

Ocena wybranych składników bilansów wodnych małych zlewni leśnych o zróżnicowanych warunkach siedliskowych¹

*Rafał Stasik, Czesław Szafrąski, Daniel Liberacki, Mariusz Korytowski
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań*

1. Wstęp

Potrzeba jak najlepszego wykorzystania zasobów wodnych zlewni Wielkopolski, wynika z faktu, że region ten zaliczany jest do najbardziej deficytowych w wodę obszarów kraju [6]. Dodatkowo deficyt ten ulega stopniowemu pogłębianiu, gdy roczna suma opadów nie przekracza 500 mm [2]. Poprawa uwilgotnienia siedlisk jest jednym z celów tzw. małej retencji ujętych w „Zasadach planowania i realizacji małej retencji w Lasach Państwowych” [7]. Może ona być realizowana między innymi poprzez regulowany odpływ w zmeliorowanych zlewniach leśnych i przez to lepsze wykorzystanie naturalnych zdolności retencyjnych gleb tych zlewni [1, 5].

W celu ograniczenia wielkości odpływów i wykorzystania zretencjonowanej wody w małych zlewniach dla maksymalnej produktywności powierzchni leśnych, potrzebna jest dobra znajomość struktury bilansu tych zlewni w zróżnicowanych warunkach siedliskowych.

2. Materiały i metody

Celem pracy jest analiza wybranych składników bilansów wodnych w małych zlewniach leśnych o zróżnicowanych warunkach siedliskowych położonych na obszarze Wielkopolski. W pracy wykorzystano wyniki badań

¹ Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2005-2007 jako projekt badawczy nr 2P06507928.

i obserwacji terenowych z lat hydrologicznych 2001, 2002 i 2005. Za główne kryterium doboru lat hydrologicznych przyjęto zróżnicowanie rocznych sum opadów atmosferycznych. Badania prowadzono w dwóch zlewniach: cieku Hutka i rowu G-8, oddalonych od siebie o około 250 km. Zlewnia rowu G-8 położona jest w południowej części Wielkopolski i leży w lasach należących do Leśnego Zakładu Doświadczalnego (LZD) Siemianice Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Zlewnia Hutki położona jest natomiast w centralnej części Puszczy Zielonki znajdującej się około 20 km na południowy wschód od Poznania.

Badania i obserwacje terenowe prowadzone w analizowanych zlewniach obejmowały:

- ciągłą, limnigraficzną rejestrację stanów wody na przelewach trójkątnych Thompsona, zlokalizowanych w przekrojach zamykających badane zlewnie,
- pomiary opadów atmosferycznych deszczomierzem Hellmanna
- systematyczne pomiary stanów wód gruntowych w studzienkach usytuowanych w przekrojach przechodzących przez typowe siedliska leśne, prowadzone z częstotliwością 1 raz na dwa tygodnie
- wykonanie odkrywek glebowych i pobieranie próbek celem oznaczenia uwilgotnienia wierzchnich warstw gleb metodą suszarkowo-wagową na początku i końcu półroczy hydrologicznych.

Zmiany retencji w wierzchnich warstwach gleb omawianych zlewni obliczono na podstawie głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej na początku i końcu półroczy hydrologicznych oraz na podstawie zmian uwilgotnienia gleb w strefie aeracji.

W pracy wykorzystano także wyniki pomiarów ze stacji meteorologicznej Arboretum-Zielonka oraz posterunku opadowego LZD Siemianice. Wykorzystano także dane z map glebowo-siedliskowych zawarte w Operacie glebowo-siedliskowym LZD Siemianice [3] oraz w Operacie glebowym Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka [4].

3. Wyniki i dyskusja

Obie analizowane zlewnie można zaliczyć do małych zlewni nizinnych. Powierzchnia zlewni rowu G-8 wynosi 0,32 km² i jest w 100% zalesiona, natomiast powierzchnia zlewni Hutki wynosi 0,52 km² i jest zalesiona w 89% (tab. 1). Pozostałe 11% powierzchni zajmują tu głównie zabagnienia i nieużytki.

Powierzchnię zlewni rowu G-8 w 63% stanowią siedliska bagienne i wilgotne, charakteryzujące się wysokim poziomem zalegania wód gruntowych i najczęściej niewielką rezerwą retencji. Natomiast w zlewni ciek Hutka dominują siedliska świeże stanowiące aż 93% powierzchni leśnej tej zlewni. Zlewnia rowu G-8 charakteryzuje się bardzo nieznacznymi spadkami terenu. Spadek podłużny wynosi tu 2,3‰ zaś średni spadek zlewni 2,8‰. Zlewnia Hutka ma typowy charakter młodogłacjalny, z urozmaiconą rzeźbią i licznymi wzniesieniami i deniwelacjami. Spadek podłużny tej zlewni wynosi 1,1‰, a średni spadek 10,0‰.

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki badanych zlewni

Table 1. Base characteristics of investigated catchments

Zlewnia Catchment	Powierzchnia Area	Lesistość Woodiness	Udział siedlisk w powierzchni zalesionej Forest habitats participation in woodiness area			Spadek zlewni	
			Bagienne Swampy	Wilgotne Moist	Świeże Fresh	Podłużny Oblong	Średni Average
-	km ²	[%]	[%]			[%]	
G-8	0,32	100	16	47	37	2,3	2,8
Hutka	0,52	89	4	3	93	1,1	10,0

W pokrywie glebowej zlewni ciek Hutka dominują gleby słabo zbielcowane (89%), zaś pozostałą część stanowią gleby bagienne, w tym gleby torfowe i murszowe, zajmujące odpowiednio 9,5% i 0,7% powierzchni zlewni. Materiałami macierzystymi gleb na obszarze zlewni ciek Hutka są piaski i gliny zwałowe oraz piaski sandrowe. Pokrywa glebowa zlewni rowu G-8 jest znacznie bardziej urozmaicona. Na powierzchni 8,22 ha występują tu gleby glejbielicowe (25,7%), płowe opadowo – glejowe, których powierzchnia wynosi 6,91 ha (21,6%), a gleby murszaste na obszarze tym zajmują 4,67 ha (14,6%). Pozostałe 38,1% (12,19 ha) powierzchni zajmują: gleby bielcowe właściwe 11,3%, gleby mineralno–murszowe 9,8%, gleby murszowate właściwe 8,7%, gleby glejbielicowe murszaste 6,5% i gleby opadowo – glejowe właściwe 1,8%. Gleby te zbudowane są głównie z piasków, piasków gliniastych, glin lekkich i piasków pylastych.

Pierwszy analizowany rok hydrologiczny 2001 (XI-X) charakteryzował się najwyższymi sumami opadów atmosferycznych (tab. 2). W zlewni rowu G-8 roczna suma opadów wyniosła 689 mm i była wyższa od średniej z wielolecia dla tego okresu o 118 mm.

Prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy opadów wynosi około 1 raz na 6 lat. W zlewni ciek Hutka suma ta wyniosła 708 mm i była o 166 mm

wyższa od średniej z wielolecia, a prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy wynosi 1 raz na 10 lat. W obu zlewniach szczególnie wysokie były sumy opadów atmosferycznych w półroczu letnim (V-X), w którym wyniosły one 462 mm w zlewni rowu G-8 i 436 mm w zlewni Hutka. Były one wyższe od średnich z wielolecia dla tych okresów odpowiednio o 98 i 105 mm, a ich prawdopodobieństwo wystąpienia wraz z wyższymi wynosi odpowiednio 1 raz na 5 lat i 1 raz na 6 lat. Pod względem średnich temperatur powietrza rok hydrologiczny 2001 był w obu zlewniach cieplejszy od przeciętnego o 1,2°C (tab. 3). W zlewni rowu G-8 szczególnie cieplejsze o 1,6 °C od średniego było półrocze zimowe (XI-IV).

Tabela 2. Półroczne i roczne sumy opadów atmosferycznych (s) w latach hydrologicznych 2001, 2002 i 2005 w zlewni ciekut Hutka i zlewni rowu G-8 oraz ich odchylenia (d) od średnich z wielolecia

Table 2. Half-year and annual precipitation sums (s) at Hutka and G-8 catchment in 2001, 2002 and 2005 hydrological years and their deviations (d) from multiyear average

Zlewnia Catchment		2001			2002			2005		
		XI-IV	V-X	XI-X	XI-IV	V-X	XI-X	XI-IV	V-X	XI-X
G-8	s	227	462	689	213	325	538	223	238	461
	d	+20	+98	+118	+6	-39	-33	+16	-126	-110
Hutka	s	272	436	708	231	339	570	243	292	535
	d	+61	+105	+166	+20	+8	+28	+32	-39	-7

Tabela 3. Półroczne i roczne średnie temperatury powietrza (s) w latach hydrologicznych 2001, 2002 i 2005 w zlewni ciekut Hutka i zlewni rowu G-8 oraz ich odchylenia (d) od średnich z wielolecia

Table 3. Half-year and annual air temperature (s) at Hutka and G-8 catchment in 2001, 2002 and 2005 hydrological years and their deviations (d) from multiyear average

Zlewnia Catchment		2001			2002			2005		
		XI-IV	V-X	XI-X	XI-IV	V-X	XI-X	XI-IV	V-X	XI-X
G-8	s	4,1	16,3	10,2	2,1	15,5	8,8	0,9	16,3	8,6
	d	+1,6	+0,8	+1,2	-0,4	0,0	-0,2	-1,6	+0,8	-0,4
Hutka	s	3,6	15,9	9,7	1,8	16,4	9,1	2,7	14,9	8,8
	d	+1,2	+1,2	+1,2	-0,6	+1,7	+0,6	+0,3	+0,2	+0,3

W roku hydrologicznym 2002 sumy opadów atmosferycznych w zlewni rowu G-8 i Hutka wyniosły odpowiednio 538 i 570 mm i były pod względem sum opadów zbliżone do średnich z wielolecia. Średnie temperatury powietrza w tym roku były również zbliżone do wartości średnich z wielolecia w obu

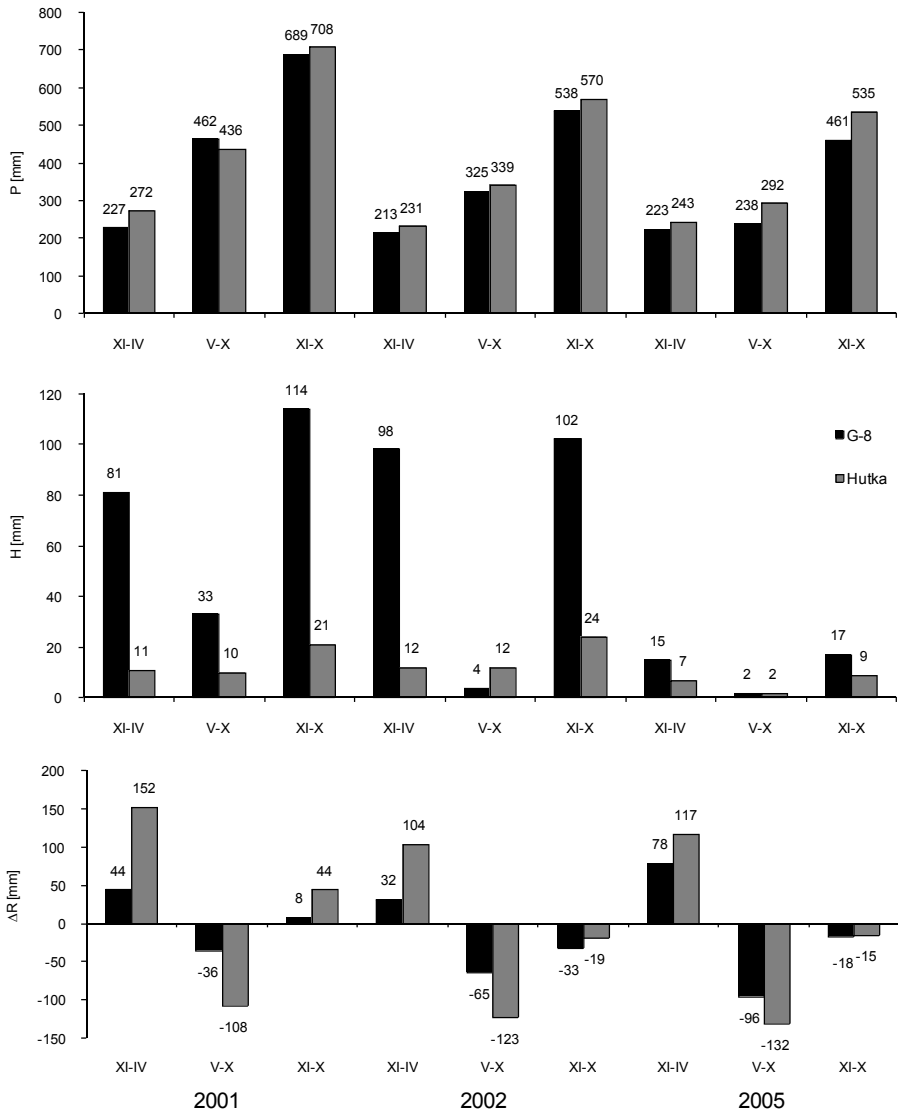
zlewniach, przy czym w zlewni cieką Hutka, rok ten był nieco cieplejszy. Wpływ na to miało przede wszystkim wyraźnie cieplejsze od średniego, o $1,7^{\circ}\text{C}$ półrocze letnie.

Najniższe sumy opadów atmosferycznych w obu zlewniach zaobserwowano w roku hydrologicznym 2005. W zlewni G-8 suma rocznego opadu wyniosła jedynie 461 mm i była niższa od średniej z wielolecia aż o 110 mm. Prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy wraz z niższymi wynosi około 1 raz na 5 lat. Rok ten można zatem uznać za suchy. Szczególnie suche w zlewni G-8 było półrocze letnie, w którym suma opadów wyniosła 238 mm i była niższa od średniej z wielolecia dla tego okresu aż o 126 mm. Prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy opadów wraz z niższymi wynosi około 1 raz na 13 lat.

Suma opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 2005 w zlewni Hutka była nieco wyższa (535 mm) i zbliżona do średniej z wielolecia, co pozwala zaliczyć ten rok do przeciętnych. Rok hydrologiczny 2005 w zlewni rowu G-8 był pod względem średniej rocznej temperatury powietrza nieco chłodniejszy od przeciętnego ($-0,4^{\circ}\text{C}$), a w zlewni cieką Hutka był on cieplejszy o $+0,3^{\circ}\text{C}$. Szczególnie chłodne było półrocze zimowe tego roku w zlewni rowu G-8. Średnia temperatura tego półrocza wyniosła $0,9^{\circ}\text{C}$ i była niższa od średniej z wielolecia dla tego okresu o $-1,6^{\circ}\text{C}$ (tab. 3).

Na rysunku 1 przedstawione zostały na tle sum opadów atmosferycznych wskaźniki odpływu oraz przyrosty retencji w obu badanych zlewniach w poszczególnych półroczach analizowanych lat hydrologicznych. W półroczu zimowym roku hydrologicznego 2001 wskaźnik odpływu ze zlewni rowu G-8 wyniósł 81 mm i był prawie 8-krotnie wyższy od wskaźnika odpływu ze zlewni cieką Hutka (11 mm). Jak widać z zamieszczonych danych znaczna część opadów została zmagazynowana w tym okresie w zlewni cieką Hutka w postaci retencji glebowej. Przyrost retencji w tej zlewni wyniósł w półroczu zimowym 152 mm, podczas gdy w zlewni rowu G-8, w której dominują siedliska bagienne i wilgotne mające niewielką rezerwę retencji, przyrost wyniósł jedynie 44 mm.

W półroczu letnim, mimo znacznych sum opadów atmosferycznych, wskaźnik odpływu ze zlewni rowu G-8 wyniósł 33 mm i był niemal dwupółkrotnie niższy w porównaniu ze wskaźnikiem dla półrocza zimowego. W zlewni cieką Hutka wskaźnik odpływu z półrocza letniego był natomiast zbliżony do wartości z półrocza zimowego i wyniósł 10 mm. Jak widać z danych przedstawionych na rysunku 1 w okresie tym zaobserwowano zmniejszenie retencji, które wyniosły w zlewni rowu G-8 36 mm i 108 mm w zlewni cieką Hutka. Dane te potwierdzają, że w półroczu letnim opady atmosferyczne są głównie zużywane w procesie ewapotranspiracji drzewostanów.



Rys. 1. Sumy opadów atmosferycznych (P), wskaźniki odpływów (H) oraz zmiany retencji (ΔR) w zlewni cieków Hutka i rowu G-8 w zimowych (XI-IV) i letnich (V-X) półroczach oraz latach hydrologicznych (XI-X) 2001, 2002 i 2005.

Fig. 1. Precipitation sums (P), runoff indices (H) and retention changes (ΔR) at Hutka and G-8 ditch catchments in winter and summer half-years of hydrological years 2001, 2002 and 2005.

W półroczu zimowym roku hydrologicznego 2002 zaobserwowano również zróżnicowanie wielkości wskaźników odpływów w obu badanych zlewniach (Rys. 1). W zlewni rowu G-8 wskaźnik odpływu wyniósł 98 mm, zaś w zlewni ciek Hutka tylko 12 mm. Także zmiany retencji w tym okresie były podobne do zmian z analogicznego okresu poprzedniego roku. W półroczu letnim 2002 roku wskaźniki odpływów były wyraźnie mniejsze i wyniosły odpowiednio 4 mm i 12 mm. W okresie tym nastąpiło także wyraźne zmniejszenie retencji, które w zlewni rowu G-8 wyniosło 65 mm, a w zlewni ciek Hutka 123 mm.

Najniższe wartości wskaźnika odpływów w badanych zlewniach zaobserwowano w roku hydrologicznym 2005. W zlewni rowu G-8 wskaźnik odpływu w półroczu zimowym wyniósł zaledwie 15 mm, podczas gdy we wcześniej omawianych półroczach zimowych był znacznie wyższy i osiągnął wartość 81 mm (2001) i 98 mm (2002). Przy dość wysokiej sumie opadów atmosferycznych (223 mm) w półroczu zimowym roku 2005 w zlewni rowu G-8 niski wskaźnik odpływu był spowodowany znacznie niższą (o 1,6°C) od średniej z wielolecia temperaturą powietrza (tab. 3).

W niewielkich ciekach w których obserwuje się nieznaczne przepływy tak niskie temperatury powietrza powodują bowiem długie okresy występowania pokrywy lodowej i całkowite zamarzanie ciek. Jak wykazały badania znaczna część wody opadowej została w tym półroczu zgromadzona w postaci retencji glebowej (rys. 1). Przyrosty retencji w półroczu zimowym 2005 wyniosły dla zlewni rowu G-8 i ciek Hutka odpowiednio 78 i 117 mm. Niskie wartości odpływów i znaczny przyrost retencji w tym półroczu mógł być również spowodowany znacznymi ubytkami retencji w suchym półroczu letnim roku hydrologicznego 2004. Natomiast w półroczu letnim 2005 odpływy z obu badanych zlewni były najmniejsze i wyniosły 2 mm. Spowodowane to było bardzo niskimi sumami opadów w tym półroczu. W okresie tym zaobserwowano także najwyższe zmniejszenia retencji, które w zlewni rowu G-8 wyniosły 96 mm, a w zlewni ciek Hutka 132 mm.

4. Wnioski

1. Stwierdzono, że poza przebiegiem warunków meteorologicznych, istotny wpływ na wielkości odpływu i zmiany retencji w badanych latach hydrologicznych mają rodzaje siedlisk leśnych.
2. Najwyższe wskaźniki odpływu wystąpiły w półroczach zimowych w zlewni rowu G-8 i wahały się od 15 mm w 2005 roku do 98 mm w 2002 roku. Były one nawet kilkakrotnie wyższe od odpływów ze zlewni ciek Hutka, które w tym półroczu osiągnęły wartości od 7 mm (2005 r.) do 12 mm (2002 r.).

3. W półroczach letnich w zlewni rowu G-8 wartości odpływów były wyraźniej, nawet kilkakrotnie niższe w porównaniu ze wskaźnikami odpływów w półroczach zimowych. Natomiast w zlewni ciekut Hutka wskaźniki odpływów w tych półroczach były bardziej wyrównane.
4. W zlewni ciekut Hutka obserwowane zmiany retencji były znacznie większe w porównaniu ze zmianami retencji w zlewni rowu G-8. Na wielkości zmian retencji i wskaźnika odpływów w obu zlewniach ma istotny wpływ zróżnicowanie siedliskowych typów lasu. Duże zdolności retencyjne i 93% udziału siedlisk świeżych w powierzchni zlewni ciekut Hutka, wpływają na wyraźne wyrównanie odpływów zarówno pomiędzy poszczególnymi latami hydrologicznymi, jak i w poszczególnych półroczach.
5. Badania potwierdziły, że w półroczach letnich dominującą rolę w bilansach wodnych omawianych zlewni odgrywa parowanie terenowe. Świadczą o tym niższe wskaźniki odpływów w półroczach letnich w porównaniu z półroczami zimowym oraz spadki retencji.

Literatura

1. **Kosturkiewicz A., Korytowski M., Stasik R., Szafrąński Cz.:** *Amplitudy wahań wody gruntowej w glebach siedlisk leśnych jako wskaźnik ich zdolności retencyjnych.* Roczniki AR w Poznaniu, Melior. i Inż. Środ. t. 338, z. 22, Poznań: 55-64, 2002.
2. **Kowalczak P.:** *Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w dorzeczu Warty.* Wyd. Nauk. IMiGW Warszawa 2001.
3. *Operat glebowo siedliskowy i fitosocjologiczny LZD Siemianice.* Zakład Usług Ekologicznych i Urzędzeniowo Leśnych Poznań. 1999.
4. *Operat glebowy Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka (Aneks Glebowy Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka, stan na 01.10.1973).* Wyższa Szkoła Rolnicza w Poznaniu, Leśny Zakład Doświadczalny Murowana Goślina 1973.
5. **Stasik R., Szafrąński Cz., Korytowski M., Liberacki D.:** *Próba oceny możliwości zwiększenia retencji wody w glebach wybranych siedlisk leśnych.* Roczniki UP we Wrocławiu, praca w druku.
6. **Szafrąński Cz.:** *Zasoby wodne Polski i ich ochrona. W monografii: Zasoby przyrodnicze szansą zrównoważonego rozwoju.* Red. J. Nowacki Wyd. AR w Poznaniu, 67-77, 2007.
7. *Zasady planowania i realizacji zasad małej retencji w lasach państwowych.* Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych. Biuro Studiów i Projektów Leśnictwa Bioproplas., 25 ss. 1997.

Evaluation of Selected Water Balance Components in Two Small Lowland Catchments of Different Forest Habitats

Abstract

The need of the best utilization of water resources of catchments in Wielkopolska, results from the fact that region this is numbered to the most water scarce areas of Poland [6]. In addition this deficit is gradually deepening, when the annual sum of precipitation does not exceed 500 mm [2]. Improvement of water reserves in habitats is one of aims of so-called small retention presented in „Principles of planning and realization of small retention in Polish State Forests” [7]. It may be realized among others through regulated runoff in meliorated forest catchments and by that better utilization of the natural retention abilities of the soils of these catchments [1, 5].

In order to limit the size of runoffs and utilize retention water in small catchments for maximum productivity of forest areas, good acquaintance of the balance structure of these catchments in diverse habitat conditions is necessary.

The aim of investigations presented in this paper is analysis of selected components of water balances in small forest catchments with diverse habitat conditions, located in the area of Wielkopolska. Results of investigations and field observations from hydrological years 2001, 2002 and 2005 were used in investigations. Variation of the annual sums of precipitations was accepted as the main criterion for selection of hydrological years. Investigations were carried out in two catchments: watercourse Hutka and ditch G-8, distant from each other about 250 km. Catchment of ditch G-8 is located in the south part of Wielkopolska in forests belonging to Forest Experimental Institution Siemianice (LZD) of Poznan University of Life Sciences. Catchment of Hutka is located in central part of Puszcza Zielonka about 20 km south east from Poznan.

Carried out investigations of two small lowland catchment indicate significant impact of meteorological conditions as well as forest habitats on runoff index, retention changes in analyzed hydrological years. Runoff indicators from G-8 catchment were several times higher than indicators from Hutka catchment in winter half-years. Runoff index in G-8 was significantly, even several times smaller, in summer half-years than runoffs in winter half-years. Runoff indicators were significantly leveled at Hutka. The water retention changes observed at Hutka catchment were significantly higher than retention changes at G-8 catchment.

Investigations confirmed, that in summer half-years the predominant role in water balances discussed catchments has field evaporation. Lower runoff indices in summer half-years in comparison with winter half-years the winter and decrease of retention prove that fact.

