



## ANALIZA INTENSYWNYCH OPADÓW W FALENTACH

**Tomasz SZYMCZAK**

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Zasobów Wodnych

*Słowa kluczowe: meteorologia, opady atmosferyczne, intensywność opadu*

### Streszczenie

W artykule przedstawiono zakres pomiarów meteorologicznych prowadzonych od 1996 roku na stacji meteorologicznej Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach. Podano ogólną charakterystykę opadów atmosferycznych mierzonych w wieloleciu 1966–2000 w Falentach. Zbadano zmienność czasową opadów o wydajności powyżej 50 mm, jakie wystąpiły w lipcu 1997 i 1998 r. Uzyskane wyniki potwierdziły znaną prawidłowość, że ocena natężenia opadu w dużym stopniu zależy od przyjętego kroku czasowego uśredniania. Wartości maksymalnych natężeń określanych z krokiem czasowym 1 godzina były do 7,8 razy niższe niż natężenia liczonego z krokiem czasowym 1 minuta.

### WSTĘP

Wieloletnie obserwacje parametrów meteorologicznych prowadzone na stacji w Falentach stanowią podstawę realizacji interdyscyplinarnych badań naukowych nad obiegiem wody i migracją zanieczyszczeń w środowisku oraz efektywnością produkcji łąkarskiej i rolnej.

Opad atmosferyczny stanowi jedną z podstawowych składowych obiegu wody w zlewni i najistotniejszą wielkość wejściową modeli procesów hydrologicznych. Jest jednocześnie najbardziej zmiennym w czasie i obszarze elementem meteorologicznym, co powoduje znaczne trudności w dokładnym pomiarze jego parametrów. Z punktu widzenia modelowania procesów hydrologicznych, w tym erozji gleb, niezbędna jest znajomość nie tylko wydajności opadu  $P$  mm, ale również rozkładu

jego natężenia (intensywności) –  $I$  ( $\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$  lub  $\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ ) w czasie. Szczególne znaczenie ma prawidłowa ocena chwilowych intensywności opadu, od niej bowiem zależy, jaka część wody infiltruje, a jaka tworzy spływ powierzchniowy.

W pracy przedstawiono i poddano analizie opady o dużej intensywności, zarejestrowane w lipcu w latach 1997 i 1998.

## OBIEKT I METODY BADAŃ

Pomiary meteorologiczne prowadzone są w Falentach od stycznia 1966 r. do chwili obecnej na stacji Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych. Pomiary te wykonywane są trzy razy na dobę w godzinach: 7<sup>00</sup>, 13<sup>00</sup>, 19<sup>00</sup> (według czasu zimowego) i obejmują następujące wielkości:

- temperaturę powietrza (w kłatkach meteorologicznych na wysokości 0,5 m i 2,0 m) mierzoną termometrem suchym i zwilżonym (psychrometr Augusta) oraz temperaturę minimalną i maksymalną;
- temperaturę gruntu na polu ornym i łące na głębokości: 5, 10, 20 i 50 cm.

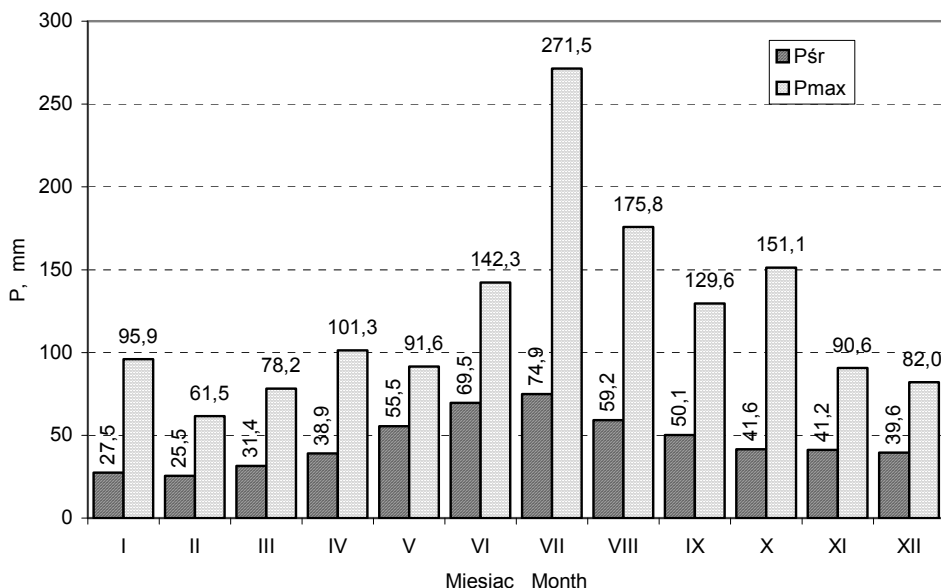
Raz na dobę o godzinie 7<sup>00</sup> wykonywany jest pomiar temperatury minimalnej przy gruncie oraz dobowej wysokości opadu deszczomierzem Hellmanna umiejscowionym na wysokości 1 m.

Na podstawie wyników bezpośrednich pomiarów obliczane są następujące wielkości pochodne: średnia dobowa (miesięczna i roczna) temperatura powietrza na wysokości 2,0 m i 0,5 m oraz średnie dobowe (miesięczne i roczne) parametry charakteryzujące wilgotność powietrza: wilgotność względna, niedosyt wilgotności i prężność pary wodnej.

W latach 1997–2000 od czerwca do października na stacji meteorologicznej w Falentach wykonywano dodatkowo ciągle pomiary opadu z wykorzystaniem pluwiometru korytkowego i mikrokomputerowego rejestratora danych. Urządzenie to umożliwiało określenie intensywności opadu z rozdzielczością czasową równą jednej sekundzie.

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH W FALENTACH

Średnia suma roczna opadu w Falentach dla wielolecia 1966–2000 wynosi 554 mm. Najwyższa suma roczna opadu wystąpiła w 1970 r. i wyniosła 772 mm, a najniższa w 1976 r. – 420 mm. Rozkład średnich miesięcznych sum opadu w ciągu roku przedstawiono na rysunku 1. Najwyższe miesięczne sumy opadów obserwowano w lipcu, a najniższe w lutym. Najwyższą sumę miesięczną opadu dla lipca zanotowano w 1997 r. Wyniosła ona 271,5 mm na podstawie pomiarów wy-



Rys. 1. Rozkład w roku średnich i maksymalnych miesięcznych sum opadów dla stacji meteorologicznej w Falentach

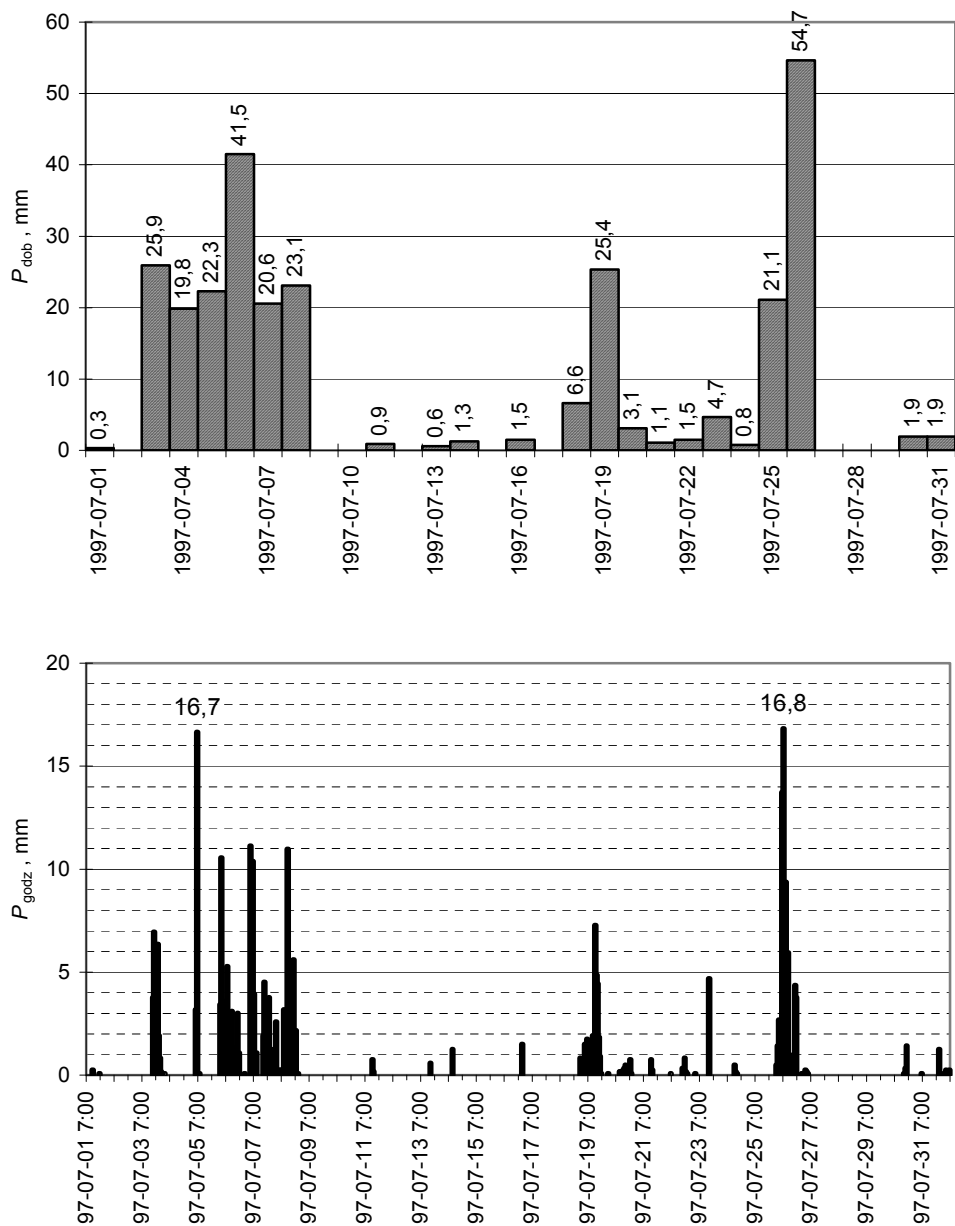
Fig. 1. Annual distribution of the average and maximum monthly precipitation at the meteorological station in Falenty

konywanych deszczomierzem Hellmanna i 280,5 mm na podstawie pomiarów wykonanych automatycznym pluwiometrem korytkowym. Wartości z pomiarów pluwiometrem korytkowym są wyższe ze względu na natychmiastową rejestrację opadu i brak strat na parowanie. Jak wykazały badania eksperymentalne wykonane na stacji w Falentach, dobowe straty na parowanie z deszczomierza Hellmanna w miesiącach letnich osiągają wartość 0,8 mm.

Najwyższe dobowe sumy opadów, przekraczające 50 mm, zanotowano w latach: 1970 – 57,2 mm, 1998 – 52,2 mm, 1997 – 51,3 mm oraz 1987 – 50,4 mm (wartości mierzone deszczomierzem Hellmanna).

## ANALIZA OPADÓW O DUŻEJ INTENSYWNOŚCI

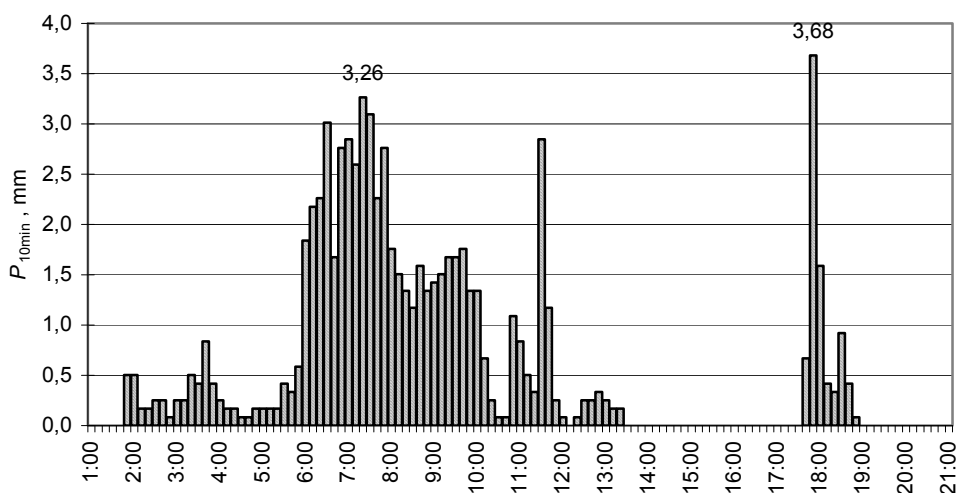
Do badań wybrano opady zarejestrowane w latach 1997 i 1998, których sumy były większe od 50 mm lub których maksymalna intensywność przekraczała  $1,0 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ . Wszystkie analizowane opady zmierzone były pluwiometrem korytkowym. Na podstawie serii pomiarów chwilowych (próbkowanych z rozdzielczością równą jednej sekundzie) określono rozkłady natężenia opadu w czasie dla trzech kroków czasowych uśredniania:  $\Delta t = 1 \text{ min}$ ,  $\Delta t = 10 \text{ min}$  i  $\Delta t = 60 \text{ min}$ .



Rys. 2. Hietogramy opadów sumowanych z krokiem czasowym jedna doba –  $P_{dob}$  i jedna godzina –  $P_{godz}$  dla lipca 1997 r. (na podstawie wyników pomiarów wykonanych pluwiometrem korytkowym na stacji meteorologicznej w Falentach)

Fig. 2. Hietographs of precipitation summed with the time step of one day –  $P_{dob}$  and one hour –  $P_{godz}$  in July 1997 (based on measurements made with recording rain gauge at the meteorological station in Falenty)

Opad o najwyższej wydajności wystąpił 26 lipca 1997 roku między godziną 1<sup>45</sup> a 13<sup>20</sup> (rys. 2, 3). Jego całkowita suma wyniosła 67,0 mm. Maksymalna suma 10-minutowa równa była 3,26 mm, a godzinna 16,8 mm. Ponieważ opad ten wystąpił na przełomie dwóch dni pomiarowych 25/26 lipca, do obliczania sum dobowych został on rozdzielony na dwie części. Z tego powodu podana w poprzednim rozdziale maksymalna suma dobowa opadu dla roku 1997 jest niższa. 26 lipca wystąpił jeszcze jeden ulewny opad (rys. 3, tab. 1) między godziną 17<sup>35</sup> a 18<sup>50</sup> o maksymalnej sumie 10-minutowej – 3,68 mm i godzinnej – 4,2 mm. Na tym przykładzie widać, że do prawidłowej oceny wydajności opadów częstotliwość wykonywania pomiarów raz na dobę jest niewystarczająca.

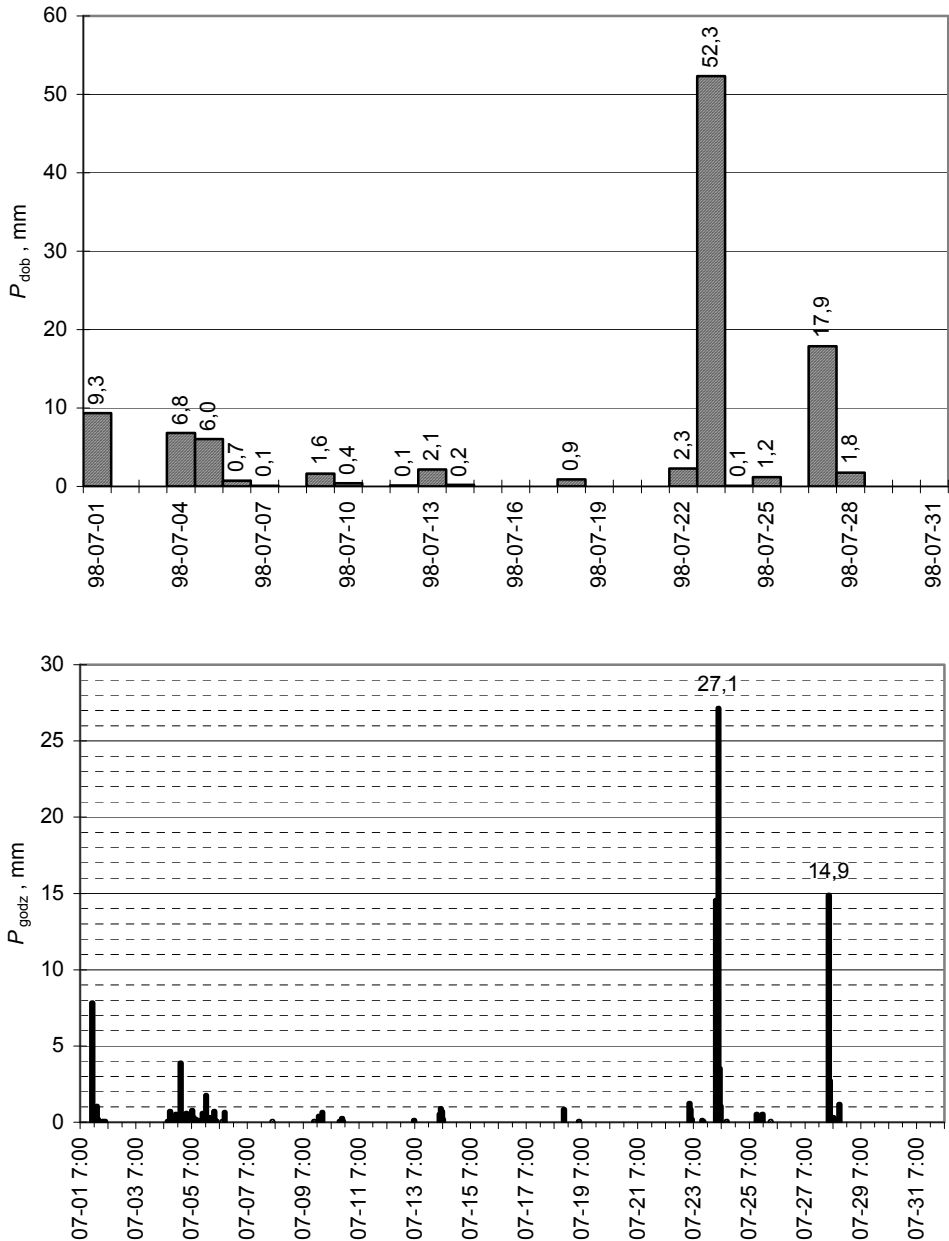


Rys. 3. Hietogram sum 10-minutowych opadów zarejestrowanych na stacji meteorologicznej w Falentach 26.07.1997 r.

Fig. 3. Hyetograph of 10-minutes sums of precipitation registered for the day of 26.07.1997 in Falenty meteorological station

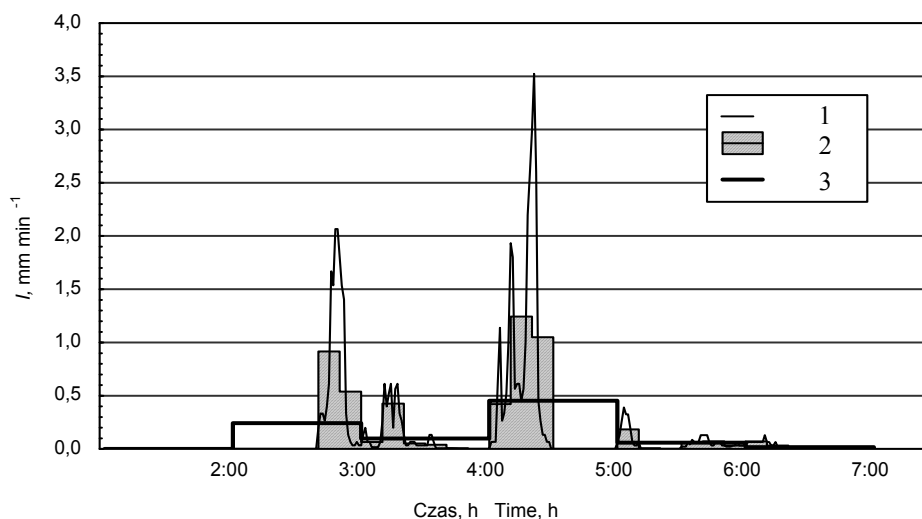
Opad o największej chwilowej intensywności, określonej dla czasu uśredniania 1 minuta, wystąpił 24 lipca 1998 roku i wyniósł  $3,52 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$  (rys. 4, 5). Na przykładzie tego opadu widać, jak duże znaczenie ma krok czasowy uśredniania dla prawidłowej oceny intensywności opadu (rys. 5). Stosunek maksymalnych natężeń opadu  $I_{\text{max}1\text{min}} : I_{\text{max}10\text{min}}$  określonych dla:  $\Delta t = 1 \text{ min}$  i  $\Delta t = 10 \text{ min}$  kształtował się jak 2,84 : 1, stosunek  $I_{\text{max}10\text{min}} : I_{\text{max}60\text{min}}$  dla  $\Delta t = 10 \text{ min}$  i  $\Delta t = 60 \text{ min}$  – jak 2,76 : 1 oraz stosunek wartości  $I_{\text{max}1\text{min}} : I_{\text{max}60\text{min}}$  – jak 7,82 : 1.

Całkowite sumy opadów oraz wartości ich maksymalnego natężenia, odpowiadające przyjętym krokom czasowym uśredniania opadu, spełniające przyjęte kryteria wyboru zestawiono w tabeli 1.



Rys. 4. Hietogramy opadów sumowanych z krokiem czasowym jedna doba –  $P_{dob}$  i jedna godzina –  $P_{godz}$  dla lipca 1998 r. (na podstawie wyników pomiarów wykonanych pluwiometrem korytkowym na stacji meteorologicznej w Falentach)

Fig. 4. Hietographs of precipitation summed with the time step of one day –  $P_{dob}$  and one hour –  $P_{godz}$  in July 1998 (based on measurements made with recording rain gauge at meteorological station in Falenty)



Rys. 5. Porównanie rozkładu natężenia opadu w czasie dla różnych kroków czasowych uśredniania. Stacja meteorologiczna w Falentach, 24.07.1998 r.; 1 –  $I_{1\text{min}}$ , 2 –  $I_{10\text{min}}$ , 3 –  $I_{60\text{min}}$

Fig. 5. Comparison of the temporal distribution of precipitation intensity for different time steps of averaging. Meteorological station in Falenty, 24.07.1998; 1 –  $I_{1\text{min}}$ , 2 –  $I_{10\text{min}}$ , 3 –  $I_{60\text{min}}$

**Tabela 1.** Porównanie maksymalnej intensywności opadu, określonej dla różnych przedziałów czasowych uśredniania –  $\Delta t$

**Table 1.** Comparison of the maximal rainfall intensity determined for different time steps of averaging –  $\Delta t$

Data wystąpienia opadu Date of rainfall	Czas trwania opadu Duration min	Całkowita suma opadu Total rainfall sum mm	Maksymalne natężenie opadu Maximal rainfall intensity $I_{\text{max}}$ , mm·min <sup>-1</sup>		
			$\Delta t = 1$ min	$\Delta t = 10$ min	$\Delta t = 60$ min
05.07.1997 4:53–6:50	117	19,8	1,67	0,95	0,28
08.07.1997 11:10–13:40	150	11,0	1,76	0,69	0,18
26.07.1997 1:45–13:20	695	67,0	0,50	0,33	0,28
26.07.1997 17:35–18:50	75	8,1	1,26	0,37	0,07
06.09.97 14:39–16:17	96	10,6	2,26	1,04	0,18
24.07.1998 2:40– 6:17	217	52,1	3,52	1,24	0,45

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przedstawione w pracy przykłady opadów mierzonych na stacji meteorologicznej w Falentach uwiadcniają, że poznanie ich rzeczywistej struktury czasowej oraz określenie maksymalnej intensywności jest możliwe tylko, gdy pomiary są prowadzone w sposób ciągły, np. z zastosowaniem pluwiometru korytkowego z elektronicznym rejestratorem. Pomiary takie są niezbędne w przypadku modelowania procesów hydrologicznych, zwłaszcza infiltracji, spływu powierzchniowego i erozji gleb ze względu na ich nieliniowy charakter oraz wykazane w pracy znaczne różnice między intensywnością opadów określaną dla różnych przedziałów czasowych uśredniania.

Przedstawione hietogramy opadów nawalnych można wykorzystać do prognozowania odpływów maksymalnych z małych zlewni z zastosowaniem modeli typu opad-odpływ.

## LITERATURA

- SZYMCZAK T., 2000. Zmienność obszarowa opadów atmosferycznych a modelowanie procesów hydrologicznych. W: Modelowanie matematyczne w strategii gospodarowania środowiskiem. III Forum Inżynierii Ekologicznej. Nałęczów 2000. Lublin: Wydaw. Ekoinżynieria s. 176–182.
- SZYMCZAK T., 2001. Analiza struktury opadów o dużej wydajności na podstawie wyników badań w małych zlewniach nizinnych. W: Dynamika obiegu wody w zlewniach rzecznych. Pr. zbior. Red. J. Jaworski, J. Szkutnicki. Seria: Atlasy i Monografie. Warszawa: IMGW s. 93–100.

*Tomasz SZYMCZAK*

## THE ANALYSIS OF INTENSIVE PRECIPITATIONS IN FALENTY

*Key words: meteorology, rainfall, precipitation, storm intensity*

### S u m m a r y

The paper presents the range of measurements conducted since 1966 at the IMUZ meteorological station in Falenty near Warsaw. General characteristics of precipitation measured in the period of 1966–2000 in Falenty is given. The research included temporal variability of rainfalls with the intensity above 50 mm, which took place in July 1997 and 1998.

Results show that the assessment of rainfall intensity depends mostly on the time step of averaging. Maximal intensities determined with the time step of one hour were up to 7.8 times lower than intensities measured with the time step of one minute.

---

Recenzenci:

*prof. dr hab. Aleksandra Macioszczyk*

*prof. dr hab. Henryk Pawłat*

Praca wpłynęła do Redakcji 1.10.2002 r.