

dr inż. Tadeusz Gruszecki

Wyższa Szkoła Inżynierska w Koszalinie

DŁUGOŚĆ OBSERWACJI PLUWIOGRAFICZNYCH JAKO PODSTAWA OKREŚLANIA SPŁYWÓW ŚCIEKÓW DESZCZOWYCH

Między natężeniem deszczu a czasem jego trwania zachodzi związek ($q=f(t)$), który jest przedmiotem badań i studiów hydrologów całego świata. Związek ten charakteryzuje się tym, że im krótszy czas trwania deszczu tym większe jest jego natężenie. Ponieważ krótki czas trwania może być związany równie często z deszczem o dużym jak i o małym natężeniu, należy wprowadzić pewne ograniczenia w uwarunkowaniu tego związku. Przede wszystkim zależność $q=f(t)$ należy interpretować w ten sposób, że im większe natężenie tym krótszy czas trwania deszczu, przy czym każdemu natężeniu odpowiada pewna granica czasu trwania, która może być przekroczona wyjątkowo. Ponadto, mówiąc o związku $q=f(t)$ mamy na myśli natężenia maksymalne.

W naukowej analizie danych dotyczących opadów deszczowych można wyodrębnić dwa podstawowe kierunki badań: kierunek prognostyczny i statystyczny. Kierunek prognostyczny ma na celu opracowanie modelu opadu deszczowego dla konkretnej zlewni, który pozwoliłby prognozować wysokość opadu w funkcji czasu i przestrzeni.

Celem drugiego kierunku, oprócz funkcji jakie spełnia wobec kierunku prognostycznego, jest opracowanie opadów prawdopodobnych o określonym natężeniu i czasie trwania, stanowiących podstawę określania spływów prawdopodobnych w systemach odprowadzania ścieków deszczowych.

Cel i zakres pracy

Celem przedstawionej pracy jest określenie wpływu długości okresu obserwacji pluwiograficznych na wielkość natężenia deszczu o określonym czasie trwania i prawdopodobieństwie występowania.

Z punktu widzenia założonego celu, w pracy określono rozkłady prawdopodobieństwa maksymalnych fazowych natężeń deszczu dla przyjętych cząstkowych czasów trwania, w zależności od długości okresu obserwacji.

Do analizy przyjęto cztery okresy obserwacji: 10-, 15-, 20- i 27-letnie.

Charakterystyka materiału obserwacyjnego

W pracy wykorzystano 27-letnie obserwacje pluwiograficzne, prowadzone w Raciborzu w latach 1953—80 (bez roku 1957), gdzie normalny opad z wielolecia wynosi 673 mm.

Zapisy pluwiograficzne dotyczą tzw. opadów punktowych, których pomiar dokonywany był we współrzędnych geograficznych: szerokość $\varphi=50^{\circ}05'$, długość $\lambda=18^{\circ}13'$ oraz wysokość nad poziomem morza $H_s \approx 190.0$ m i obejmują tylko miesiące letnie — od maja do września włącznie. Taki wybór serii obserwacyjnej wynika z braku obserwacji w miesiącach październik—kwiecień a także stąd, że kanały i obiekty wymiarowane są wg maksymalnych sekundowych natężeń przepływów, które wywołują deszcze o stosunkowo krótkim czasie trwania i dużym natężeniu, występujące właśnie w tych miesiącach.

Metodyka opracowywania taśm pluwiograficznych

W każdym deszczu można wyróżnić fazy charakteryzujące się różnym natężeniem i odpowiadające tym fazom cząstkowe czasy trwania. Maksymalne fazowe natężenia deszczu, dla przyjętych cząstkowych czasów trwania $t=5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 160$ i 200 min. określano metodą zalecaną przez wielu autorów, a polegającą na wyborze fazy deszczu (niezależnie od położenia tej fazy na początku, w środku czy na końcu deszczu), w której występuje maksymalna wysokość opadu (h , mm) dla wybranego cząstkowego czasu trwania (t , min).

Przy opracowywaniu taśm przestrzegano zasady, ażeby wysokość opadu h_i z przedziału o krótkim czasie trwania była zawarta w wysokości h_{i+1} dla przedziału o dłuższym czasie trwania. W ten sposób opracowano wszystkie deszcze o wysokości opadu $h \geq 1.0$ mm i natężeniu ≥ 5.0 dm³/sha.

Natężenie deszczu w funkcji czasu trwania i prawdopodobieństwa występowania w zależności od długości okresu obserwacji

Wybór maksymalnych fazowych natężeń deszczu

Natężenie pojedynczego deszczu jak wykazują przeprowadzone obserwacje zależy od czasu trwania, zasięgu deszczu, czynników meteorologicznych i klimatycznych. Na skutek przypadkowego współdziałania tych i innych różnorodnych czynników, opady deszczowe przyjmują w poszczególnych okresach obserwacji przypadkowe wartości liczbowe.

Dla zobrazowania wpływu długości okresu obserwacji na wielkość fazowych maksymalnych natężeń deszczu, przyjęto następujące okresy (bez roku 1957):

- okres 10-letni, lata 1953—63
- okres 10-letni, lata 1964—73
- okres 15-letni, lata 1953—68
- okres 20-letni, lata 1953—73
- okres 27-letni, lata 1953—80.

Z uwzględnionych w opracowaniu deszczu w przyjętych okresach obserwacji, dla każdego cząstkowego czasu trwania wybrano po N (N — liczba lat) maksymalnych fazowych natężeń deszczu, bez względu na rok, w którym deszcz wystąpił, w wyniku czego otrzymano ciągi rozdzielcze o liczebności równej liczbie lat obserwacji. W tym przypadku, w poszczególnych cząstkowych czasach trwania mogło być uwzględnianych więcej niż jeden deszcz w danym roku, dlatego też w niektórych przedziałach czasowych brak jest natężeń fazowych z określonych lat obserwacji. Taki wybór serii obserwacyjnej umożliwia określenie rozkładu prawdopodobieństwa w zbiorze maksymalnych fazowych natężeń, natomiast nie określa prawdopodobieństwa rocznego dla określenia którego należy zbudować ciągi rozdzielcze, przyjmując po jednym maksymalnym natężeniu z każdego roku [2].

Rozkład prawdopodobieństwa fazowych maksymalnych natężeń deszczu

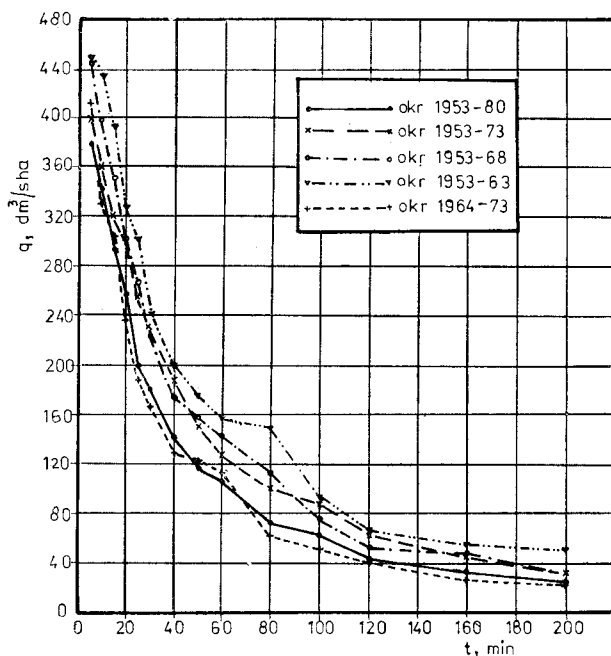
Do ustalenia prawdopodobieństwa wystąpienia fazowych natężeń deszczu dla cząstkowych czasów trwania, w zależności od długości okresu obserwacji zastosowano funkcję rozkładu Pearsons'a typu III, przy czym parametry rozkładu określano metodą kwantyli, opracowaną przez Z. Kaczmarka [1].

Dla zweryfikowania hipotezy, że przyjęty rozkład teoretyczny jest wystarczająco zgodny z rozkładem empirycznym, zastosowano test Kolmogorowa i dla prawdopodobieństwa krytycznego $P_{ki}=0,05$ nie stwierdzono podstaw do odrzucenia weryfikowanej hipotezy.

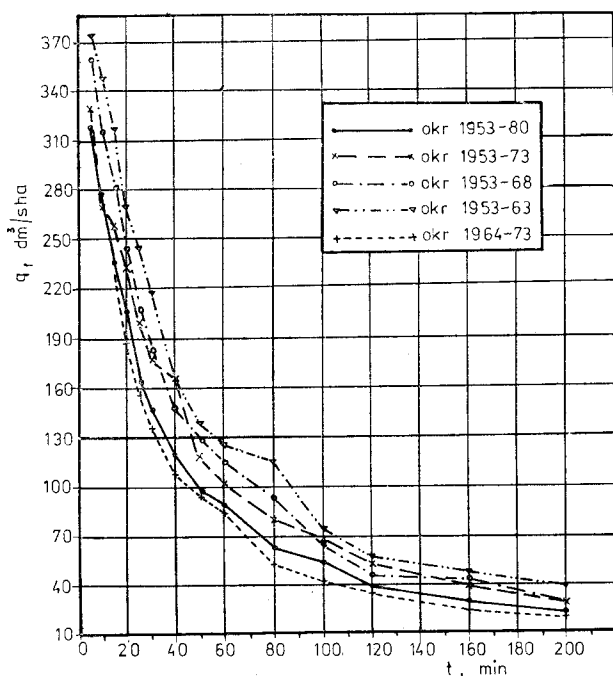
Wartości natężeń teoretycznych dla cząstkowych czasów trwania i wybranych prawdopodobieństw wystąpienia w zależności od długości

okresu obserwacji przedstawiono na rys. (1—5).

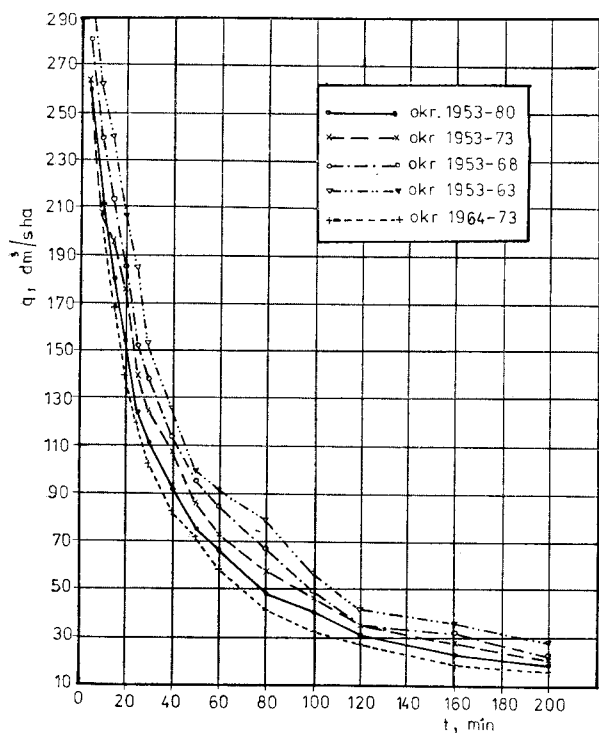
Przyjmując wartości natężeń teoretycznych, określone z 27-letniego okresu obserwacji za najbardziej miarodajne (dokładność wyznaczania parametrów rozkładu zależy m. in. od liczebności próby losowej N) z rys. (1—5) określić można także zmienność natężenia w poszczególnych okresach obserwacji w stosunku do natężeń z 27-letniego okresu obserwacji.



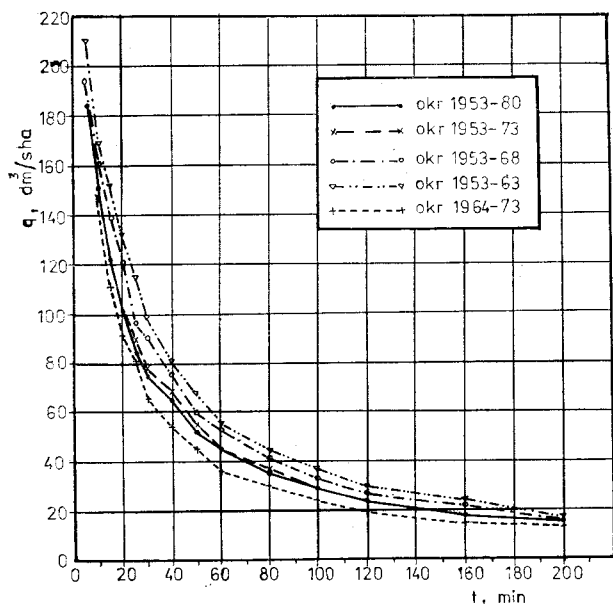
Rys. 1 Zależność fazowego natężenia deszczu od czasu trwania i długości okresu obserwacji dla prawdopodobieństwa $p=5\%$



Rys. 2 Zależność fazowego natężenia deszczu od czasu trwania i długości okresu obserwacji dla prawdopodobieństwa $p=10\%$



Rys. 3 Zależność fazowego natężenia deszczu od czasu trwania i długości okresu obserwacji dla prawdopodobieństwa $p=20\%$



Rys. 4 Zależność fazowego natężenia deszczu od czasu trwania i długości okresu obserwacji dla prawdopodobieństwa $p=50\%$

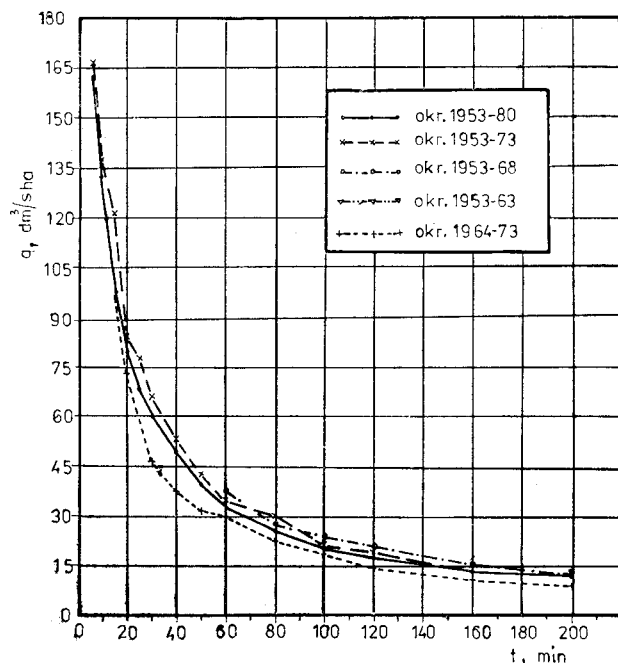
Zmienność powyższą określa się z zależności:

$$q_i = \frac{q_{27i} - q_{Ni}}{q_{27i}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

gdzie:

q_{27i} — natężenie deszczu o czasie trwania t_i i przyjętym prawdopodobieństwie wystąpienia z 27-letniej serii obserwacyjnej, dm^3/sha ,

q_{Ni} — natężenie deszczu o czasie trwania t_i i przyjętym (tym samym co dla q_{27i}) prawdopodobieństwie wystąpienia z N-letniego okresu obserwacji, dm^3/sha .



Rys. 5 Zależność fazowego natężenia deszczu od czasu trwania i długości okresu obserwacji dla prawdopodobieństwa $p=100\%$

Podsumowanie i wnioski

Z przeprowadzonej analizy rozkładów fazowych maksymalnych natężeń deszczu, w zależności od długości okresu obserwacji, można wyciągnąć następujące wnioski ogólne i szczegółowe:

1. Rozkład prawdopodobieństwa fazowych natężeń deszczu można opisać rozkładem Pearsona typu III, przy czym parametry rozkładu można szacować metodą kwantyli.
2. Wielkość fazowych maksymalnych natężeń deszczu dla cząstkowych czasów trwania zależy od długości okresu obserwacji.
3. Wielkości natężeń określone dla serii obserwacyjnej z lat 1953—73, 1953—68, 1953—63 są większe o 4—100% od natężeń otrzymanych dla serii 27-letniej tj. z okresu 1953—80. Natężenia deszczu otrzymane z okresu obserwacji z lat 1964—73 przyjmują wartości najmniejsze. Natężenia deszczu z dwóch okresów 10-letnich tj. 1953—63 i 64—73, pomimo takiej samej długości obserwacji różnią się znacznie od siebie, przy czym mniejsze natężenia otrzymujemy dla okresu z lat 1964—73. Należy podkreślić, że średnia wysokość opadów w obu okresach jest podobna i wynosi 402,0 i 413,0 mm. Wskazuje to jednak, że w okresie 53—63 wystąpiło więcej deszczu o charakterze burzowym.
5. Najmniejsze różnice między natężeniami występują dla okresu obserwacji o długości 27 i 20 lat i nie przekraczają 20% dla prawdopodobieństw $p < 20, 100 > 0\%$ i 30% dla $p < 5, 10 > 0\%$. Im okres obserwacji jest krótszy tym różnice natężeń są większe.
6. Analizując otrzymane wyniki wydaje się, że minimalnym okresem obserwacji jest seria 20-letnia pod warunkiem, że nie będziemy określać natężeń o prawdopodobieństwie wykraczającym

jącym poza okres obserwacji, np. $p=1,0\%$ czy też $p=0,1\%$.

Przedstawiona praca stanowi przyczynek do zagadnienia określania wpływu długości okresu obserwacji na wartość natężenia deszczu, stanowiącego podstawę określania spływu ścieków deszczowych. Pełniejsze rozwiązanie tego zagadnienia w aspekcie projektowania i analizy systemów odprowadzania ścieków deszczowych wymaga podjęcia dalszych badań w tym zakresie.

LITERATURA

1. A. BYCZKOWSKI: Hydrologiczne podstawy projektowania budowli wodno-melioracyjnych. Wyd. Rolnicze i Leśne, W-wa 1972 r.
2. T. GRUSZECKI: Wybór natężeń deszczy z obserwacji pluwiograficznych i jego wpływ na określanie natężenia deszczu miarodajnego do wymiarowania systemów kanalizacyjnych. Mat. konf. naukowo-tech. III Seminarium „Ścieki deszczowe”, PZITS, Kielce 1983 r.