

SYLWESTER GRAJEWSKI

Katedra Inżynierii Leśnej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

WARUNKI PLUWIALNE W PUSZCZY ZIELONKA W LATACH 1987-2008

PLUVIAL CONDITIONS IN THE ZIELONKA FOREST FOR THE PERIOD 1987-2008

Streszczenie. W pracy zaprezentowano dane z obserwacji opadów atmosferycznych w stacji meteorologicznej w Zielonce pomiędzy rokiem 1987 (1986) a 2008. Analizą wyników objęto w latach hydrologicznych m.in. roczne, półroczne i miesięczne sumy opadów, kategorie dni różnicowanych dobowymi sumami opadów, pokrywą śnieżną i okresy bezopadowe. W latach hydrologicznych 1987-2008 średnia roczna suma zmierzonych opadów atmosferycznych wyniosła 531 mm. W badanym okresie średnio w roku odnotowano blisko pięć susz, a dominujące okazały się posuchy o długości 9-17 dni (91%). Przeciętnie w roku hydrologicznym wystąpiły 163 dni z opadem atmosferycznym, przy czym dominowały opady z przedziału 1,0-9,9 mm. W ostatnich latach zarejestrowano spadek dni z dobową sumą opadów poniżej 1 mm. Nie zauważono tendencji do zmniejszania się liczby dni z pokrywą śnieżną ani też do zmniejszania się jej maksymalnej grubości. Jednakże średnia roczna miąższość pokrywy śnieżnej wykazała minimalną tendencję do zmniejszania się. Spośród analizowanych cech statystycznie istotny trend liniowy ($p < 0,05$) stwierdzono jedynie dla: stosunku opadów półroczy letnich do zimowych, liczebności dni z opadami atmosferycznymi, sum opadów czerwca oraz liczebności dni z opadami $< 1,00$ mm.

Słowa kluczowe: opady atmosferyczne, zmiany klimatu, Puszcza Zielonka

Wstęp

Warunki meteorologiczne mają decydujący wpływ na kształtowanie stosunków wodnych i stan siedlisk leśnych, zwłaszcza hydrogenicznych. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera zmienność opadów atmosferycznych i temperatur powietrza, których tendencje długookresowe mogą stanowić podstawę inicjowania działań powstrzymujących lub opóźniających niekorzystne przemiany, m.in. przyrodniczo cennych

obszarów leśnych. Można przyjąć, że analizowane w niniejszej pracy wyniki pomiarów dotyczą obszaru Puszczy Zielonka, którą zazwyczaj identyfikuje się ze stosunkowo rozległym, zwartym terenem leśnym, z niewielkimi enklawami rolniczymi, leżący około 8 km na północny wschód od granic Poznania. Jest to jeden z większych kompleksów leśnych w na ogół mało zalesionej centralnej Wielkopolsce.

Celem przeprowadzonej analizy pomiarów opadów atmosferycznych było rozpoznanie trendów ich zmienności, w tym weryfikacja hipotezy o pogarszaniu się warunków wilgotnościowych Wielkopolski, czego istotną przyczyną mogłaby być zmniejszająca się ilość opadów. Będący w dyspozycji ciąg pomiarowy nie był długi – tylko 22 lata hydrologiczne (pomiarzy w Zielonce ruszyły 1 stycznia 1986 r.), niemniej jednak dał pewne podstawy do formułowania uogólnień i wnioskowania.

Material i metody

Analizy warunków pluwalnych dokonano na podstawie wyników obserwacji prowadzonych w latach 1986-2008 w stacji meteorologicznej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu zlokalizowanej w miejscowości Zielonka (GRODZKI i ZIENTARSKI 1988-2005, WYNIKI... 2004-2008). Stacja jest położona na wysokości 91,00 m n.p.m. w centralnej części Puszczy Zielonka, na $52^{\circ}33'00''$ szerokości geograficznej północnej i $17^{\circ}06'33''$ długości geograficznej wschodniej. Oddalona jest w linii prostej od najbliższej stacji meteorologicznej IMGW usytuowanej w Poznaniu Ławicy mniej więcej o 24 km.

Materiał empiryczny opracowano z uwzględnieniem lat hydrologicznych (tj. okresu od 1 listopada do 31 października roku następnego) oraz półroczy hydrologicznych (półrocze zimowe trwa od 1 listopada do 30 kwietnia roku następnego, półrocze letnie – od 1 maja do 31 października). Elementy meteorologiczne na stacji mierzono trzy razy na dobę: o godzinie 7.00 (8.00), 13.00 (14.00) i 19.00 (20.00).

W niniejszym artykule poddano analizie wyniki pomiarów opadów atmosferycznych, a w szczególności: roczne, półroczne i miesięczne sumy opadów atmosferycznych; liczebność dni z opadami atmosferycznymi w przedziałach: 0,0-0,9 mm, 1,0-9,9 mm, 10,0-19,9 mm i powyżej 19,9 mm; występowanie okresów bezopadowych; liczebność dni z pokrywą śnieżną oraz średnią, sumaryczną i maksymalną grubość pokrywy śnieżnej zarejestrowaną w ciągu roku hydrologicznego.

Zmienność rocznych i półrocznych sum opadów atmosferycznych scharakteryzowano, wykorzystując klasyfikację wprowadzoną przez KACZOROWSKĄ (1962, FARAT i IN. 1995): rok (półrocze) skrajnie suchy (opad poniżej 50% opadu średniego z wielolecia), rok (półrocze) bardzo suchy (opad od 51 do 74% opadu średniego), rok (półrocze) suchy (opad od 75 do 89% opadu średniego), rok (półrocze) przeciętny (opad w zakresie 90-110% opadu średniego), rok (półrocze) mokry (opad od 111 do 125% opadu średniego), rok (półrocze) bardzo mokry (opad od 126 do 149% opadu średniego), rok (półrocze) skrajnie mokry (opad powyżej 150% opadu średniego).

Występowanie susz wyznaczono, stosując kryterium wyróżnione przez SCHMUCKA i KOŹMIŃSKIEGO (1967): posucha (9-17 dni bezopadowych), umiarkowana posucha (18-28 dni), długotrwała posucha (powyżej 28 dni).

Wyniki

Opady atmosferyczne

Średni opad roczny w Puszczy Zielonka obliczony dla okresu 1987-2008 wyniósł 531,0 mm. Najmniejszy opad zanotowano w 2003 roku (341,3 mm), a największy – w 1987 roku (654,7 mm). W przebiegu rocznych sum opadu atmosferycznego w latach 1987-2008 można wyróżnić dwa okresy składające się z lat o opadach mniejszych od średniej: 1989-1992 i 2003-2005 oraz jeden – 1993-2002 – z latami o opadach nieomal w 100% powyżej średniej wieloletniej (rys. 1 a). Posługując się przyjętym w rozdziale „Materiał i metody” kryterium oceny zmienności opadów, stwierdzono, iż w analizowanym 22-letnim okresie (1987-2008) wystąpiło 10 lat przeciętnych, dwa suche, trzy bardzo suche i siedem mokrych.

Średnia wieloletnia suma opadu dla półroczy zimowych (listopad-kwiecień) wyniosła 219,1 mm, co stanowi 41% średniego wieloletniego opadu rocznego. Największy opad półrocza zimowego odnotowano w roku 1994 (319,3 mm), a najmniejszy – w 1996 (zaledwie 104,2 mm). Największa różnica pomiędzy opadem całorocznym a opadem w półroczy zimowym wystąpiła w roku 1996, kiedy to opad półrocza stanowił zaledwie 20% opadu rocznego. Opad półrocza zimowego miał największy udział w opadzie rocznym w roku 1999 – aż 59%.

Klasyfikacja zmienności opadów dla półroczy zimowych przedstawia się następująco: osiem lat przeciętnych, jeden rok skrajnie suchy, dwa lata bardzo suche, cztery lata suche, dwa lata mokre oraz pięć lat bardzo mokrych (rys. 1 b).

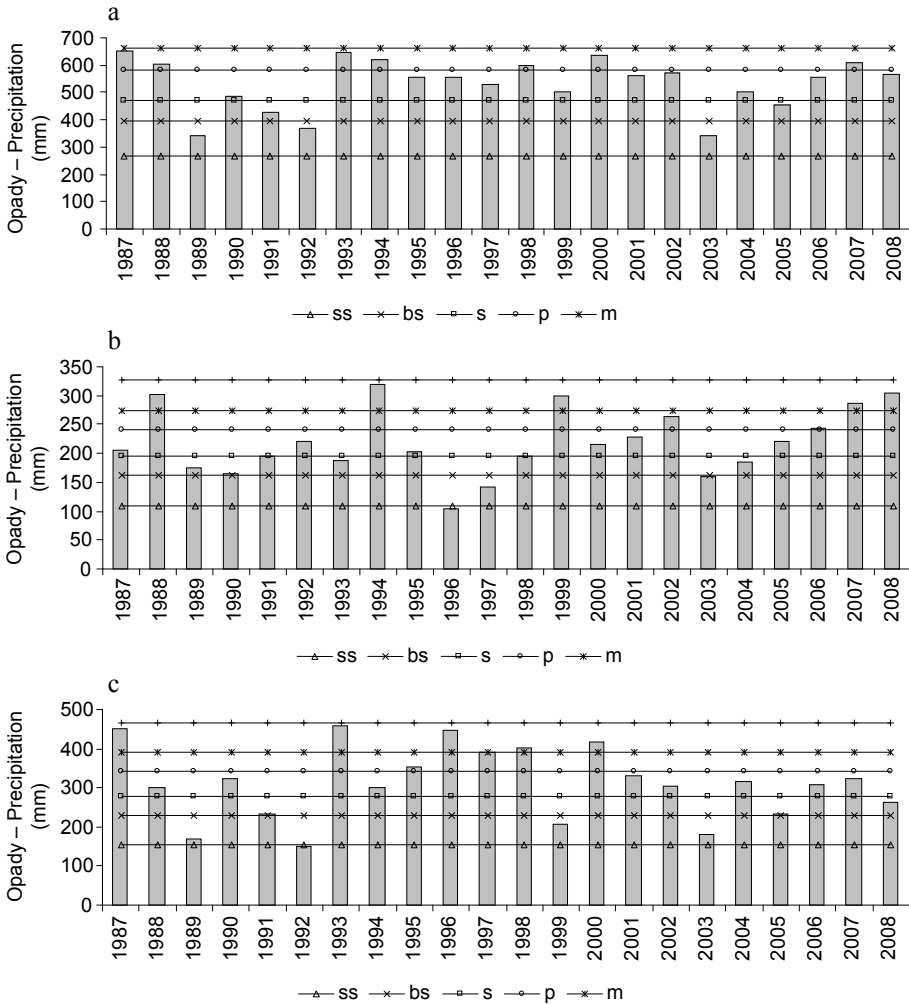
Średnia wieloletnia suma opadu półrocza letniego (maj-październik) wyniosła 311,9 mm, co stanowi 59% średniego wieloletniego opadu rocznego. Najmniejszą wartość opad półrocza letniego osiągnął w roku 1992 – 151,3 mm, a największą w roku 1993 – 460,2 mm.

Stosunek opadu letniego do zimowego wyniósł średnio 1,57, kształtując się w szerokich granicach od 0,68 aż do 4,31. Wykazał on niewielki, statystycznie istotny, trend malejący (por. PIŃSKWAR 2010).

Pod względem opadów w badanym okresie zanotowano osiem półroczy przeciętnych, pięć bardzo mokrych, dwa mokre, trzy suche, trzy bardzo suche oraz jedno skrajnie suche (rys. 1 c).

W przeprowadzonych badaniach zaobserwowano, że o ile roczne sumy opadów atmosferycznych praktycznie nie wykazują zmienności kierunkowej, o tyle w półroczach zimowych można zauważyć niewielki trend rosnący, a w półroczach letnich odwrotnie – malejący. Jednakże we wszystkich przypadkach były to na tyle słabe zależności, iż nie udało się potwierdzić ich statystycznie ($p > 0,05$).

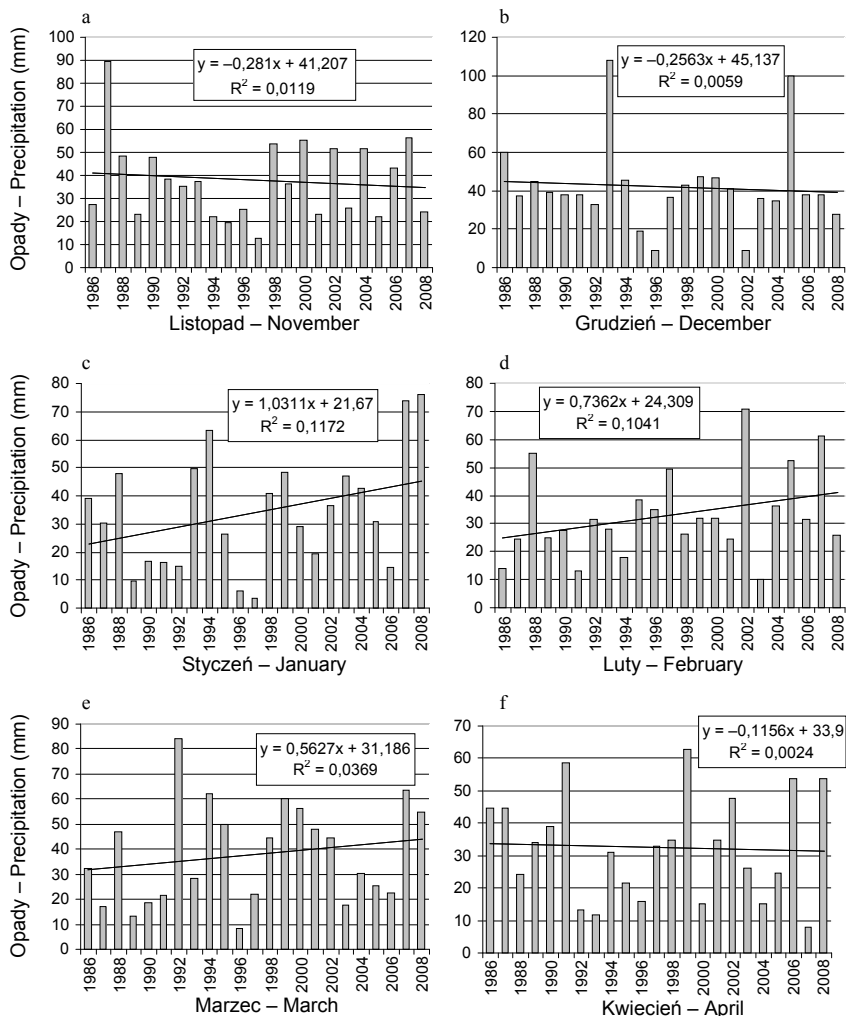
Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych kształtowały się w granicach od 33 mm w kwietniu i lutym do 74 mm w lipcu. Najmniejszą zmienność wykazały sumy listopada i lutego (współczynnik zmienności na poziomie 0,46), a największą – sumy października, września i lipca (współczynnik zmienności wyniósł odpowiednio 0,63, 0,64 i 0,65). Wyżej omówione kierunkowe zmiany półrocznych sum opadów atmosferycznych mają swoje źródło w poszczególnych miesiącach. Liniowe trendy rosnące



Rys. 1. Opady atmosferyczne w Zielonce w okresie 1987-2008 dla: a – lat hydrologicznych, b – półroczy zimowych, c – półroczy letnich, ze zróżnicowaniem pod względem wielkości opadów: ss – rok skrajnie suchy, bs – bardzo suchy, s – suchy, p – przeciętny, m – mokry, bm – bardzo mokry

Fig. 1. Precipitation in Zielonka in the period 1987-2008 for: a – hydrological years, b – winter half-years, c – summer half-years, taking into consideration the precipitation variation (in half-years): ss – extremely dry year, bs – very dry, s – dry, p – normal, m – wet, bm – very wet

o różnym stopniu nasilenia wykazały miesięczne sumy opadów atmosferycznych stycznia, lutego, marca, maja, sierpnia i października (rys. 2 i 3). Najsilniejszą ujemną zmienność kierunkową wykazano dla czerwca, września i listopada, przy czym jedynie dla czerwca okazała się ona istotna statystycznie: $p < 0,05$ (rys. 3 b, 3 e, 2 a).

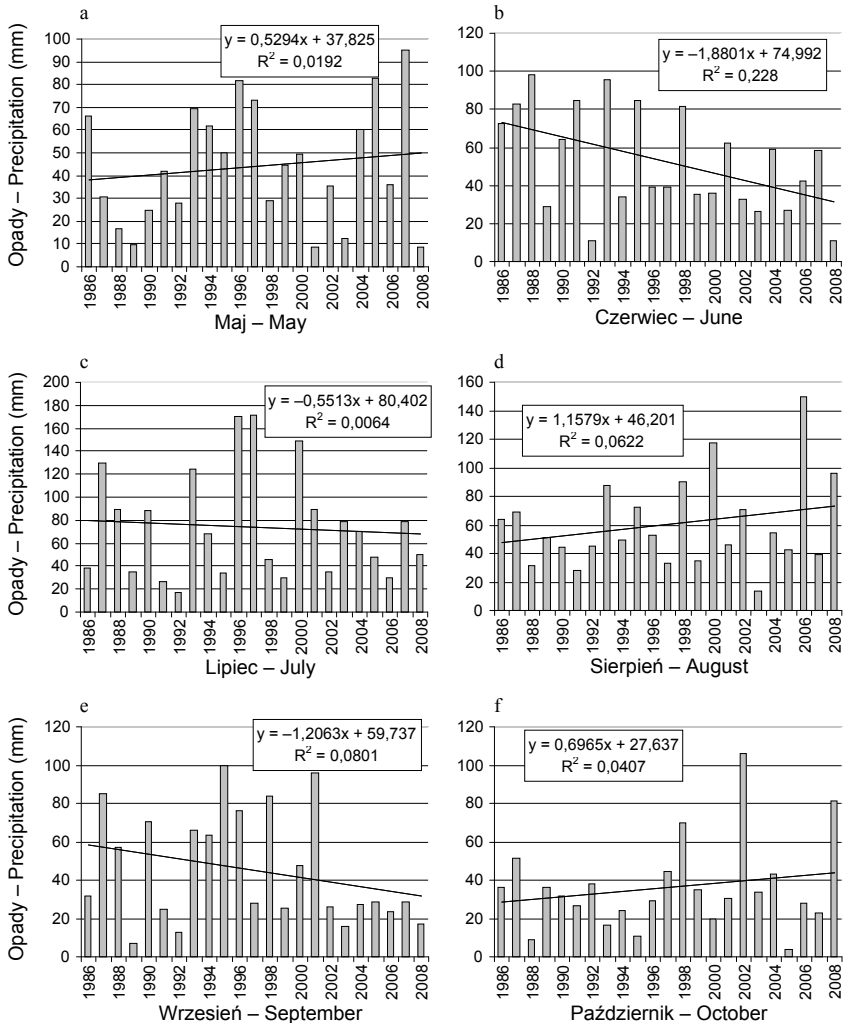


Rys. 2. Miesięczne sumy opadów atmosferycznych w Puszczy Zielonka w okresie 1987-2008 (półrocze zimowe)

Fig. 2. Monthly precipitation in the Zielonka Forest in the period 1987-2008 (winter half-year)

Liczba dni z opadami

Na terenie Puszczy Zielonka przeciętnie w roku hydrologicznym występują 163 dni z opadami atmosferycznymi, a ich liczebność w analizowanym okresie wykazuje wyraźną tendencję spadkową ($p < 0,05$, rys. 4). Najwięcej dni z opadami zaobserwowano w 1987 roku – 218, a najmniej w 2003 – tylko 121. Najwięcej w ciągu roku zdarza się opadów z przedziału od 1,0 do 9,9 mm – średnio 84, przy 67 dniach z opadami z zakresu 0,0-0,9 mm, dziewięciu z przedziału 10,0-19,9 mm oraz trzech dniach z opadami

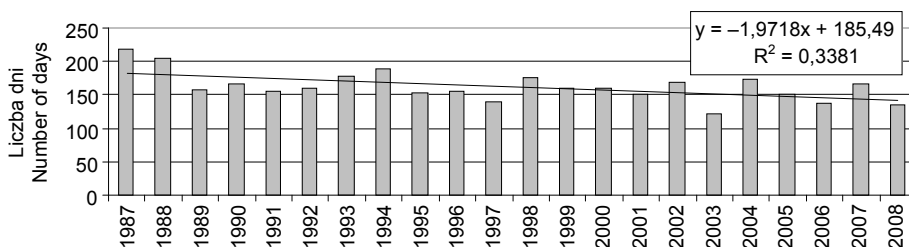


Rys. 3. Miesięczne sumy opadów atmosferycznych w Puszczy Zielonka w okresie 1987-2008 (półrocze letnie)

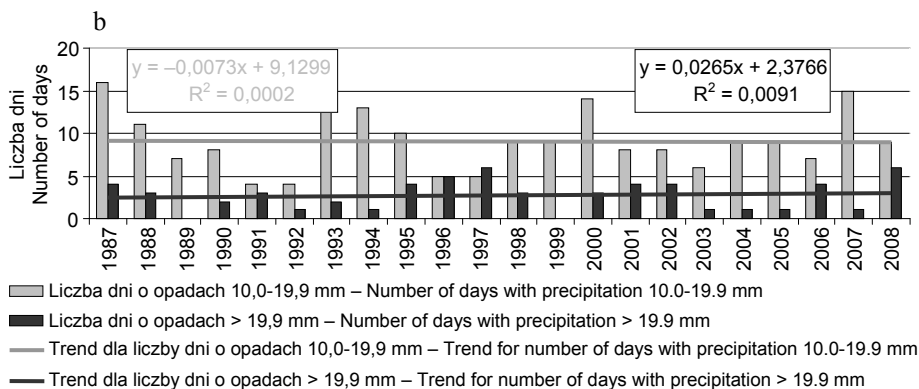
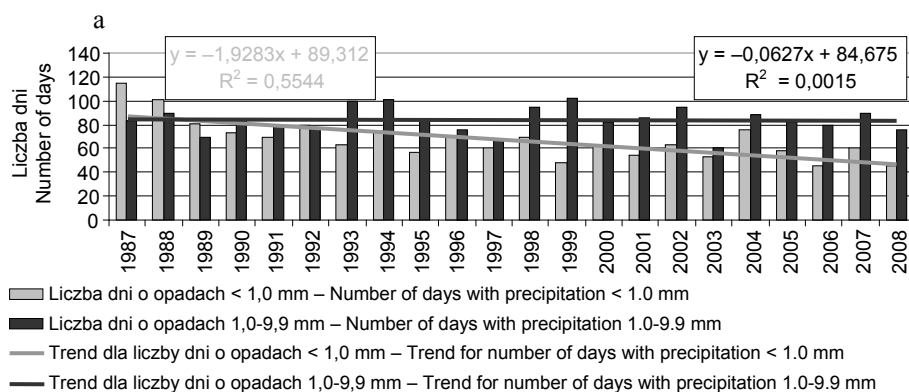
Fig. 3. Monthly precipitation in the Zielonka Forest in the period 1987-2008 (summer half-year)

powyżej 19,9 mm. Biorąc pod uwagę półrocza roku hydrologicznego, można stwierdzić, iż w półroczu letnim prawie trzykrotnie większy niż w półroczu zimowym jest udział opadów powyżej 9,9 mm. Średnio najczęściej dni deszczowych pojawia się w grudniu i styczniu (16), najmniej zaś w kwietniu, maju i we wrześniu (12).

Występowanie dni z opadami w poszczególnych kategoriach w latach hydrologicznych 1987-2008 przedstawiono na rysunkach 5 a i 5 b. Częstość występowania dni z opadami z przedziału 1,0-9,9 mm wykazuje względną stałość potwierdzoną trendem liniowym. Z liczebnością opadów z pozostałych zakresów wiąże się zauważalna



Rys. 4. Liczba dni z opadami atmosferycznymi w Puszczy Zielonka w latach 1987-2008
 Fig. 4. Number of days with precipitation in the Zielonka Forest for the period 1987-2008

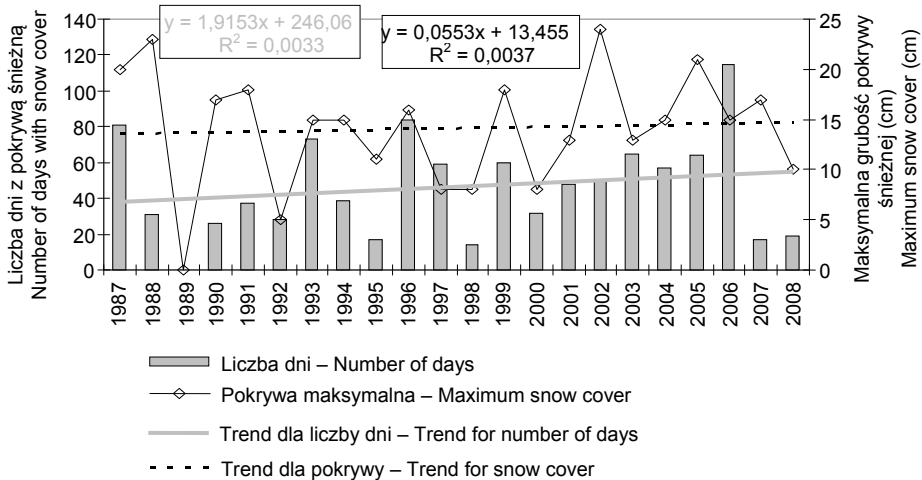


Rys. 5. Liczba dni z sumą opadów atmosferycznych z przedziału: a – 0,0-0,9 mm i 1,0-9,9 mm, b – 10,0-19,9 mm i >19,9 mm
 Fig. 5. Number of days with precipitation in the range: a – 0.0-0.9 mm and 1.0-9.9 mm, b – 10.0-19.9 mm and >19.9 mm

tendencja spadkowa, najwyraźniej zaznaczająca się w przypadku opadów < 1,0 mm (rys. 5 a). Kierunkowa zmienność tej wielkości opadów jest nie tylko największa, ale i istotna statystycznie ($p < 0,05$).

Pokrywa śnieżna

Długość okresu zalegania śniegu w poszczególnych latach hydrologicznych, przy średniej 46 dni, wynosiła się od 0 dni w 1989 roku do 115 dni w 2006 (rys. 6). Obliczona średnia miąższość pokrywy śnieżnej zawierała się w granicach od 0 cm w roku 1989 (1 cm w latach 1989, 1992, 1997, 2008) do 11 cm w roku 1988 (10 cm w 2002 roku i 9 cm w latach 1987 i 2005).



Rys. 6. Liczba dni z pokrywą śnieżną oraz maksymalna pokrywa śnieżna w Puszczy Zielonka
Fig. 6. The number of days with snow cover and maximum snow cover in the Zielonka Forest

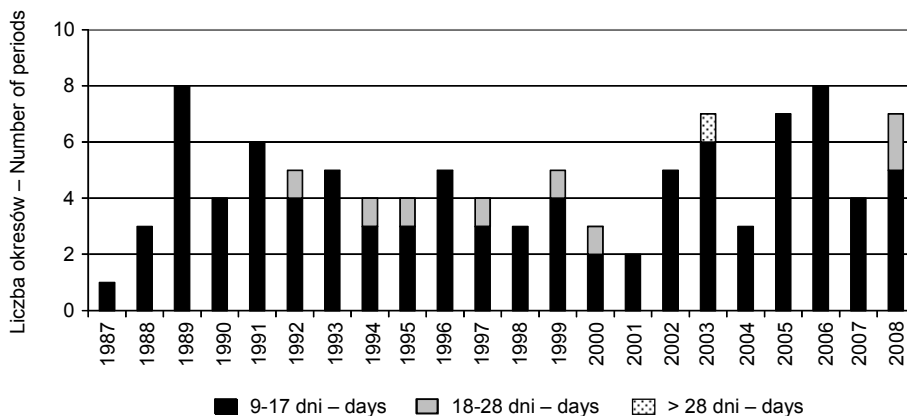
Obliczenia rocznych sum grubości pokrywy śnieżnej wykazały, że największa wartość charakteryzuje rok 1987 – 709 cm, przy średniej wieloletniej kształtującej się na poziomie 268 cm. Największą maksymalną dobową grubość pokrywy śnieżnej zarejestrowano w roku 2002 (24 cm), przy średniej wieloletniej wynoszącej 14 cm.

Analiza długości okresów zalegania śniegu, średnich rocznych miąższości pokrywy śnieżnej, jak również rocznych sum grubości pokrywy śnieżnej wykazała brak ich istotnej zmienności kierunkowej (przy $p = 0,05$, rys. 6).

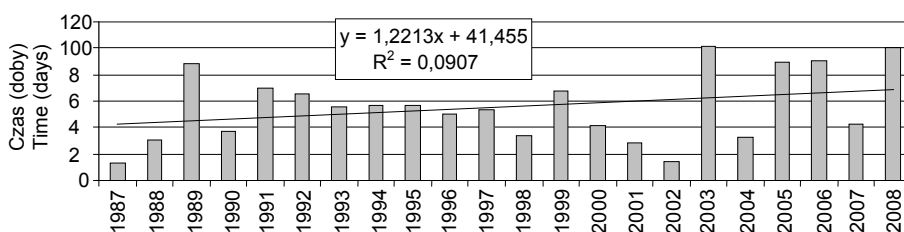
Okresy bezopadowe

Istotnym zjawiskiem dla wzrostu, rozwoju i kondycji drzewostanów oraz dla stanu siedlisk są sezonowe susze. W analizowanym okresie w Puszczy Zielonka zaobserwowano średnio blisko pięć okresów posusznych w ciągu roku. Okresy bezopadowe występują przeważnie w półroczu letnim roku hydrologicznego (59% przypadków), a dominują posuchy o długości od 9 do 17 dni (91%). Najwięcej okresów bezopadowych odnotowano w latach 1989 i 2006 (osiem okresów), a najmniej – w 1987 roku (jeden okres) (rys. 7). Jeśli chodzi o sumaryczną długość okresów posusznych, to prym wiodą tutaj lata 2003 i 2008 – odpowiednio 101 i 100 dni (rys. 8).

Szczególnie negatywny wpływ na siedliska i drzewostany wywierają posuchy występujące w sezonie wegetacyjnym, a w szczególności w pierwszych miesiącach wiosny,



Rys. 7. Okresy bezopadowe w Puszczy Zielonka w latach hydrologicznych 1987-2008
 Fig. 7. Periods without precipitation in the Zielonka Forest in the hydrological years 1987-2008



Rys. 8. Długość okresów bezopadowych w Puszczy Zielonka w latach 1987-2008
 Fig. 8. Length of periods without precipitation in the Zielonka Forest in the years 1987-2008

w których następuje rozwój roślinności i maksymalny przyrost drzew (BOCZOŃ 2006). W latach 1987-2008 w półroczach letnich odnotowano 61 okresów bezopadowych (średnio dwa-trzy na rok), z czego 55 stanowiły okresy krótkie, od 9 do 17 dni, posuch umiarkowanych zewidencjonowano sześć (średnie występowanie co cztery lata), a długotrwałe okresy bezopadowe w ogóle nie wystąpiły.

Okresy bezopadowe, ich liczebność i sumaryczny czas trwania, w analizach całych lat hydrologicznych i półroczy wykazały niewielki, nieistotny statystycznie, trend dodatni (rys. 8).

Podsumowanie

Sumę opadów w latach hydrologicznych dla analizowanego okresu 1987-2008 w Puszczy Zielonka charakteryzowała duża zmienność: od 341,3 do 654,7 mm. Tak znaczne zróżnicowanie zasilania ekosystemów w wodę może niekorzystnie oddziaływać na siedliska, w tym zwłaszcza na siedliska hydrogeniczne. Dla nich szczególnie niebezpieczne są serie lat o małych opadach atmosferycznych. W badanym okresie taka seria wystąpiła jednokrotnie w latach 1989-1992. Nie zauważono, aby lata o obfitych

opadach miały tendencję do grupowania się. Ogólnie w badanym 22-letnim okresie pod względem opadów atmosferycznych wystąpiło 10 lat przeciętnych, dwa lata suche, trzy bardzo suche i siedem lat mokrych.

Z innych niekorzystnych dla stosunków wodnych zjawisk należy wymienić zmiany kierunkowe stosunku opadów półroczy letnich do zimowych, sum opadów atmosferycznych półrocza letniego oraz miesięcy: czerwca, września, lipca, listopada, a także występowanie okresów bezopadowych, których liczba, jak i czas trwania dodatkowo wykazują w kolejnych latach niewielką tendencję wzrostową.

Statystycznie istotny ($p < 0,05$) trend liniowy stwierdzono dla następujących analizowanych cech: stosunek opadów półroczy letnich do zimowych, liczebność dni z opadami atmosferycznymi w latach hydrologicznych, sumy opadów czerwca oraz liczebność dni z opadami $< 1,00$ mm.

Wszystkie wyżej wymienione czynniki mogą doprowadzić do obniżenia poziomu wód gruntowych, co szczególnie niekorzystnie może się odbić na stanie siedlisk wilgotnych i bagiennych. Tego typu zmiany mogą skutkować zaburzeniami w równowadze zbiorowisk roślinnych. Teoretycznie powinna następować eliminacja gatunków o większych wymaganiach wilgotnościowych na korzyść gatunków preferujących warunki bardziej suche i ciepłe (SOKOŁOWSKI i CZEREPKO 2005). Utrzymywanie się zaobserwowanych kierunkowych zmian niektórych z charakterystyk może doprowadzić nie tylko do przekształceń w ekosystemach, lecz także do konieczności wprowadzenia modyfikacji w stosowanych metodach gospodarowania zarówno na terenach leśnych, jak i rolnych.

Wnioski

1. Identyfikowane przez niektórych badaczy zjawisko pogarszania się warunków wilgotnościowych Wielkopolski nie znajduje całkowitego i jednoznacznego potwierdzenia w analizowanych wynikach pomiarów opadów atmosferycznych stosunkowo krótkiego, 22-letniego ciągu pomiarowego ze stacji meteorologicznej w Zielonce.

2. W przebiegu rocznych sum opadów można wyróżnić dwa okresy składające się z lat o opadach mniejszych od średniej: 1989-1992 i 2003-2005 oraz jeden – 1993-2002 – z latami o opadach nieomal w 100% powyżej średniej wieloletniej.

3. Sumy opadu atmosferycznego półroczy letnich, a w szczególności i w największej sile czerwca, wykazały niekorzystny statystycznie istotny liniowy trend malejący.

4. Nie zauważono zjawiska spadku liczby dni z pokrywą śnieżną, zmniejszania się jej maksymalnej grubości ani też istotnych zmian kierunkowych średniej rocznej miąższości pokrywy śnieżnej.

5. Średnio w ciągu roku występowało blisko pięć okresów posusznych. Okresy bezopadowe pojawiały się przeważnie w półroczu letnim (59% przypadków), a dominujące były posuchy o długości od 9 do 17 dni (91%).

Literatura

- BOCZOŃ A., 2006. Charakterystyka warunków termiczno-pluwialnych w Puszczy Białowieskiej w latach 1950-2003. Leśn. Pr. Bad. 1: 57-72.
- FARAT M., KĘPIŃSKA-KASPRZAK M., KOWALCZAK P., MAGER P., 1995. Susze na obszarze Polski w latach 1951-1990. Mater. Bad. Ser. Gosp. Wod. Ochr. Wód 16.
- GRODZKI M., ZIENTARSKI J., 1988 [1989, 1991 a, 1991 b, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2002, 2004, 2005]. Wyniki obserwacji meteorologicznych w Zielonce w 1986 [1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001] roku. Roczn. AR Pozn. 193 [207, 219, 231, 241, 255, 263, 273, 287, 297, 305, 311, 326, 345, 364, 371], Leśn. 24 [26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 43]: 23-54 [17-45, 3-32, 47-74, 43-74, 87-115, 81-97, 3-20, 19-36, 3-20, 25-42, 47-77, 27-57, 17-36, 3-33, 35-65].
- KACZOROWSKA Z., 1962. Najsuchsze i najwilgotniejsze pory roku w Polsce w okresie 1900-1959. Przegl. Geofiz. 7, 3: 175-183.
- PIŃSKWAR I., 2010. Projekcje zmian w ekstremach opadowych w Polsce. Monogr. Komit. Gosp. Wod. PAN 32.
- SCHMUCK A., KOZMIŃSKI G., 1967. Przestrzenny rozkład częstości posuch atmosferycznych na terenie Polski. Czas. Geogr. 38, 3: 321-325.
- SOKOŁOWSKI A.W., CZEREPKO J., 2005. Zmiany roślinności na siedliskach hydrogenicznych. Leśn. Pr. Bad. 4: 77-85.
- WYNIKI obserwacji meteorologicznych na stacji w Zielonce w roku 2003 [2004, 2005, 2006, 2007, 2008]. 2004 [2005, 2006, 2007, 2008, 2009]. Maszynopisy. Zakład Doświadczalno-Dydaktyczny Arboretum Leśne w Zielonce, Zielonka k. Poznania.

PLUVIAL CONDITIONS IN THE ZIELONKA FOREST FOR THE PERIOD 1987-2008

Summary. The presented meteorological parameters obtained between 1987 (1986) and 2008 from the meteorological station in Zielonka included: annual, half-year and monthly precipitation sums, snow cover characteristic, drought frequencies and number of days by quantity. The study results indicated the occurrence of changes in the values of the above-specified parameters. From 1987 to 2008 the mean measured precipitation value was 531 mm. In Zielonka nearly five droughts in a year and two-three during the summer half-years were noted. In recent years, a decrease in days with precipitation below 1 mm has been recorded. No indication of the trend decline in the number of days with snow cover or the maximum thickness, but the annual average thickness of snow cover showed minimal downward trend. Among the analysed characteristics of the linear trend, statistically significant ($p < 0.05$) was found only for the number of days with precipitation, precipitation in June, the number of days with precipitation < 1.00 mm.

Key words: atmospheric precipitation, climate changes, Zielonka Forest

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Sylwester Grajewski, Katedra Inżynierii Leśnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Mazowiecka 41, 60-623 Poznań, Poland, e-mail: sylgraj@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

26.05.2011

Do cytowania – For citation:

Grajewski S., 2011. Warunki pluwialne w Puszczy Zielonka w latach 1987-2008. Nauka Przyr. Technol. 5, 6, #119.