

ROCZNIKI  
AKADEMII ROLNICZEJ  
W POZNANIU  
CCCX



MELIORACJE  
I INŻYNIERIA  
ŚRODOWISKA

POZNAŃ 1999

Część I

20

ANDRZEJ KOSTURKIEWICZ, ANTONI MILER, DANIEL LIBERACKI,  
DARIUSZ PLEWIŃSKI

**WEZBRANIA DESZCZOWE  
W MIKROZLEWNIACH NIZINNYCH  
O ZRÓŻNICOWANYM UŻYTKOWANIU TERENU  
NA PRZYKŁADZIE ZALESIONEJ ZLEWNI HUTKI  
I UŻYTKOWANEJ ROLNICZO ZLEWNI POTASZKI**

*Z Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska  
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*

**ABSTRACT.** In the paper calculations of parameters of a floods routing from rain in summer carried out on the basis of own field investigations in micro-catchments were presented. The results of calculations pointed out that afforestation is the main factor relating to water storage capacities in small lowland catchments.

**Key words:** afforestation, catchment, flood runoff, water storage capacities

## Wstęp

Do czynników oddziałujących na zwiększenie zdolności retencyjnych i wzrost opóźnienia odpływu ze zlewni należy las, w tym również jego użytkowanie. Istotny wpływ ma wielkość powierzchni zalesionej w zlewni, skład gatunkowy i struktury wiekowe drzewostanów. Stwierdzono na podstawie wielu szczegółowych badań, że las wpływa na reżim odpływu ze zlewni, a zwłaszcza na odpływy ekstremalne. Efekt zalesienia sprzyja m.in. spłaszczeniu fali wezbraniowej, obniżeniu jej kulminacji i wydłużeniu czasu koncentracji (Dobija i Dynowska 1975, Ciepiałowski i Tyszka 1992). Las oddziałuje jak zbiornik retencyjny powodując opóźnienie fal wezbraniowych. Przyczyną opóźnienia jest duża przesiąkliwość ściółki leśnej oraz

gleby pod lasem i pojemność intercepcyjna roślinności leśnej w okresie lata, a przede wszystkim opóźnione roztopy pokrywy śnieżnej (Kucharska i in. 1984, Tyszka 1985). Dominującą rolę spełnia las w wyrównaniu odpływu z półroczy zimowego i letniego oraz w zwiększeniu odpływów minimalnych i zmniejszeniu wezbrań. Szczególną rolę w kształtowaniu tzw. małej retencji (związanej ze wzrostem retencji powierzchniowej i podziemnej zlewni, powodującej zmniejszenie przepływów powodziowych, wolniejszy spływ wód opadowych i roztopowych do cieków, a jednocześnie zwiększenie zasobów wodnych w okresach bezopadowych) w Wielkopolsce odgrywa zalesienie danego terenu (Miler 1998). Podkreślić też należy, że na terenach o większej lesistości zachodniej Polski stwierdzono występowanie większych sum opadów (Szymański 1968).

## Cel pracy i metodyka badań

Celem pracy było zbadanie wpływu lesistości na podstawowe charakterystyki wezbrań deszczowych obserwowanych w dwóch małych zlewniach nizinnych o zróżnicowanym zalesieniu terenu.

Praca powstała na podstawie wyników badań terenowych w Nadleśnictwie Doświadczalnym Zielonka Akademii Rolniczej w Poznaniu. Przepływy w obu ciekach w latach hydrologicznych od 1969/70 do 1976/77 obliczono na podstawie ciągłych limnigraficznych rejestracji stanów wody na dwóch przelewach Thomsona. W pracy wykorzystano dane meteorologiczne ze stacji meteorologicznej w Leśnictwie Doświadczalnym Potasze i stacji w Arboretum Leśnego Zakładu Doświadczalnego Zielonka. Wysokość opadów była też mierzona codziennie w zlewni Hutki. Parametry fizyczne zlewni opracowano na podstawie danych z Planu urządzenia Lasu Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka (1994) i map topograficznych w skali 1:10 000.

## Opis badanych zlewni

Będące przedmiotem badań dwie mikrozelewnie środkowej części dorzecza Warty: zalesiona zlewnia Hutki i użytkowana rolniczo zlewnia Potaszki są położone w centralnej części Wielkopolski (Wysoczyzna Poznańska), około 20 km na północny wschód od Poznania. Zlewnia Potaszki jest położona na zachodnim skraju Puszczy Zielonki, a zlewnia Hutki 7 km na wschód w Puszczy. Obszar ten leży w zachodniej części Wielkopolsko-Mazowieckiego regionu klimatycznego (Charakterystyka klimatu... 1975), w południowo-zachodniej części Pojezierza Gnieźnieńskiego (mezoregion 315.54) (Kondracki 1994). Krajobraz naturalny jest

typu młodoglacjalnego, formacji plejstocenijskiej oraz holocenijskiej (równiny i wzniesienia morenowe). Materiałami macierzystymi gleb na terenach badanych zlewni są zatem głównie utwory polodowcowe, osady pochodzące ze stadiału poznańskiego zlodowacenia bałtyckiego. Mikrozewnia ciekut Hutka do przekroju Huta Pusta o powierzchni 52 ha jest zalesiona w 89% wg stanu z 1974 roku (tab. 1). Pozostałe 11% powierzchni zajmują głównie bagna i łąki (5,5%) oraz grunty orne (5,5%). Teren zlewni jest dość mocno pofałdowany. Bezwzględna wysokość terenu waha się od około 90 do 106 m n.p.m. Miejscowe spadki terenu osięgają od paru do kilkunastu promili (średni spadek terenu wynosi około 10‰), natomiast spadek podłużny ciekut wynosi jedynie 1,13‰. Na obszarze zlewni Hutki można wyróżnić zasadniczo dwa typy gleb: gleby słabo zbielicowane na 89,8% oraz gleby bagienne na 10,2% powierzchni zlewni. Te ostatnie podzielić można na gleby torfowe i murszowe, zajmujące odpowiednio 9,5 i 0,7% powierzchni zlewni. Gleby bielicowe występują przeważnie na piaskach luźnych, rzadziej na słabo gliniastych. Poziom próchniczny badanych gleb jest bardzo dobrze rozwinięty i na ogół dobrze oddzielony od poziomu wymycia. Gleby torfowe są wytworzone z torfów niskich. Występują w obniżeniach terenowych, najczęściej porośniętych drzewostanem olchowym. Nieliczne gleby murszowe występują najczęściej obok torfów niskich. Zlewnia ciekut Hutka ma charakter typowo leśny. Dominującym gatunkiem jest sosna, ale występują także dąb, oles, modrzew i w niewielkiej ilości świerk. Przeważające siedliska to: bór mieszany świeży, bór świeży oraz oles.

Mikrozewnia Potaszki do przekroju Potasze jest ponad dwukrotnie większa, ma powierzchnię 133 ha. Lasy zajmują około 19,5 ha, co stanowi 14,7% ogólnej powierzchni zlewni. Natomiast grunty orne i użytki zielone zajmują około 113,5 ha, to jest 85,3% powierzchni zlewni. W zlewni przeważają liczne sfałdowania terenu, często o dość spadzistych zboczach (do 70‰) poprzecinanych kilkoma dolinami – rynnami oraz szeregiem terenowych niecek, często bezodpływowych. Średni spadek terenu wynosi 16‰. Lasy są położone w południowej części zlewni na glebie bielicowej porolnej. Gleby te znajdują się w stadium słabego zbielicowania – w profilu glebowym poziom zbielicowania jest słabo zaznaczony. Skład granulometryczny tworzą piaski słabo gliniaste położone na piaskach luźnych z domieszką żwiru i gliny lekko spiaszczonej. Łąki znajdują się na glebach typu bagiennego, są słabo zagospodarowane i użytkowane jako słabe pastwiska. Przeważającą część zlewni zajmują grunty orne położone na glebach piaszczystych. Udział procentowy poszczególnych utworów glebowych w zlewni Potaszki przedstawia się następująco: mursze wytworzone na torfach niskich 7,9%, mursze na piaskach słabo gliniastych 2,6%, piaski słabo gliniaste płytkie na piaskach luźnych 51,9%, piaski słabo gliniaste na piaskach gliniastych lekkich 35,5% i piaski gliniaste lekkie 2,1%. Na terenach zalesionych zlewni Potaszki dominującym gatunkiem jest sosna, występująca na siedliskach: boru mieszanego świeżego (ok. 12 ha), boru wilgotnego (ok. 1 ha) i boru świeżego (ok. 6 ha). Oba ciekut Hutka i Potaszka są płytkie (średnie głębokości 20-30 cm) i wąskie (średnie szerokości w dnie ok. 50 cm). W tabeli 1 zestawiono syntetycznie wybrane charakterystyki fizjograficzne.

Tabela 1

Charakterystyki fizjograficzne badanych zlewni  
The physiographical parameters of investigated catchments

Charakterystyka Parameter	Zlewnia/Przekrój – Catchment/Gauge station	
	Hutka Huta Pusta	Potaszka Potasze
Powierzchnia zlewni (km <sup>2</sup> ) Catchment area (km <sup>2</sup> )	0,52	1,33
Średni spadek terenu (‰) Average slope (‰)	10	16
Dominujące uziarnienie gleb (%) Dominated grain-size distribution of soils (%)	piaski luźne i słabo gliniaste – 89,8 doose sand and weakly loamy sand	piaski słabo gliniaste – 87,4 weakly loamy sand
Procent lesistości (%) Afforestation (%)	89	14,7
Siedliska leśne (ha) Forest habitat (ha)	bór mieszany świeży – 18,44 fresh mixed coniferous forest bór świeży – 24,24 fresh coniferous forest bór wilgotny – 1,40 moist coniferous forest oles – 2,04 alder swamp forest	bór mieszany świeży – 11,84 fresh mixed coniferous forest bór świeży – 6,18 fresh coniferous forest bór wilgotny – 1,23 moist coniferous forest
Grunty orne (%) Arable land (%)	5,5	75
Łąki i bagna (%) Meadows and swamps (%)	5,5	10,3

Przebieg warunków meteorologicznych  
w badanym okresie

Przebieg warunków meteorologicznych w latach hydrologicznych od 1969/70 do 1976/77 oceniono na podstawie dwóch jednorodnych ciągów obserwacji opadów atmosferycznych i temperatur powietrza:

– 1969/70-1979/80 – obserwacje ze stacji meteorologicznej w Leśnictwie Doświadczalnym w Potaszach,



– 1987/88-1997/98 – obserwacje ze stacji meteorologicznej Arboretum Zielonka Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Murowanej Goślinie (ok. 7 km od Potasz).

Ze względu na niekompletne wyniki obserwacji pominięto okres od 1980/81 do 1986/87.

Zlewnia Potaszki jest oddalona od zlewni Hutki o ok. 7 km. Zatem powyższe 22-letnie ciągi opadów atmosferycznych i temperatur powietrza można przyjąć do oceny przebiegu warunków meteorologicznych jednocześnie dla obu badanych zlewni. Średni roczny opad w badanym 22-leciu wyniósł 564 mm, a średnie opady w półroczach zimowym 215 mm i letnim 349 mm. Odpowiednio średnie roczne temperatury to 8,2°C, natomiast w półroczu zimowym 2,2°C i letnim 14,2°C. Na rycinach 1 i 2 przedstawiono wykresy odchyień od tych średnich opadów i temperatur. Rok hydrologiczny 1969/70 charakteryzował się opadami nieco poniżej średnich, przy sumie opadów 541 mm i wysokich opadach półrocza zimowego, a niskich półrocza letniego. Rok 1971/72 był suchy przy sumie opadów znacznie poniżej średniej (440 mm). Rok 1976/77 był mokry, miał najwyższą sumę opadów (740 mm i niskie średnie temperatury półrocza letniego, a poprzedzający go rok był również mokry.

Analizując odchylenia od średnich z wielolecia sum opadów i temperatur w półroczach letnich, pod względem opadów i temperatur najbardziej do średnich było zbliżone półrocze 1971 roku (a następnie 1973 roku), jako suche można uznać półrocze letnie 1975 roku przy najniższej sumie opadów i równocześnie najwyższych średnich temperaturach w siedmioletnim okresie badawczym, suche było też półrocze letnie w suchym 1972 roku. Mokie były półrocza letnie w latach 1974 i 1977 przy opadach znacznie powyżej średnich i temperaturach poniżej średniej z wielolecia.

## Wyniki i dyskusja

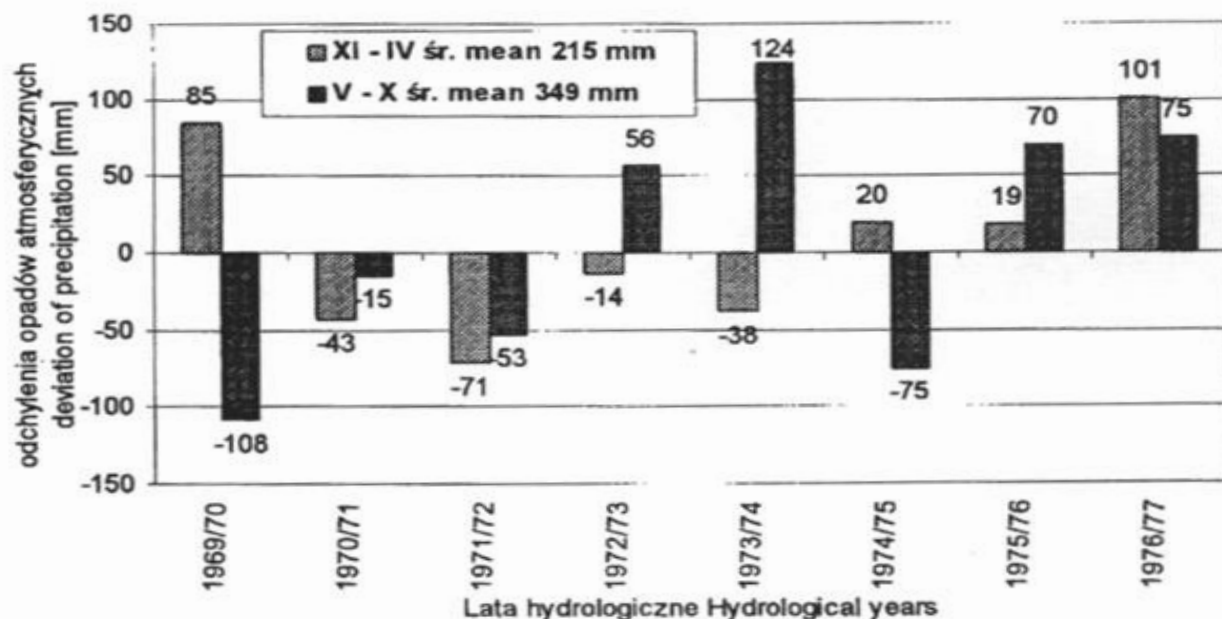
Do analiz wybrano 8 fal wezbraniowych (tab. 2) o największych przepływach maksymalnych w letnich półroczach hydrologicznych każdego roku. Wybrane fale wystąpiły w tym samym okresie w zlewni Hutki i Potaszki. Jako charakterystyki fal wezbraniowych przyjęto poza opadami: przepływy maksymalne, czasy trwania fali wezbraniowej i terminy wystąpienia kulminacji, objętości fal oraz współczynniki odpływów.

Ogólnie można stwierdzić, że wyraźnie uwidacznia się wpływ dużych zdolności retencyjnych – zalesionej w 89% – powierzchni zlewni Hutki na charakterystyki występujących fal wezbraniowych, w porównaniu ze zlewnią Potaszki, zalesioną w 15% powierzchni. Różnice wyraźnie uwidaczniają się w obliczonych średnich wartościach tych charakterystyk ośmiu analizowanych fal wezbraniowych (tab. 2). Jednostkowe przepływy maksymalne były przeciętnie 6 razy wyższe w Potaszce niż w Hutce. W Hutce wahały się one od 2,4 do 31,5 l/s-km<sup>2</sup> a w Potaszce od 20,9 do

Tabela 2

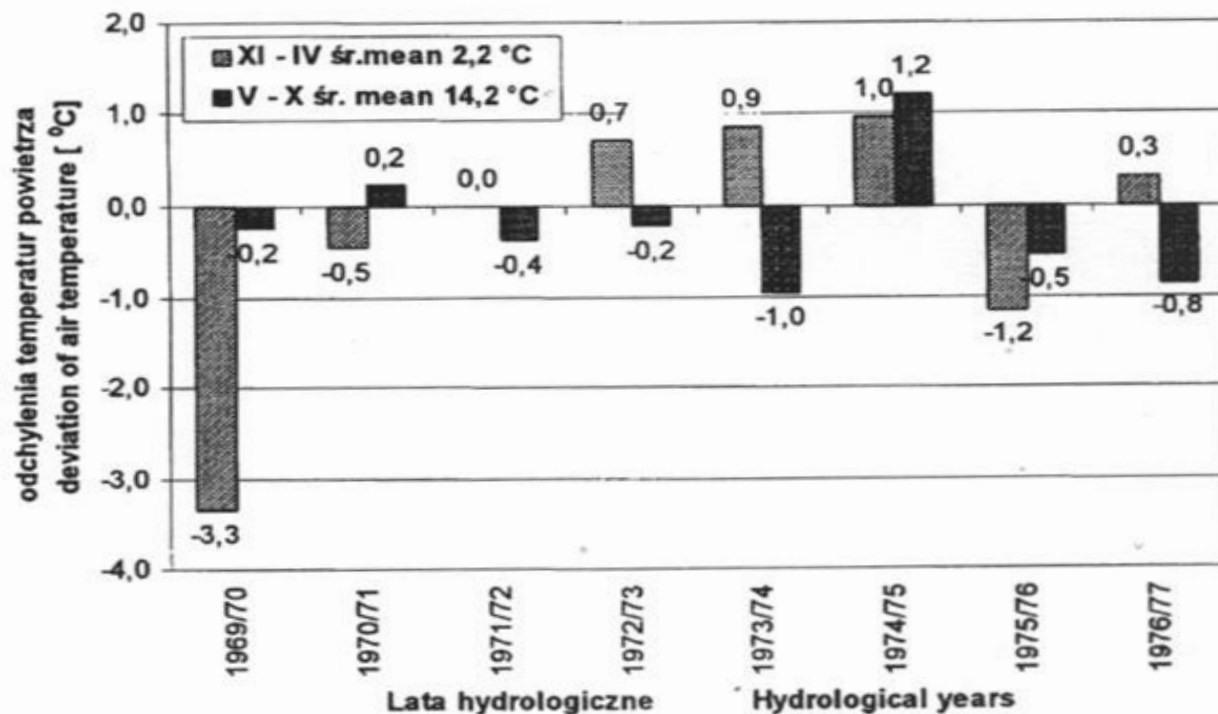
Parametry statystyczne opadów i odpływów ze zlewni Hutki i Potaszki  
 Statistical parameters of rainfalls and runoffs of the Hutka and the Potaszka river catchments

L.p. No	Opad atmosferyczny Precipitation				Fala wezbraniowa Flood routing									
	data wystąpienia date of precipitation		suma total mm	początek start		koniec end		maksimum maximum		czas trwania time of base length	wystąpienie kulinacji time of max	objętość volume $m^3/km^2$	współczynnik odpływu runoff to rainfall ratio	
	od from	do to		przebieg specific discharge $l/s \cdot km^2$	data date	przebieg specific discharge $l/s \cdot km^2$	data date	przebieg $l/s \cdot km^2$	data date					
1	Huta P.	10 V 1970	11 V 1970	8,90	2,26	11 V 1970 13 <sup>20</sup>	14 V 1970 4 <sup>20</sup>	5,04	9,63	13 V 1970 8 <sup>40</sup>	63	43,5	973,9	0,110
	Potasse	9 V 1970	10 V 1970	5,70	5,30	11 V 1970 15 <sup>00</sup>	13 V 1970 22 <sup>00</sup>	7,59	29,40	11 V 1970 22 <sup>00</sup>	55	7,0	3 306,9	0,580
2	Huta P.	27 VI 1971	2 VII 1971	63,40	1,15	26 VI 1971 6 <sup>00</sup>	8 VII 1971 24 <sup>00</sup>	1,15	4,60	3 VII 1971 6 <sup>00</sup>	258	98,0	1 163,8	0,020
	Potasse	27 VI 1971	2 VII 1971	55,10	1,88	26 VI 1971 19 <sup>00</sup>	6 VII 1971 17 <sup>00</sup>	2,48	21,05	2 VII 1971 19 <sup>30</sup>	190	72,5	2 1753,0	0,390
3	Huta P.	24 VII 1972	30 VII 1972	58,00	0,18	25 VII 1972 18 <sup>20</sup>	2 VIII 1972 23 <sup>00</sup>	0,40	2,38	29 VII 1972 23 <sup>00</sup>	191	100,0	354,7	0,006
	Potasse	24 VII 1972	29 VII 1972	36,90	1,50	27 VII 1972 21 <sup>00</sup>	1 VIII 1972 23 <sup>00</sup>	2,41	20,90	30 VII 1972 1 <sup>00</sup>	122	82,0	4 479,2	0,120
4	Huta P.	7 VI 1973	9 VI 1973	63,00	0,44	7 VI 1973 22 <sup>30</sup>	12 VI 1973 12 <sup>30</sup>	0,90	3,76	10 VI 1973 10 <sup>00</sup>	110	59,5	793,2	0,013
	Potasse	6 VI 1973	10 VI 1973	57,30	2,70	6 VI 1973 20 <sup>00</sup>	11 VI 1973 21 <sup>00</sup>	5,70	35,19	9 VI 1973 21 <sup>00</sup>	97	49,0	9 761,6	0,170
5	Huta P.	18 VII 1974	20 VII 1974	39,50	0,30	18 VII 1974 19 <sup>00</sup>	22 VII 1974 17 <sup>00</sup>	0,38	2,48	20 VII 1973 6 <sup>30</sup>	94	34,5	607,2	0,015
	Potasse	17 VII 1974	20 VII 1974	31,20	3,23	18 VII 1974 12 <sup>00</sup>	21 VII 1974 22 <sup>00</sup>	16,73	75,49	20 VII 1974 12 <sup>30</sup>	82	48,5	6 999,7	0,220
6	Huta P.	31 VII 1975	1 VIII 1975	40,20	0,30	1 VIII 1975 15 <sup>00</sup>	4 VIII 1975 10 <sup>00</sup>	0,46	3,38	1 VIII 1975 20 <sup>30</sup>	67	5,5	508,8	0,013
	Potasse	31 VII 1975	1 VIII 1975	14,50	11,90	1 VIII 1975 15 <sup>00</sup>	3 VIII 1975 22 <sup>00</sup>	11,90	38,85	1 VIII 1975 20 <sup>30</sup>	55	5,5	3 131,8	0,220
7	Huta P.	19 VII 1976	24 VII 1976	143,90	0,07	20 VII 1976 11 <sup>00</sup>	27 VII 1976 14 <sup>00</sup>	0,16	2,48	24 VII 1976 12 <sup>00</sup>	171	96,0	632,2	0,004
	Potasse	19 VII 1976	25 VII 1976	98,30	1,50	20 VII 1976 9 <sup>00</sup>	26 VII 1976 2 <sup>00</sup>	5,56	39,02	24 VII 1976 12 <sup>00</sup>	185	100,0	15 047,3	0,150
8	Huta P.	19 V 1977	22 V 1977	111,10	1,00	20 V 1977 3 <sup>00</sup>	25 V 1977 16 <sup>00</sup>	3,88	31,52	21 V 1977 7 <sup>00</sup>	135	28,0	8 655,1	0,080
	Potasse	19 V 1977	20 V 1977	64,40	6,16	20 V 1977 3 <sup>00</sup>	23 V 1977 23 <sup>00</sup>	10,45	124,89	21 V 1977 3 <sup>00</sup>	92	24,0	56 504,0	0,880
Srednia Mean	Huta P. Potasse	- -	- -	528,00 363,40	0,71 4,27	- -	- -	1,47 7,85	7,53 48,17	- -	136 110	58,0 45,0	1 698,6 15 122,9	0,033 0,341



Ryc. 1. Odchylenia od średnich wieloletnich opadów atmosferycznych w półroczach zimowych i letnich

Fig. 1. Deviation from multi-yearly of amounts of precipitation in winter and summer half-years



Ryc. 2. Odchylenia od średnich temperatur powietrza z wielolecia od 1969/70 do 1979/80 i od 1987/88 do 1997/98 w półroczach zimowych i letnich

Fig. 2. Deviation from multi-yearly means of air temperature in winter and summer half-years



124,9 l/s·km<sup>2</sup>. Również średnio dziewięciokrotnie były wyższe, w przeliczeniu na 1 km<sup>2</sup> zlewni, objętości fal wezbraniowych obserwowane w Potaszcze w stosunku do objętości fal wezbraniowych w Hutce. Średnio dziesięciokrotnie był większy współczynnik odpływu ze zlewni Potaszkki w stosunku do Hutki. Współczynniki odpływu fal wezbraniowych ze zlewni Hutki wahały się od 0,004 do 0,11, a ze zlewni Potaszkki 0,12 do 0,88. Niskie współczynniki odpływu fal wezbraniowych wiązały się z poprzedzającą okres opadowy suszą, o czym świadczą przepływy jednostkowe u podstawy fali wezbraniowej (tab. 2, rok 1971/72, 1975/76), które były najniższe z obserwowanych 8 fal (Hutka 0,18 i 0,07 l/s·km<sup>2</sup>, Potaszka 1,5 l/s·km<sup>2</sup>). Najwyższe współczynniki odpływu w obu zlewniach wystąpiły w latach 1969/70 i 1976/77. Dla zlewni Hutki wynosiły one odpowiednio 0,11 i 0,08, a dla zlewni Potaszkki 0,58 i 0,88. W obu tych latach fale wezbraniowe wystąpiły na początku półrocza hydrologicznego w maju, po półroczach zimowych, w których suma opadów była znacznie powyżej średniej. W 1969/70 roku wezbranie wystąpiło po kilkumilimetrowych opadach, lecz było poprzedzone wysoką falą wezbraniową przy końcu półrocza zimowego w kwietniu oraz wysokimi opadami półrocza zimowego. Można też stwierdzić, że duże zdolności retencyjne zlewni Hutki wpływały na wydłużenie czasów trwania podwyższonych przepływów przy opadaniu fali wezbraniowej oraz opóźnieniu wystąpienia kulminacji. Średnio czas trwania fali wezbraniowej w Hutce wynosił 136 h, a w Potaszcze 110 h, przy wahaniami się tych czasów od 63 do 258 h dla Hutki i od 55 do 190 h dla Potaszkki. Podobnie wystąpienie kulminacji wezbrania występowało w Hutce średnio po 58 h, a w Potaszcze po 45 h. Jedynie w 1976 roku czas trwania fali wezbraniowej Hutki był krótszy niż Potaszkki, lecz można to wiązać z tym, że w zlewni Potaszkki deszcz trwał o dobę dłużej. Również kulminacja fali wezbraniowej wystąpiła w tym roku o 4 h wcześniej w Hutce niż w Potaszcze. Z analizy charakterystyk fal wezbraniowych zawartych w tabeli 2 wynika też, że jednostkowe przepływy początkowe u podstawy fal wezbraniowych były średnio o 6 razy, a końcowe 5 razy, niższe w Hutce niż w Potaszcze.

Wynikające z badań wyraźnie większe zdolności retencyjnych zlewni o większej lesistości pokrywają w dużej mierze większe parowanie terenowe lasów, lecz również wpływają na zmniejszenie amplitud wahań przepływów.

Wyniki badań w tych zlewniach w latach 1969/70 do 1971/72 wykazały, że roczne współczynniki odpływu ze zlewni Potaszkki były w roku średnim 3-krotnie, a w roku suchym 6-krotnie wyższe niż w zlewni Hutki. Minimalne roczne przepływy jednostkowe były jednak zbliżone do siebie (Kosturkiewicz 1976). W pracy stwierdzono też, że w trzech kolejnych latach sumy rocznych opadów były wyższe w zlewni Hutki położonej w środku kompleksu leśnego. Jak widać z tabeli 2 w przypadku deszczy ulewnych, które spowodowały wezbrania w każdym z ośmiu lat opady te w zlewni Hutki były też wyższe, średnio w badanych 8 latach były one wyższe o około 30%.

## Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone 8-letnie badania maksymalnych letnich wezbrań deszczowych, w dwóch mikrozewniach o 15-procentowej i 89-procentowej lesistości, wykazały duże zdolności retencyjne w zlewni w większości zalesionej. Mimo większych opadów powodujących wezbrania w zlewni o lesistości 89-procentowej zarówno przepływy maksymalne, jak i objętości oraz współczynniki odpływów fal wezbraniowych były znacznie mniejsze niż w zlewni o lesistości 15%. W badanych latach i okresach stwierdzono również występowanie większych opadów na terenach leśnych niż na terenach przylegających do lasu.

1. Maksymalne przepływy jednostkowe w okresie wezbrań były średnio ok. 6 razy mniejsze w zlewni o dużej lesistości, objętości fal wezbraniowych średnio 10 razy mniejsze i współczynniki odpływu tych fal również średnio 10 razy mniejsze niż w zlewni o małej lesistości.

2. Średni czas trwania wezbrań i termin wystąpienia kulminacji wezbrań był w okresie badań około 20% dłuższy w zlewni o większej lesistości.

3. Opady powodujące wezbrania były średnio o ok. 30% wyższe w zlewni o dużej lesistości położonej w środku kompleksu leśnego niż w zlewni położonej na zachodnim krańcu tego kompleksu.

## Literatura

- Charakterystyka klimatu i regionalizacja klimatyczna Polski (1975). Red. W. Wiszniewski, W. Chelchowski. WKŁ, Warszawa.
- Ciepielowski A., Tyszka J. (1992): Wykorzystanie cech lasu do opisu matematycznego odpływu ze zlewni. Pr. Inst. Bad. Leśn. Ser. B: 155-163.
- Dobija A., Dynowska I. (1975): Znaczenie parametrów fizjograficznych zlewni dla ustalenia wielkości odpływu rzeczno. Fol. Geogr. Ser. Geogr.-Phys. 9: 77-129.
- Kondracki J. (1994): Geografia Polski. Mezoregiony fizycznogeograficzne. PWN, Warszawa.
- Kosturkiewicz A. (1976): Zmienność odpływów z małych zlewni o różnym stopniu lesistości. Pr. Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. PTPN, 17: 67-73.
- Kucharska K., Tyszka J., Ciepielowski A. (1984): Rola lasu w wyrównaniu odpływu z małych zlewni w północno-wschodniej Polsce. Gosp. Wod. 4: 107-110.
- Miler A. (1998): Modelowanie obszarowych zmienności różnych miar retencji. Wyd. AR, Poznań.
- Plan urządzenia lasu Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka Akademii Rolniczej w Poznaniu, na okres 01.01.1994-31.12.2003 (1994). Maszyn.
- Szymański J. (1968): Wpływ lasów, wód i bagien na wysokość opadów na obszarze Zachodniej Polski. Wyd. AR, Wrocław.
- Tyszka J. (1985): Hydrologicznie użyteczne funkcje lasu. Gosp. Wod. 7: 158-159.

THE FLOOD ROUTING FROM RAIN  
IN MICRO-CATCHMENTS OF DIFFERENTIATE LAND UTILIZATION  
BASED ON FORESTED CATCHMENT THE HUTKA  
AND ARABLE USED CATCHMENT THE POTASZKA

S u m m a r y

The main aim of this research work was evaluation of parameters of a floods routing from a rain. In the paper calculations carried out on the basis of own field investigations in the Hutka and the Potaszka micro-catchments during period 1970-1977 were presented. It was found that volumes and maximums of runoff and also runoff to rainfall ratios were significantly smaller in forested micro-catchment Hutka than in arable utilized micro-catchment Potaszka. The results of calculations pointed out that afforestation is the main factor relating to water storage capacities in small lowland catchments.