

ANTONI MILER

RETENCJA JEZIORNA W BILANSIE WODNYM ZLEWNI STRUGI DORMOWSKIEJ

*Z Katedry Melioracji Rolnych i Leśnych
Akademii Rolniczej w Poznaniu*

ABSTRACT. Presented values of water balances of the Struga Dormowska river catchment showed that the lake retention changes in yearly balances were insignificant values. On the contrary the lake retention changes in monthly or in shorter periods of water balances were significant values. The volumes of lake retention changes during maximum yearly rainy runoff were more than once greater than maximum runoff volumes.

Key words: hydrology, small catchment, lake retention, water balance, maximum rainy runoff

Wstęp

Prawidłowe gospodarowanie zasobami wodnymi zlewni nabiera szczególnego znaczenia w Wielkopolsce, gdzie niedobory wodne nie tylko zaznaczają się najwyraźniej, lecz także ulegają stalemu pogłębianiu (Kaniecki 1982). Nawet w latach przeciętnych i mokrych w środkowej części dorzecza Warty między Pradolina Toruńsko-Eberswaldzką i Warszawsko-Berlińską występują niedobory wody w okresie wegetacyjnym, głównie zaś w miesiącach krytycznych dla upraw polowych o większych wymaganiach wilgotno-

ściowych (Woś 1989). Jednym ze sposobów pozyskiwania rezerw wodnych jest tzw. „mała retencja” (Mazurkiewicz 1981, Czamara i in. 1993). Obejmuje ona swym zasięgiem wodę magazynowaną w małych, naturalnych lub sztucznych zbiornikach: jeziorach, stawach, oczkach śródpolnych. Te pozornie małe, lecz liczne zbiorniki wodne mają dość znaczną zdolność retencyjną. Nawet niewielkie stosunkowo jeziora dzięki swej zdolności retencyjnej mogą zatrzymywać znaczne ilości wód dopływających i następnie pozwoli je oddawać, chroniąc przed szkodliwymi skutkami zarówno nadmiarów, jak i niedoborów wody. W pracy niniejszej przedstawiono wyniki 6-letnich badań nad retencją jeziorną w zlewni Strugi Dormowskiej.

Opis zlewni Strugi Dormowskiej

Zlewnia Strugi Dormowskiej do przekroju Gorzyń (44,5 km²) pomijając znaczną jeziorność (ok. 2% pow. zlewni zajmują wody stojące), ma pozostałe parametry fizjograficzne zbliżone do innych zlewni Wielkopolski (tab. 1). Łączna powierzchnia jezior, stawów i oczek wodnych w zlewni to 93,7 ha. W tym: 5 jezior – Dormowskie (rynnowe 26,9 ha), Łowyńskie (nieckowate 24,4 ha), Głębokie (rynnowe 10,5 ha), Płytkie (nieckowate 9,5 ha) i Dormowskie Małe (2,6 ha) oraz 3 kompleksy stawów – „Wilki” (11 stawów, 7,5 ha), „Trzy Dęby” (8 stawów, 3,7 ha) i „Przy Jeziorze” (6 stawów, 4,2 ha). Zlewnię cząstkową do przekroju Dormowo (33,2 km²) dobrano tak, aby zawierała 5 ww. jezior (ryc. 1).

Zakres badań terenowych

Prowadzone w zlewni Strugi Dormowskiej własne obserwacje i pomiary obejmowały:

– codzienne pomiary opadów atmosferycznych deszczomierzem i pluwiografem Hellmanna (IV-X) na posterunkach: Gorzyń (1988) i Dormowo (1989-1993),

– codzienne obserwacje stanów wody w cieku wraz z zapisem limnigraficznym na prostokątnych przelewach pomiarowych w Gorzynie (1988-1993) i Dormowie (1989-1993),

Tabela 1

Charakterystyki fizjograficzne zlewni Strugi Dormowskiej

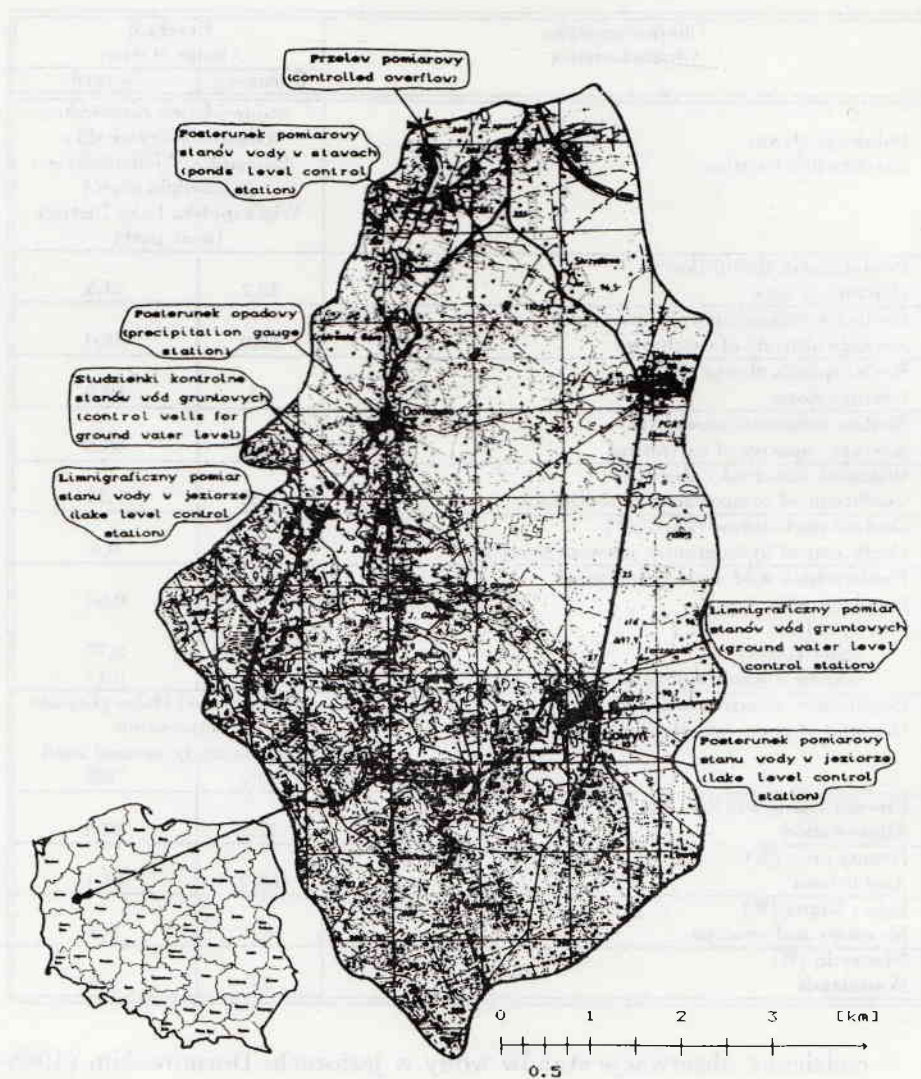
The geomorphological characteristics of the Struga Dormowska river catchment

| Charakterystyka Characteristics | Przekrój Gauge station | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| | Dormowo | Gorzyń |
| Polożenie zlewni Catchment's location | województwo gorzowskie Gorzów Voivodeship Pojezierze Wielkopolskie (zachodnia część) Wielkopolska Lake District (west part) | |
| Powierzchnia zlewni (km ²) Catchment area | 33,2 | 44,5 |
| Średnia wysokość zlewni n.p.m. (m) Average altitude of catchment | 86,0 | 85,0 |
| Średni spadek zlewni (%) Average slope | 8,1 | 10,6 |
| Średnia miąższość zlewni (m) Average capacity of catchment | 16,4 | 36,8 |
| Wskaźnik zawartości zlewni (-) Coefficient of compactness of catchment | 1,30 | 1,25 |
| Gęstość sieci cieków (km/km ²) Coefficient of hydrographic network density | 0,5 | 0,6 |
| Powierzchnia wód stojących (km ²) Reservoir area | 0,78 | 0,94 |
| w tym (in): jezior (lakes) | 0,77 | 0,77 |
| stawów i oczek wodnych (ponds) | 0,01 | 0,17 |
| Dominujące uziarnienie gleb Dominated grain-size distribution of soils | piaski luźne i słabo gliniaste loose sands and scarcely loamed sand 80% 76% | |
| Procent lesistości (%) Afforestation | 22,8 | 23,6 |
| Grunty orne (%) Arable land | 66,2 | 65,1 |
| Łąki i bagna (%) Meadows and swamps | 8,0 | 8,3 |
| Nieużytki (%) Wastelands | 3,0 | 3,0 |

- codzienne obserwacje stanów wody w jeziorach: Dormowskim (1988-1993) (dodatkowo prowadzono rejestrację limnigraficzną do 1992) i Łowńskim (1988-1992),

- cotygodniowe pomiary stanów wód gruntowych (1988-1990 w 4, 1991/92 w 10, 1993 w 9 studzienkach). Dodatkowo w jednej studziennie prowadzono rejestrację limnigraficzną do 1992 roku,

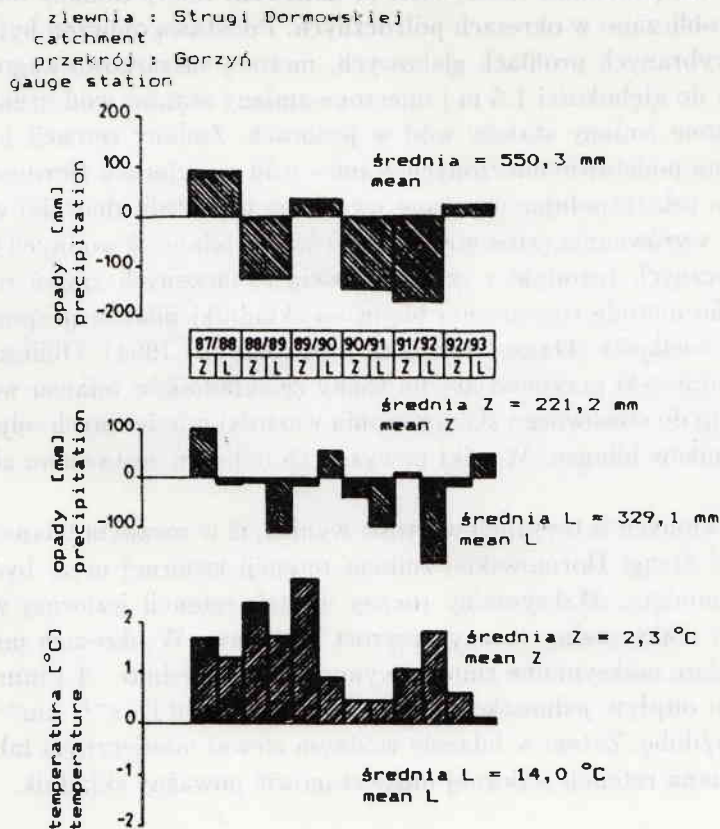
– oznaczenie na początku półroczy hydrologicznych zapasów wody w glebach (1988-1993) metodą suszarkowo-wagową.



Ryc. 1. Mapa topograficzna zlewni Strugi Dormowskiej do przekroju Gorzyń
 Fig. 1. Topographical map of the Struga Dormowska river catchment to gauge station Gorzyń

Warunki meteorologiczne w badanym okresie

Ocenę warunków meteorologicznych w badanym okresie (1988-1993) oparto na wartościach półrocznych i rocznych sum opadów oraz średnich półrocznych temperaturach powietrza odniesionych do odpowiednich średnich wieloletnich – z okresów prowadzonych obserwacji przez IMGW w stacji Gorzyń (opady 1956-1993, temperatury 1959-1993). Z ryciny 2 widać, iż badany okres był zdominowany przez lata suche: 1988/89, 1990/91, 1991/92. Lata 1989/90 i 1992/93 można zaliczyć do lat średnich, a rok 1987/88 do mokrych.



Ryc. 2. Odchylenia rocznych i półrocznych sum opadów oraz odchylenia półrocznych średnich temperatur powietrza od średnich z wieloletnia

Fig. 2. Deviations of yearly, half-yearly amount of precipitation and deviations of mean half-yearly temperature from means of many years

Bilans wodny zlewni Strugi Dormowskiej

Opady przyjęto na podstawie obserwacji własnych, wprowadzając poprawki do pomierzonego opadu – wg Kowalczyk i Ujdy (1987):

| miesiąc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|--------------|----|----|-----|----|---|----|-----|------|----|----|----|-----|
| poprawka (%) | 20 | 20 | 15 | 15 | 9 | 8 | 6 | 7 | 8 | 10 | 15 | 20 |

Przepływy obliczono na podstawie notowań limnigraficznych stanów wody na przelewie pomiarowym w Gorzynie. Parowanie obliczono wg nomogramu Konstantinova (1963). Parowanie oszacowane wg nomogramu Konstantinova jest w dorzeczu środkowej Warty średnio jedynie o ok. 20 mm niższe niż parowanie rzeczywiste (Pasałowski 1990). Zmiany retencji w zlewniach obliczano w okresach półrocznych. Podstawą obliczeń były oznaczane w wybranych profilach glebowych, metodą suszarkowo-wagową, zapasy wody do głębokości 1,5 m i mierzone zmiany stanów wód gruntowych oraz mierzone zmiany stanów wód w jeziorach. Zmiany retencji jeziornej obliczano na podstawie mierzonych stanów wód w jeziorach Dormowskim i Łowyńskim (ekstrapolując uzyskane wyniki na pozostałe zbiorniki wodne).

W celu wyrównania (zrównoważenia) równań bilansów wodnych w okresach półrocznych (zgodnie z częstotliwością oznaczanych zmian retencji) zastosowano metodę rozrzucenia błędu na składniki bilansu proporcjonalnie do ich wielkości (Ozga-Zielińska i Brzeziński 1994). Obliczone dla półroczy poprawki przypadające na każdy ze składników bilansu wodnego zastosowano do stosownego skorygowania wartości miesięcznych odpowiednich składników bilansu. Wyniki powyższych obliczeń zestawiono zbiorczo w tabeli 2.

Z zestawionych w tej tabeli wartości wynika, iż w rocznym bilansie wodnym zlewni Strugi Dormowskiej zmiana retencji jeziornej może być praktycznie pominięta. Maksymalny roczny ubytek retencji jeziornej wynosił $-1,9$ mm, a maksymalny roczny przyrost $+1,1$ mm. W okresach miesięcznych powyższe maksymalne zmiany wynosiły odpowiednio: $-3,1$ mm i $+2,1$ mm. Średni odpływ jednostkowy w zlewni wynosi $2,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, czyli ok. $0,2$ mm/dobę. Zatem w bilansie wodnym zlewni miesięcznym lub dekadowym zmiana retencji jeziornej może stanowić poważny składnik.

Tabela 2

Miesięczne, półroczne i roczne wskaźniki opadów, odpływów, parowania i zmian retencji w bilansach zrównoważonych dla zlewni Strugi Dormowskiej do przekroju Gorzyń w latach hydrologicznych 1987/88-1992/93

Monthly, half-yearly and yearly indexes of precipitation, runoff, evapotranspiration and changes of retention in equilibrate balance for the Struga Dormowska river catchment to Gorzyń gauge station in hydrological years 1987/88-1992/93

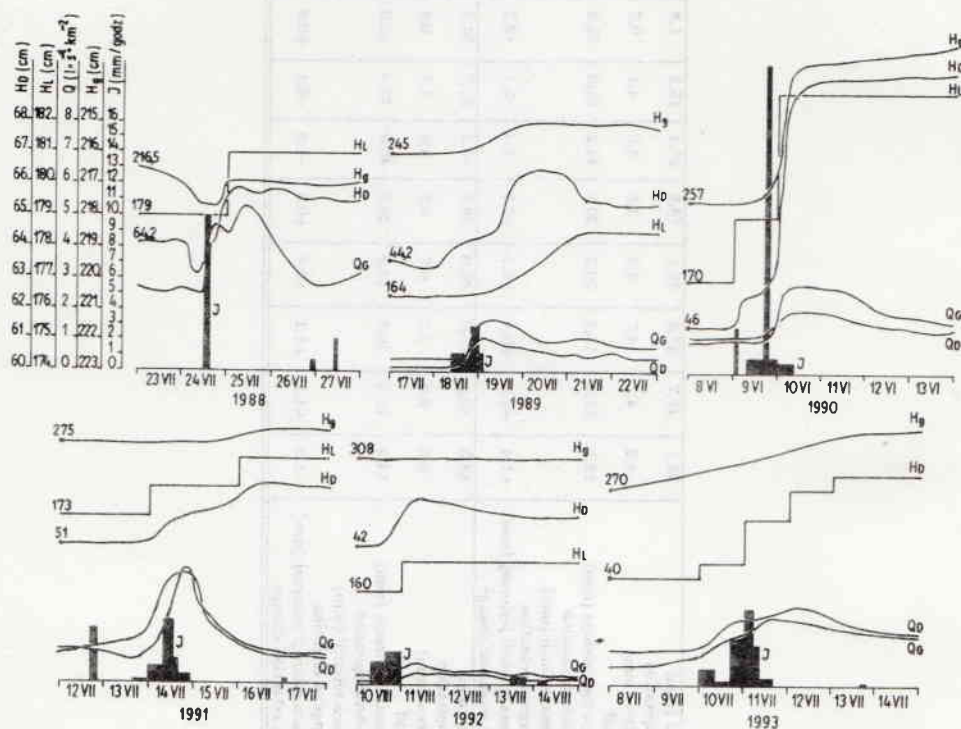
| Rok hydrologiczny Hydrological year | Składnik bilansu wodnego zlewni Component of catchment a water balance | Miesiące Months | | | | | | | | | | | | Półrocze Half-years | | Rok Year |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------------------------|------------------|-------------|
| | | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | zimowe winter | letnie summer | |
| | | | | | | | | | | | | | | XI-IV | V-X | |
| 1987/88 | Opad (mm) Precipitation | 119,1 | 43,7 | 70,2 | 99,1 | 27,8 | 7,8 | 47,0 | 147,5 | 76,6 | 35,6 | 20,5 | 15,2 | 367,6 | 342,4 | 710,0 |
| | Odplyw (mm) Runoff | 11,0 | 12,3 | 10,7 | 11,8 | 13,1 | 9,0 | 7,3 | 12,1 | 10,9 | 7,8 | 6,4 | 6,0 | 67,9 | 50,6 | 118,5 |
| | Ewapotranspiracja (mm) Evapotranspiration | 17,3 | 14,2 | 13,0 | 24,3 | 24,7 | 52,2 | 86,0 | 71,9 | 85,7 | 64,2 | 37,0 | 57,4 | 145,7 | 402,3 | 548,0 |
| | Zmiana retencji (mm) Change of retention | | | | | | | | | | | | | +154,0 | -110,6 | +43,5 |
| | Zmiana retencji jeziornej (mm) Lake retention change | +0,2 | +0,6 | +0,1 | +0,4 | +0,3 | -2,4 | -0,9 | +1,8 | -0,8 | -1,2 | +0,7 | 0,0 | -0,7 | -0,4 | -1,1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1988/89 | Opad (mm) Precipitation | 42,4 | 78,3 | 12,3 | 30,3 | 34,8 | 55,4 | 10,7 | 48,0 | 73,2 | 37,1 | 54,0 | 25,8 | 253,6 | 248,8 | 502,4 |
| | Odplyw (mm) Runoff | 9,5 | 8,7 | 8,7 | 6,2 | 10,3 | 6,4 | 4,3 | 0,6 | 1,2 | 0,8 | 1,1 | 2,8 | 49,9 | 10,8 | 60,6 |
| | Ewapotranspiracja (mm) Evapotranspiration | 16,6 | 21,7 | 13,6 | 28,1 | 59,1 | 45,1 | 74,0 | 74,5 | 83,9 | 66,5 | 35,7 | 48,5 | 184,2 | 383,0 | 567,2 |
| | Zmiana retencji (mm) Change of retention | | | | | | | | | | | | | +19,5 | -144,9 | -125,4 |
| | Zmiana retencji jeziornej (mm) Lake retention change | +2,0 | +1,9 | -1,0 | -0,6 | -1,8 | -1,6 | -1,0 | -0,4 | 0,0 | -0,3 | +0,2 | +0,7 | -1,1 | -0,8 | -1,9 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Retencja jeziorna w bilansie wodnym...

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|--------|--------|-------|
| 1991/92 | Opad (mm) Precipitation | 38,7 | 43,7 | 27,8 | 50,1 | 78,8 | 27,2 | 15,2 | 1,8 | 38,2 | 67,2 | 15,3 | 21,8 | 266,4 | 159,4 | 425,8 |
| | Odptyw (mm) Runoff | 4,2 | 4,2 | 4,7 | 4,3 | 3,5 | 4,6 | 4,1 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 3,2 | 25,6 | 10,0 | 35,6 |
| | Ewapotranspiracja (mm) Evapotranspiration | 12,5 | 12,8 | 15,2 | 20,2 | 30,9 | 44,2 | 61,0 | 51,3 | 60,6 | 69,5 | 38,5 | 15,1 | 135,8 | 296,1 | 431,9 |
| | Zmiana retencji (mm) Change of retention | | | | | | | | | | | | | +105,0 | -146,7 | -41,7 |
| | Zmiana retencji jeziornej (mm) Lake retention change | +1,4 | +1,6 | +0,3 | +1,2 | +0,9 | -1,3 | -2,1 | -2,2 | -1,3 | +0,4 | +0,3 | +0,4 | +4,2 | -4,5 | -0,3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1992/93 | Opad (mm) Precipitation | 48,3 | 45,6 | 66,0 | 36,0 | 28,1 | 8,2 | 31,7 | 54,5 | 126,2 | 51,2 | 41,5 | 15,8 | 232,2 | 320,9 | 553,1 |
| | Odptyw (mm) Runoff | 8,9 | 9,0 | 7,7 | 6,7 | 5,9 | 4,8 | 1,7 | 0,8 | 3,2 | 1,4 | 2,1 | 4,5 | 43,0 | 13,7 | 56,7 |
| | Ewapotranspiracja (mm) Evapotranspiration | 14,2 | 11,0 | 20,5 | 12,2 | 29,3 | 40,0 | 73,4 | 83,0 | 91,9 | 72,0 | 34,1 | 27,6 | 127,2 | 381,8 | 509,0 |
| | Zmiana retencji (mm) Change of retention | | | | | | | | | | | | | +62,0 | -74,6 | -12,6 |
| | Zmiana retencji jeziornej (mm) Lake retention change | -1,3 | +1,1 | +1,1 | +0,6 | +0,2 | -1,3 | -3,1 | +0,6 | +2,1 | 0,0 | +0,2 | +0,6 | +0,4 | +0,4 | +0,8 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Maksymalne roczne wezbrania deszczowe

Na rycinie 3 przedstawiono hydrogramy maksymalnych rocznych wezbrań deszczowych zaobserwowanych w badanym okresie w zlewni Strugi Dormowskiej w przekrojach Gorzyń i Dormowo. Hydrogramy te są prezentowane na tle natężeń opadu, stanów wody w jeziorach Dormowskim i Łowyńskim oraz stanów wody gruntowej w studziencie nr 4. Dla przekroju Gorzyń średni stosunek objętości wody zretencjonowanej w jeziorach do



Ryc. 3. Maksymalne roczne wezbrania deszczowe w zlewni Strugi Dormowskiej: H_D , H_L - stany wody w jeziorach Dormowskim i Łowyńskim, Q_D , Q_G - odpływy jednostkowe w przekrojach Dormowo, Gorzyń, H_g - stany wody gruntowej (st. 4), J - natężenie opadu
Fig. 3. Maximum yearly rainy runoff of the Struga Dormowska river catchment: H_D , H_L - water level of lakes Dormowskie, Łowyńskie, Q_D , Q_G - specific discharge in gauge station Dormowo, Gorzyń, H_g - ground water level (st. 4), J - rainfall intensity

objętości fali wezbraniowej wynosił 2,4, natomiast dla przekroju Dormowo aż 4,9 (tab. 3). Wynika to z położenia wszystkich jezior już w zlewni cząstkowej (p. Dormowo). Objętość wody zretencjonowanej w jeziorach w okresie największego zaobserwowanego wezbrania (09.-15.06.1990) $65,59 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ pokrywa 8,5-dobowy średni odpływ ze zlewni ($7,7 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{doba}$). Świadczy to o dużym wpływie jezior na wyrównywanie odpływu ze zlewni Strugi Dormowskiej.

Tabela 3

Wybrane charakterystyki maksymalnych rocznych wezbrań deszczowych zaobserwowanych w zlewni Strugi Dormowskiej w latach 1988-1993
Selected characteristics of maximum yearly rainy runoff of the Struga Dormowska river catchment in 1988-1993 years

| Okres wezbrania Maximum runoff duration | Suma opadów Amount of precipitation (mm) | Objętość fali wezbraniowej w przekroju Maximum runoff volume in gauge station ($10^3 \cdot \text{m}^3$) | | Objętość wody zretencjonowanej w jeziorach Lakes retention volume ($10^3 \cdot \text{m}^3$) V_j | Proporcja Proportion (-) | |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|
| | | Gorzyni V_{IG} | Dormowo V_{ID} | | $\frac{V_j}{V_{IG}}$ | $\frac{V_j}{V_{ID}}$ |
| | | | | | | |
| 24-26.07.1988 | 28,7 | 14,564 | — | 18,740 | 1,3 | — |
| 18-22.07.1989 | 27,0 | 12,582 | 3,045 | 18,740 | 1,5 | 6,2 |
| 09-15.06.1990 | 61,7 | 20,426 | 6,347 | 65,590 | 3,2 | 10,3 |
| 12-17.07.1991 | 50,4 | 17,986 | 11,620 | 18,740 | 1,0 | 1,6 |
| 10-14.08.1992 | 34,0 | 1,573 | 2,364 | 9,370 | 6,0 | 4,0 |
| 08-14.07.1993 | 61,1 | 22,700 | 12,426 | 32,795 | 1,4 | 2,6 |

Podsumowanie i wnioski

Zmiana retencji jeziornej w rocznych bilansach wodnych zlewni Strugi Dormowskiej jest praktycznie do pominięcia. Stanowi jednak istotny składnik w bilansach miesięcznych czy też dla okresów jeszcze krótszych. Objętości wód retencjonowanych w jeziorach w okresach wezbrań mogą parokrotnie przewyższać objętości fal wezbraniowych. Świadczy to o dużych

możliwościach lepszego zagospodarowania istniejących zbiorników wodnych przy stosunkowo niskich nakładach na budowę piętrzące.

Literatura

- Czamara W., Radczuk L., Urbański I.** (1993): Mała retencja w dorzeczu górnej i środkowej Odry. Zesz. nauk. AR Wroc. Inż. Środ., 4, nr 233: 123-139.
- Kaniecki A.** (1982): Pojemność retencyjna i zmienność zasobów wodnych małej zlewni nizinnej na przykładzie dorzecza Wrześnicy. Wyd. UAM, Poznań.
- Konstantinov A.R.** (1963): Испарение в природе. Гидрометеоздат., Ленинград.
- Kowalczyk S., Ujda K.** (1987): Pomiar porównawcze opadów atmosferycznych. Mat. Bad. Ser. Meteorol. 14, IMGW, Warszawa.
- Mazurkiewicz R., Kontowicz-Jerych B.** (1981): Badania zmian stanu retencji powierzchniowej w mikroregionie trzebnickim. Wiad. melior., 8-9: 232-235.
- Ozga-Zielińska M., Brzeziński J.** (1994): Hydrologia stosowana. PWN, Warszawa.
- Pasławski Z.** (1990): Bilans wodny Wielkopolski. W: Obieg wody i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym. Wyd. UAM, Poznań.
- Woś D.** (1989): Ocena potencjalnych zasobów wodnych dorzecza Warty. Ser. Geogr. 46. Wyd. UAM, Poznań.

WATER STORAGE OF LAKES IN WATER BALANCE OF THE STRUGA DORMOWSKA RIVER CATCHMENT

Summary

The investigation were carried out during six years' period (1988-1993) in the Struga Dormowska river small catchment (44.5 km²) located in west part of the Wielkopolska Lake District. The lakes (5) and ponds (3 blocks) of the catchment cover an area of 93,7 ha (2% catchment area). Precipitations, water levels in the river and in the lakes, ground water levels and water storages in soils (oven-dry method) were measured. The investigated period had differentiated meteorological years : 1987/88 – wet, 1989/90, 1992/93 – mean, 1988/89, 1990/91, 1991/92 dry.

Presented values of water balances of the Struga Dormowska river catchment showed that the lake retention changes in yearly balances were insignificant values. On the contrary the lake retention changes in monthly or in shorter periods of water balances were significant values. Generally, volumes of lake retention changes during maximum yearly rainy runoff were more then once greater than maximum runoff volumes. The presented results showed a significant possibility of lakes retention in extension of water storage in the Struga Dormowska river catchment.