

OCENA PRZYDATNOŚCI AUTOMATYCZNEJ STACJI POMIAROWEJ DO CHARAKTERYSTYKI WARUNKÓW TERMICZNYCH POWIETRZA

Renata Kuśmierk

Katedra Melioracji i Agrometeorologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
e-mail: rkusmier@utp.edu.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki porównania wybranych wskaźników termicznych istotnych dla produkcji roślinnej: temperatury powietrza średniej, maksymalnej i minimalnej, liczby dni gorących i mroźnych oraz długości trwania wybranych okresów wegetacyjnych, wyznaczonych w oparciu o pomiary na stacji standardowej i automatycznej. Na tej podstawie dokonano oceny możliwości wykorzystania danych ze stacji automatycznej do celów bonitacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej, z zachowaniem jednorodności ciągów pomiarowych. Materiał do badań stanowiły wyniki pomiarów prowadzonych stacją standardową i automatyczną ośmiokanałową stacją meteorologiczną firmy Eijkelkamp, w Mochelku koło Bydgoszczy, w latach 2000-2004. Założono, że w badaniach agroklimatologicznych podstawową i wystarczającą wielkością danego wskaźnika jest jego wielkość dekadowa. Koncentrowano się, zatem na porównaniu średnich dekadowych w zbiorach o liczebności od 45 do 180 (dekady w danej porze roku, półroczu lub całym roku), uzyskanych na podstawie pomiarów standardowych i automatycznych. Szczególną uwagę zwrócono na współzależności wyników pomiarów prowadzonych przez oba rodzaje stacji w celu wypracowania matematycznych zależności, pozwalających stosować je zamiennie.

Słowa kluczowe: temperatura powietrza, automatyczna stacja pomiarowa

WSTĘP

Charakterystyki warunków agroklimatycznych bazują na wieloletnich pomiarach i obserwacjach wykonywanych na standardowych stacjach i posterunkach meteorologicznych (Koźmiński, Michalska 2001). W ciągu ostatnich kilkunastu lat liczba punktów pomiarowych powiększyła się o łatwe w instalacji i obsłudze automatyczne stacje meteorologiczne (Łabędzki i in. 2001, Rojek i in. 2001), które dostarczają dużej ilości precyzyjnych danych i są tanie w eksploatacji. W porównaniu ze stacjami standardowymi, automaty nie zachowują jednak przy-

jętych procedur pomiarowych. Dotyczy to zwłaszcza warunku porównywalności przyrządów, jak i w pewnej mierze czasu pomiarów. Inne w obu metodach są także procedury przetwarzania danych, czyli obliczania wielkości średnich, co stwarza niebezpieczeństwo uzyskania różnych wyników (Lorenc 2006, Żarski i in. 2001).

Celem podjętych badań, wykonanych na podstawie pomiarów prowadzonych w latach 2000-2004 w rejonie Bydgoszczy, było porównanie temperatury powietrza i wybranych wskaźników agrometeorologicznych charakteryzujących warunki termiczne, mierzonych stacją standardową i automatyczną oraz ocena możliwości wykorzystania danych ze stacji automatycznej do badań agrometeorologicznych z zachowaniem jednorodności ciągów pomiarowych.

MATERIAŁ I METODY

Ocenę przydatności stacji automatycznej do badań agrometeorologicznych przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów temperatury powietrza oraz temperatury maksymalnej i minimalnej powietrza, uzyskanych za pomocą standardowych przyrządów pomiarowych i automatycznej ośmiokanałowej stacji meteorologicznej firmy Eijkelkamp, wykonywanych w latach 2000-2004 w Mochelku koło Bydgoszczy. W pracy porównano także daty rozpoczęcia i zakończenia okresu wegetacyjnego ($\geq 5,0^{\circ}\text{C}$), dojrzewania ($\geq 15,0^{\circ}\text{C}$) i termicznej zimy ($< 0,0^{\circ}\text{C}$), wyznaczone metodą Gumińskiego (Kozłowski, Michalska 2003) oraz wybrane wskaźniki warunków termicznych: liczbę dni gorących ($t_{\max} \geq 25,0^{\circ}\text{C}$) i liczbę dni mroźnych ($t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$).

Pomiary standardowe prowadzono zgodnie z obowiązującą w sieci IMGW zasadą porównywalności wyników w trzech terminach. Termometry posiadające certyfikat IMGW umieszczone były w klatce meteorologicznej na wysokości 2 m n.p.g. Średnią dobową temperaturę powietrza obliczono zgodnie z obowiązującą w klimatologii procedurą. Stacja automatyczna wyposażona w czujnik termistorowy zainstalowany na wysokości 1,5 m n.p.g, zaprogramowana była na próbkowanie w odstępach 5-minutowych, a w pamięci dataloggera zapisywane były średnie z godziny, które stanowiły podstawę obliczeń średnich dobowych z terminów pomiarowych 01:00-00:00.

Ocenę statystycznej zgodności wyników pomiarów prowadzonych porównywanymi metodami wykonano na podstawie wielkości średnich dekadowych, zakładając, że dekada jest podstawowym krokiem czasowym stosowanym w agrometeorologii. Porównanie przeprowadzono osobno dla poszczególnych pór roku (liczebność zbiorów $N = 45$, 3 miesiące \cdot 3 dekady 5 lat), półroczy ($N = 90$) oraz całego roku ($N = 180$). Zbiory danych scharakteryzowano metodami statystyki opisowej obliczając wielkości średnie, odchylenie standardowe, rozstęp. Wzajemne relacje danych w zbiorach zbadano analizą regresji i opisano je równaniami regresji

uwzględniając wielkość standardowego błędu estymacji. Istotność różnic pomiędzy parami danych w poszczególnych zbiorach zbadano testem t Studenta dla par powiązanych. Stopień zgodności został określony w oparciu o wielkość współczynnika korelacji na poziomie ufności $\alpha = 0,05$, przy $n-2$ stopniach swobody.

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnia roczna temperatura powietrza obliczona na podstawie pomiarów stacji automatycznej wynosiła $8,5^{\circ}\text{C}$ i była o $0,4^{\circ}\text{C}$ wyższa od wyniku otrzymanego metodą standardową (tab. 1). Nieco większa różnica charakteryzowała temperaturę minimalną ($1,3^{\circ}\text{C}$), natomiast w przypadku temperatury maksymalnej, stosując pomiar i procedury wyliczeniowe automatyczne uzyskany wynik był o $0,3^{\circ}\text{C}$ niższy w porównaniu z metodą standardową. Wielkości średnie temperatury w obu półroczach kształtowały się analogicznie.

Tabela 1. Średnia temperatura ($^{\circ}\text{C}$) w rejonie Bydgoszczy w latach 2000-2004 otrzymana z pomiarów standardowych (S) i automatycznych (A)

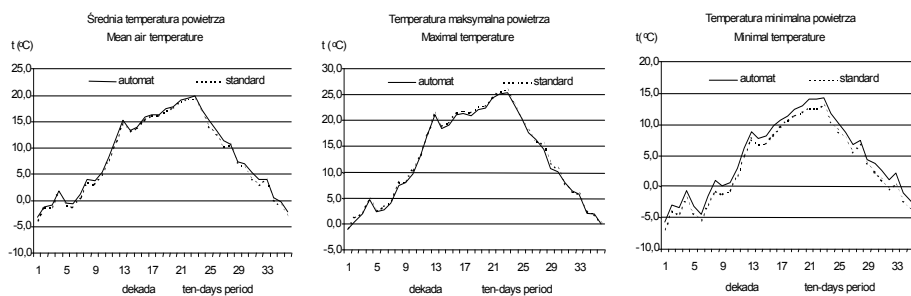
Table 1. Mean air temperature ($^{\circ}\text{C}$) in Bydgoszcz surroundings in 2000-2004 obtained from classic (S) and automatic (A) measurements

Parametr Factor	Średnia temperatura ($^{\circ}\text{C}$) – Mean temperature ($^{\circ}\text{C}$)								
	Roczna Year			Półroczna letniego Warm half-year			Półroczna zimowego Cold half-year		
	S	A	S-A	S	A	S-A	S	A	S-A
Temperatura powietrza Air temperature	8,1	8,5	-0,4	14,4	14,8	-0,4	1,8	2,3	-0,5
Temperatura maksymalna Maximal temperature	12,8	12,5	0,3	20,3	20,0	0,3	5,4	5,0	0,4
Temperatura minimalna Minimal temperature	3,3	4,6	-1,3	8,3	9,5	-1,2	-1,7	-0,4	-1,3

Graficzna ilustracja przebiegu temperatury w całym pięcioleciu, sporządzona w oparciu o wielkości średnie dekadowe (rys. 1), wskazuje na dużą zgodność wyników opartych na pomiarach standardowych i automatycznych.

Na podstawie porównania dekadowych temperatur powietrza, wyznaczanych porównywanymi metodami, wykonanego przy użyciu procedur statystycznych, można stwierdzić, że niemal we wszystkich badanych okresach (wyjątek temperatura maksymalna IX-XI) różniły się one istotnie (tab. 2 i 3). Ponadto okazało się, że we wszystkich przypadkach były to różnice jednokierunkowe.

Przeprowadzona analiza regresji i korelacji wykazała bardzo dużą zgodność wyników temperatury powietrza, temperatury maksymalnej i minimalnej uzyskanych z pomiarów stacji standardowej i automatycznej.



Rys. 1. Dekadowa temperatura powietrza w rejonie Bydgoszczy w latach 2000-2004 uzyskana metodą standardową i automatyczną

Fig. 1. Ten-day air temperature in Bydgoszcz surroundings in 2000-2004 obtained from classic and automatic measurements

Upoważnia to do przedstawienia równań regresji pozwalających obliczyć ciąg pomiarów standardowych w oparciu o pomiar automatyczny i odwrotnie. Współczynniki korelacji charakteryzujące stopień zgodności wszystkich 180. porównywanych temperatur powietrza mierzonych metodą standardową i automatyczną były bliskie jedności, a zależności układały się liniowo (tab. 2 i 3). Najlepsze dopasowanie uzyskano dla średniej temperatury powietrza ($r = 0,998$), nieco słabsze dla temperatury maksymalnej ($r = 0,997$) i najslabsze dla minimalnej ($r = 0,993$). Równie silne zależności cechowały okres półrocza letniego i zimowego. Spośród pór roku, najwyższy współczynnik korelacji równy 0,999 obliczono dla temperatury średniej w okresie wiosennym, a najmniejszy dla temperatury minimalnej latem ($r = 0,916$). Najmniejszą różnicę (S-A) równą $0,2^{\circ}\text{C}$ otrzymano porównując temperaturę maksymalną w okresie IX-XI, natomiast największą wynoszącą $-1,3^{\circ}\text{C}$ uzyskano porównując temperaturę minimalną w okresie wiosny, półrocza zimowego i całego roku.

Niewielkie różnice pomiędzy pomiarem temperatury powietrza metodą standardową i automatyczną, otrzymane w badaniach własnych są zgodne z wynikami badań Szwejkowskiego (1999). Autor stwierdził duże podobieństwo wyników temperatury powietrza, niezależnie od metody pomiaru i procedury obliczania wartości średnich. Również Durło (2001), porównując pomiary ze stacji standardowej i automatycznej, stwierdził dużą zgodność wartości średnich dobowych temperatur powietrza i pomiarów chwilowych. Perini i Beltrano (2003) wykazali duży stopień korelacji pomiędzy pomiarami temperatury powietrza obiema metodami. Gajar i wsp. (1999) otrzymali takie same wielkości temperatury powietrza na stacji standardowej i automatycznej.

Tabela 2. Porównanie temperatury powietrza (°C) mierzonej metodą standardową (S) i automatyczną (A)
Table 2. Comparison of air temperature (°C) obtained from classic (S) and automatic (A) measurements

Badany okres Period	Wartość średnia Mean value (°C)		Różnica S-A (°C) Difference S-A (°C)	Odchylenie standardowe Standard deviation (°C)		Rozstęp Distance (°C)		Równanie regresji Regression equation	Standardowy błąd estymacji Standardized estimation error (°C)	Współczynnik korelacji (r) Correlation coefficient (r)
	S	A		S	A	S	A			
Średnia temperatura powietrza (°C) – Mean air temperature (°C)										
XII-II	-1,2	-0,7	-0,5*	3,6	3,5	14,9	14,9	$S = 1,009A - 0,493$	0,270	0,997
III-V	8,1	8,6	-0,5*	5,5	5,4	19,2	19,2	$S = 1,015A - 0,648$	0,243	0,999
VI-VIII	17,4	17,7	-0,3*	2,1	2,2	9,1	8,9	$S = 0,957A + 0,484$	0,298	0,990
IX-XI	8,1	8,6	-0,5*	4,4	4,4	17,2	17,8	$S = 0,979A - 0,354$	0,953	0,977
IV-IX	14,4	14,8	-0,4*	4,3	4,2	20,1	19,2	$S = 1,020A - 0,725$	0,376	0,996
X-III	1,8	2,3	-0,5*	4,6	4,5	22,3	22,0	$S = 1,011A - 0,515$	0,658	0,990
I-XII	8,1	8,5	-0,4*	7,7	7,7	30,6	29,7	$S = 1,009A - 0,530$	0,534	0,998

* istotność różnic oznaczona testem t dla prób powiązanych – significant difference estimated with the t test for linked samples.

Tabela 3. Porównanie temperatury powietrza (°C) mierzonej metodą standardową (S) i automatyczną (A)
Table 3. Comparison of air temperature (°C) obtained from classic (S) and automatic (A) measurements

Badany okres Period	Wartość średnia Mean value (°C)		Różnica S-A Difference S-A (°C)	Odchylenie standardowe Standard deviation (°C)		Rozstęp Distance (°C)		Równanie regresji Regression equation	Standardowy błąd estymacji Standardized estimation error (°C)	Współczynnik korelacji (r) Correlation coefficient (r)
	S	A		S	A	S	A			
Temperatura minimalna – Minimal temperature (°C)										
XII-II	-4,3	-3,1	-1,2*	4,1	3,9	16,2	15,7	$S = 1,024A - 1,133$	0,652	0,987
III-V	2,5	3,8	-1,3*	4,4	4,3	15,7	15,2	$S = 1,024A - 1,416$	0,663	0,989
VI-VIII	11,2	12,4	-1,2*	2,1	2,0	9,1	9,0	$S = 0,953A - 0,605$	0,842	0,916
IX-XI	4,0	5,2	-1,2*	3,8	3,6	14,4	15,4	$S = 1,019A - 1,329$	1,049	0,962
IV-IX	8,3	9,5	-1,2*	4,1	4,0	19,5	18,2	$S = 1,005A - 1,260$	0,757	0,983
X-III	-1,7	-0,4	-1,3*	4,7	4,5	23,5	23,5	$S = 1,012A - 1,294$	0,942	0,980
I-XII	3,3	4,6	-1,3*	6,6	6,6	30,1	29,0	$S = 1,006A - 1,266$	0,809	0,993
Temperatura maksymalna – Maximal temperature (°C)										
XII-II	2,0	1,7	0,3*	3,3	3,6	14,2	14,8	$S = 0,952A + 0,414$	0,432	0,992
III-V	13,6	13,2	0,4*	6,4	6,4	23,1	23,1	$S = 0,997A + 0,419$	0,358	0,998
VI-VIII	23,3	22,9	0,6*	2,7	2,8	11,0	11,6	$S = 0,949A + 1,538$	0,282	0,994
IX-XI	12,5	12,3	0,2 ^{n.i.}	5,6	5,5	21,2	21,4	$S = 0,995A + 0,282$	1,204	0,977
IV-IX	20,3	20,0	0,3*	4,7	4,7	22,6	23,0	$S = 0,986A + 0,597$	0,555	0,993
X-III	5,4	5,0	0,4*	5,0	4,9	22,9	22,6	$S = 1,007A + 0,308$	0,786	0,988
I-XII	12,8	12,5	0,3*	8,9	8,9	32,7	33,3	$S = 0,998A + 0,358$	0,679	0,997

* istotność różnic oznaczona testem t dla prób powiązanych – significant difference estimated with the t test for linked samples.

Odmienne rezultaty, w porównaniu do wyników własnych, otrzymali Rojek i in. (2001), Łabędzki i in. (2001), Skowera-Baranowska (1996) oraz Mazurczyk i in. (2001). Z badań tych autorów wynika, że pomiar standardowy przewyższał automatyczny (badano temperaturę powietrza w różnych krokach czasowych – miesiąc, dekada, doba, godzina). Rezultaty otrzymane przez w/w autorów mogły być spowodowane różnicami natury technicznej, wynikającymi z braku norm dla stacji automatycznych, a co za tym idzie czujniki pomiarowe mogły pochodzić od różnych producentów, mieć różną konstrukcję i bezwładność pomiaru.

Charakter różnic wyników pomiarów temperatur ekstremalnych prowadzonych obiema metodami, otrzymany w badaniach własnych, potwierdzają prace Łabędzkiego i in. (2001), Mazurczyka i in. (2001) oraz Joyca i in. (2001). Temperatura minimalna mierzona metodą automatyczną była wyższa, natomiast temperatura maksymalna niższa, od otrzymanej metodą standardową. Zaprzeczają temu wyniki badań Baciui i in. (2005) oraz Rojki i in. (2001), którzy uzyskali metodą automatyczną niższą temperaturą minimalną i wyższą temperaturą maksymalną. Baciui i in. (2005) podobnie jak Budzik i Marszał (2006) przyczynę różnic upatrują w innych właściwościach termodynamicznych klatki meteorologicznej i osłony antyradiacyjnej czujnika stacji automatycznej oraz w dynamice zmian promieniowania słonecznego całkowitego (np. szybkie narastanie natężenia promieniowania całkowitego o wschodzie słońca), co potwierdzają także wyniki badań Spenglera (1999). Kejna i Uscka-Kowalkowska (2006), porównując wielkości średnie dobowe temperatury powietrza stwierdzili, że pomiar automatyczny nie zapewnia porównywalnych ze standardowymi wyników, podczas gdy w przypadku temperatur ekstremalnych kryterium jednorodności ciągu nie zostało przekroczone.

Dni określone jako gorące ($t_{\max} \geq 25,0^{\circ}\text{C}$) występowały w Mochełku w okresie od trzeciej dekady kwietnia do końca września. Całkowita ich liczba wyznaczona w oparciu o standardowy pomiar temperatury powietrza wynosiła średnio 43, a w poszczególnych latach badań zmieniała się od 30 do 57 (tab. 4). Według pomiaru automatycznego liczba dni gorących była podobna (średnio 41), większe różnice zanotowano tylko w roku 2000. Dni mroźne ($t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$) występowały w okolicach Bydgoszczy w okresie od drugiej dekady listopada do pierwszej dekady marca łącznie. Nieco większą (średnio 28) liczbę dni mroźnych wyznaczono na bazie automatycznego pomiaru temperatury powietrza, w porównaniu ze standardowym (średnio 23 dni). Takie zróżnicowanie odnotowano w każdym roku badań.

Jak wynika z tabeli 5, długość termicznej zimy w Mochełku wynosiła przeciętnie 62 dni. Najdłużej trwała w 2001 roku – 89 dni, najkrótszy okres w 2000 roku liczył sobie zaledwie 23 dni (rys. 2). Czas trwania termicznej zimy wyznaczonej w oparciu o automatyczny pomiar temperatury powietrza, był średnio o 7 dni krótszy od czasu trwania tego wskaźnika obliczonego na podstawie pomiarów stan-

dardowych. Oznacza to, że wyznaczona na podstawie pomiaru automatycznego data rozpoczęcia była opóźniona, a data zakończenia przyspieszona w stosunku do dat wyznaczonych metodą standardową.

Tabela 4. Średnia liczba dni gorących i mroźnych w rejonie Bydgoszczy w latach 2000-2004, wyznaczona w oparciu o pomiar standardowy (S) i automatyczny (A)

Table 4. Mean number of hot and frosty days in Bydgoszcz surroundings in 2000-2004 obtained from classic (S) and automatic (A) measurements

	Wskaźnik Factor	Metoda Method	Okres badań – Period of study					
			2000	2001	2002	2003	2004	2000-2004
Liczba dni Number of days	Gorących ($t_{\max} \geq 25,0^{\circ}\text{C}$) Hot ($t_{\max} \geq 25,0^{\circ}\text{C}$)	S	43	35	57	48	30	43
		A	37	38	56	48	27	41
	Mroźnych ($t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$) Frosty ($t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$)	S-A	6	-3	1	0	3	2
		S	12	22	27	27	26	23
		A	17	27	33	34	29	28
		S-A	-5	-5	-6	-7	-3	-5

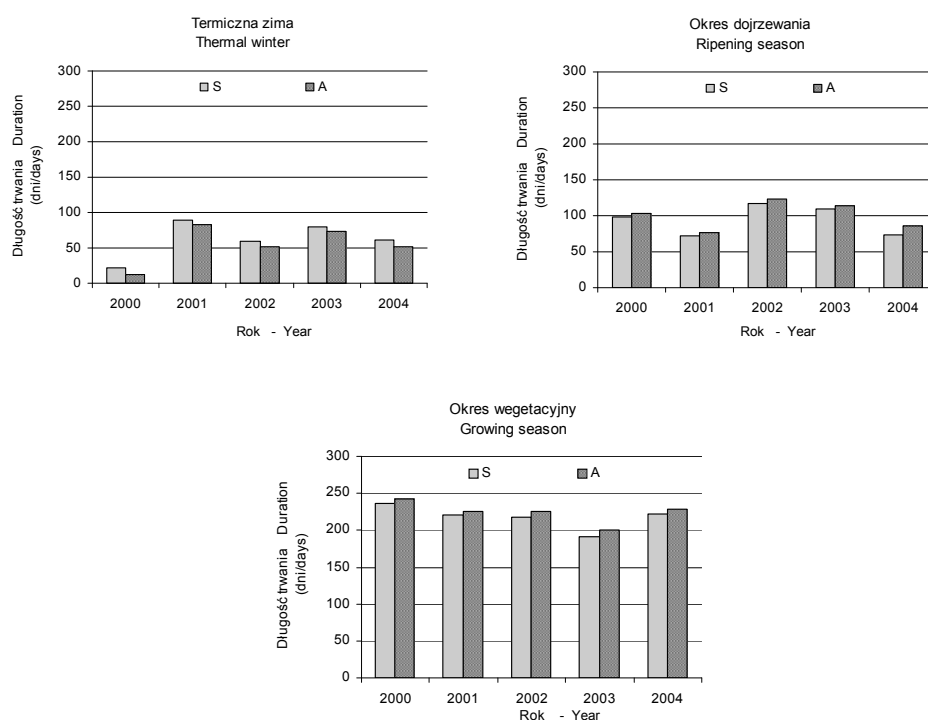
Tabela 5. Średnie daty początku, końca oraz długość trwania okresów rolniczych w rejonie Bydgoszczy w latach 2000-2004, wyznaczone w oparciu o pomiar standardowy (S) i automatyczny (A)

Table 5. Mean date of the beginning, end and duration of thermic agricultural seasons in Bydgoszcz surroundings in 2000-2004 obtained from classic (S) and automatic (A) measurements

Wskaźnik Factor	Data początku Date of beginning		Data końca Date of end		Długość trwania (dni) Duration (days)		Różnica S-A Difference S-A
	S	A	S	A	S	A	
	Termiczna zima Thermic winter	16 XII	14 XII	8 II	13 II	55	62
Okres dojrzewania Ripening season	31 V	29 V	1 IX	5 IX	94	100	-6
Okres wegetacyjny Growing season	26 III	31 III	5 XI	2 XI	225	217	8

Najkrótszy okres wegetacyjny wyznaczony metodą standardową liczył 191 dni (2004), najdłuższy 236 (2000) (rys. 2). Równie duże zróżnicowanie (38 dni) zaobserwowano w długości trwania okresu dojrzewania.

Wyniki bazujące na danych ze stacji automatycznej wskazują na kilkudniowe przyspieszenie dat progów termicznych rozpoczynających omawiane okresy i jednoczesne kilkudniowe opóźnienia terminów kończących, względem metody standardowej. W efekcie, długość trwania okresów wegetacyjnego i dojrzewania w badanych latach wyznaczona na podstawie danych automatycznych była większa w stosunku do standardowych.



Rys. 2. Długość trwania okresów wegetacyjnych w rejonie Bydgoszczy w latach 2000-2004, wyznaczone w oparciu o pomiar standardowy (S) i automatyczny (A)

Fig. 2. Duration of thermic growing seasons in Bydgoszcz surroundings in 2000-2004 obtained from classic (S) and automatic (A) measurements

WNIOSKI

Na podstawie pięcioletnich pomiarów i obserwacji meteorologicznych wykonywanych równoległe metodą standardową i za pomocą automatycznej stacji pomiarowej w Mochelku koło Bydgoszczy oraz na podstawie analizy porównawczej otrzymanych wyników, można wyciągnąć następujące stwierdzenia i wnioski:

1. Roczne, półroczne i sezonowe wielkości badanych parametrów agrometeorologicznych, uzyskane na podstawie pomiarów standardowych i automatycznych,

nych, w większości przypadków różniły się istotnie. Było to wynikiem zastosowania różnych w obu metodach przyrządów pomiarowych zainstalowanych na różnych wysokościach oraz odmiennych procedur przetwarzania danych, w szczególności obliczania wielkości średnich.

2. Zanotowane różnice wielkości badanych parametrów miały najczęściej charakter jednokierunkowy. Automatyczna metoda pomiarowa w stosunku do standardowej wskazywała wyższą temperaturę średnią i minimalną temperaturę powietrza, z kolei niższą temperaturę maksymalną.

3. Dekadowe średnie badanych parametrów termicznych, uzyskane na bazie pomiarów standardowych i automatycznych, cechowała duża zgodność. Stopień zgodności danych, określony wielkością współczynników korelacji, zależał od rodzaju badanego parametru.

4. Istotne zależności dekadowych wyników pomiarów standardowych i automatycznych upoważniają do przedstawienia równań regresji liniowej, umożliwiając zamianę danych pozyskanych ze stacji automatycznej na dane standardowe i odwrotnie. Obliczenia prowadzone na podstawie tych równań zawsze obarczone będą błędem, tym większym im mniejszy był stopień zgodności danych.

5. Wyniki automatycznych pomiarów temperatury powietrza, temperatury maksymalnej i minimalnej, dzięki dużej zgodności z wynikami pomiarów standardowych mogą być wykorzystywane w badaniach agrometeorologicznych. Zachowanie jednorodności ciągów pomiarowych nie jest jednak możliwe bez zastosowania matematycznych równań, określających współzależność danych standardowych i automatycznych.

6. Inna dla porównywanych metod procedura pomiaru temperatury maksymalnej powietrza spowodowała zróżnicowanie liczby dni gorących i mroźnych wyznaczonych na podstawie pomiarów na porównywanych stacjach.

7. Wyznaczenie dat początku i końca termicznych okresów rolniczych na bazie mierzonej na stacji automatycznej temperatury powietrza spowodowało ich przesunięcie względem dat obliczonych w oparciu o pomiar standardowy, a w konsekwencji zmianę długości trwania każdego z okresów.

PIŚMIENNICTWO

- Baciu M., Copaciu V., Breza T., Cheval S., Pescaru I.V., 2005. Preliminary results obtained following the intercomparison of the meteorological parameters provided by automatic and classic stations in Romania. TECO-2005, Instruments and observing methods, WMO/TD-No.1265, CD edition.
- Budzik T., Marszał M., 2006. Porównanie temperatury powietrza w klatce meteorologicznej i osłonie antyradiacyjnej na przykładzie pomiarów w Sosnowcu w roku 2003. *Annales UMCS, Lublin*, vol. LXI, 4, sectio B, 107-115.

- Durło G., 2001. Porównanie wyników pomiarów standardowych i automatycznych stacji meteorologicznej na Kopciowej w Krynicy. Problematyka pomiarów i opracowań elementów meteorologicznych. Suplement, Wyd. UMCS, Lublin, 35-42.
- Gajar B., Ondráš M., Kubjatková D., Zahumenský I., 1999. Long-term data comparison of automatic weather station (AWOS) and climatological data. 2nd Intern. Conf. On Experiences with Automatic Weather Stations, heft 20, Central Institute for Meteorology and Geodynamics, Vienna.
- Joyce A., Adamson J., Huntley B., Parr T., Baxter R., 2001. Standardization of temperature observed by automatic weather stations. Environmental Monitoring and Assessment 68, Kluwer Academic Publishers, 127-136.
- Kejna M., Uscka-Kowalkowska J., 2006. Porównanie wyników pomiarów meteorologicznych w Stacji ZMŚP w Koniczynie (Pojezierze Chełmińskie) wykonanych metodą tradycyjną i automatyczną w roku hydrologicznym 2002. Annales UMCS, Lublin, vol.LXI, 4, sectio B, 208-217
- Koźmiński Cz., Michalska B., 2001. Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce. Wyd. Akad. Roln. w Szczecinie.
- Koźmiński Cz., Michalska B., 2003. Agrometeorologia i klimatologia. Wyd. Akad. Roln w Szczecinie.
- Lorenc H., 2006. Ocena jakości danych meteorologicznych po wprowadzeniu automatycznych przyrządów rejestrujących na sieci IMGW. Annales UMCS, Lublin, vol. LXI, 4, sectio B, 256-266.
- Łabędzki L., Roguski W., Kasperska W., 2001. Ocena pomiarów meteorologicznych prowadzonych stacją automatyczną. Przegl. Nauk. Wydz. Inż. i Kszt. Środ. 21, SGGW, Warszawa, 195-201.
- Mazurczyk W., Wierzbicka A., Goc K., 2001. Porównanie pomiarów meteorologicznych uzyskanych metodą tradycyjną oraz za pomocą automatycznej stacji Campbella. Problematyka pomiarów i opracowań elementów meteorologicznych. Suplement, Wyd. UMCS, Lublin, 67-73.
- Perini L., Carmen Beltrano M., 2003. Linking of traditional and automatic stations data: operational experience of UCEA. 3^a Conferencia International Sobre Experiencias con Estaciones Meteorológicas Automáticas, Torremolinos (Malaga).
- Rojek M., Rojek M., 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.
- Skowera-Baranowska M., 1996. Porównanie wyników pomiaru temperatury powietrza i opadu z sieci standardowej i automatycznej posterunków meteorologicznych w okolicy Krakowa. Wiad. IMGW, t. XIX(XL), z. 1, Kom. Nauk., 147-161.
- Spengler R., 1999. Use of AWS-data in climatology-experiences and perspectives at DWD. 2nd Intern. Conf. On Experiences with Automatic Weather Stations, heft 20, Central Institute for Meteorology and Geodynamics, Vienna.
- Szwejkowski Z., 1999. Porównanie wyników pomiarów dokonywanych za pomocą klasycznej i automatycznej stacji meteorologicznej. Folia Universitatis Agriculture Stetinensis 202, Agricultura (89), Szczecin, 199-202.
- Żarski J., Dudek S., Kuśmierk R., 2001. Wstępna ocena przydatności automatycznej stacji pomiarowej do badań agrometeorologicznych. Zesz. Nauk. ATR nr 236 Rolnictwo 47, 129-134.

THE USEFULNESS OF AUTOMATIC WEATHER STATION
FOR THERMAL AIR CONDITIONS CHARACTERISTICS

Renata Kuśmierk

Department of Land Reclamation and Agrometeorology,
University of Technology and Life Sciences
ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz
e-mail: rkusmier@utp.edu.pl

Abstract. The aim of the study was comparison of air temperature measured with classic and automatic weather stations. Basing on the temperature data, some agricultural thermic factors were calculated (mean air temperature, maximal and minimal temperature, number of hot ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) and frosty ($t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$) days, date of beginning, end, and duration of thermic winter, ripening season and growing season). With the obtained results, prospects for automatic data use for agricultural enterprise were evaluated, along with the maintenance of homogeneous data series. The investigation was based on data obtained in the years 2000-2004 from classic and automatic (Eijkelkamp) weather stations set in Mochelek near Bydgoszcz. It was assumed that in agrometeorological research the fundamental interval of a factor is its ten-day value. Series of mean values numbering from 45 to 180 (ten-day means in seasons, warm and cold half-year and a year) obtained from classic and automatic measurements were compared. Particular consideration of correlative results was done to assign mathematical formulas that would allow alternative use of the classic and automatic data series.

Keywords: air temperature, automatic weather station (AWS)