



Kształtowanie się zasobów wodnych w małych zlewniach leśnych na obszarze Wielkopolski

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

1. Wstęp

Jak wykazały wyniki wieloletnich badań las odgrywa istotną rolę w kształtowaniu gospodarki wodnej zlewni, zmniejszając amplitudę odpływu i sprzyjając zwiększeniu ilości opadów na danym terenie, lepiej retencjonując wodę pochodzącą ze śniegu i ulewnych deszczy. Dzięki temu ograniczeniu ulegają sploty powierzchniowe, a także splot wielkich wód wiosennych [1, 2, 5, 7, 11]. Zasadniczym elementem wpływającym na kształtowanie się zasobów wodnych w lasach są zdolności retencyjne siedlisk leśnych. To właśnie proces retencjonowania wody jest czynnikiem decydującym o zrównoważonych stosunkach hydrologicznych, mającym ważne znaczenie dla lasu-formacji roślinnej o długim cyklu rozwoju [14, 15].

Obszary o niewystarczających zasobach wodnych obejmują około 60% powierzchni Polski [7]. Do obszarów o zdecydowanie niekorzystnym bilansie wodnym, charakteryzującym się znacznym niedoborem

opadów, zaliczyć można Wielkopolskę [13]. Deficyt ten pogłębia się zwłaszcza w latach w których suma opadów nie przekracza 500 mm. Zatem szczególnie w tym regionie niezwykle ważna jest analiza gospodarki wodnej oraz racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi.

Według dokumentu „Zasady planowania i realizacji małej retencji w Lasach Państwowych” [16] jednym z celów małej retencji w lasach jest poprawa uwilgotnienia siedlisk poprzez podniesienie lustra wody gruntowej na terenach bezpośrednio przyległych do zbiornika lub urządzenia piętrzącego. Do małej retencji zalicza się w lasach, poza budową niewielkich zbiorników wodnych, także podpiętrzanie wód w kanałach i rowach. Ponadto w dokumencie tym za niekorzystne uważa się budowanie dużych zbiorników retencyjnych w lasach. Ich budowa wiązałaby się bowiem z koniecznością wylesień, a tym samym zamianą retencji naturalnej na sztuczną, co byłoby zaprzeczeniem ekologizacji gospodarki leśnej. Możliwości zwiększenia retencji, poprzez wykonanie prostych urządzeń piętrzących istnieją przede wszystkim na obszarach zlewni zmeliorowanych. Ocena potencjalnych możliwości lepszego wykorzystania zdolności retencyjnych gleb siedlisk leśnych w takich zlewniach, wymaga jednak przeprowadzenia odpowiednich badań.

2. Cel i metodyka

Celem pracy jest ocena kształtowania się zasobów wodnych w małych zlewniach leśnych położonych na obszarze Wielkopolski.

Podstawę pracy stanowią wyniki badań i obserwacji terenowych przeprowadzonych w ramach projektu badawczego nr 2P06S07928 pt.: „Wpływ zdolności retencyjnych siedlisk leśnych na kształtowanie się zasobów wodnych w małych zlewniach na obszarze Wielkopolski”. Badania te prowadzono w trzech małych zlewniach leśnych zlokalizowanych na obszarze Wielkopolski w Leśnych Zakładach Doświadczalnych (LZD) Siemianice i Zielonka Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Zlewnie rowu G i G-8 położone są w leśnictwie Marianka należącym do LZD Siemianice w odległości ok. 200 km na południe od Poznania. Trzecia badana zlewnia leśna, zlewnia cieku Hutka, położona jest w Puszczy Zielonka ok. 20 km na północny wschód od Poznania. Podstawowe badania i obserwacje terenowe prowadzone na obszarach tych zlewni w latach hydrologicznych 2005÷2007 obejmowały:

- ciągłą, limnigraficzną rejestrację stanów wody w korycie Parshalla i na przelewach trójkątnych Thompsona w przekrojach zamykających badane zlewnie rowów G, G-8 i ciekę Hutka,
- systematyczne pomiary stanów wody w rowie G i G-8 i w ciekę Hutka w charakterystycznych przekrojach badawczych zlewni, prowadzone z częstotliwością jeden raz w ciągu dwóch tygodni,
- systematyczne, z częstotliwością jeden raz na dwa tygodnie pomiary stanów wód gruntowych w studzienkach zlokalizowanych w miejscach reprezentatywnych dla poszczególnych typów siedliskowych lasu,
- wykonanie odkrywek glebowych i pobranie próbek celem określenia uwilgotnienia wierzchnich warstw gleb metodą suszarkowo-wagową, wykonywane na początku i końcu półroczy hydrologicznych,
- pomiary uwilgotnienia wierzchnich warstw gleb sondą profilową, wykonywane na początku i końcu półroczy hydrologicznych,
- pomiary opadów atmosferycznych deszczomierzem Hellmanna zlokalizowanym w leśnictwie Marianka.

W pracy wykorzystano także wyniki pomiarów ze stacji meteorologicznej Arboretum-Zielonka oraz Stacji Meteorologicznej LZD Siemianice. Wykorzystano także dane z Planu urządzenia lasu Nadleśnictwa Doświadczalnego Siemianice [10], map glebowo-siedliskowych zawarte w Operacie glebowo siedliskowym LZD Siemianice [8] oraz w Operacie glebowym Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka [9]. Całkowite zmiany retencji gleb określono na podstawie różnic na początku i końcu poszczególnych półroczy, wyznaczonych jako sumę retencji w strefie aeracji oraz strefie nasyconej. Parowanie terenowe w okresie pozawegetacyjnym obliczono metodą pośrednią według tabel Konstantinowa, zaś dla okresu wegetacyjnego metodą Penmana [3].

3. Charakterystyka zlewni badawczych

Lasy Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice, w którym zlokalizowane są zlewnie rowu G i G-8, według fizyczno-geograficznego podziału Kondrackiego [4] należą do podprowincji Niziny Środkowopolskiej. Przez badany obszar przechodzi wododział zlewni górnej Proсны wraz z lewobrzeźnymi dopływami (Niesobem, Pomianką i Pratywą), która

stanowi dopływ Warty oraz zlewni rzeki Stobrawa mającej ujście do Odry wraz z jej prawobrzeżnymi dopływami (Baryczką i Wołczyńskim Strumieniem).

Obszar Puszczy Zielonka w którym zlokalizowana jest zlewnia cieków Hutka, według regionalizacji fizyczno-geograficznej [4] opartej na ukształtowaniu i strukturach geologicznych, zaliczono do Megaregionu Pohercyńskiej Europy Środkowej, Prowincji Nizy Środkowoeuropejskiego, Podprowincji Pojezierzy Południowobałtyckich, Makroregionu Pojezierza Wielkopolskiego (Wielkopolsko-Kujawskie), Mezonegionu Pojezierza Gnieźnieńskiego w skład którego wchodzi główny kompleks leśny (ok. 98% powierzchni nadleśnictwa).

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki badanych zlewni

Table 1. Basic characteristics of analyzed catchments

zlewnia catchment	powierzchnia area	lesistość forestation	udział siedlisk w powierzchni zalesionej percent of each forest site types in forested area			spadek zlewni catchment slope	
			bagienne swampy	wilgotne moist	świeże fresh	podłużny longitudal	średni average
-	km ²	%	%			‰	
G	3,27	65	50	31	19	0,8	8,5
G-8	0,32	100	16	47	37	2,3	2,8
Hutka	0,52	89	4	3	93	1,1	10,0

Analizowane zlewnie można zaliczyć do małych zlewni nizinnych. Największa pod względem powierzchni (3,27 km²) jest zlewnia rowu G (tabela 1). Leśna część zlewni tego cieków stanowi 65% jej powierzchni, na pozostałej są grunty orne. 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%. Pozostałe 11% powierzchni zajmują tu głównie zabagnienia i nieużytki.

Siedliska bagienne olesu (OI) i olesu jesionowego (OIJ) stanowią 50% powierzchni leśnej zlewni rowu G, a siedliska wilgotne lasu wilgotnego (Lw), boru mieszanego wilgotnego (BMw) i lasu mieszanego wilgotnego (LMw) zajmują 31% powierzchni leśnej. Najmniejszy udział w lasach zlewni rowu G, wynoszący jedynie 19% mają natomiast siedliska świeże boru mieszanego świeżego (BMśw) i lasu mieszanego świe-

żego (LMśw). Powierzchnię zlewni rowu G-8 w 63% stanowią siedliska bagienne i wilgotne. Natomiast w zlewni cieku Hutka dominują siedliska świeże stanowiące aż 93% powierzchni leśnej tej zlewni.

Zlewnia rowu G charakteryzuje się małym spadkiem podłużnym, wynoszącym jedynie 0,8‰, zaś średni spadek tej zlewni wynosi 8,5‰. Zlewnia rowu G-8 charakteryzuje się większym spadkiem podłużnym, który wynosi tu 2,3‰ zaś średni spadek zlewni wynosi 2,8‰. Zlewnia Hutka ma typowy charakter młodoglacjalny, z urozmaiconą rzeźbią i licznymi wzniesieniami i deniwelacjami. Spadek podłużny tej zlewni wynosi 1,1‰, a średni spadek 10,0‰.

Dominującym typem gleb w zlewni rowu G są gleby murszaste, zajmujące 102,94 ha, co daje 51,6%. Powierzchnię 34,88 ha (17,5%) zajmują gleby mineralno-murszowe. Gleby biellicowe właściwe pokrywają obszar 26,78 ha (13,4%), natomiast gleby glejobielicowe murszaste zajmują 7,13 ha (3,6%) leśnej powierzchni zlewni. Najmniejszą powierzchnię stanowią gleby glejobielicowe właściwe, 4,38 ha, co daje 2,2%. Gleby torfowe torfowisk niskich na obszarze zlewni Rowu Rakowskiego zajmują 12,78 ha (6,4%), a czarne ziemie murszaste pokrywają 10,5 ha, co daje 5,3% powierzchni zlewni. W pokrywie glebowej zlewni cieku Hutka dominują gleby słabo zbielicowane (89%), zaś pozostałą część stanowią gleby bagienne, w tym gleby torfowe i murszowe, zajmujące odpowiednio 9,5% i 0,7% powierzchni zlewni. Materiałami macierzystymi dla gleb na obszarze zlewni cieku 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 glejobielicowe (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 biellicowe właściwe 11,3%, gleby mineralno-murszowe 9,8%, gleby murszowate właściwe 8,7%, gleby glejobielicowe murszaste 6,5% i gleby opadowo-glejowe właściwe 1,8%. Gleby te zbudowane są głównie z piasków, piasków gliniastych, glin lekkich i piasków pylastych.

4. Wyniki badań

Na podstawie pomiarów uzyskanych ze stacji meteorologicznej LZD Siemianice średnia z wielolecia 1975÷2006 roczna suma opadów atmosferycznych na badanym obszarze jest równa 560 mm (tabela 2). W półroczu zimowym w badanym wieloleciu średnia suma opadów wy-

nosi 210 mm. Wartość średniej sumy opadów w półroczu letnim w danym wieloleciu jest równa 350 mm. Maksymalna zmierzona roczna suma opadów wyniosła 958 mm, natomiast najniższa jest równa 434 mm.

W omawianym wieloleciu średnia roczna temperatura na analizowanym obszarze wynosi 9,0°C. Średnia z wielolecia temperatura powietrza w półroczu zimowym jest równa 2,4°C, natomiast w letnim 15,5°C. Najniższa temperatura w wieloleciu w półroczu zimowym wyniosła -0,4°C, a najwyższa 4,6°C, natomiast najwyższa temperatura w wieloleciu w półroczu letnim wyniosła 17,1°C a najniższa 13,6°C.

Tabela 2. Średnie, maksymalne oraz minimalne sumy opadów atmosferycznych oraz średnie, maksymalne i minimalne temperatury powietrza dla Stacji LZD Siemianice (zlewnie rowu G i G-8) w wieloleciu 1975÷2006 oraz dla Stacji Arboretum Zielonka (zlewnia ciek Hutka) w wieloleciu 1970÷2006

Table 2. Average, maximum and minimum precipitation sums as well as average, maximum and minimum air temperature for LZD Siemianice (G i G-8 catchments) in multiyear 1975÷2006 and for Arboretum Zielonka Station (Hutka watercourse catchments) in multiyear 1970÷2006

wartość value	opad precipitation [mm]			temperatura temperature [°C]		
	okres period					
	zima	lato	rok	zima	lato	rok
stacja meteorologiczna LZD Siemianice LZD Siemianice meteorological station						
min.	116	196	434	-0,4	13,6	7,2
średnie aver.	210	350	560	2,4	15,5	9,0
max.	320	639	958	4,6	17,1	10,4
stacja meteorologiczna Arboretum Zielonka Arboretum Zielonka meteorological station						
min.	175	167	343	-0,1	13,4	6,7
średnie aver.	217	340	557	2,4	14,7	8,5
max.	249	506	755	3,6	15,9	9,7

Z danych pochodzących ze stacji meteorologicznej Arboretum Zielonka wynika, że średnia z wielolecia 1970÷2006 roczna suma opadów atmosferycznych jest nieco niższa w porównaniu ze średnią z LZD Siemianice i wynosi 557 mm (tabela 2). Średnia z wielolecia suma opadów w półroczu zimowym wynosi 217 mm, zaś w półroczu letnim 340 mm. Najwyższa zaobserwowana roczna suma opadów wyniosła

755 mm, natomiast najniższa zaledwie 343 mm. Średnia roczna temperatura powietrza na analizowanym obszarze wynosi 8,5°C, w półroczu zimowym 2,4°C, natomiast w letnim 14,7°C. Najniższa średnia temperatura powietrza w wieloleciu w półroczu zimowym wyniosła -0,1°C, najwyższa zaś 3,6°C. W najcieplejszym półroczu letnim średnia temperatura powietrza wyniosła 17,1°C a w najchłodniejszym 13,6°C.

Jak wspomniano Wielkopolska należy do obszarów Polski najbardziej deficytowych w wodę. Potwierdzeniem tego mogą być zarówno dane z lat hydrologicznych 2005÷2007 przedstawione w tabeli 3.

Tabela 3. Półroczne i roczne sumy opadów atmosferycznych oraz średnie temperatury powietrza w analizowanych latach hydrologicznych w zlewniach rowu G, G-8 i cieku Hutka (w nawiasach podano wielkości odchyłeń od wartości średnich z wielolecia)

Table 3. Half-year and year precipitation sums as well as average air temperature in analyzed hydrological years in G and G-8 ditch catchments as well as in Hutka watercourse catchment (deviations from multiyear average shown in brackets)

rok hydrologiczny hydrological year	okres period	zlewnia rowu G i G-8 G and G-8 ditch catchments		zlewnia cieku Hutka Hutka watercourse catchment	
		opad precipitation [mm]	temperatura temperature [°C]	opad precipitation [mm]	temperatura temperature [°C]
2005	XI÷IV	223 (+13)	0,9 (-1,5)	243 (+26)	2,7 (+0,3)
	V÷X	238 (-112)	16,3 (+0,8)	292 (-48)	14,9 (+0,2)
	XI÷X	461 (-99)	8,6 (-0,4)	535 (-22)	8,8 (+0,3)
2006	XI÷IV	263 (+53)	4,1 (+1,5)	244 (+27)	1,4 (-1,0)
	V÷X	221 (-129)	16,3 (+0,8)	286 (-54)	17,1 (+2,4)
	XI÷X	484 (-76)	10,2 (+1,2)	530 (-27)	9,2 (+0,7)
2007	XI÷IV	262 (+52)	5,6 (+3,2)	275 (+58)	5,1 (+2,7)
	V÷X	253 (-97)	15,7 (+0,2)	336 (-4)	15,9 (+1,2)
	XI÷X	515 (-45)	10,7 (+1,7)	611 (+54)	10,5 (+2,0)

W analizowanych latach hydrologicznych 2005÷2007 w zlewni rowu G i G-8 roczne sumy opadów atmosferycznych były wyraźnie niższe od średniej z wielolecia. Najniższą sumę opadów zaobserwowano w roku hydrologicznym 2005, w którym wyniosła ona 461 mm. W zlewni cieku Hutka natomiast najniższa roczna suma opadów wystąpiła w roku hydrologicznym 2006, w którym wyniosła ona 530 mm. (tabela

3). Najwyższa roczna suma opadów w tym okresie wystąpiła w zlewni rowu G i G-8 w roku hydrologicznym 2007 i wyniosła 515 mm. Natomiast w zlewni ciek Hutka najwyższa suma opadów, która również wystąpiła w 2007 roku osiągnęła wartość 611 mm. Średnie roczne temperatury powietrza wahały się od 8,6 do 10,7°C na obszarze zlewni G i G-8 oraz od 8,8 do 10,5°C w zlewni ciek Hutka. Zatem rok 2007 był najcieplejszy, a 2005 najchłodniejszy w analizowanym okresie. Dużym zróżnicowaniem temperatur charakteryzowały się półrocza zimowe w zlewni rowu G i G-8 w których średnia temperatura powietrza wyniosła od 0,9 do 5,6°C. W zlewni ciek Hutka natomiast średnie temperatury półrocza zimowego również były zróżnicowane i wyniosły od 1,4 do 5,1°C. W półroczach letnich średnie temperatury powietrza wyniosły od 15,0 do 16,3°C w zlewni G i G-8 oraz od 14,9 do 17,1°C.

Przebieg warunków meteorologicznych w badanym okresie od 2005 do 2007 roku miał znaczący wpływ na bilanse wodne analizowanych zlewni. Przedstawione w tabeli 4 dane wskazują na niekorzystny bilans wodny w analizowanych latach hydrologicznych. Sumy opadów atmosferycznych w tych latach były niższe od średnich z wielolecia. Jedynie rok hydrologiczny 2007 w zlewni ciek Hutka charakteryzował się sumą wyższą od średniej z wielolecia, która wyniosła 611 mm. W zlewni tej sumy opadów w półroczach zimowych wyniosły od 243 mm do 275 mm, zaś w półroczach letnich były one nieco wyższe i wyniosły od 286 mm do 336 mm. W zlewniach rowu G i G-8 roczne sumy opadów atmosferycznych w badanym okresie 2005÷2007 były wyraźnie niższe w porównaniu z opadami w zlewni ciek Hutka (tabela 4). Sumy te wyniosły od 461 mm do 515 mm. W półroczach zimowych sumy opadów w zlewni rowu G i G-8 wyniosły od 223 mm do 263 mm. Niskie sumy opadów wynoszące od 221 mm do 253 mm zaobserwowano natomiast w badanych zlewniach w półroczach letnich. Przy wyższych od średniej temperaturze powietrza w półroczach tych obserwowano wysokie parowanie terenowe, które w zlewni rowu G i G-8 wahało się od 332 mm do 446 mm. W zlewni ciek Hutka parowanie terenowe w półroczach letnich wyniosło natomiast od 422 mm do 485 mm. Zatem w półroczach letnich parowanie terenowe w badanych zlewniach ciek Hutka, rowu G i G-8 wyraźnie przekraczało sumy opadów atmosferycznych dla tych okresów (tabela 4). Oczywiście w półroczach zimowych wartości parowania terenowego były w obu zlewniach wyraźnie niższe.

Tabela 4. Składniki surowego bilansu wodnego badanych zlewni ciekut Hutka oraz rowu G i G-8 w latach hydrologicznych 2005÷2007

Table 4. Water balance components of researched catchments of Hutka, G ditch and G-8 ditch in 2005÷2007 hydrological years

rok hydrologiczny hydrological year	okres period	Hutka				G				G-8			
		P	H	E	R	P	H	E	R	P	H	E	R
		mm											
2005	XI-IV	243	7	119	+117	223	58	130	+35	223	15	130	+78
	V-X	292	2	422	-132	238	5	332	-99	238	2	332	-96
	XI-X	535	9	541	-15	461	63	462	-64	461	17	462	-18
2006	XI-IV	244	4	134	+106	263	53	142	+68	263	14	142	+107
	V-X	286	2	485	-201	221	4	446	-229	221	1	446	-226
	XI-X	530	6	619	-95	484	67	588	-141	484	15	588	-119
2007	XI-IV	275	5	169	+101	262	45	144	+73	262	12	144	+86
	V-X	336	3	449	-116	253	7	453	-207	253	1	453	-209
	XI-X	611	8	658	-15	515	62	607	-134	515	13	607	-115

objaśnienia: P – opad, H – odpływ, E – ewapotranspiracja, R – retencja
 descriptions: P – precipitation, H – outflow, E – evapotranspiration, R – retention

W zlewni ciekut Hutka w roku hydrologicznym 2005 w półroczu zimowym wskaźnik odpływu wyniósł 7 mm, w zlewni rowu G-8 osiągnął wartość 15 mm. Najwyższą wartość wskaźnika odpływu obserwowano w zlewni rowu G (tabela 4), gdzie wyniósł on 58 mm. W półroczu letnim roku 2005 wskaźniki odpływu w poszczególnych zlewniach były wyraźnie niższe i wyniosły od 2 mm do 5 mm. W kolejnym analizowanym roku w półroczu zimowym 2006 wskaźniki odpływów wyniosły od 4 mm (zlewnia ciekut Hutka) do 53 mm (zlewnia rowu G). Podobnie jak w poprzednim, także w półroczu letnim 2006 wskaźniki odpływu badanych zlewni były wyraźnie niższe w porównaniu z półroczami zimowymi i wyniosły od 1 mm (zlewnia rowu G-8) do 4 mm (zlewnia rowu G). Również w półroczach zimowych i letnich roku 2007 wskaźniki odpływów miały zbliżone wartości.

Analizując wielkości wskaźników odpływów w analizowanych latach hydrologicznych można zauważyć, że wskaźniki te są najbardziej wyrównane w zlewni ciekut Hutka. Ich wartości dla półroczy zimowych są około dwu- trzykrotnie większe w porównaniu ze wskaźnikami odpływ w półroczach letnich (tabela 4). Nieco większym zróżnicowaniem

odpływów charakteryzuje się zlewnia rowu G-8 w której wskaźniki odpływu w półroczach zimowych są około dziesięciokrotnie wyższe w porównaniu z półroczami letnimi. Podobną zależność zaobserwowano także w latach o wyższych sumach opadów atmosferycznych [12]. Należy także zwrócić uwagę na wyraźnie wyższe wskaźniki odpływu ze zlewni rowu G w porównaniu z pozostałymi badanymi zlewniami. Zlewnia ta charakteryzuje się najmniejszą lesistością, a wśród typów siedliskowych dominują siedliska bagienne (50%) i wilgotne (31%), podczas gdy w zlewni rowu G-8 siedliska bagienne i wilgotne stanowią łącznie 63% a w zlewni cieku Hutka 7% (tabela 1). Takie zróżnicowanie siedlisk w badanych zlewniach może mieć wpływ na zróżnicowanie wielkości odpływów z tych zlewni.

Przebieg warunków meteorologicznych w omawianym okresie był również przyczyną deficytu wody w badanych siedliskach. Jak widać z danych zamieszczonych w tabeli 4 we wszystkich badanych zlewniach w półroczach zimowych obserwowano przyrosty, natomiast w letnich obserwowano wyraźne spadki retencji. Przyrosty te w zimowym półroczu hydrologicznym 2005 wyniosły od 35 mm (zlewnia rowu G) do 117 mm (zlewnia cieku Hutka). W półroczu zimowym 2006 przyrosty retencji wyniosły od 68 mm (zlewnia rowu G) do 107 mm (zlewnia rowu G-8), zaś w półroczu letnim 2007 od 73 mm (zlewnia rowu G) do 101 mm (zlewnia cieku Hutka). Przy znacznych wartościach parowania terenowego, które szczególnie w zlewniach rowu G i G-8 wyraźnie przekraczało wartości opadu, w półroczach letnich obserwowano wyraźne spadki retencji we wszystkich badanych zlewniach. W półroczu letnim 2005 spadki retencji wyniosły 132 mm w zlewni cieku Hutka, 99 mm w zlewni rowu G i 96 mm w zlewni rowu G-8. W kolejnym, letnim półroczu hydrologicznym 2006 spadki retencji były wyraźnie wyższe i wyniosły od 201 mm w zlewni cieku Hutka do 229 mm w zlewni rowu G. Spowodowało to także wyraźne obniżenie się stanów retencji w całym roku hydrologicznym od 95 mm w zlewni cieku Hutka do 141 mm w zlewni rowu G. Również w kolejnym roku hydrologicznym 2007 stany retencji wyraźnie się obniżyły, co było szczególnie widoczne w zlewniach rowu G i G-8. Suma opadów atmosferycznych była tu bowiem wyraźnie niższa niż w zlewni cieku Hutka, co przy wysokim parowaniu terenowym spowodowało dalsze obniżenie się retencji w zlewniach rowu G i G-8.

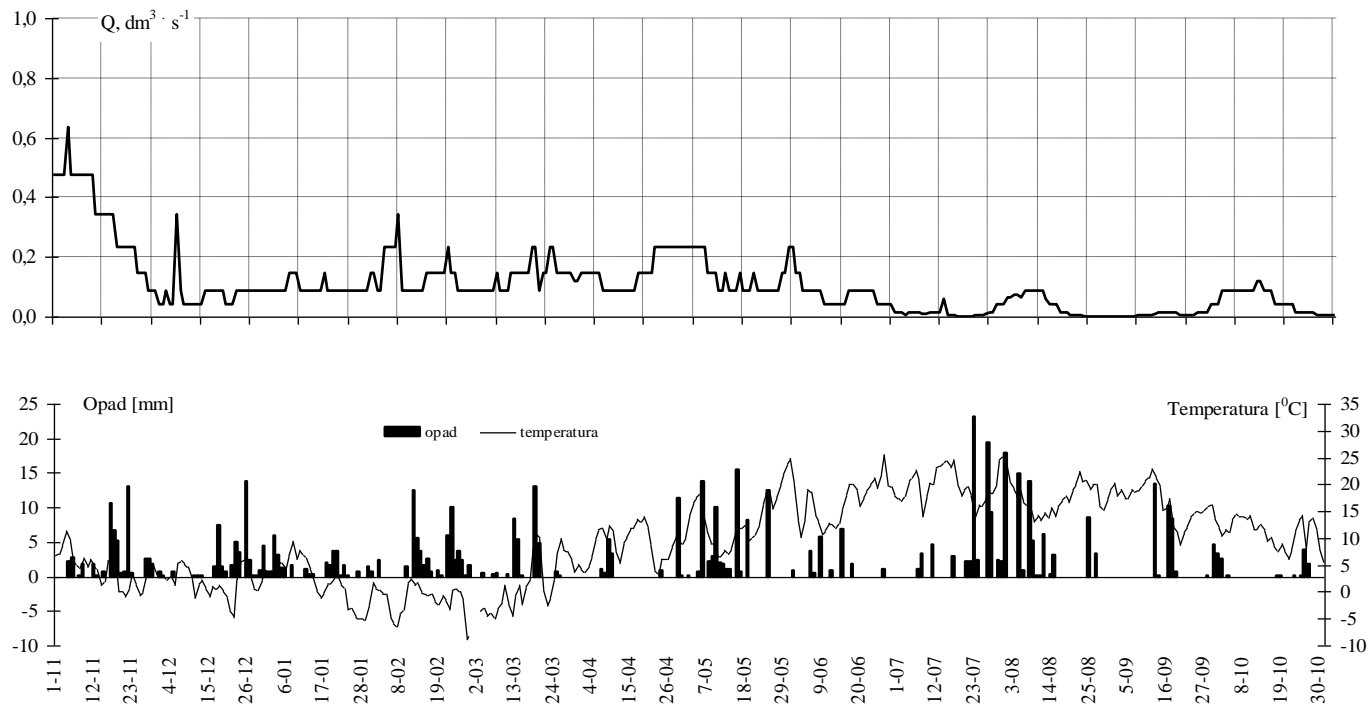
Omówione powyżej dane świadczą o niekorzystnym przebiegu warunków meteorologicznych w badanym trzyletnim okresie, co wpłynęło także na niekorzystny bilans wodny. W półroczach letnich parowanie terenowe przewyższające wyraźnie niskie w tych półroczach sumy opadów atmosferycznych, szczególnie z zlewniach rowu G i G-8 spowodowało znaczne obniżenie retencji i wpłynęło na okresowy zanik przepływów w tych ciekach.

Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono przykładowe hydrogramy przepływów w badanych zlewniach cieku Hutka, oraz rowu G i G-8 na tle przebiegu dobowych sum opadów i średnich dobowych temperatur powietrza w roku hydrologicznym 2005.

Jak widać na przedstawionych hydrogramach we wszystkich trzech badanych zlewniach przepływy w półroczu zimowym 2005 były wyższe w porównaniu z półroczem letnim. W cieku Hutka przepływy, a co za tym idzie także wskaźnik odpływu, były nieco bardziej wyrównane, w porównaniu z wartościami w zlewniach G i G-8. Ponadto hydrogramy te wskazują na znacznie dłuższe okresy bezodpływowe jakie wystąpiły w rowu G i G-8. W zlewni cieku Hutka w półroczu letnim 2005 w okresie lipca, sierpnia i września (rys. 3) wystąpiło łącznie 34 dni w którym przepływ był zerowy. W zlewni rowu G-8 okres bezodpływowy był znacznie dłuższy i utrzymywał się od połowy sierpnia do końca roku hydrologicznego. W zlewni rowu G przepływy zaniknęły pod koniec maja i ich brak utrzymywał się również do końca roku hydrologicznego. Nieznaczne przepływy pojawiły się tu jedynie w połowie lipca i w pierwszej dekadzie sierpnia (rys. 2).

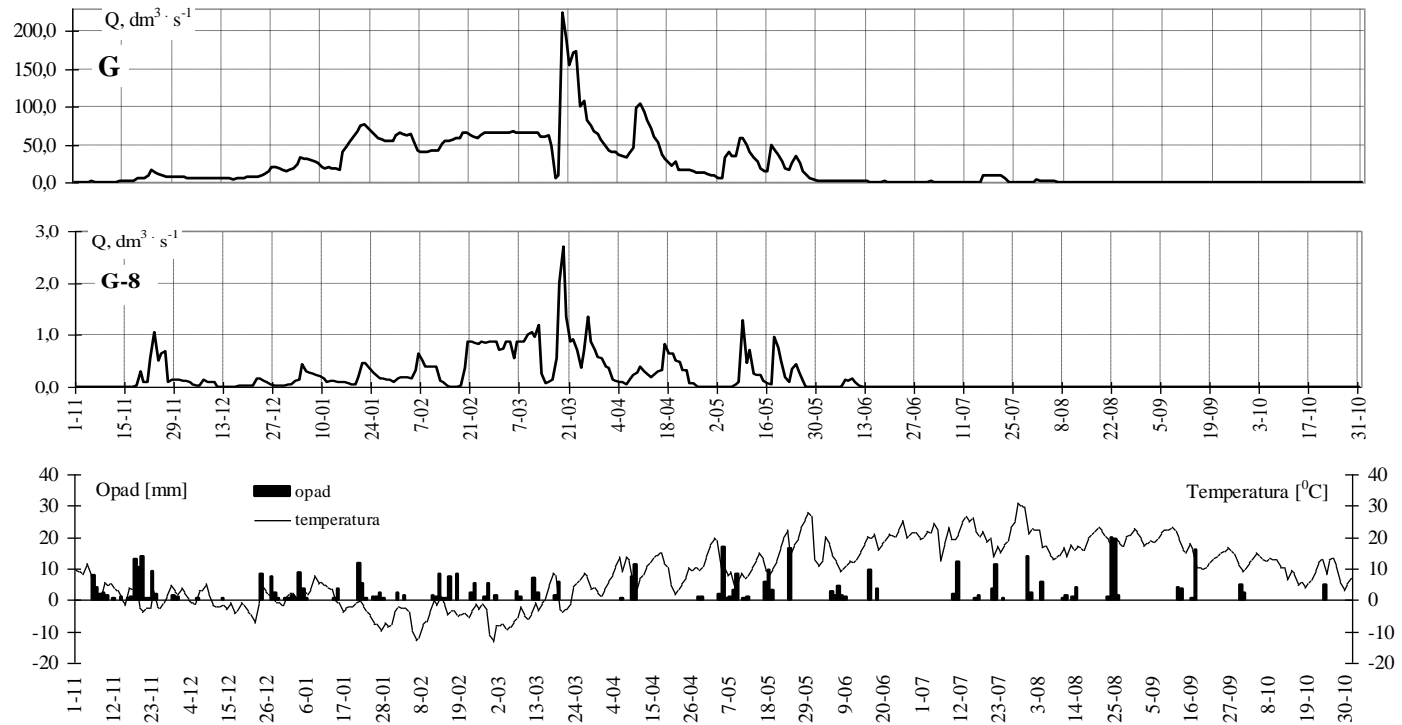
Dotychczasowe wyniki badań przeprowadzonych w zlewniach rowów G i G-8 oraz w zlewni cieku Hutka wykazały, że w półroczach zimowych obserwuje się wyraźne przyrosty retencji, zaś w półroczach letnich ich spadki [5]. Analiza bilansów wodnych wskazuje, że z uwagi na wysokie wartości wskaźnika odpływów w półroczach zimowych w zlewni rowu G oraz znaczne spadki retencji w półroczach letnich w zlewni tej wskazane są działania mające na celu zwiększenie zasobów wodnych tej zlewni.

Jak wykazały wcześniejsze badania prowadzone w zlewni rowu G i G-8 [6] zmiany stanów wód gruntowych mogą być dobrym wskaźnikiem zmian retencji gleb siedlisk leśnych.



Rys. 1. Hydrogram przepływów w cieku Hutka na tle przebiegu dobowych sum opadów atmosferycznych i średnich dobowych temperatur powietrza w roku hydrologicznym 2005

Fig. 1. Water flow hydrogram in Hutka watercourse against course of daily precipitation sums and average air temperature in 2005 hydrological year



Rys. 2. Hydrogramy przepływów w rowie G i G-8 na tle przebiegu dobowych sum opadów atmosferycznych i średnich dobowych temperatur powietrza w roku hydrologicznym 2005

Fig. 2. Water flow hydrogram in G and G-8 ditch against course of daily precipitation sums and average air temperature in 2005 hydrological year

W tabeli 5 przedstawiono zmiany stanów wód gruntowych w poszczególnych typach siedliskowych lasu w półroczach hydrologicznych lat 2005÷2007. Jak widać z zamieszczonych danych najmniejsze wahania stanów wód gruntowych zaobserwowano w siedlisku olesu jesionowego (OIJ). W półroczach zimowych przyrosty stanów wody wyniosły od 16 cm do 27 cm. Natomiast obserwowane spadki zwierciadła wody gruntowej w półroczach letnich wyniosły od 22 cm do 38 cm (tabela 5). Nieco większe wahania stanów wód gruntowych zaobserwowano w lesie wilgotnym (Lw). Przyrosty stanów wody w półroczach zimowych wyniosły od 59 cm do 72 cm, zaś ich spadki w półroczach letnich od 67 cm do 80 cm. Zbliżone do siebie wahania stanów wód gruntowych zaobserwowano w studzienkach zlokalizowanych w siedliskach wilgotnych: lasu i boru mieszanego wilgotnego (LMw, BMw). Były one o kilkanaście centymetrów większe w porównaniu z wahaniami w lesie wilgotnym (tabela 5). Największe wahania stanów wód gruntowych zaobserwowano natomiast w lesie mieszanym świeżym (LMś) i w borze mieszanym świeżym (BMś). Przyrosty stanów wody w półroczach zimowych w lesie mieszanym świeżym wyniosły od 86 cm do 131 cm, zaś w półroczach letnich zwierciadło wody obniżyło się tu o od 113 cm do 143 cm. W siedlisku boru mieszanego świeżego przyrosty stanów wód gruntowych w zimowym półroczu hydrologicznym wyniosły od 89 cm do 125 cm, natomiast obserwowane w półroczach letnich spadki wyniosły od 98 cm do 128 cm.

Przedstawione wyniki badań z lat 2005÷2007 wykazały, że najmniejsze zmiany całkowitej retencji jak i stanów wód gruntowych wystąpiły w siedliskach olesu jesionowego i lasu wilgotnego. W siedliskach lasów i borów mieszanych wilgotnych i świeżych stwierdzono większe zróżnicowanie zmian retencji i stanów wód gruntowych, co wskazuje na możliwość lepszego wykorzystania zdolności retencyjnych gleb tych siedlisk.

Badania potwierdziły, że w siedliskach bagiennych zlewni rowu G, z uwagi na nieduże wahania stanów wody i retencji zwiększenie retencji glebowej jest możliwe tylko w niewielkim zakresie. Zwiększenie zasobów wodnych i lepsze wykorzystanie retencji w tej zlewni jest możliwe przede wszystkim w położonych w wyższych partiach zlewni siedliskach wilgotnych i świeżych. Zlewnia ta posiada gęstą sieć istniejących rowów melioracyjnych, co stwarza możliwość wykonania prostych urządzeń piętrzących nawet w kilku przekrojach cieku i sterowanie wielkością przepływów w zlewni rowu G. Natomiast możliwość wykonania

innych zbiorników wodnych czy wybór miejsca ich lokalizacji wymagałby przeprowadzenia dodatkowych, szczegółowych badań i analiz oraz pomiarów geodezyjnych.

Tabela 5. Amplitudy wahań stanów wód gruntowych [cm] w analizowanych siedliskach leśnych (objaśnienia polskie w tekście) w poszczególnych półroczach hydrologicznych lat 2005÷2007

Table 5. Groundwater level amplitudes [cm] in analyzed forest site types (OIJ – ash – alder swamp forest, Lw – moist broadleaved forest, LMw – moist mixed broadleaved forest, BMw – moist mixed coniferous forest, LMśw – fresh mixed broadleaved forest, BMśw – fresh mixed coniferous forest) in each half-year of 2005÷2007 hydrological years

rok hydrologiczny hydrological year	okres period	zmiany stanów wody gruntowej [cm] w typach siedliskowych lasu groundwater level changes In forest site types					
		bagienne swamp		wilgotne moist		świeże fresh	
		OIJ	Lw	LMw	BMw	LMśw	BMśw
2005	XI-IV	+27	+59	+79	+71	+86	+89
	V-X	-29	-67	-97	-84	-113	-98
2006	XI-IV	+18	+77	+88	+90	+131	+128
	V-X	-38	-87	-112	-99	-143	-134
2007	XI-IV	+16	+72	+82	+92	+105	+125
	V-X	-22	-80	-106	-106	-121	-133

5. Wnioski

1. Analiza warunków meteorologicznych w badanych latach hydrologicznych 2005÷2007 potwierdziła ich zmienność na obszarze Wielkopolski. W zlewni rowu G i G-8, które są zlokalizowane na południowym krańcu regionu, roczne sumy opadów atmosferycznych wyniosły od 461 mm w roku 2005 do 515 mm w roku 2007. Natomiast w zlewni Hutki, położonej w centralnej części Wielkopolski były one wyraźnie wyższe i wyniosły od 535 mm w roku 2006 do 611 mm w roku 2007.
2. W analizowanych latach hydrologicznych maksymalne przepływy wody w rowach G i G-8 oraz w cieku Hutka występowały zawsze w półroczach zimowych. Poza opadami wyraźny wpływ na wartości i zmienność przepływów w tych półroczach miała temperatura powietrza, której wzrost powodował pojawienie się roztopów śródzi-

mowych i wiosennych oraz związanych z nimi wezbrań. Natomiast w półroczach letnich przepływy w analizowanych ciekach były wyraźnie mniejsze niż w półroczach zimowych, a nawet okresowo zaniżały w rowie G i G-8.

3. Analiza bilansów wodnych omawianych zlewni wykazała, że w półroczach zimowych badanych lat występowały przyrosty retencji całkowitej gleb siedlisk leśnych i kształtowały się one od 35 mm do 107 mm w zlewni G i G-8 oraz od 101 mm do 117 mm w zlewni ciek Hutka. Natomiast w półroczach letnich omawianych lat, w wyniku wysokiego parowania terenowego i intensywnej transpiracji drzewostanów wystąpiły ubytki retencji całkowitej. W zlewni G i G-8 osiągały one wartości od 99 mm do 141 mm, a w zlewni ciek Hutka wyniosły od 116 mm do 201 mm.
4. Stwierdzono, że w półroczach zimowych badanych lat hydrologicznych w omawianych zlewniach wystąpiły przyrosty stanów wód gruntowych i ściśle związanej z nimi całkowitej retencji siedlisk. Natomiast w półroczach letnich zaobserwowano obniżanie się stanów wody gruntowej i uwilgotnienia siedlisk spowodowane zwiększonym parowaniem terenowym w tych półroczach, które odgrywało istotną rolę w bilansach wodnych tych zlewni.
5. Przeprowadzone w zróżnicowanych warunkach siedliskowych zlewni ciek Hutka oraz zlewni rowu G i G-8 badania wykazały, że najmniejsze zmiany stanów wód gruntowych i całkowitej retencji występują w siedliskach bagiennych i wilgotnych: głównie olesu jesionowego i lasu wilgotnego. W siedliskach lasów i borów mieszanych wilgotnych i świeżych stwierdzono większe zróżnicowanie zmian retencji i stanów wód gruntowych, co wskazuje na możliwość lepszego wykorzystania zdolności retencyjnych gleb tych siedlisk. Gęsta sieć istniejących rowów melioracyjnych w zlewni rowu G stwarza możliwość wykonania prostych urządzeń piętrzących co umożliwi sterowanie wielkościami przepływów.
6. Optymalne utrzymanie zwierciadła wody gruntowej w glebach siedlisk leśnych pozwoli również na wykorzystanie zretencjonowanej w profilach glebowych wody gruntowej w dłuższych okresach bezopadowych, występujących najczęściej w półroczach letnich półroczy letnich. Jest to zgodne z potrzebami leśnictwa i wymogami ochrony środowiska przyrodniczego.

Literatura

1. **Białkiewicz F., Babiński S.:** *Znaczenie lasu w kształtowaniu retencji gleb i dopływu wód opadowych.* Sylwan CXXV, 1, 1÷9. 1981.
2. **Germer S., Neill Ch., Krushe A. V., Elsenbeer H.:** *Influence of land-use change on near-surface hydrological processes: undisturbed forest to pasture.* Journal of Hydrology 380, 473÷480. 2010.
3. **Kędziora A.:** *Podstawy agrometeorologii.* PWRiL Poznań, ss. 364, 1995.
4. **Kondracki J.:** *Geografia Fizyczna Polski.* Wyd. III, PWN, Warszawa, 463 ss. 1978.
5. **Kosturkiewicz A., Czopor S., Korytowski M., Stasik R., Szafrąński Cz.:** *Odpyły i retencja siedlisk leśnych w małych zlewniach.* Roczniki AR w Poznaniu, Seria Melioracje i Inżynieria Środowiska, t. 342, z. 23, Poznań, 217÷227. 2002.
6. **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, 55÷64. Poznań 2002.
7. **Kowalczak P., Farat R., Kępińska-Kasprzak M., Mager P., Pietras W.:** *Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w Polsce.* Wyd. Nauk. IMGW, Warszawa: ss. 76. 1997.
8. *Operat glebowo-siedliskowy i fitosocjologiczny LZD Siemianice.* Zakład Usług Ekologicznych i Urzędniowo Leśnych, Poznań: 194 ss. 1995.
9. *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. Poznań 1973.
10. *Plan urzędzenia lasu Nadleśnictwa Doświadczalnego Siemianice.* Katedra Urządzania Lasu AR. Poznań 1994.
11. **Sun G., Zhou G., Zhang Z., Wei X., McNulty S. G., Vose J. M.:** *Potential water yield reduction due to forestation across China,* Journal of Hydrology 328, 548÷558. 2006.
12. **Stasik R., Szafrąński Cz., Korytowski M. Liberacki D.:** *Próba oceny możliwości zwiększenia retencji w glebach wybranych siedlisk leśnych.* Zesz. Prob. Post. Nauk. Rol. z. 528, 305÷312. Warszawa 2007.
13. **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.
14. **Tyszka J.:** *Rola i miejsce lasu w kształtowaniu stosunków wodnych w zlewni rzecznej.* Sylwan, Nr 11: 67÷80. 1995.

15. **Tyszka J.:** *Retencja wodna w lasach*. Biblioteczka Leśniczego, zesz. 87, Wyd. Świat. Warszawa 1997.
16. *Zasady planowania i realizacji zasad małej retencji w lasach państwowych*. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych. Biuro Studiów i Projektów Leśnictwa Biproplas., 25 ss. 1997.

Evaluation of Water Resources in a Small Forest Catchment in Wielkopolska Region

Abstract

The research of water resource evaluation were carried out at three small forest catchment located at Wielkopolska region. G and G-8 catchments are located at Siemianice Forest Experimental Farm in southern part of Wielkopolska region. Hutka catchment is located at Zielonka Primeval Forest in central part of the region.

The maximum water flow in analyzed G, G-8 ditches and Hutka watercourse always appeared in winter half-years. Meanwhile water flow in analyzed watercourses were always significantly lower in summer half-years and periodically they disappeared.

It was also indicated that increase of groundwater levels is strongly connected with water retention in winter half-years. Meanwhile decrease of groundwater levels and water content in soil caused by higher evaporation were observed in summer half-years which had significant role in water balances of these catchments. The research carried out in a different habitat conditions indicated the smallest changes of groundwater and total retention in swamp habitats: mainly in ash-alder swamp forest and moist broadleaved forest. Higher differentiation of water retention changes and groundwater levels was observed in moist mixed broadleaved forest, moist mixed coniferous forest, as well as in fresh mixed broadleaved forest and fresh mixed coniferous forest. It suggests the possibility of better usage of their retention capability. Optimum water level sustaining in forest habitat soils allows better usage of retain water was also indicated in the research, which is in accordance with forest needs and environmental protection requirements.