

## OBLICZENIA HYDROLOGICZNE MG2 (Wariant 4A, 4.1A) / MG3 (Wariant 4B)

### Literatura:

- [1] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).
- [2] Rozporządzenie nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dnia 16 stycznia 2014r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Górnej Wisły.
- [3] Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97, "Wytyczne obliczenia światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.
- [4] Jerzy Ratomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000
- [5] Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami, GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.
- [6] Załącznik nr 4. Obliczenia hydrologiczne do [2]
- [7] Rozporządzenie Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dnia 10 października 2017r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Górnej Wisły.

### I. Obliczenia hydrologiczne w oparciu o metodę obszarowego równania regresji wg [6]

Przepływy maksymalne roczne  $Q_{\max.p}$  oblicza się ze wzoru:  
(z wyjątkiem przepływu o prawdopodobieństwie  $p=50\%$ ) wg [6]

$$Q_{\max.p} = Q_{\max.p1\%} \cdot \lambda_p$$

Przepływy maksymalne o prawdopodobieństwie przewyższenia  $p=1\%$  i  $p=50\%$  oblicza się z równań:

$$Q_{\max.p1\%} = \alpha_{\text{obszar}1} \cdot A_z^{0.92} \cdot H_1^{1.11} \cdot \varphi^{1.07} \cdot I_r^{0.10} \cdot \psi^{0.35} \cdot (1 + JEZ)^{-2.11} \cdot (1 + B)^{-0.47}$$

$$Q_{\max.p50\%} = \alpha_{\text{obszar}50} \cdot A_z^{0.98} \cdot H_1^{1.16} \cdot \varphi^{0.53} \cdot I_r^{0.05} \cdot \psi^{0.40} \cdot (1 + JEZ)^{-1.66} \cdot (1 + B)^{-0.67}$$

### Dane ogólne

# powierzchnia badanej zlewni [km<sup>2</sup>]:

$$A_z := 140.51$$

# maksymalne wzniesienie zlewni [m n.p.m.]

$$W_{\max} := 253.0$$

# wzniesienie działu wodnego w punkcie przecięcia z osią suchej doliny  
najdłuższego cieku [m n.p.m.]

$$W_g := 243.9$$

# wzniesienie przekroju obliczeniowego zamykającego zlewnię [m n.p.m.]

$$W_p := 193.7$$

# długość najdłuższego cieku w zlewni [km]

$$L_w := 17.574$$

# długość suchej doliny w przedłużeniu najdłuższego cieku zlewni [km]

$$L := 0.172$$

Wartość # **prawdopodobieństwa** należy określić na podstawie tab. wg [1] wybierając odpowiedni rodzaj obiektu i klasę obiektu w ciągu tej drogi

Rodzaj obiektu	Most		
Klasa drogi	A, S, GP		
Rodzaj obiektu	Wartość prawdopodobieństwa p [%]		
	klasa drogi		
	A, S, GP	G, Z	L, D
Most	0.3	0.5	1
Most tymczasowy	2	3	3
Przepust	1	1	2
Przepust tymczasowy	3	5	5

# prawdopodobieństwo [%] wg [1]

$$p = 0.3$$

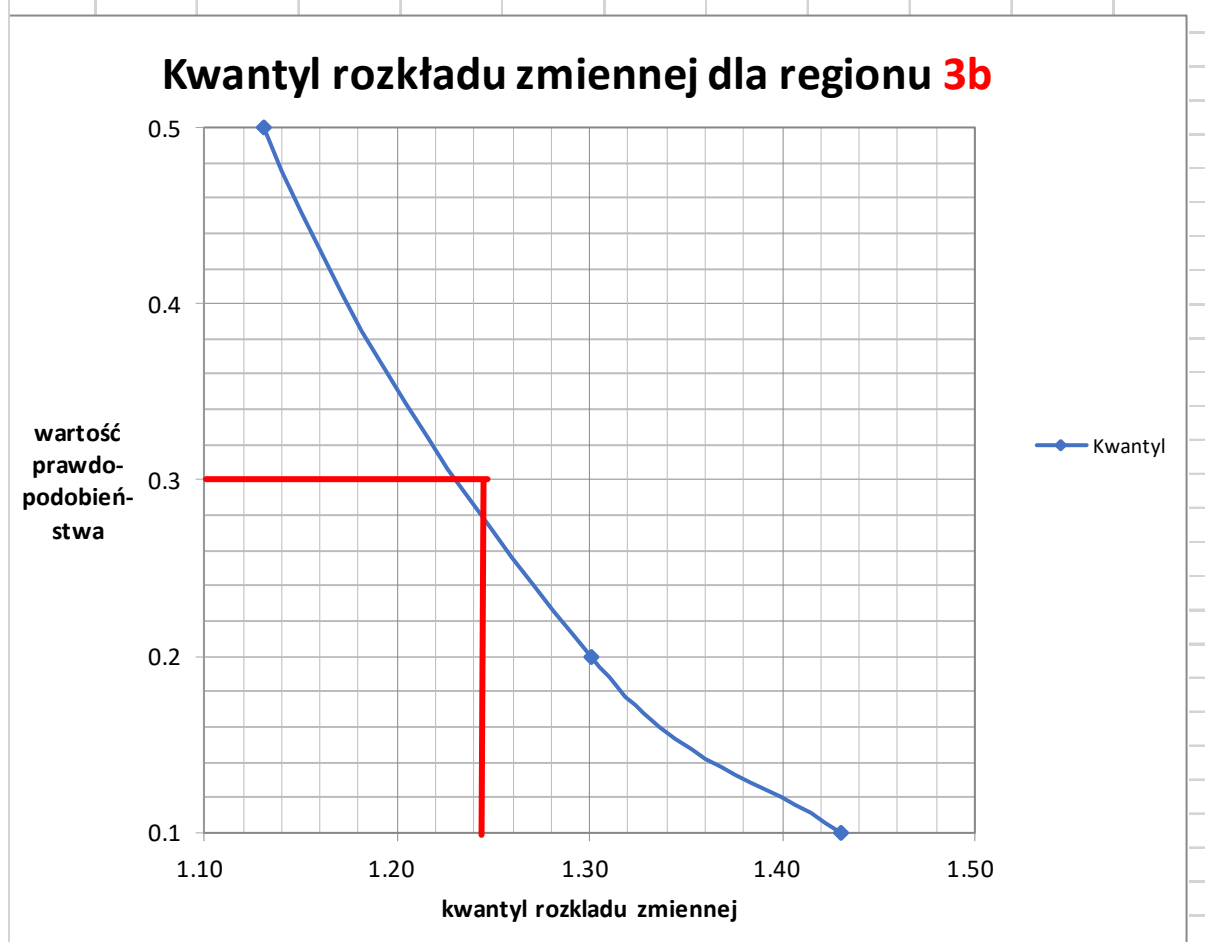
Wartość # **kwantylu rozkładu zmiennej** wyznacza się z tabeli dla danego regionu odczytanego z mapy oraz dla zadanego prawdopodobieństwa  $p$  [%] (należy wybrać odpowiedni region występowania zlewni na podstawie mapki oraz prawdopodobieństwo w tabeli - żółte pola)

$$\text{region} := "3b"$$

## Wyznaczenie kwantylu rozkładu zmiennej

mapa makroregionu i regionu

tab. 3.1	Prawdopodobieństwo [%]										
Region	0.1	0.2	0.5	1	2	3	5	10	20	30	50
1a	1.57	1.39	1.17	1.00	0.834	0.727	0.621	0.461	0.309	0.223	0.123
1b	1.48	1.34	1.15	1.00	0.857	0.768	0.665	0.522	0.378	0.291	0.185
2a	1.54	1.37	1.16	1.00	0.843	0.745	0.636	0.482	0.334	0.248	0.145
2b	1.46	1.32	1.14	1.00	0.860	0.776	0.674	0.836	0.394	0.310	0.205
3a	1.56	1.38	1.17	1.00	0.835	0.727	0.622	0.464	0.312	0.227	0.128
3b	1.43	1.30	1.13	1.00	0.867	0.787	0.694	0.558	0.420	0.341	0.234
3c	1.35	1.24	1.10	1.00	0.894	0.826	0.747	0.631	0.515	0.444	0.341
4a	1.43	1.30	1.13	1.00	0.867	0.788	0.695	0.559	0.422	0.340	0.233
4b	1.34	1.24	1.10	1.00	0.894	0.829	0.750	0.637	0.521	0.445	0.342
5a	1.41	1.28	1.12	1.00	0.874	0.798	0.706	0.577	0.449	0.367	0.262
5b	1.32	1.22	1.10	1.00	0.899	0.836	0.761	0.660	0.545	0.470	0.373
5c	1.28	1.20	1.08	1.00	0.915	0.857	0.795	0.701	0.598	0.536	0.446



# kwantylu rozkładu zmiennej wg tabl. 3.1 wg [6]

$$\lambda_p = 1.3$$

# kwantylu rozkładu zmiennej dla  $p=0,3\%$   
wg wykresu tabeli 3.1 wg [6]

$$\lambda_{p\%} := 1.225$$

► # kwantyl rozkładu zmiennej dla p=1%

# kwantylu rozkładu zmiennej wg tabl. 3.1 wg [6]

$$\lambda_{p1\%} = 1$$

### Wyznaczenie wartości parametru obszarowego równania regresji

# maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie przewyższenia p=1% [mm]

$$H_1 := 97$$

► mapa - maksymalne sumy dobowe deszczu wg [6]

# spadek cieku [‰]

$$I_r := \frac{(W_g - W_p)}{L + I} = \frac{243.9 - 193.7}{17.574 + 0.172} = 2.83$$

# średni spadek zlewni [‰]

$$\psi := \frac{(W_{\max} - W_p)}{\sqrt{A_z}} = \frac{253.0 - 193.7}{\sqrt{140.51}} = 5$$

# wartość i zależy od liczby gleb znajdujących się w obrębie zlewni

$$g := 1 \dots 4$$

# powierzchnia pokryta glebami danej grupy [km<sup>2</sup>]

# współczynnik odpływu dla danej grupy gleb

# gliny i iły  
# piaski luźne i żwiry  
# piaski słabogliniaste  
# aluwia i torfy

$$\varphi_{g_g} :=$$

0.88
0.15
0.25
0.57

$$A_{g_g} :=$$

25% · A <sub>z</sub>
45% · A <sub>z</sub>
20% · A <sub>z</sub>
10% · A <sub>z</sub>

$$A_{g_g} =$$

35.13
63.23
28.1
14.05

# współczynnik odpływu określony na podstawie "Mapy Gleb Polski" wg [6]

$$\varphi := \frac{1}{A_z} \left[ \sum_g (\varphi_{g_g} \cdot A_{g_g}) \right]$$

$$\varphi = 0.39$$

# wartość i zależy od ilości jezior znajdujących się w obrębie zlewni

$$j := 1 \dots 3$$

# liczba zlewni jeziornych

$$q := 1$$

# powierzchnia zlewni jezior [km<sup>2</sup>]

# wskaźnik jeziorności zlewni

$$JEZ := \frac{1}{A_z} \left( \sum_{j=1}^q A_{j_j} \right)$$

JEZ = 0

$$A_{j_j} :=$$

0
0
0

# wartość i zależy od ilości obszarów zabagnionych znajdujących się w obrębie zlewni

$$b := 1 \dots 3$$

# liczba obszarów zabagnionych

$$k := 1$$

# powierzchnia obszaru zabagnionego lub torfowiska [km<sup>2</sup>]

# wskaźnik zabagnienia zlewni

$$B := \frac{1}{A_z} \left( \sum_{b=1}^k A_{b_b} \right)$$

B = 0

$$A_{b_b} :=$$

0
0
0

Wartość # parametru obszarowego równania regresji wyznacza się z tabeli dla danego obszaru odczytanego z mapy oraz dla zadanego prawdopodobieństwa p [%] (należy wybrać odpowiedni obszar występowania zlewni na podstawie mapki)

mapa podziału kraju dla parametru obszar. rów. regresj wg [6]

Obszar	Nizinno-pojezierny wschodni	wg mapy	tabl. 3.2
$\alpha_{\text{obszar.1\%}}$	3.075E-03		
$\alpha_{\text{obszar.50\%}}$	3.771E-04		
Nr obszaru	Obszar	Prawdopodobieństwo p [%]	
		1	50
1	Sudecki	1.432E-03	2.094E-04
2	Nizinno-pojezierny zachodni	1.733E-03	2.383E-04
3	Przymorski	1.353E-03	2.527E-04
4	Tatrzański	1.797E-03	2.755E-04
5	Karpacki	2.992E-03	4.194E-04
6	Nizinno-pojezierny wschodni	3.075E-03	3.771E-04
7	Lubelski	2.369E-03	4.728E-04

# wartość parametru obszarowego równania regresji wg tabl. 3.2 [6]

$$\alpha_{\text{obszar.1\%}} = 3.075 \times 10^{-3}$$

$$\alpha_{\text{obszar.50\%}} = 3.771 \times 10^{-4}$$

# dane obliczeniowe

$$A_z = 140.51 \quad H_1 = 97 \quad \varphi := \varphi = 0.39 \quad \psi = 5 \quad JEZ := JEZ = 0$$

$$\lambda_{p1\%} = 1 \quad \lambda_p = 1.23 \quad I_r := I_r = 2.83 \quad B := B = 0 \quad \lambda_{0.5\%} := 1.13$$

**Obliczenie przepływu o prawdopodobieństwie 0.3% [m³/s]**

# kwantylu rozkładu zmiennej wg tabl. 3.1 i mapy wg [6]

$$\lambda_p = 1.225$$

$$Q_{\text{max.p}_{0.3\%}} := \alpha_{\text{obszar.1\%}} \cdot A_z^{0.92} \cdot H_1^{1.11} \cdot \varphi^{1.07} \cdot I_r^{0.10} \cdot \psi^{0.35} \cdot (1 + JEZ)^{-2.11} \cdot (1 + B)^{-0.47} \cdot \lambda_p$$

$$Q_{\text{max.p}_{0.3\%}} = 41.19$$

**Obliczenie przepływu o prawdopodobieństwie 50% [m³/s]**

$$Q_{\text{max.p}_{50\%}} := \alpha_{\text{obszar.50\%}} \cdot A_z^{0.98} \cdot H_1^{1.06} \cdot \varphi^{0.53} \cdot I_r^{0.05} \cdot \psi^{0.40} \cdot (1 + JEZ)^{-1.66} \cdot (1 + B)^{-0.67}$$

$$Q_{\text{max.p}_{50\%}} = 7.51$$

**Obliczenie przepływu o prawdopodobieństwie 1% [m³/s]**

$$Q_{\text{max.p}_{1\%}} := \alpha_{\text{obszar.1\%}} \cdot A_z^{0.92} \cdot H_1^{1.11} \cdot \varphi^{1.07} \cdot I_r^{0.10} \cdot \psi^{0.35} \cdot (1 + JEZ)^{-2.11} \cdot (1 + B)^{-0.47} \cdot \lambda_{p1\%}$$

$$Q_{\text{max.p}_{1\%}} = 33.63$$

**Obliczenie przepływu o prawdopodobieństwie 0.5% [m³/s]**

$$Q_{\text{max.p}_{0.5\%}} := \alpha_{\text{obszar.1\%}} \cdot A_z^{0.92} \cdot H_1^{1.11} \cdot \varphi^{1.07} \cdot I_r^{0.10} \cdot \psi^{0.35} \cdot (1 + JEZ)^{-2.11} \cdot (1 + B)^{-0.47} \cdot \lambda_{0.5\%}$$

$$Q_{\text{max.p}_{0.5\%}} = 38$$

## II Obliczenie średniego rocznego przepływu SSQ wg [2]

Wg Rozporządzenia nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie przepływ średni roczny SSQ w małych zlewniach niekontrolowanych należy obliczać wg poniższego wzoru Punzeta

$$SSQ = 10^{-3} \cdot SSq \cdot A_z$$

gdzie:

**SSq** - średni roczny odpływ jednostkowy w [l/(s\*km<sup>2</sup>)] obliczany ze wzoru

$$SSq = 0.00001151 \cdot P^{2.05576} \cdot I_z^{0.0647} \cdot N_g^{-0.04435}$$

► TAB. 2.1

Wartość # **wskaznika nieprzepuszczalności** gleb w dorzeczu mający charakteryzować stosunki geologiczno glebowe i zagospodarowanie [%] należy wyznaczyć dobierając odpowiedni rodzaj gleby z mapy Gleb Polski wg [2]

Rodzaj\_gleb = "Gleby piaszczyste"

## wskaźnik przepuszczalności gleb tab. 2.1 rozp. 4/2014

$$N_g = 20$$

► Mapa opadów

# opad średni roczny w zlewni [mm]

$$P_p := 670$$

# spadek podłużny całego cieków wynosi [‰]

$$I := \frac{W_g - W_p}{L} = \frac{243.9 - 193.7}{17.574} = 2.8565$$

**Średni odpływ jednostkowy wynosi [l/s\*km<sup>2</sup>]**

$$SSq := 0.00001151 \cdot P_p^{2.05576} \cdot I_z^{0.0647} \cdot N_g^{-0.04435}$$

$$SSq = 6.96$$

**Przepływ średni roczny [m<sup>3</sup>/s]**

$$SSQ := 10^{-3} \cdot SSq \cdot A_z = 10^{-3} \cdot 0.00001151 \cdot P_p^{2.05576} \cdot I_z^{0.0647} \cdot N_g^{-0.04435} \cdot 140.51$$

$$SSQ = 0.98$$

### III. Obliczenie średniego niskiego rocznego przepływu SNQ wg [2]

Wg Rozporządzenia nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie przepływ średni roczny SSQ w małych zlewniach niekontrolowanych w regionie wodnym Górnej Wisły (Karpackim dorzeczu Wisły) należy obliczać wg poniższego wzoru:

$$SNQ = 10^{-3} \cdot SNq \cdot A_z$$

SNq - średni niski odpływ jednostkowy w [l/(s\*km<sup>2</sup>)] obliczany ze wzoru

dla zlewni górskich o powierzchni od 10 km<sup>2</sup> do 500 km<sup>2</sup> obejmujących obszary Tatr, Podhala i Beskidów:

$$SNq_{\text{górskie}} = 0.00807 \cdot H^{1.21815} \cdot P^{0.1722} \cdot I^{0.3273} \cdot N^{-1.0504}$$

dla zlewni wyżynnych i nizinnych obejmujących obszary Pogórza Podkarpackiego oraz podkarpacia (Niziny Sandomierskiej):

$$SNq_{\text{wyżynne i nizinne}} = 0.000247 \cdot H^{0.7462} \cdot P^{1.182} \cdot I^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123}$$

Dla pozostałych zlewni znajdujących się poza obszarem stosowalności wzoru Punzeta (tzn. Tatr, Podhala, Beskidów, Pogórza Karpackiego oraz Podkarpacia/Niziny Sandomierskiej) należy odczytać z mapy 1.

# średnie wzniesienie w zlewni [m n.p.m.]	$H_{wz} := 0.5 \cdot (W_g + W_p) = 0.5 \cdot (243.9 + 193.7) = 218.8$
# powierzchnia badanej zlewni [km <sup>2</sup> ]:	$A_z = 140.51$
# opad średni roczny w zlewni [mm]	$P_p = 670$
# spadek podłużny całego cieku wynosi [‰]	$I = 2.8565$
# wskaźnik przepuszczalności gleb	$N_g = 20$

► Rodzaj zlewni

**Średni niski odpływ jednostkowy [l/s \* km<sup>2</sup>] (dla Karpackiego dorzecza Wisły)**

$$SNq_{1\_KW} := 0.00807 \cdot H_{wz}^{1.21815} \cdot P_p^{0.1722} \cdot I^{0.3273} \cdot N_g^{-1.0504} = 0.01 \cdot 218.8^{1.22} \cdot 670^{0.17} \cdot 2.86^{0.33} \cdot 20^{-1.05}$$
$$SNq_{1\_KW} = 1.06$$

$$SNq_{2\_KW} := \left( 0.000247 \cdot H_{wz}^{0.7462} \cdot P_p^{1.182} \cdot I^{-0.2321} \cdot N_g^{-0.7123} \right) = 0 \cdot 218.8^{0.75} \cdot 670^{1.18} \cdot 2.86^{-0.23} \cdot 20^{-0.71}$$
$$SNq_{2\_KW} = 2.8$$

Rodzaj\_zlewni = "Zlewnia wyżynna i nizinna"

Ostatecznie:

$$SNq_{KW} = 2.8$$

**Średni niski odpływ jednostkowy [l/s \* km<sup>2</sup>] (dla obszaru poza stosowalnością wzoru Punzeta)**

# wartość odczytana z mapy

$$SNq_{\text{mapa}_1} := 1.15$$

► SNq dla obszarów poza stosowalnością wzoru Punzeta - MAPA

**Średni niski roczny przepływ SNQ [m<sup>3</sup>/s]**

$$SNQ_{1\_1} := 10^{-3} \cdot SNq_{KW} \cdot A_z = 10^{-3} \cdot 2.8 \cdot 140.51 = 0.39$$

$$SNQ_{2\_1} := 10^{-3} \cdot SNq_{\text{mapa}_1} \cdot A_z = 10^{-3} \cdot 1.15 \cdot 140.51 = 0.16$$

Metoda\_obliczeń\_SNq = "SNq wyznaczone dla ----- Karpackiego dorzecza Wisły -----"

Ostatecznie:

$$SNQ = 0.39$$

#### IV. Sprawdzenie warunków dla potoków górskich i rzek podgórskich w rozumieniu Rozporządzenia Dz.U. Nr 63 [1]

##### ▶ WARUNKI DLA POTOKU GÓRSKIEGO

Przez potoki górskie rozumie się cieki o poniższych cechach:

$$\text{Powierzchnia zlewni } A_z = 140.51 < 180 \text{ km}^2$$

Zlewnia\_1 = "Warunek spełniony"

$$\text{Stosunek przepływów } \frac{Q_{\text{max.p.1\%}}}{SSQ} = 34.4 > 120$$

Stosunek\_przepływów\_1 = "Warunek niespełniony"

$$\text{Spadek zwierciadła wody } I = 2.856 > 3 [^\circ/\text{oo}]$$

Spadek\_zwierciadła\_wody\_1 = "Warunek niespełniony"

##### ▶ WARUNKI DLA RZEKI PODGÓRSKIEJ

Przez rzeki podgórskie rozumie się cieki o poniższych cechach:

$$\text{Powierzchnia zlewni } A_z = 140.51 > 180 \text{ km}^2$$

Zlewnia\_2 = "Warunek niespełniony"

$$\text{Stosunek przepływów } \frac{Q_{\text{max.p.1\%}}}{SSQ} = 34.4 \geq 50$$

Stosunek\_przepływów\_2 = "Warunek niespełniony"

$$\text{Spadek zwierciadła wody } I = 2.856 > 0.5 [^\circ/\text{oo}]$$

Spadek\_zwierciadła\_wody\_2 = "Warunek spełniony"



Z uwagi na powyższe wyniki w myśl Rozporządzenia [1]

Rodzaj\_cieku = "Ciek nie jest potokiem górskim ani rzeką podgórką "

#### IV. Przepływ nienaruszalny $Q_n$ [ $m^3/s$ ]

Minimalna wartość przepływu nienaruszalnego ( $Q_n$ ) jest określana jako iloczyn współczynnika „k” zależnego od typu hydrologicznego cieku i wielkości średniego niskiego przepływu (SNQ).  
Uśrednione wartości współczynnika „k” w zależności od typu hydrologicznego rzeki i powierzchni zlewni zestawiono w tabeli:

Typ hydrologiczny rzeki	Prędkość miarodajna $V_m$ [m/s]	Odptyw jednostkowy $q=(SSQ/A)*1000$ [ $l/(s*km^2)$ ]	Powierzchnia zlewni $A_z$ [ $km^2$ ]	współczynnik k [-]
nizinny	0.20	$q < 4.15$	< 1 000	1.00
			1 000 - 2 500	0.58
			>2 500	0.50
przejściowy i podgórski	0.25	$4.15 \leq q \leq 13.15$	< 500	1.27
			500 - 1 500	0.77
			1 500 - 2 500	0.52
			> 2 500	0.50
górski	0.30	$q > 13.15$	< 300	1.52
			300 - 750	1.17
			750 - 1 500	0.76
			1 500 - 2 500	0.55
			> 2 500	0.50

# współczynnik odczytan z tabeli:

wsp\_k = 1.27

#### Przepływ nienaruszalny [ $m^3/s$ ]

$$Q_n := \text{wsp\_k} \cdot \text{SNQ} = 1.27 \cdot 0.39 = 0.5$$