

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

Andrzej ŻYROMSKI

Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska

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

Streszczenie

Praca zawiera ocenę zmienności ekstremalnych wartości dobowych temperatury powietrza, opadów atmosferycznych oraz poziomu wód gruntowych w okresie letnim z lat 1961–2000 we Wrocławiu–Swojcu. Analizy wartości ekstremalnych elementów agrometeorologicznych dokonano w różnych przedziałach czasu, takich jak: pentada, dekada i miesiąc. Przeanalizowano zmienność wartości ekstremalnych na tle badanego wielolecia oraz oceniono tendencję zmian poszczególnych czynników w kolejnych pentadach, dekadach i miesiącach okresu letniego. W pracy przeanalizowano również prawdopodobieństwa nieprzekroczenia poszczególnych elementów agrometeorologicznych oraz tendencję zmian okresów występowania wartości ekstremalnych w okresie letnim ocenianego wielolecia.

WSTĘP

Podstawowym źródłem uzupełniania wody w glebie są opady atmosferyczne. Ich nadmiary mogą powodować powodzie, natomiast niedobory wywołują często na znacznych obszarach dotkliwie w skutkach susze.

Poziom zwierciadła wody gruntowej w okresie wegetacji znacznie się zmienia na skutek opadów atmosferycznych, parowania oraz odpływu. Dynamika poziomu

Adres do korespondencji: dr hab. inż. A. Żyromski, Akademia Rolnicza, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław; tel. +48 (71) 320-55-68, e-mail: zyromski@ozi.ar.wroc.pl

wód gruntowych powoduje również zmiany aktualnych zasobów wodnych gleby, dlatego też te dwa elementy łączą się ściśle ze sobą.

Dynamikę tych procesów stymuluje również w znacznym stopniu ciepło, które dociera do powierzchni Ziemi od Słońca. Można je określać w jednostkach energetycznych, co jednak jest trudne ze względu na potrzebną do tego typu pomiarów specjalistyczną aparaturę. Z tego też względu najczęściej mierzy się temperaturę powietrza, będącą elementem wtórnym. Jak wiadomo, jej wartości ekstremalne są również przyczyną niekorzystnych warunków w środowisku.

Wspomniane uprzednio powodzie bądź susze występują w następstwie kompleksowego oddziaływania wartości ekstremalnych zasygnalizowanych elementów agrometeorologicznych. Zdarzenia te przyczyniły się między innymi do prowadzenia na szeroką skalę badań dotyczących ocen przyczyn i skali natężenia wartości ekstremalnych, które mogą osiągać wspomniane wyżej elementy agrometeorologiczne. Podstawą badań i prawidłowych ocen jest możliwość dysponowania długimi seriami pomiarowymi. Takiej analizy dokonuje się najczęściej za pomocą różnego typu narzędzi graficznych lub statystycznych.

Ze względu na dostępność materiałów źródłowych najczęściej wykorzystuje się dobowe wartości temperatury powietrza [DOMONKOS, 2001; GLUZA, KASZEWSKI, 1997; KASZEWSKI, 2000; KŁYSIK, FORTUNIAK, 1995; KOŁODZIEJ, LINIEWICZ, WESOŁOWSKA-JANCZAREK, 1987/1988; MICHNA, PACZOS, 1990]. Do oceny anomalii warunków klimatycznych wykorzystuje się wartości tego elementu również z dłuższych okresów obserwacyjnych [DOMONKOS, TAR, 2003; JUNGO, BENISTON 2001; ŻMUDZKA, 1995].

Drugim pod względem możliwości pozyskania danych elementem meteorologicznym jest opad atmosferyczny. Stanowi on oddzielnie lub w powiązaniu z temperaturą powietrza przedmiot wielu prac naukowych [DOMONKOS, TAR, 2003; GLUZA, KASZEWSKI, 1997; KASZEWSKI, MRUGAŁA 2001; KOSSOWSKA-CEZAK, MRUGAŁA, 1999]. Opady atmosferyczne były też podstawą rozpoznania jego zmienności w dłuższych okresach, takich jak: miesiąc, sezon lub rok [RODRIGO, 2002; SCHÖNWIESE, GRIESER, TRÖMEL, 2003; UNAKAŠVIČ, TOŠIĆ, VUJOVIĆ, 2004]. Istnieje natomiast niewiele opracowań dotyczących wartości ekstremalnych poziomu wód gruntowych.

METODY BADAŃ

Przytoczone powyżej opracowania naukowe świadczą o bardzo dużym zainteresowaniu zjawiskami o charakterze ekstremalnym. Skalę ich wielkości można jednak ocenić dopiero na podstawie długich serii obserwacyjnych. Mając to na uwadze, w Zakładzie Agro- i Hydrometeorologii Instytutu Kształtowania i Ochrony Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu, na podstawie pomiarów z okresu letniego, tj. od początku kwietnia do końca października z lat 1961–2000, doko-

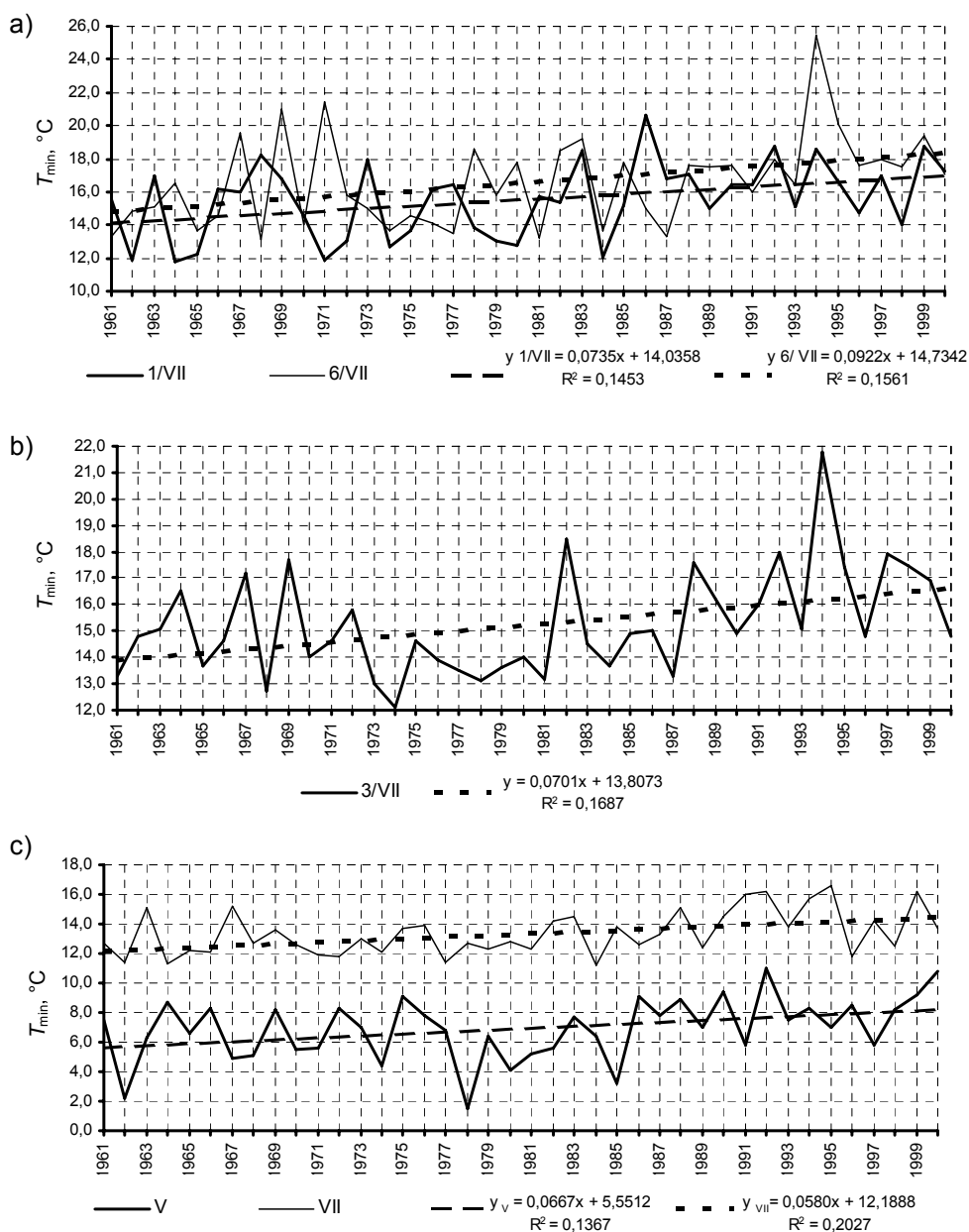
nano oceny wartości ekstremalnych temperatury powietrza, opadów atmosferycznych i poziomu wód gruntowych. Materiały obserwacyjne pochodziły z Obserwatorium Agro- i Hydrometeorologicznego AR we Wrocławiu–Swojcu. Okres 40 lat wybrano celowo, ponieważ dopiero w ciągu długiego okresu można rozpoznać dynamikę tych zjawisk. W tym celu stosuje się różne miary dyspersji. Z kolei do oceny tendencji zmian wybranego elementu meteorologicznego stosuje się bardzo często trendy, obrazujące zmiany zachodzące powoli, systematycznie i regularnie, na których kierunek przebiegu istotny wpływ mają wartości ekstremalne.

Badania przeprowadzono dla różnych przedziałów czasu, przyjmując jako materiał bazowy: wartości średnie dobowe temperatury powietrza, sumy dobowe opadów atmosferycznych i poziomy wód gruntowych, mierzone codziennie w czasie porannej obserwacji. Wspomniane powyżej wartości odniesiono do kolejnych pentad, dekad oraz miesięcy okresu letniego w ciągu poszczególnych lat analizowanego wielolecia. Działanie to polegało na wyłonieniu wartości najwyższych i najniższych w obrębie podanych przedziałów czasu w całym badanym okresie.

Analizie poddano jedynie wartości najwyższe opadów atmosferycznych. Celem tego działania była ocena wielkości fluktuacji uzyskanych tą drogą wartości ekstremalnych oraz okresów występowania zmian poszczególnych elementów agrometeorologicznych w ciągu całego okresu letniego w badanym 40-leciu. Następnie dysponując wyselekcjonowanymi wartościami ekstremalnymi z pentad, dekad i miesięcy, przeprowadzono kolejny etap oceny za pomocą trendów liniowych i opisujących je równań regresji oraz przynależnych im współczynników determinacji. Miało to na celu ocenę tendencji zmian poszczególnych elementów agrometeorologicznych w obrębie podanych okresów oraz wpływu ich wydłużania na istotność uzyskanych współczynników determinacji. Z tak uporządkowanych danych z całego okresu letniego wyłoniono absolutnie najwyższe i absolutnie najniższe wartości temperatury powietrza i poziomu wód gruntowych oraz absolutnie najwyższe wartości sum dobowych opadów atmosferycznych. W następnej kolejności dokonano oceny porównawczej wartości ekstremalnych, tj. absolutnie najwyższych i najniższych, w odniesieniu do ich wartości średnich w okresie letnim. Ze względu na częste występowanie wartości ekstremalnych w różnych terminach oceniono również tendencję zmian terminów ich występowania w ciągu całego 40-lecia. Dokonano również oceny prawdopodobieństwa, z jakim pojawiają się niskie i wysokie wartości poszczególnych elementów agrometeorologicznych.

WYNIKI BADAŃ

W wyniku analiz przeprowadzonych zgodnie z przyjętą metodyką stwierdzono, że największą liczbę istotnych statystycznie współczynników determinacji R^2 dla wyznaczonych liniowych trendów tendencji zmian wartości ekstremalnych spośród ujętych w pracy elementów agrometeorologicznych uzyskano dla temperatury po-



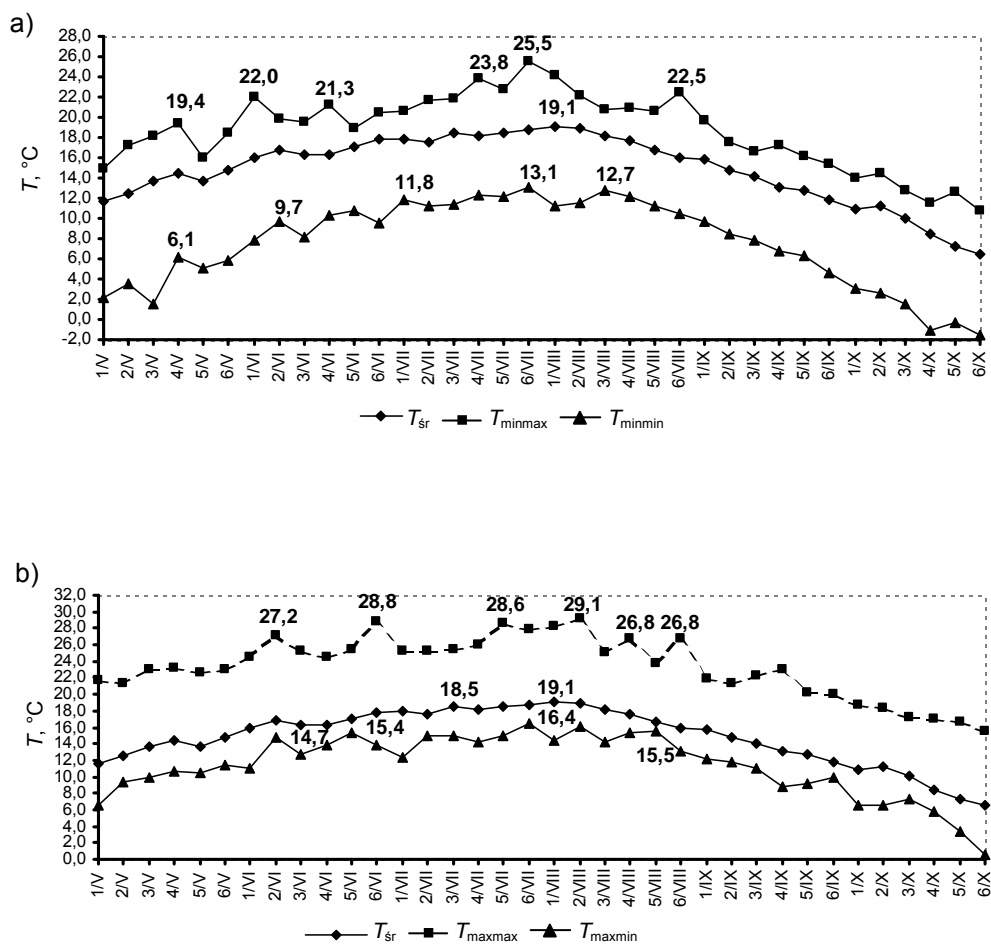
Rys. 1. Przebieg oraz trendy minimalnych wartości temperatury powietrza w wieloleciu 1961–2000 we Wrocławiu–Swojcu w okresie letnim w różnych przedziałach czasu: a) pentada b) dekada, c) miesiąc; przed znakiem „/” podano numer pentady (dekady), po – miesiąc

Fig. 1. Variability and trends in minimum air temperatures for: a) 5 day, b) 10 day, c) months in summer periods of the years 1961–2000 in Wrocław–Swojec; figure before “/” means the number of the 5-day (10 day) period in the month, after – the month

wietrza. Dla minimalnych temperatur powietrza wartości te były istotne statystycznie dla 5. pentady czerwca – 0,1509, 1. i 6. pentady lipca – odpowiednio 0,1453 i 0,1561 (rys. 1a) oraz 3., 4. i 5. pentady sierpnia – 0,1651, 0,2698 i 0,2174. Istotne zależności uzyskano dla 4 dekad – 3. dekady lipca i 2. sierpnia, R^2 istotne, wynoszące 0,1687 (rys. 1b) i 0,3713, oraz 1. i 2. dekady maja (R^2 odpowiednio 0,1071 i 0,0990, bliskie wartości krytycznej). Dla okresu miesiąca współczynniki determinacji osiągnęły istotne wartości w maju (0,1367) i lipcu (0,2027) (rys. 1c). Jedynie w lipcu istotne wartości tego parametru uzyskano dla wszystkich przedziałów czasu (rys. 1). Na podstawie analizy uzyskanych współczynników determinacji trendów dla różnych przedziałów czasu w lipcu nie stwierdzono dużego zróżnicowania wartości. Mogłoby to sugerować, że na ich wartość w tym miesiącu nie ma wpływu długość okresu, w którym dokonuje się analizy wartości ekstremalnych minimalnych temperatur powietrza, natomiast istotna jest fluktuacja samych wartości ekstremalnych w ciągu całego 40-lecia.

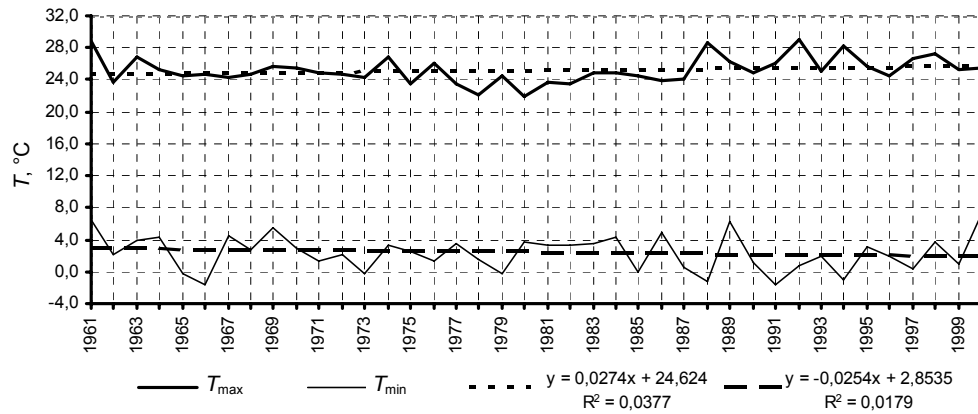
Ze względu na incydentalne występowanie zjawisk ekstremalnych zasadne są analizy ich istotności w krótkich przedziałach czasu. W wyniku analizy całego 40-lecia można stwierdzić, że wartości minimalne średnich dobowych temperatur powietrza występowały głównie w okresie od 3. do 6. pentady października. Odstępstwa od tej reguły zaobserwowano w 1962 r. – w 1. pentadzie maja (2,2°C), 1978 r. w 3. pentadzie maja (1,5°C), 1989 r. w 2. pentadzie października (6,2°C) oraz 1998 r. w 1. pentadzie października (3,8°C). Przeanalizowano zmienność najwyższych i najniższych wartości w obrębie średnich minimalnych i maksymalnych dobowych temperatur powietrza na tle wartości średnich pentadowych w ciągu rozpatrywanego okresu letniego (rys. 2). Rozpatrując fluktuacje oraz trendy wartości maksymalnych i minimalnych temperatur powietrza, które wystąpiły w okresie letnim w ciągu całego 40-lecia, można zaobserwować liniowy trend wzrostowy maksymalnych temperatur powietrza i malejący temperatur ujemnych (rys. 3). Mimo zauważonych tendencji zmian obydwu elementów meteorologicznych, uzyskane dla nich wartości współczynników determinacji są bardzo niskie, nieistotne statystycznie.

Analizując maksymalne temperatury powietrza, istotne współczynniki determinacji uzyskano dla 6 pentad, tak jak w przypadku temperatur minimalnych. Były to: 5. pentada maja (0,1039), 1. lipca (0,1004), 4. i 5. sierpnia (odpowiednio 0,1106 i 0,1053), 1. września (0,2051) – rys. 4a oraz 3. października (0,1113). Nieco wyższe wartości współczynników determinacji uzyskano dla dekad, ale tylko dwóch. Były nimi 3. dekada maja ($R^2 = 0,1670$) i 1. września (0,2070) – rys. 4b. Jedynie we wrześniu stwierdzono istotne wartości współczynnika determinacji dla wszystkich rozpatrywanych przedziałów czasu (rys. 4). Zauważono wzrost wartości R^2 w miarę wydłużania okresu, z którego pochodziły maksymalne wartości temperatury powietrza. Prawidłowość tę stwierdzono wyłącznie w odniesieniu do września. W przypadku wartości maksymalnych średnich dobowych temperatur powietrza,



Rys. 2. Przebieg wartości temperatury powietrza w kolejnych pentadach okresu letniego wielolecia 1961–2000 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 z wielolecia 1961–2000; przed znakiem „/” podano numer pentady w miesiącu, po – miesiąc

Fig. 2. Changes of air temperatures in subsequent 5 day periods in summer time of the years 1961–2000 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



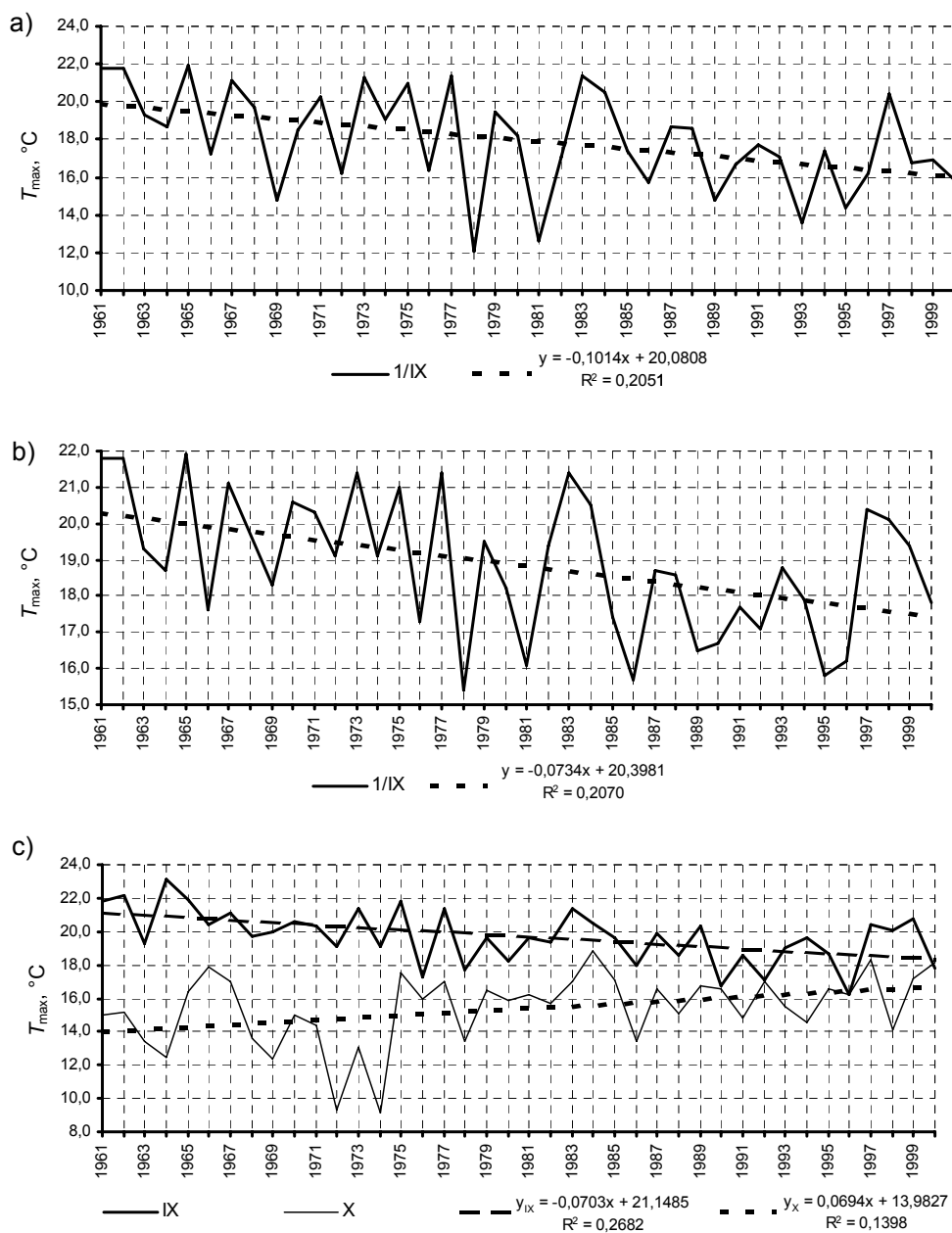
Rys. 3. Przebieg oraz trendy wartości ekstremalnych temperatury powietrza w okresie letnim wieloletnia 1961–2000 we Wrocławiu–Swojcu

Fig. 3. Changes and trends in extreme values of air temperature in summer periods of the years 1961–2000 in Wrocław–Swojec

maksyma rozrzucone były w o wiele dłuższym okresie niż wartości minimalne. W latach 1961–2000 notowano je w ciągu 16 pentad, począwszy od 1 czerwca.

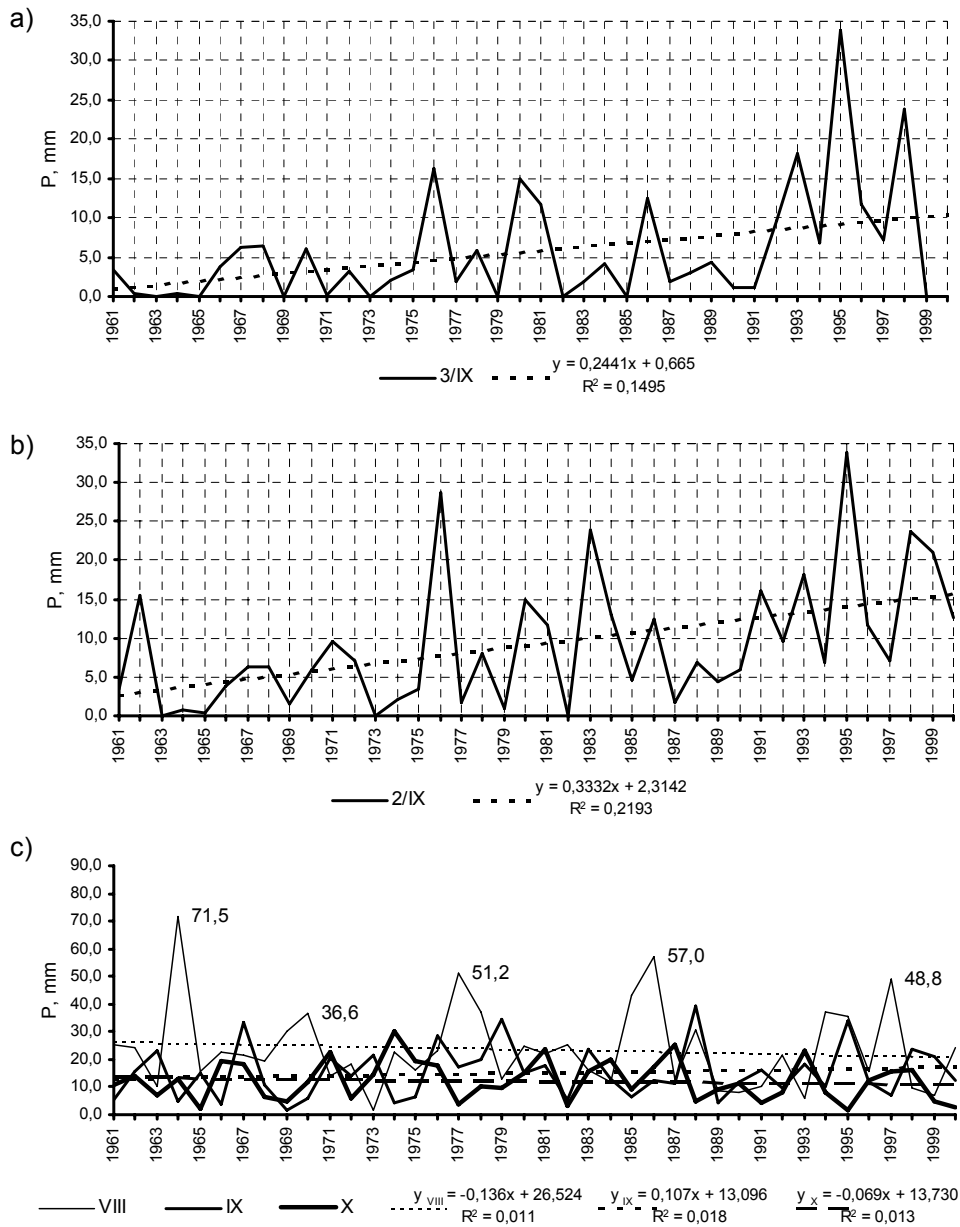
Dla maksymalnych sum dobowych opadów atmosferycznych istotnie statystycznie wartości współczynników determinacji uzyskano tylko dla dwóch okresów pentadowych i jednej dekady. Były nimi: 6. pentada maja, ze współczynnikiem determinacji $R^2 = 0,1177$, 3. września ($R^2 = 0,1495$) (rys. 5a) oraz 2. września ($R^2 = 0,2193$) (rys. 5b). Dla okresów miesięcznych nie uzyskano istotnych statystycznie współczynników determinacji (rys. 5c). Podobna prawidłowość, jak dla temperatur maksymalnych powietrza we wrześniu, dotyczyła tylko maksymalnych sum dobowych opadów atmosferycznych z okresów pentadowych i dekadowych (rys. 5). Przedstawiono graficznie zmienność wartości maksymalnych dobowych sum opadów atmosferycznych na tle średnich pentadowych (rys. 6). W wyniku analizy terminów wystąpienia wartości maksymalnych sum dobowych opadów atmosferycznych stwierdzono, że mogą one zdarzać się w ciągu całego okresu letniego. Największą koncentrację wystąpienia, biorąc pod uwagę ich liczebność, zanotowano w lipcu, sierpniu i czerwcu, odpowiednio 13, 10 i 8 zdarzeń. Na podstawie analizy trendu wartości maksymalnych w ciągu całego 40-lecia stwierdzono niewielką i nieistotną statystycznie tendencję malejącą.

Ostatnimi z analizowanych elementów były wartości ekstremalne poziomu wód gruntowych. Z racji ich silnego związku z opadami atmosferycznymi można zauważyć pewną prawidłowość, polegającą na tym, że bardzo niskie położenie wód gruntowych nie występowało w maju, natomiast w miarę upływu okresu letniego już w sierpniu zwierciadło wód gruntowych układało się na poziomie 176 cm poniżej terenu. Wartości te utrzymywały się bądź pogłębiały w niektórych latach



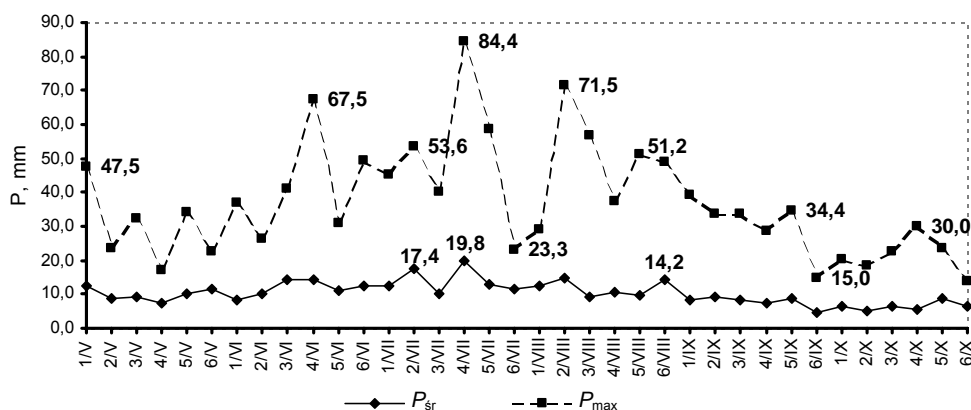
Rys. 4. Przebieg oraz trendy maksymalnych wartości temperatury powietrza w wieloleciu 1961–2000 we Wrocławiu–Swojcu w okresie letnim w różnych przedziałach czasu: a) pentada, b) dekada, c) miesiąc; objaśnienie, jak pod rys. 1

Fig. 4. Changes and trends in maximum air temperatures for: a) 5 day, b) 10 day, c) months in summer periods of the years 1961 to 2000 in Wrocław–Swojec; explanations as in Fig. 1



Rys. 5. Przebieg oraz trendy wartości maksymalnych dobowych sum opadów atmosferycznych w wieloletniu 1961–2000 we Wrocławiu–Swojcu w okresie letnim w różnych przedziałach czasu: a) pentada, b) dekada, c) miesiąc; objaśnienie, jak pod rys. 1

Fig. 5. Changes and trends in maximum daily sums of precipitation for: a) 5 day, b) 10 day, c) months in summer periods of the years 1961 to 2000 in Wrocław–Swojec; explanations as in Fig. 1



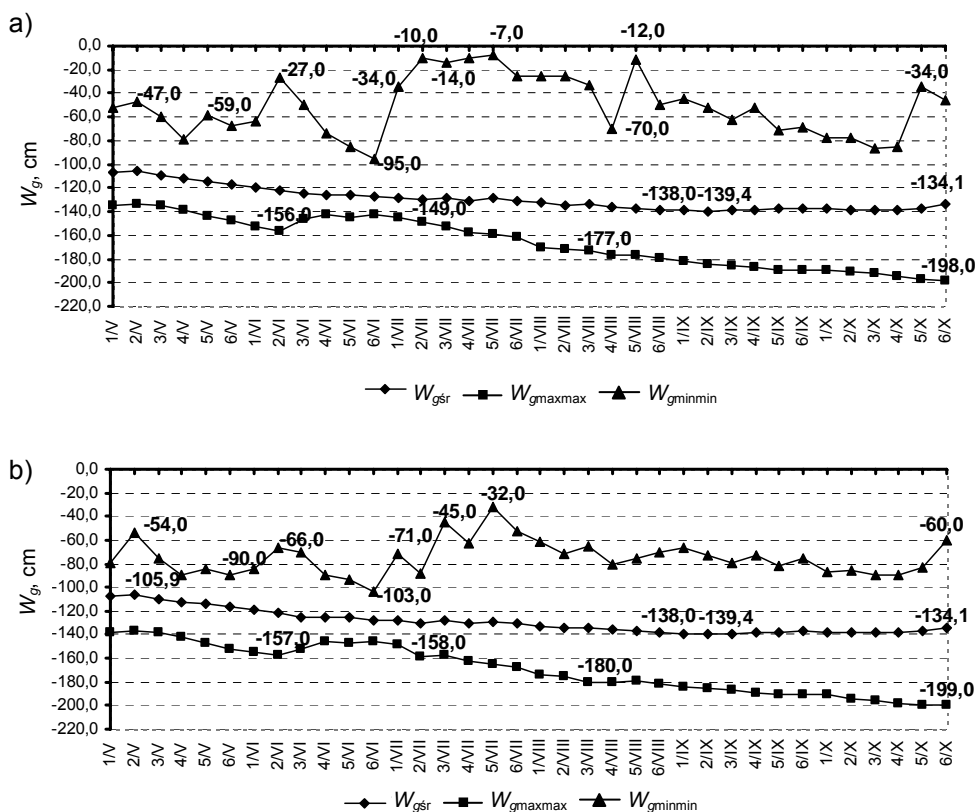
Rys. 6. Przebieg średnich pentadowych i maksymalnych wartości dobowych sum opadów atmosferycznych w kolejnych pentadach okresu letniego w wieloleciu 1961–2000 we Wrocławiu–Swojcu

Fig. 6. Changes of the 5-day averages and maximum daily sums of precipitation for subsequent 5 day periods in summer periods of the years 1961–2000 in Wrocław–Swojec

aż do października, osiągając nawet 199 cm p.p.t. Najwyższy poziom wód gruntowych obserwowano w lipcu i sierpniu (odpowiednio 7 i 12 cm p.p.t.). Największą koncentrację wysokiego poziomu wód gruntowych notowano natomiast w pierwszych pentadach maja, przy czym tylko dla pierwszej (jako jedyne) uzyskano istotną wartość współczynnika determinacji. Przebieg wartości ekstremalnych poziomu wód gruntowych na tle średnich wartości pentadowych tego elementu przedstawiono na rysunku 7.

Poza oceną fluktuacji oraz trendów wartości ekstremalnych poszczególnych elementów agrometeorologicznych w różnych przedziałach czasu, istotna jest ocena stabilności terminów występowania lub braku tych elementów w okresie całego badanego 40-lecia. W celu dokonania takiej analizy każdej wartości ekstremalnej uwzględnionych w pracy elementów agrometeorologicznych z każdego roku oddzielnie przyporządkowano numer kolejnej pentady okresu letniego, w której ona wystąpiła. Pentady liczono, poczynając od pierwszej maja. Następnie dla tak rozłożonych punktów każdego elementu dopasowano trendy liniowe oraz odpowiadające im współczynniki determinacji. Umożliwiło to ocenę skali istotności uzyskanych trendów (rys. 8). Oprócz temperatur maksymalnych powietrza, których terminy występowania były stabilne w ciągu całego 40-lecia, tendencje występowania wszystkich pozostałych elementów wyraźnie się zmieniały. Wartości współczynników determinacji okazały się jednak zbyt niskie, żeby można było uznać tendencje zmian za istotne statystycznie.

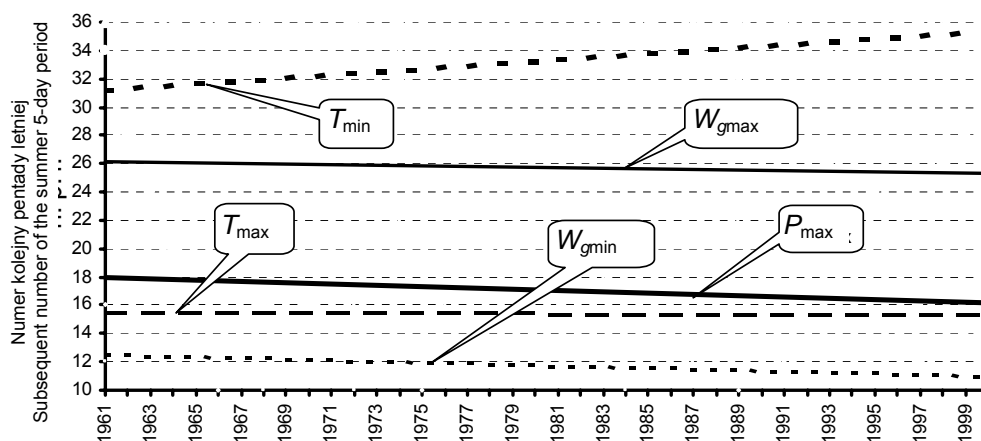
Ze względu na duże znaczenie maksymalnych dobowych sum opadów atmosferycznych oraz wartości ekstremalnych temperatur powietrza w okresie półrocza letniego dla wyznaczenia prawdopodobieństwa występowania omawianych elementów meteorologicznych wykorzystano metodę decylów, opracowaną przez



Rys. 7. Przebieg poziomów wód gruntowych w kolejnych pentadach okresu letniego wielolecia 1961–2000 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; objaśnienie, jak pod rys. 2

Fig. 7. Changes of 5-day averages, highest and lowest minimum of ground water levels for 5 day periods in summer time of the years 1961–2000 in Wrocław–Swojcu: 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; explanations as in Fig. 2

DĘBSKIEGO [1954]. Rezultaty tych obliczeń zamieszczono w postaci wykresów na rysunku 9. Umożliwiają one wyznaczenie w obrębie pentad okresu letniego wartości ekstremalnych wspomnianych wyżej czynników prawdopodobnych wraz z wyższymi. Spośród wszystkich analizowanych przedziałów czasu pentada okazała się okresem, dla którego uzyskano największą liczbę istotnych statystycznie zależności. Wynika to z faktu, że analizowane wartości ekstremalne, z wyjątkiem poziomu wód gruntowych, mają charakter krótkotrwały.



Rys. 8. Trendy terminów występowania wartości ekstremalnych wybranych elementów agrometeorologicznych w okresie letnim, wielolecia 1961–2000 we Wrocławiu–Swojcu; T_{min} – temperatura minimalna, T_{max} – temperatura maksymalna, W_{gmax} – maksymalny poziom wód gruntowych, W_{gmin} – minimalny poziom wód gruntowych, P_{max} – opady maksymalne

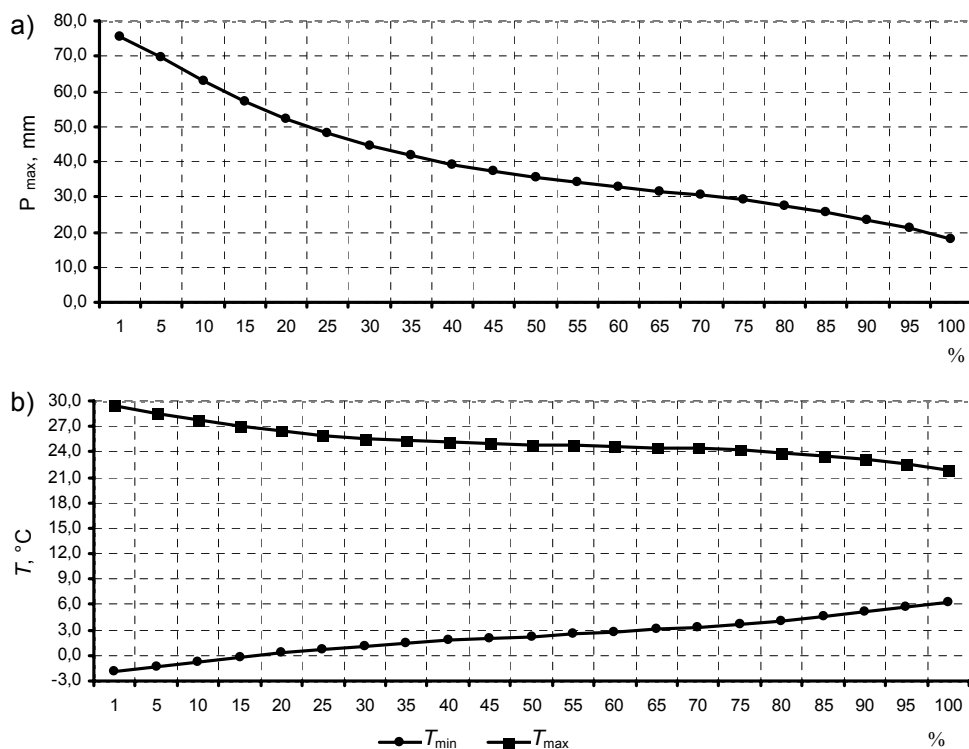
Fig. 8. Trends in the occurrence of extreme selected agro-meteorological factors in summer periods of the years 1961–2000 in Wrocław–Swojec; T_{min} – minimum temperature, T_{max} – maximum temperature, W_{gmax} – maximum ground water level, W_{gmin} – minimum ground water level, P_{max} – maximum precipitations

WNIOSKI

1. Spośród analizowanych w pracy wieloletnich ciągów obserwacji elementów agrometeorologicznych istotne tendencje zmian w okresie letnim dla różnych przedziałów czasu można uzyskać w odniesieniu do ekstremalnych wartości średniej dobowej temperatury powietrza i w niewielkim stopniu maksymalnych sum dobowych opadów atmosferycznych.

2. Analiza trendów liniowych minimalnych oraz maksymalnych wartości średnich dobowych temperatur powietrza w okresie pentady, dekady i całego miesiąca umożliwiła wyodrębnienie miesięcy, dla których uzyskano istotne współczynniki determinacji, określające tendencję zmian wartości ekstremalnych. W odniesieniu do temperatur minimalnych miesiącem tym był lipiec, natomiast maksymalnych – wrzesień.

3. Spośród poddanych analizie przedziałów czasu największą liczbę istotnych wartości współczynników determinacji przypisanych trendom liniowym wyznaczonym dla wartości ekstremalnych analizowanych elementów agrometeorologicznych uzyskano w odniesieniu do pentad.



Rys. 9. Rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia wartości ekstremalnych podczas pentad okresu letniego w wieloleciu 1961–2000 we Wrocławiu–Swojcu: a) sumy dobowe opadów atmosferycznych P_{max} , b) temperatura powietrza – minimalna T_{min} i maksymalna T_{max}

Fig. 9. Probability distribution of appearance of extreme daily sums of rainfall P_{max} and air temperature: minimum T_{min} and maximum T_{max} in summer periods of the years 1961–2000 in Wrocław–Swojec

4. Wartości ekstremalne z całego okresu letniego, wybrane z kolejnych lat 40-lęcia 1961–2000, żadnego z analizowanych w pracy elementów agrometeorologicznych nie dały podstaw do określenia istotnych tendencji zmian. Natomiast dużą ilość istotnych zależności dla ekstremalnych wartości średnich dobowych temperatur powietrza można przypisywać znacznej koncentracji tych zdarzeń w kolejnych latach (kilka lub kilkanaście pentad okresu letniego).

LITERATURA

- DĘBSKI K., 1954. Prawdopodobieństwo zjawisk hydrologicznych i meteorologicznych. Metoda de-cylów. Warszawa: Wydaw. Komunikac. ss. 86.
- DOMONKOS P., 2001. Temporal accumulations of extreme daily mean temperature anomalies. Theor. Appl. Climatol. 68 s. 17–32.

- DOMONKOS P., TAR K., 2003. Long-term changes in observed temperature and precipitation series 1901–1998 from Hungary and their relations to larger scale changes. *Theor. Appl. Climatol.* 75 s. 131–147.
- GLUZA A. F., KASZEWSKI M., 1997. Ekstremalne wartości wybranych elementów klimatu w Lublinie (1951–1996). *Mater. Symp. Jubil. 50-lecia PTG Ekstremalne zjawiska meteorologiczne, hydrologiczne i oceanograficzne, 12–14 listopada*. Warszawa: PTG s. 38–40.
- JUNGO P., BENISTON M., 2001. Changes in the anomalies of extreme temperature anomalies in the 20th century at Swiss climatological stations located at different latitudes and altitudes. *Theor. Appl. Climatol.* 69 s. 1–12.
- KASZEWSKI B. M., 2000. Ekstremalne temperatury powietrza w okresie wegetacyjnym na Lubelszczyźnie. *Acta Agrophys.* 34 s. 79–88.
- KASZEWSKI B. M., MRUGAŁA Sz., 2001. Wybrane charakterystyki temperatury powietrza i opadów atmosferycznych na obszarze Lubelszczyzny (1951–1990). *Acta Agrophys. Ser. Monogr.* 47 ss. 74.
- KŁYSIK K., FORTUNIAK K., 1995. Skrajne temperatury powietrza w Łodzi w okresie 1951–1990. W: *Klimat i bioklimat miast. Pr. zbior. Red. K. Kłysik*. Łódź: UŁ s. 117–127.
- KOŁODZIEJ J., LINIEWICZ K., WESOŁOWSKA-JANCZAREK M., 1987/1988. Ekstremalne wartości temperatury powietrza w okolicy Lublina (1951–1985). *Ann. UMCS* 42/43 8 s. 143–154.
- KOSSOWSKA-CEZAK U., MRUGAŁA S., 1999. Opady atmosferyczne o anomalnej wysokości (na przykładzie Warszawy i Lublina). *Prz. Geof.* 44 1–2 s. 39–51.
- MICHNA E., PACZOS S., 1990. Ekstremalne temperatury powietrza na obszarze wschodniej części Polskich Karpat. *Probl. Zagosp. Ziem Górs.* 30 s. 71–87.
- RODRIGO F.S., 2002. Changes in climate variability and seasonal rainfall extremes: a case study from San Fernando (Spain), 1821–2000. *Theor. Appl. Climatol.* 72 s. 193–207.
- SCHÖNWIESE C. D., GRIESER J., TRÖMEL S., 2003. Secular change of extreme monthly precipitation in Europe. *Theor. Appl. Climatol.* 75 s. 245–250.
- UNAKAŠEVIĆ M., TOŠIĆ I., VUJOVIĆ D., 2004. Variability and probability of annual and extreme precipitation over Serbia and Montenegro. *Theor. Appl. Climatol.* 79 s. 103–109.
- ŻMUDZKA E., 1995. Tendencje i cykle zmian temperatury powietrza w Polsce w latach 1951–1990. *Prz. Geof.* 40 2 s. 129–139.

Andrzej ŻYROMSKI

**SUMMER EXTREME VALUES OF PRECIPITATION, AIR TEMPERATURES
AND GROUND WATER LEVELS BETWEEN 1961 AND 2000
IN WROCLAW-SWOJEC**

Key words: air temperatures, extreme values, ground water level, precipitation, summer period

S u m m a r y

Variability of extreme daily values of air temperature, precipitation and ground water levels in summer periods of the years 1961–2000 in Wrocław–Swojec are presented in the paper. Analysis of extreme values was carried out for different time intervals: 5- and 10-day periods and a month. The variability of extreme values and its trends were analyzed for each element in subsequent 5-day and

10-day periods and months in the summer period. Probabilities of the occurrence of analyzed agrometeorological factors and the tendencies of periods with extreme values were found for summer periods of the years 1961–2000.

Recenzenci:

dr hab. Jan Grabowski, prof. UWM

prof. dr hab. Czesław Rzekanowski

Praca wpłynęła do Redakcji 21.04.2005 r.