

WYKORZYSTANIE SZEREGÓW CZASOWYCH DO OCENY RÓŻNIC WARTOŚCI NIEDOSYTU I WILGOTNOŚCI WZGLĘDNEJ POWIETRZA MIERZONYCH DWIEMA METODAMI

Joanna KAJEWSKA, Marian ROJEK

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska

Słowa kluczowe: metoda klasyczna, niedosyt wilgotności powietrza, stacja automatyczna, szeregi czasowe, wilgotność względna powietrza

Streszczenie

W pracy porównano wyniki pomiarów warunków wilgotnościowych powietrza wykonywanych dwiema metodami na terenie Obserwatorium UP Wrocław-Swojec w okresie 10-letnim (2000–2009). Analizowano dobowe wartości niedosytu wilgotności d i wilgotności względnej powietrza f . Pomiaru klasyczne (standardowe) wykonywano za pomocą psychrometru Augusta, umieszczonego w klatce meteorologicznej na wysokości 2 m nad powierzchnią terenu. Średnią dobową obliczano na podstawie trzech pomiarów terminowych (godz.: 7, 13 i 19 CET) dla niedosytu wilgotności powietrza i czterech pomiarów (godz.: 1, 7, 13 i 19 CET) dla wilgotności względnej powietrza; wartości z godziny 1 odczytywano z termohigrogramu dobowego. Automatyczna stacja meteorologiczna Campbell CR23X, której czujnik wilgotności powietrza umieszczono w tej samej klatce meteorologicznej, była zaprogramowana na zapisywanie raportów godzinnych. Średnie dobowe wartości obu parametrów były średnią arytmetyczną z 24 wartości godzinnych. Analizy autokorelacji i autokorelacji cząstkowej potwierdziły występowanie rocznej sezonowości badanych parametrów. Dekompozycję szeregów czasowych przeprowadzono za pomocą modelu addytywnego. Wyizolowano składnik sezonowy, trend, wahania długookresowe oraz składnik losowy. Wskaźnik sezonowości dla wilgotności względnej wahał się od –4% (zima) do 6% (okres letni), natomiast dla niedosytu wilgotności zawierał się w przedziale od –1,5 hPa w zimie do 4,0 hPa w lecie. Sezonowość różnic dobowych wartości f i d wyrażała się wzrostem ich wartości bezwzględnych w okresie letnim dla obu analizowanych parametrów. Korekta wartości uzyskanych za pomocą stacji automatycznej z wykorzystaniem odpowiednich poprawek, spowodowała wyraźny wzrost częstości różnic w przedziałach środkowych.

WSTĘP

Podczas porównywania wyników pomiarów uzyskanych przyrządami klasycznymi (standardowymi) i za pomocą stacji automatycznych pojawiają się dwa problemy. Pierwszym jest inna czułość sensorów, natomiast drugim – zasadnicza różnica w częstości pomiarów. Wartości zagregowane, powstające na bazie znacznie większej częstotliwości próbkowania, są z pewnością dokładniejsze [ŁABĘDZKI i in. 2001; ŁOMOTOWSKI, ROJEK 2001; ROGUSKI i in. 2001; ŻARSKI i in. 2001]. Odmienny sposób wyznaczania średnich dobowych wartości grozi przerwaniem homogeniczności wieloletnich serii obserwacyjnych, uzyskanych ze stosowaniem przyrządów klasycznych. Znane są jednak sposoby korzystania ze stosunkowo prostych metod, pozwalających na rozwiązanie tego problemu [KUŚMIEREK 2008; ROJEK i in. 2001; ROJEK, ROJEK 2001]. Pojawiły się również w literaturze krajowej opracowania metodyczne, wskazujące na główne przyczyny różnic wyników uzyskiwanych odmiennymi metodami [BRYŚ 2003; KAJEWSKA, ROJEK 2010b; KUŚMIEREK 2008; LORENC 2006; LORENC, SUWALSKA-BOGUCA 1993].

Szeregi czasowe, czyli dyskretny proces stochastyczny, objaśniają zmiany danego zjawiska w czasie (zbiór wartości cechy w następujących po sobie okresach). Taka analiza statystyczna znajduje zastosowanie w konstruowaniu i ocenie modeli, które te zmiany opisują, przez co umożliwia ona ujawnianie prawidłowości, jakim podlega badany proces. Szeregi czasowe mogą być również wykorzystywane do tworzenia prognoz analizowanych zmiennych w przyszłości [ŻADŁO, WYWIĄŁ 2008].

Celem pracy było porównanie średnich dobowych wartości parametrów wilgotnościowych powietrza, mierzonych psychrometrem Augusta i za pomocą stacji automatycznej oraz częstości występowania różnic w przyjętych przedziałach klasowych z wykorzystaniem analizy szeregów czasowych. Umożliwiło to zaproponowanie metody korygowania danych ze stacji automatycznej oraz ich dostosowania do wartości, otrzymywanych przyrządami klasycznymi i odwrotnie.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Klasyczne (standardowe) pomiary parametrów wilgotnościowych powietrza wykonywano za pomocą psychrometru Augusta, umieszczonego w klatce meteorologicznej (odczyty o godz.: 7, 13 i 19 CET) oraz na podstawie rejestracji termohigrografu dobowego o godzinie 1, umieszczonego w tej samej klatce. Zgodnie z obowiązującą dla stacji klimatycznych instrukcją, średnią dobową wartość wilgotności względnej (f) obliczano z czterech, a niedosytu wilgotności powietrza (d) z trzech terminów (bez godz. 1).

Automatyczna stacja meteorologiczna firmy Campbell Sci. Ltd (model CR23X) była wyposażona m.in. w czujnik temperatury i wilgotności powietrza MP

100A Rotronic, umieszczony w tej samej klatce, w której znajdowały się przyrządy klasyczne. Stacja ta była zaprogramowana na próbkowanie wszystkich mierzonych parametrów z częstotliwością co minutę. Na podstawie tych wartości logger zestawiał raporty godzinne i dobowe. Średnia dobową była obliczana jako średnia ze wszystkich 24 wartości godzinnych, czyli 1440 pomiarów ($24 \cdot 60$).

Wykorzystując średnie dobowe wartości temperatury i wilgotności względnej powietrza (dla obu rodzajów stacji), za pomocą tablic psychrometrycznych A. Rojeckiego, odczytano wartości niedosytu wilgotności powietrza.

W analizowanym okresie (2000–2009), w miesiącach zimowych wystąpiło kilka przerw w zasilaniu stacji automatycznej bądź awarie czujników. Odpowiednie średnie dla całego okresu badań obliczono pomijając brakujące dane.

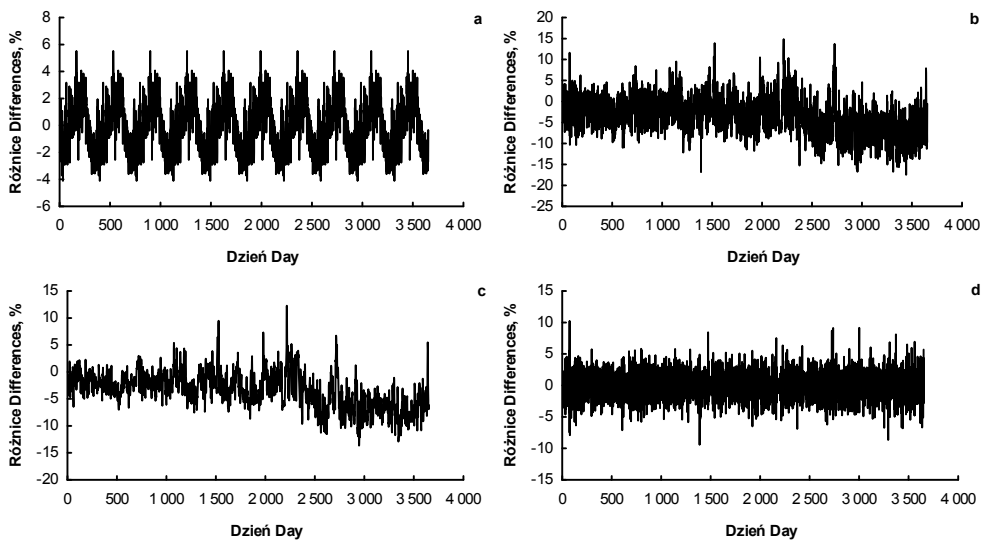
Szeregiem czasowym w niniejszej pracy były różnice między średnimi dobowymi wartościami niedosytu wilgotności i wilgotności względnej powietrza, mierzonymi metodą klasyczną i za pomocą stacji automatycznej, w okresie od 1 stycznia 2000 r. do 31 grudnia 2009 r.

Każdy szereg czasowy określany jest dwiema składowymi: systematyczną i losową (przypadkową). Składową systematyczną można dodatkowo podzielić na trend, składową stałą oraz wahania okresowe. Składową losową komplikuje ustalenie, jaką strukturę ma analizowane zjawisko, ponieważ nie można określić wszystkich zdarzeń, mogących mieć wpływ na jego przebieg, zwłaszcza że najczęściej pojawiają się one nieregularnie.

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

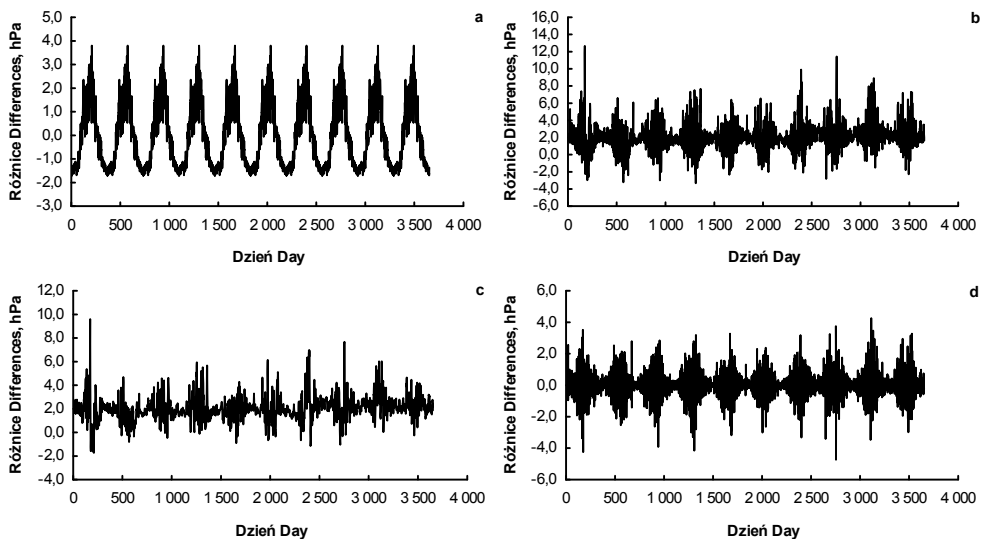
Na podstawie wizualnej oceny przebiegu różnic między obydwoma parametrami wilgotnościowymi powietrza [KAJEWSKA, ROJEK 2010a], mierzonymi za pomocą stacji klasycznej i automatycznej w kolejnych dniach okresu 2000–2009 zaobserwowano, że badane szeregi czasowe charakteryzowały się sezonowością. Spostrzeżenie to potwierdziły analiza autokorelacji i autokorelacji cząstkowej (ze względu na ograniczoną objętość pracy nie zamieszczono odpowiednich rysunków). Współczynniki określające tę zależność wyraźnie przekraczały przedział dwóch odchyłeń standardowych (dotyczy to szczególnie d). Współczynniki autokorelacji i autokorelacji cząstkowej dla opóźnienia 1 wynosiły 0,5 (f) oraz 0,7 (d) co świadczy o tym, że analizowane szeregi czasowe mają roczną sezonowość.

Po potwierdzeniu sezonowości zjawiska, przeprowadzono dekompozycję badanych szeregów dla okresu jednego roku. Fluktuacje wskaźnika sezonowego odzwierciedlały roczną sezonowość różnic między dobowymi wartościami zarówno f , jak i d . W przypadku wilgotności względnej wynosiły one od -4% w okresie zimowym do 6% w okresie letnim, tj. w lecie wartości f były o 6% wyższe, a w zimie o 4% niższe od wartości wynikających z trendu (rys. 1a). W przypadku niedo-



Rys. 1. Dekompozycja szeregu czasowego różnic między codziennymi wartościami f , mierzonej z wykorzystaniem stacji klasycznej i automatycznej; a – składnik sezonowy, b – pozbawiony wahań sezonowych, c – trend, d – składnik losowy; źródło: wyniki własne

Fig. 1. Decomposition of time series of differences between daily values of f , measured with standard and automatic station; a – seasonal component, b – without seasonal fluctuation, c – trend, d – random component; source: own studies



Rys. 2. Dekompozycja szeregu czasowego różnic między codziennymi wartościami d , mierzonej z wykorzystaniem stacji klasycznej i automatycznej; a – składnik sezonowy, b – pozbawiony wahań sezonowych, c – trend, d – składnik losowy; źródło: wyniki własne

Fig. 2. Decomposition of time series of differences between daily values of d , measured with standard and automatic station; a – seasonal component, b – without seasonal fluctuation, c – trend, d – random component; source: own studies

sytu wilgotności powietrza wartości różniły się od linii trendu od $-1,5$ hPa w zimie, do $4,0$ hPa w lecie (rys. 2a).

W kolejnym etapie, badane szeregi czasowe zostały pozbawione sezonowości (rys. 1b i 2b). Pomimo skorygowania przebiegu różnic między niedosytem wilgotności powietrza, mierzonym z wykorzystaniem obu metod, na wykresie nadal były widoczne powtarzające się duże różnice w okresie letnim. Wynika to prawdopodobnie z odmiennego sposobu obliczania średnich dobowych wartości d według obu metod, na co wskazywali już wcześniej Autorzy tej pracy [KAJEWSKA, ROJEK 2010a, b].

Następnym etapem dekompozycji było wyizolowanie trendu. Linia trendu f wykazuje tendencję spadkową w ostatnich czterech latach badań (rys. 1c). Jednocześnie, od 2006 r. wartości różnic wilgotności względnej powietrza wzrastały; wskazania, uzyskane za pomocą czujnika stacji automatycznej w porównaniu z psychrometrem Augusta były wyższe nawet o 15%. Trend niedosytu wilgotności powietrza charakteryzował się niewielkim wzrostem w całym okresie badań i nadal zauważalną różnicą między wartościami otrzymywanymi w okresie letnim i zimowym (rys. 2c).

Kolejną składową szeregu czasowego, wyznaczoną dzięki dekompozycji był składnik losowy. W przypadku wilgotności względnej zawierał się on w przedziale od -10 do 10% (rys. 1d), natomiast dla niedosytu wilgotności – od $-5,0$ do $4,0$ hPa (rys. 2d).

Ze względu na duże znaczenie sezonowości w przebiegu różnic między klasyczną i automatyczną metodą pomiaru obu wskaźników wilgotności powietrza, dostosowanie danych z pomiarów automatycznych do wartości klasycznych przeprowadzono na podstawie wskaźnika sezonowej zmienności f i d . Jako poprawkę przyjęto średnią różnicę między wielkościami mierzonymi z wykorzystaniem obu metod w przyjętych przedziałach f i d , według stacji klasycznej (tab. 1 i 2).

W klasach wilgotności względnej powietrza, mierzonej metodą klasyczną, co 5% w przedziale od 35% do 100%, obliczono przeciętną różnicę między klasyczną i automatyczną metodą pomiaru, podano liczbę obserwacji, odchylenie standardowe (σ) i błąd standardowy (SE) w każdym przedziale.

Największą średnią różnicę (-10%) w przypadku f zanotowano w przedziale (35; 40], jednak znalazły się w nim tylko 4 wartości, a odchylenie standardowe i błąd standardowy wynosiły odpowiednio 5 oraz 2,5% (tab. 1). Najmniejszą różnicę, wynoszącą -1% , zaobserwowano w przedziale (95; 100], z odchyleniem standardowym 3% i błędem standardowym 0,3%. Najwięcej (ponad 500 przypadków) stwierdzono w trzech klasach, obejmujących przedział zmienności od 70 do 85% wilgotności względnej.

Dla niedosytu wilgotności powietrza (tab. 2) przedziały wyznaczono co 1,0 hPa, w zakresie od 0,0 hPa do 27,0 hPa. Największą różnicę, równą 13,7 hPa (1 przypadek) otrzymano w przedziale [26,0; 27,0), natomiast najmniejszą (0,2 hPa) w klasie [0,0; 1,0). We wszystkich wydzielonych klasach powyżej 11,0 hPa

Tabela 1. Średnia różnica między f (%), mierzoną z wykorzystaniem stacji klasycznej i automatycznej w przedziałach f według stacji klasycznej

Table 1. Mean difference between f (%) measured with the standard and automatic station at intervals of f according to the standard station

Parametry Parameters	Przedziały Intervals				
Klasa Class, %	(35; 40]	(40; 45]	(45; 50]	(50; 55]	(55; 60]
Różnica Difference, %	-10	-5	-4	-4	-3
Liczba obserwacji Number of events	4	12	31	81	149
σ , %	5	3	5	4	4
SE , %	2,5	0,9	0,9	0,4	0,3
Klasa Class, %	(60; 65]	(65; 70]	(70; 75]	(75; 80]	(80; 85]
Różnica Difference, %	-3	-3	-3	-4	-4
Liczba obserwacji Number of events	288	399	563	558	602
σ , %	5	4	5	5	5
SE , %	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Klasa Class, %	(85; 90]	(90; 95]	(95; 100]		
Różnica Difference, %	-4	-3	-1		
Liczba obserwacji Number of events	464	378	79		
σ , %	4	4	3		
SE , %	0,2	0,2	0,3		

Objaśnienia: σ – odchylenie standardowe, SE – błąd standardowy.

Explanations: σ – standard deviation, SE – standard error.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.

liczba zdarzeń była wyraźnie mniejsza (poniżej 100), w porównaniu z klasami o mniejszych wartościach niedosytu wilgotności powietrza. Największe, bardzo rzadko występujące różnice, wynoszące powyżej 10,0 hPa były zgrupowane w 4 klasach powyżej średniej dobowej 23,0 hPa. Najwięcej przypadków (powyżej 400) znalazło się w klasach od 0,0 do 3,0 hPa (tab. 2).

W każdym z przedziałów f i d , mierzonych metodą klasyczną, od różnicy między wynikami obu stacji odjęto wartość poprawki. Otrzymane w ten sposób szeregi czasowe, wyrównane nieparametryczną funkcją wygładzania lowess, charakteryzowała znacznie mniejsza różnica wartości. Dla wilgotności względnej powietrza w latach 2000–2005 była ona bardziej zbliżona do zera, natomiast w ostatnich dwóch latach badań wynosiła ok. -3%, podczas gdy pierwotnie ok. -7% (rys. 3). Skorygowana średnia różnica dla niedosytu wilgotności powietrza (rys. 4) zawierała się w przedziale od -0,2 hPa do 0,5 hPa (przed korektą od -1,4 hPa do 2,2 hPa).

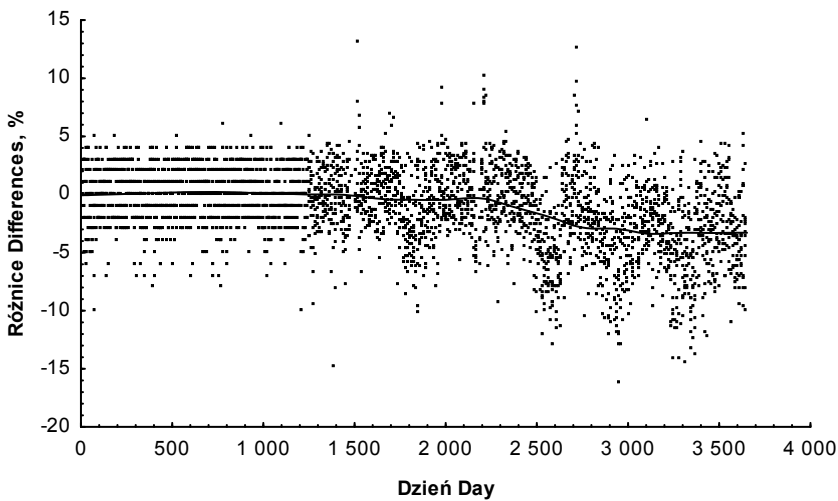
Tabela 2. Średnia różnica między d (hPa), mierzonym z wykorzystaniem stacji klasycznej i automatycznej w przedziałach d według stacji klasycznej

Table 2. Mean difference between d (hPa) measured with the standard and automatic station at intervals of d according to the standard station

Parametry Parameters	Przedziały Intervals						
Klasa Class, hPa	[0,0; 1,0)	[1,0; 2,0)	[2,0; 3,0)	[3,0; 4,0)	[4,0; 5,0)	[5,0; 6,0)	
Różnica, hPa Difference, hPa	0,2	0,6	1,0	1,4	1,7	2,1	
Liczba obserwacji Number of events	496	632	444	350	288	224	
σ , hPa	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	
SE , hPa	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	
Klasa Class, hPa	[6,0; 7,0)	[7,0; 8,0)	[8,0; 9,0)	[9,0; 10,0)	[10,0; 11,0)	[11,0; 12,0)	
Różnica, hPa Difference, hPa	2,5	3,0	3,4	3,8	4,4	4,7	
Liczba obserwacji Number of events	180	174	162	141	110	98	
σ , hPa	0,8	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	
SE , hPa	0,06	0,08	0,07	0,08	0,09	0,09	
Klasa Class, hPa	[12,0; 13,0)	[13,0; 14,0)	[14,0; 15,0)	[15,0; 16,0)	[16,0; 17,0)	[17,0; 18,0)	
Różnica, hPa Difference, hPa	5,3	5,5	6,3	6,7	6,9	7,3	
Liczba obserwacji Number of events	80	61	49	34	22	16	
σ , hPa	0,9	1,2	1,2	1,3	1,1	1,0	
SE , hPa	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	
Klasa Class, hPa	[18,0; 19,0)	[19,0; 20,0)	[20,0; 21,0)	[21,0; 22,0)	[22,0; 23,0)	[23,0; 24,0)	
Różnica, hPa Difference, hPa	8,0	8,8	9,3	9,3	8,5	10,7	
Liczba obserwacji Number of events	13	11	3	7	1	2	
σ , hPa	1,3	1,0	0,7	1,2	0,0	2,7	
SE , hPa	0,4	0,3	0,4	0,4	0,0	1,9	
Klasa Class, hPa	[24,0; 25,0)	[25,0; 26,0)	[26,0; 27,0)				
Różnica, hPa Difference, hPa	11,6	11,4	13,7				
Liczba obserwacji Number of events	4	2	1				
σ , hPa	3,4	0,7	0,0				
SE , hPa	1,7	0,5	0,0				

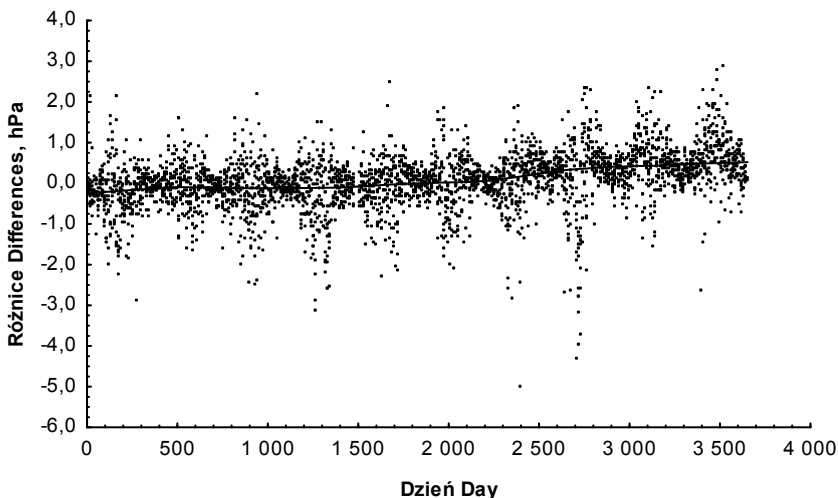
Objaśnienia, jak pod tabelą 1. Explanations as in Tab. 1.

Źródło: wyniki własne. Source: own studies.



Rys. 3. Skorygowany przebieg różnic między dobowymi wartościami f , mierzonej z wykorzystaniem stacji klasycznej i automatycznej w kolejnych dniach okresu 2000–2009, wygładzony funkcją lowess; źródło: wyniki własne

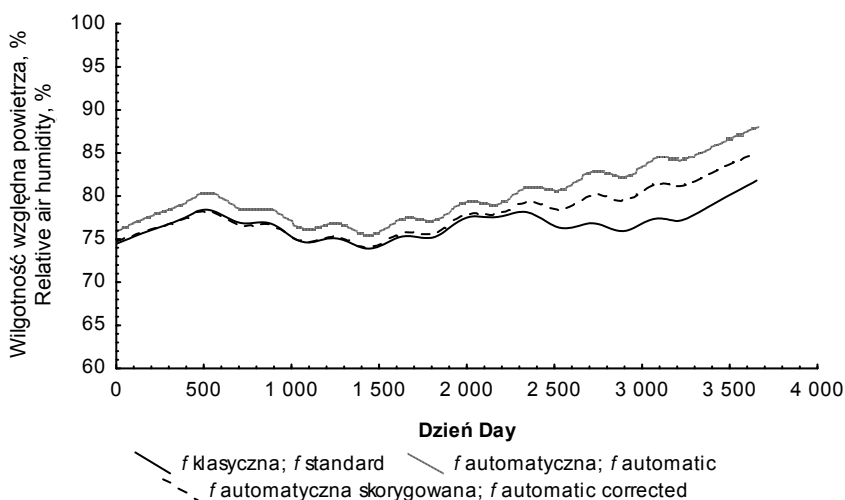
Fig. 3. Corrected course of differences between daily values of f , measured with the standard and automatic station in subsequent days of the period 2000–2009, smoothed with the lowess function; source: own studies



Rys. 4. Skorygowany przebieg różnic między dobowymi wartościami d , mierzonego z wykorzystaniem stacji klasycznej i automatycznej w kolejnych dniach okresu 2000–2009, wygładzony funkcją lowess; źródło: wyniki własne

Fig. 4. Corrected course of differences between daily values of d , measured with the standard and automatic station in subsequent days of the period 2000–2009, smoothed with the lowess function; source: own studies

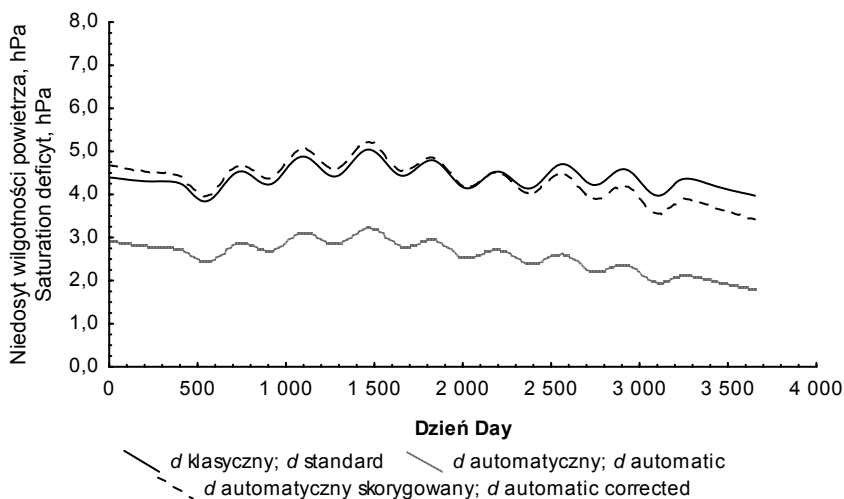
Średnie różnice między obiema metodami w poszczególnych przedziałach parametrów wilgotnościowych powietrza, mierzonych za pomocą stacji klasycznej odjęto od dobowych wartości f i dodano do dobowych wartości d , według stacji automatycznej, ponieważ wilgotność względna powietrza z pomiarów automatycznych była większa a niedosyt wilgotności powietrza mniejszy od danych klasycznych. Zarówno dla f , jak i d skorygowany przebieg tych parametrów mierzonych z wykorzystaniem stacji automatycznej, wyrównany funkcją lowess, nie był idealnie dopasowany do f i d z pomiarów manualnych. Wykonanie takiej transformacji spowodowało jednak, że poprawione wartości, mierzone sensorami elektronicznymi były zdecydowanie bliższe pomiarom klasycznym (rys. 5 i 6).



Rys. 5. Przebieg f , mierzonej z wykorzystaniem stacji klasycznej i automatycznej w kolejnych dniach okresu 2000–2009, wygładzony funkcją lowess; źródło: wyniki własne

Fig. 5. The course of f measured with the standard and automatic station in subsequent days of the period of 2000–2009, smoothed with lowess function; source: own studies

Powtórne przeprowadzenie oceny częstości występowania różnic (po wprowadzeniu poprawek) między obiema metodami pomiaru parametrów wilgotnościowych powietrza, zmieniło ich rozkład. Procentowy udział różnic dla f w najliczniejszych wcześniej przedziałach $[-3; -1)$, $[-5; -3)$ oraz w przedziale środkowym $[-1; 1)$ wynosił po korekcie odpowiednio 21%, 12% i 24% (poprzednio 18%, 17% i 15%), a częstość w przedziałach $[1; 3)$ i $[-7; -5)$ zmieniła się z 9% i 13% na odpowiednio 19% oraz 6%. Po korekcie, najwięcej różnic między niedosytem wilgotności powietrza mierzonym dwiema metodami znalazło się w przedziale środkowym $[-1,0; 1,0)$ – aż 87% (wcześniej było ich jedynie 37%), natomiast nowa częstość w obu klasach z nim sąsiadujących $[-3,0; -1,0)$ i $[1,0; 3,0)$ wynosiła po 6%, podczas gdy poprzednio – 0,1% oraz 38%.



Rys. 6. Przebieg d , mierzonego z wykorzystaniem stacji klasycznej i automatycznej w kolejnych dniach okresu 2000–2009, wygładzony funkcją lowess; źródło: wyniki własne

Fig. 6. The course of d measured with the standard and automatic station in subsequent days of the period of 2000–2009, smoothed with lowess function; source: own studies

WNIOSKI

1. Spośród czterech analizowanych składowych szeregów czasowych różnic dobowych wartości parametrów wilgotnościowych, największe wartości uzyskano dla składnika losowego. W przypadku wilgotności względnej zawierał się on w przedziale od -10 do 10% , natomiast dla niedosytu wilgotności powietrza zmieniał się w zakresie od $-5,0$ do $4,0$ hPa.

2. Sezonowość różnic dobowych wartości obu analizowanych parametrów wilgotnościowych powietrza wyrażała się wzrostem ich wartości bezwzględnych w miesiącach letnich, a w przypadku wilgotności względnej również wzrostem ujemnych wartości w zimie.

3. Wskaźnik sezonowości dla wilgotności względnej zmieniał się od -4% (zima) do 6% (okres letni), natomiast dla niedosytu wilgotności – od $-1,5$ hPa w zimie do $4,0$ hPa w lecie.

4. Linia trendu różnic między wynikami obu metod pomiaru wilgotności względnej powietrza wykazywała tendencję spadkową w ostatnich czterech latach, a w przypadku niedosytu wilgotności powietrza odznaczała się niewielkim wzrostem w całym okresie badań.

5. Linie wyrównania nieparametryczną funkcją wygładzania lowess, po uwzględnieniu obliczonych dla przyjętych przedziałów f i d poprawek były bliższe zeru w porównaniu z danymi sprzed korekty.

6. Po przeprowadzeniu transformacji danych, procentowy udział różnic w klasie środkowej $[-1; 1]$ wilgotności względnej zwiększył się z 15% do 24%, zaś niedosytu wilgotności powietrza z 37% do 87%.

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2009–2011 jako projekt badawczy promotorski nr N N305 066836.

LITERATURA

- BRYŚ T. 2003. Variability of saturation deficit in Wrocław in the 20th century and some its conditions. *Studia Geograficzne* 75. *Acta Universitatis Wratislaviensis*. No 2542 s. 203–215.
- KAJEWSKA J., ROJEK M.S. 2010a. Statistical analysis of relative air humidity and saturation deficit measurement results according to standard and automatic methods in Wrocław-Swojec Observatory from the period 2000–2009. W: *Meteorology and climatology research*. Pr. zbior. Red. J. Leśny. *Acta Agrophysica*. Vol. 184. Rozprawy i Monografie 5 s. 66–81.
- KAJEWSKA J., ROJEK M. 2010b. Warunki wilgotnościowe powietrza określone na podstawie pomiarów klasycznych i za pomocą stacji automatycznej w Obserwatorium Uniwersytetu Przyrodniczego Wrocław-Swojec w latach 2004–2008. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Z. 548 s. 229–240.
- KUŚMIEREK R. 2008. Przydatność automatycznej stacji pomiarowej do osłony meteorologicznej rolnictwa. *Przegląd Naukowy Wydziału Inżynierii i Kształtowania Środowiska SGGW*. Nr 1(39) s. 26–34.
- LORENC H. 2006. Ocena jakości danych meteorologicznych po wprowadzeniu automatycznych przyrządów rejestrujących na sieci IMGW. *Annales UMCS*. Vol. LXI sectio B 4 s. 256–266.
- LORENC H., SUWALSKA-BOGUCA M. 1993. Dlaczego nie można zrezygnować z nocnych obserwacji temperatury i wilgotności względnej powietrza na posterunkach meteorologicznych w Polsce? *Gazeta Obserwatora*. IMGW. Nr 6 s. 73–79.
- ŁABĘDZKI L., ROGUSKI W., KASPERSKA W. 2001. Ocena pomiarów meteorologicznych prowadzonych stacją automatyczną. *Przegląd Naukowy Wydziału Inżynierii i Kształtowania Środowiska SGGW*. Nr 21 s. 195–201.
- ROGUSKI W., ŁABĘDZKI L., KASPERSKI W. 2001. Analiza niedosytu wilgotności powietrza obliczonego z pomiarów ciągłych oraz terminowych w oparciu o wyniki stacji automatycznych w rejonie Bydgoszczy. *Annales UMCS*. Vol. LV/LVI sectio B 36 s. 293–298.
- ROJEK M., ROJEK M.S. 2001. Porównanie temperatury i wilgotności powietrza mierzonych przy wykorzystaniu klasycznej i automatycznej stacji meteorologicznej. *Roczniki Naukowe AR w Poznaniu. Melioracja i Inżynieria Środowiska*. Nr 21 s. 167–172.
- ROJEK M., ROJEK M. S., ŁOMOTOWSKI J. 2001. Porównanie danych meteorologicznych uzyskiwanych przy wykorzystaniu klasycznej i automatycznej stacji meteorologicznej. *Annales UMCS*. Vol. LV/LVI sectio B 37 s. 299–307.
- ŁOMOTOWSKI J., ROJEK M. (red.) 2001. Wybrane zagadnienia z zakresu pomiarów i metod opracowania danych automatycznych stacji meteorologicznych. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu*. Nr 428. Monografie 25 ss. 87.
- ŻARSKI J., DUDEK S., KUŚMIEREK R. 2001. Wstępna ocena przydatności automatycznej stacji pomiarowej do badań agrometeorologicznych. *Zeszyty Naukowe ATR Bydgoszcz* 236. *Rolnictwo*. Nr 47 s. 129–134.
- ŻĄDŁO T., WYWIĄŁ J. 2008. Prognozowanie szeregów czasowych za pomocą pakietu SPSS. *Kraków. SPSS Polska* ss. 160.

Joanna KAJEWSKA, Marian ROJEK

**USING TIME SERIES TO ASSESS THE DIFFERENCES
IN SATURATION DEFICIT AND RELATIVE AIR HUMIDITY
MEASURED BY TWO METHODS**

Key words: automatic station, relative air humidity, saturation deficit, standard method, time series

S u m m a r y

The study presents the results of a comparison between air humidity conditions measured with two methods in Wrocław–Swojec Observatory during the 10-year period (2000–2009). Daily values of saturation deficit (d) and relative air humidity (f) have been analyzed. Standard measurements were conducted using August psychrometer placed in a meteorological screen, 2 m above the ground surface. Mean daily values were calculated based on three terminal measurements (7, 13 and 19 GMT) for saturation deficit, and four measurements (1, 7, 13 and 19 GMT) for relative air humidity, the 1 a.m. values were read from the daily thermohigrograph. Automatic weather station Campbell CR23X with humidity sensor placed in the same meteorological screen was programmed to store hourly reports. Automatic daily averages of both humidity parameters were the arithmetic means of the 24-hour values. Analysis of autocorrelation and partial autocorrelation confirmed the annual seasonality of analyzed parameters. The decomposition of time series was carried out using an additive model. Seasonal component, trend, long-term fluctuation and irregular component were isolated. Seasonal index for relative humidity ranged from -4% (winter) to 6% (summer), while that for saturation deficit ranged from -1.5 hPa in winter to 4.0 hPa in summer. The seasonality of differences between daily values manifested itself by an increase of their absolute values in the summer for both analyzed parameters. Appropriate corrections of the values obtained from automatic measurements resulted in a marked increase in the frequency of differences in central classes.

Praca wpłynęła do Redakcji 16.06.2011 r.