

ELEMENTY SKŁADOWE BILANSU WODNEGO ODWODNIONYCH DOLIN RZECZNYCH

THE COMPONENTS OF THE WATER BALANCE RIVER VALLEYS DRAINED

Antoni Grzywna, Zbigniew Czarnecki

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Celem pracy jest analiza wielkości składników bilansu wodnego w odwadnianych dolinach rzek mikrozelewni różnorodnych siedlisk. W studium wykorzystano wyniki badań i obserwacji terenowych z lat 2010–2012. Badania przeprowadzone w dwóch małych zlewniach nizinnych wykazują znaczący wpływ warunków meteorologicznych, a także siedliska na wskaźnik odpływu, zmian retencji w analizowanych latach hydrologicznych. Zlewnia rowu K-2 znajduje się w dorzeczu Piwonii, a rowu Z-6 w dorzecza Bystrzycy. Najwyższe wartości odpływu odnotowano w pierwszej połowie roku 2009/10 i wynikały one z intensywnych opadów deszczu. Były prawie trzy razy wyższy niż w przeciętnym roku 2011/12. Równowaga bilansu wynika głównie z płaskiego ukształtowania terenu utrudniającego odpływ wody oraz ograniczonej chłonności podłoża, które szczególnie w okresie wiosennych nadmiarów nie może zmagazynować dużej ilości wody. Obserwowana zlewnia rowu Z-6 wykazuje znacznie wyższe zmiany niż zlewnia rowu K-2, ze względu na różną pokrywę glebową i użytkowanie terenu. Badania potwierdziły dominującą rolę parowania powierzchni w bilansie wodnym. Dowodem na to są niższe odpływy w pierwszej połowie roku w porównaniu do pierwszej połowy zimy oraz spadku retencji.

Abstract. The object of study is to analyze the size of the components of the water balance in irrigated river valleys micro-catchments of diverse habitats. The study used the results of research and field observations from the years 2010–2012. Carried out investigations of two small lowland catchments indicate significant impact of meteorological conditions as well as habitats on runoff index, retention changes in analyzed hydrological years. Catchment ditch K-2 is located in Piwonia river basin, and ditch the Z-6 is located in Bystrzyca river basin. The highest rates occurred in the first half of the outflow year 2009/10, and have been

Adres do korespondencji – Corresponding autor: dr inż. Antoni Grzywna, Katedra Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, e-mail: agrzywna@wp.pl.

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2010-2013 jako projekt badawczy N N313 439239.

associated with heavy rainfall. They were almost three times higher than in an average year 2011/12. This balance is particularly true of the flatness of the terrain impedes drainage and reduced absorbency that especially during the spring excesses can not store large amounts of water. The catchment ditch Z-6 observed changes in retention were significantly higher than in the catchment ditch K-2, due to the different soil cover and other land uses. Studies have confirmed the dominant role of surface evaporation in the water balance. This is evidenced by the lower outflows in the first half year compared to the first half of the winter and fall in retention.

Słowa kluczowe: bilans wodny, odwodnienie terenu, zlewnia rowu, użytki zielone

Key words: water balance, drainage terrain, catchment ditch, grassland

WSTĘP

Woda stanowi podstawowy czynnik warunkujący istnienie życia na Ziemi. Zgodnie z koncepcją cyklu hydrologicznego woda płynąca rzekami do morza musi powracać na ląd, aby zachowana była ciągłość obiegu wody w przyrodzie. Znaczna ilość wody powraca wprost do atmosfery w wyniku parowania, a pewna jej część zostaje czasowo zatrzymana przez ośrodki retencji, np. glebę [Mioduszeński 1999, Bykowski i in. 2003].

Całkowita ilość wody na kuli ziemskiej według obliczeń wynosi 1390 mln km³, z czego aż 96,5% przypada na oceany i morza. Wody słodkie stanowią tylko 35 mln km³, z czego na lodowce przypada 68,7%, a na wody podziemne – 30,1 % [Mikulski 1998].

Skomplikowany obieg wody w przyrodzie można ująć za pomocą prostego równania bilansu wodnego Pencka-Oppokowa dla zlewni [Somorowski 1972]:

$$P = H + E + \Delta R \quad (1)$$

gdzie:

- P – opad atmosferyczny,
- H – odpływ powierzchniowy i podziemny,
- E – parowanie terenowe,
- ΔR – zmiana retencji.

Największe trudności następcza wyznaczenie przyrostu retencji i wielkości parowania. Do wyznaczania przyrostów retencji można posłużyć się wskaźnikami pomocniczymi, takimi jak stan wody gruntowej i uwilgotnienie gleby [Grzywna 2011]. Wartość ewapotranspiracji wskaźnikowej wyznacza się m.in. metodą Penmana-Monteitha [Allen i in. 1998, Rogulski i in. 2002], do szacowania zaś ewapotranspiracji rzeczywistej stosuje się współczynniki roślinne i glebowo-wodne [Szajda 1997].

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Przedmiotem pracy jest analiza wielkości elementów składowych bilansu wodnego w mikrozewniach zmeliorowanych dolin rzecznych o zróżnicowanych warunkach siedliskowych położonych na Lubelszczyźnie. W pracy wykorzystane zostaną wyniki

badania i obserwacji terenowych z lat 2010–2012. Badania prowadzono w dwóch wyodrębnionych zlewniach zbiorczych rowów melioracyjnych K-2 i Z-6 oddalonych od siebie o 60 km. Zlewnia rowu K-2 położona jest w Sosnowicy na Zakłęsłości Sosnowickiej – zlewnia rzeki Piwonia, zaś zlewnia rowu Z-6 zlokalizowana jest w Krężnicy Jarej na Płaskowyżu Nałęczowskim – zlewnia rzeki Bystrzyca [Kondracki 2002, Michalczyk i Wilgat 1998].

Badania i obserwacje terenowe obejmowały:

- ciągłą rejestrację stanów wody powierzchniowej za pomocą pływakowego rejestratora wahań poziomu wody;
- ciągłe pomiary położenia lustra wody podziemnej – rejestrator Mini Diver;
- pomiary wilgotności gleby sondą Theta Probe M5 i metodą suszarkowo-wagową;
- okresowe pomiary przepływu wody na odpływie z rowu;
- wyniki pomiarów ze stacji meteorologicznej Sosnowica oraz Lublin.

Do charakterystyki pokrywy glebowej wykorzystano materiały zawarte w projektach melioracyjnych obiektów łąkowych.

Celem pracy jest wyznaczenie wartości elementów składowych równania bilansu wodnego w latach hydrologicznych 2009/2010–2011/2012 dla okresów półrocznych i rocznych. Jedynym parametrem mierzonym bezpośrednio w stacjach meteorologicznych są opady atmosferyczne. Pozostałe wielkości zostały wyznaczone metodami pośrednimi:

- odpływ na podstawie wahań stanów wody [Grzywna 2011],
- zmiany retencji na podstawie zmian zapasu wody w glebie [Stasik i in. 2008],
- parowanie terenowe ze wzoru Grabarczyka i Żarskiego [1986]:

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki zlewni rowów głównych

Table 1. Basic characteristics of the catchments ditches major

| Nazwa Name | Zlewnia Catchment ha | Łąki Meadows % | Lasy Forest % | Rowy Ditches m | Spadek Fall % |
|---------------|----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| K-2 | 46,0 | 39,5/86 | 6,5/14 | 2920 | 1,1 |
| Z-6 | 120,0 | 43,5/36 | 51,5/43 | 4450 | 8,6 |

Obie analizowane zlewnie należy zaliczyć do małych dolin melioracyjnych położonych w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki. Powierzchnia zlewni rowu K-2 wynosi 0,46 km² i jest w 86% użytkowana jako jednokośne łąki, resztę stanowią zadrzewienia sosnowe. Powierzchnia zlewni rowu Z-6 wynosi 1,2 km² i jest w 44% zalesiona, 36% stanowią łąkowe użytki ekologiczne, 10 % grunty orne, a pozostałe 10% nieużytki (tab. 1).

W zlewni rowu K-2 75% stanowią siedliska pobagiennie i wilgotne charakteryzujące się wysokim poziomem położenia wody gruntowej i niewielkimi wahaniami retencji. Zlewnia tego rowu charakteryzuje się bardzo małym spadkiem wynoszącym 1,1‰ i obejmuje płaskie dno doliny rzeki. W zlewni rowu Z-6 dominują siedliska świeże stanowiące 86% powierzchni leśnej. Zlewnia ta ma typowy charakter wyżyn lessowych z urozmaiconą rzeźbą i niewielkimi wzniesieniami. Spadek średni tej zlewni wynosi 8,6‰.

W pokrywie glebowej zlewni rowu K-2 dominują zdegradowane gleby murszowo-torfowe, tylko na obrzeżach występują gleby brunatne zbudowane z czwartorzędowych

piasków i pyłów rzecznych. Znacznie bardziej zróżnicowana jest pokrywa glebowa zlewni rowu Z-6. W partii wierzchwinowej występują gleby czarnoziemne zbudowane z lessów. W partiach zboczowych i dolinowych w układzie mozaikowatym występują gleby glejowo bielcowe i mineralno-murszowe. Gleby te zbudowane są z piasków i piasków pylastych.

ANALIZA WYNIKÓW

Analizowany okres 3 lat hydrologicznych cechował się dużą zmiennością warunków meteorologicznych. Pierwszy rok hydrologiczny 2009/2010 charakteryzował się najwyższymi sumami opadów atmosferycznych (ryc. 1). W zlewni rowu K-2 suma opadów wyniosła 675 mm i była o 155 mm wyższa od średniej z wielolecia 1981–2010. Prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy opadów to 1 raz na 10 lat. W zlewni rowu Z-6 suma ta sięgnęła aż 787 mm i była o 217 mm wyższa od średniej z wielolecia, przy prawdopodobieństwie jej wystąpienia 1 raz na 30 lat. W obu zlewniach szczególnie wysokie były sumy opadów atmosferycznych w półroczu letnim (V–X), w którym wyniosły one 541 mm w zlewni rowu K-2 i 551 mm w zlewni rowu Z-6. Były one wyższe od średnich z wielolecia odpowiednio o 191 i 187 mm, a prawdopodobieństwo ich wystąpienia wraz z wyższymi wynosi 1 raz na 30 lat. Szczególnie wysokie sumy opadów, przekraczające 140 mm (tab. 2), zanotowano w maju, co spowodowało wystąpienie powodzi na znacznej powierzchni Polski. Najniższe sumy opadów odnotowano w miesiącu styczniu i marcu – wówczas nie przekraczały one w Sosnowicy 10 mm (tab. 2).

Pod względem średnich temperatur rok hydrologiczny 2009/2010 był w zlewni Z-6 chłodniejszy od przeciętnego o 0,2°C, a półrocze zimowe (XI–IV) chłodniejsze aż o 0,9°C od przeciętnego (ryc. 2). Najniższe średnie temperatury powietrza odnotowano w styczniu – w obu zlewniach było to –8,4°C przy średniej z wielolecia wynoszącej –2,3°C (tab. 3). Miesiące czerwiec i lipiec należały do bardzo gorących, gdyż średnia temperatura w 2010 roku była o 1,6°C wyższa od średniej z wielolecia.

Tabela 2. Miesięczne sumy opadów atmosferycznych, mm

Table 2. Monthly precipitation totals, mm

| Rok | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |
|-----------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Sosnowica | | | | | | | | | | | | |
| 2009/2010 | 24,3 | 19,1 | 6,8 | 57,7 | 7,8 | 18 | 162,1 | 69,7 | 79,3 | 94,9 | 117,4 | 17,6 |
| 2010/2011 | 52 | 36,6 | 21,7 | 19,8 | 7,4 | 29,9 | 53,7 | 103,2 | 242,4 | 62,9 | 6,8 | 16,5 |
| 2011/2012 | 1,9 | 28,3 | 32,9 | 18,1 | 25,4 | 41,7 | 57,1 | 74,4 | 30,4 | 104,9 | 42,1 | 64,1 |
| s | 34,3 | 28,4 | 19,9 | 25,8 | 27,6 | 33,9 | 57,9 | 58,1 | 78,6 | 68,3 | 51,4 | 35,9 |
| Lublin | | | | | | | | | | | | |
| 2009/2010 | 45,2 | 58,3 | 37,4 | 44,8 | 26,7 | 23,8 | 144,3 | 67,5 | 59,4 | 139,3 | 129,8 | 10,9 |
| 2010/2011 | 73,3 | 51,9 | 30,7 | 30,4 | 13,8 | 36,3 | 39,2 | 94,2 | 154,3 | 48,6 | 4,5 | 25 |
| 2011/2012 | 0,8 | 35,3 | 49 | 27,2 | 22,5 | 44,9 | 46,2 | 77,5 | 59,6 | 45,6 | 35 | 92,3 |
| s | 36,8 | 35,7 | 29,5 | 30,4 | 33,7 | 39,7 | 59,4 | 64,1 | 84,1 | 62,8 | 56,8 | 37,2 |

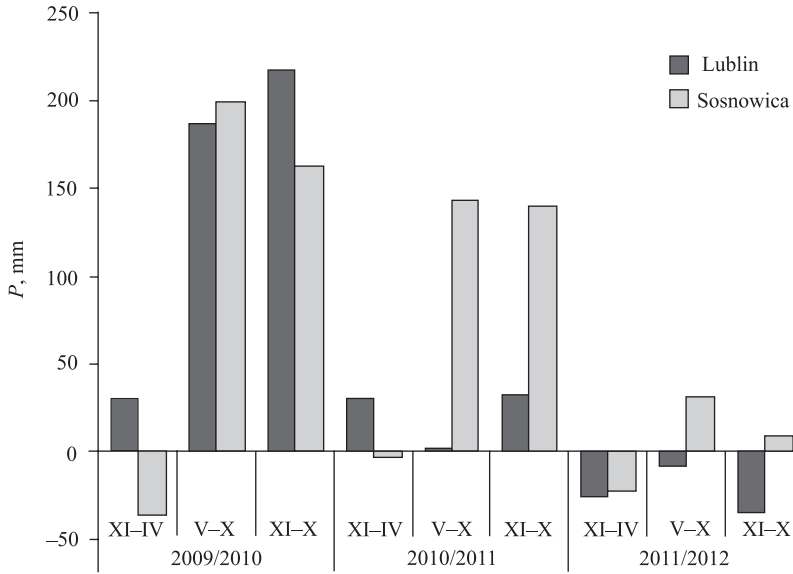
Tabela 3. Miesięczne średnie temperatury powietrza, °C
 Table 3. Monthly average air temperatures, °C

| Rok | XI | XII | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |
|-----------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|
| Sosnowica | | | | | | | | | | | | |
| 2009/2010 | 4,9 | -1,5 | -8,4 | -1,6 | 2,8 | 9,3 | 15,3 | 18,0 | 20,1 | 18,4 | 12,5 | 5,7 |
| 2010/2011 | 6,5 | -4,8 | -1,1 | -4,7 | 2,4 | 9,6 | 14,9 | 17,2 | 18,2 | 18,1 | 15,2 | 7,7 |
| 2011/2012 | 2,7 | 2,0 | -2,0 | -9,1 | 4,5 | 10 | 15,9 | 17,4 | 19,6 | 18,2 | 14,8 | 8,1 |
| s | 2,7 | -1,1 | -2,1 | -1,5 | 2,0 | 8,7 | 14,3 | 16,2 | 18,5 | 17,2 | 12,9 | 8,1 |
| Lublin | | | | | | | | | | | | |
| 2009/2010 | 4,4 | -1,4 | -8,4 | -2,4 | 2,5 | 10,3 | 15,0 | 18,0 | 19,8 | 17,1 | 13,3 | 6,0 |
| 2010/2011 | 6,5 | -4,6 | -0,8 | -5,1 | 1,3 | 10,5 | 14,7 | 18,1 | 18,8 | 18,3 | 14,9 | 6,1 |
| 2011/2012 | 2,5 | 1,9 | -1,7 | -7,9 | 4,2 | 9,5 | 15,0 | 17,1 | 19,7 | 18,8 | 14,2 | 7,8 |
| s | 2,5 | -1,2 | -2,5 | -1,5 | 1,9 | 8,6 | 14,4 | 16,3 | 18,6 | 17,2 | 12,8 | 8,0 |

W roku hydrologicznym 2010/2011 sumy opadów atmosferycznych w zlewni rowu K-2 i Z-6 wynosiły odpowiednio 653 i 602 mm i były znacznie wyższe od sum opadów średnich z wielolecia. Sumy opadów rocznych były wyższe odpowiednio o 133 i 32 mm. W zlewni rowu K-2 szczególnie wysokie były sumy opadów atmosferycznych w półroczu letnim (V-X), w którym wyniosły one 486 mm i były wyższe od średnich z wielolecia o 136 mm (ryc. 1). Sumy opadów półrocza hydrologicznego zimowego w zlewni rowu K-2 i Z-6 były zbliżone do średnich z wielolecia. Najwyższe sumy opadów miesięcznych odnotowano w czerwcu i lipcu. Suma opadów z tych miesięcy w zlewni K-2 wyniosła 345 mm, co stanowi ponad 50% sumy opadów rocznych (tab. 2). Pod względem średnich temperatur rok 2010/2011 był cieplejszy od przeciętnego. Znacznie wyższe temperatury odnotowano w zlewni rowu Z-6 – rok był tam cieplejszy o 0,5°C, na co wpływ miało głównie półrocze letnie cieplejsze od średniego o 0,7°C (ryc. 2). Szczególnie gorącym miesiącem był wrzesień, kiedy średnia temperatura wynosiła 15°C i była aż o 2,2°C wyższa od przeciętnej (tab. 3). Także suma opadów poniżej 7 mm była najniższa w ciągu 30 lat obserwacji (tab. 2).

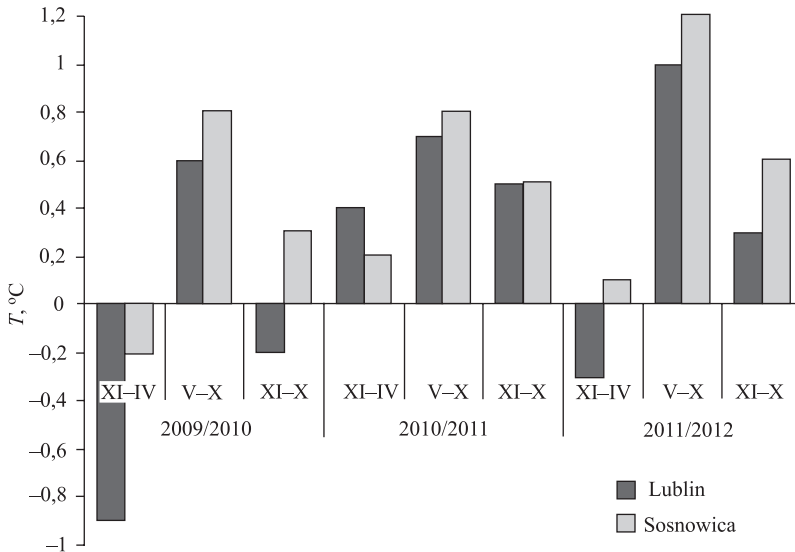
Najniższe sumy opadów atmosferycznych w obu zlewniach zaobserwowano w roku hydrologicznym 2011/2012. W zlewni rowu K-2 i Z-6 wynosiły one odpowiednio 521 i 536 mm i były zbliżone do średnich z wielolecia. Znacznie bardziej suche było półrocze zimowe, kiedy to zaobserwowane sumy opadów były niższe od przeciętnych o 22 i 26 mm (ryc. 1). Pod względem średnich temperatur rok 2011/2012 był cieplejszy od przeciętnego. Znacznie wyższe temperatury odnotowano w zlewni rowu K-2, rok był cieplejszy o 0,5°C, na co wpływ miało głównie półrocze letnie cieplejsze od średniego o 1,2°C (ryc. 2). Szczególnie gorącym miesiącem był grudzień, kiedy średnia temperatura wynosiła 2°C i była o 0,8°C wyższa od przeciętnej (tab. 3). Ekstremalnie suchym miesiącem był listopad 2011 roku, bowiem suma opadów w obu zlewniach nie przekroczyła 2 mm. Prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy opadów wynosi 1 raz na 100 lat.

Po stronie rozchodów wody w równaniu bilansowym występują wskaźniki odpływu, przyrosty retencji oraz ewapotranspiracja roślin. Wielkości tych elementów przedstawiono dla okresów półrocznych i rocznych w obu zlewniach rowów w tabeli 4.



Ryc. 1. Odchylenie rocznych i półrocznych sum opadów atmosferycznych od średnich z wielolecia 1985–2010

Fig. 1. Deviation of the annual and the half-year total precipitation from the multi-years 1985–2010 mean values



Ryc. 2. Odchylenie rocznych i półrocznych średnich temperatur powietrza od średnich z wielolecia 1985–2010

Fig. 2. Deviation of the annual and the half-year the mean air temperatures from the multi-years 1985–2010 mean values

Największe wielkości odpływu wody ze zlewni miały miejsce w półroczu letnim 2009/2010 i wynosiły w zlewni rowu K-2 oraz rowu Z-6 90 mm. Wysokie wartości odpływu wynikały z ulewnych opadów deszczu w maju oraz na przełomie sierpnia i września. Suma opadów z maja i września 2010 roku w obu zlewniach wynosiła około 50% opadów letniego półroczia hydrologicznego. W obu zlewniach nastąpił wówczas także niewielki wzrost retencji o około 10 mm. Również wielkości parowania terenowego były w obu zlewniach zbliżone do siebie i wynosiły 445 mm. W półroczu zimowym widoczne są znaczne różnice pomiędzy składowymi bilansu wodnego, wynikające z wyższej o 102 mm sumy opadów atmosferycznych w zlewni rowu Z-6 niż zlewni rowu K-2. W związku z tym wskaźnik odpływu w zlewni Z-6 był większy o 30 mm, a retencja większa o 53 mm niż w zlewni K-2. W skali roku udało się zwiększyć retencję wodną o 70 mm w zlewni rowu Z-6, natomiast w zlewni rowu K-2 tylko o 13,5 mm.

Tabela 4. Półroczne i roczne sumy składników bilansu wodnego, mm

Table 4. The half-yearly and annual totals of water balance components, mm

| Zlewnia Catchment | Parametr Parameter | 2009/2010 | | | 2010/2011 | | | 2011/2012 | | |
|----------------------|-----------------------|-----------|-----|-------|-----------|-----|-------|-----------|-----|------|
| | | XI-IV | V-X | XI-X | XI-IV | V-X | XI-X | XI-IV | V-X | XI-X |
| K-2 | <i>P</i> | 134 | 541 | 675 | 167 | 486 | 653 | 148 | 373 | 521 |
| | <i>E</i> | 89,5 | 442 | 541,5 | 97,5 | 415 | 512,5 | 80 | 406 | 486 |
| | ΔR | 4,5 | 9 | 13,5 | 24,5 | -4 | 20,5 | 28 | -48 | -20 |
| | <i>H</i> | 40 | 90 | 130 | 45 | 75 | 120 | 40 | 15 | 65 |
| Z-6 | <i>P</i> | 236 | 551 | 787 | 236 | 366 | 602 | 180 | 356 | 536 |
| | <i>E</i> | 108 | 439 | 557 | 104 | 388 | 492 | 97 | 400 | 497 |
| | ΔR | 58 | 12 | 70 | 62 | -62 | 0 | 38 | -79 | -41 |
| | <i>H</i> | 70 | 90 | 160 | 70 | 40 | 110 | 45 | 35 | 80 |

P – opad atmosferyczny – precipitation, *H* – odpływ – drainage, *E* – parowanie terenowe – evapotranspiration, ΔR – zmiana retencji – changing retention

Największym zróżnicowaniem elementów składowych bilansu wodnego charakteryzował się rok hydrologiczny 2010/2011. Wynikało to głównie z ilości i rozkładu opadów. W zlewni K-2 suma opadów półroczia letniego była wyższa o 120 niż w zlewni Z-6. Ponadto suma opadów miesięcznych czerwca i lipca stanowiła aż 70% opadów całego półroczia. W związku z tym wystąpiły różnice w wielkościach poszczególnych wskaźników. W zlewni K-2 wszystkie wskaźniki były znacznie wyższe dla półroczia letniego niż w zlewni Z-6. Różnice wynosiły odpowiednio dla: ewapotranspiracji – 27 mm, retencji – 58 mm, odpływu – 35 mm. Z kolei w półroczu zimowym ze względu na opady niższe o 69 mm poszczególne wskaźniki były znacznie niższe w zlewni K-2. Różnice wynosiły odpowiednio dla: ewapotranspiracji – 6,5 mm, retencji – 37,5 mm, odpływu – 25 mm. W skali roku udało się zwiększyć retencję wodną o 20,5 mm w zlewni rowu K-2, podczas gdy w zlewni rowu Z-6 utrzymała się ona na tym samym poziomie.

Rok hydrologiczny 2011/2012 pod względem rozkładu i ilości opadów atmosferycznych był zbliżony do przeciętnego. Nieco inaczej wygląda sytuacja pod względem temperatur, bowiem w półroczu letnim były one o ponad 1°C wyższe od średnich. W półroczu

zimowym ze względu na sumę opadów atmosferycznych większą o 32 mm w zlewni Z-6 inne składowe były również wyższe. Różnice wynosiły odpowiednio dla: ewapotranspiracji – 17 mm, retencji – 10 mm, odpływu – 5 mm. W półroczu letnim w związku z dużą ewapotranspiracją wynikającą z wysokich temperatur nastąpiło znaczne zmniejszenie zasobów wody w glebie. Wielkość retencji zmniejszyła się w zlewni K-2 o 48 mm, a w zlewni Z-6 o 79 mm. W skali roku hydrologicznego retencja zmniejszyła się odpowiednio o 20 i 41 mm.

PODSUMOWANIE

W okresie badań największe przyrosty retencji odnotowano w półroczu zimowym 2010/2011 i wynosiły one dla zlewni K-2 24,5 mm, a dla zlewni Z-6 72 mm. Spośród półroczy letnich tylko w 2010 roku zanotowano niewielki wzrost retencji (o 10 mm) wynikający z intensywnych opadów deszczu w maju i na przełomie sierpnia września.

Na charakter obiegu wody główny wpływ mają warunki meteorologiczne, które są modyfikowane przez warunki geologiczne. Z obliczeń Michalczyka i Wilgata [1998] wynika, że 80% wody opadowej wraca z powrotem do atmosfery w procesach parowania i transpiracji. Odpływająca woda składa się po równo ze spływu powierzchniowego i odpływu gruntowego. Ta równowaga wynika głównie z płaskiego ukształtowania terenu utrudniającego odpływ wody oraz ograniczonej chłonności podłoża, które szczególnie w okresie wiosennych nadmiarów nie może zmagazynować dużej ilości wody.

Wysokiemu parowaniu sprzyja głównie płytkie występowanie wody oraz charakter użytkowania terenu. Analizę wahań poziomów wody gruntowej w przekroju zlewni K-2 przedstawiono w pracy Grzywny [2011]. Ewapotranspiracja potencjalna z obszarów łąk dostatecznie uwilgotnionych może przekraczać 500 mm [Szajda 1997].

Uzyskane w pracy wyniki różnią się od obliczeń wykonanych przez Michalczyka i Wilgata [1998] dla okresu 1951–1995 na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. Obliczone wartości wskaźników wynoszą: opad – 550 mm, odpływ – 108 mm, parowanie – 442 mm. Natomiast podobne wyniki uzyskano w zlewni rowu G-8 [Stasik i in. 2008], gdzie w normalnym roku 2002 odpływ wody wyniósł 102 mm, a retencja zmniejszyła się o 33 mm.

WNIOSKI

1. Istotny wpływ na wielkości rozchodu wody (ewapotranspiracja, odpływ, retencja) mają zarówno warunki meteorologiczne jak i zagospodarowanie zlewni.
2. Najwyższy odpływ wystąpił w półroczu letnim 2009/2010 i był związany z intensywnymi opadami deszczu. Wynosił on 90 mm i był trzykrotnie większy niż w roku przeciętnym.
3. W zlewni rowu Z-6 obserwowane zmiany retencji były znacznie większe niż w zlewni rowu K-2, co wynikało z odmiennej pokrywy glebowej i innego użytkowania terenu.
4. Badania potwierdziły dominującą rolę parowania terenowego w bilansie wodnym. Świadczą o tym niższe odpływy w półroczu letnim i spadek retencji w roku przeciętnym.

PIŚMIENNICTWO

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., 1998. Crop evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). Irrigation and Drainage Paper 56, 199–214.
- Bykowski J., Kozaczyk P., Przybyła C., 2003. Wpływ warunków meteorologicznych na zmiany retencji glebowej na Nizinie Wielkopolskiej. Zesz. Nauk. AR Krak., Inżynieria Środ. 24, 263–272.
- Grabarczyk S., Żarski J., 1986. Porównanie wysokości szacowanych dawek wody według różnych metod sterowania deszczowaniem. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 327, 161–170.
- Grzywna A., 2011. Zmiany położenia zwierciadła wody gruntowej w latach 2006–09 na zmeliorowanym obiekcie Sosnowica. Gaz Woda Techn. Sanit. 10, 359–360.
- Kondracki J., 2002. Geografia regionalna Polski. PWN Warszawa.
- Michalczyk Z., Wilgat T., 1998. Stosunki wodne Lubelszczyzny. UMCS Lublin, ss. 117.
- Mikulski W., 1998. Gospodarka wodna. PWN Warszawa, ss. 212.
- Mioduszewski W., 1999. Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym. IMUZ Falenty, ss. 162.
- Roguski W., Łabędzki L., Kasperska W., 2002. Analiza wybranych wzorów do obliczania parowania wskaźnikowego na potrzeby nawadniania użytków zielonych. Woda Środ. Obsz. Wiej. 4, 197–209.
- Somorowski C., 1972. Wskaźniki retencji w bilansie wodnym zlewni rzecznych. Wiadomości IMUZ 7(1), 53–73.
- Stasik R., Szafranski C., Literacki D., Korytowski M., 2008. Ocena wybranych składników bilansów wodnych małych zlewni leśnych o zróżnicowanych warunkach siedliskowych. Rocz. Ochr. Środ. 10, 557–565.
- Szajda J., 1997. Roślinne i glebowo-wodne wskaźniki ewapotranspiracji łąki na glebie torfowo-murszowej. Rozprawy Habilitacyjne. IMUZ Falenty, ss. 62.

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 22.12.2014