



INSTYTUT METEOROLOGII I GOSPODARKI WODNEJ  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

BIURO PROGNOZ HYDROLOGICZNYCH W KRAKOWIE  
ul. Piotra Borowego 14  
30-215 Kraków

---

# Obliczenie wybranych charakterystyk przepływów dla rzeki Skawy w przekroju stacji wodowskazowej Zator

Wykonawcy:

mgr inż. Paweł Tworzewski

Zastępca Dyrektora  
Centrum Hydrologicznej Osłony Kraju

mgr inż. Małgorzata Maczuga

---

CZERWIEC 2020

## Spis treści:

<b>1. Podstawa opracowania</b>	<b>3</b>
<b>2. Materiały wejściowe</b>	<b>3</b>
<b>3. Zakres prac kameralnych</b>	<b>3</b>
<b>4. Charakterystyka stacji wodowskazowej</b>	<b>4</b>
<b>5. Obliczenie przepływów charakterystycznych</b>	<b>5</b>
<b>6. Obliczenie przepływu nienaruszalnego</b>	<b>5</b>
<b>7. Obliczenie przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia</b>	<b>7</b>
<b>8. Wyznaczenie rzędnych zwierciadła wody</b>	<b>7</b>
<b>9. Wyniki obliczeń</b>	<b>8</b>
<b>10. Literatura</b>	<b>10</b>

- Zamawiający po otrzymaniu danych nie ma prawa do dalszej ich redystrybucji, powielania, odstępowania i odsprzedaży,
- rozpowszechnianie i wykorzystanie danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej możliwe jest wyłącznie do celów określonych w zleceniu otrzymanym przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy,
- w przypadku, kiedy Zamawiający zamierza wykorzystać otrzymane dane do realizacji kolejnej pracy, musi ponownie złożyć zlecenie do Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowego Instytutu Badawczego,
- wykorzystujący udostępnione dane zobowiązany jest do zamieszczenia we własnym opracowaniu klauzuli: „Dane pochodzą ze zbiorów Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowego Instytutu Badawczego”.

## 1. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania „Obliczenie wybranych charakterystyk przepływów dla rzeki Skawy w przekroju stacji wodowskazowej Zator” było zlecenie firmy Biuro Usług Inżynierskich VESI Andrzej Bury z Dąbrowy Górniczej. Zgodnie z deklaracją Zamawiającego, dane zawarte w opracowaniu mają zostać wykorzystane w projekcie ujęcia wody na rzece Skawie w miejscowości Zator.

## 2. Materiały wejściowe

Do realizacji pracy wykorzystano dane i materiały zgromadzone w bazach danych i zasobach archiwalnych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego.

## 3. Zakres prac kameralnych

Zakres prac kameralnych dla rzeki Skawy w przekroju stacji wodowskazowej Zator obejmował obliczenie:

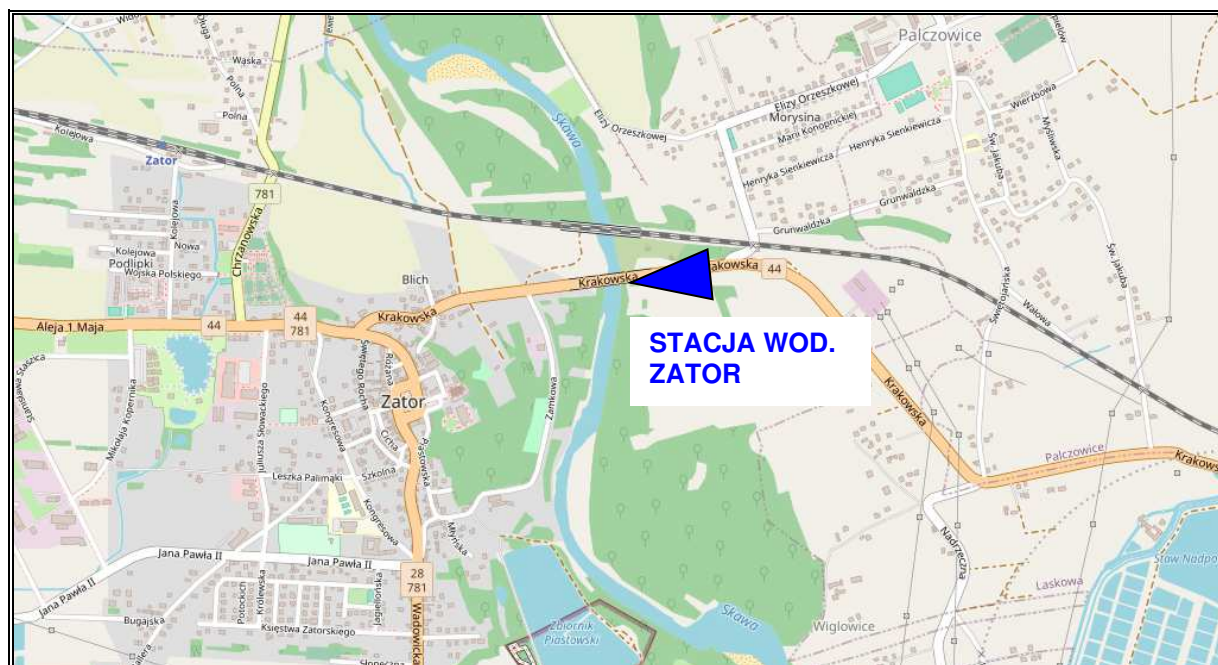
- przepływu najniższego NNQ oraz średniego niskiego SNQ z wielolecia hydrologicznego;
- przepływu nienaruszalnego  $Q_n$ ;
- przepływów maksymalnych o prawdopodobieństwie przewyższenia  $p=1\%$  i  $0,3\%$ .

## 4. Charakterystyka stacji wodowskazowej

Stacja wodowskazowa **Zator** zlokalizowana jest w 4+200 kilometrze rzeki Skawy na brzegu prawym i zamyka zlewnię o powierzchni 1 147,65 km<sup>2</sup> [1]. Poziom rzędnej zera wodowskazu wynosi 220,640 m n.p.m. w układzie odniesienia Kronsztadt 86 (220,816 w układzie odniesienia EVRF2007). Stacja wodowskazowa znajduje się w przekroju mostu drogowego na trasie Zator – Kraków. Składa się z sześciu łat wodowskazowych o łącznym zakresie 20 ÷ 720 cm oraz automatycznego czujnika rejestrującego stany wody.

Na przebieg stanów wody wpływają: niestabilne koryto rzeki, które ma tendencję do intensywnego ruchu rumowiska podczas wezbrań, ujęcie wody w miejscowości Graboszyce (około 5 km powyżej wodowskazu) oraz gospodarka wodna prowadzona na zbiorniku Świnna Poręba.

Lokalizację stacji wodowskazowej Zator przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Fragment zlewni rzeki Skawy z zaznaczonym profilem stacji wodowskazowej Zator (źródło mapy [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org))

## 5. Obliczenie przepływów charakterystycznych

Przepływy charakterystyczne: najniższy NNQ oraz średni niski SNQ należą do przepływów głównych drugiego stopnia, wyznaczanych na podstawie danych pochodzących z okresów wieloletnich [2, 3]. Przepływ najniższy (NNQ) to wartość skrajna, wybrana z ciągów minimalnych (NQ) przepływów, które wystąpiły w poszczególnych latach danego wielolecia hydrologicznego. Z kolei dla poszczególnych lat hydrologicznych przepływy minimalne (NQ) są wartościami chwilowymi, określanymi na podstawie ciągłej rejestracji stanów wody prowadzonej przy pomocy automatycznych czujników, limnigrafów analogowych, a w razie braku tego typu urządzeń, na podstawie obserwacji wykonywanych przez obserwatorów ryczałtowych. Przepływ średni niski (SNQ) jest średnią arytmetyczną z wszystkich przepływów minimalnych rocznych (NQ) w danym wieloleciu hydrologicznym.

Na potrzeby niniejszego opracowania, wartości przepływów charakterystycznych NNQ i SNQ dla stacji wodowskazowej Zator wyznaczano z okresu hydrologicznego 1987 – 2018 bez lat hydrologicznych 2006 i 2007 (brak danych). Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 1.

## 6. Obliczenie przepływu nienaruszalnego

*„Przepływem nienaruszalnym  $Q_n$  nazywa się graniczną wartość przepływu rzecznoego, poniżej której przepływy wody w rzekach nie powinny być zmniejszane na skutek działalności gospodarczej” [2].*

Przepływ nienaruszalny dla Skawy w przekroju stacji wodowskazowej Zator obliczono metodą zaproponowaną przez H. Kostrzewę [4], zgodnie z zarządzeniem Dyrektora RZGW w Krakowie z 2017 r. [5]. Podstawowym kryterium wyznaczania jego wielkości według ww. metody są przesłanki hydrobiologiczne warunkujące

zachowanie podstawowych form flory i fauny, charakterystycznych dla środowiska wodnego rzek.

Przepływ nienaruszalny ze względu na kryterium hydrobiologiczne  $Q_{nh}$  określa się w funkcji przepływów niskich, a najczęściej wykorzystywaną miarą odniesienia jest przepływ średni niski (SNQ). Wielkość przepływu nienaruszalnego hydrobiologicznego według H. Kostrzewy [4] można określić z zależności:

$$Q_{nh} = k \cdot SNQ [m^3/s]$$

przy założeniu, że

$$Q_{nh} \geq NNQ [m^3/s]$$

jeżeli obliczony przepływ nienaruszalny  $Q_{nh}$  jest mniejszy od NNQ należy przyjąć:

$$Q_{nh} = NNQ$$

gdzie:

- $Q_{nh}$  – przepływ nienaruszalny hydrobiologiczny [ $m^3/s$ ],
- $k$  – współczynnik dla danego typu rzeki w zależności od jej reżimu i powierzchni zlewni,
- SNQ – średni niski przepływ z wielolecia [ $m^3/s$ ],
- NNQ – najniższy obserwowany przepływ z wielolecia [ $m^3/s$ ].

Podstawą obliczeń przepływu nienaruszalnego dla Skawy w przekroju stacji wodowskazowej Zator był przepływ średni niski SNQ obliczony dla tego przekroju z wielolecia hydrologicznego 1987 – 2018 (bez lat hydrologicznych 2006 i 2007).

Dla odcinka rzeki Skawy w rejonie przekroju stacji wodowskazowej Zator określono typ hydrologiczny rzeki jako górski. Powierzchnia zlewni Skawy dla tego przekroju wynosi 1 147,65 km<sup>2</sup> [1] i mieści się w zakresie 750 – 1500 km<sup>2</sup>, toteż przyjęto uśrednioną dla tego przedziału wartość współczynnika  $k = 0,76$ . Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 1.



## 7. Obliczenie przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia

Obliczenia przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla przekrojów wodowskazowych wykonuje się na podstawie najdłuższych jednorodnych ciągów historycznych przepływów maksymalnych rocznych. W przypadku, gdy liczba elementów jednorodnego ciągu przekracza 30 elementów, do obliczeń stosuje się metodę statystyczną. Metoda ta wykorzystuje wieloletnie dane pomiarowe i opiera się na założeniu, że maksymalne przepływy roczne podlegają określonemu rozkładowi prawdopodobieństwa, a parametry tego rozkładu szacuje się na podstawie próby losowej, czyli serii maksymalnych przepływów rocznych zaobserwowanych w przeszłości [2, 3, 6].

Na podstawie analizy danych stwierdzono, że ciąg maksymalnych przepływów rocznych dla Skawy w przekroju stacji wodowskazowej Zator uformowany na podstawie istniejących materiałów hydrologicznych jest jednorodny statystycznie dla lat hydrologicznych 1958 – 2009. Do obliczeń przepływów maksymalnych o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia, wykorzystano rozkład logarytmiczno-normalny, który uznano za najbardziej wiarygodny spośród rozkładów niesprzecznych, estymując parametry rozkładu metodą największej wiarygodności. Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 2.

## 8. Wyznaczenie rzędnych zwierciadła wody

Rzędne zwierciadła wody dla ww. przepływów wyznaczono na podstawie aktualnie obowiązującej krzywej natężenia przepływu dla stacji wodowskazowej Zator na rzece Skawie.

## 9. Wyniki obliczeń

Wartości przepływów charakterystycznych: najniższego NNQ, średniego niskiego SNQ jak również przepływu nienaruszalnego  $Q_n$  dla Skawy w profilu stacji wodowskazowej Zator wraz z odpowiadającymi im rzędnymi zwierciadła wody przedstawiono w tabeli 1.

Wartości przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia wraz z górnym ograniczeniem przedziału ufności na poziomie  $P_\alpha = 0,84$  dla Skawy w profilu stacji wodowskazowej Zator wraz z odpowiadającymi im rzędnymi zwierciadła wody przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 1. Przepływy charakterystyczne NNQ i SNQ oraz przepływ nienaruszalny  $Q_n$  dla rzeki Skawy w przekroju stacji wodowskazowej Zator wraz z odpowiadającymi im rzędnymi zwierciadła wody.

Charakterystyka	Przepływ [m <sup>3</sup> /s]	Rzędna zwierciadła wody [m n.p.m.]  Układ odniesienia Kronsztadt 86	Rzędna zwierciadła wody [m n.p.m.]  Układ odniesienia EVRF2007
Przepływ najniższy NNQ	0,90	220,900	221,076
Przepływ średni roczny SNQ	2,27	221,050	221,226
Przepływ nienaruszalny $Q_n$	1,73	221,000	221,176



Tab. 2. Przepływy maksymalne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla rzeki Skawy w przekroju stacji wodowskazowej Zator wraz z odpowiadającymi im rzędnymi zwierciadła wody.

Prawdopodobieństwo przewyższenia $p$ [%]	Przepływ $Q_{\max p}$ [m <sup>3</sup> /s]	Przepływ z błędem oszacowania dla $P_{\alpha}=0,84$ [m <sup>3</sup> /s]	Rzędna zwierciadła wody [m n.p.m.]  Układ odniesienia Kronsztadt 86	Rzędna zwierciadła wody [m n.p.m.]  Układ odniesienia EVRF2007
1	1280	1530	227,680	227,856
0,3	1740	2130	228,490	228,666

## 10. Literatura

1. *Mapa podziału hydrograficznego Polski 1:50 000*, wersja 2010.
2. Ozga-Zielińska M., Brzeziński J., 1994: *Hydrologia stosowana*. PWN.
3. Byczkowski A., 1999: *Hydrologia*, t. I SGGW, Warszawa.
4. Kostrzewa H., 1977: *Weryfikacja kryteriów i wielkości przepływu nienaruszalnego dla rzek Polski*, Materiały Badawcze IMGW, Warszawa.
5. *Rozporządzenie Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dnia 10 października 2017 r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Górnej Wisły*.
6. Praca zbiorowa pod red. Stachy J., 1991: *Zasady obliczania maksymalnych rocznych przepływów rzek polskich o określonym prawdopodobieństwie pojawiania się*, IMGW, Warszawa, seria Instrukcje i podręczniki.