

## ZMIENNOŚĆ ODPLYWU WODY ZE ZLEWNI NOWEGO ROWU W LATACH 1995–2010

## VARIABILITY OF OUTFLOWS FROM THE NOWY RÓW RIVER CATCHMENT AREA IN YEARS 1995–2010

Beata Olszewska, Leszek Pływaczyk, Wojciech Łyczko  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań hydrologicznych w zlewni Nowego Rowu do przekroju Brodno prowadzonych w okresie od maja 1995 do października 2010 roku przez Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Nowy Rów jest ciekim położonym w dolinie Odry; jego zlewnia charakteryzuje się niewielkimi spadkami, rolniczym użytkowaniem i dużą powierzchnią lasów. Średni roczny odpływ jednostkowy w analizowanym okresie wynosił  $2,73 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , a w półroczach zimowym i letnim odpowiednio  $3,59 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  i  $1,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ . Średni roczny wskaźnik odpływu był równy 87 mm, w półroczu zimowym 58 mm i w letnim 29 mm.

**Abstract.** The paper contains results of hydrological researches conducted by Institute of Environmental Protection and Development Wrocław University of Environmental and Life Science in the Nowy Rów river catchment up to the Brodno cross section in period from May 1995 to October 2010. Nowy Rów is a river partly situated in the Odra valley; its catchment is characterized by small inclinations, agriculture use, large area of forest located mainly in the north and east part. Mean annual unit outflow in analyzed period was  $2.73 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , and in winter half-year and summer half-year respectively  $3.59 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  and  $1.8 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ . Mean annual index of outflow was 87 mm, in winter half-year 58 mm and in summer half-year 29 mm.

**Słowa kluczowe:** zasoby wodne, odpływ, zlewnia rzeczna

**Key words:** water resources, outflow, river catchment

---

Adres do korespondencji – Corresponding authors: dr inż. Beata Olszewska, prof. dr hab. inż. Leszek Pływaczyk, dr inż. Wojciech Łyczko, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław, e-mail: beata.olszewska@up.wroc.pl.

## WSTĘP

Nowoczesne gospodarowanie wodą powinno być prowadzone przy uwzględnieniu wszystkich czynników wpływających na stan zasobów wodnych oraz działalność gospodarczą i zachowanie walorów środowiska [Ciepielowski 1995]. Polskę, oprócz zmienności zasobów wodnych w czasie, charakteryzuje ich duże zróżnicowanie przestrzenne. Na ograniczone zasoby nakładają się ekstremalne zjawiska hydrologiczno-meteorologiczne, tj. susze i powódzie, które wpływają na funkcjonowanie gospodarki wodnej oraz stan środowiska przyrodniczego. Aby ograniczać odpływy ze zlewni należy tworzyć systemy umożliwiające retencjonowanie wody [Ciepielowski 1995, Pływaczyk 1997]. Badania licznych autorów poświęcone dynamice obiegu wody w małych zlewniach rzecznych Wielkopolski wskazują na korzystny wpływ lasów na gospodarkę wodną zlewni [Stasik i in. 2007, Liberacki i in. 2008]. W przypadku małych zlewni, oprócz pokrycia terenu, na proces odpływu wód oddziałuje szereg czynników, do których zaliczyć należy wielkość i kształt zlewni, ukształtowanie terenu, warunki glebowe oraz działalność człowieka [Murat-Błażejewska i Zbierska 2002, Bodalski i in. 2005, Olszewska i in. 2007, Adynkiewicz-Piragas i Krzemińska 2008, Kanclerz i in. 2008]. W celu dokładnego rozpoznania przyczyn i trendów zmian zasobów wodnych w zlewniach rzecznych prowadzone są pomiary hydrologiczne podstawowych elementów bilansu wodnego zlewni (tj. opadu, odpływu, stanów wód gruntowych); wnioski w tym zakresie powinny być formułowane na podstawie długookresowych informacji [Białkiewicz i in. 1993, Łyczko i in. 2004, Pierzgałski i in. 2006]. Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w latach 1971–1985 oraz 1995–2010 prowadził kompleksowe badania zasobów wodnych w małej rolniczej zlewni Nowego Rowu położonej częściowo w dolinie Odry w rejonie Brzegu Dolnego. Celem niniejszej pracy jest ocena zasobów wodnych tej zlewni na podstawie wyników bezpośrednich pomiarów z okresu od maja 1995 do października 2010 roku.

## METODY BADAŃ

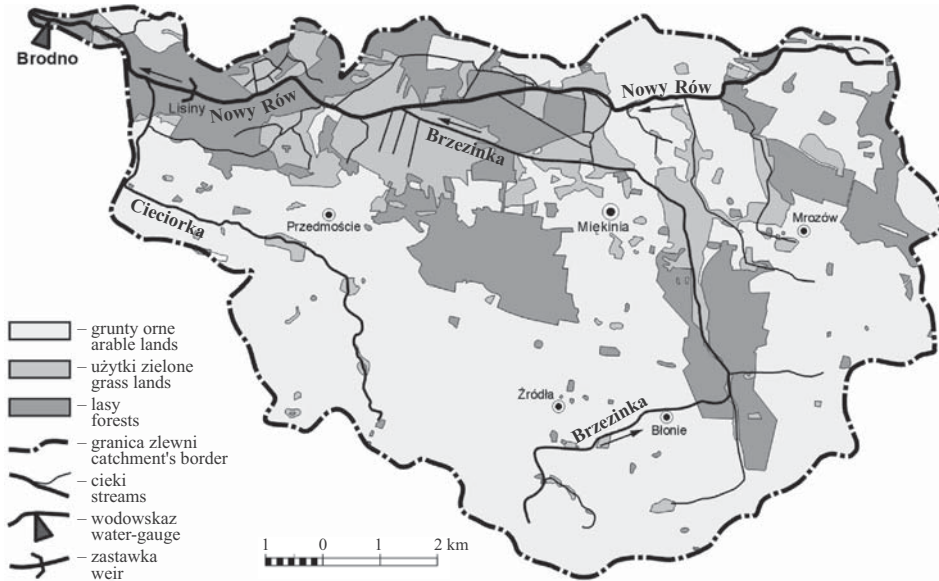
Nowy Rów (rys. 1) jest lewobrzeżnym dopływem Jeziorki, która wpada do Średzkiej Wody w km 4+850, a ta z kolei do Odry w km 340+800 w rejonie Malczyc. Na kształtowanie się warunków hydrologicznych w analizowanej zlewni mają wpływ przede wszystkim czynniki meteorologiczne (opad atmosferyczny i temperatura powietrza) oraz fizjograficzne (rzeźba terenu, warunki glebowe, użytkowanie terenu).

W Nowym Rowie, w przekroju Brodno (km 0+450), w latach 1971–1985 oraz od maja 1995 do października 2010 roku (z przerwą w lipcu i sierpniu 1997 roku w trakcie zalania doliny Odry wodami powodziowymi) prowadzono codzienne obserwacje stanów wody oraz przeciętnie dwa razy w miesiącu wykonywano pomiary przekroju poprzecznego i prędkości przepływu (dokładność młynka hydrometrycznego, za pomocą którego wykonywano pomiary, wynosi 1%). Zebrane materiały pomiarowe i obserwacyjne stanowiły podstawę obliczeń równań krzywych natężenia przepływu, a następnie dobowych, średnich miesięcznych i okresowych natężeń przepływów ( $Q$ ), odpływów jednostkowych ( $q$ ), wskaźników ( $H$ ) i współczynników odpływu ( $H/P$ ). Wskaźnik odpływu wody ze zlewni (mm) w okresach miesięcznych, okresowych i rocznych obliczano na podstawie natężenia przepływu wody w cieku według formuły [Byczkowski 1996]:

$$H = 86,4 \cdot Q \cdot F^{-1} \cdot d$$

gdzie:

- $Q$  – średni przepływ,  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ,  
 $F$  – powierzchnia zlewni,  $\text{km}^2$ ,  
 $d$  – liczba dni.



Rys.1. Zlewnia Nowego Rowu

Fig. 1. Nowy Rów catchment

Wielkości opadów ( $P$ ) określano metodą wielokątów równego zadeszczenia na podstawie danych ze stacji meteorologicznej Wrocław-Strachowice oraz posterunków opadowych w Brzegu Dolnym i Malczycach. Opracowane dane hydrologiczne pozwoliły na określenie wielkości przepływów charakterystycznych i współczynnika nieregularności  $k = Q_{\text{maks}}/Q_{\text{min}}$ . Dla oceny zmienności odpływu zastosowano następujące miary [Byczkowski 1996]: odchylenie standardowe, współczynnik zmienności, współczynnik nierównomierności.

## CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Zlewnia Nowego Rowu graniczy od strony północnej i wschodniej ze zlewnią cieku Jeziorka, natomiast od strony południowo-zachodniej ze zlewnią Średzkiej Wody. Trasa cieku jest mało urozmaicona, współczynnik rozwinięcia pozostaje bliski jedności. Kształt zlewni jest zbliżony do lemniskaty, a sama rzeka umiejscowiona jest w całej zlewni bardzo niesymetrycznie. Położenie cieku w stosunku do zlewni decyduje tu o wysokim współczynniku jej asymetrii 1,6 i aż blisko 90% powierzchni zlewni przypada na jej część

lewostronną. Południowa i południowo-wschodnia część zlewni leży na wysoczyźnie, część północna natomiast, przez którą przepływa sam ciek, położona jest w dolinie Odry. Średnie wyniesienie zlewni wynosi 123,6 m n.p.m. W tabeli 1 zestawiono podstawowe morfologiczne i hydrograficzne charakterystyki zlewni Nowego Rowu do przekroju wodowskazowego Brodno [Pływaczyk 1997].

Zlewnia Nowego Rowu charakteryzuje się dość specyficznym układem sieci hydrograficznej. Składa się na nią Nowy Rów, dwa jego lewobrzeżne dopływy oraz dość bogata sieć rowów melioracyjnych. Spadki poprzeczne w zlewni przyjmują lokalnie stosunkowo wysokie wartości, do 66,6‰, spadki podłużne natomiast są bardzo małe i kształtują się w przedziale 0,31–1,06‰. Większe zróżnicowanie spadków występuje w części południowej, położonej na wysoczyźnie. Na cieku Nowy Rów, w miejscowości Lisiny zlokalizowana jest jedna zastawka piętrząca wodę (rys. 1). Zastawka została wybudowana i jest administrowana przez Nadleśnictwo Miękinia. Zasięg cofki może przy maksymalnym spiętrzeniu sięgać około 6–7 km [Łyczko i in. 2004]. W 2004 roku zastawka została zdewastowana i od tego czasu nie piętrzy wody w cieku.

W zlewni Nowego Rowu największą powierzchnię zajmują gleby bielcowe – ponad 40% powierzchni; gleby brunatne to 24%, mady 14%, gleby organogeniczne 17%, a czarne ziemie jedynie około 3%. Największą powierzchnię czynnej warstwy gleby

Tabela 1. Parametry charakteryzujące zlewnię Nowego Rowu [Pływaczyk 1997]

Table 1. Parameters characterizing the Nowy Rów catchment [Pływaczyk 1997]

Wyszczególnienie – Specification	Jednostki Units	Nowy Rów
Powierzchnia zlewni – Surface area	km <sup>2</sup>	96,9
Długość zlewni – Catchment length	km	16,20
Szerokość zlewni – Catchment width	km	5,98
Współczynnik szerokości zlewni – Width catchment coefficient	–	0,369
Współczynnik asymetrii – Asymmetry coefficient	–	1,595
Wskaźnik zwartości zlewni – Compactness index catchment	–	1,383
Spadek podłużny średni (min.÷maks.) – Longitudinal inclination (min÷max)	‰	0,48 (0,31÷1,06)
Spadek poprzeczny średni (min.÷maks.) – Cross inclination (min÷max)	‰	15,10 (0,0÷66,6)
Średni spadek zlewni – Mean catchment inclination	‰	7,79
Średnie wyniesienie zlewni – Mean land ordinate	m n.p.m.	123,6
Długość cieku – River length	km	16,0
Gęstość sieci rzecznej – River network density	km · km <sup>-2</sup>	0,508
Współczynnik rozwinięcia rzeki – Tortuosity	–	1,09
Udział utworów przepuszczalnych – Fraction of permeable soils	%	64
Udział utworów słabo przepuszczalnych – Fraction of poorly permeable soils	%	36

zajmują utwory przepuszczalne. Są to gleby utworzone z piasków (o łącznym areale około 45%) i z glin lekkich (19% powierzchni). Utwory pochodzenia hydrogenicznego pokrywają około 13% powierzchni. Na pozostałej zalegają gatunki obejmujące gliny średnie, ciężkie i ły (łącznie około 9%) oraz mady (około 14% powierzchni zlewni). Układ gleb w zlewni ma charakter mozaikowaty. Gleby lekkie, które zajmują w zlewni największy obszar (58%), występują punktowo na całej powierzchni. Gleby zwarte pojawiają się głównie w dolnej części zlewni, gleby hydrogeniczne zaś w części środkowej. W zlewni omawianego ciek dominują użytki rolne 71%, lasy stanowią około 25% powierzchni zlewni, a inne użytki zajmują około 4% powierzchni [Pływaczyk 1977].

## WYNIKI BADAŃ

Obserwacje wodowskazowe w okresie analizowanego wielolecia wykazały, że średnia roczna amplituda stanów wody w przekroju wodowskazowym Brodno wyniosła 34 cm. Wysokie stany występują najczęściej od marca do maja. Przepływy średnie miesięczne z wielolecia wznoszą się od października do marca a następnie maleją do września. W latach o przeciętnych zasobach wodnych Nowy Rów nie wysycha, jedynie w okresach suchych 2003 i 2004 roku (wrzesień i październik) ciek nie prowadził wody. Średni roczny przepływ w omawianym okresie wyniósł  $0,273 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Tabela 2. Średnie miesięczne, okresowe oraz ekstremalne odpływy jednostkowe  $q$ ,  $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , w zlewni ciek Nowy Rów do przekroju Brodno w latach 1995–2010

Table 2. Mean monthly, periodical and extremely unit outflows  $q$ ,  $\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , in the Nowy Rów catchment to Brodno section in years 1995–2010

$q$	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI–IV	V–X	XI–X
$Sq_{\min.}$	0,11	0,88	1,07	2,01	3,05	1,79	1,19	0,44	0,11	0,02	0,00	0,00	1,96	0,18	1,07
$Sq_{\min}$															
$SSq$	2,37	2,59	3,02	4,20	5,29	3,97	2,46	2,01	1,49	1,56	1,48	1,93	3,59	1,80	2,73
$Sq_{\max.}$	4,78	4,60	6,12	7,83	11,61	7,85	6,69	9,28	5,30	5,57	6,00	6,30	5,62	5,32	4,34
$Sq_{\max}$															
$k$	43,50	5,20	5,70	3,90	3,80	4,40	5,60	21,10	48,20	278,50			2,90	29,60	4,10

Źródło: wyniki własne – Source: own studies.

W tabeli 2 zestawiono średnie miesięczne i okresowe ( $SSq$ ) oraz średnie miesięczne i okresowe minimalne ( $Sq_{\min.}$ ) i maksymalne ( $Sq_{\max.}$ ) odpływy jednostkowe w zlewni Nowego Rowu do przekroju Brodno w analizowanym okresie badań. W tabeli podano również współczynnik nieregularności obliczony jako stosunek  $Sq_{\max.}$  i  $Sq_{\min.}$ .

W wieloleciu 1995–2010 średnie miesięczne odpływy były zróżnicowane i wynosiły od  $0,02 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  (sierpień 2004) do  $11,61 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  (marzec 1999), nie uwzględniając miesięcy, kiedy Nowy Rów nie prowadził wody. Średni odpływ jednostkowy w półroczu zimowym okresu 1995–2010 wyniósł  $3,59 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  i był dwukrotnie wyższy niż w półroczu letnim  $1,80 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .

Wielkość i rozkład odpływu wody ze zlewni Nowego Rowu zależy w dużym stopniu od ilości i rozkładu opadów atmosferycznych, wiosennych roztopów, wreszcie zdol-

ności retencyjnych zlewni. Badania prowadzone w latach 1971–1985 oraz 1995–2010 wskazują na występowanie opóźnienia reakcji odpływu wody na opad atmosferyczny. W tabeli 3 zestawiono ekstremalne wartości opadów, odpływów, współczynnika odpływu oraz stosunku odpływu półrocza letniego do rocznego w zlewni Nowego Rowu w latach 1995–2010, a także podstawowe miary oceny zmienności odpływu.

Średni roczny odpływ w okresie badań wynosił 87 mm, co stanowiło 15% opadu rocznego. Udział odpływu półrocza letniego wynosił 33% odpływu rocznego. W niektórych latach udział odpływu półrocza letniego w odpływie rocznym był wysoki, co wskazuje na duże możliwości opóźniania odpływu w zlewni. Zmienność odpływu rocznego w wieloletniu 1995–2010 była dwukrotnie wyższa niż opadu. Najmniej stabilny w analizowanym czasie był odpływ okresu od maja do października. Świadczy o tym wysoki współczynnik zmienności udziału odpływu półrocza letniego w odpływie rocznym wynoszący 48. Wyznaczona wartość współczynnika nierównomierności odpływów rocznych 3,8 jest również wysoka, zbliżona do wartości charakterystycznych dla zlewni leśnych i większa niż średnia wartość dla warunków Polski [Pierzgalski i in. 2006]. Głębokości zalegania wód gruntowych w zlewni Nowego Rowu w omawianych latach charakteryzowały się niewielką zmiennością, nie wpływając na analizę bilansu wodnego dokonaną na podstawie opadu i odpływu [Głuchowska i Pływaczyk 2008].

Tabela 3. Zestawienie ekstremalnych wartości opadu  $P$ , mm, wskaźnika odpływu  $H$ , mm, współczynnika odpływu  $H/P$  oraz stosunku odpływu półrocza letniego  $H_L$  do rocznego  $H$ , %, w zlewni Nowego Rowu w latach 1995–2010

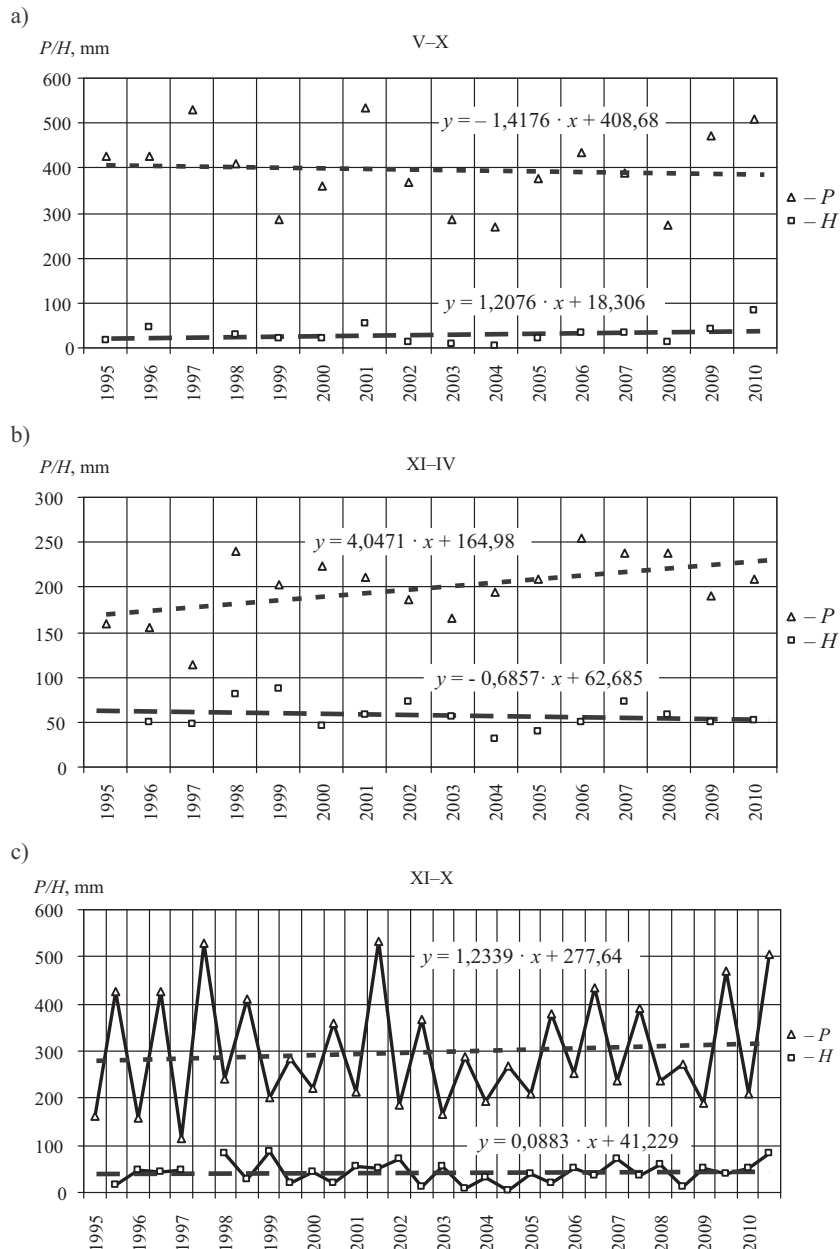
Table 3. Specification of extreme values of precipitation  $P$ , mm, index of outflow  $H$ , mm, outflow coefficient  $H/P$  and the ratio of summer half-year outflow  $H_L$  to annual outflow  $H$ , %, in the Nowy Rów catchment in years 1995–2010

Wyszczególnienie – Specification	$P$ , mm	$H$ , mm	$H/P$	$H_L/H$ , %
Min. – Min	453	35,6	0,08	13,5
Maks. – Max	745	136,7	0,22	61,6
Średnia – Mean	596	87,1	0,15	31,8
Odchylenie standardowe – Standard deviation	87,8	26,3	0,03	15,2
Współczynnik zmienności Variability coefficient	15	30	25	48
Współczynnik nierównomierności Nonuniformity coefficient	1,6	3,8	2,8	4,5

Źródło: wyniki własne – Source: own studies.

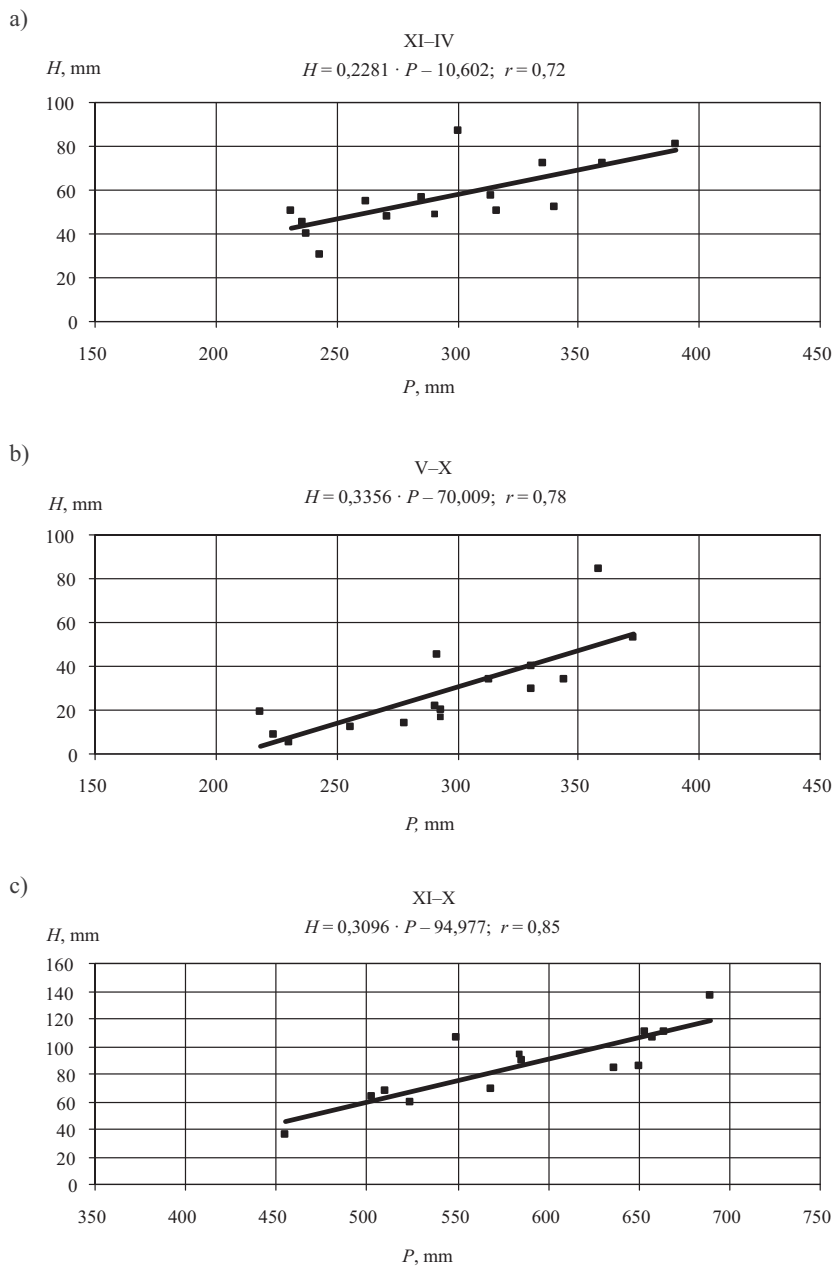
Na rysunku 2 przedstawiono wielkość wskaźników odpływu w półroczach letnich i zimowych oraz w analizowanych latach hydrologicznych 1995–2010 na tle opadów okresowych.

W latach 1995–2010 odnotowano niewielki trend zmniejszania się odpływów w półroczach zimowych przy dość wyraźnym trendzie zwiększania się opadów. Odpływy w okresach od listopada do maja wahały się od 30,5 mm (2004) do 87,0 mm (1999). W półroczach letnich zaznaczyła się niewielka tendencja do obniżania się opadów i prawie wyrównany trend wartości wskaźników odpływu, które wynosiły od 5,1 mm (2004) do 84,2 mm (2010).



Rys. 2. Przebieg i trendy półrocznych: a) V–X, b) XI–IV, i rocznych: c) XI–X, opadów  $P$ , mm, i wskaźników odpływów  $H$ , mm, w zlewni Nowego Rowu do przekroju Brodno. Źródło: wyniki własne.

Fig. 2. The course and trends in half-year: a) V–X, b) XI–IV, and annual: c) XI–X, precipitation  $P$ , mm, and indices of outflows  $H$ , mm, in the Nowy Rów catchment to Brodno section. Source: own studies



Rys. 3. Zależności korelacyjne okresowych: a) XI-IV, b) V-X, i rocznych: c) XI-X, wskaźników odpływu  $H$ , mm, od opadu  $P$ , mm,  $r$  – współczynnik korelacji. Źródło: wyniki własne  
 Fig. 3. Correlation dependences of periodical: a) XI-IV, b) V-X, and annual: c) XI-X, indices of outflows  $H$ , mm, on precipitation  $P$ , mm,  $r$  – correlation coefficient. Source: own studies



Na rysunku 3 przedstawiono zależności okresowych i rocznych wskaźników odpływu od opadów atmosferycznych. Opady były obliczane jako średnia arytmetyczna z wartości w danym okresie i okresie poprzedzającym. Na rysunku zamieszczono też równania otrzymanych zależności oraz współczynniki korelacji.

## WNIOSKI

1. Zasoby wodne małej rolniczej zlewni Nowego Rowu wykazywały duże zróżnicowanie w ciągu roku hydrologicznego oraz w poszczególnych miesiącach badanego okresu. Średnie miesięczne odpływy jednostkowe przyjmowały wartości od  $1,48 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  we wrześniu do  $5,29 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  w marcu. Średnie odpływy jednostkowe półroczne i roczne wynosiły odpowiednio  $3,59 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ ,  $1,80 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  oraz  $2,70 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .
2. Najniższe średnie miesięczne odpływy jednostkowe przyjmowały wartości od 0,00 (gdy Nowy Rów nie prowadził wody w 2004 r.) do  $2,01 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  w lutym. Najwyższe średnie miesięczne wartości wahały się od  $4,60 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  w grudniu do  $9,28 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  w czerwcu. Przy niskich wartościach sum opadów w 2004 r. wystąpił zanik odpływu, który trwał ponad dwa miesiące. Brak odpływu wody w cieku ma ścisły związek z ustaleniem przepływu nienaruszalnego oraz dyspozycyjnego.
3. Zaobserwowany trend zwiększania się opadów w półroczach oraz latach 1995–2010 nie przełożył się na wzrostowy trend odpływu. Mogą mieć na to wpływ zmiany w zdolnościach retencjonowania wody na obszarze zlewni.
4. Współczynnik nieregularności odpływu, obliczony jako stosunek  $Sq_{\text{maks.}}$  i  $Sq_{\text{min.}}$  wahał się w poszczególnych miesiącach od 3,8 do 278,5. Większe wartości przyjmował latem, na co miał wpływ przebieg miesięcznych sum opadów.
5. Uzyskane istotne zależności korelacyjne wskaźników odpływu od wskaźników opadów (obliczanych z uwzględnieniem opadów w okresie poprzedzającym) świadczą o opóźnieniu odpływów w stosunku do opadów wynikającym z retencyjności zlewni.

## PIŚMIENNICTWO

- Adynkiewicz-Piragas M., Krzemińska A., 2008. Zmienność odpływu w zlewni rolniczej antropogenicznie przekształconej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 528, 15–21.
- Białkiewicz F., Kucharska F., Stolarek A., Tyszka J., Wiślińska B., 1993. Leśne zlewnie badawcze. Prace IBL, B, 16, 31–38.
- Bodalski J., Ciepłowski A., Dąbkowski S., Głogowska E., 2005. Dynamika zmian natężenia przepływu wód powierzchniowych w zlewniach użytkowanych rolniczo i leśnie. Acta Sci. Pol., Form. Circum. 4(1), 3–24.
- Byczkowski A., 1996. Hydrologia. T. 1. Wyd. SGGW Warszawa, ss. 374.
- Ciepłowski A. (red.), 1995. Metodyka zagospodarowania zasobów wodnych w małych zlewniach rzecznych. Wyd. SGGW Warszawa, ss. 152.
- Głuchowska B., Pływaczyk L., 2008. Zwierciadło wody gruntowej w dolinie Odry poniżej stopnia wodnego w Brzegu Dolnym. Współczesne Problemy Inżynierii Środowiska V. Wyd. UP Wrocław, ss. 108.
- Kanclerz J., Murat-Błażejewska S., Sojka M., 2008. Zmienność przepływów małej rzeki nizinnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 528, 71–78.

- Liberacki D., Szafranski C., Stasik R., Korytowski M., 2008. Bilans wodny małej zlewni leśnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 528, 251–257.
- Łyczko W., Olszewska B., Pływaczyk L., 2004. Zasoby wód powierzchniowych w zlewni cieków Nowy Rów w latach 1971–2003. Roczn. AR Pozn. 357, Melior. Inż. Środ. 25, 329–336.
- Murat-Błażejewska S., Zbierska J., 2002. Zasoby wodne małej zlewni nizinnej na przykładzie Samicy Stęszewskiej. Roczn. AR Pozn. 342, Melior. Inż. Środ. 23, 361–368.
- Olszewska B., Pływaczyk L., Łyczko W., 2007. Wpływ spiętrzenia rzeki na przepływ wody w małym cieku w dolinie rzecznej. Acta Sci. Pol., Form. Circum. 6(1), 27–32.
- Pierzgalski E., Tyszka J., Stolarek A., 2006. Zmienność odpływu wody ze zlewni rzeki Łutowni (Puszcza Białowieska) w latach 1966–2000. Leś. Prace Bad. 1, 21–36.
- Pływaczyk L., 1997. Oddziaływanie spiętrzenia rzeki na dolinę na przykładzie Brzegu Dolnego. Wyd. AR Wrocław, ss. 47.
- Stasik R., Szafranski C., Korytowski M., Liberacki D., 2007. Zmienność przepływów w ciekach małych zlewni nizinnych o zróżnicowanym zasilaniu i stopniu lesistości na tle warunków meteorologicznych. Acta Sci. Pol., Form. Circum. 6(1), 15–25.

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 12.12.2013*