

EKSTREMA ZIMOWE OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH, TEMPERATURY POWIETRZA I POZIOMU WÓD GRUNTOWYCH W 40-LECIU 1961–2000 WE WROCŁAWIU–SWOJCU

Małgorzata BINIAK

Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska

Słowa kluczowe: okres zimowy, opady atmosferyczne, poziom wód gruntowych, temperatura powietrza, wartości ekstremalne

Streszczenie

W pracy dokonano analizy opadów atmosferycznych, temperatury powietrza oraz zmian poziomu wód gruntowych w okresach zimowych 40-lecia 1961/1962–2000/2001 we Wrocławiu–Swojcu. W celu pełniejszej oceny zmienności wartości ekstremalnych analizowanych elementów agrometeorologicznych rozpatrywano je w różnych przedziałach czasu, tj. pentady, dekady i miesiąca. Zwrócono uwagę nie tylko na częstość występowania wartości ekstremalnych badanych czynników, ale również przeanalizowano okresy ich pojawiania się oraz tendencje.

WSTĘP

W drugiej połowie ubiegłego stulecia występowało wiele zdarzeń pogodowych o wyjątkowym charakterze ze względu na ich skrajne wartości, dotychczas nienotowane. Zmianami anomalnych wartości różnych elementów agrometeorologicznych zajmowało się wielu autorów na świecie i w Polsce [DOMONKOS, 2001; SCHÖNWIESE, GRIESEL, TRÖMEL, 2003; SOMOROWSKA, 2001; ŻMUDZKA, 1995]. Zmiany czynników klimatycznych, widoczne w analizach długich serii obserwacyjnych różnych elementów środowiska, powodują duże zainteresowanie szcze-

Adres do korespondencji: mgr inż. M. Biniak, Akademia Rolnicza, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław; tel. +48 (71) 320-55-68, e-mail: malbin@op.pl

gólnie tymi zjawiskami w przyrodzie, które osiągają skrajnie duże wartości w dotychczas notowanych seriach pomiarowych; najczęściej ocenia się zjawiska termiczne i opadowe [GLUZA, KASZEWSKI, 1997; KOSSOWSKA-CEZAK, MRUGAŁA, 1999; LORENC, SUWALSKA, BOGUCKA, 1995; MITOSEK, 1994a,b]. Każdy z elementów środowiska czy zjawisk w przyrodzie, osiągając wartości ekstremalne, przyczynia się do rozszerzenia przedziału zmienności dotychczas zgromadzonych obserwacji, a często również do konieczności weryfikowania dotychczasowych hipotez. Coraz częściej występujące na przełomie XX i XXI w. zagrożenia powodzienne wiosną świadczą o bardzo dużym znaczeniu warunków termicznych i opadowych w okresie zimowym. Opady zimowe stanowią źródło uzupełniania wyczerpanych w okresie wegetacji zasobów wodnych gleby, a dynamika ich odnawiania odzwierciedla się w zmianach poziomu wód gruntowych. Temperatura powietrza – jako czynnik wtórny – informuje o potencjalnych możliwościach zamarzania lub odwilży, co może potęgować negatywne skutki w postaci uruchomienia odpływu nadmiaru wody zgromadzonej na powierzchni lub w profilu gleby.

METODY BADAŃ

W pracy dokonano oceny ekstremalnych wartości opadów atmosferycznych, poziomu wód gruntowych oraz temperatury powietrza w okresie zimowym w ciągu 40-lecia 1961/1962–2000/2001. Za okres zimowy przyjęto czas od 1 listopada danego roku (początek roku hydrologicznego) do końca kwietnia roku następnego. Materiał wyjściowy pochodził z Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologicznego Akademii Rolniczej we Wrocławiu, które funkcjonuje nieprzerwanie od 1961 r. Spośród wartości średnich dobowych temperatur powietrza, sum dobowych opadów oraz codziennych pomiarów poziomu wód gruntowych wyselekcjonowano wartości minimalne i maksymalne w różnych przedziałach czasu: pentada, dekada i miesiąc. Następnie spośród nich wyłoniono minima oraz maksima absolutne i odniesiono je do średnich wartości analizowanych elementów bądź ich sum pentadowych. Pojęcie dobowych wartości absolutnych przyjęto za KASZEWSKIM i MRUGAŁĄ [2001] oraz KOSSOWSKĄ-CEZAK [1982], a wartości anomalnych – za MRUGAŁĄ [2001]. Takie rozumienie tych pojęć jest najwłaściwsze w analizach wartości ekstremalnych, ponieważ oznaczają one rzeczywiste zmiany elementów meteorologicznych, natomiast średnie dobowe są raczej wskaźnikiem zmian, a zakres ich fluktuacji jest mniejszy niż wartości ekstremalnych. Dopasowane trendy umożliwiły ocenę, na ile wydłużanie przedziału czasu, w którym znajdują się wartości ekstremalne, poczynając od pentady, poprzez dekadę do miesiąca, ma wpływ na zmianę wartości anomalnych w analizowanym 40-leciu w poszczególnych miesiącach okresu zimowego. Zwrócono uwagę nie tylko na częstość występowania wartości ekstremalnych, ale również przeprowadzono analizę okresów, w których one występują. Analiza trendów zmian okresów, w których obserwowano mini-

malne oraz maksymalne wartości sumy opadów atmosferycznych, poziomu wód gruntowych oraz temperatury powietrza, może stanowić podstawę do prognozowania okresu i częstości wystąpienia wartości ekstremalnych.

WYNIKI BADAŃ

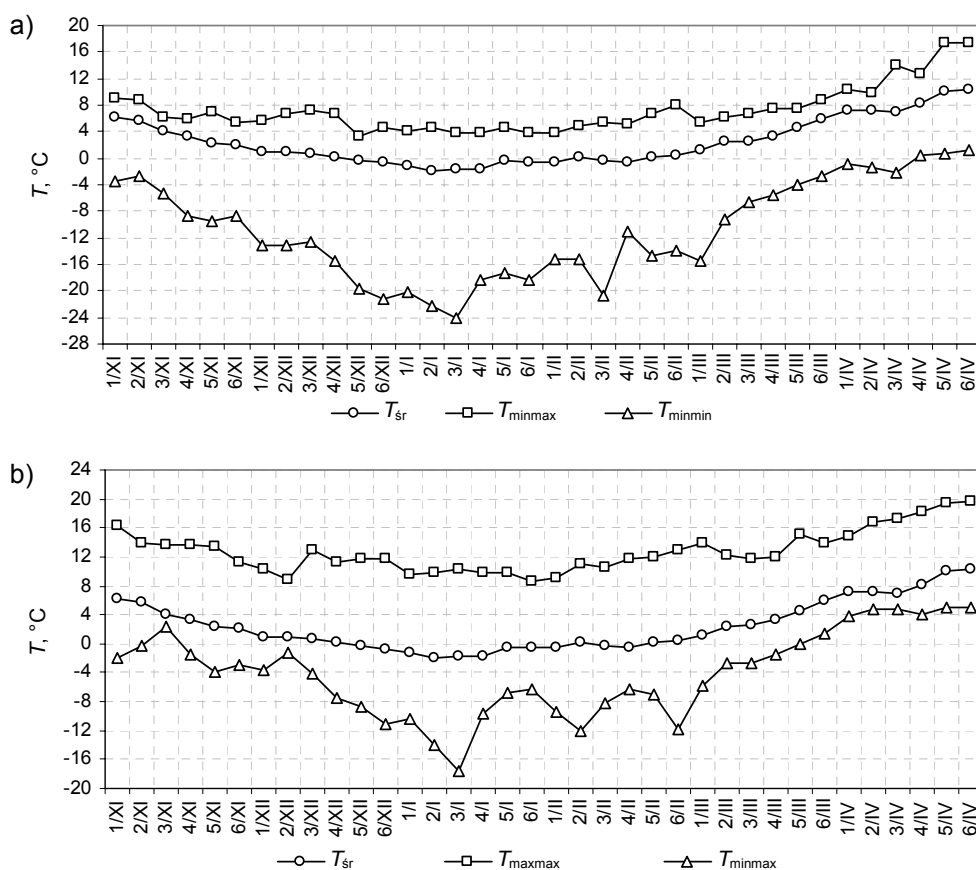
TEMPERATURA POWIETRZA

Średnia temperatura powietrza w okresie zimowym analizowanego wielolecia wynosiła od $-2,0^{\circ}\text{C}$ w 2. pentadzie stycznia do $10,4^{\circ}\text{C}$ w 6. pentadzie kwietnia, a różnice wartości między poszczególnymi pentadami były stabilne.

Analizy trendów ekstremalnych wartości wybranych elementów agrometeorologicznych dla zróżnicowanych przedziałów czasu, takich jak: pentada, dekada i miesiąc, dokonano jedynie dla tych przypadków, dla których uzyskano istotne wartości współczynnika R^2 . Współczynnik ten był istotny, gdy jego wartość wynosiła minimum 0,098 (liczebność próby $n = 38$).

W odniesieniu do minimalnych wartości temperatury powietrza statystycznie istotne wartości R^2 uzyskano dla 1. oraz 3. pentady marca (odpowiednio 0,12 i 0,16) oraz 1. i 6. pentady kwietnia (odpowiednio 0,12 i 0,23). W okresie miesiąca jedynie w marcu współczynnik R^2 w konsekwencji wydłużania przedziału czasu, z którego wyselekcjonowano minimalne wartości temperatury powietrza, osiągnął wartość 0,14. Dla kwietnia istotne R^2 uzyskano jedynie dla 3. dekady (0,12). Na podstawie analizy maksymalnych temperatur powietrza stwierdzono, że statystycznie istotne wartości współczynnika determinacji otrzymano dla 3. pentady grudnia (0,17), 2. stycznia (0,19), 6. lutego (0,15) i 1. marca (0,13) oraz kwietnia (0,14). Wydłużanie przedziału czasu w większości przypadków powodowało zmniejszanie się wartości R^2 uzyskiwanych dla odpowiadających im dekad. Jedynie w styczniu wydłużanie przedziału czasu nie powodowało istotnych zmian wartości R^2 , który zarówno dla okresu pentady, jak i całego miesiąca wyniósł 0,19.

Najwyższe minimalne wartości temperatury mieściły się w przedziale od $3,3^{\circ}\text{C}$ w 5. pentadzie grudnia do $17,3^{\circ}\text{C}$ w 6. pentadzie kwietnia. Przebieg ich zmienności był bardzo zbliżony do przebiegu średnich wartości temperatury powietrza w okresie zimowym, czego nie stwierdzono w przypadku wartości najniższych, charakteryzujących się dużymi różnicami (rys. 1a). Absolutne minimum przypadło na 3. pentadę stycznia i wynosiło $-24,1^{\circ}\text{C}$. W tym też okresie przypadała najniższa maksymalna wartość temperatury powietrza, wynosząca $-17,5^{\circ}\text{C}$ (rys. 1b). Najniższe z maksymalnych wartości temperatury powietrza charakteryzowała podobna zmienność, jak najniższe z minimalnych – największa w okresie od 3. dekady stycznia ($-17,5^{\circ}\text{C}$) do 2. dekady marca ($-2,6^{\circ}\text{C}$). Największe amplitudy temperatur ekstremalnych w analizowanym 40-leciu wystąpiły w 1. pentadzie stycznia – $27,9^{\circ}\text{C}$ w odniesieniu do wartości minimalnych oraz $27,7^{\circ}\text{C}$ w odniesieniu do war-



Rys. 1. Pentadowe wartości temperatury powietrza w okresie zimowym wielolecia 1961/1962–2000/2001 we Wrocławiu–Swojcu: a) wartości minimalne (T_{minmax} – wartość maksymalna z minimalnych, T_{minmin} – wartość minimalna z minimalnych), b) wartości maksymalne (T_{maxmax} – wartość maksymalna z maksymalnych, T_{maxmin} – wartość minimalna z maksymalnych); T_{sr} – temperatura średnia w wieloleciu; cyfra przed „/” oznacza numer pentady w miesiącu, po – miesiąc

Fig. 1. 5-day averages of air temperature in the winter periods of the years 1961/1962–2000/2001 in Wrocław–Swojec; a) daily lowest (T_{minmax} – the maximum from minimum values, T_{minmin} – the minimum from minimum values), b) daily highest (T_{maxmax} – the maximum from maximum values, T_{maxmin} – the minimum from maximum values); T_{sr} – long term average of air temperature; figure before “/” means the number of the 5-day period in the month, after – the month

tości maksymalnych, najmniejsze natomiast w pierwszym przypadku zaobserwowano od 3. pentady marca do 2. kwietnia włącznie (11,3°C), w drugim natomiast dla 2. pentady grudnia (10,1°C).

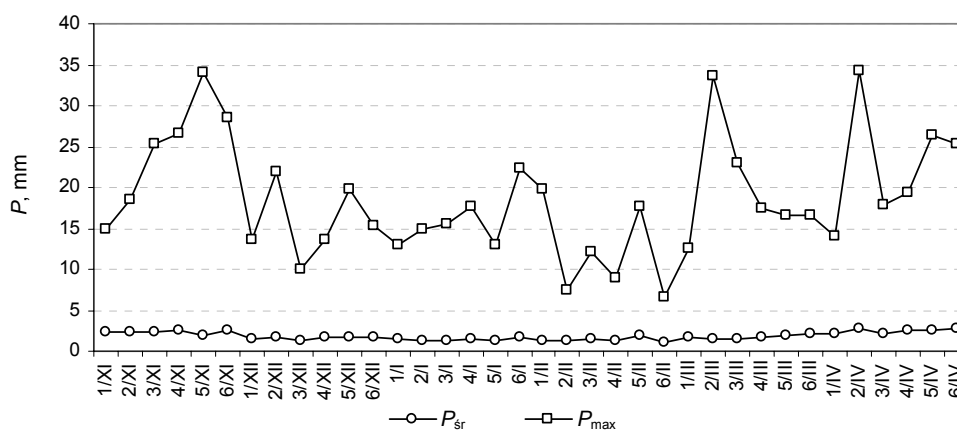
Wydłużanie przedziału czasu do dekady spowodowało, że największe różnice wieloletnich ekstremalnych wartości temperatury przypadło na 2. dekadę stycznia, a amplituda temperatury minimalnej zmniejszyła się nieznacznie – do 27,5°C, na-

tomiast maksymalnej wyraźnie – do 19,8°C. Najmniejsze amplitudy ekstremalnych wartości dekadowych wystąpiły w przypadku wartości minimalnych od 3. dekady marca do 2. kwietnia (11,1°C), a maksymalnych – w 1. pentadzie grudnia i kwietnia (10,2°C i 10,1°C).

OPADY ATMOSFERYCZNE

Najwyższa średnia pentadowa suma opadów atmosferycznych w okresie zimowym analizowanego 40-lecia we Wrocławiu–Swojcu przypadła na 6. pentadę kwietnia – 2,7 mm, jednak absolutne maksimum obserwowano w 2. pentadzie kwietnia – 34,3 mm, a nieznacznie mniejsze wartości w 5. pentadzie listopada – 34,0 mm oraz w 2. marca – 33,6 mm. Niemal identyczne wartości maksymalne opadu występowały od 4. do 6. pentady marca i wynosiły w granicach 16,5–17,4 mm. Najniższe średnie wieloletnie sumy opadów przypadły na 6. pentadę lutego – 1 mm.

W przypadku opadów istotne wartości współczynnika R^2 w marcu uzyskano dla 4. i 5. pentady (odpowiednio 0,16 oraz 0,13). Wydłużanie przedziału czasu do dekady oraz miesiąca powodowało zmniejszenie wartości R^2 , przy czym dla okresu zawierającego 4. pentadę utrzymywały się one zawsze na poziomie istotnym (0,10). W kwietniu istotną zależność otrzymano tylko dla 5. pentady i – podobnie jak w przypadku 5. pentady marca – wydłużanie przedziału czasu skutkowało



Rys. 2. Średnie pentadowe (P_{sr}) i maksymalne (P_{max}) dobowe sumy opadów atmosferycznych w okresie zimowym wielolecia 1961/1962–2000/2001 we Wrocławiu–Swojcu; cyfra przed „/” oznacza numer pentady w miesiącu, po – miesiąc

Fig. 2. 5-day averages (P_{sr}) and maximum (P_{max}) daily precipitation sums in the winter periods of the years 1961/1962 – 2000/2001 in Wrocław–Swojec; figure before “/” means the number of the 5-day period in the month, after – the month

zmniejszeniem współczynnika korelacji do wartości nieistotnych. Przebieg zmienności średnich pentadowych sum opadów w okresie zimowym był dość wyrównany, natomiast wartości maksymalnych – zróżnicowany, z dużą amplitudą (rys. 2). Duże różnice między maksymalnymi sumami opadów w ciągu analizowanego 40-lecia wystąpiły odpowiednio w 5. pentadzie listopada (34,0 mm), 2. marca (33,6 mm) oraz kwietnia (34,3 mm), małe natomiast w 2. i 6. pentadzie lutego, odpowiednio – 7,4 oraz 6,5 mm, co potwierdzają obliczone wartości odchyleń standardowych. Uzyskane wartości amplitud i odchyleń standardowych dla okresów pentady miały wpływ na wartości dekadowe oraz miesięczne.

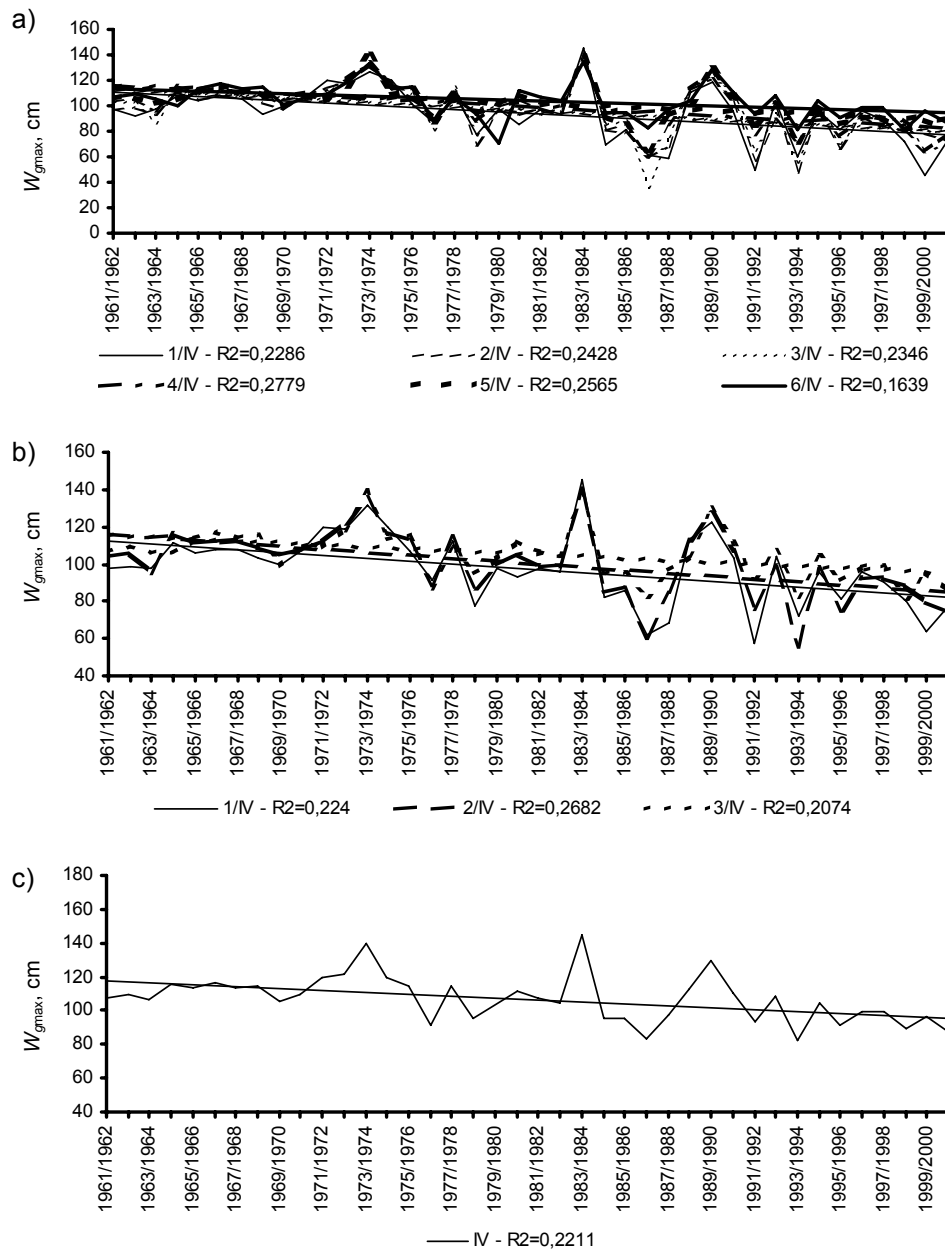
Nie badano zmienności minimalnych sum opadów atmosferycznych, gdyż w każdym przypadku, niezależnie od przyjmowanego przedziału czasu, ich wartość wynosiła 0,0 mm.

POZIOM WÓD GRUNTOWYCH

Na podstawie analizy poziomu wód gruntowych (mierzonego od powierzchni terenu) stwierdzono, że w okresie zimowym wielolecia 1961/1962–2000/2001 średnio wynosił on od 130,2 cm w 1. pentadzie listopada do 88,7 cm w 6. pentadzie marca, a następnie obniżył się do 101,2 cm w 6. pentadzie kwietnia. Podobny przebieg miała jego wartość średnia z minimalnych oraz maksymalnych, a różnice nie przekraczały 4 cm.

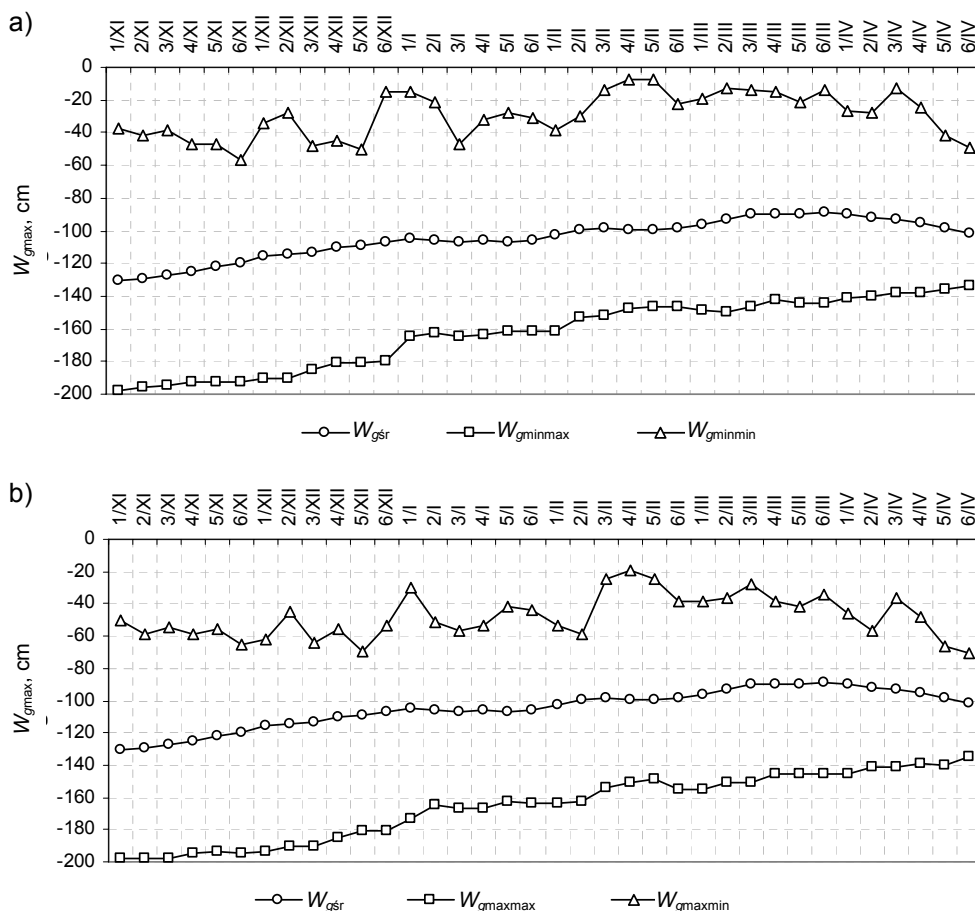
Współczynnik determinacji R^2 dla maksymalnych i minimalnych poziomów wód gruntowych, niezależnie od analizowanego przedziału czasu, przyjmował wartości istotne w każdym przypadku w marcu i kwietniu, przy czym wyraźnie większe wartości zaobserwowano dla większości pentad i dekad kwietnia, poza 6. pentadą i 3. dekadą obu miesięcy. Wartości R^2 dotyczące maksymalnego poziomu wód gruntowych, uzyskane dla okresu miesięcznego, były niemal identyczne dla obu miesięcy (odpowiednio 0,20 i 0,22). W odniesieniu do wartości minimalnych mniejszą wartość R^2 w tym wariancie otrzymano w marcu (0,12). Przedstawiono przykładowe przebiegi zmienności wartości maksymalnych poziomu wód gruntowych dla różnych przedziałów czasu w 40-leciu 1961/1962–2000/2001 we Wrocławiu–Swojcu (rys. 3).

Absolutne minima poziomu wody gruntowej miały podobny przebieg zmienności w okresie zimowym, co średnie pentadowe oraz minimalne i wynosiły od 198,0 cm w 1. pentadzie listopada do 134,0 cm w 6. pentadzie kwietnia. Największe minimalne głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej w ciągu analizowanego wielolecia przyjmowały wartości od 57,0 cm w 6. pentadzie listopada do 7,0 cm w 4. dekadzie lutego. W tym przypadku obserwowano duże różnice między maksymalnymi wartościami w kolejnych pentadach (rys. 4a). Największe wieloletnie amplitudy zaobserwowano dla 6. pentady grudnia – 165 cm, nieco mniejsze dla 1. pentady listopada i 2. grudnia (161 i 162 cm), a najmniejsze – dla 5. i 6. pentady kwietnia (94 i 95 cm).



Rys. 3. Zmienność wartości maksymalnych poziomu wód gruntowych (W_{gmax}) w kwietniu w okresie zimowym wielolecia 1961/1962–2000/2001 we Wrocławiu–Swojcu dla różnych przedziałów czasu: a) pentada, b) dekada c) miesiąc; cyfra przed „/” oznacza numer pentady w miesiącu, po – miesiąc

Fig. 3. Variability of maximum ground water levels (W_{gmax}) in April for different time intervals for the years 1961/1962–2000/2001 in Wrocław–Swojec: a) 5 days, b) 10 days, c) month; figure before “/” means the number of the 5-day period in the month, after – the month



Rys. 4. Pentadowe wartości poziomu wód gruntowych w okresie zimowym wielolecia 1961/1962–2000/2001 we Wrocławiu–Swojcu; a) wartości minimalne ($W_{gminmax}$ – wartość maksymalna z minimalnych, $W_{gminmin}$ – wartość minimalna z minimalnych), b) wartości maksymalne ($W_{gmaxmax}$ – wartość maksymalna z maksymalnych, $W_{gmaxmin}$ – wartość minimalna z maksymalnych); W_{gsr} – wartość średnia z wielolecia; cyfra przed „/” oznacza numer pentady w miesiącu, po – miesiąc

Fig. 4. 5-day averages of ground water level in the winter periods of the years 1961/1962–2000/2001 in Wrocław–Swojec; a) daily lowest ($W_{gminmax}$ – the maximum from minimum values, $W_{gminmin}$ – the minimum from minimum values), b) daily highest ($W_{gmaxmax}$ – the maximum from maximum values, $W_{gmaxmin}$ – the minimum from maximum values); W_{gsr} – average of ground water level; figure before “/” means the number of the 5-day period in the month, after – the month

Podobnej analizie poddano maksymalne poziomy wód gruntowych we Wrocławiu–Swojcu z okresu 40 lat (rys. 4b). Minimalne wartości maksymalne obser-

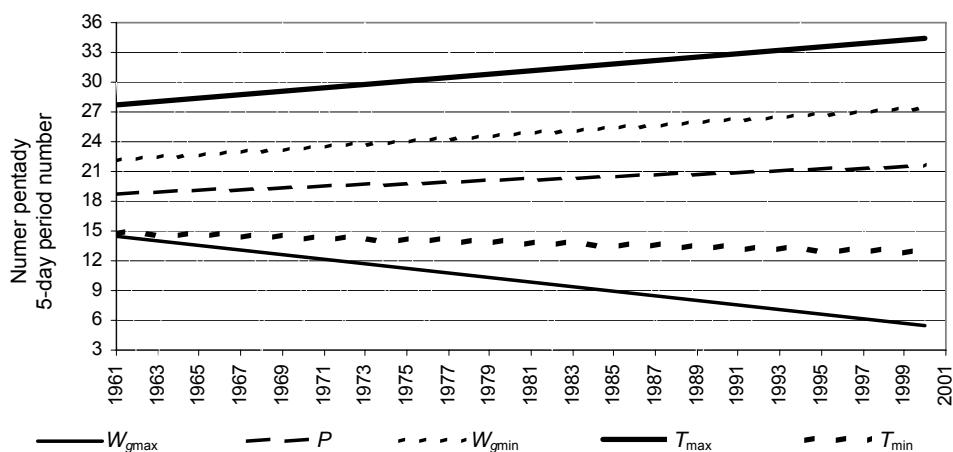
wowano od 1. dekady listopada (198 cm) do 3. grudnia włącznie (190 cm), a w kolejnych dekadach systematycznie zmieniały się, osiągając wartość 135 cm na koniec okresu zimowego. Takiej prawidłowości nie zaobserwowano w przypadku absolutnych maksymalnych poziomów wód gruntowych, które wynosiły od 19 cm w 4. pentadzie lutego do 71 cm w 6. pentadzie kwietnia oraz 70 cm w 5. pentadzie grudnia, a przebieg ich zmienności był niemal identyczny z przebiegiem najwyższych minimalnych stanów wód gruntowych.

Duże wieloletnie amplitudy zaobserwowano w 1. i 3. pentadzie listopada (148 i 143 cm) oraz 2. pentadzie grudnia – 145 cm, natomiast małe, podobnie jak minimalnych poziomów wód gruntowych, w 5. i 6. pentadzie kwietnia (74 i 64 cm). Obliczone wartości amplitud oraz odchyłeń standardowych dla tych okresów mają ścisły związek z dłuższymi przedziałami czasu, tj. dekady oraz miesiąca, zarówno w odniesieniu do minimalnych, jak i maksymalnych głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej we Wrocławiu–Swojcu.

Ze względu na krótkotrwały charakter zjawisk ekstremalnych posługiwanie się okresem pentady było zasadne w analizach ich zmienności. Zmienność czasowa wartości ekstremalnych była dokładniej opisana w tym przedziale czasu w porównaniu z okresem dekady czy miesiąca.

Podsumowaniem przeprowadzonych analiz jest ocena stabilności okresów występowania wartości ekstremalnych poszczególnych, wybranych elementów agrometeorologicznych. W tym celu przeanalizowano tendencje zmian występowania tych wartości (rys. 5). Obliczone współczynniki determinacji są statystycznie nieistotne, mimo to uzyskano możliwość oceny trendów terminów występowania wartości ekstremalnych. Posłużyło to wyłonieniu tendencji zmian tych czynników w ciągu 40 lat, dzięki czemu można by prognozować okres ich wystąpienia oraz kierunek zmian.

Określone trendy umożliwiają prognozowanie możliwych terminów wystąpienia wartości ekstremalnych analizowanych w pracy elementów agrometeorologicznych. Stwierdzono, że występowanie maksymalnych wartości opadów w ciągu 40 lat przesunęło się o dekadę później (z 1. na 3. pentadę lutego). Występowanie minimalnych poziomów wody gruntowej we Wrocławiu–Swojcu opóźniło się o około 5 pentad, tj. z 2. dekady lutego na 3. dekadę marca. Odmienną sytuację obserwowano w przypadku maksymalnych poziomów wód gruntowych – wartości maksymalne pojawiały się aż o 8 pentad wcześniej (przesunięcie z 2. pentady stycznia na 6. listopada). Występowanie minimalnych wartości temperatury powietrza w okresie zimowym przesunęło się o 2 pentady wcześniej (z 1. na 3. pentadę stycznia), natomiast maksima obserwowano z miesięcznym opóźnieniem w porównaniu z początkiem analizowanego 40-lecia (przesunięcie z 4. pentady marca na 4. pentadę kwietnia).



Rys. 5. Trendy terminów występowania ekstremalnych wartości wybranych elementów agrometeorologicznych w okresie zimowym wielolecia 1961/1962–2000/2001 we Wrocławiu–Swojcu; W_{gmax} – maksymalny poziom wód gruntowych, P – opad, W_{gmin} – minimalny poziom wód gruntowych, T_{max} – temperatura maksymalna, T_{min} – temperatura minimalna

Fig. 5. Trends of the occurrence of extreme values of selected agrometeorological elements in the winter periods of the years 1961/1962–2000/2001 in Wrocław–Swojec; W_{gmax} – maximum ground water level, P – precipitation, W_{gmin} – minimum ground water level, T_{max} – maximum temperature, T_{min} – minimum temperature

WNIOSKI

1. Największą stabilnością pod względem liczby kolejnych okresów, dla których uzyskano istotne zależności, charakteryzowały się spośród analizowanych czynników agrometeorologicznych poziomy wód gruntowych.
2. Najbardziej przydatnym przedziałem czasu do analiz trendów zmian wartości ekstremalnych była pentada. Zmienność czasowa wartości ekstremalnych analizowanych elementów ze względu na ich krótkotrwały charakter była w tym czasie lepiej opisana.
3. Jednoznacznie określono tendencję zmian terminów występowania wartości ekstremalnych. Wyznaczone trendy mają jednak tylko charakter informacyjny ze względu na brak istotności statystycznej odpowiadających im współczynników determinacji.

LITERATURA

- DOMONKOS P., 2001. Temporal accumulations of extreme daily mean temperature anomalies. *Theor. Appl. Climatol.* 72 s. 17–32.
- GLUZA A. F., KASZEWSKI M., 1997. Ekstremalne wartości wybranych elementów klimatu w Lublinie (1951–1996). W: *Ekstremalne zjawiska meteorologiczne, hydrologiczne i oceanograficzne. Mater. Symp. Jubil. 50-lecia PTG.* Warszawa: PTG s. 38–40.

- KASZEWSKI B. M., MRUGAŁA S., 2001. Wybrane charakterystyki temperatury powietrza i opadów atmosferycznych na obszarze Lubelszczyzny (1951–1990). *Acta Agrophys. Ser. Monogr.* 47 ss. 74.
- KOSSOWSKA-CEZAK U., 1981. Duże zmiany temperatury powietrza z dnia na dzień. *Prz. Geofiz.* 27 3–4 s. 197–214.
- KOSSOWSKA-CEZAK U., MRUGAŁA S., 1999. Opady atmosferyczne o anomalnej wysokości (na przykładzie Warszawy i Lublina). *Prz. Geofiz.* 44 1–2 s. 39–51.
- LORENC H., SUWALSKA-BOGUĆKA M., 1995. Tendencje termiczne zim w Polsce jako wskaźnik oceny zmienności klimatu. *Wiad. IMGW* 18 (39) 1 s. 3–28.
- MITOSEK H. T., 1994a. Odzwierciedlenie wahań klimatu w ciągach miesięcznych wysokości opadu w Polsce i jej okolicach – podejście statystyczne. *Prz. Geofiz.* 39 4 s. 351–357.
- MITOSEK H. T., 1994b. Odzwierciedlenie wahań klimatu w ciągach średnich temperatur miesięcznych w Polsce i jej okolicach – podejście statystyczne. *Prz. Geofiz.* 39 3 s. 239–248.
- MRUGAŁA S., 2001. Opady atmosferyczne o normalnej i anomalnej wysokości na obszarze Polski (1951–1990). *Rozpr. Habil.* 56. Lublin: UMCS s. 13–16.
- SCHÖNWIESE C. D., GRIESER J., TRÖMEL S., 2003. Secular change of extreme monthly precipitation in Europe. *Theor. Appl. Climatol.* 75 s. 245–250.
- SOMOROWSKA U., 2001. Wieloletni rytm zmian opadów, stanów wód podziemnych i przepływów w małej zlewni nizinnej. *Prz. Geofiz.* 46 3 s. 197–207.
- ŻMUDZKA E., 1995. Tendencje i cykle zmian temperatury powietrza w Polsce w latach 1951–1990. *Prz. Geofiz.* 40 2 s. 129–139.

Małgorzata BINIAK

**WINTER EXTREME PRECIPITATION, AIR TEMPERATURES
AND GROUND WATER LEVELS IN THE YEARS 1961–2000 IN WROCLAW–SWOJEC**

Key words: air temperature, extreme values, ground water level, precipitation, winter period

S u m m a r y

The analysis of daily values of extreme precipitation, ground water level and air temperature in the winter periods of the years 1961/1962–2000/2001 in Wrocław–Swojec are presented in the paper. To better estimate variability of these anomalies, the elements were analysed for different time interval of 5 and 10 days and a month. Apart from the frequency of extreme values, the periods and trends in their occurrence were also considered.

Recenzenci:

dr hab. Jan Grabowski, prof. UWM
prof. dr hab. Czesław Rzekanowski

Praca wpłynęła do Redakcji 21.04.2005 r.