

OPAD

DEFINICJE, PRZYRZĄDY DO POMIARU, SPOSOBY POMIARU

Opad jest to produkt kondensacji pary wodnej, który w stanie stałym (śnieg, grad) lub ciekłym (deszcz) dociera do powierzchni terenu.

Od opadu należy odróżnić osady - stanowiące również produkt kondensacji - ze względu na odmienny sposób ich formowania.

Opad mierzymy wysokością warstwy wody, jaka powstałaby w terenie gdyby był szczelny, płaski i nie byłoby parowania i wyrażamy w mm.

Opad wyrażony w mm odnosi się do punktu pomiarowego i jego najbliższego otoczenia. Jeśli pod uwagę bierze się obszar objęty opadem wówczas wygodniej jest posługiwać się objętością opadu, jaka spada na dany teren w jednostce czasu. Mówimy wówczas o wydajności opadu (ale w połączeniu z jednostką czasu na jednostkę powierzchni).

Dla przykładu:

Jeśli na pow. 1 m^2 - spadnie deszcz o wysokości 1 mm to objętość wody wyniesie - 1 litr

Jeśli na pow. 1 ha - spadnie deszcz o wysokości 1 mm to objętość wody wyniesie - 10 m^3

Jeśli na pow. 1 km^2 - spadnie deszcz o wysokości 1 mm to objętość wody wyniesie - 1000 m^3

Sposoby pomiaru opadu

Pomiar opadu polega na zmierzeniu wysokości warstwy wody jaka spada na badany teren. Wykonuje się go na stacjach meteorologicznych i wybranych posterunkach opadowych. Pomiar odbywa się przy użyciu przyrządów standardowych (deszczomierzy i pluwiografów) bądź przy użyciu czujników wchodzących w skład automatycznego systemu rejestracji danych. Deszczomierze mierzą sumy dobowe (wpisywane zawsze za poprzednią dobę). Są to najczęściej blaszane pojemniki o określonej powierzchni wlotu, posiadające we wnętrzu zbiornik na wodę opadową. Mimo prostej konstrukcji pomiar opadu obciążony jest błędami wywołanymi deformacją strugi w pobliżu samego deszczomierza, zwilżeniem ścianek naczynia przez opad, parowaniem wody ze zbiornika.

Pomiar wysokości opadu za pomocą deszczomierza

Pomiary opadu na posterunkach opadowych przeprowadza się 1 raz dziennie o godz. 7⁰⁰. Do celów synoptycznych mierzy się opad cztery razy na dobę oraz dodatkowo w pewnych szczególnych przypadkach. Wyniki pomiarów wpisuje się do dziennika obserwacyjnego, przy czym pamiętać należy, że zmierzona sumę dobową wpisuje się do dziennika z datą dnia poprzedniego. Pomiar opadu wykonuje się przy pomocy specjalnie do tego celu wyskalowanej menzurki, która w dolnej części posiada skalę skażoną, pozwalającą na odczytywanie opadów mniejszych od 1 mm. Menzurka dostosowana jest do powierzchni standardowej równej 200 cm^2 i wyskalowana jest bezpośrednio w mm wysokości opadu. Wlewając do menzurki objętość wody zgromadzonej w naczyniu odczytujemy na skali wprost wysokość danego opadu.

Deszczomierz Hellmanna

Przyrząd standardowy stosowany do wysokości 500 m. n. p. Składa się z odbiornika, podstawy, zbiornika, wkładki używanej podczas opadów śniegu oraz trzymadła służącego do zawieszenia przyrządu na paliku. Powierzchnia wlotu wynosi 200 cm^2 . Deszczomierz przytwierdza się do słupka tak, by wlot do niego znajdował się w poziomie na wysokości 1 m nad terenem. Powyżej 500 m n.p.m. deszczomierze montuje się tak by ich powierzchnia wlotowa znajdowała się na wysokości 1,5 m nad terenem



Deszczomierz Hellmanna

Błędy w pomiarze deszczomierzem Hellmanna

Opad mierzony deszczomierzem obarczony jest błędem spowodowanym działaniem wiatru, który powoduje, że część kropli deszczu jest wywiewana znad powierzchni chwytnej deszczomierza. Opracowane poprawki wskazują, że ich wartość rośnie wprost proporcjonalnie do kwadratu prędkości. W celu uniknięcia zakłóceń spowodowanych wiatrem stosuje się specjalne osłony deszczomierzowe.

Poprawka na parowanie wiąże się z wpływem deficytu wilgotności powietrza i prędkości wiatru na proces parowania wody zgromadzonej w zbiorniku. W okresie letnim można przyjąć wielkość parowania od 0,2 – 0,5 mm na dzień.

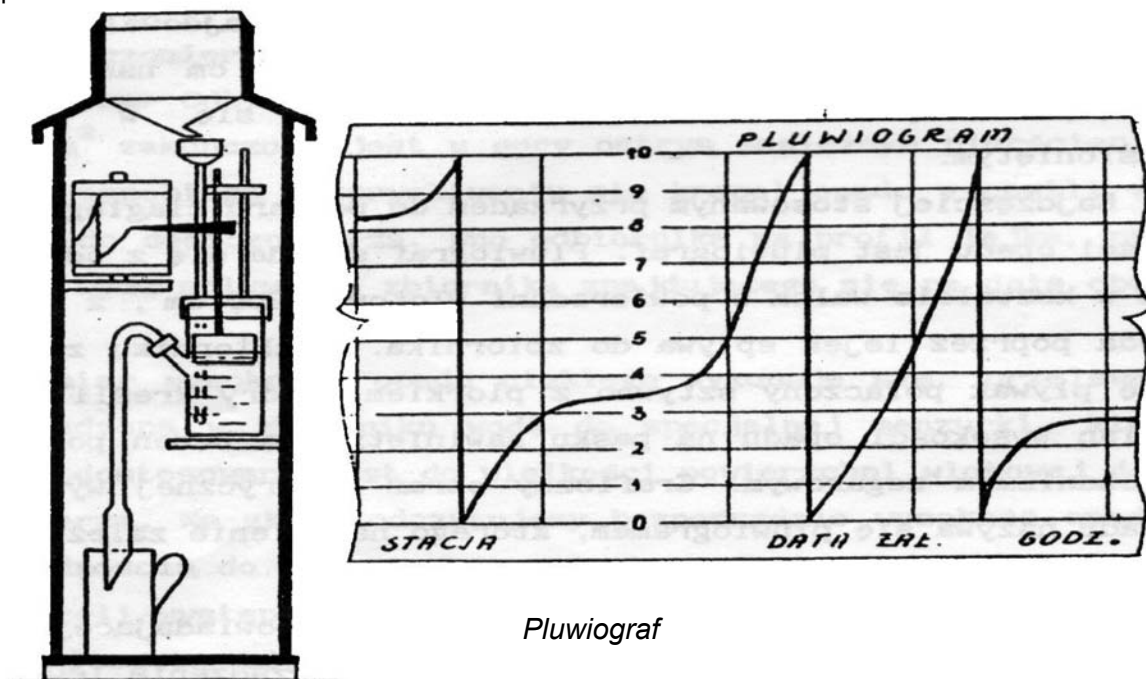
Poprawka na zwilżenie deszczomierza spowodowana jest stratą opadu, który spływając do dolnego zbiornika zwilża ścianki deszczomierza. Jednorazowe zwilżenie deszczomierza wynosi 0,26 mm, z czego na górną część (naczynie przechwytyjące opad) przypada 0,15 mm.

Pluwiografy rejestrują przebieg opadu dostarczając tym samym pełnej informacji o przebiegu procesu.

Pluwiograf

Są to urządzenia rejestrujące przebieg zjawiska w ciągu całego rozpatrywanego okresu czasu. Zbudowane z obudowy metalowej, części chwytnej składającej się z otworu wlotowego o powierzchni standardowej 200 cm² zakończonej dnem wykształconym w postaci lejka. Zbierany opad poprzez lejek, gumowym węzłem dostaje się do zbiorniczka, w którym znajduje się pływak. Przymocowane za pomocą pręta połączonego z pływakiem piórko, przylegające do taśmy papieru nawiniętej na metalowy bęben poruszany mechanizmem zegarowym, kreśli wykres zwany pluwiogramem, przedstawiający aktualny stan wody w zbiorniczku, odpowiadający sumie opadu od początku do momentu analizowanego. Ponieważ objętość zbiorniczka jest ograniczona (10 mm), wyposażono go w urządzenie przelewowe oparte na zasadzie działania lewara. Dzięki temu pomiar opadu nie zależy od jego wysokości. W miejsce zbiorniczka wprowadza się często urządzenia korytkowe, znacznie łatwiejsze w obsłudze i znacznie pewniejsze. Składa się ono z dwóch bliźniaczych korytek umieszczonych pod otworem wlotowym w ten sposób, by po wypełnieniu się wodą jednego z nich nastąpił wywrócenie powodujące umieszczenie pod otworem wlotowym drugiego z nich.

Analiza zarejestrowanych w ten sposób pojedynczych opadów pozwala na odczytanie początku i końca opadu, czasu jego trwania, wyodrębnienia okresów o różnych natężeniach opadu w przyjętych jednostkach czasu. Pluwiogram to krzywa sumowa opadu., której koniec wskazuje całkowitą wysokość zarejestrowanego opadu. Jeżeli połączymy koniec tej krzywej z jej początkiem uzyskamy prostą, której nachylenie do osi odciętych przedstawia średnie natężenie zarejestrowanego opadu. Nachylenie stycznej do krzywej w dowolnym jej punkcie przedstawia natężenie chwilowe dla danego punktu. Największe nachylenie stycznej do krzywej przedstawia maksymalne natężenia opadu.



Pluwiograf



Deszczomierz wagowy

Deszczomierz wagowy

Do ciągłej rejestracji opadu w czasie służą deszczomierze sprzęgnięte z rejestratorami. Jednym z takich rozwiązań jest **deszczomierz wagowy**. Zasada działania jest zbliżona do deszczomierza Hellmana, z tą jednak różnicą, że zbiornik, w którym gromadzi się opad znajduje się na wadze. Waga jest sprzęgnięta z rejestratorem, który na rejestruje przyrost wagi (objętości) opadu w czasie – co później jest przeliczane na wysokość opadu.

Takie rozwiązanie wymaga, jednak, aby obserwator (raz na dobę) opróżniał zbiornik.

Deszczomierz korytkowy

Innym rozwiązaniem do ciągłego pomiaru deszczu jest **deszczomierz korytkowy**. Deszczomierz składa się z dwóch symetrycznych zbiorników (korytek) podpartych centralnie. Objętość korytek jest znana. Podczas wystąpienia opadu korytka są wypełniane naprzemian. W wyniku napełniania zmienia się ciężar, po całkowitym napełnieniu korytka zachwiana zostaje równowaga i urządzenie przechyla się. Następuje wówczas opróżnienie jednego korytek, a drugie napełnia się. Rejestrator zlicza liczbę przechyleń urządzenia i na tej podstawie określa się objętości (wysokość) opadu w czasie.



Deszczomierz korytkowy

Deszcze nawalne, natężenie, wydajność, skala Chomicza

Deszcze o dużym natężeniu i krótkim czasie trwania nazywamy deszczami nawalnymi. Z pojęciem deszczu nawalnego łączy się jego natężenie i wydajność.

Natężeniem opadu (intensywnością) nazywamy stosunek wysokości opadu do czasu jego trwania i wyrażamy go w mm/min

Wydajność opadu jest to objętość opadu, jaka spadła na jednostkę powierzchni w jednostce czasu i wyrażamy ją w l/s·ha lub w m³ /s·km².

Czas trwania opadu jest to czas od chwili wystąpienia opadu do jego zakończenia.

Podstawową jednostką intensywności opadu jest jednostka wyrażona w mm/min lub mm/godz.

Natężenie opadu mierzy się też w jednostkach objętości opadu przypadających na jednostkę czasu – sekundę – i jednostkę powierzchni np. ha lub km² powierzchni. Tego typu jednostki stosuje się np. do projektowania kanalizacji miejskiej odprowadzającej wody burzowe.

Należy pamiętać, że wydajność opadu odnosi się do całego opadu natomiast natężenie odnosi się do pewnego przedziału czasu.

W Polsce deszcze nawalne występują tylko w lecie, najczęściej w czerwcu, lipcu i sierpniu. Deszcze nawalne z racji swojej wydajności, która wiąże się z zagrożeniem powodziowym, podlegają klasyfikacji. Prowadzona jest ona w zależności od natężenia opadu. W Polsce klasyfikacją

deszczu zajmował się między innymi Chomicz. Analizował on zależność wydajności opadu od czasu jego trwania i na bazie uzyskanych wyników sporządził wykresy, gdzie na osi odciętych przedstawiony jest czas trwania opadu na osi rzędnych odpowiadająca mu suma. Zależność mająca kształt paraboli pozwala na określenie każdego zdarzenia opadowego i jego klasyfikację. Można w ten sposób porównywać ze sobą różne deszcze zarówno pod względem wydajności jak i natężenia. Chomicz przez wydajność rozumie całkowitą sumę opadu.

Ogólne równanie, które stało się podstawą opracowywanych nomogramów i tabel pozwalających na klasyfikację deszczów o dużym natężeniu ma następującą postać:

$$u = \alpha \sqrt{t}$$

gdzie: u - wydajność deszczu w mm

α - współczynnik wydajności opadu równy $\alpha = 2^{\frac{k}{2}}$

k - numer skali Chomicza

t - czas trwania opadu w minutach

Skala Chomicza

Stopień skali	Współczynnik wydajności opadu α	Kategoria deszczu	
		Określenie	Znak literowy
0	0.0 - 1.0	zwykły deszcz	
1	1.01 - 1.40	silny deszcz	A ₀
2	1.41 - 2.00	deszcz ulewny – I st	A ₁
3	2.01 - 2,82	deszcz ulewny – II st	A ₂
4	2.83 - 4.00	deszcz ulewny - III st	A ₃
5	4.01 - 5.65	deszcz ulewny - IV st	A ₄
6	5.66 - 8.00	deszcz nawalny - V st	B ₁
7	8.01 - 11.30	deszcz nawalny – VI st	B ₂
8	11.31 - 16.00	deszcz nawalny – VII st	B ₃
9	16.01 - 22.61	deszcz nawalny – VIII st	B ₄
10	22.62 - 32.00	deszcz nawalny – IX st	B ₅
11	32.01 - 45.23	deszcz nawalny – X st	B ₆
12	45.24 - 64.00	deszcz nawalny – XI st	B ₇

Polska jest krajem, w którym deszcze nie osiągają najwyższych natężeń. Najczęściej notowane kategorie deszczu to deszcze ulewne III i IV stopnia.