

ZMIENNOŚĆ PRZEPIYWÓW MAŁEJ RZEKI NIZINNEJ

Jolanta Kanclerz, Sadzide Murat-Błażewska, Mariusz Sojka

Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji,
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Wstęp

Przy identyfikacji stanu hydromorfologicznego wód powierzchniowych powinna być uwzględniona charakterystyka zmian w reżimie odpływu [NACHLIK 2004]. Zmiany te mierzone są między innymi stosunkiem wartości średniego przepływu SSQ z wielolecia 1981-2000 do wielolecia wcześniejszego, które można by uznać za wielolecie naturalne (1961-1980). Informacja o zasobach wodnych powinna obejmować nie tylko wartości przepływów średnich dla wymienionych wieloleci, ale także ciągi przepływów charakterystycznych: minimalnych, maksymalnych i średnich dla poszczególnych miesięcy. W niniejszej pracy przedstawiono zmienność przepływów charakterystycznych rzeki Małej Wełny w przekroju Kiszkowo w latach 1965-2005.

Materiały i metody

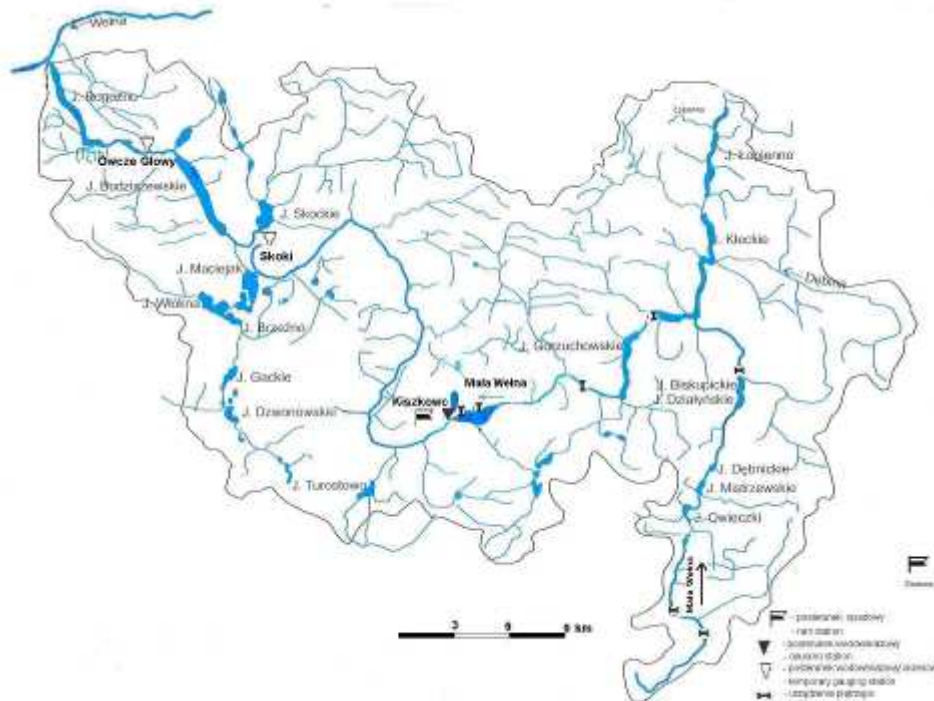
Rzeka Mała Wełna posiada niejednorodny ciąg obserwacji i pomiarów hydrometrycznych. Początkowo, od 1942 roku IMGW prowadził okresowe pomiary hydrometryczne (głębokość średnia i maksymalna, prędkość średnia i maksymalna, stany wody) rzeki Małej Wełny w przekroju Kiszkowo (o powierzchni zlewni 342 km²), położonym 37,4 km od ujścia do rzeki Wełny (rys. 1). Następnie, od 1953 roku podobne pomiary prowadził w przekroju Skoki (o powierzchni zlewni 506 km²) położonym 19,8 km poniżej przekroju Kiszkowo.

Z kolei codzienne obserwacje stanów wody w przekroju Kiszkowo IMGW prowadził w latach 1948-1959, z wyjątkiem lat 1956 i 1957. W drugim, zaś przekroju (Skoki) codzienne stany wody prowadził w latach 1953-1976, z tym że w latach 1954-1957, 1960, 1976 dane były niekompletne lub był ich całkowity brak, a w latach 1961-1970 publikowane były tylko charakterystyczne miesięczne stany wody. Codzienne pomiary stanów wody i okresowe pomiary hydrometryczne w przekroju Owce Głowy (o powierzchni zlewni 652 km²) były prowadzone od 1978 roku, przekrój ten położony jest na 6,2 km rzeki od ujścia. Wyniki pomiarów stanów wód dla tego przekroju z „Roczników hydrologicznych wód powierzchniowych” były dostępne tylko dla wielolecia 1978-1983.

Od listopada 2000 Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji Akademii Rolniczej w Poznaniu prowadzi kompleksowe badania zasobów wodnych w zlewni Małej Wełny. Badania te polegają m.in. na pomiarach codziennych stanów wody

w przekroju Kiszkowo i na comiesięcznych pomiarach hydrometrycznych w pięciu przekrojach wzdłuż biegu rzeki Małej Wełny do przekroju Kiszkowo. Prowadzone są także comiesięczne pomiary stanów wody w jeziorach, przez które przepływa Mała Wełna oraz w stawach rybnych w Kiszkowie, zasilanych wodami rzeki.

Natężenie przepływu w przekroju Kiszkowo obliczono na podstawie dostępnych wyników pomiarów hydrometrycznych i obserwacji stanów wody w latach 2000-2005 oraz metodą analogii hydrologicznej dla wielolecia 1965-1975 i 1978-1983.



Rys. 1. Zlewnia rzeki Małej Wełny
Fig. 1. Catchment of the Mała Wełna river

Warunki meteorologiczne na terenie zlewni w latach 1965-1999 określono na podstawie danych ze stacji IMGW Gniezno a w latach 2000-2005 z własnej stacji opadowej w Kiszkowie. Zależność sum miesięcznych opadów atmosferycznych w Kiszkowie i w Gnieźnie można opisać przy pomocy równania regresji liniowej $P_{Kisz} = 1,05P_{Gniez} - 3,15$. Współczynnik kierunkowy tej prostej zbliżony jest do jedności w związku z czym warunki meteorologiczne w badanej zlewni można było przedstawić na podstawie danych ze stacji IMGW w Gnieźnie.

Wyniki badań

Zlewnia rzeki Małej Wełny położona jest w środkowej części Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej, w makroregionie Pojezierze Wielkopolskie [KONDRACKI 2000]. Zgodnie z systemem kodowania jednostek hydrograficznych, stosowanym w Unii

Europejskiej, otrzymała kod 1866 [CZARNECKA (red.) 2005]. Rzeka Mała Wełna od źródeł znajdujących się na wysokości około 119 m n.p.m. do przekroju zamykającego badany obszar w Kiszkwie na wysokości 92,5 m n.p.m., pokonuje 45,3 km. Różnica wysokości wynosi 26,5 m, co daje średni spadek podłużny rzeki 0,58‰. Dolina rzeki ma charakter rynny polodowcowej, gdzie spadki poprzeczne w górnej części są znaczne i wynoszą średnio około 25‰ (lokalnie dochodzą do 80‰). Pozostały obszar to płaska lub falista wysoczyzna morenowa o spadkach od 5-30‰. W zlewni rzeki Małej Wełny występują głównie przepuszczalne utwory mineralne (95% powierzchni), wytworzone głównie z piasków gliniastych płytkich i średnio głębokich zalegających na glinie piaszczystej i lekkiej, a także w 3,6% gleby wytworzone z glin i w 1,1% wytworzone z torfów.

Rzeka przepływa przez 8 jezior o sumarycznej powierzchni 392,8 ha, zaś całkowita powierzchnia wód stojących na badanym obszarze liczy 799,6 ha. Wzdłuż biegu rzeki usytuowanych jest siedem urządzeń piętrzących (zastawki i jazy) oraz w Kiszkwie kompleks stawów rybnych o powierzchni użytkowej wynoszącej 112 ha, zasilany wodami rzeki Małej Wełny.

Tabela 1; Table 1

Charakterystyka wilgotnościowa lat hydrologicznych 1965-2005
Moisture characteristic of hydrological years 1965-2005

Lata Years	Liczba lat Number of years	Rok; Year				
		bardzo suchy very dry 50-74%	suchy dry 75-89%	przeciętny average 90-110%	wilgotny moist 111-125%	bardzo wilgotny very moist 126-150%
1965-2005	41	1982, 1983 1989, 1991 1992, 2003	1965, 1969 1972, 1975 1980, 1990 2004, 2005	1971, 1973 1974, 1976 1977, 1979 1981, 1984 1985, 1986 1987, 1993 1994, 1996 1997, 2001	1966, 1970 1978, 1988 1995, 1998 1999, 2000 2002	1967, 1968

Analiza warunków meteorologicznych w badanej zlewni została wykonana na podstawie odchyłeń rocznych opadów atmosferycznych w wieloleciu 1965-2005, w którym średni roczny wskaźnik opadu nieskorygowanego wyniósł 529 mm. W badanym wieloleciu wystąpiło sześć lat bardzo suchych pod względem wielkości opadów atmosferycznych (tab. 1). Sumy rocznych opadów atmosferycznych wynosiły od 345 mm do 398 mm i stanowiły od 64% do 74% średniej wieloletniej. Osiem lat hydrologicznych zakwalifikowano do lat suchych o sumie opadów od 406 mm do 476 mm (stanowiły od 76-89% średniego wskaźnika rocznego z wielolecia), szesnaście lat przeciętnych, których sumy opadów (490-577 mm) stanowiły od 91% do 108% opadu normalnego. Prawdopodobieństwo wystąpienia lat bardzo suchych i suchych (wraz z wyższymi) wynosi od 75 do 99%, a lat przeciętnych 37 do 68%. Do lat wilgotnych zaliczono 9 lat o opadach od 596 do 659 mm, a do lat bardzo wilgotnych dwa lata: 1967 o sumie opadu rocznego 774 mm i 1968 - 707 mm, stanowiące odpowiednio 144% i 132% średniego rocznego opadu z wielolecia. Prawdopodobieństwo wystąpienia lat wilgotnych i bardzo wilgotnych (wraz z wyższymi) wynosi 4-27%.

Tabela 2; Table 2

Zestawienie średnich rocznych opadów atmosferycznych oraz charakterystycznych przepływów rzeki Małej Wełny w przekroju Kiszkowo w wieloletniach 1965-1975, 1978-1983, 2000-2005

The average annual precipitation (P_{sr}) and characteristic discharge of the Mała Wełna river at the Kiszkowo cross-section in multiyears 1965-1975, 1978-1983, 2000-2005

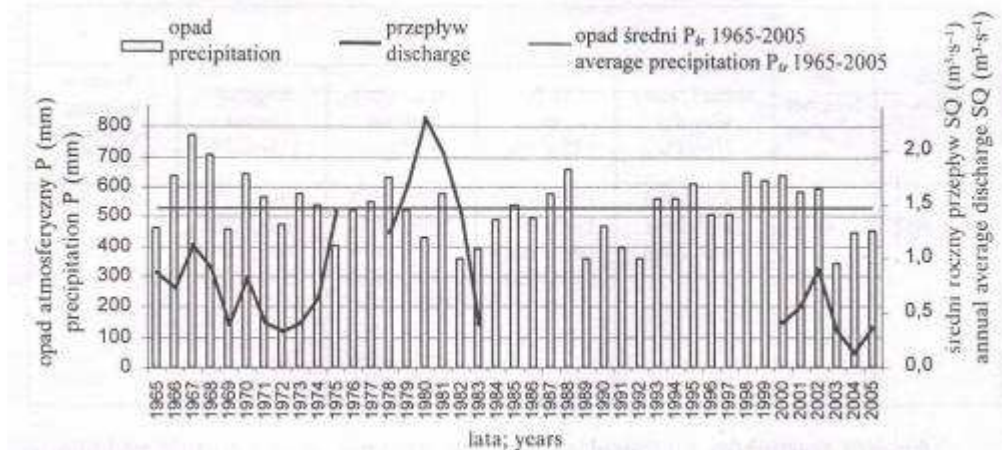
Lata Years	P_{sr}	SSQ			WWQ			NNQ		
		XI-X	XI-IV	V-X	XI-X	XI-IV	V-X	XI-X	XI-IV	V-X
	(mm)	$(m^3 \cdot s^{-1})$								
1965-1975	568	0,734	1,124	0,337	15,848	15,848	3,155	0,034	0,066	0,034
1978-1983	486	1,505	2,052	0,969	10,491	7,658	10,491	0,084	0,189	0,084
2000-2005	510	0,454	0,537	0,358	3,183	3,183	1,055	0,022	0,022	0,078

P_{sr} średni opad atmosferyczny (mm); average precipitation (mm)

SSQ średni przepływ w wieloletniu ($m^3 \cdot s^{-1}$); average discharge in multiyear SSQ ($m^3 \cdot s^{-1}$)

WWQ najwyższy przepływ w wieloletniu ($m^3 \cdot s^{-1}$); the highest discharge in multiyear WWQ ($m^3 \cdot s^{-1}$)

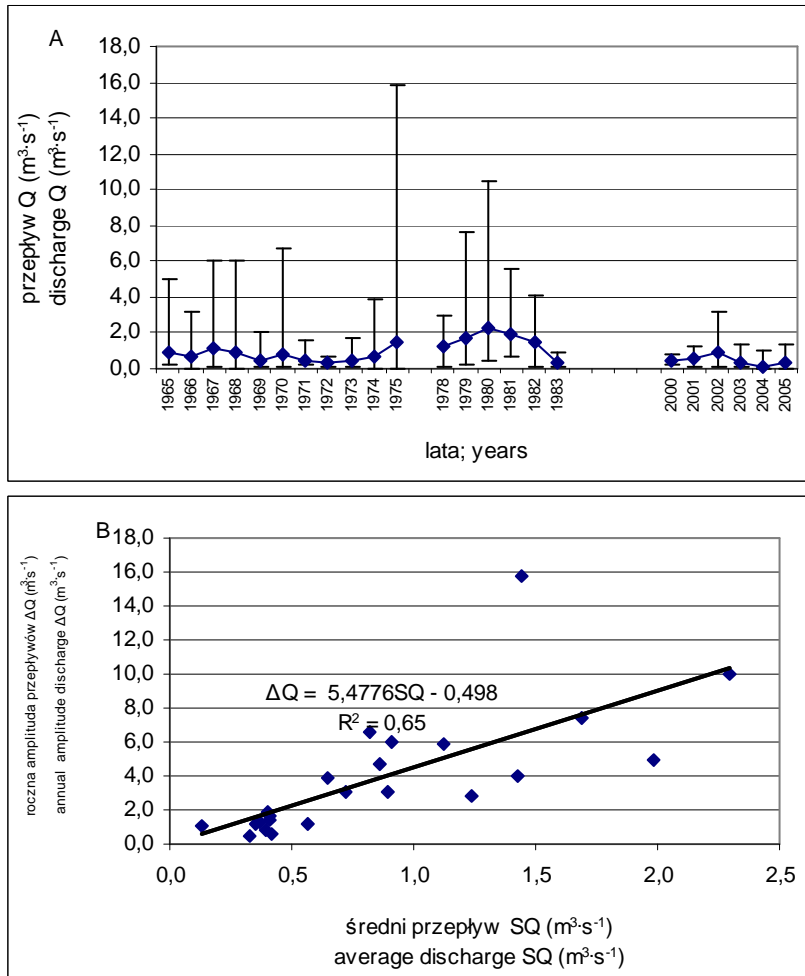
NNQ najniższy przepływ w wieloletniu ($m^3 \cdot s^{-1}$); the lowest discharge in multiyear NNQ ($m^3 \cdot s^{-1}$)



Rys. 2. Przebieg średnich rocznych przepływów rzeki Małej Wełny w przekroju Kiszkowo na tle rocznych sum opadów w wieloletniu 1965-2005

Fig. 2. Course of the average discharge and total annual precipitation at the Kiszkowo cross-section of the Mała Wełna river - multiyear 1965-2005

W wieloletniu 1965-1975, uznanym za wielolecie pseudonaturalne [NACHLIK 2004], zaobserwowano statystycznie istotny trend rosnący (istotny na poziomie $\alpha = 0,05$) średnich rocznych przepływów rzeki Małej Wełny w przekroju Kiszkowo. Średni przepływ z wielolecia wyniósł $SSQ = 0,734 m^3 \cdot s^{-1}$ przy średnim rocznym opadzie 568 mm (rys. 2, tab. 2). Średnie roczne przepływy wynosiły od $0,329 m^3 \cdot s^{-1}$ w 1972 roku (suchym pod względem opadów atmosferycznych) do $1,439 m^3 \cdot s^{-1}$ w roku 1975 również suchym. W półroczu zimowym średni przepływ z tego wielolecia wyniósł $1,124 m^3 \cdot s^{-1}$, a w półroczu letnim $0,337 m^3 \cdot s^{-1}$. Najniższy przepływ zaobserwowano w roku 1974 (przeciętnym pod względem ilości opadów) i wyniósł $NNQ = 0,034 m^3 \cdot s^{-1}$, a najwyższy $WWQ = 15,848 m^3 \cdot s^{-1}$ w roku suchym 1975 (rys. 3). Na rozkład i wielkość odpływu prawdopodobnie wpływała retencja jezior, przez które przepływa rzeka Mała Wełna oraz eksploatacja trzech urządzeń piętrzących usytuowanych wzdłuż biegu rzeki.



Rys. 3.A - Przebieg rocznych przepływów charakterystycznych rzeki Małej Wełny w przekroju Kiszkowo; B - Zależność rocznych amplitud natężenia przepływów od średniego rocznego przepływu

Fig. 3. A - Course of the annual characteristic discharge at the Kiszkowo cross-section of the Mała Wełna river; B - Relationship between the range of the annual discharge rate and average annual discharge

W latach hydrologicznych 1978-1983, pomimo że średni roczny opad ($P_{sr} = 486$ mm) był niższy od średniego opadu w wieloleciu 1965-1975, to średni przepływ rzeki Małej Wełny był 2-krotnie wyższy od średniego przepływu w wieloleciu 1965-1975 i wyniósł $1,505 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. W poszczególnych latach średnie roczne przepływy były bardzo zróżnicowane i kształtowały się od $0,393 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (w roku 1983 - bardzo suchym) do $2,297 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (w roku suchym 1980). W półroczu zimowym średni przepływ wyniósł $2,053 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a w półroczu letnim $0,969 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Przepływy ekstremalne wynosiły od $NNQ = 0,084 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (w roku bardzo suchym 1982) do $WWQ = 10,491 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (w roku suchym 1980).

W wieloleciu 2000-2005 średni roczny przepływ ($SSQ = 0,454 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) w przekroju Kiszkowo był niższy od średnich rocznych przepływów w dwóch wcześniej omawianych wieloleciach (ponad 1,5-krotnie niższy niż w wieloleciu 1965-1975 i

ponad 3-krotnie niż w wieloleciu 1978-1983). Na obieg wody w zlewni duży wpływ miał kompleks stawów rybnych (o powierzchni czynnej 112 ha) wybudowany i eksploatowany od roku 1989, a także eksploatacja nowych czterech urządzeń piętrzących wzdłuż biegu rzeki. Zalewanie stawów w okresie wiosennym spowodowało, że średni przepływ w półroczu zimowym $SSQ = 0,537 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ był 4-krotnie niższy od średniego przepływu zimowego w wieloleciu 1965-1975 i ponad 2-krotnie w wieloleciu 1978-1983. Również ekstremalne przepływy rzeki były niższe niż w poprzednich wieloleciach. Najniższy przepływ $NNQ = 0,022 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (2004) był 1,5-krotnie niższy od niskiego w wieloleciu 1965-1975 i prawie 4-krotnie od niskiego w wieloleciu 1978-1983, a najwyższy $WWQ = 3,183 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (2002) był 5-krotnie niższy od najwyższego w wieloleciu 1965-1975 i o ponad 3-krotnie niższy niż w wieloleciu 1978-1983.

W analizowanych wieloleciach nie zaobserwowano zależności pomiędzy rocznymi sumami opadów a średnimi przepływami, wykryto zaś, że wraz ze wzrostem średniego rocznego przepływu wzrasta amplituda rocznych przepływów ekstremalnych (rys. 3).

Jeziora, przez które przepływa rzeka, a także urządzenia piętrzące zlokalizowane wzdłuż biegu rzeki wpływają na rozkład i wielkość odpływu ze zlewni. Identyfikację czynników antropogenicznych, wpływających na obieg wody w zlewni Małej Wełny przeprowadzono według metodyki opracowanej przez zespół ekspercki pod kierunkiem NACHLIK [2004]. Oszacowano sumaryczną pojemność czynną ($V_{\text{całkowita}} - V_{\text{martwa}}$) jezior i kompleksu stawowego i odniesiono do objętości średniego rocznego odpływu (V_{SSQ}) w przekroju zamykającym zlewnię:

$$(V_{\text{całkowita}} - V_{\text{martwa}}) / (V_{SSQ}) \quad (1)$$

Pojemność czynną określono na podstawie danych batymetrycznych jezior (Biskupickie, Kłeckie, Działyńskie i Gorzuchowskie) i stawów rybnych położonych w badanej zlewni i rzędnych stanów wody w tych akwenach w latach 2000-2005. Pojemność czynna jezior i stawów $V_{zb} = 6,58 \text{ mln m}^3$ i stanowi 46% średniego rocznego odpływu ($V_{SSQ} = 14,32 \text{ mln m}^3$), co świadczy o dużym wpływie tych akwenów na obieg wody w zlewni. Wartość progowa wskaźnika zaproponowana przez NACHLIK [2004] wynosi 3%.

Następnie obliczono uzupełniający wskaźnik zaburzenia reżimu hydrologicznego, wynikającego z istotnych zmian w zagospodarowaniu zlewni części wód. Wskaźnik ten jest bezwzględną wartością dopełnienia do jedności stosunku przepływu SSQ z ostatniego wielolecia i przepływu SSQ_p z wielolecia „pseudonaturalnego”:

$$|1 - (SSQ/SSQ_p)| \quad (2)$$

W badanej zlewni bezwzględna wartość dopełnienia do jedności stosunku przepływu $SSQ = 0,454 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w wieloleciu 2000-2005 i przepływu $SSQ_p = 0,734 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w wieloleciu 1965-1975 wyniosła 38%, to także świadczy o dużym zaburzeniu reżimu hydrologicznego rzeki Małej Wełny. Wartość progowa wskaźnika zaproponowana przez NACHLIK [2004] wynosi 10%.

Podsumowanie

Porównanie rocznych przepływów charakterystycznych w trzech wieloleciach: 1965-1975, 1978-1983 i 2000-2005 wykazało wyraźne zmniejszenie zasobów wodnych rzeki Małej Wełny w ostatnim wieloleciu.

Średni roczny przepływ w wieloleciu 2000-2005 był niższy od średnich rocznych

przepłyłów w dwóch wcześniej omawianych wieloleciach (ponad 1,5-krotnie niższy niż w wieloleciu 1965-1975 i ponad 3-krotnie w wieloleciu 1978-1983) na co wpływ miała gospodarka wodna kompleksu stawów rybnych zasilanego wodami rzeki.

Wskaźnik zaburzenia hydrologicznego w postaci bezwzględnej wartości dopełnienia do jedności stosunku przepływu SSQ z ostatniego wielolecia i przepływu SSQ_p z wielolecia „pseudonaturalnego” (1965-1975) wyniósł 38% przy progowej wartości 10%, co świadczy o istotnych zmianach w zagospodarowaniu części wód w zlewni.

Wniosek

Czynniki antropogeniczne (zwiększenie pojemności czynnej jezior i stawów rybnych, eksploatacja siedmiu urządzeń piętrzących wzdłuż biegu rzeki) spowodowały zmniejszenie się przepłyłów rzeki Małej Wełny.

Literatura

CZARNECKA H. (red.) 2005. *Atlas podziału hydrograficznego*. IMGW, Warszawa: 682 ss.

KONDRACKI J. 2000. *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa: 441 ss.

NACHLIK E. 2004. *Identyfikacja i ocena oddziaływań antropogenicznych na zasoby wodne dla wskazania części wód zagrożonych nieosiągnięciem celów środowiskowych*. Monografia, PK, Kraków: 318 ss.

Słowa kluczowe: rzeka, przepływ

Streszczenie

W pracy przedstawiono zmienność przepłyłów rzeki Małej Wełny do przekroju Kiszkowo (o powierzchni zlewni 342 km²) w latach 1965-2005. Porównanie rocznych przepłyłów charakterystycznych w trzech wieloleciach: 1965-1975, 1978-1983 i 2000-2005 wykazało wyraźne zmniejszenie zasobów wodnych rzeki Małej Wełny w ostatnim wieloleciu. Średni roczny przepływ w wieloleciu 2000-2005 (SSQ = 0,454 m³·s⁻¹) był niższy od średnich rocznych przepłyłów w dwóch wcześniej omawianych wieloleciach (ponad 1,5-krotnie niższy niż w wieloleciu 1965-1975 i ponad 3-krotnie w wieloleciu 1978-1983), na co wpływ miała gospodarka wodna kompleksu stawów rybnych zasilanego wodami rzeki.

Wskaźnik zaburzenia hydrologicznego w postaci bezwzględnej, obliczony jako wartość dopełnienia do jedności stosunku przepływu SSQ z ostatniego wielolecia i przepływu SSQ_p z wielolecia „pseudonaturalnego” (1965-1975), wyniósł 38% przy progowej wartości 10%, co świadczy o istotnych zmianach w zagospodarowaniu części wód w zlewni.

DISCHARGE VARIABILITY OF A SMALL LOWLAND RIVER

Jolanta Kanclerz, Sadzide Murat-Błażejewska, Mariusz Sojka
Department of Land Reclamation, Environmental Development and Geodesy,

University of Life Sciences, Poznań

Key words: river, discharge

Summary

The paper contains the results of discharge variability of the Mała Welnia River to Kiszkowo cross-section (catchment area of 324 km²) in the years 1965-2005. Comparison of annual characteristic discharges in three multiyears: 1965-1975, 1978-1983 and 2000-2005 shown significant decreased water supplies of the Mała Welnia river in the last multiyear. Annual mean discharge ($SSQ = 0,454 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) in the years 2000-2005 was lower than annual mean discharge in the two earlier discussed multiyears (over 1.5 times lower than in the multiyear 1965-1975 and over three times in the multiyear 1978-1983) due to water management of fish pond complex, which are supplied by the river's water.

The complementary index of hydrological disturbances was 38% at threshold value of 10%. It was calculated as the arbitrary value of adjunction to the unit of ratio of the SSQ discharge from the last multiyear and SSQ_p discharge in the „pseudo-natural” multiyear 1965-1975. The value of this index indicated significant changes in the part of the water management in the catchment.

Dr inż. Jolanta **Kanclerz**
Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Piątkowska 94
60-649 POZNAŃ