

KLIMATYCZNY BILANS WODNY ZALESIONYCH TERENÓW WIELKOPOLSKI NA PRZYKŁADZIE PUSZCZY ZIELONKA

Bernard Okoński, Antoni T. Miler

Akademia Rolnicza w Poznaniu

Streszczenie. Na podstawie dwudziestoletniego (1986–2005) ciągu pomiarów hydrometeorologicznych określono przebieg klimatycznego bilansu wodnego dla Puszczy Zielonka – kompleksu leśnego typowego dla Wielkopolski. Okres ten zamknął się nadwyżką klimatycznego bilansu wodnego w wysokości 229 mm przy przeciętnej rocznej nadwyżce wynoszącej 11 mm. Stosunkowo korzystne warunki meteorologiczne panowały w okresach półroczy zimowych. Relatywnie wysokim wartościom temperatury, stymulującym parowanie terenowe, towarzyszyły wówczas wysokie i stabilne wartości opadów. Ogólnie wynik klimatycznego bilansu wodnego można uznać za typowy dla regionu Wielkopolski. Sumy bilansowe w półroczach letnich i sezonach wegetacyjnych były na ogół ujemne, a w półroczach zimowych dodatnie. Wyjaśnienia wymaga jeszcze wpływ wysokiej częstości okresów ciepłych oraz dużej zmienności opadów w półroczach letnich i sezonach wegetacyjnych na dynamikę parowania i klimatycznego bilansu wodnego.

Słowa kluczowe: klimatyczny bilans wodny, opady, parowanie terenowe, obszary leśne, Wielkopolska

WSTĘP

Wielkopolska należy do regionów Polski o szczególnie niekorzystnym kształtowaniu się zasobów wodnych. Decydują o tym głównie cechy klimatu tego regionu: relatywnie niskie wartości opadów i wysokie wartości parowania terenowego oraz niekorzystny ich rozkład w ciągu roku [Kędziora 1993, Farat i in. 1995].

W przeważającej części regionu dominują miększe – przepuszczalne grunty o małej pojemności wodnej: piaski sandrowe i dennomorenowe. Miejscami ewapotranspirację stymuluje pokrycie leśne. Lasy zajmują ponad 25% powierzchni regionu, porastając obszary piaszczyste.

Powszechnie wiadomo, że dostępność wody jest czynnikiem współdecydującym o wielkości produkcji biomasy. Dlatego niekorzystny przebieg warunków pogodowych (głównie opadowych i termicznych) w typowych warunkach regionu ujemnie wpływa zarówno na agrocenozy, jak i na obszary leśne – w takich okresach pogarsza się produkcja roślinna, a także zmniejsza się przyrost drzewostanów oraz produktywność i zdrowotność lasu, przekształcają się też siedliska leśne [Czarnowski 1989, Słota 1992, Zielski 1996, Suliński 2002].

W kontekście przedstawionych uwarunkowań dużego znaczenia nabiera ustalenie, jak w warunkach typowych dla leśnych obszarów regionu kształtują się zasoby wodne w dłuższym okresie. Szczegółowe bilansy hydrologiczne są sporządzane stosunkowo rzadko. Na ogół brak pełnych danych hydrologicznych, które umożliwiałyby prześledzenie procesów zachodzących w ekosystemach na tle dynamiki warunków wodnych w okresach wieloletnich [Farat i in. 1995].

Klimatyczny bilans wodny jest jedną z miar wykorzystywanych do oceny kształtowania się warunków wilgotnościowych danego okresu, prawdopodobnie najpełniejszą, ponieważ uwzględnia zarówno opady, jak i ewapotranspirację. W praktyce stosuje się go często jako miarę do wyznaczania okresów susz oraz oceniania dostępności wody dla roślin w okresie wegetacji [Dubicki 2002].

W pracy przedstawiono klimatyczny bilans wodny obszaru zalesionego na tle warunków termiczno-opadowych w stosunkowo długim okresie oraz określono czynniki mające wpływ na ten bilans. Wybrano typowy dla Wielkopolski kompleks leśny Puszcza Zielonka o potencjalnie niekorzystnych warunkach wodnych.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto Puszcze Zielonka położoną w środkowej części Wielkopolski.

Elementy klimatycznego bilansu wodnego – opady i parowanie terenowe – obliczono na podstawie dobowych sum opadów atmosferycznych, przeciętnych dobowych temperatur powietrza oraz prężności pary wodnej. Potrzebne dane pochodziły z pomiarów wykonywanych w latach 1986–2005 na stacji meteorologicznej Akademii Rolniczej w Poznaniu, zlokalizowanej w miejscowości Zielonka [Grodzki i Zientarski 1987–2006].

Parowanie terenowe (ewapotranspirację) obliczono metodą Konstantinowa [1963]. Metoda ta opiera się na założeniach teorii dyfuzji turbulentnej i jest stosowana do szacowania parowania terenowego w większych jednostkach przestrzennych, np. zlewniach. Na obszarze Wielkopolski metoda Konstantinowa została zweryfikowana dla małych zlewni o dużym stopniu lesistości [Miler 1997].

Do scharakteryzowania warunków termiczno-opadowych w Puszczy Zielonka w okresie 1986–2005 wykorzystano prawdopodobieństwo wystąpienia przeciętnych rocznych temperatur oraz sum opadów wraz z wyższymi w odniesieniu do okresu długiego 1848–2005. Dane termiczno-opadowe za lata 1948–1985 uzyskano z zależności korelacyjnej między danymi z Puszczy Zielonka i danymi z położonej najbliższej niej stacji meteorologicznej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Poznań–Ławica [Sumy opadów... 2006, Średnie temperatury... 2006]. Taka procedura określania brakujących danych wydaje się zasadna, ponieważ wykazano bardzo silną zależność linio-

wą między odpowiadającymi sobie danymi temperaturowymi ($r = 0,9989$) i opadowymi ($r = 0,9244$).

Puszcza Zielonka jest zwartym obszarem leśnym położonym na wschód od rzeki Warty, w odległości 5 km na północny wschód od Poznania. Zajmuje ok. 15 tys. ha i stanowi jeden z większych zwartych obszarów leśnych w bezleśnej na ogół środkowej Wielkopolsce. Łącznie z Lasami Czarniejewskimi (ok. 12 tys. ha) na południowym wschodzie oraz lasami Puszczy Noteckiej (ok. 130 tys. ha) na północnym zachodzie Puszcza Zielonka tworzy łańcuch rozległych kompleksów leśnych połączony z obszarami leśnymi Pomorza i Ziemi Lubuskiej [Miler i in. 2001].

Według regionalizacji fizyczno-geograficznej, obszar zlewni należy do makroregionu Pojezierze Wielkopolskie (315.5), mezoregionu Pojezierze Gnieźnieńskie (315.54) [Kondracki 2002]. Niemal 80% powierzchni Puszczy zajmują płaskie i faliste wysoczyzny sandrowe i dennomorenowe. Utwory skalne zalegające na jej terenie to mięszsze, luźne skały osadowe, przeważnie piaski i żwiry piaszczyste (91%) oraz utwory pylaste (6%). Wody podziemne pierwszego poziomu wodonośnego występują z reguły na głębokości od 5 do 12 m pod powierzchnią terenu w obrębie wysoczyzn oraz na głębokości do 3,5 m p.p.t. w obrębie dolin i zagłębień bezodpływowych. Puszcza Zielonka zajmuje prawostronną część środkowego odcinka dorzecza Warty. Sieć cieków na tym obszarze ma niewielkie zagęszczenie – $0,37 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$. Lasy pokrywają 89% powierzchni, a użytki rolne – łącznie 8%. Gleby gruntów ornych należą z reguły do V i VI klasy bonitacyjnej, do kompleksu żytniego słabego (6). Istnieje tendencja do ograniczania gospodarki rolnej na korzyść odłogowania lub zalesiania. Drzewostany są na ogół jednopiętrowe (ok. 91% powierzchni leśnej). Gatunki panujące w drzewostanach to sosna (73%) i dąb (16%). Wśród siedliskowych typów lasu dominuje las mieszany świeży (LMśw; 60 % powierzchni Puszczy) i bór mieszany świeży (BMśw; 22 %). Główne typy gleb to gleby rdzawe (55%) oraz brunatne (34%) [Okoński 2004].

Puszcza Zielonka leży w strefie klimatu przejściowego, dlatego poszczególne roczne cykle meteorologiczne często znacznie się różnią pod względem termiczno-opadowym. Przeważa cyrkulacja zachodnia, oceaniczna (łącznie ponad 70% dni w roku), przy dominacji wiatrów z kierunków zachodnich (ok. 50% częstości średniorocznej). Opady atmosferyczne na obszarze Puszczy są stosunkowo niewielkie i pod tym względem jej klimat wykazuje cechy słabego kontynentalizmu. Z badań Plenzlera i innych [1999] wynika, że sumy opadów w rejonie Puszczy są o ok. 10–15% wyższe niż na obszarach sąsiednich, a normalny roczny opad za okres 1962–1999 to blisko 575 mm.

W okresie 1848–2005 przeciętna wartość sumy opadów rocznych wynosiła 503 mm, a w dwudziestoleciu 1986–2005 – 522 mm. Ekstrema sum opadów miesięcznych z reguły przypadają na luty i lipiec (34 i 79 mm). Opady letniego półrocza hydrologicznego (350 mm) są o ok. 1/3 większe od opadów półrocza zimowego. Wpływy klimatu oceanicznego na terenie Puszczy zaznaczają się w jej warunkach termicznych. Przeciętna temperatura roczna w wieloleciu 1848–2005 wynosiła $7,8^{\circ}\text{C}$, a w dwudziestoleciu 1986–2005 – $8,4^{\circ}\text{C}$. Miesiące o temperaturach ekstremalnych to styczeń i lipiec ($-2,0$ i $18,1^{\circ}\text{C}$). Okres wegetacyjny trwa tu z reguły 220–225 dni, rozpoczyna się ok. 31 marca, a kończy przed 10 listopada.

Jak stwierdził Rojek [2001] na podstawie danych za lata 1961–1995, przeciętna roczna wartość klimatycznego bilansu wodnego dla obszaru Wielkopolski, na którym leży

Puszczy Zielonka, zamyka się z reguły deficytem w wysokości ok. 50 mm. Największy deficyt występuje w maju i czerwcu (30–40 mm), w lipcu (20–30 mm) i w sierpniu (10–20 mm). Przeciętny deficyt bilansowy za okres od kwietnia do września wynosi ok. 150 mm. Maksymalne nadwyżki klimatycznego bilansu wodnego występują w listopadzie (30–40 mm) oraz w grudniu i styczniu (10–20 mm). Klimatyczny bilans wodny jest na ogół dodatni od października do marca.

Odpływ półrocza zimowego (XI–IV) na obszarze Puszczy znacznie przeważa nad odpływem półrocza letniego (V–IX), stanowiąc 65–70% w stosunku do 30–35%. Maksimum odpływu powierzchniowego, związane z wezbraniem roztopowymi i niekiedy opadowymi, występuje na ogół w okresie od stycznia do marca. Wiosną przepływy w ciekach zmniejszają się znacząco, głównie wskutek parowania terenowego, i zazwyczaj z początkiem czerwca wkraczają w strefę niżówek. Niskie przepływy przeważnie utrzymują się do końca roku hydrologicznego (IX–X), chociaż szczególnie wysokie lub długotrwałe opady deszczu (VI–VIII) mogą spowodować krótkotrwałą wyżkę przepływów. Przeciętny odpływ jednostkowy (SSq) w Puszczy kształtuje się na poziomie $2\text{--}3 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Przeciętna wartość odpływów średnich niskich (SNq) nie przekracza $0,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ [Okoński 2004].

Elementy normalnego hydrologicznego bilansu wodnego, szacowane dla Puszczy przy założeniu braku zmian retencji, to: opad skorygowany – 600 mm, odpływ – 120 mm (odpływ podziemny i powierzchniowy po ok. 60 mm), parowanie terenowe (deficyt odpływu) – 480 mm [Plenzler i in. 1999].

WYNIKI

Klimatyczny bilans wodny dla obszaru Puszczy Zielonka za okres 1986–2005 zamknął się nadwyżką przychodu nad rozchodem równą 229 mm warstwy wody (tab. 1). Rok zamykał się przeciętnie niewielką nadwyżką bilansową w wysokości 11 mm, jednak poszczególne okresy roczne cechowały się stosunkowo dużym zróżnicowaniem sumy bilansowej. Rozstęp ekstremalnych wartości rocznego bilansu wodnego sięgał 500 mm, a odchylenie standardowe przekraczało 120 mm. Generalnie, ostatnie lata omawianego okresu oraz przełom lat 80. i 90. dwudziestego wieku cechowały się ujemnym bilansem wodnym. Duży deficyt bilansowy wystąpił w latach 1989, 1992 i 2003. W półroczach zimowych występowały nadwyżki bilansowe wynoszące przeciętnie 91 mm, przy dość znacznym rozstępie 182 mm. W ośmiu przypadkach zimowe zasilanie obszaru Puszczy w wodę nie wystarczyło, aby utrzymać dodatnią wartość bilansu całorocznego. Klimatyczny bilans wodny w wymiarze całorocznym zależał od warunków okresu letniego. Półrocza letnie zamykały się na ogół (w 16 przypadkach) deficytem bilansu, którego wartość sięgała 263 mm. Przebieg klimatycznego bilansu wodnego w sezonie wegetacyjnym był podobny jak w półroczu letnim, z tym że wartości deficytu były większe, sięgające nawet 300 mm. Przeciętny deficyt bilansowy w sezonie wegetacyjnym wynosił 100 mm, a w całym półroczu letnim – 82 mm. Klimatyczny bilans wodny sezonu wegetacyjnego tylko czterokrotnie w ostatnim dwudziestolecium miał dodatnią wartość. Przeciętna nadwyżka bilansowa wynosiła wówczas 55 mm.

Tabela 1. Przebieg klimatycznego bilansu wodnego (mm) w wieloletniu 1986–2005 dla Puszczy Zielonka

Table 1. Climatic water balance (mm) in multiannual period of 1986–2005 for Zielonka Forest

Lata Years	Rok kalendarzowy Calendar year	Rok hydrolo- giczny Hydrologic year	Półrocze zimowe Winter half-year	Półrocze letnie Summer half-year	Sezon wegetacyjny Vegetation season
1986	30	20	89	-69	-76
1987	249	208	103	105	101
1988	36	64	177	-112	-134
1989	-175	-146	42	-188	-193
1990	-7	-26	15	-41	-49
1991	-92	-84	78	-162	-150
1992	-168	-162	101	-263	-300
1993	247	171	79	92	49
1994	25	110	196	-85	-106
1995	20	34	74	-40	-67
1996	103	113	23	90	55
1997	61	42	43	-1	-8
1998	49	4	71	-67	-93
1999	-24	-9	197	-206	-188
2000	161	144	82	62	8
2001	26	62	126	-65	-71
2002	10	11	150	-139	-142
2003	-214	-202	63	-265	-291
2004	-26	-52	51	-103	-136
2005	-83	-123	69	-192	-216
Statystyki – Statistics					
Liczba okresów z bilansem dodatnim Number of periods with positive balance	12	12	20	4	4
Liczba okresów z bilansem ujemnym Number of periods with negative balance	8	8	0	16	16
Wartość średnia – Mean	11	9	91	-82	-100
Błąd standardowy Standard error	28	25	12	25	24
Mediana – Median	23	16	79	-77	-100
Odchylenie standardowe Standard deviation	123	113	53	113	109
Rozstęp – Range	463	410	182	370	401
Wartość minimalna Minimum	-214	-202	15	-265	-300
Wartość maksymalna Maximum	249	208	197	105	101
Przedział ufności 95,0% Confidence interval 95,0%	58	53	25	53	51

Na tle wielolecia 1848–2005 okres 1986–2005 okazał się ciepły. Przeciętne temperatury dobowe zarówno roczne, jak i poszczególnych okresów w badanym dwudziestoleciu przewyższały temperatury z wielolecia. Największa różnica – blisko 1°C – wystąpiła w przypadku półrocza zimowego. W dziesięciu przypadkach okresy roczne (lata hydrologiczne) można określić jako ciepłe i bardzo ciepłe, w tym siedem było bardzo ciepłych. Prawdopodobieństwo wystąpienia temperatury dobowej równej lub wyższej od przeciętnej w roku wynosiło dla tych okresów mniej niż 10% (okresy bardzo ciepłe) oraz mniej niż 20% (okresy bardzo ciepłe i ciepłe). Jedynie w dwóch przypadkach prawdopodobieństwo to było większe niż 90% (okresy bardzo zimne). Okresami ciepłymi w roku były głównie półrocza zimowe. W dziesięciu przypadkach były one bardzo ciepłe i ciepłe, a zaledwie w jednym przypadku bardzo zimne. Rozkład prawdopodobieństwa temperatur wraz z temperaturami wyższymi dla półrocza zimowego i roku hydrologicznego wykazuje znacznie większą asymetrię prawostronną niż rozkład dla półrocza letniego czy sezonu wegetacyjnego. Półrocza letnie oraz sezony wegetacyjne również przeważnie były ciepłe, jednak przewaga liczbowa okresów bardzo ciepłych nie zaznaczyła się tak silnie jak w przypadku półrocza zimowego – okresy bardzo ciepłe i ciepłe wystąpiły w nich siedmiokrotnie, a okresy bardzo zimne jedynie dwukrotnie (tab. 2).

Tabela 2. Prawdopodobieństwo (%) wystąpienia przeciętnych temperatur dobowych (t) oraz sum opadów (p) wraz z wyższymi w wieloleciu 1986–2005 w Puszczy Zielonka

Table 2. Probability (%) of occurrence of average daily temperatures (t) and precipitation totals (p) in multiannual period of 1986–2005 in Zielonka Forest

Lata Years	Rok kalendarzowy Calendar year		Rok hydrologiczny Hydrologic year		Półrocze zimowe Winter half-year		Półrocze letnie Summer half-year		Sezon wegetacyjny Vegetation season	
	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p
1986	69	35	76	39	75	31	62	47	61	43
1987	92	3	90	4	82	34	92	3	88	2
1988	18	19	12	13	10	3	38	52	41	57
1989	2	99	1	97	1	69	23	97	25	97
1990	4	47	7	53	1	75	73	37	66	37
1991	51	84	45	82	30	46	82	83	80	76
1992	7	94	7	94	22	25	11	98	11	99
1993	51	2	39	6	28	54	82	3	61	5
1994	8	27	21	10	28	2	32	52	25	55
1995	29	35	3	26	4	37	16	24	15	32
1996	96	24	98	29	96	99	92	4	90	6
1997	51	25	61	34	57	91	57	11	74	11
1998	23	7	10	15	4	45	53	9	33	8
1999	7	56	21	42	39	3	13	93	9	86
2000	1	6	4	10	2	34	26	7	9	9
2001	23	39	7	25	15	22	13	34	15	35
2002	4	18	3	22	12	8	3	49	3	42
2003	33	97	61	98	78	77	16	96	20	96
2004	18	52	21	66	18	72	38	51	33	63
2005	13	78	10	87	22	54	16	91	15	94

Przeciętne dla dwudziestolecia 1986–2005 sumy opadów roku hydrologicznego, półrocza zimowego i letniego oraz sezonu wegetacyjnego były nieco większe (do 10 mm) od przeciętnych dla wielolecia 1948–2005. Średnio w roku występowała typowa dla regionu przewaga (o blisko 1/3) sumy opadów półrocza letniego nad sumą opadów półrocza zimowego.

Opady cechowała duża zmienność w poszczególnych latach. Rozstęp wartości sumy opadów dla roku hydrologicznego wynosił ponad 300 mm, przy wartości minimalnej zbliżonej do 350 mm. Zanotowano dużą liczbę półroczy letnich i sezonów wegetacyjnych o skrajnych wartościach prawdopodobieństwa wystąpienia opadów wraz z opadami wyższymi: okresów bardzo mokrych (prawdopodobieństwo mniejsze niż 10%) było odpowiednio 5 i 4, a bardzo suchych (prawdopodobieństwo większe niż 90%) po 5. Średnia wartość sumy opadów w sezonie wegetacyjnym wynosiła 340 mm (min. 165 mm, maks. 495 mm) przy odchyleniu standardowym bliskim 100 mm. W dwudziestoleciu 1986–2005 bardziej stabilnymi opadami cechowało się półrocze zimowe niż letnie. Rozkład prawdopodobieństwa opadów wraz z opadami wyższymi dla półrocza zimowego był równomierny, z nieznaczną przewagą liczby przypadków o prawdopodobieństwie od 10 do 30% (okresy mokre i umiarkowanie mokre) (tab. 2).

DYSKUSJA

Dwudziestoletni ciąg pomiarowy parametrów meteorologicznych można uznać za stosunkowo długi, lecz nie dający jeszcze podstaw do pełniejszej analizy dynamiki zjawiska – ewentualnych trendów czy cykliczności. Opierając się na danych z obszarów sąsiednich, gdzie notowano wzrost temperatury powietrza o ok. 0,3°C na 100 lat, można przypuszczać, że także na terenie Puszczy w ciągu ostatnich 150 lat temperatura systematycznie się zwiększała. Sumy opadów rocznych nie wykazały trendu – w 150-letnim okresie opady utrzymywały się na stabilnym poziomie nieco ponad 500 mm [Miler i Miler 2000].

Rozkład prawdopodobieństwa temperatur wraz z temperaturami wyższymi dla wielolecia 1986–2005 skłania ku stwierdzeniu, że stosunkowo mało prawdopodobne zdarzenia wystąpienia wysokich temperatur były w minionym dwudziestoleciu relatywnie częste. Dotyczy to wszystkich okresów roku hydrologicznego, ale szczególnie zaznacza się w półroczach zimowych. Z analizy rozkładu prawdopodobieństwa opadów wraz z opadami wyższymi wynika, że o dużej zmienności opadów rocznych decydowała duża liczba półroczy letnich i sezonów wegetacyjnych o opadach ekstremalnych (bardzo niskich i bardzo wysokich). Objaśnienia wymaga wpływ dużej liczebności okresów ciepłych oraz zmienności opadów na dynamikę parowania i klimatycznego bilansu wodnego. Badania takie można będzie przeprowadzić na podstawie dłuższego ciągu danych pomiarowych.

Porównując wyniki bilansowania dla stosunkowo niewielkiego obszaru, jakim jest Puszcza Zielonka, z dostępnymi danymi literaturowymi [Rojek 2001], można zauważyć różnicę dotyczącą przeciętnych wartości wieloletnich. Według wspomnianych danych, obszar Puszczy cechuje się deficytem klimatycznego bilansu wodnego wynoszącym przeciętnie ok. 50 mm w roku, w niniejszej pracy natomiast dla dwudziestolecia

1985–2005 wykazano niewielką nadwyżkę sumy bilansowej. Przyczynę takiego stanu rzeczy może stanowić kilka czynników, a mianowicie rozbieżność okresów badawczych, różny poziom generalizacji wyników (porównywane opracowanie wykonano dla stosunkowo dużego regionu), a także odmienne metody obliczania parowania terenowego.

PODSUMOWANIE

Dwudziestolecie 1986–2005 w Puszczy Zielonka cechowało się wyższymi temperaturami i nieco większymi opadami od przeciętnych z wielolecia 1848–2005. Rozkład opadów w poszczególnych okresach wpływał na ogół korzystnie na klimatyczny bilans wodny półroczy zimowych, powodując jego nadwyżkę. W półroczach tych relatywnie wysokim wartościom temperatury, stymulującym parowanie terenowe, towarzyszyły wysokie i stabilne wartości opadów. Półroczna letnie i sezony wegetacyjne można uznać za ciepłe. Wysoka temperatura tych okresów wpływała z reguły na redukcję nadwyżki bilansowej powstałej w okresie zimowym. Deficyt klimatycznego bilansu wodnego cieplej pory roku był modulowany przez wysoką częstość opadów ekstremalnych – niskich i wysokich.

Obszar Puszczy był w większym stopniu zasilany w wodę w półroczu zimowym niż letnim, ale rozmiar nadwyżki bilansowej tego okresu przeważnie nie wpływał na wynik bilansu całorocznego na skutek wysokiego deficytu klimatycznego bilansu wodnego w półroczu letnim. Okresy wegetacyjne cechowały się przeważnie ujemnymi wartościami klimatycznego bilansu wodnego. Dwudziestolecie zamknęło się nadwyżką bilansową, lecz wartość sumy bilansowej przeciętnie w roku była niewielka.

Przeciętne opady dwudziestolecia były zbliżone do normalnych, jednak bardzo nierównomiernie rozłożone w poszczególnych okresach i latach. Zaznaczyła się duża liczebność półroczy letnich i sezonów wegetacyjnych z opadami ekstremalnymi. Badany okres można uznać za ciepły. Odnotowano dużą liczebność bardzo ciepłych półroczy zimowych.

Klimatyczny bilans wodny badanego obszaru kształtują dwa czynniki: wysokie parowanie terenowe oraz duża zmienność opadów. Dalszych analiz wymaga objaśnienie wpływu wysokiej częstości okresów ciepłych i okresów z opadami ekstremalnymi na dynamikę parowania terenowego i klimatycznego bilansu wodnego.

PIŚMIENNICTWO

- Czarnowski M.S., 1989. Zarys ekologii roślin lądowych. PWN Warszawa.
- Dubicki A., 2002. Zasoby wodne w dorzeczu górnej i środkowej Odry w warunkach suszy. IMGW Warszawa.
- Farat R., Kępińska-Kasprzak M., Magier P., 1995. Susze na obszarze Polski w latach 1951–1990. Mater. Bad., Gosp. Wod. Ochr. Wód 16, IMGW Warszawa.
- Grodzki M., Zientarski J., 1987–2006. Wyniki obserwacji meteorologicznych w Zielonce. Wyd. AR w Poznaniu.
- Kędziora A., 1993. Klimat a stosunki wodne w środowisku przyrodniczym Wielkopolski. Kron. Wielkop. 64, 46–54.

- Kondracki J., 2002. Geografia regionalna Polski. PWN Warszawa.
- Konstantinow A.R., 1963. Isparienije w prirodi. Hidrologičeskoje izdatielstwo Leningrad.
- Miler A., 1997. Zastosowanie metody Konstantinowa do obliczania parowania terenowego w zlewniach rzecznych. [W:] Przyrodnicze i techniczne problemy ochrony i kształtowania środowiska rolniczego. Wyd. AR w Poznaniu, 125–130.
- Miler A.T., Grajewski S., Okoński B., 2001. Stosunki wodne w wybranych ekosystemach Puszczy Zielonka. Wyd. AR w Poznaniu.
- Miler A.T., Miler M., 2000. Trendy i okresowości zmian temperatury oraz opadów dla Poznania w latach 1848–2000. Zesz. Nauk. Wydz. Bud. Inż. Środ., Inż. Środ. 22, Wyd. Politech. Kosz., 945–956.
- Okoński B., 2004. Aktualny stan stosunków wodnych w Puszczy Zielonka i kierunki przewidywanych zmian. Katedra Inżynierii Leśnej AR w Poznaniu, maszynopis.
- Plenzler W., Rapacki L., Farat R., Pijewska I., Hapke T., 1999. Hydrologia i gospodarka wodna zlewni Poznańskiego Dorzecza Warty. IMGW Poznań, maszynopis.
- Rojek M., 2001. Klimatyczny bilans wodny. [W:] Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce. Mapa 27. Wyd. AR w Szczecinie.
- Słota H., 1992. Susza. Mater. Bad., Hydrol. Oceanol. 16, IMGW Warszawa.
- Suliński J., 2002. Podstawowe założenia w nauczaniu hydrologii leśnej. Sylwan 12, 69–79.
- Sumy opadów miesięcznych ze Stacji IMGW Poznań-Ławica za lata 1848–2005, 2006. IMGW Poznań, maszynopis.
- Średnie temperatury miesięczne ze Stacji IMGW Poznań-Ławica za lata 1848–2005, 2006. IMGW Poznań, maszynopis.
- Zielski A., 1996. Wpływ temperatury i opadów na szerokość słoju rocznych drewna u sosny zwyczajnej w rejonie Torunia. Sylwan 2, 71–80.

CLIMATIC WATER BALANCE FOR FORESTED AREAS OF WIELKOPOLSKA REGION AS EXEMPLIFIED BY ZIELONKA FOREST

Abstract. The study attempts to establish the pattern of the climatic water balance for the Zielonka Forest as a typical example of forested areas in the Wielkopolska region based on a 20-year-long (1986–2005) hydrometeorological record. The period ended with a balance surplus of 229 mm and an annual average surplus of 11 mm. The meteorological conditions were quite favourable for water alimentation in winter half-years. Relatively high air temperatures, stimulating evapotranspiration, were then accompanied by high and stable precipitation. The general pattern of the climatic water balance was rather typical for Wielkopolska. As a rule, the balance was negative in summer half-years and vegetation seasons, and positive in winter half-years. Further studies are needed to explain the impact of the high frequency of warm periods and the wide variability of precipitation in summer half-years and vegetation seasons on the dynamics of evapotranspiration and the climatic water balance.

Key words: climatic water balance, precipitation, evapotranspiration, forested areas, Wielkopolska

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 11.10.2006