obszaru całej zlewni (tab. 2) przedstawiono w pracy Instytutu Badawczego Leśnictwa (IBL) z 1990 r.

W pracy Mochnackiej-Ławacz (1991) dla celów charakterystyki chemizmu wód powierzchniowych przedstawiono (pomiarzone w latach 1983–1984) wartości odpływu powierzchniowego głównych cieków KPN wraz z wybranymi elementami charakterystyki ich zlewni.

Wielkości przepływów ciekami zlewni Łasicy przedstawił Jacenków (1978) charakteryzując nie tylko sumaryczne natężenia przepływów ciekami, lecz również ich zmiany wraz z przyrostem powierzchni dorzecza. Autor ten obliczył, że kanał Zaborowski odprowadza 34,9% wód całej zlewni Łasicy, kanał Olszowiecki 19,35% (w tym Olszowiecki B — 6,84%), a Ł9 — 13,49%.

Z powodu prawie całkowitego braku informacji, za wyjątkiem bardzo ogólnych materiałów IMiGW, o odpływie podziemnym postanowiono wykonać własne obliczenia bilansowe. Przeprowadzono je metodą hydrodynamiczną, wykorzystując w tym celu, jak już wspomniano, model matematyczny filtracji obszaru Kampinoskiego Parku Narodowego (Kazimierski i in., 1990; Sikorska-Maykowska, 1994).

Model obejmował obszar okonturowany rzekami: Wisłą od północy i wschodu — na odcinku od ujścia potoku Bielańskiego po ujście Bzury, Bzurą na zachodzie — od

ujścia Utraty po Wisłę, Utratą na południu — od Pruszkowa po ujście do Bzury oraz od Pruszkowa w kierunku południowo-wschodnim wzdłuż prawego dopływu Utraty i całej długości potoku Bielańskiego. Pozostał tylko niewielki odcinek, pomiędzy górnym biegiem wspomnianego dopływu a źródłami potoku Bielańskiego — gdzie granice modelu poprowadzono w obrębie warstwy wodonośnej. Wymienione odcinki rzek stanowiły granice modelu, na których przyjęto warunki brzegowe definiujące wymianę wody pomiędzy warstwą wodonośną a rzeką: na Wiśle warunek I rodzaju  $H = constans$  (Wisła drenuje tu nie tylko całą miąższość wodonośnych utworów czwartorzędowych, będących obiektem badań, lecz także wody poziomów trzeciorzędowych), na pozostałych rzekach warunek III rodzaju  $Q = f(H)$ .

Na modelu odwzorowano jedną warstwę wodonośną: w obrębie tarasu kampsoskiego oraz tarasów zalewowych i nadzalewowych Wisły i Bzury występujący tu pierwszy i zarazem jedyny czwartorzędowy poziom wodonośny — zasilany w wyniku bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych. W obrębie poziomu błońskiego odwzorowano zasadniczy poziom wodonośny występujący poniżej pierwszego przypowierzchniowego poziomu wód gruntowych — zasilany również w wyniku infiltracji, lecz pośrednio z przesączaniem przez wspomniany wyżej poziom przypowierzchniowy. Drenaż sieci cieków i kanałów melioracyjnych odtworzono za pomocą warunku brzegowego III rodzaju (pozwoliło to analizować na modelu zarówno stany wód w ciekach jak i wielkość ich drenażu lub zasilania oraz wielkość przepływu wód w warstwie wodonośnej pod ich korytami). Zasilanie infiltracyjne i eksploatację wód podziemnych odwzorowano za pomocą warunku II rodzaju. Krok dyskretyzacyjny siatki modelu przyjęto:  $Dx = Dy = 333,3$  m.

Obliczenia bilansowe przeprowadzono dla całego modelu, a następnie stosując odpowiednie maski dla zlewni: kanału Ł9, Olszowieckiego, Zaborowskiego, obszarów bezodpływowych, bezpośredniej zlewni Łasicy oraz całego dorzecza Łasicy, następnie dla zlewni kanału Kromnowskiego i łącznie dla dorzeczy Łasicy i kanału Kromnowskiego, w końcu dla fragmentów zlewni Wisły, Bzury i Utraty znajdujących się w obrębie rozpatrywanego obszaru.

Wyznaczone w wyniku badań wartości liczbowe dla poszczególnych elementów bilansu i inne wielkości hydrogeologiczne charakteryzujące bilans wodny przedstawiono w tab. 3 (w nieco zgeneralizowanej formie). Dla każdego rozpatrywanego obszaru podano: powierzchnię  $A$  w  $km^2$ ,

wielkość opadu atmosferycznego  $QP$  w  $mm$ , odpływ powierzchniowy  $QQ$  w  $mm$  i współczynnik odpływu  $c$  [1] (w tab. 3 pozycje 1.1 do 1.4).

Następnie, w wyniku obliczeń symulacyjnych i bilansowych, wyznaczono: wielkość infiltracji efektywnej  $QI$  w  $mm$ , wielkość drenażu rzek  $QR$  w  $m^3/d$ , wielkość

dopływu  $QD$  lub  $QO$  odpływu podziemnego przez granice rozpatrywanych zlewni lub dorzeczy (a więc działły wód powierzchniowych) w  $m^3/d$  oraz zadaną na model wielkość eksploatacji wód podziemnych  $QE$  w  $m^3/d$  (w tab. 3 pozycje 2.1 i 2.3 do 2.6) oraz obliczono

Tab. 1. Bilans zlewni Łasicy, z lat 1951–1976 (wg danych IMiGW)

	Miesiące										Półrocze		Rok		
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		zima	lato
P	45,0	35,0	30,1	31,6	26,1	36,6	38,2	64,9	77,4	55,6	44,1	37,9	204,4	338,1	542,5
H	9,0	11,7	11,5	13,2	16,7	16,3	8,8	5,0	3,4	2,6	2,5	5,1	78,4	27,1	106,1
V	3,1	7,6	6,5	9,4	20,5	42,5	63,2	76,5	76,4	68,8	38,0	16,5	96,4	339,8	436,2
c	0,20	0,33	0,38	0,42	0,53	0,44	0,23	0,08	0,04	0,05	0,06	0,13	0,38	0,08	0,20

P — opad, mm; H — odpływ, mm; V — parowanie, mm; c = H/P = współczynnik odpływu [1]

Tab. 2. Charakterystyka współczynników odpływu Łasicy na tle wybranych zlewni o podobnej lesistości, dane z roku 1982 (wg danych IBL)

Okres	Łasica	Utrata U	Utrata K	Pisia	Rawka	Bobrowka	Mroga	Bzura	Ochnia
Rok	0,262	0,371	0,358	0,340	0,334	0,279	0,414	0,465	0,347
Zima	0,500	0,716	0,690	0,664	0,554	0,569	0,645	0,770	0,643
Lato	0,092	0,125	0,122	0,107	0,175	0,080	0,248	0,245	0,143

Tab. 3. Bilans wód obszaru Kampinoskiego Parku Narodowego

Lp.	Elementy bilansu	Kanał Ł-9	Kanał Zaborowski	Kanał Olszowiecki	Obszar bezodpływowy	Łasica	Kanał Kromnowski	Bzura	Wisła
1.1	A Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	34,56	150,56	103,56	79,11	509,56	88,11	23,89	128,00
1.2	QP Opad [mm]	559	581	571	539	578	581	593	568
1.3	QQ Odpływ powierzch. mm	-10,9	-63,7	-24,80	0	-54,5	-103,6		
1.4	c Współcz. odpływu [-]	0,019	0,109	0,043	0	0,111	0,178		
2.1	QI Infiltracja [mm]	22,7	11,8	83,6	128,7	10,9	109,1	108,2	83,7
2.2	w Wsk. infil. efekt. [-]	0,04	0,11	0,15	0,22	0,10	0,19	1,82	0,15
2.3	QR Drenaż rzek [m <sup>3</sup> /d]	-800	-20190	-6130	-27	-55616	-22540	-74749	-42479
2.4	QD Dopyw brzeg. [m <sup>3</sup> /d]	10388	21020	27019	10809	39579	7976	16024	25932
2.5	QO Odpływ brzeg. [m <sup>3</sup> /d]	-11618	-27807	-35150	-38626	-58878	-11524	12003	-12482
2.6	QE Eksploatacja [m <sup>3</sup> /d]	-117	-356	-9469	-47	-10279	-246	-57	-322
3.1	QZ Zasilanie [m <sup>3</sup> /d]	12536	48353	50749	38700	124773	34311	86809	55283
3.2	QDr Drenaż [m <sup>3</sup> /d]	-12535	-48353	-50749	38700	-124773	-34310	-86909	-55283
4.1	MZ Moduł zasil. inf., [l/s/km <sup>2</sup> ]	0,72	2,10	2,65	4,08	1,94	3,46	34,29	2,65
4.2	MD Moduł odpł. podz. [l/s/km <sup>2</sup> ]	-0,68	-2,07	-1,59	-4,07	-1,70	-3,43	-34,27	-2,62

wskaźnik infiltracji efektywnej w [1] (pozycja 2.2). W pozycjach 3.1 i 3.2 podano odpowiednio sumy zasilania QZ i drenażu poszczególnych obszarów QDr w m<sup>3</sup>/d, a w pozycjach 4.1 i 4.2 moduły zasilania infiltracyjnego MZ (stosunek infiltracji efektywnej do powierzchni bilansowej: QI/A) i moduł odpływu podziemnego MD (suma różnicy dopływu i odpływu podziemnego z drenażem rzek podzielona przez powierzchnię terenu: [(QD-QO)+QR/A] w l/sek/km<sup>2</sup>). Pod pojęciem zasilania QZ należy tu rozumieć sumę wielkości infiltracji efektywnej QI i dopływu podziemnego przez granice zlewni (modelu) QD (QZ = QI + QD), a drenażu QDr sumę drenażu rzek QR, odpływu podziemnego przez granice zlewni QO i eksploatacji wód podziemnych QE (QDr = QR + QO + QE). Pełną analizę składników bilansu, w odniesieniu zarówno do wód powierzchniowych jak i podziemnych, można przeprowadzić wyłącznie dla zlewni, których powierzchnia znajduje się całkowicie w obrębie modelu. Analizy takiej nie można więc było przeprowadzić dla fragmentów zlewni Wisły, Bzury i Utraty, choćby z tego powodu, że brak było możliwości dokonania oceny jaka część odpływu powierzchniowego w tych ciekach pochodzi z dopływu podziemnego ukształtowanego na rozpatrywanym terenie — bowiem przeważające części zlewni tych cieków znajdowały się poza obszarem objętym modelem.

Już bardzo pobieżna analiza wyników obliczeń bilansowych (przeprowadzono analizę hydroizohips z wykreślonymi liniami prądu strumienia wód podziemnych i mapy hydrograficznej z wyznaczonymi granicami zlewni powierzchniowych) wykazuje, że zlewnie powierzchniowe i podziemne nie pokrywają się ze sobą, bowiem w wielu przypadkach wielkości przepływów podziemnych przez granice zlewni powierzchniowych (pozycje 2.4 i 2.5 tab. 3) przewyższają lub są porównywalne z wielkością infiltracji efektywnej czy drenażu warstwy wodonośnej przez cieki powierzchniowe. Znaczną rolę w kształtowaniu bilansu odgrywają obszary bezodpływowe, które zajmują 13,23% powierzchni łącznego obszaru zlewni Łasicy i kanału Kromnowskiego. Na obszarach tych, położonych z reguły w obrębie pasów wydmych, odbywa się intensywna infiltracja opadów atmosferycznych (mamy tu najwyższy wskaźnik infiltracji efektywnej w = 0,22, przy średnim dla zlewni Łasicy i kanału Kromnowskiego w = 0,12 oraz najwyższy moduł zasilania infiltracyjnego 4,08 l/sek/km<sup>2</sup>, przy średnim 2,16 l/sek/km<sup>2</sup>). Wody infiltrujące w obszarach

bezodpływowych, przekazywane są do odpływu podziemnego i zasilają sąsiadujące z nimi zlewnie.

Wyniki obliczeń bilansowych pozwalają, zweryfikować tezę zespołu prof. F. Białkiewicza z IBL, według którego przyczyną tak niskich wartości współczynnika odpływu powierzchniowego zlewni Łasicy — w stosunku do innych bliźniaczych zlewni lesistych — jest duży w niej udział wilgotnych siedlisk leśnych i nieużytków bagiennych. Jest to z pewnością prawdą, świadczy o tym bilans hydrologiczny przedstawiony w tab. 1, gdzie są widoczne wysokie wartości parowania. Niska wartość wskaźnika infiltracji świadczy również o wysokiej wartości parowania terenowego, lecz równie ważną jest tutaj wyraźna przewaga odpływu podziemnego przez granice zlewni powierzchniowych (-58878 m<sup>3</sup>/d) nad dopływem (+39579 m<sup>3</sup>/d), co powoduje tak zdecydowane zmniejszenie drenażu cieków, stąd tak niska wartość współczynnika odpływu c = 0,111 dla analizowanych tu stanów wód i natężeń przepływów w ciekach powierzchniowych. Gdyby istniała równowaga w wartościach przepływów podziemnych przez granice zlewni (drenaż rzek wzrósłby wtedy do wartości 74 915 m<sup>3</sup>/d), to wartość współczynnika odpływu wynosiłaby c = 0,134, a gdyby zatrzymać cały odpływ oraz utrzymać dopływ podziemny z obszarów bezodpływowych, to współczynnik odpływu wzrósłby prawie dwukrotnie, do wartości 0,183.

Analiza bilansu wód podziemnych wskazuje, że zarówno zlewnię Łasicy jak i kanału Kromnowskiego można nazwać zlewniami „tranzytowymi”. Zlewnie te, rozciągnięte wzdłuż biegu Wisły i sąsiadujące z Bzurą, rzekami które stanowią tu regionalną bazę drenażu, oddają znaczne ilości wód, poza swoje granice, w odpływie podziemnym: Łasica oddaje (QD - QO = 39579 - 58878 = -19299 m<sup>3</sup>/d), a kanał Kromnowski (QD - QO = 7976 - 11524 = -3548 m<sup>3</sup>/d), co znacznie zubaża ich zasoby wodne i zmniejsza odpływ powierzchniowy. Stwierdzenie tego faktu ma duże znaczenie dla sformułowania zasad gospodarki wodami tych zlewni. W tej sytuacji, dla zwiększenia retencji powierzchniowej i podwyższenia stanów wód podziemnych w dorzeczu Łasicy, ważne jest nie tylko zatrzymanie odpływu powierzchniowego, np. przez podwyższenie stanów wód w ciekach, lecz również należy zatrzymać odpływ podziemny w stronę Wisły i Bzury, co jest zadaniem o wiele trudniejszym. W tym ostatnim przypadku ważną rolę będą spełniać kanały Kromnowski i Olszowiecki w jego dolnym odcinku i odpo-

wiednie regulowanie na nich stanów wód powierzchniowych.

W przypadku Kampinoskiego Parku Narodowego opisany model matematyczny i bilans wód posłużyły również do opracowania prognozy stanów i stopnia możliwych przekształceń bilansu wód w obszarze KPN, tj. w zlewniach Łasicy i kanału Kromnowskiego, na podstawie projektu spiętrzeń i wstrzymania odpływu wód, w tym szczególnie wód roztopowych z obszarów wydmowych. Projekt ten, mimo że opracowany dla doraźnych celów modelu, skonstruowano z wykorzystaniem aktualnych informacji o infrastrukturze systemu melioracyjnego, stanach i zasobach wód rozpatrywanych zlewni, gospodarce wodnej oraz potrzebach wodnych występujących tu siedlisk roślinnych. Dlatego można przyjąć, że może ona posłużyć jako wstępna koncepcja zmian systemu melioracyjnego, służących do zwiększenia retencji i podwyższenia stanów wód w obrębie KPN.

Obliczenia prognostyczne przeprowadzono dla trzech scenariuszy rozwoju sytuacji:

1) Zmniejszenia się wielkości infiltracji o 10%, spowodowane utrzymaniem się długotrwałej suszy i zmian sukcesyjnych, szczególnie w obrębie siedlisk łąkowych — w wyniku ich zarastania i zalesień i w efekcie czego zwiększenia się transpiracji powodującej uszczuplenie ilości wód przekazanych do infiltracji efektywnej i odpływu podziemnego.

2) Zmniejszenie się infiltracji efektywnej o 10%, z przyczyn jak w scenariuszu 1, oraz realizacji spiętrzeń i przytamań zgodnie z wyżej przedstawioną koncepcją.

3) Realizacja wyłącznie spiętrzeń i przytamań z utrzymaniem się infiltracji efektywnej na obecnym poziomie. Wielkość infiltracji nie ulegnie zmianie pod warunkiem niedopuszczenia do zarastania lub zalesiania łąk (przez ich podtopienie lub koszenie) lub przy założeniu, że po kilkunastu latach suchych nastąpi podobnej długości okres lat mokrych.

Autorzy opracowania uważają, że największe szanse realizacji mają scenariusz:

1 — gdy z braku odpowiednich finansów nie będą realizowane w odpowiednim zakresie inwestycje hydrotechniczne lub scenariusz,

2 — gdy inwestycje te zostaną zrealizowane przynajmniej w 70% równomiernie na całym obszarze KPN. Oczywiście jest, że rozwój sytuacji zgodny z konkretnym scenariuszem zależeć będzie od stopnia realizacji założonych w nim przedsięwzięć.

Dlatego przedstawiając trzy prognozy rozwoju stosunków wodnych autorzy wskazują realizatorom *Planu ochrony* skutki podjęcia — lub nie konkretnych działań.

Dla każdego z przedstawionych wyżej scenariuszy wykonano prognostyczne obliczenia modelowe, przedstawiono odpowiednie mapy prognozowanych stanów wód i prognozowanych zmian stanów wód z zaznaczeniem wielkości i kierunków zmian w stosunku do stanu wód podziemnych w 1986 r. — uznanego za stan średni-niski. Sporządzono też odpowiednie bilanse wód podziemnych.

Dla leśników i botaników podstawowym problemem, z zakresu gospodarki wodnej parku, jest odpowiedź na pytanie: w jakim stopniu zaspokajane są potrzeby wodne poszczególnych ekosystemów i w przypadku występowania niedoboru wody, w jaki sposób możnaby temu zaradzić? Również i te zagadnienia były przedmiotem analizy, co

pozwoлиło na opracowanie map pożądaných stanów wód podziemnych i odchyień od tych stanów.

Zestawiony bilans wodny może również służyć dla prowadzenia racjonalnej eksploatacji wód podziemnych na terenach parku (wyłącznie na potrzeby jego służb) a głównie w jego otulinie, gdzie znajduje się wiele rozbudowywujących się podwarszawskich miejscowości (Łomianki, Babice, Leszno).

Przedstawione wyniki badań dotyczą Kampinoskiego Parku Narodowego, który obok nowo utworzonego Biebrzańskiego Parku Narodowego, jest jednym z największych parków w Polsce, zajmuje bowiem obszar ponad 35 000 ha. Dwa następne co do wielkości to Bieszczadzki Park Narodowy — 27 000 ha i Tatrzański Park Narodowy — ponad 21 000 ha, jednak większość parków posiada powierzchnię kilku tysięcy hektarów. Ta znaczna powierzchnia KPN powoduje, że mamy tu do czynienia z dużą zmiennością warunków hydrogeologicznych i wieloma różnorodnymi problemami związanymi z prowadzeniem prawidłowej gospodarki wodnej. Dochodzi tu dodatkowy problem związany z trwającą już dziesiątki lat, a jeszcze ciągle nie zakończoną, akcją wykupu przez Dyрекcję gruntów użytkowanych przez rolników, która wstrzymuje możliwość podporządkowania gospodarki wodnej wyłącznie potrzebom parku

W przypadku innych parków narodowych możemy spodziewać się podobnych, choć pewnie w innej skali, problemów związanych z utrzymaniem w ich obrębie odpowiednich stosunków wodnych. Wydaje się, że w każdym przypadku, bardzo przydatny w rozwiązywaniu tych problemów byłby model matematyczny filtracji, obejmujący swym zasięgiem odpowiednio duży obszar, tj. oparty o naturalne granice hydrodynamiczne. Może to powodować, że w przypadku małych parków obszar modelu może obejmować obszar kilkakrotnie przekraczający jego powierzchnię.

Opisany przykład Kampinoskiego Parku Narodowego wyraźnie pokazuje jak wiele problemów, z zakresu stosunków wodnych, może być rozwiązanych dzięki znajomości bilansu wód podziemnych i powierzchniowych, bilansu opracowanego na matematycznym modelu filtracji.

## Literatura

- JACENKÓW B., BOBIŃSKI E., FERCHMIN M. & PAŁYS F. 1978 — Studium naukowo-badawcze w zakresie optymalizacji stosunków wodnych w rejonie KPN pod kątem zabezpieczenia potrzeb biologicznych Kampinoskiego Parku Narodowego oraz gospodarki rolnej występującej również w tym rejonie. Warszawa.
- KAZIMIERSKI B., PILICHOWSKA-KAZIMIERSKA E. & SIKORSKA-MAYKOWSKA M. 1990 — Warunki hydrogeologiczne Puszczy Kampinoskiej — w świetle obserwacji z lat 1985–1990, Archiwum KPN.
- MOCHNACKA-ŁAWACZ H. 1991 — Ekologia Polska, 39: 3–26.
- Plany ochrony parków narodowych, 1993 — Wyd. Krajowy Zarząd Parków Narodowych, Warszawa.
- SIKORSKA-MAYKOWSKA M. 1994 — [W:] Prognozowanie przemian własności gleb Kampinoskiego Parku Narodowego na tle innych komponentów środowiska przyrodniczego, Wyd. SGGW-AR: 71–89
- SZKUTNICKA J., BARANOWSKA K., PIETRZAK Z. & ŻYŁA I. 1976 — Bilans wodny wód powierzchniowych WZM, Archiwum IMiGW.