

*Maria Stopa, Urszula Kossowska*

## RÓŻNICE WSKAZAŃ TEMPERATURY NA PSYCHROMETRZE AUGUSTA I ASSMANNA

We wszelkiego rodzaju opracowaniach temperatur materiałem podstawowym są wyniki obserwacji ze stacji klimatologicznych, uzyskane z odczytów termometru suchego umieszczonego w klatce meteorologicznej i wchodzącego w skład psychrometru Augusta. W badaniach specjalnych (mikroklimatycznych i in.) przyrządem służącym do pomiaru temperatury powietrza jest głównie psychrometr Assmanna. Zachodząca często konieczność zestawienia wyników pomiaru temperatury tymi dwoma przyrządami nasuwa pytanie, czy wskazania ich są w pełni porównywalne (nawet przy wykonywaniu pomiarów psychrometrem Assmanna na tej samej wysokości na jakiej umieszczony jest psychrometr Augusta tj. na wysokości 2 m nad gruntem); czy sam rodzaj przyrządu i sposób jego umieszczenia nie wpływa na jego wskazania?

Próba odpowiedzi na to pytanie została podjęta w Katedrze Klimatologii UW. W tym celu na śródmiejskiej stacji klimatologicznej, prowadzonej przez Katedrę Klimatologii, została rozpoczęta seria jednoczesnych pomiarów obydwu typami psychrometrów (na wys. 2 m nad gruntem podczas trzech obserwacji: o godz. 7, 13, 21). Wyniki tych obserwacji za okres jednego roku (kwiecień 1963 — kwiecień 1964) pozwoliły stwierdzić, że istniejące różnice we wskazaniach temperatury na obydwu typach psychrometrów wykazują zależność zarówno od samej wartości temperatury, jak i prędkości wiatru i wielkości zachmurzenia. W porównaniu tym za podstawę przyjęto wskazania temperatury na psychrometrze Augusta, badając różnicę pomiędzy wskazaniem psychrometru Augusta a wskazaniem psychrometru Assmanna. Analizy tych różnic dokonano kolejno dla trzech terminów obserwacyjnych i dla wszystkich terminów wspólnie. W pierwszym (porannym) terminie obserwacyjnym (tab. 1) wartości rozpatrywanych różnic wahają się od  $-1,3^{\circ}$  do  $+0,8^{\circ}$ , przy czym różnice poniżej  $-0,8^{\circ}$  i powyżej  $+0,3^{\circ}$  stanowią przypadki sporadyczne. Najczęściej spotykaną wartością różnicy w tym terminie jest

Tabela 1

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od temperatury  
I termin

$t$	$-18,0 - (-16,1)$	$-16,0 - (-14,1)$	$-14,0 - (-12,1)$	$-12,0 - (-10,1)$	$-10,0 - (-8,1)$	$-8,0 - (-6,1)$	$-6,0 - (-4,1)$	$-4,0 - (-2,1)$	$-2,0 - (-0,1)$	$0,0 - 1,9$	$2,0 - 3,9$	$4,0 - 5,9$	$6,0 - 7,9$	$8,0 - 9,9$	$10,0 - 11,9$	$12,0 - 13,9$	$14,0 - 15,9$	$16,0 - 17,9$	$18,0 - 19,9$	$20,0 - 21,9$	$22,0 - 23,9$	$\Sigma$	
$\Delta Ag-As$																							
1,3																							1
1,2																							3
1,1																							1
1,0				1																1			5
0,9																							5
0,8											1												10
0,7																							4
0,6																							12
0,5																							13
0,4																							32
0,3																							33
0,2																							39
0,1																							65
0,0																							54
+	1	1	1	2	2	5	3	3	7	2	2	4	1	4	1								43
+				1																			15
+		1	1																				4
+																							2
+																							2
+																							2
+																							1
+																							1
+																							1
$\Sigma$	2	2	5	9	8	15	16	18	22	29	13	17	17	20	26	21	36	35	18	12	3		344

Tabela 2

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od temperatury  
II termin

$t$	$\Delta Ag-As$	-16,0 - (-14,1)	-14,0 - (-12,1)	-12,0 - (-10,1)	-10,0 - (-8,1)	-8,0 - (-6,1)	-6,0 - (-4,1)	-4,0 - (-2,1)	-2,0 - (-0,1)	0,0 - 1,9	2,0 - 3,9	4,0 - 5,9	6,0 - 7,9	8,0 - 9,9	10,0 - 11,9	12,0 - 13,9	14,0 - 15,9	16,0 - 17,9	18,0 - 19,9	20,0 - 21,9	22,0 - 23,9	24,0 - 25,9	26,0 - 27,9	28,0 - 29,9	30,0 - 31,9	32,0 - 33,9	34,0 - 35,9	$\Sigma$		
-1,3													1																	1
-1,2																														1
-1,1												1																		1
-1,0																														1
-0,9																														1
-0,8																														1
-0,7																														1
-0,6																														1
-0,5																														1
-0,4																														1
-0,3																														1
-0,2																														1
-0,1																														1
0,0																														1
+0,1																														1
+0,2																														1
+0,3																														1
+0,4																														1
+0,5																														1
+0,6																														1
+0,7																														1
+0,8																														1
+0,9																														1
+1,0																														1
$\Sigma$		1	1	1	6	2	4	5	4	10	4	4	1	1	6	3	2	3	5	5	5	4	4	1	1	1	3	1	1	849

Tabela 3

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od temperatury  
III termin

$t$	$\Delta Ag-As$	-14,0 - (-12,1)	-12,0 - (-10,1)	-10,0 - (-8,1)	-8,0 - (-6,1)	-6,0 - (-4,1)	-4,0 - (-2,1)	-2,0 - (-0,1)	0,0 - 1,9	2,0 - 3,9	4,0 - 5,9	6,0 - 7,9	8,0 - 9,9	10,0 - 11,9	12,0 - 13,9	14,0 - 15,9	16,0 - 17,9	18,0 - 19,9	20,0 - 21,9	22,0 - 23,9	24,0 - 25,9	26,0 - 27,9	28,0 - 29,9	30,0 - 31,9	$\Sigma$	
+0,1	$\Delta Ag-As$	2	1	1	4	6	3	3	3	2	2	1	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	44
+0,2				4	1	3	7	6	2	1	1	1	1	3	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	34
+0,3				1	1	1	5	4	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	8
+0,4					1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	4
+0,5						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
+0,6						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
+0,7						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
+0,8						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
+0,9						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
+1,0						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24
$\Sigma$		2	8	9	10	24	21	23	35	9	11	17	29	16	18	25	26	35	24	5	9	5	1	1	362	

Tabela 4

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od temperatury  
I + II + III termin

$t$	$\Delta Ag-As$	-18,0 - (-16,1)	-16,0 - (-14,1)	-14,0 - (-12,1)	-12,0 - (-10,1)	-10,0 - (-8,1)	-8,0 - (-6,1)	-6,0 - (-4,1)	-4,0 - (-2,1)	-2,0 - (-0,1)	0,0 - 1,9	2,0 - 3,9	4,0 - 5,9	6,0 - 7,9	8,0 - 9,9	10,0 - 11,9	12,0 - 13,9	14,0 - 15,9	16,0 - 17,9	18,0 - 19,9	20,0 - 21,9	22,0 - 23,9	24,0 - 25,9	26,0 - 27,9	28,0 - 29,9	30,0 - 31,9	32,0 - 33,9	34,0 - 35,9	$\Sigma$
+ 0,1	1	1	1	1	3	5	11	11	15	13	8	7	2	10	4	1	2	6	4	4	3	3	3	2	1	1	1	1	131
+ 0,2	1	1	3	1	3	6	5	8	11	5	2	2	1	2	4	2	5	1	1	3	7	5	2	2	3	1	1	1	77
+ 0,3	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	3	3	2	3	2	1	2	2	1	77
+ 0,4	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	21
+ 0,5	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	8
+ 0,6	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	6
+ 0,7	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	4
+ 0,8	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	7
+ 0,9	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	13
+ 1,0	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	18
+ 1,1	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	19
+ 1,2	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	31
+ 1,3	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	69
+ 1,4	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	83
+ 1,5	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	123
+ 1,6	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	184
+ 1,7	1	1	3	1	3	5	5	4	1	3	2	1	1	2	4	1	2	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	208
$\Sigma$		2	2	8	18	23	38	51	62	67	99	36	37	43	66	64	59	76	76	74	61	38	29	12	3	7	3	1	1055

—0,1° (65 przypadków na 344), często też pojawia się zrównanie wskazań tzn. różnica równa 0,0° (54 przypadki). Większość przypadków mieści się w granicach od —0,4° do +0,1°. Znak analizowanej różnicy wykazuje związek z wysokością temperatury: w temperaturach ujemnych różnice ujemne pojawiają się równie często jak dodatnie i wraz ze spadkiem temperatury wyraźnie wzrasta częstość występowania różnic dodatnich, a zakres wahań ich wartości zmniejsza się (jeśli pominąć pojedyncze przypadki odchyłeń o większej wartości). Przy temperaturach dodatnich różnice ujemne występują częściej niż dodatnie i częstość ich pojawiania się wzrasta ze wzrostem temperatury, a zakres wahań ich wartości powiększa się. Prawidłowość ta nie zaznacza się tak wyraźnie w pozostałych terminach obserwacyjnych.

W drugim (południowym) terminie obserwacyjnym (tab. 2) wskazania obydwu typów psychrometrów najczęściej są zgodne, tj. wielkość różnicy równa 0,0° (66 przypadków na 349), bardzo często notowana jest różnica —0,1° (53 przypadki), ale ilościowa przewaga różnic ujemnych nad dodatnimi jest stosunkowo niewielka. Wartości różnic wahają się od —1,2° do +0,7°, a poniżej —0,7° i powyżej +0,6° występują sporadycznie. Większość przypadków mieści się w granicach od —0,3° do +0,3° i aczkolwiek, podobnie jak w terminie porannym, zaznacza się pewna przewaga liczbowa różnic dodatnich nad ujemnymi w temperaturach ujemnych i w dodatnich — odwrotnie, to regularność ta nie jest tak wyraźna i zupełnie zanika przy temperaturach wyższych od 22°, kiedy to częstość występowania różnic ujemnych i dodatnich jest taka sama, a przy temperaturach ponad 30° wyraźną przewagę mają ponownie odchylenia dodatnie.

W terminie wieczornym (trzecim) (tab. 3) również najczęściej spotykana jest wartość różnicy 0,0° (88 przypadków na 362) i —0,1° (66 przypadków), przy zakresie wahań od —1,1° do +0,9° w tym różnice mniejsze od —0,7° i większe od +0,4° pojawiają się sporadycznie, a większość przypadków mieści się w granicach od —0,4° do +0,2° i przy dwukrotnie większej liczbie odchyłeń ujemnych niż dodatnich.

Zestawienie różnic temperatury zmierzonej psychrometrami Augusta i Assmanna z wszystkich trzech terminów (tab. 4) wykazuje, że wielkość tych różnic waha się od —1,3° do +0,9° z czego większość mieści się w granicach od —0,4° do +0,2° (83%), a najczęściej spotykanym przypadkiem jest różnica 0,0° (20%), a następnie —0,1° (17%). Różnic ujemnych jest blisko dwukrotnie więcej niż dodatnich, szczególna przewaga ilościowa tych odchyłeń daje się zauważyć w temperaturach dodatnich, lecz nie przekraczających 22°, powyżej której to wartości liczby odchyłeń dodatnich i ujemnych wyrównują się i przy najwyższych notowanych temperaturach częściej występują różnice dodatnie niż ujemne.

Tabela 5

Średnie wartości różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w powiązaniu z temperaturą

termin \ t	-18,0 — (-16,1)		-16,0 — (-14,1)		-14,0 — (-12,1)		-12,0 — (-10,1)		-10,0 — (-8,1)		-8,0 — (-6,1)		-6,0 — (-4,1)		-4,0 — (-2,1)		-2,0 — (-0,1)		0,0 — 1,9		2,0 — 3,9		4,0 — 5,9		6,0 — 7,9														
I	0,05	0,20	0,00	-0,17	-0,05	0,01	0,02	-0,12	-0,01	-0,11	-0,05	-0,26	-0,19	—	—	-0,20	-0,30	0,08	0,08	0,08	0,08	-0,01	-0,05	-0,09	-0,07	-0,31	—	—	0,20	-0,10	0,09	0,05	-0,01	0,01	-0,05	-0,09	-0,03	-0,05	-0,14
Średnia	0,05	0,20	0,02	-0,14	0,04	0,05	0,02	0,00	-0,02	-0,08	-0,06	-0,15	-0,20																										

Ciąg dalszy tablicy 5.

8,0 — 9,9	10,0 — 11,9	12,0 — 13,9	14,0 — 15,9	16,0 — 17,9	18,0 — 19,9	20,0 — 21,9	22,0 — 23,9	24,0 — 25,9	26,0 — 27,9	28,0 — 29,9	30,0 — 31,9	32,0 — 33,9	34,0 — 35,9
-0,24	-0,23	-0,34	-0,26	-0,34	-0,29	-0,44	-0,40	—	—	—	—	—	—
-0,16	-0,18	-0,08	-0,02	-0,11	0,01	-0,02	0,03	0,06	-0,04	0,00	0,15	0,10	0,10
-0,14	-0,10	-0,12	-0,14	-0,06	-0,19	-0,08	-0,12	-0,12	-0,08	—	0,70	—	—
-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,20	-0,16	-0,13	-0,02	0,00	-0,06	0,00	0,23	0,10	0,10

Wartości średnie analizowanych różnic, rozpatrywane dla dwustopniowych przedziałów temperatury wykazują regularność (tab. 5): w terminie porannym w temperaturach ujemnych wartości ich są bliskie zera, dodatnie lub ujemne; w temperaturach dodatnich ujemne: do 4° ok. —0,1°, od 4° do 12° ok. —0,2°, od 12° do 20° ok. —0,3° i powyżej 20° ok. —0,4°. W terminie południowym w temperaturach ujemnych różnice są dodatnie (przy pominięciu temperatur od —14,0° do —12,1° i od —12,0° do —10,1°, które to przedziały reprezentowane są przez jeden przypadek — z różnicą ujemną), w temperaturach dodatnich ujemne: największe co do wartości w przedziałach od 6,0° do 12,0° — ok. —0,2° — —0,3° i powyżej

Tabela 6

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od temperatury  
I termin

$\Delta t_{Ag-As}$ V	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$\Sigma$
0-2	1	3	1	4	5	6	1	8	12	13	23	20	33	26	17	6	3	2		1					185
3-5				1		4	3	4	1	16	10	16	24	24	24	8	1		1			1			138
6-10										3		3	8	4	2	1									21
> 10																									
$\Sigma$	1	3	1	5	5	10	4	12	13	32	33	39	65	54	43	15	4	2		2			1		344

Tabela 7

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od temperatury  
II termin

$\Delta t_{Ag-As}$ V	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$\Sigma$
0-2							3	2	6	5	8	17	18	22	16	13	9	6	2	2	1				130
3-5		1				1	4	1	2	6	16	22	25	31	22	12	13	9	4	2	1				172
6-10								2	2	2	2	4	10	12	6	3	3		1						45
> 10												1		1											2
$\Sigma$		1				1	7	3	10	13	26	44	53	66	44	28	25	15	7	4	2				349

18,0° bardzo bliskie zera; w temperaturach ponad 30° ponownie dodatnie. W terminie wieczornym, podobnie jak w porannym — w temperaturach ujemnych są bliskie zera, dodatnie lub ujemne, w dodatnich ujemne, lecz na ogół mniejsze co do wartości niż w terminach poprzednich (przeciętnie ok.  $-0,1^{\circ}$ ).

Różnice pomiędzy wskazaniami temperatur na psychrometrach Augusta i Assmanna, rozpatrywane w zależności od temperatury bez względu na porę dnia, wykazują następujące wartości: poniżej  $0^{\circ}$  — ok.  $0,0^{\circ}$ , od  $0^{\circ}$  do  $5^{\circ}$  — ok.  $-0,1^{\circ}$ , od  $5^{\circ}$  do  $20^{\circ}$  ok.  $-0,2^{\circ}$ , od  $20^{\circ}$  do  $22^{\circ}$  ok.  $-0,1^{\circ}$ , od  $22^{\circ}$  do  $30^{\circ}$  ok.  $0,0^{\circ}$  i od  $30^{\circ}$  do  $36^{\circ}$  ok.  $0,1^{\circ}$ .

Zestawienie wielkości różnic temperatury odczytywanych na psychrometrach Augusta i Assmanna w powiązaniu z prędkością wiatru (tab. 6—9) w przedziałach prędkości: 0—2 m/sek, 3—5 m/sek, 6—10 m/sek, ponad 10 m/sek wykazało, że wraz ze wzrostem prędkości wiatru maleje zakres wahań ich wartości, a różnica równa  $0,0^{\circ}$  pojawia się coraz częściej. W terminie porannym, bez względu na prędkość wiatru, najczęściej występuje różnica równa  $-0,1^{\circ}$ , a w pozostałych tj. południowym i wieczornym równa  $0,0^{\circ}$ , przy czym bez względu na termin i prędkość wiatru utrzymuje się ilościowa przewaga różnic ujemnych nad dodatnimi. Przewaga ta jest największa przy prędkościach ponad 5 m/sek oraz poniżej 2 m/sek; przy wiatrach 3—5 m/sek stosunek liczby różnic ujemnych do dodatnich jest wyrównany, co szczególnie silnie zaznacza się w porannym terminie. Wartości średnie (tab. 10) rozpatrywanych różnic wykazują największą zależność od prędkości wiatru rano, kiedy to wyraźnie maleją wraz z jej wzrostem; mniej wyraźnie zaznacza się to wieczorem, a w południe występuje nawet wzrost. Zestawienie średnich różnic dla wszystkich trzech terminów wykazuje jednak zmniejszanie się ich ze wzrostem prędkości wiatru.

Podobnie zarysowuje się zależność wartości różnic od wielkości zachmurzenia: większemu zachmurzeniu towarzyszy zmniejszenie się tych różnic, choć zależność ta w kolejnych terminach zaznacza się w odmienny sposób (tab. 11—14). Rano przy zachmurzeniu 0—2 najczęściej występują różnice  $-0,3^{\circ}$  i  $-0,2^{\circ}$ , przy zachmurzeniu 2—8 różnica  $-0,1^{\circ}$  i powyżej 8 —  $0,0^{\circ}$  i  $-0,1^{\circ}$ . W południe przy zachmurzeniu 0—2 przeważają różnice dodatnie, przy zachmurzeniu powyżej 2 najczęściej występuje różnica  $0,0^{\circ}$ , przy tym przy zachmurzeniu 2—8 częściej pojawiają się różnice dodatnie niż ujemne, zaś przy zachmurzeniu powyżej 8 — odwrotnie. Wieczorem przy zachmurzeniu 0—2 najczęściej stwierdza się różnicę  $-0,1^{\circ}$ , przy większym od 2 —  $0,0^{\circ}$ ; przy zachmurzeniu 8—10 przewaga ilościowa odchyłań ujemnych nad dodatnimi jest zdecydowanie większa niż przy zachmurzeniu 2—8.

Tabela 8

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od prędkości wiatru  
III termin

$\Delta t_{Ag-As}$ V	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$\Sigma$
0-2			2		1	2	5	3	5	16	11	20	32	38	20	15	8	4			2	1			185
3-5					1		2	1	2	5	11	17	29	37	21	18							1		145
6-10									1	3	2	3	5	13	3	1			1						32
>10																									
$\Sigma$			2		2	2	7	4	8	24	24	40	66	88	44	34	8	4	1		2	1	1		362

Tabela 9

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od prędkości wiatru  
I + II + III termin

$\Delta t_{Ag-As}$ V	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$\Sigma$
0-2	1	3	3	4	6	8	9	13	23	34	42	57	83	86	53	34	20	12	2	3	3	1			500
3-5		1		1	1	5	9	6	5	27	37	55	78	92	67	38	14	9	4	3	1	1	1		455
6-10									3	8	4	10	23	29	11	5	3		2						98
>10												1		1											2
$\Sigma$	1	4	3	5	7	13	18	19	31	69	83	123	184	208	131	77	37	21	8	6	4	2	1		1055

Tabela 10

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag} - t_{As}$ ) w zależności od prędkości wiatru

termin \ V	0 — 2	3 — 5	6 — 10	> 10
I	— 0,24	— 0,14	— 0,10	
II	— 0,03	— 0,03	— 0,04	— 0,10
III	— 0,09	— 0,06	— 0,08	
Średnia	— 0,13	— 0,07	— 0,06	— 0,10

Zestawienie rozpatrywanych różnic ze wszystkich trzech terminów pozwala stwierdzić, że ze wzrostem zachmurzenia maleje zakres wahań tej różnicy i częściej pojawia się jej wartość równa  $0,0^{\circ}$ .

Wartości średnie (tab. 15) różnicy wyraźnie maleją ze wzrostem zachmurzenia rano, zachowując wartości ujemne; wieczorem są również ujemne, lecz nie wykazują regularnej zmiany odpowiadającej zmianie zachmurzenia; w południe przy małym zachmurzeniu są dodatnie, przy większym ujemne i wzrastają wraz z jego wzrostem.

Przedstawiona analiza różnic we wskazaniach temperatury na psychrometrach Augusta i Assmanna w warunkach śródmiejskich pozwoliła stwierdzić, że wskazania te najczęściej są zgodne lub różnią się od siebie o wielkość mieszczącą się w granicach dokładności odczytu tych przyrządów tj. o  $0,1^{\circ}$  (blisko połowa przypadków). Szczegółowa analiza wszystkich różnic w powiązaniu z temperaturą, prędkością wiatru i wielkością zachmurzenia wykazała, że elementy pogody wpływają na rozbieżności we wskazaniach temperatury na dwóch typach przyrządów; zaznacza się również zależność tych rozbieżności od pory dnia. W godzinach porannych, bez względu na warunki pogodowe, temperatura odczytywana na psychrometrze aspiracyjnym Assmanna w większości przypadków jest wyższa niż na psychrometrze Augusta, ustawionym w klatce meteorologicznej: (223 przypadki na 344 przy 54 o jednakowych wskazaniach obu przyrządów). Związane jest to ze wzrostem temperatury w tej porze dnia; wzrost ten w klatce następuje z pewnym opóźnieniem w stosunku do otoczenia, stąd na ogół niższe temperatury stwierdza się na termometrze suchym psychrometru Augusta. Wniosek ten potwierdza fakt, że sytuację odwrotną tj. wskazania temperatury na psychrometrze Augusta wyższe niż na psychrometrze aspiracyjnym obserwuje się częściej bądź przy dużym zachmurzeniu (powyżej 8), bądź przy wiatrach umiarkowanych (6—

Tabela 11

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od wielkości zachmurzenia

I termin

$\Delta_{Ag-As}$ N	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$\Sigma$	
0-2	1			5	1	6	3	5	9	7	11	11	9	6	10	3		1		1						90
2-8		1			1	1	1	1	2	8	4	4	15	5	4	3				1						51
8-10		2	1		3	3		6	2	17	18	24	41	43	29	9	4	1								203
$\Sigma$	1	3	1	5	5	10	4	12	13	32	33	39	65	54	43	15	4	2		2			1		344	

Tabela 12

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od wielkości zachmurzenia

II termin

$\Delta_{Ag-As}$ N	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$\Sigma$	
0-2							2		2		3	5	7	9	7	7	9	7	2	1						61
2-8						1	1	1	1	3	5	9	10	15	9	13	9	4	1	2	2					85
8-10					1		4	2	7	10	18	30	36	42	28	8	7	4	4	1						203
$\Sigma$					1	7	3	10	13	26	44	53	66	44	28	25	15	7	4	4	2				349	

Tabela 13

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od wielkości zachmurzenia  
III termin

$\Delta_{Ag-As}$ N	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$\Sigma$
0-2			2		1		3	1	3	8	6	15	20	16	13	16	3	1	1				1		110
2-8					1		2	1		4	1	8	14	23	6	9	2	1		2		2	1		75
8-10						2	2	2	5	12	17	17	32	49	25	9	3	2							177
$\Sigma$			2		2	2	7	4	8	24	24	40	66	88	44	34	8	4	1		2	1	1		362

Tabela 14

Częstość występowania różnic ( $t_{Ag}-t_{As}$ ) w zależności od wielkości zachmurzenia  
I + II + III termin

$\Delta_{Ag-As}$ N	-1,3	-1,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$\Sigma$
0-2	1		2	5	2	6	8	6	14	15	20	31	36	31	30	26	12	9	3	2		1	1		261
2-8		1			2	1	4	3	3	15	10	21	39	43	19	25	11	5	1	3	4	1			211
8-10						6	6	10	14	39	53	71	109	134	82	26	14	7	4	1					583
$\Sigma$	1	4	3	5	7	13	18	19	31	69	83	123	184	208	131	77	37	21	8	6	4	2	1		1055

—10 m/sek) tj. w sytuacjach, gdy wzrost temperatury jest osłabiony lub wymiana powietrza między klatką a otoczeniem jest wzmożona. Ponadto jeszcze wyższe temperatury w klatce stwierdzone są przy niskich temperaturach (ujemnych).

W ciągu dnia wyższe temperatury również częściej są obserwowane na psychrometrze Assmanna niż Augusta, ale znaczna jest też liczba przypadków odwrotnych (158 i 125 na 349) przy 66 przypadkach wskazań

Tabela 15

Średnie wartości różnic ( $t_{Ag} - t_{As}$ ) w zależności od wielkości zachmurzenia

termin \ N	0 — 2	2 — 8	8 — 10
I	— 0,31	— 0,20	— 0,13
II	0,07	0,04	— 0,09
III	— 0,09	— 0,03	— 0,10
Średnia	— 0,16	— 0,08	— 0,07

jednakowych. Wskazuje to na większą złożoność stosunków termicznych w warstwie przyziemnej w tym okresie doby. Bliższa analiza wykazuje, że na kształtowanie się różnic we wskazaniach obydwu typów psychrometrów większy wpływ wywiera wielkość zachmurzenia niż prędkość wiatru. We wszystkich rozpatrywanych przedziałach prędkości stosunki liczb różnic ujemnych (odpowiadających wyższej temperaturze na psychrometrze Assmanna) do dodatnich są bardzo bliskie sobie, podobnie w wartościach różnicy przy różnych prędkościach wiatru nie zaznacza się istotne zróżnicowanie (tab. 7 i 10), natomiast analogiczne zestawienia dla różnych wielkości zachmurzenia wykazują jego zasadniczy wpływ na kształtowanie się tych różnic. I tak: przy małym zachmurzeniu w godzinach południowych psychrometr Augusta wykazuje częściej temperaturę wyższą niż psychrometr Assmanna, co wiąże się z nagrzaniem klatki przez promienie słoneczne. Prawdopodobnie taka sytuacja szczególnie zachodzi w warunkach pogody bezwietrznej lub z bardzo słabym wiatrem; przy wiatrach silniejszych mimo małego zachmurzenia, psychrometr Augusta wskazuje temperaturę niższą niż psychrometr Assmanna. Przy dużym zachmurzeniu dwukrotnie częściej psychrometr aspiracyjny wykazuje temperaturę wyższą niż psychrometr umieszczony w klatce, a wartość średnia różnicy ich wskazań jest ujemna. Oznacza to,

że w warunkach silnego zachmurzenia powietrze w klatce pozostaje chłodniejsze od otoczenia przynajmniej do godzin południowych.

Wieczorem psychrometr Assmanna częściej wykazuje temperaturę wyższą niż psychrometr Augusta, ale też często stwierdza się zgodne wskazania obu przyrządów (odpowiednio 179, 95 i 88 przypadków na 362). Przy małym zachmurzeniu i małej prędkości wiatru stosunek liczby różnic ujemnych (temperatura na psychrometrze Assmanna wyższa) do dodatnich jest mniejszy niż przy dużym zachmurzeniu i większych prędkościach wiatru; tj. w warunkach pogody wietrznej bądź pochmurnej w większości przypadków termometr suchy w klatce wskazuje temperaturę niższą niż psychrometr Assmanna; sytuacja odwrotna pojawia się stosunkowo częściej albo przy małym zachmurzeniu, albo przy słabym wietrze, a więc w warunkach bardziej sprzyjających nocnemu ochłodzeniu przez wypromieniowanie.

Rozważania powyższe odnoszą się do warunków miejskich; przy pomiarach temperatury w otwartym terenie różnice we wskazaniach obu rodzajów przyrządów mogą się okazać odmienne. Jednak nawet ta krótka seria uzyskana dla warunków miejskich nasuwa następujące wnioski:

1. przy opracowaniach temperatur nie wymagających ścisłej dokładności można porównywać ze sobą wyniki pomiarów psychrometrów stacyjnego Augusta i aspiracyjnego Assmanna. Błąd wynikły z takiego porównania będzie wahał się w granicach ok.  $\pm 0,5^\circ$  dla poszczególnych obserwacji i  $\pm 0,2^\circ$  dla wartości średnich dobowych za dłuższy okres obserwacyjny (miesiąc, rok).

2. przy opracowaniach wymagających dużej dokładności należy stosować poprawki dla wskazań psychrometru Assmanna; poprawki te będą różne co do znaku i wartości w zależności od wysokości temperatury powietrza, pory dnia, wielkości zachmurzenia, prędkości wiatru, a także — prawdopodobnie — od warunków, w jakich dokonuje się pomiaru temperatury. Próba wyznaczenia tych poprawek dla warunków miejskich będzie podjęta przez autorki po uzyskaniu dłuższej serii obserwacyjnej.

#### LITERATURA

- Kopcewicz T., *Wpływ prędkości wiatru na stałą psychrometryczną*, Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, T. 3, z. 4, Warszawa 1954.
- Rojecki A., *O różnicach we wskazaniach termometrów, w szczególności termometrów ekstremalnych, umieszczonych w klatkach meteorologicznych różnych typów*, Acta Geophisica Polonica, vol. 9, No 3, 1961.
- Demiańczuk P. P., *Analiza poprawności tablic psychrometrycznych używanych na polskiej sieci meteorologicznej oraz opracowań elementów wilgotności powietrza*, Biuletyn PIHM, Nr 4, Warszawa 1963.

Swiokło Z., *Zależność prędkości wiatru w klatce meteorologicznej od prędkości na wysokości wiatromierza stacyjnego*, Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, T. III, z. 4, Warszawa 1954.

Yamamoto G., Yamamoto A., *Effect of Wind Velocity on Psychrometer*, The Geophysical Magazine, Vol. XV, No 24, Tokyo, March 1948.

### Summary

The analysis presented here of the differences between temperature readings on August and Assmann psychrometers — readings made in midurban conditions for the period of one year (April 1963 to April 1964) — reveals, that usually these readings agree, or that they differ from each other by values within the limits of reading accuracy foreseen for apparatus of this kind, that is, by  $0,1^{\circ}$  (this referring to almost one half of all the readings made). A detailed examination of all the observed differences in combination with a study of temperature, wind velocity and degree of clouding shows, that these weather elements bear on the divergences in temperature readings on the two instruments mentioned; also noticeable is a dependence of these divergences on the time of day.

In the morning hours, irrespective of weather conditions, the temperatures read on Assmann's aspiration psychrometer are mostly higher than those on the August psychrometer placed in a meteorological screen: this was found in 223 cases out of 344, with 54 instances when readings were alike. This phenomenon must be ascribed to the temperature rising at this time of day: in the screen, the temperature rises with a certain lag compared with the surroundings of the screen, and this is the reason why, as a rule, the dry August psychrometer indicates lower temperatures. This conclusion is confirmed by the fact, that reverse conditions, that is, higher temperatures on the August psychrometer as against the aspiration psychrometer, are more often observed with heavy clouding (above 8), or with moderate winds (6—10 m/sec), — that is, under conditions when the temperature rises less, or when the air exchange between screen and outside air is increased. Further, higher temperatures within the screen are found when the air temperature is low (below zero). In the daytime also, higher temperatures are more often noted on the Assmann than on the August psychrometer; however, rather often readings are the opposite too (158 and 125 to a total of 349, while 66 readings were alike). This indicates a higher complexity of thermal conditions in the near-ground air layer during this part of the day. A close analysis reveals, that of greater influence upon differences between readings of the two psychrometer types is the degree of clouding than wind velocity. In all grades of wind velocity investigated, the number of minus differences (meaning lower temperatures on the Assmann psychrometer) very much resemble the number of plus differences; in a similar way, no essential differentiation in mean values between the two instruments was discovered at different wind velocities (Tables 7 and 10). On the other hand, in analogous comparisons for different degrees of clouding, we observe a basic influence of such differences. Thus, with minor clouding during noon hours, the August psychrometer shows a higher temperature more often than does the Assmann psychrometer — a fact to be ascribed to heating of the screen by insolation. This condition occurs probably particularly often during weather with no wind or very light wind; when winds are stronger, the August psychrometer shows lower temperatures than the Assmann instrument in spite of a low degree of clouding. When clouding is

intensive, the aspiration psychrometer indicates twice as often a higher temperature than the screen instrument, and the mean value of the differences is negative; this means, that with heavy clouds the air within the screen remains cooler than the outside air, until noontime at least.

In the evening, the Assmann psychrometer shows higher temperatures more often than does the August psychrometer; even so, frequently identical readings occur also (here the respective figures are 179, 95 and 88 cases, of 362). Under conditions of light clouding and slight wind velocities, the ratio of the number of negative Assmann readings to positive readings (Assmann readings being higher) is less than with heavy clouding and higher wind velocities; in other words, with windy and cloudy weather, the screened dry psychrometer shows more often lower values than the Assmann psychrometer. An inverse ratio occurs relatively more often, when there is little clouding or slight wind, that is, under conditions favouring nocturnal cooling due to heat emission.