

## **ODPŁYWY WODY Z MAŁEJ ZLEWNI ROLNICZEJ NA PODGÓRZU WILAMOWICKIM**

Andrzej Bogdał, Krzysztof Ostrowski

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

**Streszczenie.** W latach 1999–2001 badano ustrój hydrologiczny małej podgórskiej zlewni potoku Włosień, położonej na terenie gminy Wieprz w mezoregionie Podgórze Wilamowickie. Zlewnia w blisko 80% jest użytkowana rolniczo, a na ok. 16% jej powierzchni rosną lasy. Okres badań należy uznać za przeciętny pod względem opadów, ponieważ średni roczny opad z tego okresu wyniósł 912 mm i stanowił 105% normy wieloletniej. Jednakże poszczególne lata zdecydowanie różniły się opadami – pierwszy rok był suchy, drugi normalny, a trzeci bardzo wilgotny. Średnia roczna temperatura powietrza wyniosła 9,0°C i była o 1,2°C wyższa od średniej z wielolecia. W takich warunkach roczne warstwy odpływu kształtowały się na poziomie od 305 do 512 mm. Średnio nieco większą warstwę odpływu stwierdzono w półroczu letnim, o czym zadecydowały ekstremalnie duże odpływy w miesiącu lipcu dwóch ostatnich lat badań. Pomimo zróżnicowanych warunków meteorologicznych współczynniki odpływu w poszczególnych latach były prawie identyczne i stanowiły średnio 44% opadów atmosferycznych.

**Słowa kluczowe:** opad, warstwa odpływu, współczynnik odpływu, zlewnia rolnicza

### **WSTĘP**

Woda obok gleby, powietrza, światła, ciepła i składników pokarmowych jest podstawowym czynnikiem warunkującym procesy zachodzące w środowisku. Gdy występuje w odpowiednich ilościach i we właściwym czasie, to dzięki swym właściwościom wpływa bardzo pozytywnie na wszystkie elementy środowiska. Natomiast niedobór wody lub jej nadmiar oddziałuje negatywnie, a nawet destrukcyjnie na środowisko i powoduje straty gospodarcze oraz utrudnia, a nawet uniemożliwia realizację wielu celów społecznych [Rajda 2005].

Określenie ilości wody odpływającej z obszaru małych zlewni ma znaczenie poznawcze i praktyczne, ponieważ jej obieg w tych zlewniach kształtuje sytuację w zlewniach

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Andrzej Bogdał, Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30–059 Kraków, e-mail: rmbogdal@cyf-kr.edu.pl

większych położonych niżej [Fatyga i Wiatkowski 2003]. W tym celu niezbędne są badania odpływów z małych zlewni w określonych warunkach meteorologicznych i fizjograficznych. Rezultaty takich badań mogą też być wykorzystane do określenia ilości zasobów wody, obecnie bezużytecznie odpływających poza obszar, na którym się formują w wyniku transformacji opadu w odpływ. Poznanie tych zasobów mogłyby stanowić podstawę do podejmowania decyzji o ich gromadzeniu w małych wielofunkcyjnych zbiornikach umożliwiających realizację różnych celów gospodarczych i społecznych [Mosiej i Somorowski 2001, Rajda i in. 2001, Kowalik i in. 2003].

W wypadku małych zlewni rzecznych, spośród czynników fizyczno-geograficznych najbardziej na odpływ oddziałuje wielkość, kształt i konfiguracja terenu zlewni oraz przepuszczalność podłoża [Kowalik 2002, Bodulski i in. 2005, Ostrowski i Bogdał 2006]. Ponadto bardzo duże znaczenia mają warunki meteorologiczne oraz sposób użytkowania terenu – szczególnie lesistość zlewni [Bodulski i in. 2005, Stasik i in. 2007].

Celem pracy jest określenie wielkości zasobów wód odpływających z obszaru małej zlewni rolniczej położonej na terenie Podgórze Wilamowickiego. Cel ten starano się osiągnąć, podejmując trzyletnie badania terenowe oraz przeprowadzając analizę miesięcznych, półrocznych i rocznych warstw i współczynników odpływu.

## MATERIAŁ I METODY

Wybrana do badań zlewnia potoku Włosień położona jest w zachodniej części województwa małopolskiego, w gminie Wieprz, ok. 5 km na północ od miasta Andrychów. Jej obszar wchodzi w skład makroregionu Kotliny Oświęcimskiej – mezoregionu Podgórze Wilamowickie [Kondracki 2002].

Jest to mała zlewnia podgórska [Byczkowski 1996] usytuowana średnio na wysokości ponad 300 m n.p.m., przy czym zdecydowanie przeważa przedział hipsometryczny 300–320 m n.p.m., w którym znajduje się 51,2% jej powierzchni. Ważniejsze cechy fizyczno-geograficzne zestawiono w tabeli 1.

Potok Włosień o długości 6,44 km jest prawostronnym dopływem cieku Siarnica – lewobrzeżnego dopływu rzeki Wieprzówki uchodzącej do Skawy. Jego źródła są usytuowane na wysokości 320,0 m n.p.m., a średni spadek dna wynosi 0,8%. Sieć wodna w zlewni ma długość 14,66 km, a tworzą ją obok cieku głównego jego dopływy: 3 prawobrzeżne i 7 lewobrzeżnych. Gęstość sieci rzecznej przekracza  $2 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$  (tab. 1).

Pod względem użytkowania można uznać, że zlewnia ma charakter rolniczy, ponieważ grunty orne wraz z użytkami zielonymi i przydomowymi sadami zajmują 78,9% jej powierzchni, a lasy i zadrzewienia 16,2% (tab. 1).

W zlewni dominują gleby płowe i brunatne wylugowane, które pokrywają odpowiednio 74% i 13% jej powierzchni. Pod względem gatunkowym występują wyłącznie utwory pylaste, o uziarnieniu odpowiadającym pyłom (pł) najczęściej podścielonym pyłami ilastym (płi). Porowatość wierzchniej 0,5 m warstwy gleby kształtuje się w granicach 41–52%, a współczynnik filtracji wynosi średnio ok.  $0,15 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ . Natomiast podglebie jest zbite, na co wskazują bardzo niskie wartości porowatości ogólnej (średnio 35%) oraz prawie zerowa przepuszczalność. Takie uwarunkowania powodują, że mimo przeprowadzonych melioracji odwadniających gleby w dalszym

Tabela 1. Ważniejsze cechy fizyczno-geograficzne oraz użytkowanie obszaru zlewni  
 Table 1. More important physiographic features and land use of catchment

Zlewnia potoku Włosień – Włosień stream catchment	
Powierzchnia zlewni – Area of catchment (A), km <sup>2</sup>	7,04
Długość zlewni – Length of catchment (L), km	5,54
Średnia szerokość zlewni – Mean width of catchment (B <sub>z</sub> ), km	1,27
Deniwelacja zlewni – De-leveiling of catchment (ΔH), m	71,9
Wysokość (H), m n.p.m. – Altitude (H), m a.s.l.	
• zakres – range	268,1÷340,0
• średnia ważona – weighted average	307,2
Średni ważony spadek terenu zlewni (J <sub>s</sub> ), %	4,1
Weighted average slope of catchment area (J <sub>s</sub> ), %	
Gęstość sieci rzecznej – Drainage density (G <sub>s</sub> ), km · km <sup>-2</sup>	2,08
Użytkowanie – Land use, %:	
• grunty orne – arable land	53,3
• użytki zielone – greenland	25,1
• lasy i zadrzewienia – forests and afforestations	16,2
• sady – orchards	0,5
• tereny zabudowane – built-up area	4,3
• drogi asfaltowe i gruntowe – asphalt roads and railways	0,3
• tereny pod wodami – water area	0,3

ciągu są okresowo nadmiernie uwilgotnione, co potwierdza występowanie oglejenia warstw stropowych profilu.

Pomiary odpiływów prowadzono w okresie od listopada 1998 r. do października 2001 r. W ujściowej części potoku Włosień, przy regularnym i zwartym przekroju poprzecznym koryta, zainstalowano łąkę wodowskazową, na której odczytywano regularnie raz na dobę, a w okresach przyborów trzy razy na dobę stany wód [Byczkowski 1996]. Krzywą natężenia przepływu opracowano na podstawie pomiarów prędkości przepływów elektronicznym młynkiem hydrometrycznym oraz niwelacyjnego pomiaru przekroju poprzecznego cieku wypełnionego wodą przy różnych stanach napełnienia. Na podstawie krzywej i stanów wód odczytanych na łące wodowskazowej określono średnie dobowe odpiływy w dm<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup>, które przeliczono na warstwy odpiływu w mm i zsumowano w poszczególnych miesiącach, sezonach oraz latach. Następnie obliczono współczynniki odpiływu, jako stosunek sumy odpiływów do sumy opadów atmosferycznych i wyrażono w %.

W celu pomiaru opadów atmosferycznych w pobliżu profilu hydrometrycznego w miejscowości Wieprz (298,0 m n.p.m.) założono posterunek opadowy, który wyposażono w deszczomierz Hellmana. Zarejestrowane opady porównano z opadami średnimi z wielolecia 1961–1990 pozyskanymi z oddalonego o ok. 5 km posterunku opadowego IMGW w Gierałtowicach (285,0 m n.p.m.). Charakter opadowy poszczególnych miesięcy, okresów i lat scharakteryzowano siedmioklasowym systemem klasyfikacji

według Kaczorowskiej [1962], który polegał na obliczeniu stosunku sumy opadów z danego okresu badań do sumy opadów średnich z wielolecia analogicznego okresu. Otrzymane wyniki porównano do kryteriów tej klasyfikacji i każdy miesiąc, okres czy rok zaliczono do normalnych lub do jednego z trzech stopni suchości albo trzech stopni nadmiaru opadów.

Średnie miesięczne temperatury z okresu badań i wielolecia 1961–1990 przyjęto ze stacji meteorologicznej IMGW w Inwałdzie, której niewielka odległość od zlewni (5 km) oraz położenie wysokościowe (300 m n.p.m.) gwarantuje reprezentatywność danych. Termikę poszczególnych miesięcy okresu badawczego scharakteryzowano siedmioklasowym systemem odchyień temperatur od normy wieloletniej [Ziarnicka 2001].

## WYNIKI BADAŃ

Opady atmosferyczne w badanych latach hydrologicznych były zróżnicowane. Najniższy opad wystąpił w 1999 r., a najwyższy w 2001 r. (tab. 2). Średnia roczna suma opadów z trzyletniego okresu obserwacji była wyższa od średniej z wielolecia 1961–1990 o 45 mm, co pozwoliło uznać ten okres za przeciętny pod względem opadów [Kaczorowska 1962]. W pierwszym roku (1999) opad był o 164 mm niższy od normy wieloletniej i stanowił 81% jej wartości, kwalifikując ten rok jako suchy. Drugi rok (2000), o opadzie tylko o 5 mm niższym od średniej, zaliczono do normalnych. W trzecim roku (2001) opad był wyższy o 305 mm od średniej i odpowiadał 135% normy, kwalifikując ten rok jako bardzo wilgotny. Sumy opadów w okresach zimowych (XI–IV) stanowiły ok. 1/3 sumy rocznej (tab. 2). Półrocza zimowe (XI–IV) i letnie (V–X) miały identyczny charakter jak lata hydrologiczne i zmieniały się od suchych w 1999 r. do bardzo wilgotnych w 2001 r.

Stwierdzono brak miesięcy skrajnie suchych, 4 bardzo suche, 8 suchych, 15 normalnych, 2 wilgotne, 6 bardzo wilgotnych i jeden skrajnie wilgotny. Największe miesięczne sumy opadów wystąpiły w lipcu 2000 r. i 2001 r., powodując, że opad w tym miesiącu stanowił średnio 181% normy (tab. 2, rys.).

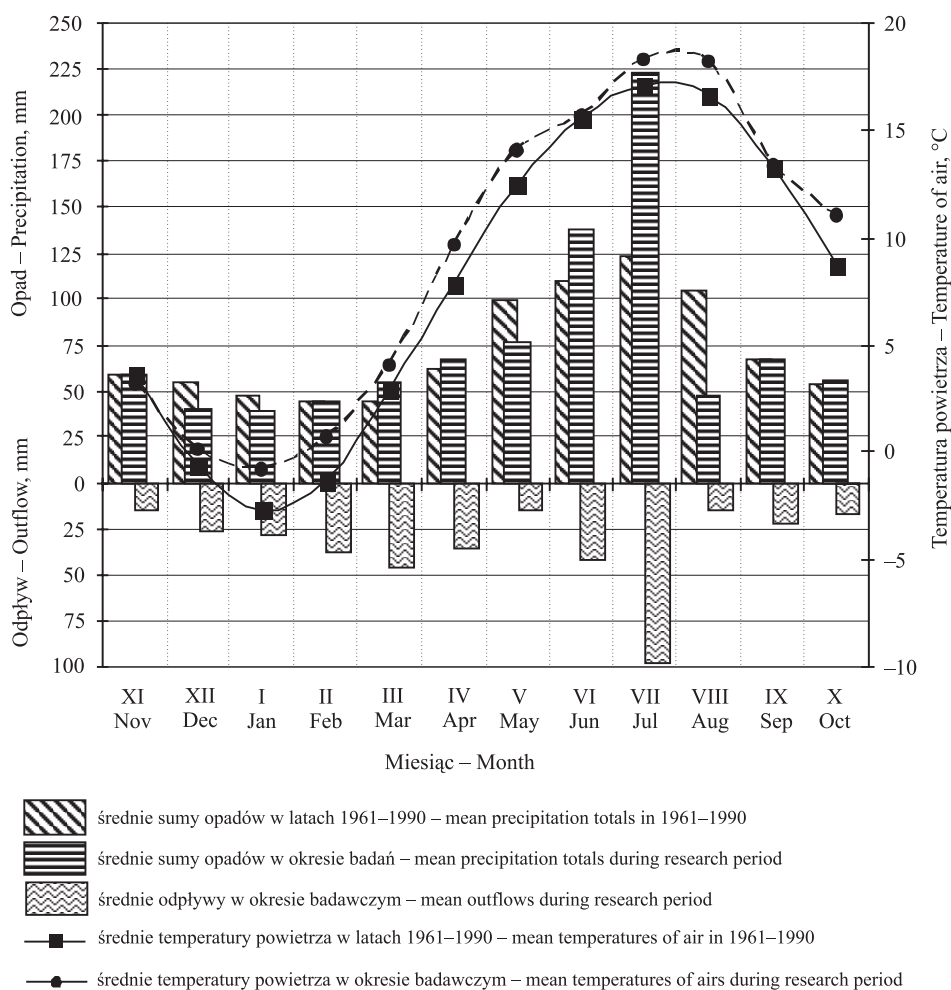
Średnia roczna temperatura powietrza wynosiła 8,5°C w roku 1999 oraz 9,3 i 9,2°C odpowiednio w 2000 i 2001 r., co przełożyło się na średnią 9,0°C, powodując, że okres badawczy był o 1,2°C cieplejszy od normy wieloletniej. Średnio w okresie badań wszystkie miesiące były cieplejsze niż w wieloleciu. Najmniejsze różnice odnotowano w listopadzie (0,4°C) oraz czerwcu i wrześniu (0,1°C), natomiast największe w styczniu (1,9°C), lutym (2,0°C) i październiku (2,3°C) (rys.).

Średni roczny odpływ ze zlewni potoku Włosień osiągnął prawie 400 mm, przy czym w poszczególnych latach odpływy były bardzo silnie skorelowane z opadami atmosferycznymi i wzrastały od ok. 300 mm do 500 mm (tab. 2). Średnio największe miesięczne odpływy stwierdzono w marcu i lipcu, a najmniejsze w listopadzie, maju, sierpniu i październiku (tab. 2, rys.). Największe miesięczne odpływy wystąpiły w lutym i czerwcu pierwszego roku, w marcu i lipcu drugiego roku oraz w kwietniu i lipcu trzeciego roku. Natomiast odpływy nieprzekraczające 20 mm stwierdzono w 7 miesiącach roku hydrologicznego o najmniejszej sumie opadów, w 3 miesiącach roku średniego i 2 miesiącach roku bardzo wilgotnego (tab. 2). Warstwa odpływu w półroczu letnim

Tabela 2. Opady średnie z wielolecia (P) i w okresie badawczym (P) oraz warstwy odpływów (H) i współczynniki odpływów (C)  
 Table 2. Mean precipitation in multiannual period (P) and in research period (P), and outflow layers (H) and outflow coefficients (C)

Lata Years	Parametr Parameter	Miesiące i okresy – Months and periods														
		XI Nov	XII Dec	I Jan	II Feb	III Mar	IV Apr	V May	VI Jun	VII Jul	VIII Aug	IX Sep	X Oct	XI-IV Nov-Apr	V-X May-Oct	XI-X Nov-Oct
1961–1990*	P, mm	59	55	48	44	44	61	99	109	123	105	67	53	311	556	867
1999	P, mm	48	42	25	58	20	29	58	167	83	43	35	95	222	481	703
	H, mm	8	31	17	55	34	19	13	68	28	7	6	19	164	141	305
	C, %	17	74	68	95	170	66	22	41	34	16	17	20	74	29	43
2000	P, mm	68	35	40	36	84	53	82	125	212	36	45	46	316	546	862
	H, mm	13	28	28	27	58	34	9	25	98	18	21	20	188	191	379
	C, %	19	80	70	75	69	64	11	20	46	50	47	43	60	35	44
2001	P, mm	60	44	52	39	57	118	90	123	374	65	122	28	370	802	1172
	H, mm	23	19	43	31	45	55	20	31	168	21	38	12	216	290	506
	C, %	38	43	83	79	79	47	22	25	45	32	31	43	58	36	43
Średnio Mean 1999–2001	P, mm	59	40	39	44	54	67	77	138	223	48	67	56	303	610	913
	H, mm	15	26	29	38	46	36	14	41	98	15	22	17	189	207	396
	C, %	25	65	74	86	85	54	18	30	44	31	33	30	62	34	44

\* opady odnotowane na stacji meteorologicznej w Gierałtowicach – precipitation recorded at Gierałtowice meteorological station



Rys. Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych i odpływów oraz średnie miesięczne temperatury powietrza

Fig. Mean monthly precipitation and outflow totals and mean monthly temperatures of air

była średnio o 18 mm większa niż w półroczu zimowym. O takim rozkładzie odpływów zadecydowały bardzo duże ich wartości w lipcu 2000 r. i 2001 r. – spowodowały one, że odpływy półroczy letnich w tych latach były odpowiednio o 3 i 74 mm większe niż w półroczach zimowych, natomiast w pierwszym roku zimą stwierdzono warstwę odpływu o 23 mm większą niż latem (tab. 2).

Pomimo zdecydowanego wzrostu opadów w kolejnych latach, zwłaszcza w ostatnim roku, roczne współczynniki odpływu kształtowały się na bardzo zbliżonym poziomie (tab. 2). Można to tłumaczyć różnym w tych latach rozkładem opadów i stanem wysuszenia gleby oraz tym, że np. rok 1999 był najchłodniejszy, a więc przy najmniejszym opadzie rocznym również ewapotranspiracja rzeczywista była najmniejsza. W półro-

czach zimowych kaędego roku wsp6lczynniki odpływu były prawie dwukrotnie wi6ksze nię w p6lrocach letnich. Najwi6ksze średnie z okresu badań wartości wsp6lczynnika odpływu wystąpiły w lutym i marcu, co było zwi6zane z termik6 tych miesi6cy – na skutek stosunkowo wysokich temperatur powietrza topniał wtedy śnieg, który dotarł na obszar zlewni w grudniu i styczniu.

## PODSUMOWANIE I DYSKUSJA

Ze wzgł6du na złoęoność procesu odpływu wody, na który to proces wpiywu maj6 wielkość i ksztalt zlewni, jej wysokość n.p.m., spadki terenu, warunki pluwiotermiczne, przepuszczalność gleb, uęytkowanie zlewni (w szczeg6lności lesistość), gęstość sieci rzecznej i inne, odniesienie otrzymanych wyników do rezultat6w badań uzyskanych w innych regionach naszego kraju jest dość trudne. Jednak w celu przedstawienia przestrzennej zmienności zasob6w w6d por6wnano uzyskane wyniki z rezultatami badań prowadzonych w odmiennych warunkach meteorologicznych i siedliskowych.

Z badań prowadzonych na Wysoczyźnie Wieruszowskiej w trzech elementarnych zlewniach potoku Pomianka: G (27 km<sup>2</sup>), G-8 (0,32 km<sup>2</sup>) i D (2,22 km<sup>2</sup>), o lesistości odpowiednio 65%, 100% i 55% oraz gęstości sieci rzecznej 5,69, 3,80 i 0,88 km · km<sup>-2</sup> wynika, że przy opadzie na poziomie 738 mm roczne odpływy wynosiły odpowiednio 261, 108 i 93 mm [Kosturkiewicz i in. 2002]. Zatem były to warstwy odpływu średnio od ok. 1,5 do 4,3 razy mniejsze nię w warunkach zlewni potoku Wł6sień.

W badaniach na Pog6rzu Wadowickim w elementarnych zlewniach rzeki Wieprz6wki – G6rka (0,87 km<sup>2</sup>), Barnczak (1,21 km<sup>2</sup>) i Wronowiec (1,60 km<sup>2</sup>), o lesistości odpowiednio 1,49%, 1,13% i 9,79% oraz gęstości sieci rzecznej 1,79, 0,87 i 2,75 km · km<sup>-2</sup>, uzyskano odpływy o wartościami 371, 450 i 524 mm [Ostrowski i Bogdał 2006]. Warstwy odpływu w tych warunkach były wi6c podobne jak w zlewni potoku Wł6sień.

Badania prowadzone w centralnej i p6lnocnej części Wielkopolski w zlewniach Maskawy (37,2 km<sup>2</sup>) i Strugi Dormowskiej (44,5 km<sup>2</sup>), o lesistości odpowiednio 28,4% i 23,6% oraz gęstości sieci rzecznej 1,31 i 0,72 km · km<sup>-2</sup>, wykazały, że odpływy roczne wynos6 tam 78 i 107 mm [Miler i Murat-Bł6ęejewska 1996]. Warstwy odpływu w tych warunkach były wi6c kilkakrotnie mniejsze od wartościami stwierdzonych w zlewni potoku Wł6sień.

W sześcioletnich badaniach na terenie Beskidu Małego w zlewniach B (0,274 km<sup>2</sup>) i G (0,475 km<sup>2</sup>) połoęonych w g6rnej części dorzecza Wieprz6wki na wysokości 425 m n.p.m. odpływ wynosił 468 i 363 mm [Kowalik 2002], był wi6c o 71 mm wi6kszy (B) i o 34 mm mniejszy (G) nię ze zlewni Wł6sień.

W zlewniach A (0,364 km<sup>2</sup>) i D (0,546 km<sup>2</sup>) połoęonych na Pog6rzu Wielickim ok. 300 m n.p.m. roczne odpływy wynosiły 173 (A) i 227 mm (D) [Rajda i in. 2001]. Były to warstwy odpływu od ok. 1,8 do 2,3 razy mniejsze od stwierdzonych w zlewni Wł6sień.

W dwóch małych g6rskich zlewniach połoęonych na Pog6rzu Spisko-Gubałowskim – B (0,254 km<sup>2</sup>) i C (0,406 km<sup>2</sup>), o lesistości odpowiednio 2,0 i 0,0% oraz gęstości sieci rzecznej 3,43 i 4,14 km · km<sup>-2</sup>, średnie roczne warstwy odpływu wynosiły 558 i 512 mm [Kowalik i Kanownik 2007]. Odpływy te były o ok. 41 i 29% wi6ksze nię w zlewni potoku Wł6sień.

## WNIOSKI

Badania, które przeprowadzono na terenie Podgórza Wilamowickiego w zlewni potoku Włosień w okresie zaliczanym średnio do normalnych pod względem opadów i cieplejszego niż przeciętnie, pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Odnawialne zasoby wodne odpływające z obszaru zlewni potoku Włosień osiąga ją przeciętnie 400 mm w roku i są bardzo silnie uzależnione od opadów atmosferycznych.
2. W warunkach Podgórza Wilamowickiego w ciągu roku występują dwie kulminacje odpływu przypadające na okres roztopów śródziemowych i wiosennych oraz letnich deszczów nawalnych. Natomiast najmniejsze odpływy przypadają na październik i listopad oraz maj i sierpień.
3. W badanej zlewni roczny współczynnik odpływu wynosi 44% i nie wykazuje zależności od opadów atmosferycznych. Mimo dużego wzrostu opadów w kolejnych latach badań roczne współczynniki odpływu były prawie jednakowe.
4. Odpływy z badanej zlewni Podgórza Wilamowickiego były znacznie większe od stwierdzonych na terenie Wielkopolski, ok. dwukrotnie większe niż na Pogórzcu Wielickim, zbliżone do odpływów ze zlewni Pogórzca Wadowickiego i Beskidu Małego oraz wyraźnie mniejsza od odnotowanych na Pogórzcu Spisko-Gubałowskim.
5. Badania wykazały, że z małej zlewni rolniczej Podgórza Wilamowickiego odpływają bezproduktywnie znaczne zasoby wodne, których część mogłaby być magazynowana, a następnie wykorzystana do potrzeb gospodarczych i społecznych.

## PIŚMIENNICTWO

- Bodulski J., Ciepeliowski A., Dąbrowski Sz.L., Głogowska E., 2005. Dynamika zmian natężenia przepływu wód powierzchniowych w zlewniach użytkowanych rolniczo i leśnie. *Acta Sci. Pol., Form. Circ.* 4(1), 3–24.
- Byczkowski A., 1996. *Hydrologia*. T. 2. Wydawnictwo SGGW Warszawa.
- Fatyga J., Wiatkowski M., 2003. Rola małych eksperymentalnych zlewni w badaniach hydrologicznych w Sudetach. *Wiad. Mel. Łąk.* 3, 139–142.
- Kaczorowska Z., 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. *Prace Geogr. IG PAN* 33, 1–112.
- Kondracki J., 2002. *Geografia regionalna Polski*. PWN Warszawa.
- Kosturkiewicz A., Czopor S., Korytowski M., Stasik R., Szafranski Cz., 2002. Odpływy i retencja siedlisk leśnych w małych zlewniach. *Rocz. AR Pozn., Melior. Inż. Środ.* 23, 217–227.
- Kowalik T., 2002. Wskaźniki i współczynniki odpływu w dwu mikrozelewniach rolniczych na terenie Beskidu Małego. *Acta Sci. Pol., Form. Circ.* 1–2(1–2), 85–94.
- Kowalik T., Kanownik W., 2007. Odpływy wód z rolniczych mikrozelewni Karpat Zachodnich. *Inż. Ekol.* 18, 182–183.
- Kowalik T., Rajda W., Ostrowski K., 2003. Probable runoffs from microbasins in foothill areas. *Acta hort. regiotec.* 6, 113–116.
- Mosiej J., Somorowski Cz., 2001. Aktualne problemy gospodarowania wodą w rolnictwie dla zrównoważonego i wielofunkcyjnego rozwoju obszarów wiejskich. *Wiad. Mel. Łąk.* 1, 2–7.



- Miler A., Murat-Błażejewska S., 1996. Zmiany ilości i jakości wód w typowych małych zlewniach Wielkopolski. *Konf. Nauk. „Problemy kształtowania środowiska obszarów wiejskich”*. SGGW Warszawa. *Prz. Nauk. WMiłŚ* 11, 71–81
- Ostrowski K., Bogdał A., 2006. Ocena zasobów wód odpływających z wybranych małych zlewni rolniczych Pogórza Wadowickiego. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* 6, 2(18), 281–292.
- Rajda W., 2005. Woda w zagospodarowaniu przestrzennym obszarów wiejskich. *Post. Nauk Rol.* 3, 33–42.
- Rajda W., Kowalik T., Ostrowski K., 2001. Wskaźniki i współczynniki odpływu w dwu mikrozwlewniach rolniczych na Pogórzu Wielickim. *Zesz. Nauk. AR Krak., Inż. Środ.* 22, 47–56.
- Stasik R., Szafranski Cz., Korytkowski 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. Circ.* 6(1), 15–25.
- Ziernicka A., 2001. Klasyfikacja odchyień od normy temperatury powietrza w Polsce południowo-wschodniej. *Zesz. Nauk. AR Krak., Inż. Środ.* 22, 7–18.

## WATER OUTFLOWS FROM SMALL AGRICULTURAL CATCHMENT IN WILAMOWICKIE FOOTHILLS

**Abstract.** In the years 1999–2001, research was conducted on the hydrological conditions of a small sub-mountain catchment of the Włosień stream situated in the Wieprz district in the Wilamowickie Foothills mezoregion. Almost 80% of the catchment is used for agriculture, and about 16% is covered by forests. With respect to precipitation, the research period may be considered as average because the mean annual precipitation was 912 mm which constituted 105% of the multi-annual mean. However, the individual years differed considerably in precipitation amounts: the first year was dry, the second year was normal, while the third year was very wet. The mean annual temperature of air, 9.0°C, was by 1.2°C higher than the multi-annual mean. Under such conditions, the annual depths of outflow layers ranged from 305 to 512 mm. On average, the outflow layer was deeper in the summer half-year due to the extremely large July outflows in the two last years of research. Despite the varied meteorological conditions, the outflow coefficients in individual years were almost identical and constituted 44% of the precipitation, on average.

**Key words:** precipitation, outflow layer, outflow coefficient, agricultural catchment

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 25.07.2008*