

ROCZNIKI
AKADEMII ROLNICZEJ
W POZNANIU
CCCX



MELIORACJE
I INŻYNIERIA
ŚRODOWISKA

POZNAŃ 1999

Część I

20

ANTONI MILER, DANIEL LIBERACKI, DARIUSZ PLEWIŃSKI

**OBIEG WODY
I WYBRANE WSKAŹNIKI JEJ JAKOŚCI
W DWÓCH MIKROZLEWNIACH
O ZRÓŻNICOWANYM ZALESIENIU**

*Z Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*

ABSTRACT. In the paper results of monitoring quantity and quality of water in two micro-catchments of differentiate land utilization were analyzed. The investigated catchments are located near Poznań in south part of the Wielkopolska Lake District, Poland. The results of calculations point out that afforestation is the main factor relating to water storage capacities in small lowland catchments. The water quality of investigated rivers in 1998 year as very good and good were evaluated. Generally quality of groundwater on grasslands and arable lands were worse than on forested areas.

Key words: small catchment, water quality, afforestation, water retention

Wstęp

Obieg wody i innych składników materii kształtowany jest w zlewni zasadniczo przez czynniki fizyczno-geograficzne klimatyczne. Nieklimatyczne parametry fizjograficzne wpływają na ów obieg jedynie w sposób modyfikujący niemniej istotny (Dobija i Dynowska 1975). Generalnie oddziaływanie nieklimatycznych parametrów na charakter obiegu wody jest tym większe, im zlewnia jest mniejsza. Szczególną rolę w kształtowaniu tzw. małej retencji (związanej z wydłużaniem czasu oraz drogi obiegu wody, a także intensyfikacją procesów samooczyszczania) w Wielkopolsce odgrywa zalesienie danego terenu (Miler 1998). Wielkopolska jest obszarem o największych deficytach wody w Polsce, które dodatkowo ulegają

stopniowemu pogłębianiu (Woś 1994). Zatem badania porównawcze nad obiegiem wody i innych składników materii w zlewniach o zróżnicowanym zalesieniu mają nie tylko aspekt poznawczy ale również użytkarny.

Cel pracy, zakres i metodyka badań

Celem badań było przedstawienie obiegu wody i wybranych wskaźników jej jakości w dwóch mikrozwlewniach nizinnych o zróżnicowanym użytkowaniu terenu: zalesionej zlewni Hutki i użytkowanej rolniczo zlewni Potaszki. Położone są one w centralnej części Wielkopolski, około 20 km na północny wschód od Poznania (w Puszczy Zielonka oraz na jej skraju). Krajobraz naturalny jest typu młodoglacjalnego, formacji plejstoceniowej oraz holoceniowej (równiny i wzniesienia morenowe). Materiałami macierzystymi gleb na terenach badanych zlewni są zatem głównie utwory polodowcowe, osady pochodzące ze stadiału poznańskiego zlodowacenia bałtyckiego. Przy opracowywaniu charakterystyk dla badanych mikrozwlewni wykorzystano – oprócz danych własnych zbieranych od połowy 1997 roku (na podstawie kompleksowych badań terenowych dotyczących ilości i jakości wód) – część materiałów archiwalnych (Kosturkiewicz 1976). W pracy wykorzystano również dane meteorologiczne ze stacji w Arboretum Zielonka (AR Poznań). Parametry fizjograficzne nieklimatyczne zlewni opracowano na podstawie map topograficznych w skali 1:10 000 oraz danych z *Planu urządzenia lasu...* (1994) i *Mapy przeglądowej siedlisk...* (1995).

Opis badanych zlewni

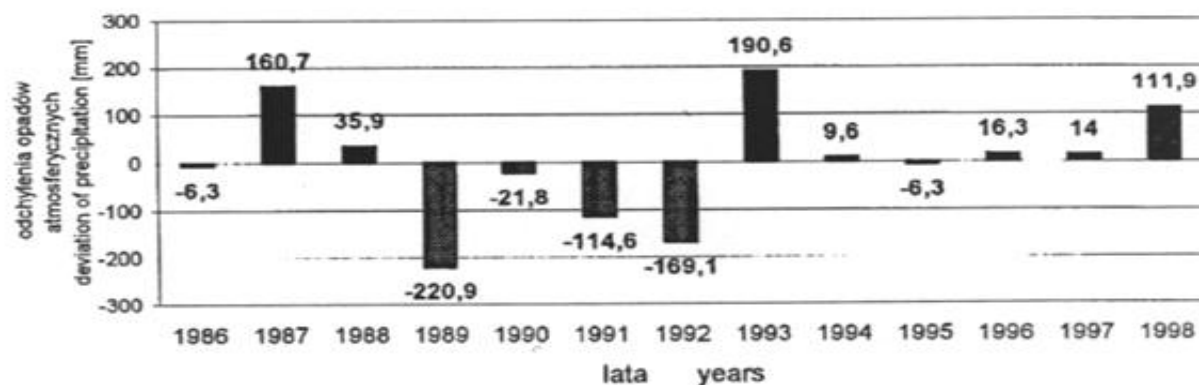
Mikrozlewnia ciekłu Hutka do przekroju Husta Pusta o powierzchni 52 ha jest zalesiona w 89%. Pozostałe 11% powierzchni zajmują głównie zabagnienia i nieużytki (5,5%) oraz grunty orne (5,5%). Teren zlewni jest pofałdowany średni spadek terenu wynosi około 10‰. Na obszarze zlewni Hutki można wyróżnić zasadniczo dwa typy gleb: gleby słabo zbielcowane na 89,8% oraz gleby bagienne na 10,2% powierzchni zlewni. Zlewnia ciekłu Hutka ma charakter typowo leśny. Dominującym gatunkiem jest sosna, ale występują także dąb, ols, modrzew i w niewielkiej ilości świerk. Przeważające siedliska to: bór mieszany świeży, bór świeży oraz ols.

Mikrozlewnia Potaszki do przekroju Potasze jest ponad dwukrotnie większa, ma powierzchnię 133 ha. Lasy zajmują około 14,7%, grunty orne i użytki zielone około 85,3% powierzchni zlewni. W zlewni występują liczne sfałdowania terenu często o dość spadzistych zboczach, a średni spadek terenu wynosi 16‰. Gleby zlewni

znajdują się w stadium słabego zbielicowania. Na terenach zalesionych zlewni Potaszki dominującym gatunkiem jest sosna, występująca na siedliskach: boru mieszanego świeżego, boru wilgotnego i boru świeżego.

Przebieg warunków meteorologicznych 1998 roku

Przebieg warunków meteorologicznych w badanych mikrozwlewniach w 1998 roku oceniono na tle wielolecia 1986-1998 według pomiarów ze stacji meteorologicznej w Arboretum Zielonka (około 2 km od Huty Pustej i około 7 km do Potasz). Na podstawie odchyień od wartości przeciętnych 1998 rok należy zaliczyć do lat mokrych (ryc. 1 i 2).

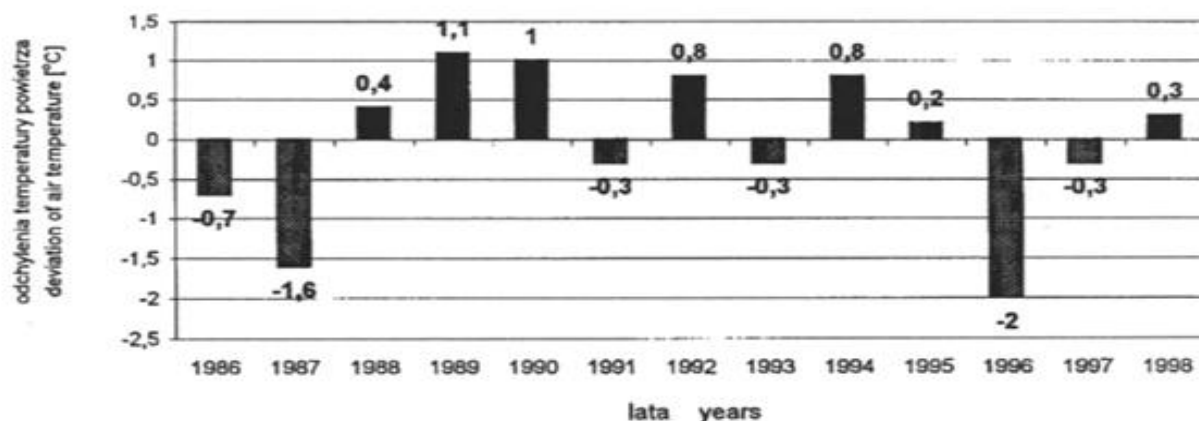


Ryc. 1. Odchylenia sum rocznych opadów atmosferycznych od średniej wieloletniej z okresu 1986-1998 (średnia 532,5 mm)

Fig. 1. Deviation of yearly amounts of precipitation from mean at multi-yearly period of 1986-1998 (mean = 532.5 mm)

Wyniki i dyskusja

Posterunki opadowe w Hucie Pustej i w Potaszach są oddalone od siebie o około 7 km. Pomimo tak niewielkiej odległości pomierzone na nich opady atmosferyczne wykazują znaczące różnice. Przykładowo sumy roczne różnią się o około 10% (tab. 1). Większe opady atmosferyczne w Hucie Pustej należy przypisać swoistemu mikroklimatowi związanemu z kompleksem leśnym, w którym jest położona zlewnia Hutki. Zlewnia Potaszki leży natomiast na skraju tegoż kompleksu – Puszczy Zielonka. Kontrastowym parametrem fizjograficznym badanych zlewni jest zatem użytkowanie terenu. Zalesiona w prawie 90% zlewnia Hutki charakteryzuje



Ryc. 2. Odchylenia średnich rocznych temperatur powietrza od średniej wieloletniej z okresu 1986-1998 (średnia 8,2°C)

Fig. 2. Deviation of yearly means of air temperature from mean at multi-yearly period of 1986-1998 (mean 8.2°C)

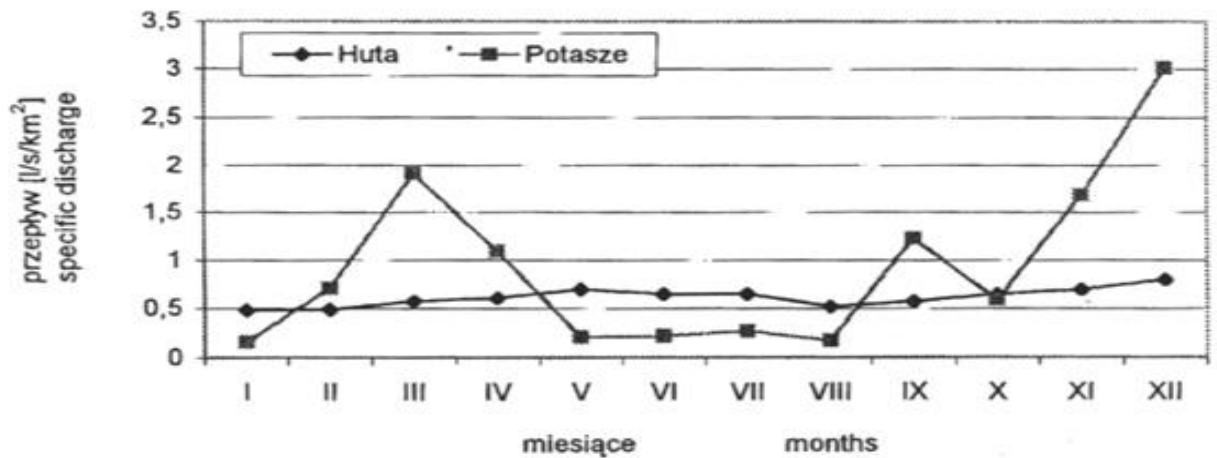
się bardzo dużymi zdolnościami retencyjnymi w porównaniu do zlewni Potaszki użytkowanej rolniczo na około 85% powierzchni. Przejawem tego są: znacznie zredukowany odpływ – o około 35% – oraz wyższa ewapotranspiracja – o około 25% (tab. 1). O dużych zdolnościach retencyjnych zlewni Hutki świadczą również przebiegi miesięcznych przepływów (ryc. 3) oraz miesięcznych zmian retencji (ryc. 4). Generalnie powyższe wskazuje na bardzo duży wpływ zalesienia terenu na zwiększenie zdolności retencyjnych tzw. małej retencji krajobrazowej. Zalesienia terenu mają zatem szczególne znaczenie na terenach nizinnych środkowej części dorzecza Warty, charakteryzujących się deficytami wody.

W ramach badań wykonywanych w mikrozlewniach Hutki i Potaszki, oprócz standardowych obserwacji i pomiarów hydro-meteorologicznych, pobierano próbki wody z cieków (raz w miesiącu) i próbki wód gruntowych (sezonowo - co 3 miesiące). Fizykochemiczne analizy wód obejmowały oznaczenia 20 wskaźników i składników charakteryzujących właściwości fizyczne (pH, temperatura), warunki tlenowe (zawartość tlenu), stężenia substancji organicznych (BZT₅, sucha pozostałość), obecność biogenów (związki azotu i fosforu) oraz skład mineralny (zawartość Ca, Mg, Na, K, Fe, Cl⁻, SO₄⁻²). Analizy wody wykonywano zgodnie z **Wykazem norm z zakresu analityki wody i ścieków** (1993). Przebiegi czasowe miesięcznych wartości wybranych wskaźników jakości wody oznaczone na podstawie próbek wody pobranych w ciekach badanych mikrozlewni przedstawiono na rycinie 5. Stężenia siarczanów (SO₄), związków azotu (amoniowego NH₄, azotanowego NO₃), chlorków, odczynu (pH) i pięciodobowego biochemicznego zapotrzebowania na tlen (BZT₅) kwalifikują w ciągu całego 1998 roku wody w obu badanych ciekach do pierwszej klasy czystości (**Rozporządzenie...** 1991). Zawartość tlenu rozpuszczonego i stężenie fosforanów rozpuszczonych (PO₄) w wodach cieków Potaszka w ciągu całego roku kwalifikuje te wody do pierwszej klasy czystości. Natomiast w wodach cieków Hutka w miesiącach letnich i jesiennych odnotowano bardzo małe

Tabela 1

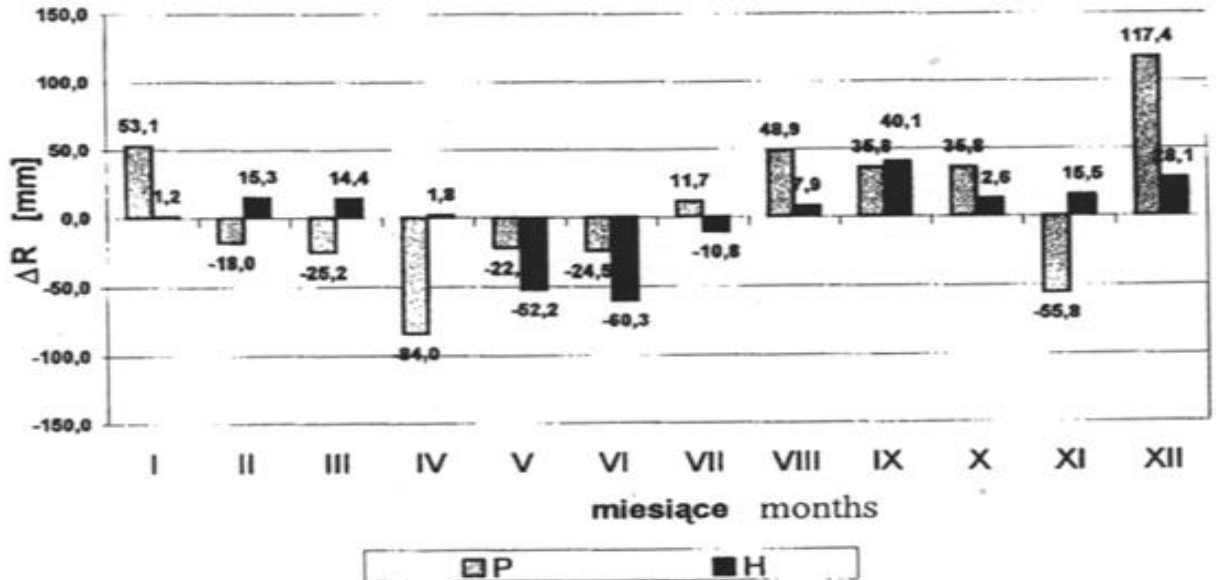
Składniki zrównoważonego bilansu wodnego w badanych mikrozlewniach w 1998 roku
 Components of equable water balance in investigated micro-catchments in 1998 year

Składnik bilansu wodnego Component of water balance (mm)	Zlewnia rzeki Catchment of river	Miesiące - Months												Rok Year I-XII
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Opad atmosferyczny Precipitation	Hutka	33,5	20,6	38,7	35,2	26,8	69,6	54,0	80,0	81,9	72,8	52,0	49,9	615,0
	Potaszka	32,2	27,5	40,4	25,3	24,9	59,7	46,0	60,3	88,9	73,3	37,0	48,8	564,3
Ewapotranspiracja Evaporation	Hutka	38,1	44,3	41,7	58,5	69,1	79,9	52,3	42,5	32,8	23,9	30,1	582,3	
	Potaszka	30,3	35,2	33,1	46,5	54,9	63,4	41,5	33,8	26,0	19,0	23,9	462,5	
Odplyw Out flow	Hutka	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,7	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	19,1	
	Potaszka	0,4	1,8	5,0	2,8	0,5	0,6	0,7	0,4	3,2	1,5	4,4	29,2	
Zmiana retencji Change of water retention	Hutka	1,2	15,3	14,4	1,8	-52,2	-60,3	-10,8	7,9	40,1	12,6	15,5	28,1	13,6
	Potaszka	53,1	-18,0	-25,2	-84,0	-22,5	-24,5	11,7	48,9	35,8	35,8	-55,8	117,4	72,6



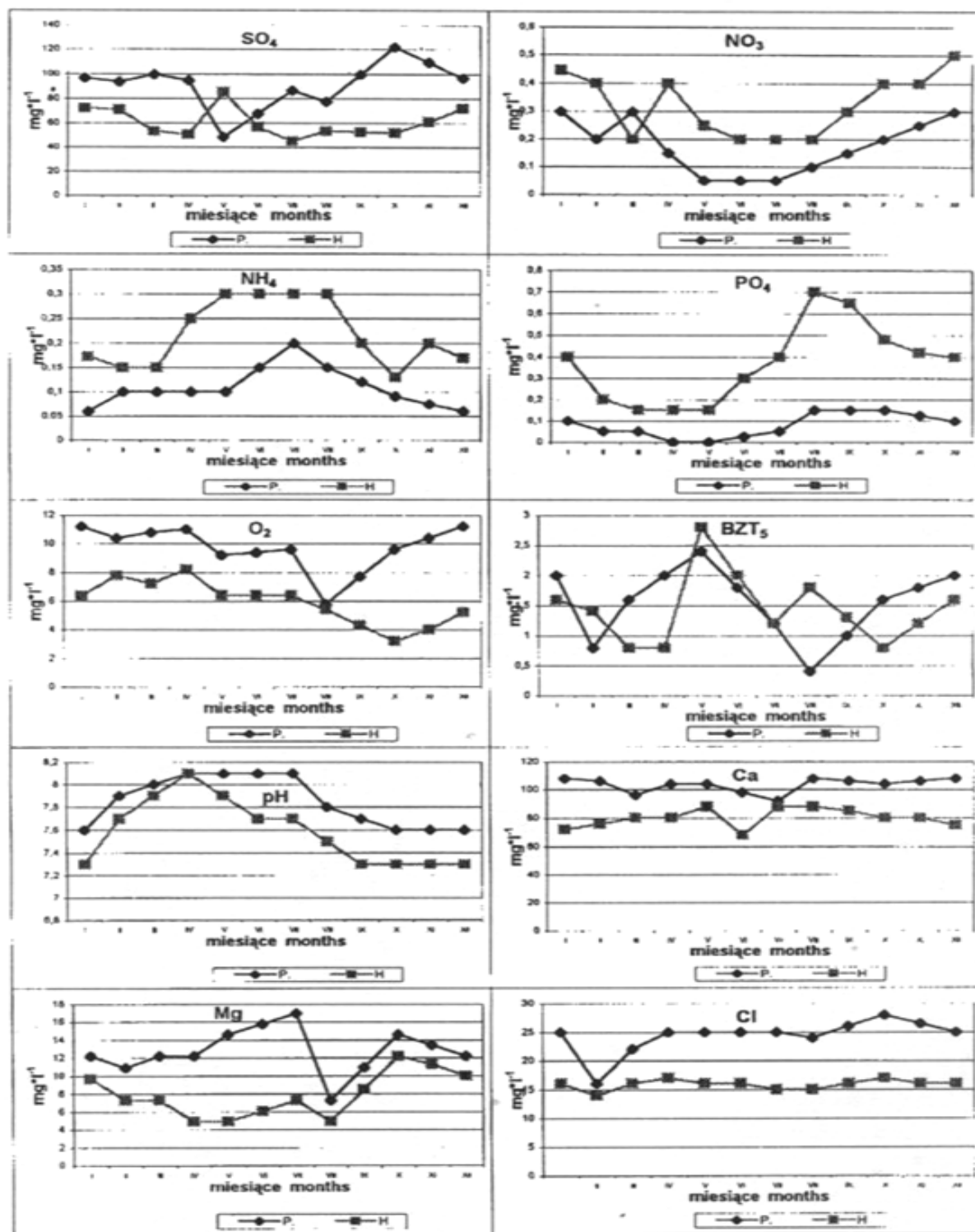
Ryc. 3. Średnie miesięczne przepływy jednostkowe w zlewniach Hutki i Potaszki w 1998 roku

Fig. 3. Monthly means of specific discharge in the Hutka and the Potaszka catchments in 1998 year



Ryc. 4. Zmiany miesięczne retencji w zlewniach Hutka (H) i Potaszki (P) w 1998 roku

Fig. 4. monthly changes of water retention in the Hutka (H) i Potaszka (P) catchments in 1998 year



Ryc. 5. Przebiegi czasowe miesięcznych wartości wskaźników jakości wody w ciekach Hutki (H) i Potaszki (P) w 1998 roku

Fig. 5. Time series of monthly values of water quality indexes of the Hutka (H) and the Potaszka (P) river in 1998 year

zawartości tlenu rozpuszczonego (minimum w październiku – woda pozaklasowa) oraz bardzo duże ilości fosforanów (maksimum w sierpniu – również woda pozaklasowa). Wzrost stężenia fosforanów przy jednoczesnym spadku zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie może wynikać z uwalniania się tych rozpuszczalnych związków fosforu w warunkach anaerobowych. Sprzyja tym procesom stosunkowo mała prędkość przepływu wody w cieku Hutka oraz ograniczone oddziaływanie wiatru wskutek dużego zalesienia zlewni.

W tabeli 2 przedstawiono uśrednione wartości wskaźników jakości wody oznaczone na podstawie próbek wody gruntowej pobranych ze studzienek położonych na terenie zalesionym (zlewnia Hutki) oraz użytkach zielonych i gruntach ornych (zlewnia Potaszki). Woda przemieszczająca się w profilu glebowym umożliwia migrację związków chemicznych do wód gruntowych. Złożone synergiczne oddziaływania topografii terenu, właściwości gleb (w tym próchnicy, ściółki leśnej), roślinności (sezonowej, wieloletniej), warunków pogodowych, zabiegów agrotechnicznych etc. powodują, iż transport wodny związków chemicznych może być bardzo długi (Miler i Murat-Błażejewska 1997, Ryszkowski 1992). W związku z powyższym dla oceny jakości wód gruntowych w badanych zlewniach przyjęto wartości średnie z pomiarów sezonowych w 1998 roku. Duże wartości stężeń w badanych wodach gruntowych zaobserwowano dla związków azotu (szczególnie azotynów $N-NO_2$) i fosforanów (PO_4). Wody te zawierały także duże ilości żelaza (Fe). Generalnie jakość wód gruntowych na użytkach zielonych i gruntach ornych była gorsza niż na terenach zalesionych (tab. 2). Pełniejsza analiza będzie możliwa po dłuższym okresie kontynuowanych obecnie badań terenowych w mikrozelewniach Hutki i Potaszki.

Podsumowanie i wnioski

Większe o około 10% w skali rocznej opady atmosferyczne w Hucie Pustej w stosunku do odległych jedynie o 7 km Potasz należy przypisać swoistemu mikroklimatowi związanemu z kompleksem leśnym, na którego obszarze jest położona zlewnia Hutki. Kontrastowym parametrem fizjograficznym badanych zlewni jest użytkowanie terenu. Zalesiona w prawie 90% zlewnia Hutki ma bardzo duże zdolności retencyjne w porównaniu z użytkowaną rolniczo zlewnią Potaszki (tylko około 15% zalesienia). W zlewni Hutki przejawem tego są znacznie zredukowany odpływ o około 35% oraz wyższa ewapotranspiracja o około 25%. O dużych zdolnościach retencyjnych tej zlewni świadczą również bardzo wyrównane przebiegi miesięcznych przepływów oraz stosunkowo niewielkie miesięczne zmiany retencji. Powyższe świadczy o bardzo dużym wpływie zalesienia terenu na zwiększenie zdolności retencyjnych tzw. małej retencji krajobrazowej.

Jakość wód w badanych ciekach w 1998 roku należy ocenić jako bardzo dobrą i dobrą. Wody cieku Potaszka były pierwszej klasy czystości, natomiast w wodach

Tabela 2

Uśrednione wartości wskaźników jakości wody gruntowej w mikrozlewniach Hutki i Potaszki
 Averaged values of water quality indexes of groundwater in the Hutka and the Potaszka micro-catchments

Użytkowanie terenu Land utilization	Wskaźniki jakości wody (mg/l) – Water quality indexes (mg/l)												
	sucha pozostałość solid residue	pH	Ca	Mg	Cl	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	Fe	SO ₄	PO ₄	Na	K
Zlewnia Hutki – Catchment Hutki													
Teren zalesiony Forested area	723	7,1	57	6,7	24	0,6	0,08	2,0	1,9	84,9	0,3	19,1	8,8
bór mieszany mixed coniferous forest	464	6,9	86	14,6	29	0,6	0,1	1,0	5,6	152,6	0,4	17,1	2,9
oles alder swamp forest	536	7,0	57	7,0	20,5	1,2	0,1	1,3	0,9	72,1	0,3	17,8	3,2
nowe nasadzenia new forest													
Zlewnia Potaszki – Catchment Potaszki													
Użytki zielone Grasslands	1362	6,8	87	15,2	21,2	2,0	0,09	0,3	1,8	119,1	1,1	12,3	5,0
Grunty orne Arable lands	842	7,0	52	6,7	22,7	7,5	0,06	4,2	1,4	135,0	2,7	11,0	3,5

cieku Hutka w miesiącach letnich i jesiennych odnotowano bardzo małe zawartości tlenu rozpuszczonego oraz bardzo duże ilości fosforanów. Wzrost stężenia fosforanów przy jednoczesnym spadku zawartości tlenu rozpuszczonego w tych wodach może wynikać z uwalniania się rozpuszczalnych związków fosforu w warunkach anaerobowych. Duże wartości stężeń w badanych wodach gruntowych zaobserwowano dla związków azotu (szczególnie azotynów) i fosforanów. Jakość wód gruntowych na użytkach zielonych i gruntach ornych była generalnie gorsza niż na terenach zalesionych.

Literatura

- Dobija A., Dynowska I. (1975): Znaczenie parametrów fizjograficznych zlewni dla ustalenia wielkości odpływu rzeczno-geograficznego. *Fol. Geogr. Ser. Geogr.-Phys.* 9: 77-129.
- Kosturkiewicz A. (1976): Zmienność odpływów z małych zlewni o różnym stopniu lesistości. *Wydz. Nauk Roln. Leśn. PTPN*, 17: 67-73.
- Mapa przeglądowa siedlisk Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka Akademii Rolniczej w Poznaniu (1995). Masz. AR, Poznań.
- Miler A., Murat-Błażejewska S. (1997): Wpływ rolnictwa na jakość wód w zlewni Strugi Dormowskiej. *Rocz. AR Pozn.* 294, *Melior. Inż. Środ.* 19, cz. 2: 327-337.
- Miler A. (1998): Modelowanie obszarowych zmienności różnych miar retencji. *Wyd. AR*, Poznań.
- Plan urządzenia lasu Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka Akademii Rolniczej w Poznaniu, na okres 01.01.1994-31.12.2003 r. (1994). Masz. AR, Poznań.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 05.11.1991 r. w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi. *Dz. U.* nr 116, poz. 503. Warszawa.
- Ryszkowski L. (1992): Rolnictwo a zanieczyszczenia obszarowe środowiska. *Post. Nauk Roln.* 4: 3-14.
- Woś A. (1994): *Klimat niziny Wielkopolskiej*. Wyd. UAM, Poznań.
- Wykaz norm z zakresu analityki wody i ścieków (1993). Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej – Zespół Normalizacji, Warszawa.

CIRCULATION OF WATER AND SELECTED WATER QUALITY INDEXES IN TWO MICRO-CATCHMENTS OF DIFFERENTIATE AFFORESTATION

S u m m a r y

In the paper results of monitoring quantity and quality of water in two micro-catchments of differentiate land utilization were analyzed. The analysis was carried out on the basis on hydro-meteorological and chemical measurements made at 1998 in the Hutka (0.52 km²) and the Potaszka (1.33 km²) river catchments. These catchments are located

near Poznań in south part of the Wielkopolska Lake District, Poland. Obtained reduces of change of out flow and water retention in afforested catchment the Hutka on the contrary to arable utilized catchment the Potaszka were significant. The results of calculations point out that afforestation is the main factor relating to water storage capacities in small lowland catchments. The water quality of investigated rivers in 1998 year as very good and good were evaluated. The water of the Potaszka river was a first class of cleanness (Polish standards). Whereas in water of the Hutka river in summer and autumn months very low concentration of dissolved oxygen and high concentration of phosphates were noted. (The phosphates from soluble compounds of phosphorus were produced in without oxygen.)

In water of the Hutka river in summer and autumn months very low concentration of dissolved oxygen and high concentration of phosphates were noted. (The phosphates from soluble compounds of phosphorus were produced in without oxygen.) The high concentration values of nitrogen (particularly nitrite nitrogen) and phosphates in investigated groundwater were observed. Generally quality of groundwater on grasslands and arable lands were worse than on forested areas.