Nr 1(34) Maj 1988 r.

Janusz Walkowicz

ZALEŻNOŚĆ SNq OD POWIERZCHNI ZLEWNI

W problematyce ochrony wód przed zanieczyszczeniem bardzo dużą rolę odgrywa właściwe określenie podstawowych charakterystyk hydrologicznych rzek. Znajomość przepływów średnich niskich oraz minimalnych rocznych (półrocznych letnich i zimowych), o określonym prawdopodobieństwie pojawiania się, jest niezbędna do obliczania stopnia rozcieńczenia ścieków wprowadzanych do wód powierzchniowych oraz do określenia ile razy w danym okresie obciążenie odbiornika ściekami będzie (z uwagi na suszę) większe, niż przy przepływie założonym do projektowania systemów ochrony wód.

W pracy omówiono niektóre zagadnienia związane z wyznaczaniem przepływów średnich niskich z wielolecia (SNQ).

Metody określania SNQ

Miarodajnym do obliczania stopnia rozcieńczenia ścieków wprowadzanych do wód powierzchniowych jest przepływ średni niski roczny z wielolecia (SNQ) [9]. Jest on średnią arytmetyczną z najniższych przepływów rocznych (NQ). Przepływ minimalny występuje w okresie zasilania rzeki wodami gruntowymi i zależy od wielu czynników zlewni (klimat, rzeźba terenu, warunki hydrogeologiczne, glebowe, szata roślinna), wpływających na stan wód gruntowych. Niekiedy przepływ minimalny zostaje zniekształcony działalnością gospodarczą człowieka (pobór wody i zrzuty ścieków, budowa jazów i zbiorników, regulacja rzek). Na niskie przepływy wody wpływ mogą wywierać także zjawiska lodowe oraz zarastanie koryt rzek.

Przepływ średni niski określa się w praktyce za pomocą najniższych stanów rocznych (NW) i krzywej natężenia przepływu (krzywej konsumcyjnej, Q=f(H). Najczęściej krzywe konsumcyjne skonstruowane są na podstawie pomiarów hydrometrycznych, obejmujących zazwyczaj tylko 60÷80% ogólnej amplitudy wahań stanów wody. Stąd też do określenia przepływów NQ, a następnie SNQ, trzeba stosować różne metody ekstrapolacji, gdyż w wielu przypadkach brak jest pomiarów właśnie przy najwyższych i najniższych stanach wody [6, 10]. Obliczona wartość SNQ będzie tym dokładniejsza im dłuższy jest okres badań, z którego przepływ ten ma być wyznaczony. Zaleca się aby okres ten wynosił co najmniej 20÷25 lat [5].

Przy krótszym okresie obserwacji, do wyznaczania wartości SNQ może służyć jedna z poniższych metod:

a) Skonstruowanie krzywej związku przepływów wody lub spływów jednostkowych, w zależności od położenia profilu wodowskazowego o niepełnym okresie obserwacji, względem profili o pełnym okresie spostrzeżeń [5, 6].

b) Zastosowane metody analogii hydrologicznej, polegającej na znalezieniu takiej zlewni kontrolowanej, w której występują warunki podobne do warunków w zlewni badanej [2, 7]. Przy wyborze zlewni-analoga należy brać pod uwagę czynniki decydujące o wielkości przepływów minimalnych, średnich i maksymalnych. Dla celów rozpatrywanych tutaj wystarczy ograniczyć się do poszukiwania podobieństwa obu zlewni tylko w aspekcie czynników wpływających na przepływy minimalne, a więc nieklimatycznych (budowa geologiczno-glebowa zlewni, rzeźba terenu zlewni, obecność jezior) i klimatycznych (roczna suma opadów, parowanie terenowe), przy czym wielkość prepływów minimalnych zależy głównie od czynników nieklimatycznych.

c) Wykorzystanie map hydrologicznych (przy braku obserwacji hydrometrycznych i zlewni-analoga) [1, 2, 3, 11].

d) Zastosowanie wzorów empirycznych — uniwersalnych (wzór Iszkowskiego) lub regionalnych [8, 11].

Transponowanie SNQ na inne profile rzeki

Problem ten występuje często podczas określania wartości SNQ dla profili rzecznych w miejscach ujęć wód powierzchniowych lub też wylotów kolektorów kanalizacyjnych, tj. tam, gdzie najczęściej brak jest wodowskazów i pomiarów hydrometrycznych. Znając wartość SNQ dla jednego lub kilku wodowskazów, określa się odpowiednie przepływy w szeregu profilach tej rzeki lub w jej dopływach (dla tzw. zlewni cząstkowych) [1, 2]. Przy istnieniu na rzece kilku wodowskazów, najczęściej wyrównuje się SNQ wzdłuż biegu rzeki. Wyrównanie takie możliwe jest wówczas, gdy przepływy układają się z biegiem rzeki prawie w linii prostej (na wykresie w skali logarytmicznej).

Najczęściej ma miejsce transponowanie przepływów ze zlewni większych do mniejszych. Zależnie od posiadanych obserwacji hydrometrycznych, ilości wodowskazów i obliczonych dla nich przepływów SNQ, transponowanie tych przepływów do innych profili rzeki może odbywać się wg następujących założeń wyjściowych:

1) wartość spływu średniego niskiego (SNq) jest niezależna od wielkości powierzchni zlewni (A),

2) wartość SNq zmniejsza się wraz ze wzrostem powierzchni A,

3) wartość SNq rośnie wraz ze wzrostem powierzchni A.

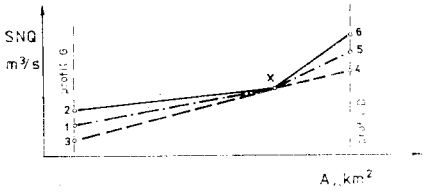
Przypadek (1) występuje najczęściej wtedy, gdy w danej zlewni brak jest obserwacji hydrometrycznych, bądź jeśli obserwacje te są mało wiarygodne i gdy nie można zastosować metody analogicznej lub określić wartości SNq z map. Przypadek ten bywa stosowany również wtedy, gdy w danej zlewni jest tylko jeden profil wodowskazowy, w oparciu o który można wyznaczyć wiarygodną wartość SNq, wykorzystywaną następnie do obliczania przepływów średnich niskich dla innych profili rzecznych (z relacji SNQ=SNq·A)

Możliwości zastosowania przypadków (2) i (3) wynikają z obliczonych wartości SNq dla co najmniej dwu profili wodowskazowych, przy czym do ich wyznaczenia powinien być wzięty jednolity okres obserwacji.

Ponieważ w pracach projektowych i badawczych z zakresu ochrony wód ważny jest przepływ średni niski (spływ SNq ma tu raczej znaczenie pomocnicze bądź kontrolne dla obliczeń SNQ), dlatego trzeba

Dr inż. J. Walkowicz: Instytut Ochrony Środowiska Oddział we Wrocławiu, ul. Wystawowa 1, 51-618 Wrocław.

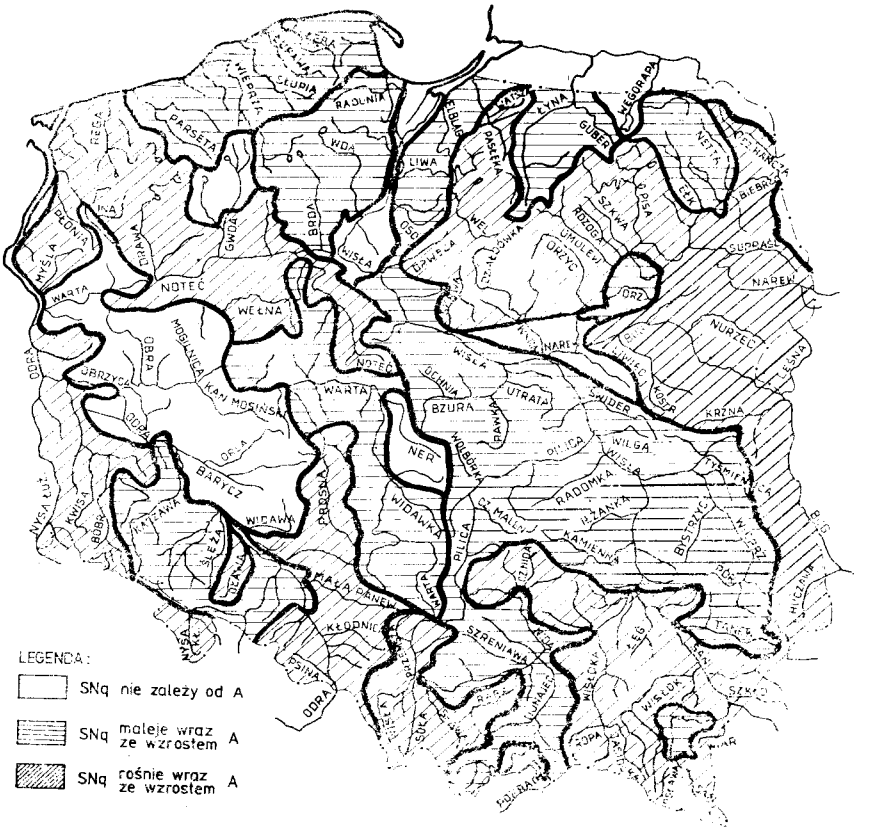
rozważyć, jaki będzie jego przebieg na danym odcinku rzeki przy założeniu, że w danym profilu (X) jest on znany, natomiast trzeba obliczyć wartość SNQ dla profilu rzecznego położonego powyżej (G) lub poniżej (D) wodowskazu X (rys. 1).



Rys. 1 Schemat zmian wartości SNQ w profilu położonym powyżej (G) i poniżej (D) wodowskazu (X)

Przepływy SNQ wg linii X-2 oraz X-6 mają miejsce wtedy, gdy do ich obliczenia przyjęto spływ SNq rosnący wraz ze wzrostem powierzchni zlewni; przepływy SNQ wg linii X-1 oraz X-5 występują wówczas, gdy do ich wyznaczania przyjęto stałą wartość SNq, natomiast przepływy SNQ wg linii X-3 i X-4 mają miejsce wówczas, gdy do ich obliczenia przyjęto spływ SNq malejący wraz ze wzrostem powierzchni zlewni. Punkty 3 i 4 w profilach G i D oznaczają, że przepływy SNQ mają tu wartość najmniejszą. Przyjęcie takich wartości (wynikających z warunków hydrologicznych) do dalszych obliczeń jest uzasadnione zwłaszcza tam, gdzie chodzi o szczególne wymagania stawiane wodom odbiornika. W punktach 2 i 6 SNQ osiąga wartości najwyższe, co stwarza możliwości zaprojektowania oczyszczalni ścieków o mniejszej sprawności.

Nie zawsze wystarcza jednak znajomość wartości SNq i SNQ wzdłuż rzeki, lecz często konieczna jest także znajomość ich zmian w całej zlewni rzeki lub w zlewniach kilku rzek, w funkcji powierzchni zlewni (A). Mając to na uwadze w oparciu o wartości SNQ wyznaczone przy pomocy jednolitego okresu obserwacyjnego 1951—1970 dla 927 przekrojów rzecznych w kraju [3, 4] obliczono wartości spływów SNq i przedstawiono je graficznie na mapie (rys. 2) w postaci obszarów, na których SNq nie zależy, rośnie lub maleje wraz ze wzrostem powierzchni zlewni. Wobec braku wartości SNq w małych zlewniach (do 100 km²) przyjęto, że na odcinkach rzek od granic ich wododziału do pierwszego wodowskazu oraz od końcowego wodowskazu do ujścia rzeki, występują takie same tendencje, jak



Rys. 2. Zależność SNq od powierzchni zlewni w Polsce

dla najbliższego sąsiedztwa danego obszaru. Chociaż nie określono wielkości poszczególnych stref SNq=f(A), można jednak zauważyć znaczną przewagę obszarów, na których wartość SNq rośnie wraz ze wzrostem powierzchni zlewni.

Przedstawiona mapa daje możliwość zorientowania się w tendencjach zmian wartości SNq w funkcji powierzchni zlewni na rozpatrywanym obszarze kraju. Ponadto umożliwia ona przenoszenie obliczonych wartości SNq do różnych profili danej rzeki, a także ich weryfikację, szczególnie w zlewniach nie kontrolowanych.

LITERATURA

1. A. BYCZKOWSKI: Hydrologiczne podstawy projektów wodno-melioracyjnych. PWRiL, Warszawa 1979.
2. Przykłady obliczeń hydrologicznych do opracowań wodno-melioracyjnych. Centralne Biuro Studiów i Projektów Wodnych Melioracji, Warszawa, 1971 (część II).
3. J. WALKOWICZ i inni: Zależność między spływem średnim niskim a powierzchnią zlewni w Polsce. IKŚ Oddział Wrocław, 1983 (praca nie publikowana).
4. Podstawy hydrologiczne do regionalnych perspektywicznych planów rozwoju gospodarki wodnej i ochrony wód, cz. I. IMGW, Warszawa 1978 (praca nie publikowana).
5. H. MAŃCZAK: Techniczne podstawy ochrony wód przed zanieczyszczeniem. Politechnika Wrocławska, 1972.
6. Wytyczne do wykonania i opracowania pomiarów przepływu metodą rachunkową. PIHM, Warszawa 1970.
7. J. PUNZET: Metoda wyznaczania minimalnych przepływów rzek przy braku obserwacji hydrometrycznych. Gospodarka Wodna, 10/1964.
8. B. RATOMSKA, B. OSUCH, H. NAHORECKA-DUDA: Analiza przydatności wzorów empirycznych dla oceny zasobów wodnych nie kontrolowanych zlewni karpackiego dorzecza Wisły. Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej, 3/1976.
9. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 29.11.1975 r. (Dz. U. PRL Nr 41).
10. J. WALKOWICZ: O ekstrapolacji krzywych objętości przepływu (krzywych konsumcyjnych). Biuletyn Techniczny Biur Proj. Gosp. Kom. nr 3, Warszawa 1958.
11. Parametry hydrauliczne koryt rzecznych w Polsce w strefie przepływów średnich niskich, etap II. Zesp. Rzecz. SITWM, Warszawa 1980 (praca nie publikowana).

MEAN LOW RUN-OFF RELATED TO THE CATCHMENT SURFACE AREA

The methods of determining the characteristic flow for a river are reviewed from the viewpoint of pollution control. Presented are methods of calculating the mean low run-off and of its transposition onto other river profiles which have not been subject to hydrometric investigations. The results are included in the map of Poland. The map makes a distinction between unit run-offs which are dependent or independent of the catchment surface area.