

PORÓWNANIE WYNIKÓW POMIARÓW ELEMENTÓW
METEOROLOGICZNYCH UZYSKANYCH METODĄ KLASYCZNA
I ZA POMOCĄ STACJI AUTOMATYCZNEJ WYKORZYSTYWANYCH
DO OBLICZANIA SKŁADOWYCH BILANSU CIEPLNEGO
PSZENICY JAREJ

Edward Gąsiorek¹, Joanna Kamińska¹, Elżbieta Musiał¹, Marian Rojek²

¹Katedra Matematyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław
e-mail: elzbieta.musial@up.wroc.pl

²Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław

Streszczenie. Wprowadzenie nowej, zautomatyzowanej metody uzyskiwania danych meteorologicznych stwarza wiele problemów. Do istniejących, często kilkudziesięcioletnich ciągów pomiarowych, uzyskanych przyrządami klasycznymi, zostają dołączone pomiary wykonane za pomocą stacji automatycznej. Powstaje pytanie, czy tak utworzone nowe ciągi pomiarowe są jednorodne. Innym problemem jest modelowanie różnych procesów z wykorzystaniem pomiarów wykonanych przyrządami klasycznymi (standardowymi) i według stacji automatycznej. Aby rozwiązać wskazane problemy, autorzy pracy analizują różnice pomiędzy wartościami dekadowymi trzech wybranych elementów meteorologicznych: temperatury powietrza, ciśnienia pary wodnej oraz niedosytu wilgotności powietrza otrzymanych metodą klasyczną i ze stacji automatycznej. Badania przeprowadzono wykorzystując wartości dekadowe wyników pomiarów w Obserwatorium Agrometeorologii Wrocław-Swojec w okresie 2000-2006. Wyniki wykazały statystycznie istotne różnice pomiędzy danymi pochodzącymi ze stacji klasycznej i automatycznej. Praca zawiera również analizę wartości składowych bilansu cieplnego wyznaczonych na podstawie danych mierzonych przyrządami klasycznymi i za pomocą stacji automatycznej.

Słowa kluczowe: temperatura powietrza, ciśnienie pary wodnej, składowe bilansu cieplnego

WSTĘP

Modelowanie składowych bilansu cieplnego wymaga wprowadzenia do modelu, oprócz danych tablicowanych, czterech elementów meteorologicznych: temperatury powietrza, ciśnienia pary wodnej, prędkości wiatru i usłonecznienia. Trzy pierwsze

elementy są wykorzystywane bezpośrednio do wyznaczania strumienia ciepła utajonego, natomiast na podstawie usłonecznienia rzeczywistego i możliwego obliczono saldo promieniowania (Kędziora 1999). Temperatura powietrza i ciśnienie pary wodnej były mierzone dwiema metodami: przyrządami klasycznymi (termometry) i stacją automatyczną. Wprowadzenie nowych metod pomiarowych z wykorzystaniem automatycznych stacji pomiarowych i dołączanie tak otrzymanych danych do istniejących, wykonanych metodą klasyczną (standardową) budzi wątpliwości co do jednorodności ciągów (często kilkudziesięcioletnich) uzyskanych różnymi metodami. Problem ten był poruszany w wielu pracach (Łabędzki i in. 2001, Łabędzki i Kasperska-Wołowicz 2002, Łomotowski, Rojek 2001, Roguski i in. 2000/2001, Rojek i Rojek 2000, Rojek i in. 2001). Proponowane przez autorów podejście do przedstawionego problemu polega na weryfikacji hipotezy o istotności różnic pomiędzy pomiarami tego samego elementu meteorologicznego uzyskanego różnymi metodami pomiarowymi. Ponadto w pracy zostały wyznaczone oddzielnie składowe bilansu cieplnego przy pomocy danych z przyrządów klasycznych i stacji automatycznej. Porównanie składowych bilansu cieplnego wyznaczonych z użyciem obu rodzajów danych zostanie przeprowadzone poprzez weryfikację hipotezy o istotności różnic pomiędzy uzyskanymi wynikami. Kolejnym celem pracy jest próba wyznaczenia równania, które pozwoli dane uzyskane metodą automatyczną „dołączyć” do danych mierzonych w sposób klasyczny tak, aby utworzone ciągi pomiarowe były jednorodne.

MATERIAŁ I METODY

Prawo zachowania energii pozwala na przedstawienie składników bilansu cieplnego powierzchni czynnej przy pomocy następującego równania (Kędziora 1999, Kędziora i in. 1989, Olejnik, Kędziora 1991, Olejnik 1996):

$$Rn + LE + H + G = 0 \quad (1)$$

gdzie: Rn – saldo promieniowania ($W \cdot m^{-2}$), LE – gęstość strumienia ciepła utajonego ($W \cdot m^{-2}$), H – gęstość strumienia ciepła jawnego ($W \cdot m^{-2}$), G – gęstość strumienia ciepła glebowego ($W \cdot m^{-2}$).

Przyjmuje się, że strumienie ciepła dochodzące do powierzchni czynnej mają znak dodatni (najczęściej nocą), a odchodzące od niej – znak ujemny (najczęściej podczas dnia).

Saldo promieniowania wyznaczono na podstawie pracy Kędziory (1999). Strumień ciepła glebowego wyznaczono następująco (Kędziora 1999):

$$G = -0,2Rn(1 - 0,75f) \left[\sin\left(\frac{\pi}{6}(i - 2)\right) \right] \quad (2)$$

gdzie: f – wskaźnik fazy rozwojowej, i – numer miesiąca w roku.

Jednym ze sposobów liczbowego ujęcia zależności między strumieniem ciepła jawnego H i utajonego LE jest współczynnik Bowena, który jest ilorazem tych strumieni.

$$\beta = \frac{H}{LE} \quad (3)$$

Kędziora i Olejnik (Kędziora 1999, Kędziora i in. 1989, Olejnik, Kędziora 1991, Olejnik 1996) określili związek między wartością ilorazu Bowena, a niektórymi elementami meteorologicznymi i fazą rozwojową roślin:

$$\beta = \frac{12,75}{\frac{100(d\sqrt{v})^{\arctg(\frac{\pi}{2}f)}}{t(u+0,4)} + 3,7} - 0,02 \quad (4)$$

gdzie: d – niedosyt wilgotności powietrza (hPa), v – prędkość wiatru na wysokości 2 m nad powierzchnią gruntu ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), t – temperatura powietrza na wysokości pomiarowej ($^{\circ}\text{C}$), u – usłonecznienie względne, f – współczynnik fazy rozwojowej rośliny.

Znając wartość współczynnika Bowena oraz gęstość strumienia ciepła głębokiego obliczono wartość strumienia ciepła utajonego LE ze wzoru:

$$LE = -\frac{Rn + G}{(1 + \beta)} \quad (5)$$

Strumień ciepła jawnego H wyznaczono następująco:

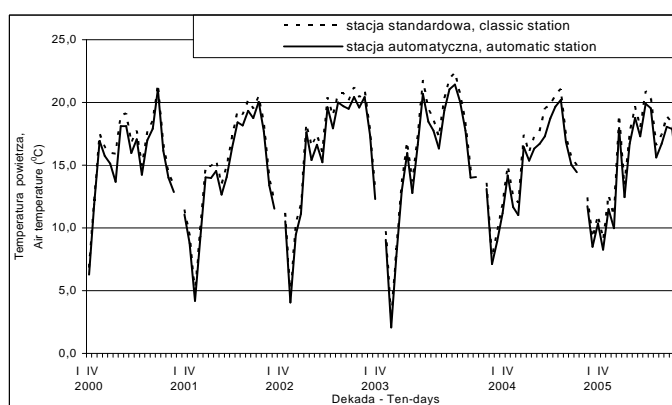
$$H = -(Rn + LE + G). \quad (6)$$

Weryfikację hipotezy statystycznej o istotności różnic dla zmiennych połączonych w pary za pomocą testu t-Studenta (Aczel 2000) przeprowadzono dla każdej wartości uzyskanej przyrządami klasycznymi i za pomocą stacji automatycznej. W hipotezie zerowej zakłada się, że wartości elementów meteorologicznych uzyskanych przyrządami klasycznymi nie różnią się od wartości elementów meteorologicznych uzyskanych za pomocą stacji automatycznej. Weryfikację przeprowadzono dla następujących elementów meteorologicznych: temperatury powietrza, ciśnienia pary wodnej oraz niedosytu wilgotności powietrza. Przy weryfikacji uwzględniono dekadowe wartości wymienionych parametrów w okresie 2000-2005. Ten sam test zastosowano do weryfikacji hipotezy o istotności różnic składowych bilansu cieplnego obliczonych na podstawie danych meteorologicznych uzyskanych metodą klasyczną i według stacji automatycznej.

WYNIKI

Średnia dobowa temperatura powietrza według danych ze stacji automatycznej jest obliczana jako średnia z 24 godzin (standardowe oprogramowanie, które można zmieniać). Wprowadzony w roku 1994 nowy wzór do obliczania średniej dobowej temperatury powietrza na sieci stacji i posterunków IMGW, po raz kolejny spowodował problemy z jednorodnością dotychczasowych, długich ciągów pomiarowych. Dlatego w tej pracy, w celu możliwości porównania z wynikami wcześniejszymi, średnią dobową obliczano według poprzedniego wzoru, tj. jako średnią z godzin 1, 7, 13 i 19 czasu środkowoeuropejskiego. Wzór w tej formie jest zresztą do dzisiaj stosowany w stacjach synoptycznych i klimatycznych wykonujących pomiary co godzinę przez całą dobę.

Średnia temperatura w okresie IV-IX mierzona metodą klasyczną była wyższa od wyników uzyskanych ze stacji automatycznej w każdym z badanych lat (rys. 1 i tab. 1).



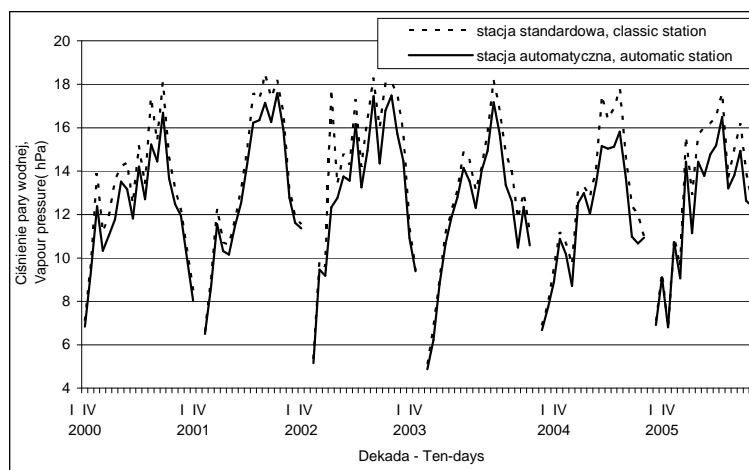
Rys. 1. Przebieg średnich dekadowych wartości temperatury powietrza w okresie kwiecień-wrzesień we Wrocławiu-Swojcu (2000-2005)

Fig. 1. The course of mean ten-day value of air temperature during the April-September period in Wrocław-Swojec (2000-2005)

Tabela 1. Średnie wartości temperatury powietrza (°C) dla okresu kwiecień-wrzesień wyznaczone na podstawie pomiarów metodą klasyczną i za pomocą stacji automatycznej we Wrocławiu-Swojcu
Table 1. Mean values of air temperature (°C) during the April-September period on the basis of the measurements with automatic and classical station in Wrocław-Swojec

Rok – Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2000-2005
Automatyczna Automatic	15,2	14,2	15,9	15,7	14,6	14,8	14,8
Klasyczna Classical	15,9	15,0	16,8	16,5	15,5	15,6	15,6

Ciśnienie pary wodnej mierzone w półroczu ciepłym (IV-IX) przyrządami klasycznymi ma wartości wyższe, niż mierzone za pomocą stacji automatycznej (rys. 2 i tab. 2). Średnie roczne z okresu 2000-2005 mierzone w sposób tradycyjny są wyższe niemal o 1 hPa.



Rys. 2. Przebieg średnich dekadowych wartości ciśnienia pary wodnej w okresie kwiecień-wrzesień we Wrocławiu-Swojcu (2000-2005)

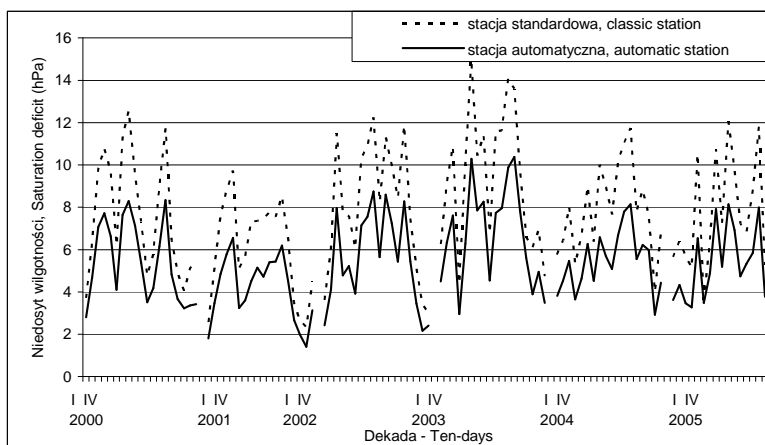
Fig. 2. The course of mean ten-day value of actual vapour pressure during the April-September period in Wrocław-Swojec (2000-2005)

Tabela 2. Średnie wartości ciśnienia pary wodnej (hPa) w okresie kwiecień-wrzesień wyznaczone na podstawie pomiarów metodą klasyczną i za pomocą stacji automatycznej we Wrocławiu-Swojcu (2000-2005)

Table 2. Mean values of actual vapour pressure (hPa) during the April-September period on the basis of the measurements with automatic and classical station in Wrocław-Swojec (2000-2005)

Rok – Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2000-2005
Automatyczna Automatic	12,3	12,7	13,2	12,0	11,8	12,6	12,6
Klasyczna Classical	13,2	13,3	14,3	12,8	12,6	13,6	13,6

Niedosyt wilgotności powietrza wykazuje największe różnice (spośród rozpatrywanych elementów meteorologicznych) między danymi uzyskanymi za pomocą stacji automatycznej i klasycznej (rys. 3 i tab. 3).



Rys. 3. Przebieg średnich dekadowych wartości niedosytu wilgotności powietrza w okresie kwiecień-wrzesień we Wrocławiu-Swojcu (2000-2005)

Fig. 3. The course of mean ten-day values of saturation deficit during the April-September period in Wrocław-Swojec (2000-2005)

Tabela 3. Średnie wartości niedosytu wilgotności powietrza (hPa) w okresie kwiecień-wrzesień wyznaczone na podstawie pomiarów metodą klasyczną i za pomocą stacji automatycznej we Wrocławiu-Swojcu (2000-2005)

Table 3. Mean values of saturation deficit (hPa) during the April-September period on the basis of the measurements with automatic and classical station in Wrocław-Swojec (2000-2005)

Rok – Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Automatyczna Automatic	5,5	4,2	5,6	6,6	5,4	5,2
Klasyczna Classical	7,7	6,2	8,1	9,3	7,8	7,6

Różnice wartości temperatury powietrza oraz ciśnienia pary wodnej i niedosytu wilgotności powietrza uzyskanych obiema metodami pomiarowymi, sugerują konieczność zweryfikowania hipotezy o istotności różnic pomiędzy wartościami otrzymanymi na podstawie pomiarów automatycznych i klasycznych. Weryfikacja hipotezy statystycznej o istotności różnic dla zmiennych połączonych w pary za pomocą testu t-Studenta przeprowadzono dla każdej wartości uzyskanej w sposób klasyczny i automatyczny. Ten sam test zastosowano do weryfikacji hipotezy o istotności różnic składowych bilansu cieplnego z wykorzystaniem danych meteorologicznych uzyskanych metodą klasyczną i według stacji automatycznej.

Weryfikacja hipotezy o istotności różnic w pomiarach klasycznych i automatycznych dla trzech elementów meteorologicznych (temperatury powietrza, przeźności pary wodnej oraz niedosytu wilgotności powietrza) wykazała statystycznie istotne różnice pomiędzy średnimi dekadowymi wartościami według pomiarów klasycznych i automatycznych. Wyniki weryfikacji zamieszczono w tabeli 4.

Tabela 4. Weryfikacja hipotezy o istotności różnic między wartościami otrzymanymi na podstawie pomiarów wykonanych metodą klasyczną i za pomocą stacji automatycznej ($\alpha = 0,05$, $\nu = 106$)

Table 4. Verification of the hypothesis on the significance of differences between the values obtained from automatic and classical meteorological station ($\alpha = 0.05$, $\nu = 106$)

Element – Element	$t_{obl-cal}$	p
Temperatura powietrza Air temperature 2000-2005	29,8	0,000
Ciśnienie pary wodnej Vapour pressure 2000-2005	13,2	0,000
Niedosyt wilgotności powietrza Saturation deficit 2000-2005	26,6	0,000

t_{obl} – obliczona wartość statystyki t , p – najniższy poziom istotności α , przy którym hipoteza zerowa mogłaby być odrzucona przy otrzymanej wartości statystyki t , ν – liczba stopni swobody.

T_{cal} – calculated value of t statistics, p – the lowest significance level α at which the H_0 hypothesis can be rejected by calculated value of t statistics, ν – the number of degrees of freedom.

Wyznaczono równania regresji liniowej dla temperatury oraz ciśnienia pary wodnej (tab. 5) przekształcające dane otrzymane w sposób automatyczny tak, aby dołączone do danych klasycznych tworzyły ciąg jednorodny.

Tabela 5. Równania regresji liniowej dla temperatury powietrza i ciśnienia pary wodnej (Y – wartości przekształcone, X – wartości z pomiarów automatycznych) w wieloleciu 2000-2005 w okresie kwiecień-wrzesień.

Table 5. Linear regression equation for air temperature and vapour pressure (Y – modified values, X – values from automatic measurements) in years 2000-2005 during the April-September period

Element – Element	Równanie regresji Regression equation	Współczynnik regresji Coefficient regression
Temperatura powietrza Air temperature	$Y=1,011X + 0,622$	1,011*
Ciśnienie pary wodnej Vapour pressure	$Y=1,104X - 0,466$	1,104*

*statystycznie istotne dla $\alpha = 0,05$ – statistically significant for $\alpha = 0.05$.

Następnie ponownie przeprowadzono weryfikację hipotezy o istotności różnic pomiędzy wartościami temperatury powietrza i ciśnienia pary wodnej, za pomocą testu t-Studenta zmierzonymi metodą klasyczną oraz przekształconymi według równań podanych w tabeli 5. Wyniki weryfikacji zawiera tabela 6.

Interpretacja tabeli 6 skłania do wniosku, że różnice pomiędzy temperaturą powietrza i ciśnieniem pary wodnej pomierzonymi przyrządami klasycznymi i przekształconymi okazały się być statystycznie nieistotne.

Tabela 6. Weryfikacja hipotezy o istotności różnic między wartościami otrzymanymi na podstawie pomiarów klasycznych oraz wartościami temperatury powietrza i ciśnienia pary wodnej przekształconymi za pomocą równań regresji ($\alpha = 0,05$, $\nu = 106$)

Table 6. Verification of the hypothesis on the significance of differences between the values obtained from classical measurements and the values of air temperature and vapour pressure transformed by regression equations ($\alpha = 0.05$, $\nu = 106$)

Element – Element	t_{obl}	p
Temperatura powietrza Air temperature 2000-2005	0,409	0,683
Ciśnienie pary wodnej Vapour pressure 2000-2005	0,103	0,918

Objaśnienia jak w tabeli 4 – Explanations as in table 4.

Kolejnym etapem badań była weryfikacja wyznaczonych równań regresji przekształcających dane ze stacji automatycznej i dostosowujące je do danych ze stacji klasycznej na niezależnym materiale liczbowym pochodzącym z roku 2006. Weryfikację poprawności zaproponowanych równań (tab. 5) przeprowadzono z zastosowaniem współczynnika zgodności:

$$\varphi^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y}_t)^2} \quad (7)$$

gdzie: y_t – wartości elementu meteorologicznego zmierzonego w 2006 roku, \hat{y}_t – wartość elementu meteorologicznego przekształconego za pomocą równań regresji (tab. 5.), \bar{y}_t – średnia wartość elementu meteorologicznego w okresie IV-IX 2006.

Podane w tabeli 7 wartości współczynnika zgodności wskazują na bardzo dobrą zgodność wartości według pomiarów klasycznych oraz przekształconych.

Tabela 7. Badanie zgodności wartości temperatury i prężności pary wodnej zmierzonych metodą klasyczną z przekształconymi parametrami mierzonymi w stacji automatycznej za pomocą równań regresji na przykładzie okresu kwiecień-wrzesień roku 2006

Table 7. Examination of consistency of air temperature and vapour pressure measured by classical method and parameters measured automatically, transformed by regression equations on the example of year 2006 during April-September period

Element Element	Równanie regresji Regression equation	Współczynnik zgodności Coefficient of consistency
Temperatura powietrza Air temperature	$Y = 1,011 X + 0,622$	0,0022
Ciśnienie pary wodnej Vapour pressure	$Y = 1,104 X - 0,466$	0,0596

Dla wielolecia 2000-2005 wyznaczono wartości składowych bilansu cieplnego pszenicy jarej, wykorzystując trzy warianty danych meteorologicznych: dane z pomiarów klasycznych, dane ze stacji automatycznej oraz dane ze stacji automatycznej przekształcone za pomocą równań zamieszczonych w tabeli 5.

Następnie przeprowadzono weryfikację hipotez o istotności różnic między składowymi bilansu cieplnego dla danych klasycznych i ze stacji automatycznej (tab. 8.).

Tabela 8. Weryfikacja hipotezy o istotności różnic między wartościami składowych bilansu cieplnego otrzymanymi na podstawie pomiarów metodą klasyczną oraz automatyczną stacją meteorologiczną ($\alpha = 0,05$, $\nu = 106$)

Table 8. Verification of the hypothesis on the significance of differences between the values of heat balance components obtained from automatic and classical meteorological station ($\alpha = 0.05$, $\nu = 106$)

Składowe bilansu cieplnego Heat balance components	t_{obl}	p
Saldo promieniowania Net radiation	10,4	0,000
Strumień ciepła jawnego Sensible heat flux	9,2	0,000
Strumień ciepła glebowego Soil heat flux	6,3	0,000
Strumień ciepła utajonego Latent heat flux	1,5	0,130

Objaśnienia jak w tabeli 4 – Explanation as in table 4.

Uzyskane różnice były statystycznie istotne, dlatego do wyznaczenia składowych bilansu zastosowano dane przekształcone i zbadano różnice między wartościami otrzymanymi na podstawie danych klasycznych i przekształconych danych ze stacji automatycznej (tab. 9). Weryfikacja hipotezy o istotności różnic składowych bilansu cieplnego wykazała skuteczność proponowanych przekształceń dostosowujących dane automatyczne do klasycznych.

Tabela 9. Weryfikacja hipotezy o istotności różnic między wartościami składowych bilansu cieplnego otrzymanymi na podstawie pomiarów klasyczną stacją meteorologiczną oraz przekształconych danych automatycznych ($\alpha = 0,05$, $\nu = 106$)

Table 9. Verification of the hypothesis on the significance of differences between the values of heat balance components obtained from automatic and classical meteorological station ($\alpha = 0.05$, $\nu = 106$)

Składowe bilansu cieplnego Heat balance components	t_{obl}	P
Saldo promieniowania Net radiation	0,4	0,688
Strumień ciepła jawnego Sensible heat flux	0,2	0,820
Strumień ciepła glebowego Soil heat flux	0,7	0,508
Strumień ciepła utajonego Latent heat flux	1,0	0,319

Objaśnienia jak w tabeli 4 – Explanation as in table 4.

WNIOSKI

1. Analiza statystyczna dla zmiennych połączonych w pary za pomocą testu t-Studenta wykazała, że badane elementy meteorologiczne (temperatura powietrza, ciśnienie pary wodnej oraz niedosyt wilgotności) w miesiącach kwiecień-wrzesień w latach 2000-2005 mierzone metodą klasyczną i za pomocą automatycznej stacji meteorologicznej w stacji Wrocław-Swojec różnią się statystycznie istotnie.

2. Zastosowanie równań przekształcających temperaturę powietrza i ciśnienie pary wodnej mierzonych automatycznie wyeliminowało statystycznie istotne różnice między danymi pochodzącymi z pomiarów automatycznych i klasycznych.

3. Wartości składowych bilansu cieplnego obliczone z wykorzystaniem parametrów meteorologicznych według pomiarów klasycznych i ze stacji automatycznej różnią się statystycznie istotnie. Natomiast wyznaczone składowe bilansu cieplnego z wykorzystaniem parametrów meteorologicznych zmierzonych auto-

matycznie i uwzględniających równania przekształcające temperaturę powietrza i ciśnienie pary wodnej nie różnią się statystycznie od wartości uzyskanych metodą klasyczną.

4. Weryfikacja zaproponowanych równań przekształcających dane wyznaczone automatycznie i dostosowujące je do danych mierzonych metodą klasyczną na niezależnym materiale z 2006 roku potwierdziła skuteczność zaproponowanej metody.

PIŚMIENNICTWO

- Aczel A., 2000. Statystyka w zarządzaniu. PWN, Warszawa
- Kędziora A., 1999. Podstawy agrometeorologii. PWRiL, Poznań
- Kędziora A., Olejnik J., Kapuściński J., 1989. Impact of landscape structure on heat and water balance, *Ecol. Intern. Bull.*, 17, 1-17.
- Łabędzki L., Kasperska-Wołowicz W., 2002. Porównanie ewapotranspiracji wskaźnikowej obliczanej na podstawie pomiarów wykonanych na standardowej i automatycznej stacji agrometeorologicznej. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, t.2, z.2(5), 21-31.
- Łabędzki L., Roguski W., Kasperska-Wołowicz W., 2001. Ocena pomiarów meteorologicznych prowadzonych stacją automatyczną. *Przegl. Nauk. Wydz. Mel. i Inż. Środ. SGGW Warszawa*, z. 21, 195-201.
- Łomotowski J., Rojek M., 2001. Wybrane zagadnienia z zakresu pomiarów i metod opracowania danych automatycznych stacji meteorologicznych. *Wyd. AR we Wrocławiu, Monografie XXV*, 428.
- Olejnik J., Kędziora A., 1991. A model for heat and water balance estimation and its application to land use and climate variation, *Earth Surface Processes Landforms*, vol.16, 601-617.
- Olejnik J., 1996. Modelowe badania struktury bilansu cieplnego i wodnego zlewni w obecnych i przyszłych warunkach klimatycznych, *Rozpr. Nauk. AR w Poznaniu, Zesz.* 268.
- Roguski W., Łabędzki L., Kasperska-Wołowicz W., 2000/2001. Analiza niedosytu wilgotności powietrza obliczanego z pomiarów ciągłych oraz terminowych w oparciu o wyniki stacji automatycznych w rejonie Bydgoszczy. *Annales UMCS, Lublin*, vol. LV/LVI, 36, sectio B, 293-298.
- Rojek M., Rojek M.S., 2000. Porównanie temperatury i wilgotności powietrza mierzonych przy wykorzystaniu klasycznej i automatycznej stacji meteorologicznej. *Rocz. Nauk. AR w Poznaniu, Melioracja*, t. 329, z. 21, 59-67.
- Rojek M., Rojek M.S., Łomotowski J., 2001. Porównanie danych meteorologicznych uzyskiwanych przy wykorzystaniu klasycznej i automatycznej stacji meteorologicznej. *Annales UMCS, Lublin*, vol. LV/LVI, 37, sectio B, 299-307.

THE COMPARISON OF RESULTS OF MEASUREMENTS
OF METEOROLOGICAL ELEMENTS, OBTAINED BY THE CLASSICAL
METHOD AND THE AUTOMATIC STATION,
USED FOR THE CALCULATION OF THE HEAT BALANCE
COMPONENTS FOR SPRING WHEAT

Edward Gąsiorek¹, Joanna Kamińska¹, Elżbieta Musiał¹, Marian Rojek²

¹Department of Mathematics, Wrocław University of Environmental and Life Sciences
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław
e-mail: elzbieta.musial@up.wroc.pl

²Institute for Environmental Development and Protection,
Wrocław University of Environmental and Life Sciences
pl. Grunwaldzki 24, 50-356 Wrocław

Abstract. The introduction of a novel, automated method of the meteorological data collection, has triggered multiple problems. The measurements gained from the automatic station have been added to the existing long-term sequence results obtained by the classical equipment. The question arises whether those new measurement sequences are homogenous. Another difficulty is how to model various processes with the use of measurements performed by the classical (standard) equipment and those based on the automatic methods. To answer these questions, the authors have analyzed the differences between the ten-day values of three selected meteorological parameters: air temperature, actual vapour pressure and vapour pressure deficit, gained by the standard method and from the automatic station. The investigation was based on the ten-day values obtained from the Agro- and Hydrometeorology Observatory in Wrocław-Swojec in the period 2000-2006. The results have revealed the statistically significant differences between the data coming from the classical and automatic station. The study contains also the analysis of heat balance components measured with the use of classical methods and by the automatic station.

Key words: air temperature, vapour pressure, components of heat balance