

GRZEGORZ DURŁO

Klimatyczny bilans wodny okresów wegetacyjnych na szkółce leśnej Wyrchczadeczka w Beskidzie Śląskim

Climatic water balance of vegetation seasons on Wyrchczadeczka forest nursery in Beskid Śląski Mountains

ABSTRACT

Durło G. 2007. Klimatyczny bilans wodny okresów wegetacyjnych na szkółce leśnej Wyrchczadeczka w Beskidzie Śląskim. Sylwan 6: 53-61.

This paper presents research results on analysis of climatic water balance in forest in Wyrchczadeczka forest nursery. The data comes from measurements from 1995-2004, which were collected at the meteorological station of the Department of Forest Climatology in Istebna. Detailed analysis concerned vegetation seasons. The lowest value of climatic water balance was August on average $-27,1 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$. The highest value was July, $93,5 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$. Average value of index in whole vegetation period has totalled $275 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$. Despite big disparity of sum of precipitation and evaporation, climatic conditions promote of forest species vegetation in this terrain. In researched period, months presented with negative values of climatic water balances near 30% on average, it 70% cases of positive values remaining.

KEY WORDS

climatic water balance, forest nursery, Beskid Śląski Mts.

ADDRESSES

Grzegorz Durło – Katedra Ochrony Lasu i Klimatologii Leśnej; Akademia Rolnicza;
Al. 29 listopada 46; 31-425 Kraków; e-mail: rrdurlo@cyf-kr.edu.pl

Wstęp

Warunki wzrostu i rozwoju drzewostanów w istotny sposób uzależnione są od zasobów wodnych. Bezpośrednim źródłem wody dla roślin jest wilgoć glebowa, jednakże w terenach górskich, na glebach silnie szkieletowych, charakteryzujących się małą retencją, główną rolę w zaspokajaniu potrzeb wodnych roślin odgrywają opady atmosferyczne. Duże zróżnicowanie opadów atmosferycznych w Beskidzie Śląskim w ostatnich latach powoduje, iż optymalne warunki pluwalne zgodne z wymaganiami roślin występują stosunkowo rzadko. Często natomiast pojawiają się okresy z niedoborami lub nadmiarami opadów, których znaczenie wzrasta na tle ekstremalnych warunków temperaturowych [Kaszewski 1995; Ziernicka i in. 2001; Zawora i in. 2001]. Na terenach Polski południowej na wzrost drzewostanów wpływają przede wszystkim opady wiosenne i letnie. Są to okresy niezwykle ważne dla rozwoju podrostu i podszytu oraz gatunków drzew płytko ukorzeniających się. Niedobory opadów w okresach wiosennym oraz letnim mogą powodować dość znaczne straty w drzewostanie nawet w warstwie drzew panujących. Bardzo niebezpieczne są również niedobory wody wczesną jesienią, gdyż w tym czasie rośliny intensywnie gromadzą substancje zapasowe. Posuchy w tym okresie wpływają na ograniczenie szerokości słoju rocznych i długości pędów drzew [Puchalski, Prusinkiewicz. 1975]. W przypadku częstego występowania niedoboru lub nadmiaru opadów, nawet stabilny i w pełni rozwinięty ekosystem leśny ulega osłabieniu. Powstające szkody ograniczają efektywność gospodarki leśnej i obniżają jakość surowca.

Do oceny stosunków wodnych danego obszaru nie wystarcza tylko znajomość warunków pluwialnych. Charakter siedlisk leśnych i ich różnorodność uzależniona jest także od parowania, a w zasadzie od relacji pomiędzy opadem atmosferycznym i parowaniem z powierzchni czynnej. Wartość klimatycznego bilansu wodnego wyraża tę zależność i pozwala na obiektywną ocenę potencjału wodno-klimatycznego badanego terenu [Thornthwaite, Macher 1954; Rojek 1982; Sarnacka 1986; Doroszewski, Marcinkowska 1995; Bryś, Bryś 2005; Leśny, Juszcak 2005].

Celem pracy była charakterystyka klimatycznych bilansów wodnych w latach o ekstremalnych opadach atmosferycznych na szkółce Leśnej Wyrchzadeczka w Beskidzie Śląskim na podstawie wieloletniej serii danych pomiarowych.

Metody badań

Do opracowania wykorzystano dane meteorologiczne z lat 1995-2004 zgromadzone w Stacji Fitoklimatycznej Katedry Ochrony Lasu i Klimatologii Leśnej znajdującej na terenie Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Beskidu Śląskiego, w miejscowości Istebna, w Nadleśnictwie Wisła w Leśnictwie Zapowiedź, na terenie szkółki leśnej Wyrchzadeczka. Stacja położona jest w umiarkowanie chłodnym piętrze klimatycznym [Hess 1965], na wysokości 690 m n.p.m., na lekko opadającym (3°) ku wschodowi grzbiecie. Jej współrzędne geograficzne wynoszą odpowiednio: $\varphi=49^{\circ} 27' N$ oraz $\lambda=20^{\circ} 58' E$. Posterunek położony jest na otwartej przestrzeni, na grzbiecie górskim i reprezentuje formę wypukłą terenu. Pomiaru wysokości opadów atmosferycznych prowadzone były w latach 1995-2004 przy użyciu deszczomierza Hellmanna umieszczonego na wysokości 1 m nad powierzchnią gleby oraz automatycznego deszczomierza przepływowego firmy HUGER umieszczonego na tej samej wysokości.

Klimatyczny bilans wodny wyznaczono na podstawie różnicy pomiędzy miesięczną sumą opadów atmosferycznych skorygowanych (P_k) i miesięczną sumą parowania potencjalnego (W_m). Wartości dobowego skorygowanego opadu atmosferycznego, w cieplej części roku, obliczono na podstawie wzoru zaproponowanego przez Jaworskiego [2004]:

$$P = 1,135(P_1 + 1)^{0,165} + P_1 + k_1 - 1 \quad [1]$$

gdzie:

P – suma dobowa opadu skorygowanego w mm słupa wody na m^2 ;

P_1 – suma dobowa opadu atmosferycznego zmierzona deszczomierzem Hellmanna na wysokości 1 m nad powierzchnią gruntu;

k_1 – straty opadu wywołane procesem zwilżania [Kowalczyk i in. 1978; Kowalczyk, Ujda 1987].

W chłodnej części roku, podczas występowania opadów stałych, wartość skorygowanego opadu dobowego wyznaczona za pomocą równania [Jaworski 1988]:

$$P = 1,167 \cdot P_1 + 0,29 + k_1 \quad [2]$$

oznaczenia jak we wzorze [1].

Na podstawie dobowych wartości opadu atmosferycznego skorygowanego obliczono sumy miesięczne i roczne opadu w wieloletniu 1995-2004.

Wartości parowania obliczono stosując wskaźnik ewapotranspiracji Doroszewskiego i Górskiego [1995] oparty na równaniu Penmana [1948], według następującego wzoru:

$$W_m = -89,6 + 0,0621 \cdot t^2 + 0,00448 \cdot h^{1,66} + 9,1 \cdot f \quad [3]$$

gdzie:

W_m – wskaźnik ewapotranspiracji,

- t – średnia temperatura powietrza; usłonecznienie miesięczne w godzinach,
 f – długość środkowego dnia w godzinach.

Wartości wskaźnika ewapotranspiracji i klimatycznego bilansu wodnego obliczono dla miesięcy ciepłej części roku: od kwietnia do października w całym wieloleciu 1995-2004 oraz dla 10 kolejnych sezonów wegetacyjnych.

Wyniki

Średnia wieloletnia suma opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym na szkółce leśnej Wyrchzadeczka w Beskidzie Śląskim wyniosła $891 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ z odchyleniem $127,5 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ (tab. 1). Natomiast średnia wieloletnia suma ewaporacji potencjalnej w tym samym czasie wyniosła $616,2 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ z odchyleniem $79,1 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ (tab. 2). W związku z tym, średni wielo-

Tabela 1.

Wskaźniki klimatyczne sumy opadów atmosferycznych i ich charakterystyki statystyczne w wieloleciu 1995-2004 na szkółce leśnej Wyrchzadeczka w Beskidzie Śląskim

Climatologically indexes of sum of precipitation and its statistical coefficients in years 1995-2004 on Wyrchzadeczka forest nursery in Beskid Śląski Mountains

Miesiące	t_{\max}	t_{\min}	\bar{x}	σ	σ_x	m_e	z_t
Kwiecień	188,2	73,8	109,9	32,7	10,3	104,9	114,4
Maj	208,2	68,2	127,4	40,8	12,9	129,4	140,0
Czerwiec	239,1	57,2	157,0	55,2	17,5	148,7	181,9
Lipiec	332,8	96,1	205,8	90,3	28,6	186,0	236,7
Sierpień	193,4	33,1	84,9	50,1	15,9	63,1	160,3
Wrzesień	291,5	44,0	124,4	74,5	23,6	96,1	247,5
Październik	152,6	16,5	81,7	46,5	14,7	73,1	136,1
MOW	1099,2	673,4	891,2	127,5	40,3	914,1	425,8

Objaśnienia: t_{\max} – najwyższa średnia miesięczna suma opadów atmosferycznych w wieloleciu; t_{\min} – najniższa średnia miesięczna suma opadów atmosferycznych w wieloleciu; \bar{x} – średnia wieloletnia suma opadów atmosferycznych; σ – odchylenie standardowe dla średniej; σ_x – błąd standardowy; m_e – mediana; z_t – rozstęp (zakres); MOW – meteorologiczny okres wegetacyjny

Where: t_{\max} – highest monthly average sum of precipitation in years 1995-2004; t_{\min} – lowest monthly average sum of precipitation in years 1995-2004; \bar{x} – multiannual average sum of precipitation; σ – standard deviation; σ_x – standard error; m_e – median; z_t – range; s_k – skewness; MOW – meteorological vegetation period

Tabela 2.

Wskaźniki klimatyczne ewaporacji potencjalnej i ich charakterystyki statystyczne w wieloleciu 1995-2004 na szkółce leśnej Wyrchzadeczka w Beskidzie Śląskim

Climatologically indexes of potential evaporation and its statistical coefficients in years 1995-2004 on Wyrchzadeczka forest nursery in Beskid Śląski Mountains

Miesiące	t_{\max}	t_{\min}	\bar{x}	σ	σ_x	m_e	z_t
Kwiecień	95,3	54,9	73,7	11,8	3,7	72,3	40,4
Maj	146,5	76,1	110,9	27,7	8,8	109,2	70,4
Czerwiec	146,6	98,6	118,4	16,2	5,1	116,2	48,0
Lipiec	142,1	88,2	112,4	18,4	5,8	104,5	54,0
Sierpień	139,1	87,6	111,9	15,6	4,9	110,1	51,5
Wrzesień	94,4	33,0	60,9	17,8	5,6	59,8	61,4
Październik	43,4	17,7	28,1	9,9	3,1	25,6	25,7
MOW	731,2	502,6	616,2	79,1	25,0	607,3	228,6

Objaśnienia: t_{\max} – najwyższa średnia miesięczna suma ewaporacji potencjalnej w wieloleciu; t_{\min} – najniższa średnia miesięczna suma ewaporacji potencjalnej w wieloleciu; \bar{x} – średnia wieloletnia suma ewaporacji potencjalnej; σ – odchylenie standardowe dla średniej; σ_x – błąd standardowy; m_e – mediana; z_t – rozstęp (zakres); MOW – meteorologiczny okres wegetacyjny

Where: t_{\max} – highest monthly average sum of potential evaporation in years 1995-2004; t_{\min} – lowest monthly average sum of potential evaporation in years 1995-2004; \bar{x} – multiannual average of sum of potential evaporation; σ – standard deviation; σ_x – standard error; m_e – median; z_t – range; s_k – skewness; MOW – meteorological vegetation period

letni klimatyczny bilans wodny w okresie wegetacyjnym był dodatni. Przewaga opadów nad parowaniem wynosiła przeciętnie $275 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ (tab. 3, ryc. 1). W ciągu 10 lat tylko jeden raz wartość klimatycznego bilansu wodnego była ujemna, mianowicie w 2003 roku. Stało się tak za sprawą długotrwałego deficytu opadów atmosferycznych w miesiącach letnich.

Spośród miesięcy okresu wegetacyjnego największą średnią wartością klimatycznego bilansu wodnego charakteryzował się lipiec: $94 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ z odchyleniem $96,4 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ (ryc. 1).

Tabela 3.

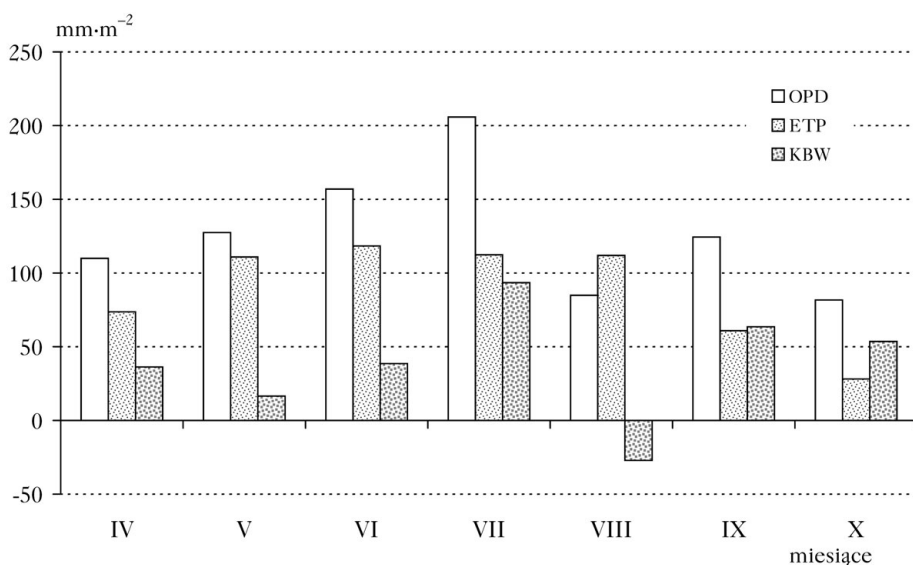
Wskaźniki klimatyczne ewaporacji potencjalnej i ich charakterystyki statystyczne w wieloleciu 1995-2004 na szkółce leśnej Wyrchzadeczka w Beskidzie Śląskim

Climatologically indexes of potential evaporation and its statistical coefficients in years 1995-2004 on Wyrchzadeczka forest nursery in Beskid Śląski Mountains

Miesiące	t_{\max}	t_{\min}	\bar{x}	σ	σ_x	m_c	z_t
Kwiecień	133,3	-5,4	36,3	40,2	12,7	32,9	138,6
Maj	132,1	-78,1	16,5	61,6	19,5	16,0	210,2
Czerwiec	125,4	-76,2	38,6	67,2	21,3	29,1	201,6
Lipiec	244,6	-16,7	93,5	96,4	30,5	56,3	261,3
Sierpień	105,9	-105,9	-27,1	63,8	20,2	-49,4	211,8
Wrzesień	258,5	-29,9	63,6	87,9	27,8	33,1	288,4
Październik	132,8	-5,2	53,6	50,8	16,1	40,7	138,0
MOW	596,6	-43,8	274,9	189,8	60,0	272,8	640,4

Objaśnienia: t_{\max} – najwyższa średnia wartość klimatycznego bilansu wodnego w wieloleciu; t_{\min} – najniższa średnia wartość klimatycznego bilansu wodnego w wieloleciu; \bar{x} – średnia wieloletnia wartość klimatycznego bilansu wodnego; σ – odchylenie standardowe dla średniej; σ_x – błąd standardowy; m_c – mediana; z_t – rozstęp (zakres); MOW – meteorologiczny okres wegetacyjny

where: t_{\max} – highest monthly value of climatic water balance in years 1995-2004; t_{\min} – lowest monthly value of climatic water balance in years 1995-2004; \bar{x} – multiannual average of climatic water balance; σ – standard deviation; σ_x – standard error; m_c – median; z_t – range; s_k – skewness; MOW – meteorological vegetation period



Ryc. 1.

Średnia wieloletnia suma miesięczna opadu atmosferycznego, parowania i klimatycznego bilansu wodnego na szkółce leśnej Wyrchzadeczka w Beskidzie Śląskim w latach 1995-2004

The multiannual average of month precipitation, evaporation and climatic water balance on Wyrchzadeczka forest nursery in Beskid Śląski mountains, in years 1995-2004

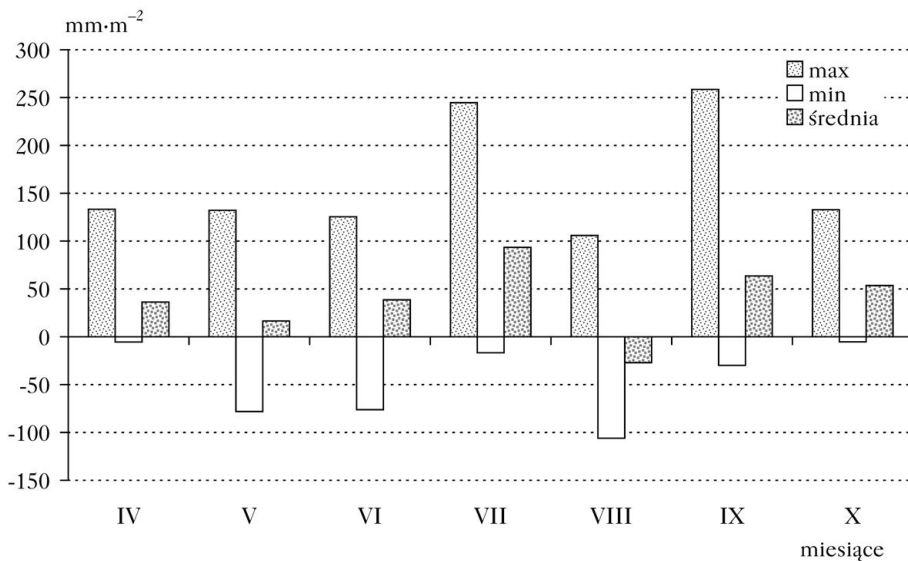
Jednak największą w wieloleciu miesięczną wartość klimatycznego bilansu wodnego zanotowano we wrześniu 1996 roku, wyniosła ona $258,5 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ (ryc. 2). W 1996 roku wszystkie miesiące okresu wegetacyjnego charakteryzowały się dodatnimi wartościami klimatycznego bilansu wodnego, podobnie było w 2004.

Najmniejszą średnią wartością klimatycznego bilansu wodnego w latach 1995-2004 charakteryzował się sierpień, wyniosła ona $-27,1 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ z odchyleniem $63,8 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ (tab. 3, ryc. 1). Najmniejsza miesięczna wartość omawianego wskaźnika w badanym wieloleciu wystąpiła w sierpniu 2003 roku i wyniosła $-105,9 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ (ryc. 2).

Zmienność klimatycznego bilansu wodnego z roku na rok w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego wyniosła przeciętnie $79 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$, największa była we wrześniu, najmniejsza w kwietniu (ryc. 3). W całym okresie wegetacyjnym różnice między omawianym wskaźnikiem dochodziły do $430 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ (ryc. 4).

W badanym wieloleciu miesiącem, w którym najczęściej pojawiał się deficyt wody, był sierpień. Aż siedem razy wartość klimatycznego bilansu wodnego w tym okresie przyjmowała wartości ujemne (70%) – oznacza to, że w każdym kolejnym roku należy spodziewać się nadwyżki strat wody nad opadami (ryc. 5). W pozostałych miesiącach z wyjątkiem maja deficyt wody pojawiał się sporadycznie, zaledwie 2 razy w badanym dziesięcioleciu (ryc. 5). W wieloleciu 1995-2004 przeciętnie około 30% udziału stanowiły miesiące z ujemnymi wartościami klimatycznego bilansu wodnego, pozostałe 70% to przypadki dodatnich wartości (ryc. 5).

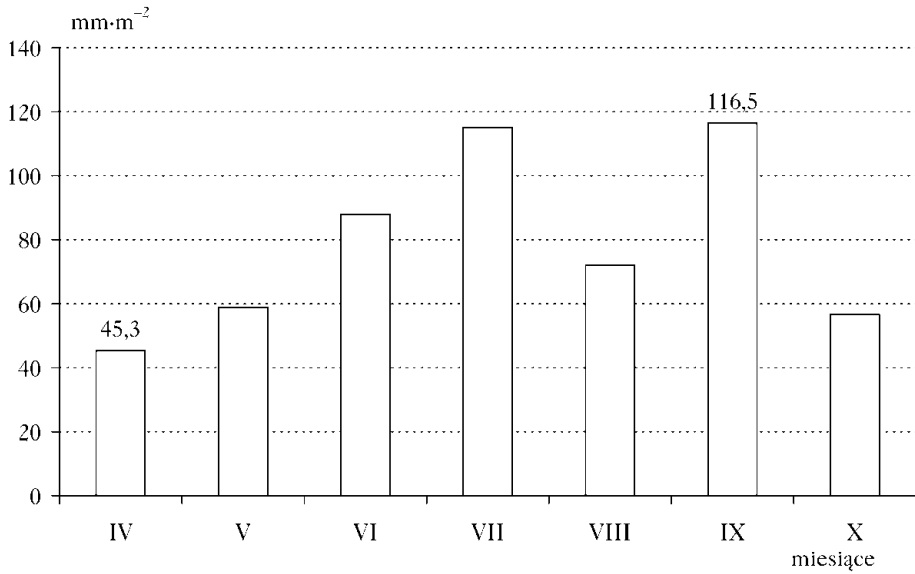
W analizowanym okresie przeciętne odchylenie rocznej wartości klimatycznego bilansu wodnego od średniej wieloletniej wyniosło $0,0 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$. Pięć razy odchylenia przyjmowały znak dodatni, 5 razy ujemny (ryc. 6). Największe dodatnie odchylenie od średniej wyniosło ponad $320 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ w 1996 roku, najmniejsze ujemne blisko $320 \text{ mm} \cdot \text{m}^{-2}$ w 2003 roku (ryc. 6). Oba roczniki wyróżniały się na tle wielolecia. W 1996 roku wartość klimatycznego bilansu wodnego



Ryc. 2.

Maksymalny, minimalny i średni klimatyczny bilans wodny w poszczególnych miesiącach na szkółce leśnej Wyrchczadeczka w Beskidzie Śląskim, w latach 1995-2004

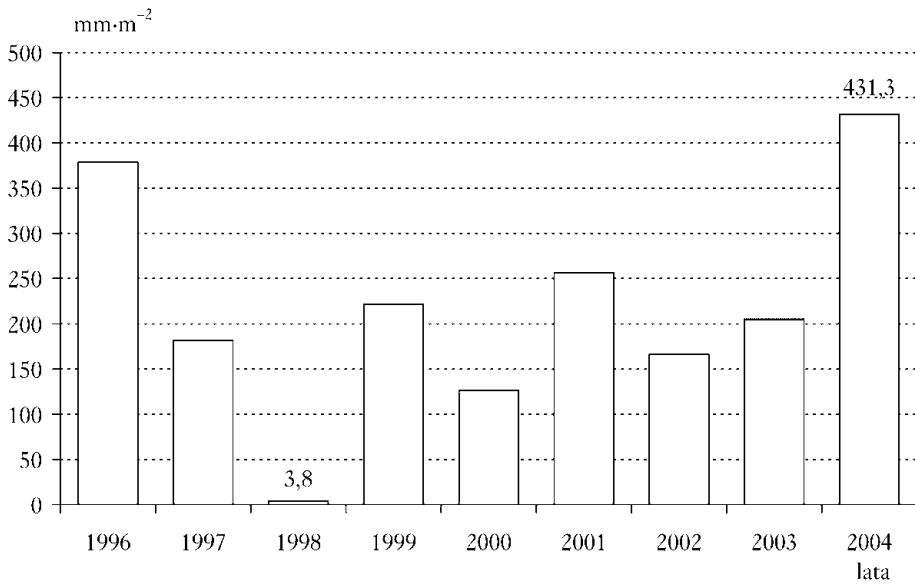
Maximum, minimum and average of climatic water balance in consecutive months on Wyrchczadeczka forest nursery in Beskid Śląski mountains, in years 1995-2004



Ryc. 3.

Zmienność klimatycznego bilansu wodnego z roku na rok w poszczególnych miesiącach na szkółce leśnej Wyrchzadeczka w Beskidzie Śląskim, w latach 1995-2004

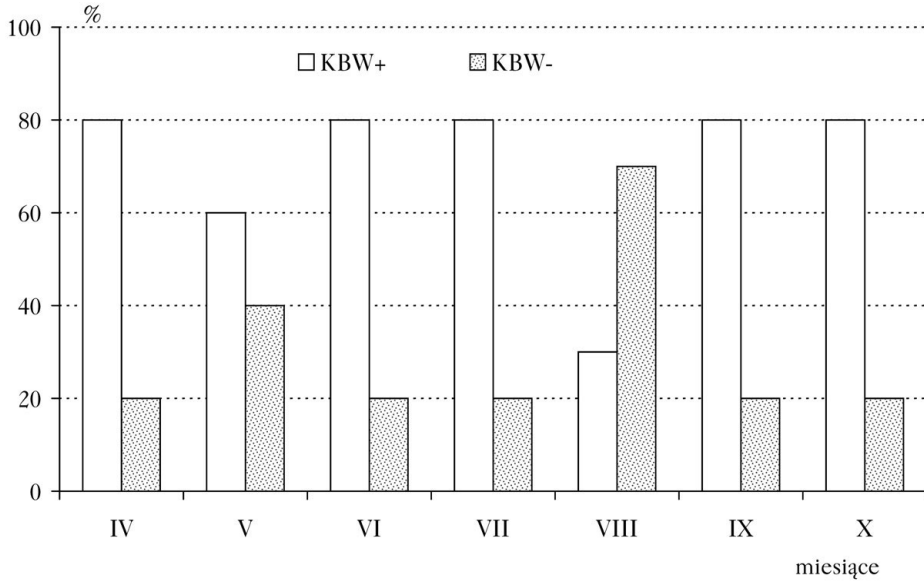
Variability of climatic water balance from year to year in consecutive months on Wyrchzadeczka forest nursery in Beskid Śląski mountains, in years 1995-2004



Ryc. 4.

Różnice między wartościami klimatycznego bilansu wodnego w poszczególnych latach na szkółce leśnej Wyrchzadeczka w Beskidzie Śląskim, w latach 1995-2004

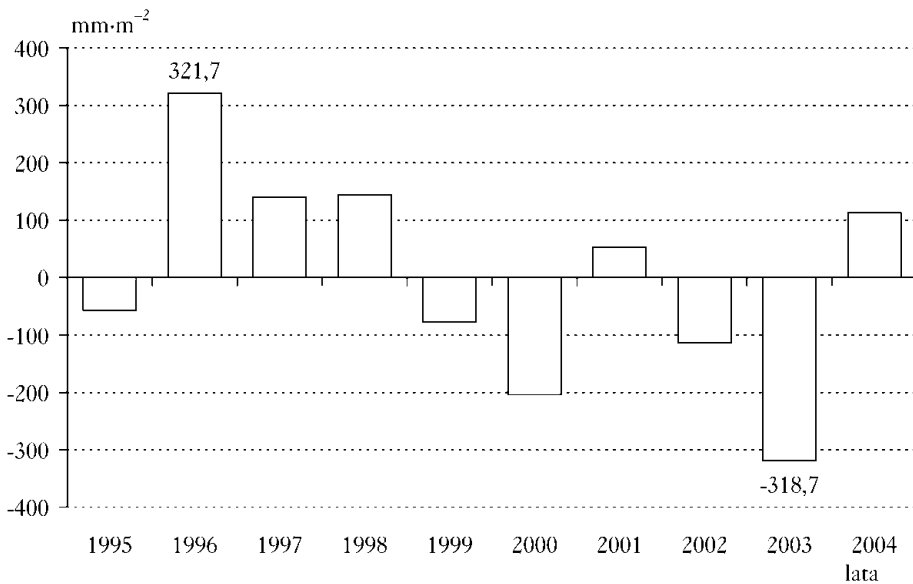
Differences between values of climatic water balance in consecutive years on Wyrchzadeczka forest nursery in Beskid Śląski mountains in years 1995-2004



Ryc. 5.

Udział procentowy dodatnich i ujemnych wartości klimatycznego bilansu wodnego w poszczególnych miesiącach na szkółce leśnej Wyrchzadeczka w Beskidzie Śląskim, w latach 1995-2004

Percent participation of positive and negative values of climatic water balance in individual months on Wyrchzadeczka forest nursery in Beskid Śląski mountains, in years 1995-2004



Ryc. 6.

Odchylenia od średniej wartości klimatycznego bilansu wodnego w poszczególnych latach na szkółce leśnej Wyrchzadeczka w Beskidzie Śląskim, w latach 1995-2004

Deviation from average values of climatic water balance in consecutive years on Wyrchzadeczka forest nursery in Beskid Śląski mountains, in years 1995-2004

w okresie wegetacyjnym wyniosła $596,6 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$ i była największa spośród wszystkich wskaźników w badanym wieloleciu. W 2003 roku natomiast, omawiany wskaźnik osiągnął najmniejszą wartość $-43,8 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$. W pierwszym przypadku o wysokiej wartości wskaźnika zdecydowała największa w wieloleciu suma opadów atmosferycznych okresu wegetacyjnego, wynosząca $1100 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$, zaś w 2003 roku bardzo małe opady w okresie od sierpnia do października (łącznie $155 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$) oraz wyjątkowo niski poziom opadów w czerwcu, zaledwie $54 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$.

Podsumowanie i wnioski

Klimatyczny bilans wodny sezonów wegetacyjnych 1995-2004 na szkółce leśnej Wyrchczadeczka w Nadleśnictwie Wisła był dodatni. Średnia wartość wskaźnika w tym okresie wyniosła $275 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$. Znaczne zróżnicowanie sum rocznych opadów i ewaporacji w badanym wieloleciu powoduje, iż warunki klimatyczne nie zawsze sprzyjają vegetacji i rozwojowi sadzonek w obrębie badanego obiektu. W dziesięcioletnim okresie obserwacji w jednym roku klimatyczny bilans wodny był ujemny. Na uwagę zasługuje fakt, iż w 2003 roku o ujemnej wartości wskaźnika zdecydowały najmniejsze w wieloleciu sumy opadów atmosferycznych w czerwcu i sierpniu. Na tle średnich sum miesięcznych z wielolecia 1994-2005 stanowiły one zaledwie 36% (czerwiec 2003) i 39% (sierpień 2003).

W badanym wieloleciu sierpień okazał się tym miesiącem, w którym najczęściej klimatyczny bilans wodny przyjmował wartości ujemne, aż 70%. Okres ten jest niezwykle ważny szczególnie dla młodych drzew, z uwagi na początek fazy fenologicznej, w której rośliny rozpoczynają gromadzenie substancji zapasowych na zimę. Niedobór wody w tym czasie może istotnie zakłócić aktywność fizjologiczną rośliny i spowodować ograniczenie przyrostu w kolejnym sezonie wegetacyjnym i ogólne obniżenie wartości materiału sadzeniowego. Z kolei bardzo korzystne wartości klimatycznego bilansu wodnego we wrześniu i październiku mogą, szczególnie w przypadku sadzonek drzew iglastych, zrekompensować deficyt opadów w sierpniu i poprawić ogólny bilans wodny w drugiej części sezonu wegetacyjnego.

Ocena wieloletniego przebiegu klimatycznego bilansu wodnego na badanym terenie wskazuje na to, iż warunki tam panujące są korzystne dla występujących na tym obszarze gatunków drzew leśnych. Jednakże z uwagi na okresowe deficyty wody w okresie wiosennym oraz późnoletnim, należy stosować zabiegi rekompensujące niedobory wody przez deszczowanie powierzchni szkółkarskich. Bez wątpliwości sierpień jest tym miesiącem, w którym konieczne jest stosowanie zabiegów łagodzących niedobory wody na terenie szkółki leśnej Wyrchczadeczka.

Na podstawie uzyskanych wyników można przyjąć, iż wartością progową, przy której należy się spodziewać ujemnej wartości klimatycznego bilansu wodnego w okresie wegetacyjnym, jest suma opadów atmosferycznych miesięcy od kwietnia do października poniżej $700 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$.

Wstępną predykcję wartości klimatycznego bilansu wodnego w danym roku można określić na podstawie wartości wskaźników uzyskanych w czerwcu oraz sierpniu. Biorąc pod uwagę ogólne warunki pluwalne panujące na tym obszarze, określone na podstawie danych wieloletnich ze stacji IMGW na Kubalonce oraz w miejscowości Istebna, można stwierdzić, iż deficyt opadów w czerwcu i sierpniu rzadko bywa rekompensowany w ostatnich miesiącach sezonu wegetacyjnego.

Literatura

Bac S., Rojek M. 1982. Klimatyczne bilanse wodne w Polsce. W: Bac S. [red.]. Agroklimatyczne podstawy melioracji wodnych w Polsce. PWRiL.

- Bryś K., Bryś T. 2005. Ekstremalne wartości klimatycznych bilansów wodnych we Wrocławiu-Swojcu. *Wod. Środ. Obsz. Wiejsk. IMUZ.* 5: 11-29.
- Doroszewski A., Górski T. 1995. Prosty wskaźnik ewapotranspiracji potencjalnej. *Rocz. Akad. Roln. Ser. Melior. Inż. Środ.* 16: 3-8.
- Doroszewski A., Marcinkowska I. 1995. Klimatyczny bilans wodny sezonów wegetacyjnych 1921-1993 w Puławach. W: Kołodziej J., Turcki R. [red.]. *Gleby i klimat Lubelszczyzny. Societ. Sci. Lubli.* 1: 193-197.
- Hess M. 1965. Piętra klimatyczne w Polskich Karpatach Zachodnich. *Zesz. Nauk. UJ, Prac. Geogr.*, 11:1-267.
- Jaworski J. 1988. Charakterystyka obiegu wody w zlewni Regi. *Wiad. IMGW.* 11, 1 i 2.
- Jaworski J. 1989. Matematyczne modelowanie procesu ewapotranspiracji z wykorzystaniem standardowych danych meteorologicznych. *Rocz. AR Poznań. Ser. Melior. Inż. Środ.* 8: 13-24.
- Jaworski J. 2004. Parowanie w cyklu hydrologicznym zlewni rzecznych. *Wyd. PTGeof.* 1: 1-422.
- Kaszewski B. 1995. Zróżnicowanie opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym na Lubelszczyźnie. W: Kołodziej J., Turcki R. [red.]. *Gleby i klimat Lubelszczyzny. Societ. Sci. Lubli.* 1: 141-151.
- Kowalczyk S., Odziemska T., Wolska A. 1978. Pomiary porównawcze opadów atmosferycznych. *Maszyn. IMGW, Warszawa.*
- Kowalczyk S., Ujda K. 1987. Pomiary porównawcze opadów atmosferycznych. *Mat. Bad. IMGW. Ser. Meteorol.* 14.
- Leśny J., Juszczyk R. 2005. Klimatyczny bilans wodny terenów rolniczych i leśnych. *Wod. Środ. Obsz. Wiejsk. IMUZ.* 5: 53-66.
- Penman H. L. 1948. *Natura evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc.* 193: 45-120.
- Puchalski T., Prusinkiewicz Z. 1975. *Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. PWRiL, Warszawa.* 1-463.
- Sarnaacka S. 1986. Ewapotranspiracja potencjalna jako podstawowy wskaźnik w wyznaczaniu potrzeb wodnych. *Zesz. Prob.. Post. Nauk Roln.* 268: 371-378.
- Thorntwaite C., Macher J. 1954. *The water balance. Publ. Clim. Centerton N. J.* 8: 1-104.
- Zawora T., Janur E., Olszańska A., Skowera B. 2001. Porównanie norm opadów atmosferycznych na obszarze Polski. *Ann. UMCS. Sec B.* 50/51, 4: 391-398.
- Ziarnicka A., Kalarus A., Zawora T. 2001. Porównanie meteorologicznych wskaźników posuchy i nadmiaru opadów atmosferycznych w Polsce południowo-wschodniej w okresie 1901-1998. *Ann. UMCS. Sec B.* 50/51, 4: 399-406.

SUMMARY

Climatic water balance of vegetation seasons on Wyrchzadeczka forest nursery in Beskid Śląski Mountains

The aim of this study is the analysis of climatic water balance in Forest Experimental Station in Wyrchzadeczka forest nursery. The data comes from measurements from 1995-2004, which were collected at the meteorological station of the Department of Forest Climatology in Istebna. Detailed analysis concerned vegetation seasons. The lowest value of climatic water balance was August on average $-27,1 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$. The highest value was July, $93,5 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$. Average value of index in whole vegetation period has totalled $275 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$. Despite big disparity of sum of precipitation and evaporation, climatic conditions promote of forest species vegetation in this terrain. In researched period, months presented with negative values of climatic water balances near 30% on average, it 70% cases of positive values remaining. However, periodic deficits of waters in spring period and late summer, it belongs to use procedures by compensating water deficiency on nursery surfaces for example through sprinkling irrigation. August is this month without doubting, in which indispensable procedures application moderating deficiency water on Wyrchzadeczka forest nursery. It is possible to accept on base of got result that limitary value it is belonged to expect negative value of climatic water balance is April to October sum of precipitation below $700 \text{ mm}\cdot\text{m}^{-2}$.