

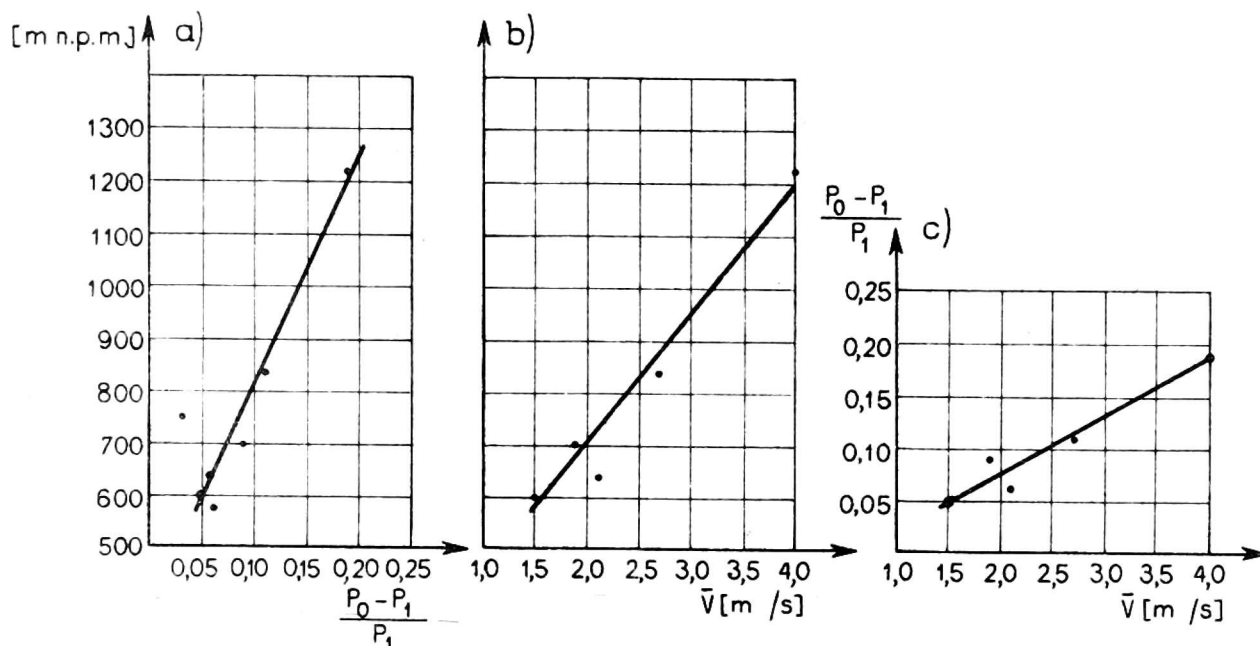
WPŁYW WIATRU NA POMIARY OPADÓW W GÓRACH METODĄ STANDARDOWĄ

Janusz Małecki, Ryszard Stopka

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Oddział we Wrocławiu

Pomiary opadów metodą standardową (tj. na wysokości 1 m nad poziomem gruntu) obarczone są licznymi błędami, z których największy spowodowany jest wpływem wiatru. W związku z tym opad atmosferyczny zmierzony w ten sposób może być uważany jedynie za wskaźnik opadowy. Dotychczasowe badania wielu autorów wykazały bowiem, że do powierzchni gruntu dociera znacznie więcej opadu od zmierzonego w sposób konwencjonalny [1-8, 11-14]. W górach, gdzie prędkość wiatru jest większa niż na nizinach, wielkość błędu pomiarowego jest znaczna. W celu jego eliminacji podejmowano rozmaite działania, np. stosowano różnego typu osłony deszczomierzy, wprowadzano do obliczeń poprawki.

Nawiązując do wyników badań otrzymanych dla różnych obszarów, dokonano w niniejszym opracowaniu oceny wpływu wiatru na pomiary opadów w górach metodą standardową, przy czym wykorzystano wyniki pomiarów opadu atmosferycznego na poziomie gruntu (P_0) i standardowym (P_1) oraz średnią prędkość wiatru. Prędkość wiatru mierzono za pomocą wiatromierza Wilda na wysokości 10 m nad poziomem gruntu w 5 stacjach klimatologicznych (1973-1977) oraz w kilku posterunkach opadowych (serie 2-3-letnie), zlokalizowanych na obszarze Masywu Śnieżnika Kłodzkiego w strefie hipsometrycznej 590-1220 m n.p.m. Rozpatrując średnie sezonowe (V-X) wartości względnego błędu standardowego pomiaru opadu, określonego jako stosunek $\frac{P - P_1}{P_1}$, stwierdzono na poszczególnych stacjach badanego obszaru, że błąd ten rośnie liniowo wraz z wysokością położenia stacji n.p.m. (rys. 1a). Wraz z wyniesieniem stacji n.p.m. wzrasta również średnia sezonowa prędkość wiatru (rys. 1b). Wynikający z tego wzrost średniego sezonowego błędu pomiaru opadu zgodny ze zmianami średniej sezonowej prędkości wiatru na badanym obszarze przedstawiono na rysunku 1c. Podobne wyniki uzyskał dla Sudetów Kwiatkowski [6].



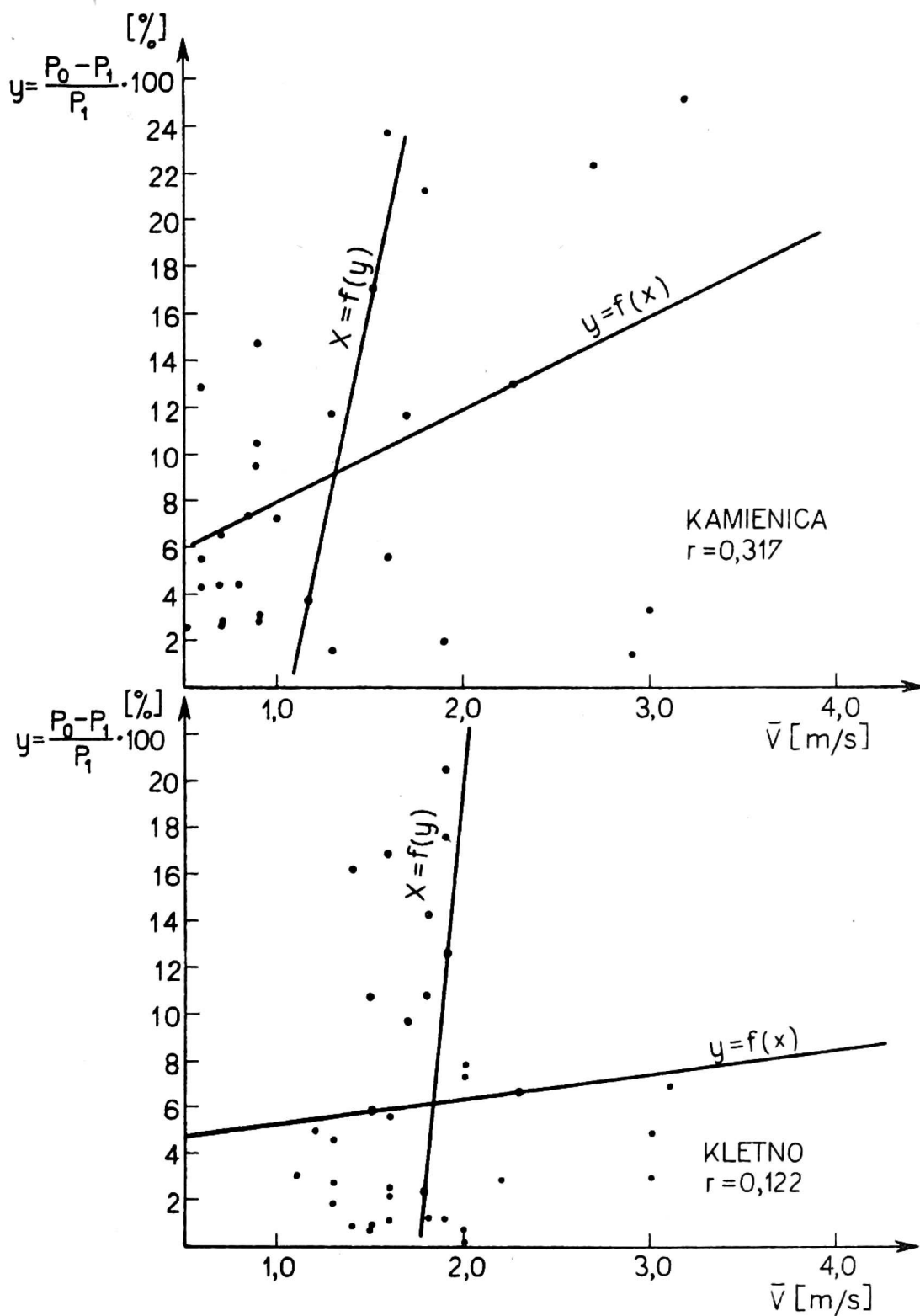
Rys. 1. Współzależności orientujące o wpływie: a - wysokości n.p.m. na średni sezonowy błąd pomiaru opadów standardowych, b - wysokości położenia stacji n.p.m. na średnią sezonową prędkość wiatru, c - średniej sezonowej prędkości wiatru na wielkość sezonowego błędu pomiaru opadów standardowych

Analiza średnich miesięcznych wartości błędu pomiaru opadu i prędkości wiatru przeprowadzona dla 2 stacji klimatologicznych (spośród pięciu) wskazuje na brak ścisłego związku między rozpatrywanymi cechami. Na rysunku 2 przedstawiono linie regresji pierwszego rodzaju otrzymane z analizy statystycznej powyższych zależności. Współczynniki korelacji uzyskane metodą punktową wynoszą odpowiednio dla Kamienicy $r = 0,317$, a dla Kletna $r = 0,122$.

Co się tyczy przedziałów czasowych, to nie otrzymano dla nich poprawy wyników. Podobne rezultaty odnotowali Neff [7] i Rodda [8].

Mając na uwadze wszystkie powyższe spostrzeżenia oraz fakt, że pomiary prędkości wiatru prowadzone są w mniejszej liczbie punktów pomiarowych, znacznie praktyczniejsza wydaje się metoda wyznaczania wartości opadu P_0 w funkcji wskaźnika opadu atmosferycznego P_1 , jak to proponują Jaworski [4], czy też Neff [7].

Dysponując odpowiednim materiałem obserwacyjnym z obszaru o zróżnicowanej rzeźbie terenu, dokonano graficznej analizy zależności między dobowymi sumami opadu P_0 i P_1 dla 4 stacji położonych w niewielkiej odległości, lecz w różnych warunkach topograficznych (rys. 3).

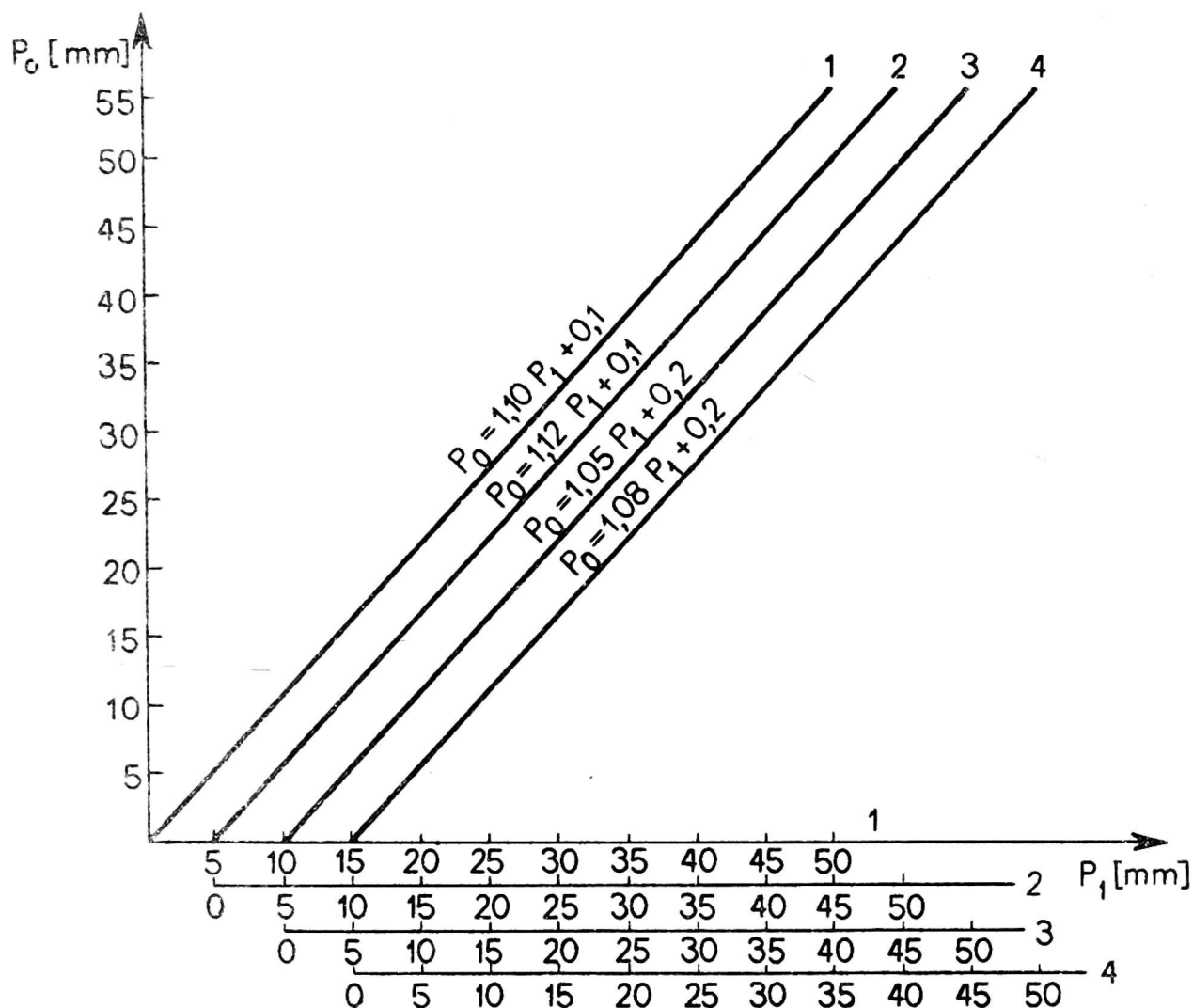


Rys. 2. Zależność miesięcznych różnic opadu zmierzonego deszczomierzem Hellmanna na poziomie gruntu (P_0) i na poziomie standardowym (P_1) od średniej prędkości wiatru (\bar{V})

Analiza wykazała, że funkcja $P_0 = f(P_1)$ ma dla każdej stacji przebieg liniowy w postaci ogólnej:

$$P_0 = a P_1 + b \text{ [mm/doba]} \quad (1)$$

przy czym parametr a zmienia się od 1,05 do 1,12, natomiast parametr $b = 0,1 - 0,2$ dla sum dobowych opadu $P_1 \leq 50$ mm.



Rys. 3. Graficzna postać związków między dobowymi sumami wskaźnika opadu (P_1) a dobowymi sumami opadu przy powierzchni gruntu (P_0) dla 4 wybranych stacji

Dla opadów $P_1 > 50$ mm/dobę P_0 jest często mniejsze niż P_1 , co znalazło potwierdzenie w opracowaniu Woźniaka i Stopki [14].

Wykorzystując wartości parametrów a i b , uzyskane dla sum dobowych opadu, można obliczyć miesięczną sumę opadu na poziomie gruntu w następujący sposób:

$$P_{0n} = a P_{1n} + nb \quad [\text{mm/miesiąc}] \quad (2)$$

gdzie n - liczba dni z opadem.

Uważamy, że obliczenie współczynnika a w równaniu prostej na podstawie sumy dobowej, a nie miesięcznej opadu lepiej charakteryzuje strukturę opadu, która, jak wykazano w pracy Woźniaka i Stopki [14], ma duży wpływ na wielkość błędu pomiarowego spowodowanego przez wiatr. Ponadto przy takim podejściu do zagadnienia

mamy gwarancję otrzymania większej liczebności próby losowej z krótszego okresu badawczego.

Z przeprowadzonych rozważań można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Do korygowania miesięcznych i dobowych sum opadu atmosferycznego zmierzono metodą standardową w obszarach górskich nie są przydatne standardowe pomiary prędkości wiatru.

2. Straty opadu atmosferycznego spowodowane wpływem wiatru można skorygować wykonując pomiary opadu na poziomie gruntu lub obliczając je na podstawie równań regresji opracowanych dla danych punktów pomiarowych.

3. Do obliczenia równań regresji liniowej najlepiej wykorzystać dobowe wartości opadu, co gwarantuje dużą liczebność próby, a równocześnie częściowo uwzględnia strukturę opadu atmosferycznego.

LITERATURA

1. Chomicz K.: Struktura opadów atmosferycznych w Polsce. Pr. PIHM, 101, 1971.
2. Chomicz K.: Opady rzeczywiste w Polsce (1931-1960). Prz. geof., 1, 1976.
3. Grunov J.: Erfassung des winterlichen Niederschlags im Gebirge. La Meteorologie, 45-46, 1957.
4. Jaworski J.: Rzeczywisty a wskaźnikowy opad atmosferyczny w zlewni górnej Wilgi. Prz. geof., 3-4, 1979.
5. Kuźniar K., Miczyński I.: Określenie ilości opadów na poszczególnych poziomach dokonywania pomiarów. Prz. geof., 1, 1978.
6. Kwiatkowski J.: Opady rzeczywiste w Sudetach. Prz. geof., 1, 1978.
7. Neff E. L.: How much rain does a raingage gage? J. Hydrol., 35, 3/4, 1977.
8. Rodda I. C.: The rainfall measurement problem. General Assembly of Bern, Publ. No 78, 1978.
9. Sadowski M.: Systematyczne błędy pomiarów opadu i metoda poprawienia wieloletnich wartości opadu. Biul. PIHM, 3, 1966.
10. Sondslorg J.: The effect of wind on the precipitation distribution over a hillock. Nord. Hydrol., 4, Copenhagen 1970.
11. Sharon D.: The distribution of hydrologically effective-rainfall incident on sloping ground. J. of Hydrol., 46, 1980.
12. Struzer L. R., Niečajev I. N., Bogdanova E. G.: Sistematičeskije progriješnosti izmierjenja atmosfernih osadkov. Meteor. i Gidrol. 10, 1965.
13. Struzer L. R.: Osnovnyje nedostatki i puti ułuščeniya metodov izmierjenja atmosfernih osadkov. Tr. GGO, 175, 1965.
14. Woźniak Z., Stopka R.: Wyniki badań nad dokładnością pomiarów opadów w warunkach zalesionych zlewni górskich. Zesz. Probl. Post. Nauk rol., 288, 1984.

mamy gwarancję otrzymania większej liczebności próby losowej z krótszego okresu badawczego.

Z przeprowadzonych rozważań można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Do korygowania miesięcznych i dobowych sum opadu atmosferycznego zmierzono metodą standardową w obszarach górskich nie są przydatne standardowe pomiary prędkości wiatru.

2. Straty opadu atmosferycznego spowodowane wpływem wiatru można skorygować wykonując pomiary opadu na poziomie gruntu lub obliczając je na podstawie równań regresji opracowanych dla danych punktów pomiarowych.

3. Do obliczenia równań regresji liniowej najlepiej wykorzystać dobowe wartości opadu, co gwarantuje dużą liczebność próby, a równocześnie częściowo uwzględnia strukturę opadu atmosferycznego.

LITERATURA

1. Chomicz K.: Struktura opadów atmosferycznych w Polsce. Pr. PIHM, 101, 1971.
2. Chomicz K.: Opady rzeczywiste w Polsce (1931-1960). Prz. geof., 1, 1976.
3. Grunov J.: Erfassung des winterlichen Niederschlags im Gebirge. La Meteorologie, 45-46, 1957.
4. Jaworski J.: Rzeczywisty a wskaźnikowy opad atmosferyczny w zlewni górnej Wilgi. Prz. geof., 3-4, 1979.
5. Kuźniar K., Miczyński I.: Określenie ilości opadów na poszczególnych poziomach dokonywania pomiarów. Prz. geof., 1, 1978.
6. Kwiatkowski J.: Opady rzeczywiste w Sudetach. Prz. geof., 1, 1978.
7. Neff E. L.: How much rain does a raingage gage? J. Hydrol., 35, 3/4, 1977.
8. Rodda I. C.: The rainfall measurement problem. General Assembly of Bern, Publ. No 78, 1978.
9. Sadowski M.: Systematyczne błędy pomiarów opadu i metoda poprawienia wieloletnich wartości opadu. Biul. PIHM, 3, 1966.
10. Sondslorg J.: The effect of wind on the precipitation distribution over a hillock. Nord. Hydrol., 4, Copenhagen 1970.
11. Sharon D.: The distribution of hydrologically effective-rainfall incident on sloping ground. J. of Hydrol., 46, 1980.
12. Struzer L. R., Niečajev I. N., Bogdanova E. G.: Sistematičeskije progriješnosti izmierjenja atmosfernih osadkov. Meteor. i Gidrol. 10, 1965.
13. Struzer L. R.: Osnovnyje nedostatki i puti ułuščeniija metodov izmiereniija atmosfernih osadkov. Tr. GGO, 175, 1965.
14. Woźniak Z., Stopka R.: Wyniki badań nad dokładnością pomiarów opadów w warunkach zalesionych zlewni górskich. Zesz. Probl. Post. Nauk rol., 288, 1984.

Януш Малэцки, Рышард Стопка

ВЛИЯНИЕ ВЕТРА НА ИЗМЕРЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ
ПО СТАНДАРТНОМУ МЕТОДУ В ГОРАХ

Р е з ю м е

На основании результатов измерений осадков на уровне грунта (P_0) и стандартном (P_I), а также средних скоростей ветра согласно анемометру Вильда установленному на уровне 10 м над грунтом, оценивали влияние ветра на измерение осадков по стандартному методу.

Соответствующие исследования проводились в летнем полугодии (апрель-октябрь) в период 1973-1977 гг. в 5 климатологических станциях расположенных в горном массиве Снежника Клодзкого. Установлено, что на данной территории средняя сезонная величина конвенциональной погрешности измерения осадков, определяемая как соотноше-

ние $\frac{P_0 - P_I}{P_I}$, повышается линейно по мере высоты положения станции н. у. м., подобно как и средняя скорость ветра в этих станциях. Месячные величины указанных параметров показывают отсутствие тесной взаимной корреляции, о чем свидетельствуют величины коэффициентов корреляции $r = 0,317 - 0,122$. Подобное положение наблюдалось для суточных величин. В связи с этим не рекомендуется проводить корректуры для месячных или суточных величин погрешности возникающей под влиянием ветра на основании его средней скорости измеренной анемометром Вильда. Авторы предлагают, чтобы корректуры для потерь осадков под влиянием ветра проводить с помощью уравнений линейной регрессии, исчисленных для данной станции на основании параллельных измерений осадков на уровне грунта и стандартном на протяжении по крайней мере 3 лет, при предположении, что окружение и локализация измерительного поста останутся неизменными.

Janusz Małecki, Ryszard Stopka

WIND EFFECT ON ATMOSPHERIC PRECIPITATION MEASUREMENT
BY THE STANDARD METHOD IN MOUNTAINS

S u m m a r y

On the basis of measurement results of precipitations at the ground surface (P_0) and the standard level (P_1) and of mean wind velocities at use of the Wild's anemometre at the level of 10 m above ground, the wind effect on the precipitation measurement by the standard method was estimated.

The respective investigations were carried out in the summer half-year (April-October) in the period 1973-1977 at 5 climatologic stations in the Śnieżnik Kłodzki range. It has been found that on the territory in question the mean seasonal value of conventional precipitation measurement error defined as a ratio of $\frac{P_0 - P_1}{P_1}$ is growing linearly with the altitude of the station a.s.l., similarly as the mean seasonal wind velocity is growing at these stations. For mean monthly values of the above parameters no close relationship between them occurred, what is proved by the values of correlation coefficients $r = 0.317 - 0.122$. Similarly is in case of daily values. Thus it is not recommended to correct monthly or daily values of the error occurring under the wind effect basing on the mean value measured by the Wild's anemometre. The authors recommend to correct the precipitation losses occurring under the wind effect by means of linear regression equations, calculated for the data of stations on the basis of parallel measurements of precipitations at the ground and the standard level throughout at least 3 years, at assumption that the surroundings and location of the measurement stand would not change.