



# **Metody obliczania opadów średnich obszarowych**



W badaniach hydrologicznych najczęściej stosowaną charakterystyką liczbową opadów atmosferycznych jest **średnia wysokość warstwy opadu**, jaka spadła w pewnym okresie na powierzchnię zlewni. Wielkość tę otrzymuje się dzieląc **całkowitą objętość wody opadowej, która spadła na dany obszar w określonym czasie, przez powierzchnię tego obszaru**.

Wysokość warstwy opadu określa się na podstawie opadów zmierzonych na poszczególnych posterunkach opadowych położonych na danym obszarze.

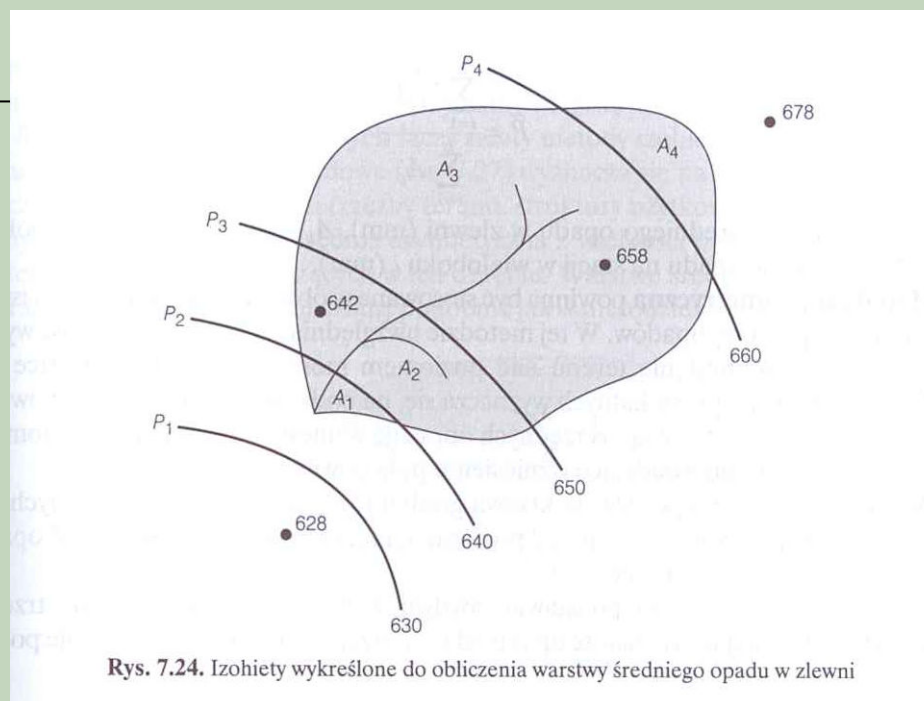
Wybór metody obliczenia średniej wysokości opadu zależy od charakterystyk fizyczno-geograficznych zlewni (głównie od rzeźby terenu i pokrycia szatą roślinną) oraz od skali opracowania. **Średnią wysokość opadu** podaje się w **mm w okresie roku hydrologicznego (od 1 listopada roku poprzedniego do 31 października roku danego)**.

W zlewniach o mało zróżnicowanej rzeźbie i jednolitej strukturze użytkowania oraz o równomiernie rozmieszczonych posterunkach opadowych średnią wys. opadu można obliczyć jako wartość średnią arytmetyczną z opadów na stacjach. W pozostałych przypadkach stosuje się jedną z podanych niżej metod.



## I. METODA IZOHIET

Jest zalecana do obliczania opadu w zlewniach zróżnicowanych hipsometrycznie (wzniesienie zlewni nad poziomem morza). Na mapie poziomicowej z naniesionymi posterunkami opadowymi i przypisanymi im sumami opadów należy wykreślić **izohiety – linie jednakowych wysokości opadu**, stosując zasadę interpolacji z uwzględnieniem przebiegu poziomicy (**rys. 7.24**).



Rys. 7.24. Izohiety wykreślone do obliczenia warstwy średniego opadu w zlewni



Zazwyczaj przyjmuje się okrągłe wartości opadu, np..  $\Delta P = 10, 50$  lub  $100$  mm. Różnica wysokości opadu odpowiadającego sąsiednim izohietom nazywa się **skokiem izohiet**. Przy małej amplitudzie opadów skok izohiet jest niewielki np..  $10$  lub  $20$  mm, zaś w przypadku większej zmienności opadów skok izohiet jest duży (np..  $50, 100$  lub więcej niż  $200$  mm).

**W terenie nizinnym**, gdzie zmienność opadów jest mniejsza, a sieć obserwacyjna dość gęsta, **izohiety prowadzi się za pomocą interpolacji liniowej**. W **zlewniach górskich lub pagórkowatych** wysokość opadu zależy w dużym stopniu od ukształtowania terenu; zmienność opadu jest tu większa, a sieć obserwacyjna rzadka. W związku z tym położenie izohiet wyznacza się nie drogą interpolacji liniowej, lecz **zgodnie z warstwicami terenu**. W tym przypadku wykorzystuje się zależność między wysokością opadu a wzniesieniem danej warstwy nad poziomem morza, wyrażona krzywą gradientową opadów.



Warstwa opadu na obszarze między sąsiednimi izohietami jest równa średniej arytmetycznej wartości izohiet ograniczających ten obszar. W polach skrajnych, ograniczonych izohietą i granicą zlewni, jeśli dział wodny przebiega daleko od następnej izohiety, jako średni opad w polu przyjmujemy wysokość opadu równą wartości bliższej izohiety. Średni opad w zlewni oblicza się ze wzoru:

$$P_s = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_{i-1} + P_i}{2} A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Gdzie:

$P_s$  - wysokość średniego opadu w zlewni [mm],

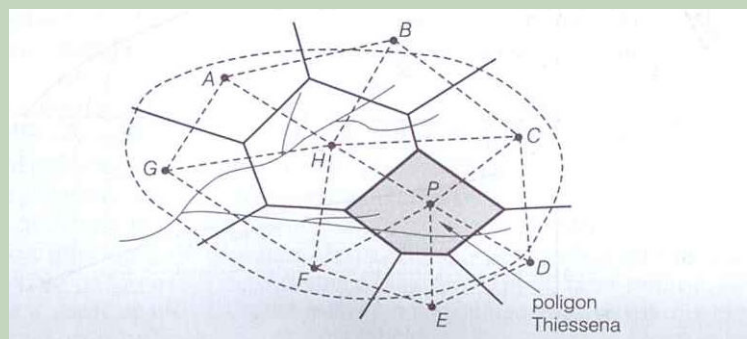
$P_i$  – wartość izohiety  $i$  [mm],

$A_i$  – powierzchnia zawarta między izohietami  $i-1$  a  $i$  [km<sup>2</sup>]



## II. METODA WIELOBOKÓW (METODA THIESSENA) albo metoda wielokątów równego zadeszczenia

Jest zalecana do stosowania na obszarach nizinnych o niezbyt urozmaiconej rzeźbie i równomiernie rozmieszczonych posterunkach opadowych. Na podkład kartograficzny nanosi się wszystkie posterunki opadowe leżące w zlewni i w jej bezpośrednim sąsiedztwie. Sąsiednie posterunki opadowe łączy się, tworząc sieć trójkątów (**rys. 7.25**). Na odcinkach łączących stacje wystawia się odcinki symetralne, które po połączeniu tworzą wielobok, wewnątrz niego znajduje się jedna stacja opadowa. Przyjmuje się, że opad wewnątrz tego wieloboku jest równy opadowi na tej stacji. Jeżeli część wielokąta wychodzi poza granice zlewni, to do obliczeń przyjmuje się tylko część jego powierzchni, znajdującą się na obszarze zlewni.



Rys. 7.25 Wieloboki służące do obliczenia warstwy średniego opadu



Średnią wysokość opadu w zlewni oblicza się ze wzoru:

$$P_s = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Gdzie:

$P_s$  - wysokość średniego opadu w zlewni [mm],

$P_i$  - wysokość opadu na stacji w wieloboku i [mm],

$A_i$  - powierzchnia wieloboku i [km<sup>2</sup>]



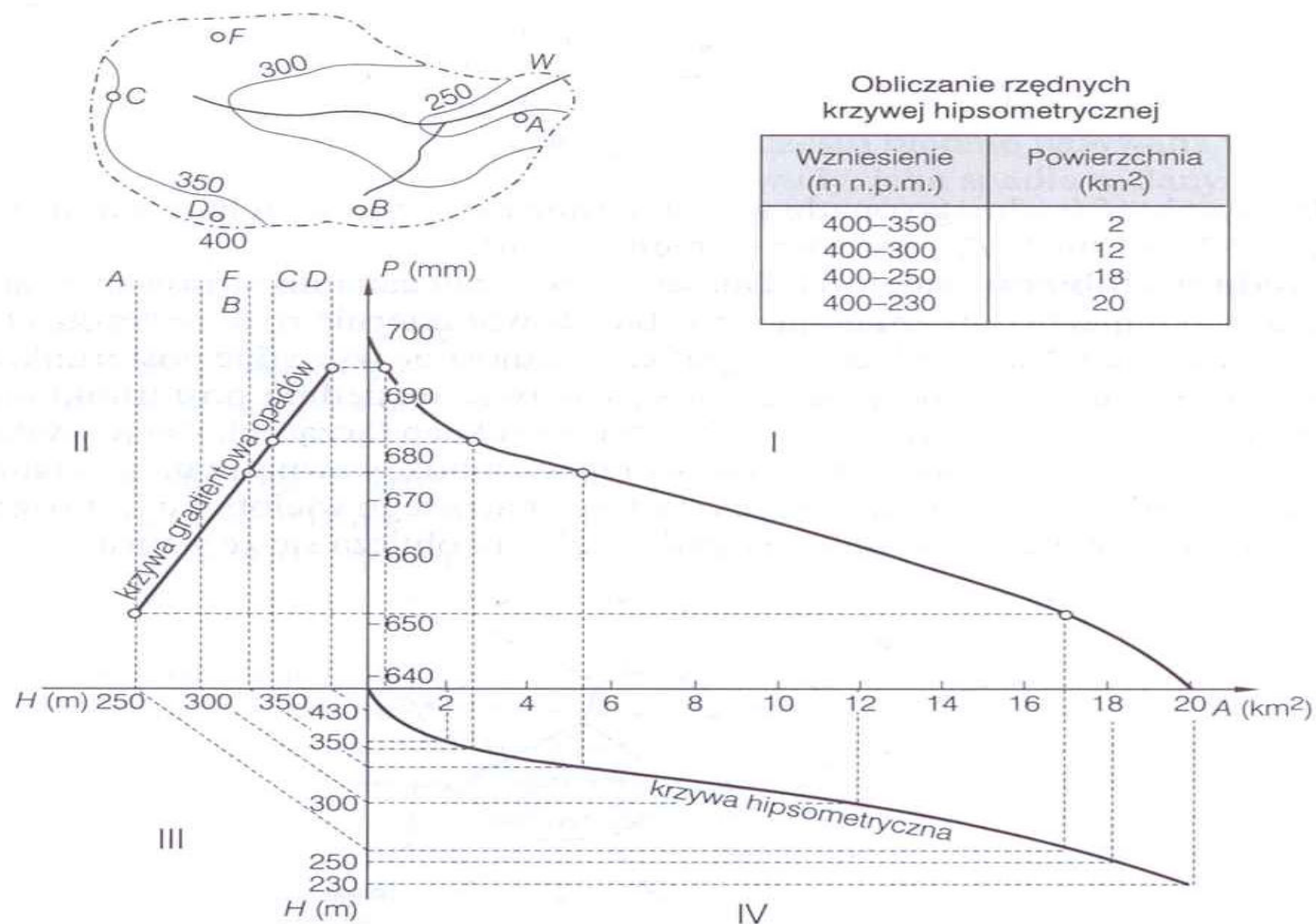
### III. METODA HIPSOMETRYCZNA

Powinna być stosowana w obszarach górskich, gdzie istotny jest gradient pionowy opadów. W tej metodzie uwzględnia się bowiem zależność wysokości opadów od wzniesienia terenu nad poziomem morza. W **IV ćwiartce** wyznacza się na podstawie planu wysokościowego zlewni – **krzywą hipsometryczną**: oś rzędnych obrazuje wzniesienie terenu nad poziomem morza (H), oś odciętych odpowiada wzniesieniu pola powierzchni (A) (**rys. 7.26**).

W **II ćwiartce** wykreśla się **krzywą gradientową opadów atmosferycznych**: oś odciętych obrazuje wysokość stacji nad poziomem morza (H), oś rzędnych – wysokość opadu zmierzoną na tej wysokości (P).

W **I ćwiartce** na podstawie **obydwu tych krzywych** wykreśla się trzecią krzywą obrazującą zależność opadu (P) od powierzchni zlewni (A). **Pole pod tą krzywą określa ilość wody spadłej na dany obszar**. Dzieląc tę ilość (po uwzględnieniu skali rysunku) przez powierzchnię zlewni, otrzymamy śr. wys. opadu. w zlewni.



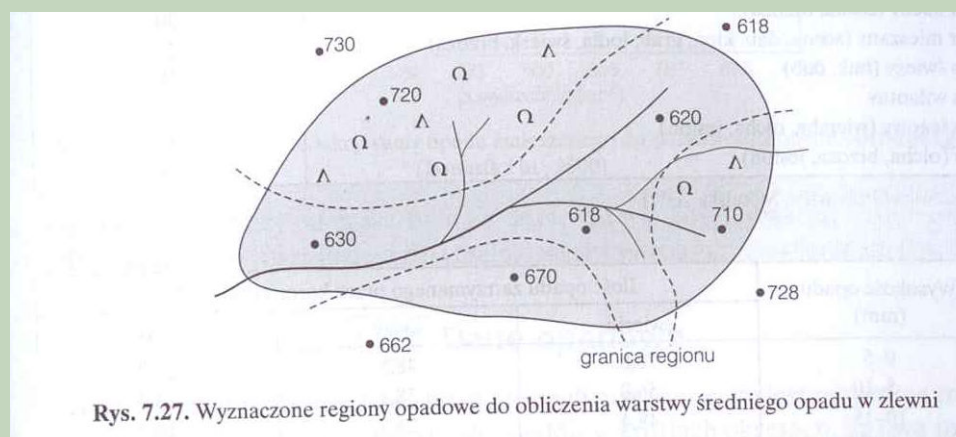


Rys. 7.26. Określanie warstwy średniego opadu w zlewni ( $P$ ) metodą hipsometryczną



## IV. METODA REGIONÓW OPADOWYCH

Łączy zalety metody izohiet i wieloboków oraz eliminuje ich wady. Regiony opadowe (**rys. 7.27**) wyznacza się na podstawie analizy cech fizyczno-geograficznych zlewni (rzeźby terenu, struktury użytkowania), czyli obszaru, na którym panują zbliżone warunki opadowe. Opad w wyznaczonych regionach stanowi średnią arytmetyczną z wielkości opadów zmierzonych na posterunkach opadowych leżących w obrębie. Autorzy metody podzielił obszar Polski na 256 takich regionów. Średnią wys. opadu w zlewni oblicza się podobnie jak w metodzie izohiet czy wieloboków.





## V. Porównanie metod obliczeń opadów średnich w zlewni

Sposób obliczania opadu średniego w zlewniach w zasadzie jest jednakowy, natomiast różna jest dokładność ww. metod, a zastosowanie niektórych może ograniczać ukształtowanie powierzchni terenu.

Najdokładniejsza z omówionych metod - **to metoda izohiet**, ponieważ uwzględnia ukształtowanie terenu. Jednocześnie jest pracochłonna, i dlatego korzysta się z niej tylko w zlewniach podgórskich i górskich lub wtedy, gdy wymagana jest duża dokładność obliczeń, jak np. w małych zlewniach w terenach zurbanizowanych.

**Metoda wieloboków** – nie uwzględnia ukształtowania terenu, ponieważ konstrukcja wieloboków wykonywana jest metodami czysto geometrycznymi. Dlatego metoda ta może być stosowana wyłącznie w zlewniach nizinnych, na obszarze których opady są mało zróżnicowane. Zaletą tej metody jest prostota obliczeń, ponieważ dla danego posterunku powierzchnia wieloboku jest jednakowa w cały rozpatrywanym okresie. Jeżeli jednak liczba posterunków zmienia się w różnych okresach, powierzchnie wieloboków trzeba określać oddzielnie dla każdego okresu i dla danej liczby posterunków.



Najprostsza metoda to **metoda regionów opadowych**. Z uwagi jednak na niezbyt dużą dokładność metoda może być stosowana dla zlewni większych. Najlepsze wyniki otrzymuje się dla zlewni, których powierzchnia pokrywa się w przybliżeniu z powierzchnią regionu lub rozciąga się na obszarze kilku regionów opadowych. W takich przypadkach metoda ta jest obecnie powszechnie wykorzystywana w służbie hydrologicznej.

**Metoda hipsometryczna** może być stosowana do obliczania opadów w terenach górskich, gdzie istnieje wyraźna zależność między opadem a wzniesieniem terenu nad poziomem morza. Jest to metoda dokładna, ale pracochłonna. Najlepsze wyniki przy jej użyciu uzyskuje się dla małych zlewni górskich, ponieważ w zlewniach większych w poszczególnych ich częściach zależność między opadem a wzniesieniem n.p.m. wyrażona krzywą gradientową może kształtować się w różny sposób. W takich przypadkach należy obszar zlewni dzielić na mniejsze części i dla każdej z nich określać oddzielnie krzywe gradientowe i hipsometryczne.