

Antoni T. Miler, Bernard Okoński

ZMIANY KLIMATYCZNE W PUSZCZY ZIELONKA OD 1848 ROKU

CLIMATICAL CHANGES IN THE ZIELONKA FOREST SINCE 1848 YEAR

Streszczenie

Jednym z najistotniejszych problemów we współczesnej klimatologii jest zagadnienie ocieplania klimatu. Chociaż nie udowodnione po za wszelką wątpliwość, wiele czynników świadczy o zmianie klimatu w przeciągu ostatniego krótkiego okresu czasu. Prezentowane w literaturze przedmiotu stanowiska są bardzo różnorodne – od skrajnych poglądów, przewidujących katastrofalne skutki do w wielu regionach świata do oceny, że „problem zmian klimatu został wyolbrzymiony ponad wszelkie proporcje”.

Puszcza Zielonka położona jest w środkowej części dorzecza Warty, w centralnej części Wielkopolski. Krajobraz jest typu młodogłacjalnego. Dominującą formą terenu Puszczy są wysoczyzny płaskie i faliste. Wierzchnie warstwy skalne stanowią głównie piaski i żwiry. Dominującym gatunkiem drzewiastym jest sosna oraz dąb. Przeważające siedliska to: bór mieszany świeży, bór świeży, bór wilgotny oraz ols. Klimat w Puszczy Zielonka wykazuje stosunkowo dużą stacjonarność. Opady atmosferyczne w latach 1848-2008 nie wykazują istotnych statystycznie zmian na poziomie istotności $\alpha=0,05$. Zarówno dla poszczególnych miesięcy I–XII, jak i półroczy zimowych, letnich, okresów wegetacyjnych i lat hydrologicznych zmiany nie są istotne statystycznie. Występują jednak wyraźne okresowości sum rocznych opadów atmosferycznych, dominują okresowości 10,0-, 7,0- i 6,7-letnie. Wartości prawdopodobieństwa wraz z wyższymi dla sum rocznych opadów atmosferycznych mają krótkie – do 3 lat, sekwencje zbliżonych wartości. Temperatury powietrza w ww. okresie wykazują dodatnie, statystycznie istotne (dla $\alpha=0,05$), trendy czasowe dla marca, maja, listopada i grudnia. Natomiast dla pozostałych miesięcy stosowne trendy nie są istotne statystycznie. Trendy czasowe średnich temperatur powietrza dla półroczy zimowych, okresów wegetacyjnych i lat hydrologicznych są dodatnie i istotne statystycznie na poziomie istotności jw. Natomiast dla półroczy letnich trend jest nieistotny statystycznie. Podobnie jak opady atmosferyczne, średnie roczne temperatury powietrza wyka-

zują wyraźne kilkuletnie okresowości – dominują cykle 7,6- 5,7- i 5,5-letnie. Wartości prawdopodobieństwa wraz z wyższymi dla średnich rocznych temperatur powietrza, podobnie jak opady atmosferyczne, mają krótkie – do 3 lat, sekwencje zbliżonych wartości.

Słowa kluczowe: Puszcza Zielonka, zmiany klimatyczne, zmienność temperatur powietrza, zmienność opadów atmosferycznych

Summary

One of the most significant problems in contemporary climatology of climate warming. Although not confirmed beyond any doubt, still numerous factors indicate climate change within the recent, relatively short period of time. Opinions presented in literature on the subject vary considerably – from extreme positions, forecasting disastrous effects in many regions worldwide to the claim that "the problem of climate change has been exaggerated against all proportions".

The Zielonka Forest is situated in mid-part of the Warta river basin, in the central part of the Wielkopolska region. The natural landscape is of postglacial type (Würm glaciation) with morainic plateaus – plain or rolling, gravel and sandy soils as the main features. Pine and oak are the dominant tree species in forest stands. The predominant habitats are: fresh mixed coniferous forest, fresh coniferous forest, moist coniferous forest and alder. Transitional climate of Puszcza Zielonka is distinguished by relatively significant nonstationality expressed e.g. by parameters of temperature and precipitation dynamics. For the period from 1848 to 2008 year, the directional changes of precipitation time series were not indicated at 0,05 level of significance. The trends are statistically insignificant for each month of the year, half-year, vegetation and hydrologic year periods. However the periodicity of annual precipitation was indicated. Dominating periods are 10,

7 and 6,7 year. The probability of annual precipitation is characterized by short-time series of similar values. The mean temperature time series for the investigated periods expressed statistically significant positive trend changes for March, May, November and December (at the 0,05 level). The trends for mean temperature time series of winter half-year, vegetation, hydrologic year periods were statistically significant, but for summer half-year insignificant at the 0,05 significance level. Annual precipitation likewise temperature time series is characterized by a periodicity. The dominating cycles are 7,6, 5,7 and 5,5-year. The probability values for precipitation manifested similar regularity as the probability for the temperature (shorter than 3- year sequence of similar values).

Key words: *the Puszcza Zielonka Forest, climatical changes, variability of air temperature, variability of precipitation*

WSTEP

Zasadniczo na stan i zmienność stosunków wodnych w ekosystemach wpływają czynniki meteorologiczne, głównie opady atmosferyczne i temperatury powietrza. Warunkiem koniecznym trwałości lasów jest stały przyrost bioma-

sy, a ten zależy od ilości wytranspirowanej wody. Zatem o kondycji drzewostanów, wynikającej ze stosunków wodnych, będą decydowały warunki pluwialno-termiczne [Miler 2008]. Puszcza Zielonka wraz z Wielkopolskim Parkiem Narodowym stanowi trudne do przecenienia zaplecze rekreacyjno-wypoczynkowe aglomeracji poznańskiej [Kasprzak 1996].

Puszcza Zielonka nazywa się stosunkowo zwarty obszar leśny położony około 6 km na północny-wschód od granic miasta Poznania. Powierzchnia tego kompleksu leśnego szacowana jest na około 15 tys. hektarów. Z uwagi na wysokie walory przyrodnicze od 1993 roku znaczna część puszczy weszła w skład Parku Krajobrazowego Puszcza Zielonka, który obejmuje ochroną blisko 12 tys. ha gruntów [Rozporządzenie... 2004]. Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej Puszcza Zielonka znajduje się w obrębie III krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, 7 dzielnicy Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej, mezoregionie 7b Pojezierza Wielkopolskiego [Trampler i in. 1990]. Pod względem klimatycznym obszar Puszczy należy do Regionu Środkowowielkopolskiego [Woś 1994]. Krajobraz naturalny ukształtowany został w wyniku działania ostatniego okresu lodowcowego tj. poznańskiego stadiału zlodowacenia bałtyckiego. Warunki glebowe na terenie Puszczy są bardzo urozmaicone. Występuje tu cały szereg gleb o różnym pochodzeniu. Przeważają gleby rdzawe (54%) i brunatne (34%), a tylko nieznaczne powierzchnie zajmują gleby płowe (3%) i bielcowe (3%). Lasy Puszczy Zielonka reprezentują charakterystyczne cechy szaty geobotanicznej okręgu Poznańsko-Gnieźnieńskiego Krainy Wielkopolsko-Kujawskiej [Kasprzak 1996].

Zagadnienie ocieplania klimatu jest we współczesnej klimatologii ujmowane ambiwalentnie. Prezentowane w literaturze przedmiotu stanowiska są bardzo różnorodne – od skrajnych poglądów, przewidujących katastrofalne skutki w wielu regionach świata do oceny, że „problem zmian klimatu został wyolbrzymiony ponad wszelkie proporcje” [Klemes 1993; Kundzewicz 2008, IPCC 2007]. Podstawowe elementy klimatu – temperatura powietrza i opad atmosferyczny ulegają naturalnym zmianom w czasie (cykliczności) oraz zmianom antropogenicznym (trendy) [Boryczka 1993; Petit i in. 1999; Woś 1994; A.T. Miler, M. Miler 2005].

Celem pracy jest ocena zmian opadów atmosferycznych i temperatur powietrza występujących na terenie Puszczy Zielonka w ostatnim 160-letnim okresie, tj. od 1848 roku. (Od tego roku prowadzone są w Poznaniu systematyczne instrumentalne pomiary meteorologiczne.)

MATERIAŁY I METODY

Opady atmosferyczne i temperatury powietrza w Puszczy Zielonka w latach 1986–2008 przedstawiono na podstawie bezpośrednich wyników obserwacji prowadzonych na stacji Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, zlokaliz-

zowanej w miejscowości Zielonka (Wyniki ...). Stacja ta położona w centralnej części Puszczy Zielonka funkcjonuje od 1986 roku. Wartości dla lat 1848-1985 ww. parametrów meteorologicznych obliczono na podstawie prostoliniowych związków regresyjnych, wyznaczonych dla jednoczesnego okresu pomiarów (tj. 1986-2008) na stacjach w Zielonce i stacji IMGW w Poznaniu. Należy zaznaczyć, iż przedstawione opady atmosferyczne i temperatury powietrza w Puszczy Zielonka, mające charakter pomiarów pośrednich, w latach 1848-1985 wynikają z istotnych statystycznie zależności korelacyjnych pomiędzy odpowiednimi wynikami pomiarów na stacjach Zielonka i Poznań.

Ciąg chronologiczny – szereg czasowy $F(t)$ dla danego parametru (np. sum opadów atmosferycznych lub średnich temperatur powietrza dla lat hydrologicznych) można opisać następująco:

$$F(t) = A_0 + A \cdot t + \sum_{i=1}^{\infty} (B_i \cdot \sin(\frac{2 \cdot \pi}{T_i} \cdot t) + C_i \cdot \cos(\frac{2 \cdot \pi}{T_i} \cdot t)) + \varepsilon(t) \quad (1)$$

gdzie:

A_0 – wartość stała,

A – tendencja zmian (trend),

t – czas,

B_i, C_i – amplitudy harmoniczných,

T_i – okresy harmoniczných.

Periodogram $P(i)$ definiuje się następująco:

$$P(i) = (B_i^2 + C_i^2) \cdot \frac{N}{2} \quad (2)$$

gdzie:

N – liczebność obserwacji.

Funkcję $P(i)$ wykorzystano w niniejszej pracy dla oszacowywania okresowości rocznych sum opadów atmosferycznych i średnich rocznych temperatur powietrza.

Prawdopodobieństwo rocznych sum opadów atmosferycznych oraz średnich rocznych temperatur powietrza wraz z wyższymi obliczano następująco:

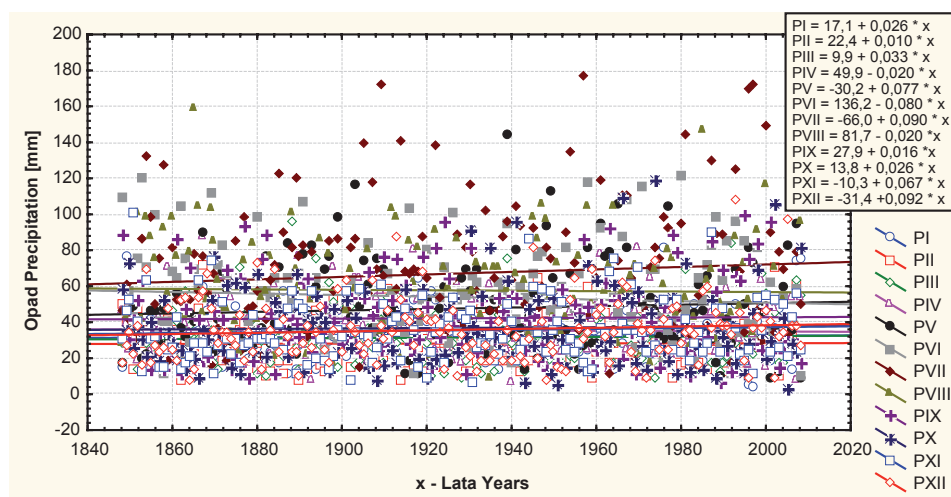
– uszeregowano wartości (np. opadów) od największej do najmniejszej przypisując im kolejne liczby porządkowe $i = 1, 2, \dots, N$ (gdzie N oznacza liczebność serii),

– prawdopodobieństwo określano z prostej zależności

$$p_i = \frac{i}{N+1} \quad (3)$$

WYNIKI I DYSKUSJA

Opady atmosferyczne. Na rysunku 1 przedstawiono chronologiczne przebiegi sum miesięcznych opadów atmosferycznych dla kolejnych miesięcy I-XII, dla okresu 1848-2008. Trendy dla wszystkich miesięcy nie są istotne statystycznie na zwyczajowo przyjmowanym poziomie istotności $\alpha=0,05$.

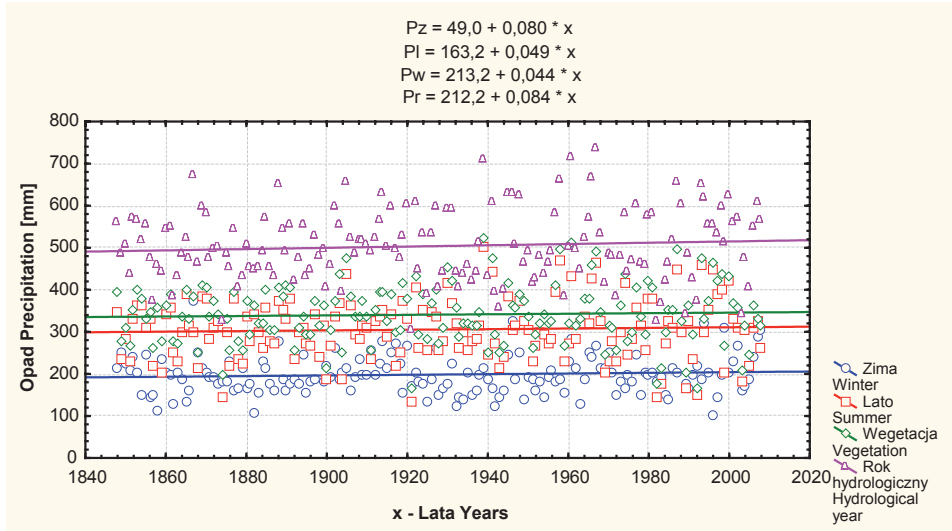


Rysunek 1. Sumy miesięczne opadów atmosferycznych dla stacji Zielonka w okresie 1848 – 2008 (1932 miesiące)

Figure 1. Total monthly precipitation in gauge station Zielonka for period 1848-2008 (1932 months)

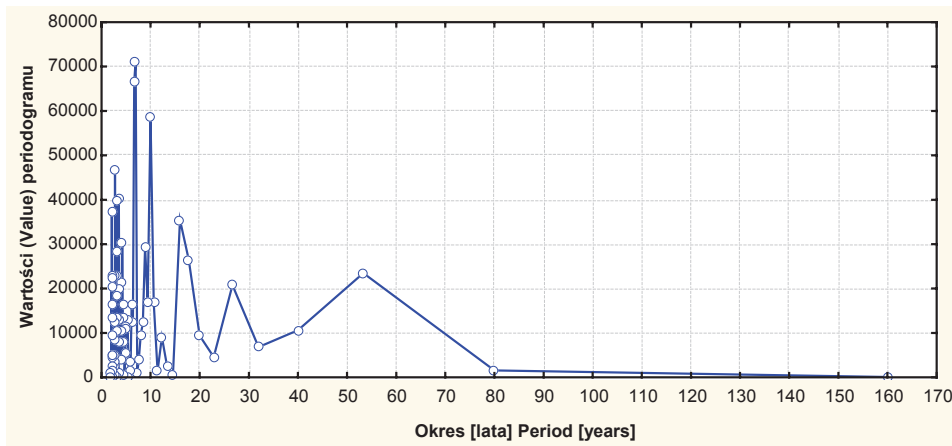
Po zgrupowaniu wyników sum miesięcznych opadów atmosferycznych na okresy: półroczy zimowych (Pz), letnich (Pl), okresów wegetacyjnych (Pw) i lat hydrologicznych (Pr) obliczono stosowne regresje liniowe. Podobnie jak dla poszczególnych miesięcy, również w wydzielonych okresach trendy czasowe nie są istotne statystycznie na poziomie istotności $\alpha=0,05$ (rys. 2).

Rysunek 3 przedstawia periodogram dla sum rocznych opadów atmosferycznych dla badanej stacji, dla lat hydrologicznych 1848-2008. Dominujące są okresowości 10,0- 7,0- i 6,7-letnie.



Rysunek 2. Sumy opadów atmosferycznych w okresie zimowym, letnim, wegetacyjnym oraz w roku hydrologicznym dla stacji Zielonka w okresie 1848–2008 (161 lat)

Figure 2. Total monthly precipitation in winter, summer and vegetation seasons and in hydrological year in gauge station Zielonka in period 1848-2008 (161 years)

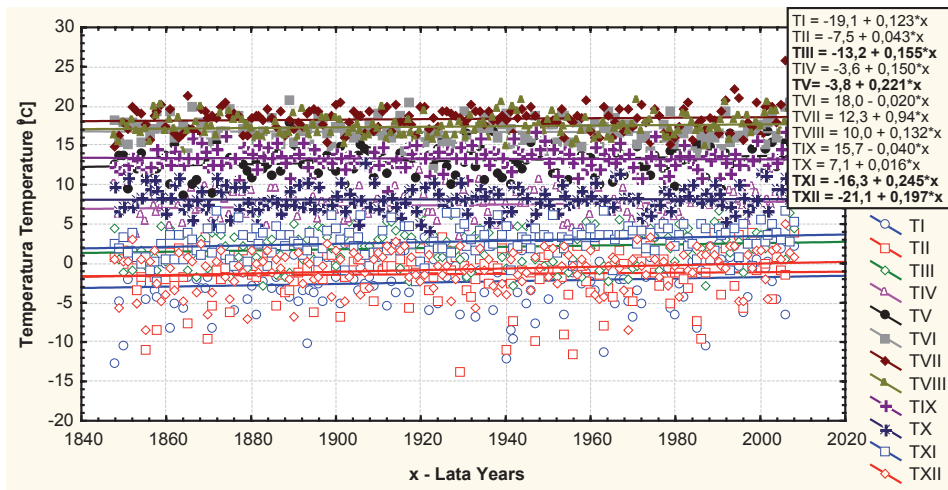


Rysunek 3. Periodograf dla sum rocznych opadów atmosferycznych
Figure 3. Period-graph for total yearly precipitation

Temperatury powietrza. Rysunek 4 przedstawia chronologiczne przebiegi średnich miesięcznych temperatur powietrza dla kolejnych miesięcy I-XII w okresie 1848-2008. Występujące dodatkowo trendy czasowe dla marca, maja, listopada i grudnia są statystycznie istotne, natomiast dla pozostałych miesięcy stosowne trendy nie są istotne statystycznie – na poziomie istotności $\alpha=0,05$.

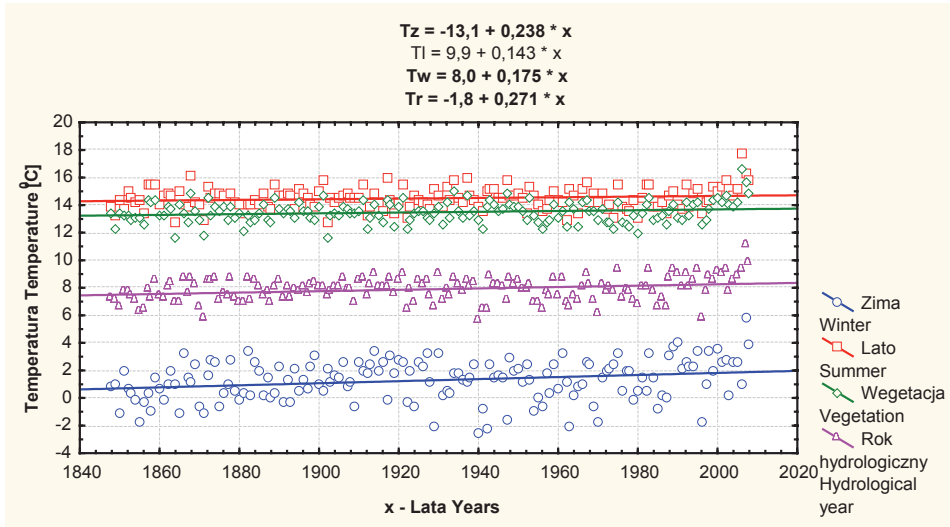
Podobnie jak dla opadów atmosferycznych, po zgrupowaniu wyników średnich miesięcznych temperatur powietrza na okresy: półroczy zimowych (Tz), letnich (Tl), okresów wegetacyjnych (Tw) i lat hydrologicznych (Tr) obliczono stosowne regresje liniowe. Trendy czasowe dla wszystkich średnich temperatur Tz, Tl, Tw, Tr są dodatnie. Istotne statystycznie są dla Tz, Tw i Tr, lecz nie są istotne dla Tl na poziomie istotności $\alpha=0,05$ (rys. 5).

Rysunek 6 przedstawia periodogram dla średnich rocznych temperatur powietrza dla badanej stacji, dla lat hydrologicznych 1848-2008. Dominujące są okresowości 7,6- 5,7- i 5,5-letnie.



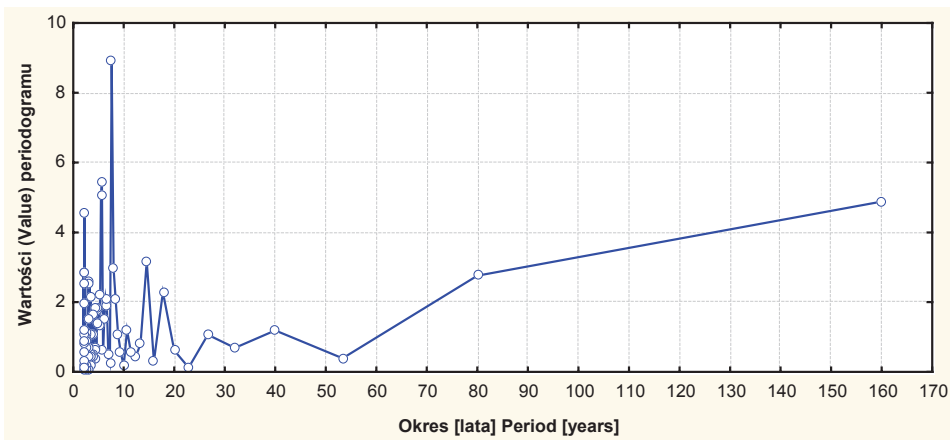
Rysunek 4. Średnie miesięczne temperatury powietrza dla stacji Zielonka w okresie 1848–2008 (1932 miesiące)

Figure 4. Mean monthly air temperature in gauge station Zielonka for period 1848-2008 (1932 months)



Rysunek 5. Średnie temperatury powietrza atmosferycznego w okresie zimowym, letnim, wegetacyjnym oraz w roku hydrologicznym dla stacji Zielonka w okresie 1848–2008 (161 lat)

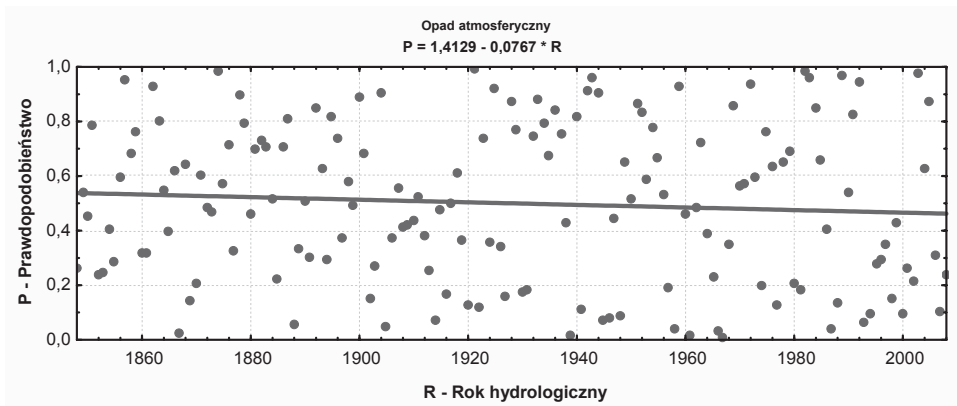
Figure 5. Mean air temperature in winter, summer and vegetation seasons and in hydrological year in gauge station Zielonka in period 1848-2008 (161 years)



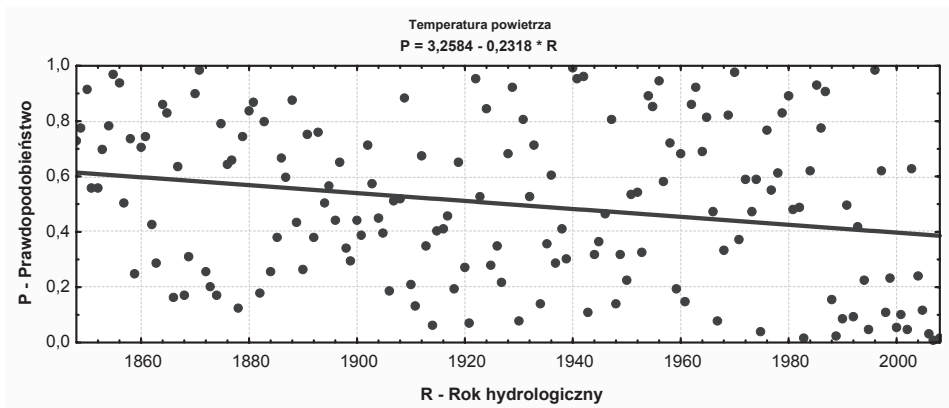
Rysunek 6. Periodogram dla średnich rocznych temperatur powietrza (w latach hydrologicznych)

Figure 6. Period-graph for mean yearly air temperature (in hydrological years)

Prawdopodobieństwa opadów atmosferycznych i temperatur powietrza. Na rysunkach 7 i 8 przedstawiono wartości prawdopodobieństwa wraz z wyższymi – funkcji będących dopełnieniem dystrybuanta (1- dystrybuanta), odpowiednio dla sum rocznych opadów atmosferycznych i średnich rocznych temperatur powietrza. Sekwencje lat podobnych (o zbliżonych wartościach prawdopodobieństwa) nie przekraczają 3 letnich cykli.



Rysunek 7. Prawdopodobieństwo sum rocznych opadów atmosferycznych
Figure 7. Probability of total yearly precipitation



Rysunek 8. Prawdopodobieństwo średnich rocznych temperatur powietrza
Figure 8. Probability of mean yearly air temperature

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Klimat w Puszczy Zielonka wykazuje stosunkowo dużą stacjonarność. Opady atmosferyczne w latach 1848-2008 nie wykazują istotnych statystycznie zmian na poziomie istotności $\alpha=0,05$. Zarówno dla poszczególnych miesięcy I–XII, jak i półroczy zimowych, letnich, okresów wegetacyjnych i lat hydrologicznych zmiany nie są istotne statystycznie. Występują jednak wyraźne okresowości sum rocznych opadów atmosferycznych, dominują okresowości 10,0- 7,0- i 6,7-letnie. Wartości prawdopodobieństwa wraz z wyższymi dla sum rocznych opadów atmosferycznych mają krótkie – do 3 lat, sekwencje zbliżonych wartości.

Temperatury powietrza w ww. okresie wykazują dodatnie, statystycznie istotne (dla $\alpha=0,05$), trendy czasowe dla marca, maja, listopada i grudnia. Natomiast dla pozostałych miesięcy stosowne trendy nie są istotne statystycznie. Trendy czasowe średnich temperatur powietrza dla półroczy zimowych, okresów wegetacyjnych i lat hydrologicznych są dodatnie i istotne statystycznie na poziomie istotności jw. Natomiast dla półroczy letnich trend jest nieistotny statystycznie. Podobnie jak opady atmosferyczne, średnie roczne temperatury powietrza wykazują wyraźne kilkuletnie okresowości – dominują cykle 7,6- 5,7- i 5,5-letnie. Wartości prawdopodobieństwa wraz z wyższymi dla średnich rocznych temperatur powietrza, podobnie jak opady atmosferyczne, mają krótkie – do 3 lat, sekwencje zbliżonych wartości.

BIBLIOGRAFIA

- Boryczka J. *Naturalne i antropogeniczne zmiany klimatu Ziemi w XVII-XXI wieku*. Wydawnictwo UW Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Warszawa, 1993.
- IPCC – *The Intergovernmental Panel of Climate Change*, 2007.
- Kasprzak K. *Park Krajobrazowy „Puszcza Zielonka”*, Kronika Wielkopolski nr 3 (82), 1996.
- Klemes V. *Design implications of climate change*. Proc. Conf. On Climate Change and Water Resources Management, Ballentine T., Stakhiv E., U.S. Army Institute for Water Resources, Fort Belvoir, USA, 1993.
- Kundzewicz Z. *Scenariusze zmian klimatu i ich prawdopodobieństwa w świetle najnowszych badań naukowych*. Konferencja: Wyzwania polityki klimatycznej, połączona z posiedzeniem sejmowej Komisji OSZNiL, Warszawa, 21.10.2008 (Maszynopis).
- Miler A.T., Miler M. *Trendy i okresowości zmian temperatury oraz opadów dla Poznania w latach 1848-2000*. Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej, Inżynieria Środowiska. Nr 22, s.: 945-956, 2005.
- Miler A.T. *Las i woda – wybrane zagadnienia*. Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej Rogów. (ISSN 1509-1414) R.10. Zesz. 2(18), 22-31, 2008.
- Petit J.R., Jouzel J. *Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica*. Nature 399 (June), Nature Publishing Group, USA, 1999.

Rozporządzenie Wojewody Poznańskiego nr 10/04 z dnia 26 stycznia 2004r. zmieniające rozporządzenie Wojewody Poznańskiego w sprawie utworzenia Parku Krajobrazowego Puszcza Zielonka. Dz. Urz. Woj. Wlkp. nr 14, poz. 415.

Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. *Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych*. PWRiL, Warszawa, 1990.

Woś A. *Klimat Niziny Wielkopolskiej*. Wydawnictwo UAM, Poznań, 1994.

Wyniki obserwacji meteorologicznych na stacji w Zielonce. Katedra Inżynierii Leśnej UP w Poznaniu (Maszynopisy).

Prof. dr hab. inż. Antoni T. Miler
Dr inż. Bernard Okoński
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Katedra Inżynierii Leśnej
60-623 Poznań, ul. Mazowiecka 41
tel. 61 848 73 66, e-mail: miler@up.poznan.pl
tel. 61 846 61 13 e-mail: okonski@up.poznan.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Krzanowski*