

POLSKA AKADEMIA NAUK
WYDZIAŁ NAUK ROLNICZYCH, LEŚNYCH
I WETERYNARYJNYCH

ZESZYTY PROBLEMOWE
POSTĘPÓW
NAUK ROLNICZYCH

ZESZYT 548
CZĘŚĆ I

WSPÓŁCZESNE PROBLEMY
GOSPODARKI WODNEJ
I EKSPLOATACJI SYSTEMÓW
MELIORACYJNYCH

WARSZAWA 2010

OCENA ZMIENNOŚCI NATEŻENIA PRZEPŁYWÓW RZEKI MAŁEJ WEŁNY¹

Jolanta Kanclerz

Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji,
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań

Wstęp

Występowanie w ciekach znacznych zmienności przepływu wód jest jednym z podstawowych kryteriów wyboru jednolitej części wód powierzchniowych (JCWP) do monitorowania diagnostycznego w ramach poszczególnych rodzajów monitoringu. Zgodnie z ROZPORZĄDZENIEM MŚ [2008] w sprawie sposobu monitorowania i klasyfikacji stanu JCWP system ocen bazuje na elementach biologicznych oraz wspierają je elementy fizyko-chemiczne i hydromorfologiczne. Przy waloryzacji elementów hydromorfologicznych wyróżniono reżim hydrologiczny (m.in. ilość i dynamikę przepływu wody), ciągłość cieku oraz warunki morfologiczne (głębokość, szerokość cieku, strukturę i podłoże koryta, strukturę strefy nabrzeżnej oraz szybkość prądu).

Celem pracy było przedstawienie zmienności przepływów nizinnej rzeki Małej Wełny w latach hydrologicznych 2000–2008.

Metodyka

W pracy wykorzystano wyniki badań i obserwacji terenowych prowadzonych w zlewni rzeki Małej Wełny do profilu Kiszkowo przez Katedrę Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji (KMKŚiG) Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Badania terenowe m.in. obejmowały: pomiary codziennych stanów wody i comiesięczne pomiary hydrometryczne (prędkość przepływu i geometria koryta rzecznoego) w profilu zamykającym zlewnię (Kiszkowo), (rys. 1). Pomiary te pozwoliły ustalić równanie krzywej nateżenia przepływów rzeki w profilu Kiszkowo a następnie sporządzić hydrogramy przepływów wody.

Analizę warunków meteorologicznych (opadów atmosferycznych) przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów z lat hydrologicznych 2000–2008 z posterunku opadowego (KMKŚiG) w Kiszkowie na tle danych z wielolecia 1989–2008 ze stacji IMGW w Gnieźnie.

¹ Praca naukowa finansowana jest ze środków na naukę w latach 2007–2010 jako projekt badawczy nr N305 084 32/2845.

Zmienność przepływów rzeki Małej Wełny w profilu Kiszkowo oszacowano według następujących miar:

$$\text{współczynnika nieregularności } \left(\alpha = \frac{WQ}{NQ} \right),$$

$$\text{współczynnika zmienności } \left(C_v = \frac{\sigma}{SQ} \right),$$

$$\text{wskaźnika zmienności } \left(\psi = \frac{k_3 - k_1}{2k_2} \right),$$

$$\text{amplitudy względnej } \left(A = \frac{WQ - NQ}{SQ} \right)$$

oraz współczynnika przepływów miesięcznych ($C_m = SQ_m/SQ_r$):

gdzie:

NQ – najniższy przepływ w roku ($m^3 \cdot s^{-1}$),

WQ – najwyższy przepływ w roku ($m^3 \cdot s^{-1}$),

SQ_r – średni roczny przepływ ($m^3 \cdot s^{-1}$),

SQ_m – średni miesięczny przepływ ($m^3 \cdot s^{-1}$),

σ – odchylenie standardowe ($m^3 \cdot s^{-1}$),

k_1 – kwartył dolny ($m^3 \cdot s^{-1}$),

k_2 – mediana ($m^3 \cdot s^{-1}$),

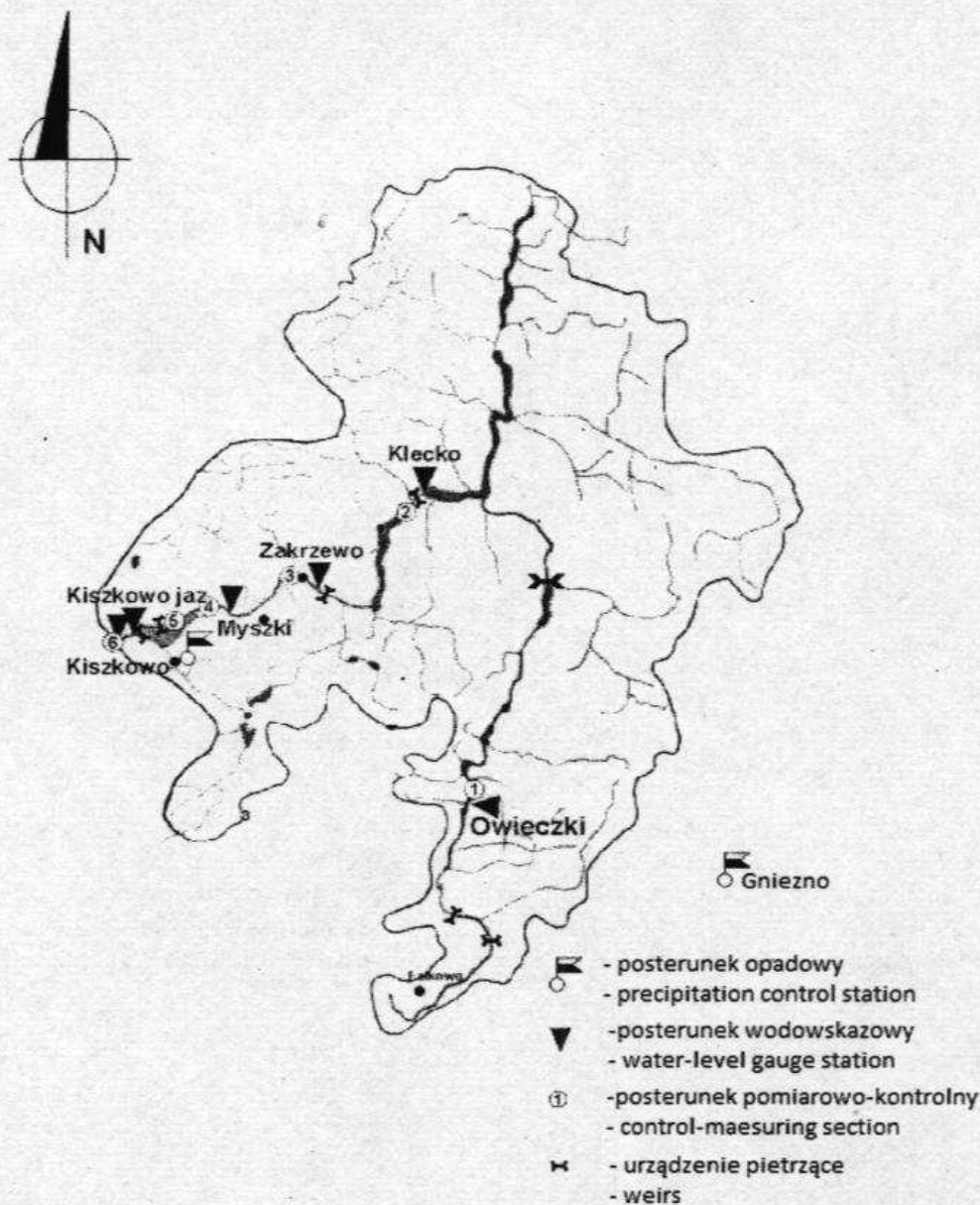
k_3 – kwartył górny ($m^3 \cdot s^{-1}$),

C_m – współczynnik przepływów miesięcznych.

Wyniki badań

Zlewnia Małej Wełny znajduje się w środkowej części Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej, w makroregionie Pojezierze Wielkopolskie, mezoregion Pojezierze Gnieźnieńskie [KONDRACKI 2000]. Rzeka Mała Wełna jest drugorzędowym, prawobrzeżnym dopływem Warty i w systemie kodowania jednostek hydrograficznych otrzymała kod 1866 [CZARNECKA 2005]. Powierzchnia zlewni rzeki do badanego profilu Kiszkowo wynosi 342 km². Źródło rzeki znajduje się na wysokości około 119 m n.p.m. Długość rzeki od źródła do Kiszkowa, znajdującego się na wysokości 92,5 m n.p.m. wynosi 46,6 km. Różnica wysokości wynosi 26,5 m, co daje średni spadek podłużny rzeki 0,57‰. Spadki poprzeczne doliny rzecznej są znaczne i wahają się średnio od 5 do 30‰ przy czym lokalnie dochodzą do 80‰. Rzeka do profilu Kiszkowo przepływa przez osiem jezior o sumarycznej powierzchni 393 ha. W odniesieniu do powierzchni zlewni daje wskaźnik jeziorności – 1,2%. W górnym biegu rzeki Małej Wełny znajduje się siedem budowli piętrzących: cztery jazy zasuwowo-szandorowe i trzy zastawki szandorowe oraz w Kiszkowie kompleks stawów rybnych o powierzchni użytkowej wynoszącej 112 ha, zasilany wodami rzeki Małej Wełny.

Ukształtowanie powierzchni zlewni Małej Wełny jest wynikiem zlodowacenia bałtyckiego, fazy poznańskiej; dolina rzeki ma charakter rynny polodowcowej. Całą powierzchnię zlewni pokrywają osady czwartorzędowe, które zalegają na pokładach pleistocenijskich iłów. Utwory czwartorzędowe reprezentowane są w większości przez gliny zwałowe moreny dennej i piaski sandrowe [WIOŚ 2002].

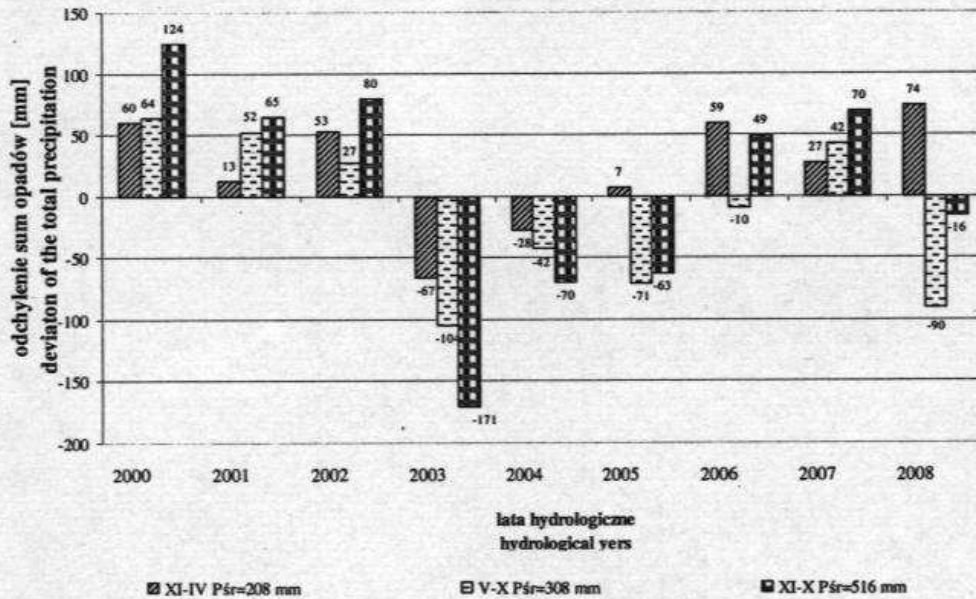


Rys. 1. Zlewnia rzeki Małej Wełny do profilu Kiszkowo (skala 1:200 000)

Fig. 1. Catchment of the Mała Wełna river to Kiszkowo cross section (scale 1:200 000)

Obszar zlewni rzeki Małej Wełny jest typowo rolniczym terenem. Użytki rolne zajmują 82,7% powierzchni zlewni, z czego 75,2% przypada na grunty orne, 7,2% użytki zielone, a 0,3% na sady.

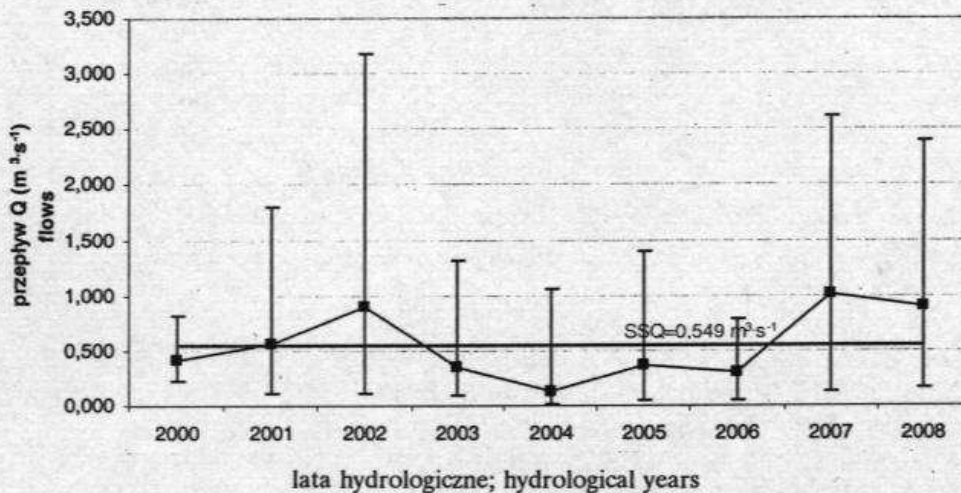
Analiza przebiegu warunków meteorologicznych w badanej zlewni wykazała, że w wieloleciu 2000–2008 wystąpiły 4 lata wilgotne (2000–2002 i 2007), trzy lata suche (2003–2005) i dwa lata (2006 i 2008) przeciętne ponieważ suma rocznego opadu była zbliżona do średniej z wielolecia. W latach wilgotnych sumy rocznych opadów stanowiły od 112% do 124% średniej sumy opadu z wielolecia, a w latach suchych od 67% do 88%.



Rys. 2. Odchylenia półrocznych i rocznych sum opadów atmosferycznych od średniej z wielolecia 1989–2008

Fig. 2. Deviation of the year and the half-year precipitation sums from the multiyear average 1989–2008

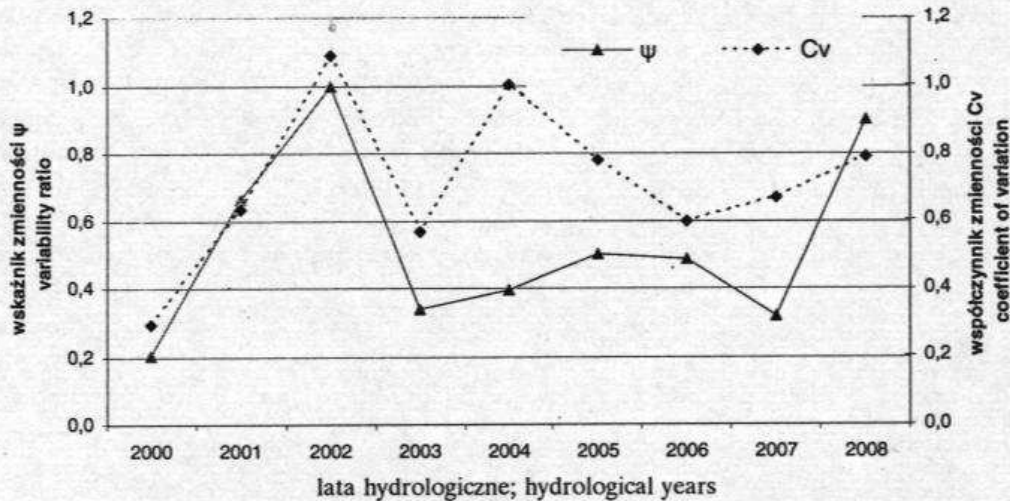
Natężenia przepływów chwilowych rzeki było bardzo zróżnicowane i wynosiły od NNQ = $0,022 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w roku 2004 do WWQ = $3,183 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w roku 2002. Średnie roczne przepływy rzeki Małej Wełny w profilu Kiszkowo wynosiły od SQ = $0,135 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w roku 2004 (suchym pod względem opadów) do SQ = $1,016 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w roku wilgotnym (2007 r.) a średni przepływ z wielolecia wyniósł SSQ = $0,549 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (rys. 3).



Rys. 3. Przebieg średnich rocznych przepływów charakterystycznych rzeki Małej Wełny w profilu Kiszkowo w latach hydrologicznych 2000–2008

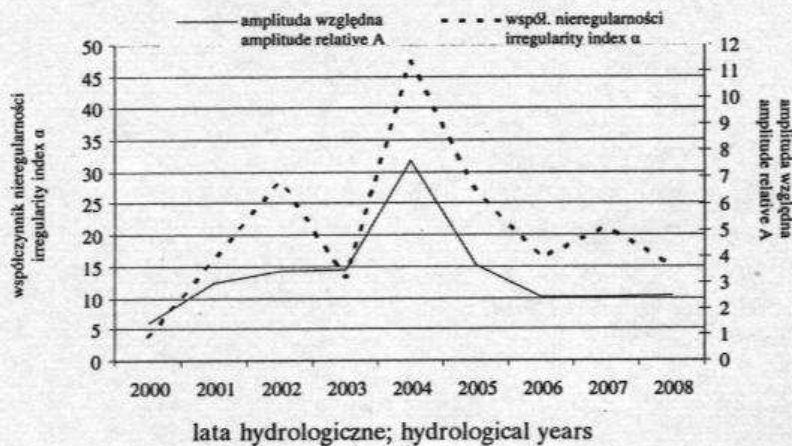
Fig. 3. The course of the average annual flow of the Mała Wełna River in Kiszkowo cross-section in the hydrological years 2000–2008

Najwyższe współczynniki zmienności notowano w roku 2002 wilgotnym pod względem opadów (rys. 4). Również w roku wilgotnym 2004 notowano najwyższy współczynnik nieregularności przepływów i amplitudę względną (rys. 5)



Rys. 4. Przebieg miar zmienności przepływów rzeki Małej Wełny w profilu Kiszko w latach hydrologicznych 2000–2008

Fig. 4. The course of flow changeability measure of the Mała Wełna River in Kiszko cross-section in the hydrological years 2000–2008



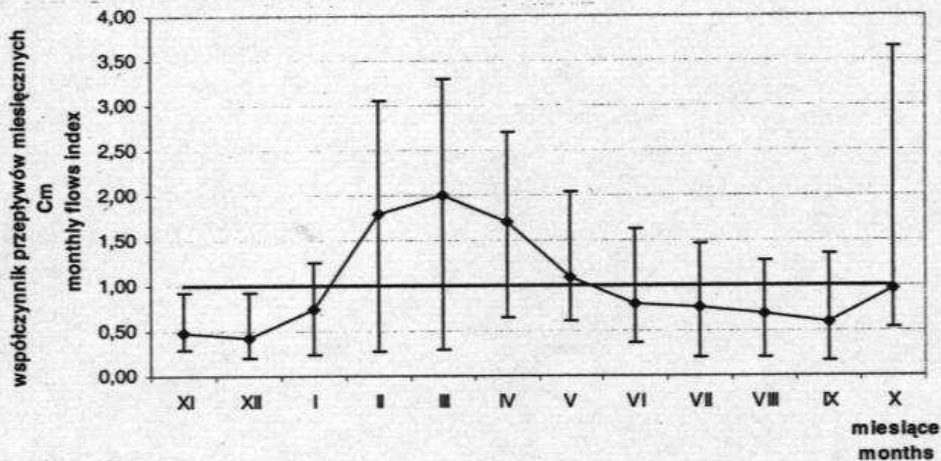
Rys. 5. Przebieg miar zmienności przepływów rzeki Małej Wełny w profilu Kiszko w latach hydrologicznych 2000–2008

Fig. 5. The course of flow changeability measure of the Mała Wełna River in Kiszko cross-section in the hydrological years 2000–2008

Wezbrania rzeki występowały w okresach wiosennych i jesienią podczas opróżniania kompleksu stawów rybnych zlokalizowanych powyżej profilu zamykającego zlewnię Kiszko (rys. 6). Przepływy maksymalne rzeki Małej Wełny powstawały w wyniku zasilania głównie powierzchniowego rzeki wodami pochodzącymi z roztopów oraz intensywnych opadów. Największą miesięczną amplitudę

natężenia przepływów w badanych latach zaobserwowano w marcu i wynosiła ona $2,92 \text{ m}^3\text{-s}^{-1}$, a najmniejszą w listopadzie $-0,235 \text{ m}^3\text{-s}^{-1}$.

Liczbowe wyrażenie zmienności przepływów oraz znajomość warunków fizjograficznych zlewni pozwala na geograficzną interpretację zjawisk zachodzących w zlewni oraz umożliwia porównywanie przestrzennego zróżnicowania zmienności przepływów rzek. Współczynnik przepływów miesięcznych (C_m) jest wartością względną, co umożliwia określenie reżimu odpływu rzeki. W analizowanym wieloleciu wystąpiły dwa okresy wysokich przepływów (rys. 6). Przepływy wyższe niż średni z wielolecia zaobserwowano w okresie roztopów wiosennych (luty–kwiecień). Również stosunkowo wysoki przepływ obserwowany jest w październiku podczas opróżniania kompleksu stawów rybnych. Największy współczynnik zmienności wynoszący $C_m = 2$ zanotowano w marcu podczas roztopów wiosennych, co oznacza że średnie przepływy w tym miesiącu były dwukrotnie wyższe od średniego rocznego przepływu z wielolecia.



Rys. 6. Współczynniki przepływów miesięcznych rzeki Małej Wełny w profilu Kiszkowo w latach hydrologicznych 2000–2008

Fig. 6. Indexes of monthly discharge of the Mała Wełna River in Kiszkowo cross-section in the hydrological years 2000–2008

Wnioski

1. W okresie 2000–2008 na obszarze zlewni wystąpiły cztery lata wilgotne, trzy lata suche i dwa przeciętne pod względem opadów atmosferycznych. Średnie roczne przepływy rzeki w tym wieloleciu wynosiły od $SQ = 0,135 \text{ m}^3\text{-s}^{-1}$ w roku 2004 (suchym pod względem opadów) do $SQ = 1,016 \text{ m}^3\text{-s}^{-1}$ w roku wilgotnym (2007 r.), a średni przepływ z wielolecia wyniósł $SSQ = 0,549 \text{ m}^3\text{-s}^{-1}$. Bezpośrednią przyczyną zmienności przepływów rzeki oprócz warunków meteorologicznych były zdolności retencyjne jezior, przez które przepływa rzeka i eksploatacja urządzeń piętrzących w górnym biegu rzeki, a także gospodarka wodna kompleksu stawów rybnych.
2. W okresie wiosennym przepływy były na ogół dwukrotnie wyższe od średniego przepływu rocznego z wielolecia. Przepływy zbliżone do średniego

przepływu z wielolecia notowano w październiku podczas opróżniania kompleksu stawów rybnych, a ponad dwukrotnie niższe od średniego rocznego wystąpiły w grudniu. Na kształt hydrogramu przepływu wpływ miała gospodarka wodna kompleksu stawów rybnych zlokalizowanych powyżej rozpatrywanego profilu.

Literatura

- CZARNECKA H. (Red.) 2005. *Atlas podziału hydrograficznego*. IMGW Warszawa.
- KONDRACKI J. 2000. *Geografia regionalna Polski*. PWN Warszawa.
- WIOŚ w Poznaniu 2002. *Stan czystości wód w zlewni rzeki Małej Wełny*. Biblioteka Monitoringu Środowiska.
- ROZPORZĄDZENIE MŚ 2008. *Z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych*. Dz. U. Nr 162, poz. 1008.

Słowa kluczowe: zlewnia, zmienność przepływu

Streszczenie

W pracy przedstawiono zmienność przepływów rzeki Małej Wełny w profilu Kiskowo (o powierzchni zlewni 342 km²) w latach hydrologicznych 2000–2008. W niniejszej pracy w oparciu o bezpośrednie comiesięczne pomiary hydrometryczne i codzienne pomiary stanów wody sporządzono krzywe natężenia przepływów oraz hydrogramy przepływów wody. Analiza przebiegu warunków meteorologicznych w badanej zlewni wykazała, że w okresie 2000–2008 wystąpiły 4 lata wilgotne (2000–2002 i 2007), trzy lata suche (2003–2005) i dwa lata (2006 i 2008) przeciętne ponieważ suma rocznego opadu była zbliżona do średniej z wielolecia. W latach wilgotnych sumy rocznych opadów stanowiły od 112% do 124% średniej sumy opadu z wielolecia, a w latach suchych od 67% do 88%. Natężenia przepływów chwilowych rzeki wynosiły od $NNQ = 0,022 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w roku 2004 do $WWQ = 3,183 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w roku 2002. W analizowanym okresie średnie roczne przepływy rzeki Małej Wełny w profilu Kiskowo wynosiły od $SQ = 0,135 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w roku 2004 (suchym pod względem opadów) do $SQ = 1,016 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w roku wilgotnym (2007 r.), a średni przepływ z wielolecia wyniósł $SSQ = 0,549 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. W poszczególnych miesiącach każdego roku przepływy były zróżnicowane. W okresie wiosennym przepływy były na ogół dwukrotnie wyższe od średniego rocznego przepływu z okresu badanego, a w grudniu ponad dwukrotnie niższe. Bezpośrednią przyczyną zmienności przepływów rzeki były warunki meteorologiczne oraz możliwości retencyjne jezior, przez które przepływa rzeka i eksploatacja urządzeń piętrzących w górnym biegu rzeki, a także gospodarka wodna kompleksu stawów rybnych zasilanego wodami rzeki.

ESTIMATION OF THE MAŁA WEŁNA RIVER FLOW INTENSITY

Jolanta Kanclerz

Department of Land Reclamation, Environmental Management and Geodesy,
University of Life Sciences, Poznań

Key words: catchment, flow changeability

Summary

The paper presents changeability of the Mała Wełna river flows up to Kiszkowo cross-section (area of 343 km²) in the hydrological 2000–2008 years. The paper presents the results of daily measurement of water levels as well as monthly hydrometric measurement (flow velocity and river-bed geometry) up to Kiszkowo cross-section. The measurements allowed to established the discharge curve and then made the water flow hydrographs.

Analysis of meteorological conditions course at the researched catchment indicated in the analyzed multiyear of 2000–2008 four wet years (2000–2002 and 2007) three dry years (2003–2005) and two average years (2006 and 2008) because the precipitation sums were closed to the multiyear average. Precipitation sums were from 112% to 124% of the multiyear average in wet years and from 67% to 88% in dry years. The momentary discharge of the river were from $NNQ = 0.022 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ in 2004 to $WWQ = 3.183 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ in 2002. Yearly average discharge of the Mała Wełna river up to Kiszkowo cross-section were from $SQ = 0.135 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ in 2004 (dry year) to $SQ = 1.016 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ in moist year (2007) and average $SSQ = 0.549 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ in analyzed multiyear. The discharge were different in particular months of each year. The discharge in the spring period were two times higher than the multiyear average and two times lower in December. The direct reason of discharge changeability were meteorological conditions and retention capacity of lakes through which the river flows as well as the exploration of damming structures in the upper river flow and water management of fishpond complex supplied by the river water.

Dr inż. Jolanta **Kanclerz**

Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji

Uniwersytet Przyrodniczy

ul. Piątkowska 94

60–648 POZNAŃ