

## WARUNKI ZASILANIA DOLINY DOLNEJ BIEBRZY

Waldemar MIODUSZEWSKI<sup>1)</sup>, Alicja ŚLESICKA<sup>1)</sup>, Erik QUERNER<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Zasobów Wodnych

<sup>2)</sup> Alterra, Green World Research, Wageningen

*Słowa kluczowe: badania modelowe, doliny rzeczne, linie strumienia, ochrona środowiska, wody gruntowe*

### Streszczenie

Dolina dolnej Biebrzy stanowi bardzo cenny, w dużym stopniu naturalny, torfowo-bagienny kompleks fizycznogeograficzny. Zachowały się tutaj siedliska bagienne pierwotne lub zbliżone do naturalnych, o dużych walorach przyrodniczych. Obserwuje się jednak niekorzystne przekształcenia pokrycia roślinnego, które wynikają najprawdopodobniej ze zmian uwilgotnienia siedlisk hydrogenicznych, jak również jakości wód zasilających. W tej części doliny nastąpiły najmniejsze zmiany stosunków wodnych, jednak dalsze przekształcenia mogą zagrażać wyginięciem naturalnych zbiorowisk roślinności bagiennej i cennych torfowisk. Niezbędne są działania, mające na celu wprowadzenie nowych zasad gospodarowania wodą, które zapewniłyby utrzymanie odpowiedniego uwilgotnienia gleb bagiennych, tak by nie dopuścić do przesuszenia torfów i ich degradacji.

Wykorzystując badania modelowe, wydzielono strefy zasilania doliny wodami różnego pochodzenia. Umożliwiło to opracowanie zaleceń gospodarowania wodą pod kątem ochrony walorów przyrodniczych siedlisk hydrogenicznych. Wykorzystując badania terenowe i modelowe w basenie dolnej Biebrzy, przedstawiono wyniki pomiarów stanów wód powierzchniowych i podziemnych. Do opisu przepływu wód podziemnych wykorzystano dwa modele matematyczne – SIMGRO i FLOTRANS, które posłużyły do oceny źródeł zasilania doliny dolnej Biebrzy.

### WSTĘP

Rozpoznanie warunków zasilania doliny Biebrzy ma kluczowe znaczenie, zarówno dla oceny stanu obecnego środowiska przyrodniczego, jak i planowania jakichkolwiek działań w celu poprawienia tego stanu. Zwiększenie uwilgotnienia

---

Adres do korespondencji: prof. dr hab. W. Mioduszeowski, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Zasobów Wodnych, 05-090 Raszyn; tel. +48 (22) 720-05-31 w. 211, e-mail: w.mioduszeowski@imuz.edu.pl

siedlisk hydrogenicznych powinno być osiągnięte przez zwiększenie dopływu wód opadowych i podziemnych oraz z zalewów roztopowych.

Symulacja obecnych warunków hydrologicznych oraz określenie działań niezbędnych do podtrzymania cennych zespołów roślinnych w dobrej kondycji są możliwe jedynie dzięki zastosowaniu modeli numerycznych, np. SIMGRO i FLO-TRANS. Umożliwiły one wydzielenie w dolinie rzeki stref zasilanych wodami różnego pochodzenia.

## WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE I GLEBY

Dolinę dolnej Biebrzy tworzy wyerodowana rynna rozcinająca osady gliniasto-piaszczyste, wypełniona do głębokości około 30-40 m utworami piaszczystymi o średniej przepuszczalności. Dolina obniżona jest względem sąsiadujących wysoczyzn do kilkudziesięciu metrów. Spełnia rolę bazy drenażu zarówno dla płytkich wód gruntowych, jak również wód powierzchniowych z dopływów bocznych i piaszczystych pokryw kemowych.

Istotne znaczenie mają dopływy wgłębne z rozciętych poziomów międzymorenowych ze względu na parametry przewodności hydraulicznej (miaższość, gradient hydrauliczny, współczynnik filtracji).

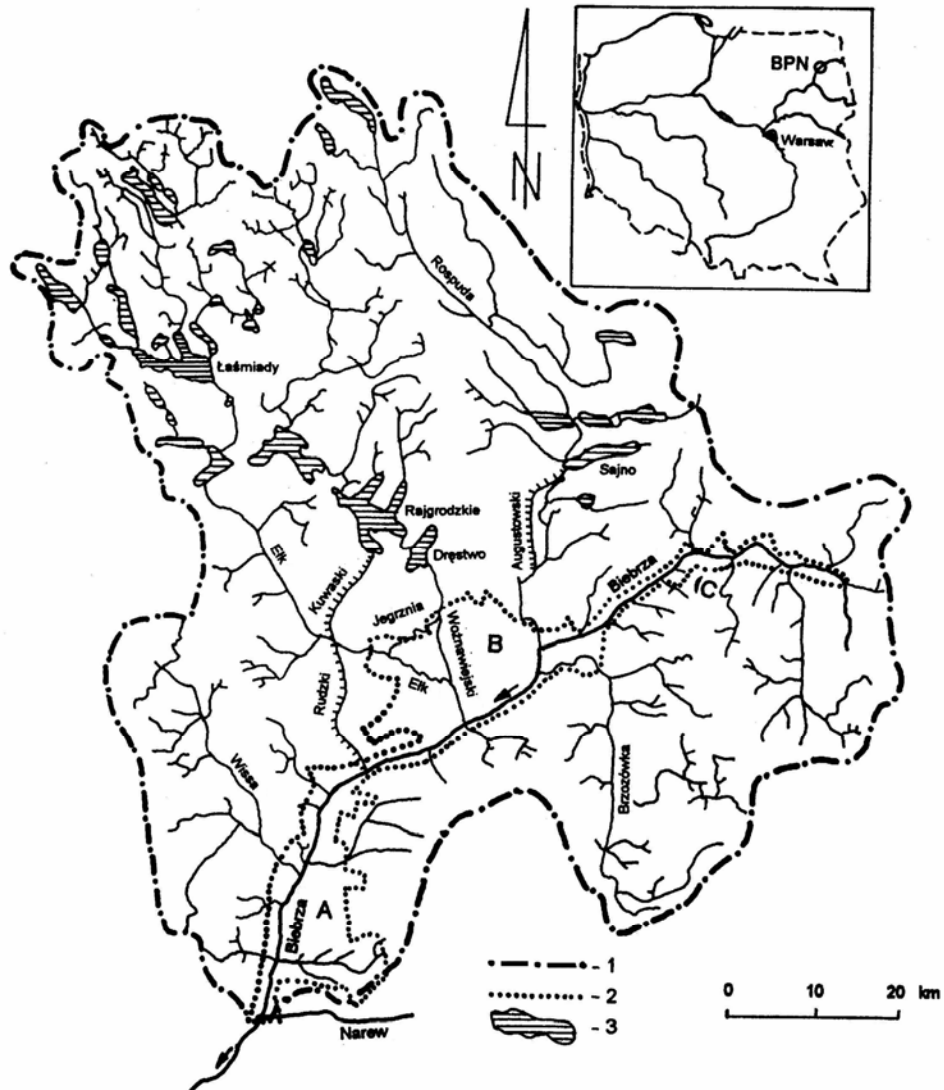
W dolinie dolnej Biebrzy gleby mineralne zajmują tylko 12,3% powierzchni, pozostała część to gleby hydrogeniczne [BANASZUK, 2001]. Można wyróżnić dwa typy zasilania hydrologicznego – fluwioogeniczny i soligeniczny [OKRUSZKO, 1992; WASSEN, 1995].

## SIEĆ HYDROGRAFICZNA

Dolinę dolnej Biebrzy stanowi 50-kilometrowy odcinek rzeki od ujścia Kanału Rudzkiego poniżej Osowca do jej ujścia do Narwi (rys. 1). Koryto dolnej Biebrzy nie jest jednolite, ma kręty przebieg, tworzy liczne meandry, boczne odnogi i starorzecza, w których przepływ wody odbywa się tylko podczas wezbrań. System hydrograficzny dolnej Biebrzy, szczególnie w dolinie, podlegał zmianom. Wcześniej było znacznie więcej starorzeczy, bocznych odnóg i krótkich dopływów. Na lewym brzegu Biebrzy wykonano (ok. 1850 r.) najpierw pojedyncze rowy odwadniające, które z czasem przedłużono i uzupełniono o sieć rowów bocznych. Obecna sieć hydrograficzna jest wynikiem zmian naturalnych koryt lub przekształceń melioracyjnych doliny. Dolina Biebrzy ma największą spośród dolin rzecznych w Polsce pojemność retencyjną [Operat ..., 2001], porównywalną do pojemności dużych zbiorników wodnych. Duża zdolność retencyjna doliny jest wynikiem magazynowania wód wezbraniowych z corocznych wylewów rzeki.

Analiza stanów wody Biebrzy w Burzynie w latach (1950–2000) nie wykazała znacznych zmian w dolnym jej biegu [BYCZKOWSKI, KUBRAK, 1996; Some ...,

2000]. Regulacja recipienta, czyli Narwi, oraz naturalne procesy zmiany koryta Biebrzy nie wpłynęły więc znacząco na stany wody w basenie dolnej Biebrzy.



Rys. 1. Zlewnia Biebrzy; 1 – granica zlewni, 2 – granica Biebrzańskiego Parku Narodowego, 3 – jeziora, A – basen dolny, B – basen środkowy, C – basen górny

Fig. 1. Catchment of the Biebrza River; 1 – catchment border, 2 – border of the Biebrza National Park, 3 – lakes, A – lower basin, B – middle basin, C – upper basin

## SYMULACJE MODELOWE

Symulacje obecnych warunków zasilania doliny oraz określenie niezbędnych działań, które zapewniłyby utrzymanie odpowiedniego uwilgotnienia gleb bagiennych, stanowiły cel badań modelowych. Wykorzystano dwa programy numeryczne:

- SIMGRO – do kompleksowej symulacji regionalnego przepływu wody w strefie nienasyconej i nasyconej oraz przepływu wody powierzchniowej [QUERNER, 2000; ŚLESICKA, 2001];
- FLOTRANS – do obliczeń przepływu wody w przekroju poprzecznym w strefie nasyconej [GUIGUER i in., 1993].

Badaniami modelowymi objęto basen dolnej Biebrzy wraz z przylegającą do doliny wysoczyzną o powierzchni 56 530 ha. Do modelowania matematycznego wykorzystano rzeczywiste, pomierzone lub zaczerpnięte z literatury dane dotyczące budowy geologicznej, warunków hydrogeologicznych, hydrologicznych i meteorologicznych, parametrów strefy nienasyconej, jak również systemu wód powierzchniowych.

Weryfikację modelu SIMGRO przeprowadzono, porównując obliczone wartości odpływów w profilu hydrologicznym w Burzynie z wynikami pomiarów terenowych. Weryfikacja polegała również na sprawdzeniu zgodności pomierzonego i obliczonego położenia zwierciadła wód gruntowych. Dodatkowo porównano również obliczoną ewapotranspirację aktualną łąki z wynikami z literatury i opracowanymi na podstawie badań terenowych.

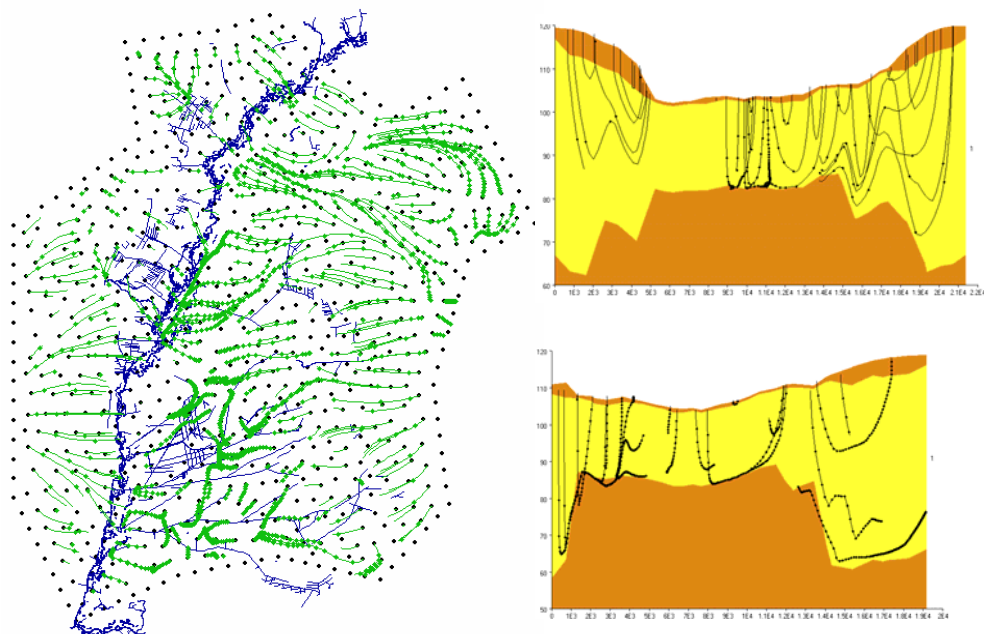
Weryfikacja dwuwymiarowego modelu FLOTRANS polegała na odtworzeniu schematu zasilania warstwy wodonośnej, to znaczy na takim doborze wartości infiltracji efektywnej, aby obliczone zwierciadło wody było zbliżone swym kształtem i rzędnymi do pomierzonego w badanym przekroju. Obliczenia przeprowadzono w dwóch przekrojach poprzecznych. Największą zgodność uzyskano, zakładając ujemne wartości infiltracji efektywnej w granicach doliny. Oznacza to, że ewapotranspiracja jest większa od opadów atmosferycznych, zaś wody gruntowe w obrębie doliny są tylko w nieznacznym stopniu zasilane opadami atmosferycznymi.

## WYNIKI MODELOWANIA

### SIMGRO

Modelowanie filtracji regionalnej umożliwia określenie przepływu wody pod powierzchnią terenu jako części złożonego systemu przepływu wód gruntowych w różny sposób połączonego z hierarchicznymi systemami wód powierzchniowych. Linie prądu wskazujące kierunek przepływu wody podziemnej do różnych typów ekosystemów są wynikiem obliczeń numerycznych, uzyskanych dzięki za-

stosowaniu pomocniczego programu MICRO–FEM (rys. 2). Program ten bazuje na określonych wg modelu SIMGRO wysokościach hydraulicznych, odpowiadających średnim z wielolecia 1960–1996 opadom, ewapotranspiracji i przepływowi rzek [Hydrological ..., 2002].



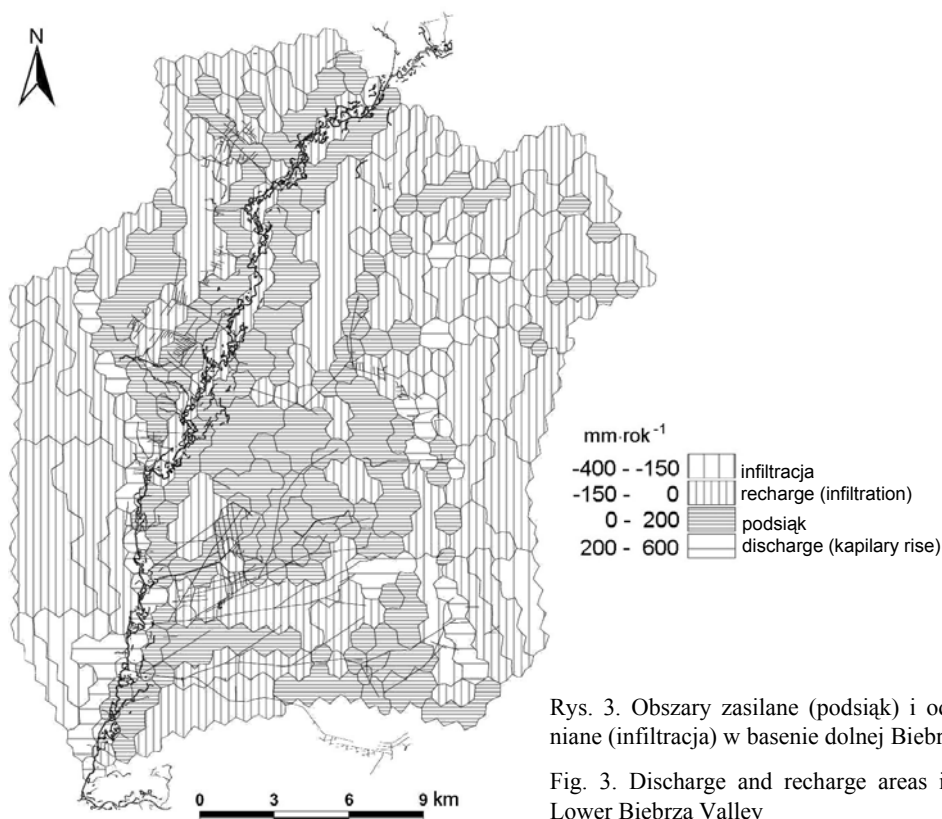
Rys. 2. Linie prądu wód podziemnych w basenie dolnej Biebrzy; 1 – linie prądu, 2 – torf, 3 – piasek, 4 – glina, II, IV – przekroje poprzeczne

Fig. 2. Groundwater system in the Lower Biebrza Basin; 1 – flowlines, 2 – peat, 3 – sand, 4 – clay, II, IV – cross-sections

Obliczenia modelowe filtracji regionalnej umożliwiły również wydzielenie w basenie dolnej Biebrzy obszarów, w których następuje infiltracja wód opadowych z wierzchniej warstwy torfu do podścielającej warstwy wodonośnej zbudowanej z piasku, oraz obszarów, na których dominuje podsiąk kapilarny (zasilanie gleb organicznych wodami podziemnymi) (rys. 3).

#### FLOTRANS

W wybranych dwóch przekrojach poprzecznych (II i IV) wyróżniono cztery strefy zróżnicowane ze względu na wynik bilansu wodnego (nadwyżka ewapotranspiracji nad opadem). Trzy z nich znajdują się w obrębie doliny, czwarta zaś na



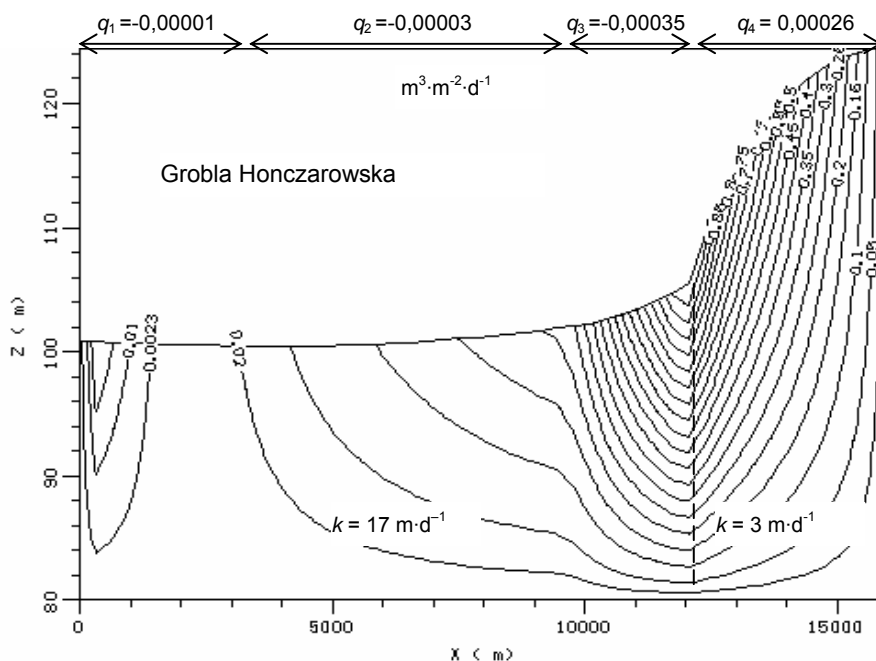
Rys. 3. Obszary zasilane (podsiąk) i odwadniane (infiltracja) w basenie dolnej Biebrzy

Fig. 3. Discharge and recharge areas in the Lower Biebrza Valley

wysoczyźnie. Wydzielone strefy z określoną infiltracją efektywną  $q_n$  w przekroju „Grobla Honczarowska”, przedstawione na rysunku 4., to:

- $q_1$  – wąski pas doliny wzdłuż Biebrzy, użytkowany głównie jako ekstensywne łąki i pastwiska;
- $q_2$  – środkowa część doliny o największym uwilgotnieniu i podsiąku kapilarnym, z roślinnością bagienną;
- $q_3$  – część doliny wzdłuż zbocza wysoczyzny porośnięta lasami lub zwartymi krzewami;
- $q_4$  – wysoczyzna morenowa.

Wyniki obliczeń świadczą, że zasilanie doliny Biebrzy odbywa się głównie z wód podziemnych spływających z wysoczyzn, a wody aluwialne w dolinie mogą być dodatkowo zasilane wodami z koryta Biebrzy podczas wezbrań (rys. 4).



Rys. 4. Zwierciadło wody i linie prądu w przekroju Grobla Honczarowska (przekrój II)

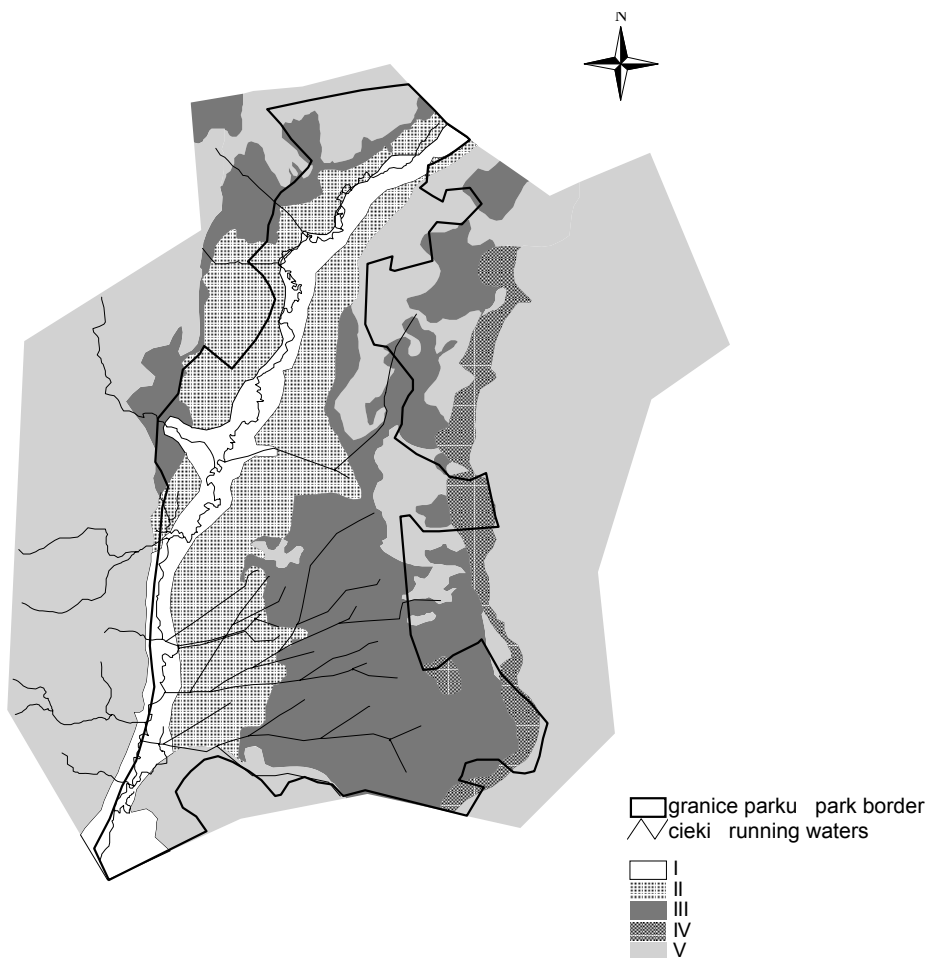
Fig. 4. Groundwater table depths and the flow lines, cross-section Grobla Honczarowska (cross-section II)

### STREFY ZASILANIA DOLINY

Wykorzystując wyniki badań modelowych, pomiary terenowe, rozpoznanie rodzajów gruntów oraz ocenę stanu roślinności i sieci hydrograficznej w dolinie, wyróżniono pięć stref, mających odmienne zasilanie (rys. 5).

- I. Bezpośrednio przylegająca do rzeki, zbudowana z mad, bardzo często użytkowana rolniczo, obejmuje wąski pas wzdłuż koryta rzeki, nieznacznie wyniesiony ponad otaczający teren doliny. Znajduje się pod silnym oddziaływaniem rzeki, co powoduje, że stany wód gruntowych zależą od poziomu wody w rzece. Dodatkowe zasilanie powodują wylewy wiosenne. Utrzymanie wysokich stanów wody w korycie w ciągu całego roku jest warunkiem utrzymania walorów przyrodniczych tej części doliny.
- II. Zajmująca środkową część doliny, stanowi najszerszą jej część; jej uwilgotnienie zależy głównie od zalewów wiosennych rzeki. W razie braku zalewów lub krótkiego czasu ich trwania znacznie obniża się zwierciadło wód gruntowych i następuje osuszenie niekorzystnie wpływające na zmiany w zbiorowiskach roślinnych. Duże walory przyrodnicze mogą być zachowane pod warunkiem

utrzymania długotrwałych zalewów doliny. Istniejąca sieć rowów bardzo niekorzystnie oddziałuje na dostępność wody. Nawet płytkie, zarastające rowy znacznie przyspieszają odpływ wód wiosennych. Rowy tworzą sieć drenażu znacznie ułatwiającą i przyspieszającą odpływ. Sieć ta w mniejszym stopniu powoduje odpływ wód gruntowych. W latach, gdy nie było jeszcze rowów, wody wylewające się z koryta rzeki odpływały bardzo wolno, co wynikało z dużej szorstkości hydraulicznej spowodowanej zarastaniem roślinnością i występowaniem „warg rzecznych” (strefa I) mających wyższe rzędne niż teren w tej strefie. Na położenie zwierciadła wód gruntowych, oprócz zalewów wiosennych, wpływ ma także ewapotranspiracja i opady atmosferyczne w okresie wegetacyjnym.



Rys. 5. Zasilanie doliny dolnej Biebrzy; I-V – wyróżnione strefy

Fig. 5. Recharges of Lower Biebrza Valley (I-V – zones)



- III. Strefa doliny w dalszej odległości od rzeki, położona wzdłuż podnóża skarpy wysoczyzny. Zalewy wiosenne sięgają tu bardzo rzadko, zaś uwilgotnienie gleb zależy od grubości pokrywy śnieżnej, która po topnieniu powoduje tworzenie się rozległych kałuż w zakłęsłościach i obniżeniach, gdzie woda utrzymuje się kilka, kilkanaście centymetrów ponad powierzchnią terenu (retencja depresyjna). Obszar ten może być również dodatkowo zasilany wodami podziemnymi. Ze względu na bardzo małe spadki terenu odpływ wód roztopowych jest bardzo powolny. W tej części doliny sieć drenażu jest uboga. Zagrożeniem stanu uwilgotnienia może być budowa nowych, nawet małych i płytkich rowów, ale również niekorzystnie mogą wpływać lata bezśnieżne.
- IV. Wzdłuż skarpy wysoczyzny, jednolita, zasilana wodami podziemnymi spływającymi z wysoczyzny w formie źródeł, wysięków i wycieków. Jest to obszar silnie zawodniony, zazwyczaj porośnięty gęstym lasem lub krzewami. Gdy rzeźba i budowa geologiczna sprzyjają, występują tu torfy źródłiskowe. Podstawowym zagrożeniem dla uwilgotnienia tej strefy jest zmniejszenie dopływu wód podziemnych z wysoczyzny.
- V. Poza zasięgiem doliny, pokrywa się z wysoczyzną zbudowaną z dobrze przepuszczalnych piasków lub glin piaszczystych, gdzie następuje alimentacja wód gruntowych. Znaczenie tej strefy dla walorów przyrodniczych doliny Biebrzy jest duże, gdyż dopływ wód z tej strefy decyduje bezpośrednio o uwilgotnieniu sąsiadującej strefy IV, ale również w pewnym stopniu oddziałuje na uwilgotnienie strefy III. Utrzymanie właściwego użytkowania wód podziemnych tej strefy, nie powodującego ograniczenia zasilania warstw wodonośnych, jest jednym z ważniejszych czynników decydujących o zachowaniu walorów przyrodniczych doliny Biebrzy.

#### **ZALECENIA DOTYCZĄCE GOSPODAROWANIA WODĄ W BASENIE DOLNEJ BIEBRZY**

Na podstawie symulacji warunków hydrologicznych w granicach dorzecza doliny Biebrzy określono kierunki i możliwości zmian w zakresie zasad gospodarowania wodą, które mogą wpłynąć na poprawę uwilgotnienia gleb i nie dopuścić do przesuszenia torfów i ich degradacji.

Podstawowe działania w zakresie utrzymania optymalnych warunków wodnych w dolinie rzeki nizinnej powinny obejmować:

- utrzymanie możliwie wysokich stanów wody w okresie letnim i długotrwałych zalewów wiosennych – zapewnienie tego warunku w dużym stopniu zależy od działalności gospodarczej w całym dorzeczu (tranzytowe zasoby wód powierzchniowych w dolinie basenu dolnej Biebrzy);
- zahamowanie odpływu wiosennych wód zalewowych przez zasypywanie istniejących rowów i kanałów lub budowy na tych rowach przegród wszędzie

tam, gdzie jest to możliwe i nie powoduje utrudnienia w rolniczym użytkowaniu terenu; budowle przegradzające mogą mieć stały próg na wysokości otaczającego terenu (powyższe uwagi dotyczą zarówno zahamowania odpływu wód zalewowych, wynikających z wezbrań Biebrzy, jak również wód roztopowych i opadowych);

- utrzymanie zasilania doliny wodami gruntowymi dopływającymi z wysoczyzn – zasadniczym warunkiem do spełnienia tego jest utrzymanie dotychczasowego, ekstensywnego użytkowania rolniczego wysoczyzny; istnieją jednak obawy, że zalesienie tych terenów lub rozpoczęcie uprawy roślin o większych wymaganiach wodnych (większa ewapotranspiracja) czy też zwiększenie poboru wód podziemnych może spowodować zmniejszenie zasilania warstw wodonośnych, a w konsekwencji obniżenie poziomu wód gruntowych i zmniejszenie dopływu gruntowego do doliny Biebrzy;
- monitoring obejmujący pomiary: stanu wód podziemnych, natężenia przepływu cieków, stanu meteorologicznego atmosfery – podstawowy element działań w zakresie ochrony walorów przyrodniczych i planowania działań w zakresie gospodarki wodnej; w przypadku, gdy pomiary potwierdzą niekorzystne zmiany, mogą okazać się niezbędne dalsze działania w celu poprawy warunków wodnych w dolinie, np. wykonanie progów piętrzących na ciekach; z dużej ingerencji w ekosystemy można zrezygnować jedynie w bardzo szczególnych okolicznościach, bardzo szczegółowo uzasadniając to wynikami badań naukowych.

## WNIOSKI

Konieczność ochrony bagiennej doliny Biebrzy, mającej wyjątkowo duże walory przyrodnicze nie budzi wątpliwości. Wymaga to jednak wdrożenia nowych zasad gospodarowania wodą na tego typu obszarach. Dotyczy to zwłaszcza potrzeby utrzymywania wysokich stanów wód powierzchniowych i gruntowych, niezbędnych do zapewnienia odpowiedniego uwilgotnienia gleb bagiennych i niedopuszczenia do przesuszenia torfów i ich degradacji. Istotne jest również zapewnienie stałego zasilania poszczególnych stref doliny wodami o odpowiednich dla nich właściwościach.

Warunki wodne na obszarze doliny zależą głównie od czynników naturalnych: natężenia przepływu w rzece, powodzi wiosennych, rozkładu opadów atmosferycznych i zasilania wód podziemnych z wysoczyzn. Wpływ mają jednak również czynniki antropogeniczne, tj. użytkowanie doliny i przyległych do niej wysoczyzn oraz oddziaływanie budowli piętrzących.

## LITERATURA

- BANASZUK H., 2001. Kotlina Biebrzańska. Aktualny stan, walory i główne zagrożenia środowiska przyrodniczego. W: Społeczno-gospodarcze aspekty funkcjonowania Biebrzańskiego Parku Narodowego. Pr. zbior. Red. C. Sadowska-Snarska. Studia Regionalne z. 4. Białystok: Wydaw. Wyższej Szkoły Ekonomicznej s. 9–53.
- BYCZKOWSKI A., KUBRAK J., 1996. Zasoby wód powierzchniowych rzeki Biebrzy i ich rozkład w czasie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 432 s. 105–126.
- GUIGUER N., MOLSON J., FRANZ T., FRIND E., 1993. Flotrans – user guide version 21. WHS/WCGR.
- Hydrological system analysis in the valley of Biebrza river, 2002. Pr. zbior. Red. W. Mioduszewski, E.P. Querner. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 131.
- OKRUSZKO H., 1992. Wetlands of the Biebrza valley their value and future manament. Warszawa: PAN ss. 107.
- Operat ochrony zasobów wodnych. Plan ochrony Biebrzańskiego Parku Narodowego, 2001. Red. T. Okruszko. Osowiec – Twierdza: BPN maszyn. ss. 350.
- QUERNER E.P., 2000. User's manual for groundwater model SIMGRO. Draft report. Wageningen: DLO Winand Staring Centre ss. 45.
- Some aspects of water management in the valley of Biebrza river, 2000. Pr. zbior. Red. W. Mioduszewski, M. Wassen. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 109.
- ŚLESICKA A., 2001. Prognozowanie wpływu przekształceń sieci hydrograficznej na zasoby wód podziemnych metodą modelowania matematycznego. Falenty: IMUZ pr. dokt. maszyn. ss. 122.
- WASSEN J.M., 1995. Hydrology, water chemistry and nutrients accumulation in the Biebrza fens and floodplains (Poland). Wetlands Ecology and Management vol. 3 no 2. Haga: SPB Academic Publishing s. 125–137.

*Waldemar MIODUSZEWSKI, Alicja ŚLESICKA, Erik QUERNER*

### CONDITIONS OF RECHARGE IN THE LOWER BIEBRZA VALLEY

*Keywords: environmental protection, flow lines, ground water, mathematical modelling, river valleys*

#### Summary

The Biebrza National Park represents a unique environment of river marginal wetlands with very well developed peat focusing ecosystems. One of the threats to the park is overdrying of soils, which may be caused by drainage works carried out in the past in the river valley and by some natural and anthropogenic changes in the adjacent areas. The result is an accelerated succession towards vegetation types dominated by scrubs and a loss of biodiversity.

To improve and maintain necessary water conditions for the valuable ecosystems in the Biebrza National Park it is important to have a proper understanding of the hydrological systems. The study aims at understanding the regional groundwater flow and its relation to surface waters. The paper focuses mainly on the functioning of the hydrological system in terms of the sources of water fluxes to different ecosystem types in the Lower Biebrza Basin.

The physically-based groundwater and surface water model SIMGRO was used to gain insight in the regional groundwater flow patterns. The SIMGRO model simulates regional water movement in unsaturated zone, saturated zone and in the surface water in an integrated manner. The FLOTRANS is

a two-dimensional model for saturated zone. Using the results of the groundwater models, flow lines were calculated, giving information on the sources of water flow to different ecosystem types in the river basin. Numerical calculations with field measurements of groundwater tables together with analysis of soils and plants allowed to distinguish the discharge and recharge areas and different sources of water filling the river valley. All these data are important for preserving suitable hydrological conditions for various wetland types. They can be used to indicate problem areas and to determine measures for restoration in equilibrium with land use and landscape.

---

Recenzenci:

*prof. dr hab. Małgorzata Gutry-Korycka*

*prof. dr hab. Jerzy Kowalski*

Praca wpłynęła do Redakcji 06.01.2004 r.

