

## ZAŁĄCZNIK nr 3-2

### OBLICZENIA HYDROLOGICZNE

#### Rów melioracyjny R2

##### OBLICZENIA HYDROLOGICZNE I HYDRAULICZNE PRZEPUSTU wg:

[1] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).

[2] Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97, "Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.

[3] Jerzy Rątomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000

[4] Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami, GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.

[5] Rozporządzenie nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dn. 16.01.2014



- pole powierzchni zlewni:

$$F_p := 0.113 \text{ km}^2$$

pole powierzchni zlewni określono wg załącznika Z1

- długość głównego cieku:

$$L_c := 0.120 \text{ km}$$

- długość dopływów:

$$L_d := 0 \text{ km}$$

- długość suchych dolin dopływów

$$L_{sd} := 0 \text{ km}$$

- długość suchej doliny głównego cieku

$$L_{sc} := 1.378 \text{ km}$$

- rzędne pomierzone w terenie ( lustro wody):

$$h_g := 254.2 \text{ m}$$

$$h_d := 252.6 \text{ m}$$

$$L_L := 26 \text{ m}$$

- spadek cieku w obrębie obiektu

$$u_{0c} := \frac{h_g - h_d}{L_L} = 6.154\%$$

- klasa drogi Z

prawdopodobieństwo przepływu miarodajnego dla trwałego obiektu mostowego

$$p_p := 1\%$$

wg. [1]



#### 1. Dane do obliczeń:

- pole powierzchni zlewni:

$$F_p = 0.113 \cdot \text{km}^2$$

- wartość prawdopodobieństwa

$$p_p = 1\%$$

- długość cieku mierzona wzdłuż jego osi od początku do przekroju obliczeniowego:

$$L_c = 0.12 \cdot \text{km}$$

- długość suchej doliny cieku

$$L_{sc} = 1.378 \cdot \text{km}$$

|  |                              |
|--|------------------------------|
| - długość dopływy  | $L_d = 0 \cdot \text{km}$    |
| - długość suchej doliny dopływów                             | $L_{sd} = 0 \cdot \text{km}$ |
| - wzniesienie przekroju obliczeniowego (rzędna):             | $W_d := 252.6\text{m}$       |
| - wzniesienie działu wodnego na przedłużeniu głównego cieku: | $W_g := 313.1\text{m}$       |
| - maksymalne wyniesienie w obszarze zlewni:                  | $W_m := 343.2\text{m}$       |

## 2. Określenie wartości przepływów

### Obliczenia hydrologiczne na podstawie formuły opadowej

Powierzchnia zlewni wynosi  $F_p = 0.113 \cdot \text{km}^2$  jest mniejsza od  $50 \text{ km}^2$ , dlatego do wyznaczenia przepływów maksymalnych użyto formuły opadowej [5].

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
| - pole zlewnia  | $A_z := F_p = 0.113 \cdot \text{km}^2$   |                                |
| - maksymalna różnica wysokości zlewni:  | $\Delta W_m := W_m - W_d = 90.6 \text{ m}$                                       |                                |
| - różnica wysokości cieku:  | $\Delta W := W_g - W_d = 60.5 \text{ m}$   |                                |
| - spadek cieku w [‰]:   | $I_r := \frac{\Delta W}{L_c + L_{sc}} \cdot 1000 = 40.387$                       | $I_r = 40.387$                 |
| - maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1%<br>przyjęty na podstawie mapy pkt.3.1.6 wg [2] |  | $H_1 := 90\text{mm}$           |
| - współczynnik odpływu<br>(piaski słabogliniaste)   | $\varphi := 0.55$ na podstawie mapy p. 3.1.7 wg [2]                              |                                |
| - powierzchnia bagien:  | $A_b := 0 \text{ km}^2$  |                                |
| - powierzchnia jezior:  | $A_{jez} := 0 \text{ km}^2$  | $A_{jez} = 0 \cdot \text{m}^2$ |
| - średnie nachylenie zlewni<br>wg wzoru (2.41) [2]:   | $\psi := \frac{\Delta W_m \cdot \text{m}^{-1}}{\sqrt{A_z \cdot \text{km}^{-2}}}$ | $\psi = 269.519$               |
| - wskaźnik jeziorności  | $JEZ := \frac{A_{jez}}{A_z}$   | $JEZ = 0$                      |
| - wskaźnik zabagnienia zlewni:  | $B := \frac{A_b}{A_z}$   | $B = 0$                        |

- Hydromorfologiczna charakterystyka koryta:**

|                            |   |
|----------------------------|---|
| - długość suchej doliny:   | $\overset{\text{w}}{L} := L_{sc} \quad l = 1.378 \cdot \text{km}$ |
| - długość cieku stałego    | $L_g := L_c = 0.12 \cdot \text{km}$                               |
| - uśredniony spadek cieku: | $W_g = 313.1 \text{ m} \quad W_d = 252.6 \text{ m}$               |

$$I_{r1} := \frac{0.6 \cdot (\Delta W) \cdot \frac{1}{m}}{(L_g + 1) \cdot \frac{1}{km}} \quad I_{r1} = 24.23 \quad [‰]$$

- miara szorstkości koryta  $m_k$  (teren wyżynny):  $m_k := 9$  tabl. poniżej lub tabl. 2.14[2]

Miara szorstkości koryta rzeki  $m$

| Kategoria koryta rzeki | Przeciętna charakterystyka koryta i tarasu zalewowego na całej długości rzeki od źródeł do przekroju zamykającego | $M$ |
|------------------------|---|-----|
| 1                      | Koryta stałych i okresowych rzek nizinnych o stosunkowo wyrównanym dnie   | 11  |
| 2                      | Koryta stałych i okresowych rzek wyżynnych meandrujących o częściowo nierównym dnie                               | 9   |
| 3                      | Koryta stałych i okresowych rzek górskich o bardzo nierównym otoczkowo-kamienistym dnie                           | 7   |

- współczynnik odpływu:  $\varphi = 0.55$  p 3.1.7[2]
- maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1%:  $H_1 = 90 \cdot mm$

$$\Phi_r := \frac{1000 \cdot (L_g + 1) \cdot \frac{1}{km}}{m_k \cdot I_{r1}^{\frac{1}{3}} \cdot \left( \frac{A_z}{km^2} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot \left( \varphi \cdot \frac{H_1}{mm} \right)^{\frac{1}{4}}} \quad \Phi_r = 37$$

p 3.1.6 [2]

#### Hydromorfologiczna charakterystyka stoków

- gęstość sieci rzecznej:  $\rho := \frac{(L_g + 1) + L_d + L_{sd}}{A_z} \quad \rho = 13.257 \cdot \frac{1}{km}$

- średnia długość stoków:  $l_{s1} := \frac{1}{1.8 \cdot \rho} \quad l_{s1} = 0.042 \cdot km$

- miara szorstkości stoków:  $m_s := 0.15$   
-wg tab. 2.16

Miary szorstkości stoków  $m_s$

| Charakterystyka powierzchni stoków  | Współczynnik $m_s$ |
|---|--------------------|
| Powierzchnia gładka (asfalt, beton)   | 0.50               |
| Powierzchnia gruntowa ubita, splantowana  | 0.30               |
| Powierzchnia dobrze zaorana i zbronowana, powierzchnie wybrukowane w osiedlach zabudowanych w 20%   | 0.25               |
| Powierzchnie nierówne (kepkowe) pastwiska, łąki oraz powierzchnie w osiedlach o zabudowie ponad 20% | 0.15               |
| Powierzchnie leśne  | 0.10               |

- długość łączna warstw:  $\Sigma k := 6.481 \cdot \text{km}$

- powierzchnia zlewni:  $A_z = 0.113 \cdot \text{km}^2$

- różnica wysokości warstw w metrach  $\Delta_s := 1.25$

- średni spadek stoków:  $I_s := \frac{\Delta_s \cdot \frac{\Sigma k}{\text{km}}}{\frac{A_z}{\text{km}^2}} \quad I_s = 71.692$

- hydromorfologiczna charakterystyka stoków:  $\Phi_s := \frac{\left(1000 \cdot \frac{I_s}{\text{km}}\right)^{\frac{1}{2}}}{m_s \cdot I_s^{\frac{1}{4}} \cdot \left(\varphi \cdot \frac{H_1}{\text{mm}}\right)^{\frac{1}{2}}}$

- czas spływu po stokach dla:  $\Phi_s = 2.11$

*Czas spływu po stokach  $t_s$  w funkcji  $\Phi_s$*

| $\Phi_s$       | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0  | 2.5  | 3.0  | 4.0  | 5.0  | 6.0  | 7.0  | 8.0  | 9.0 | 10.0 | 12.0 | 15.0 |
|----------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| $t_s$ ,<br>min | 2.4 | 5.2 | 8.2 | 11.0 | 16.0 | 20.0 | 31.0 | 43.0 | 58.0 | 74.0 | 93.0 | 113 | 140  | 190  | 287  |



$$t_s = 12.081 \cdot \text{min}$$

**Jednostkowy moduł odpływowy:**

Dla:  $\Phi_r = 37$   $t_s = 12.081 \cdot \text{min}$  to na podstawie poniższej tabeli tab 2.13 [2]

| $\Phi_r$<br>$t_s$ | 0     | 5      | 10    | 20     | 30      | 40      | 50      | 60     |
|-------------------|-------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 0                 | 0,515 | 0,3725 | 0,23  | 0,14   | 0,09875 | 0,07575 | 0,05925 | 0,0476 |
| 10                | 0,41  | 0,305  | 0,2   | 0,128  | 0,093   | 0,072   | 0,0565  | 0,046  |
| 30                | 0,2   | 0,17   | 0,14  | 0,104  | 0,0815  | 0,0645  | 0,051   | 0,0428 |
| 60                | 0,136 | 0,12   | 0,104 | 0,083  | 0,0665  | 0,054   | 0,0444  | 0,038  |
| 100               | 0,099 | 0,09   | 0,081 | 0,0665 | 0,0545  | 0,0456  | 0,0386  | 0,0336 |
| 150               | 0,072 | 0,067  | 0,062 | 0,0526 | 0,0445  | 0,038   | 0,0336  | 0,03   |
| 200               | 0,056 | 0,053  | 0,05  | 0,0433 | 0,038   | 0,0337  | 0,03    | 0,0272 |

$$F_1 = 0.077$$

- współczynnik kształtu fali:  $f := 0.6$
- współczynnik redukcji jeziornej: dla JEZ = 0

Wartości współczynnika redukcji jeziornej  $\delta_J$

| Wskaźnik jeziorności JEZ | Współczynnik $\delta_J$ |
|--------------------------|-------------------------|
| 0.00                     | 1.00                    |
| 0.05                     | 0.90                    |
| 0.10                     | 0.82                    |
| 0.15                     | 0.74                    |
| 0.20                     | 0.68                    |
| 0.25                     | 0.62                    |
| 0.30                     | 0.57                    |
| 0.35                     | 0.53                    |
| 0.40                     | 0.49                    |
| 0.45                     | 0.46                    |
| 0.50                     | 0.43                    |
| 0.55                     | 0.40                    |
| 0.60                     | 0.37                    |
| 0.65                     | 0.35                    |
| 0.70                     | 0.33                    |
| 0.75                     | 0.31                    |
| 0.80                     | 0.29                    |
| 0.85                     | 0.27                    |
| 0.90                     | 0.26                    |
| 0.95                     | 0.24                    |
| 1.00                     | 0.23                    |



$\delta_j = 1$  tab. powyżej lub tab. 2.11 [2]

Maksymalny przepływ o prawdopodobieństwie pojawienia się  $p_p = 1\%$ :

Kwantyl rozkładu zmiennej  $l_p$ :  $\lambda_p := 1.0$  na podstawie tab. powyżej lub tab. 2.5, str. 28 [2] dla makroregionu wyżyny i regionu 2b wg p. 3.1.4.

| Lp | Makro-Region | Re-gion | Prawdopodobieństwo, % |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
|----|--------------|---------|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |              |         | 0.1                   | 0.2  | 0.5  | 1    | 2     | 3     | 5     | 10    | 20    | 30    | 50    |
| 1  | Sudety       | 1a      | 1.57                  | 1.39 | 1.17 | 1.00 | 0.834 | 0.727 | 0.621 | 0.461 | 0.309 | 0.223 | 0.123 |
| 2  |              | 1b      | 1.48                  | 1.34 | 1.15 | 1.00 | 0.857 | 0.768 | 0.665 | 0.522 | 0.378 | 0.291 | 0.185 |
| 3  | Karpaty      | 2a      | 1.54                  | 1.37 | 1.16 | 1.00 | 0.843 | 0.745 | 0.636 | 0.482 | 0.334 | 0.248 | 0.145 |
| 4  |              | 2b      | 1.46                  | 1.32 | 1.14 | 1.00 | 0.860 | 0.776 | 0.674 | 0.536 | 0.394 | 0.310 | 0.205 |
| 5  | Wyżyny       | 3a      | 1.56                  | 1.38 | 1.17 | 1.00 | 0.835 | 0.727 | 0.622 | 0.464 | 0.312 | 0.227 | 0.128 |
| 6  |              | 3b      | 1.43                  | 1.30 | 1.13 | 1.00 | 0.867 | 0.787 | 0.694 | 0.558 | 0.420 | 0.341 | 0.234 |
| 7  |              | 3c      | 1.35                  | 1.24 | 1.10 | 1.00 | 0.894 | 0.826 | 0.747 | 0.631 | 0.515 | 0.444 | 0.341 |
| 8  | Niziny       | 4a      | 1.43                  | 1.30 | 1.13 | 1.00 | 0.867 | 0.788 | 0.695 | 0.559 | 0.422 | 0.340 | 0.233 |
| 9  |              | 4b      | 1.34                  | 1.24 | 1.10 | 1.00 | 0.894 | 0.829 | 0.750 | 0.637 | 0.521 | 0.445 | 0.342 |
| 10 | Pojezierza   | 5a      | 1.41                  | 1.28 | 1.12 | 1.00 | 0.874 | 0.798 | 0.706 | 0.577 | 0.449 | 0.367 | 0.262 |
| 11 |              | 5b      | 1.32                  | 1.22 | 1.10 | 1.00 | 0.899 | 0.836 | 0.761 | 0.660 | 0.545 | 0.470 | 0.373 |
| 12 |              | 5c      | 1.28                  | 1.20 | 1.08 | 1.00 | 0.915 | 0.857 | 0.795 | 0.701 | 0.598 | 0.536 | 0.446 |

- kwantyl rozkładu zmiennej o prawdopodobieństwie:  $\lambda_p = 1$  tab 2.5 [2]

$$Q_p := f \cdot F_1 \cdot \varphi \cdot \frac{H_1}{1\text{mm}} \cdot \frac{A_z}{1\text{km}^2} \cdot \lambda_p \cdot \delta_j \quad Q_p = 0.26$$

$$Q_{p1} := Q_p \cdot 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad Q_{p1} = 0.257 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

### 3. Określenie wartości przepływów niskiego rocznego (SNQ) i średniorocznego (SSQ)

#### 3.1 Dane wyjściowe

- średnie wzniesienie zlewni

$$H_t := \frac{W_d + W_m}{2} = 297.9 \text{ m}$$

- opad średni roczny w zlewni

$$P := 700 \text{ mm} \quad N = 1 \text{ N}$$

- spadek podłużny cieku [‰]

$$I_r = 40.387$$

- wskaźnik nieprzepuszczalności gleb

$$N := 70$$

#### 3.2 Określenie średniego niskiego odpływu jednostkowego SNQ

$$SNq_g := \left[ 0.00807 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{1.21815} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{0.1722} I_r^{0.3273} \cdot N^{-1.0504} \right]$$

$$SNq_s := \begin{cases} \left[ 0.00807 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{1.21815} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{0.1722} I_r^{0.3273} \cdot N^{-1.0504} \right] & \text{if } I_r > 18 \\ \left[ 0.000247 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{0.7462} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{1.182} I_r^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123} \right] & \text{if } I_r < 18 \end{cases}$$

$$SNq_{wn} := \left[ 0.000247 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{0.7462} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{1.182} I_r^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123} \right]$$

$$SNq := \begin{cases} SNq_g & \text{if } H_t \geq 470 \text{ m} \\ SNq_s & \text{if } 300 \text{ m} < H_t < 470 \text{ m} \\ SNq_{wn} & \text{if } H_t \leq 300 \text{ m} \end{cases}$$

$$SNq = 0.822$$

$$SNQ := 10^{-3} \cdot SNq \cdot \frac{F_p}{\text{km}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$SNQ = 9.285 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

#### 3.3 Określenie średniego rocznego SSQ

$$SSq := 0.00001151 \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{2.05576} \cdot I_r^{0.0647} \cdot N^{-0.04435}$$

$$SSQ := 10^{-3} \cdot SSq \cdot \frac{F_p}{\text{km}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$SSQ = 9.662 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

## ZAŁĄCZNIK nr 3-2

### OBLICZENIA HYDROLOGICZNE

#### Rów melioracyjny R4

##### OBLICZENIA HYDROLOGICZNE I HYDRAULICZNE PRZEPUSTU wg:

[1] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).

[2] Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97, "Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.

[3] Jerzy Rątomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000

[4] Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami, GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.

[5] Rozporządzenie nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dn. 16.01.2014



- pole powierzchni zlewni:

$$F_p := 0.148 \text{ km}^2$$

pole powierzchni zlewni określono wg załącznika Z1

- długość głównego cieku:

$$L_c := 0.175 \text{ km}$$

- długość dopływów:

$$L_d := 0 \text{ km}$$

- długość suchych dolin dopływów

$$L_{sd} := 0 \text{ km}$$

- długość suchej doliny głównego cieku

$$L_{sc} := 1.062 \text{ km}$$

- rzędne pomierzone w terenie ( lustro wody):

$$h_g := 247.6 \text{ m}$$

$$h_d := 247.0 \text{ m}$$

$$L_L := 49 \text{ m}$$

- spadek cieku w obrębie obiektu

$$u_{0c} := \frac{h_g - h_d}{L_L} = 1.224\%$$

- klasa drogi Z

prawdopodobieństwo przepływu miarodajnego dla trwałego obiektu mostowego

$$p_p := 1\%$$

wg. [1]



#### 1. Dane do obliczeń:

- pole powierzchni zlewni:

$$F_p = 0.148 \cdot \text{km}^2$$

- wartość prawdopodobieństwa

$$p_p = 1\%$$

- długość cieku mierzona wzdłuż jego osi od początku do przekroju obliczeniowego:

$$L_c = 0.175 \cdot \text{km}$$

- długość suchej doliny cieku

$$L_{sc} = 1.062 \cdot \text{km}$$

|  |                              |
|--|------------------------------|
| - długość dopływy  | $L_d = 0 \cdot \text{km}$    |
| - długość suchej doliny dopływów                             | $L_{sd} = 0 \cdot \text{km}$ |
| - wzniesienie przekroju obliczeniowego (rzędna):             | $W_d := 247.5\text{m}$       |
| - wzniesienie działu wodnego na przedłużeniu głównego cieku: | $W_g := 333.6\text{m}$       |
| - maksymalne wyniesienie w obszarze zlewni:                  | $W_m := 333.6\text{m}$       |

## 2. Określenie wartości przepływów

### Obliczenia hydrologiczne na podstawie formuły opadowej

Powierzchnia zlewni wynosi  $F_p = 0.148 \cdot \text{km}^2$  jest mniejsza od  $50 \text{ km}^2$ , dlatego do wyznaczenia przepływów maksymalnych użyto formuły opadowej [5].

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
| - pole zlewnia  | $A_z := F_p = 0.148 \cdot \text{km}^2$   |                                |
| - maksymalna różnica wysokości zlewni:  | $\Delta W_m := W_m - W_d = 86.1 \text{ m}$                                       |                                |
| - różnica wysokości cieku:  | $\Delta W := W_g - W_d = 86.1 \text{ m}$   |                                |
| - spadek cieku w [‰]:   | $I_r := \frac{\Delta W}{L_c + L_{sc}} \cdot 1000 = 69.604$                       | $I_r = 69.604$                 |
| - maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1%<br>przyjęty na podstawie mapy pkt.3.1.6 wg [2] |  | $H_1 := 90\text{mm}$           |
| - współczynnik odpływu<br>(piaski słabogliniaste)   | $\varphi := 0.55$ na podstawie mapy p. 3.1.7 wg [2]                              |                                |
| - powierzchnia bagien:  | $A_b := 0 \text{ km}^2$  |                                |
| - powierzchnia jezior:  | $A_{jez} := 0 \text{ km}^2$  | $A_{jez} = 0 \cdot \text{m}^2$ |
| - średnie nachylenie zlewni<br>wg wzoru (2.41) [2]:   | $\psi := \frac{\Delta W_m \cdot \text{m}^{-1}}{\sqrt{A_z \cdot \text{km}^{-2}}}$ | $\psi = 223.806$               |
| - wskaźnik jeziorności  | $JEZ := \frac{A_{jez}}{A_z}$   | $JEZ = 0$                      |
| - wskaźnik zabagnienia zlewni:  | $B := \frac{A_b}{A_z}$   | $B = 0$                        |

### • Hydromorfologiczna charakterystyka koryta:

|                            |   |                         |
|----------------------------|---|-------------------------|
| - długość suchej doliny:   | $\overset{\text{w}}{L} := L_{sc} = 1.062 \cdot \text{km}$ |                         |
| - długość cieku stałego    | $L_g := L_c = 0.175 \cdot \text{km}$                      |                         |
| - uśredniony spadek cieku: | $W_g = 333.6 \text{ m}$                                   | $W_d = 247.5 \text{ m}$ |



$$I_{r1} := \frac{0.6 \cdot (\Delta W) \cdot \frac{1}{m}}{(L_g + 1) \cdot \frac{1}{km}} \quad I_{r1} = 41.76 \quad [‰]$$

- miara szorstkości koryta  $m_k$  (teren wyżynny):  $m_k := 9$  tabl. poniżej lub tabl. 2.14[2]

Miara szorstkości koryta rzeki  $m$

| Kategoria koryta rzeki | Przeciętna charakterystyka koryta i tarasu zalewowego na całej długości rzeki od źródeł do przekroju zamykającego | $M$ |
|------------------------|---|-----|
| 1                      | Koryta stałych i okresowych rzek nizinnych o stosunkowo wyrównanym dnie   | 11  |
| 2                      | Koryta stałych i okresowych rzek wyżynnych meandrujących o częściowo nierównym dnie                               | 9   |
| 3                      | Koryta stałych i okresowych rzek górskich o bardzo nierównym otoczkowo-kamienistym dnie                           | 7   |

- współczynnik odpływu:  $\varphi = 0.55$  p 3.1.7[2]
- maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1%:  $H_1 = 90 \cdot \text{mm}$

$$\Phi_r := \frac{1000 \cdot (L_g + 1) \cdot \frac{1}{km}}{m_k \cdot I_{r1} \cdot \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{A_z}{km^2} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot \left( \varphi \cdot \frac{H_1}{mm} \right)^{\frac{1}{4}}} \quad \Phi_r = 24$$

#### Hydromorfologiczna charakterystyka stoków

- gęstość sieci rzecznej:  $\rho := \frac{(L_g + 1) + L_d + L_{sd}}{A_z} \quad \rho = 8.358 \cdot \frac{1}{km}$

- średnia długość stoków:  $l_{s1} := \frac{1}{1.8 \cdot \rho} \quad l_{s1} = 0.066 \cdot km$

- miara szorstkości stoków:  $m_s := 0.15$   
-wg tab. 2.16

Miary szorstkości stoków  $m_s$

| Charakterystyka powierzchni stoków  | Współczynnik $m_s$ |
|---|--------------------|
| Powierzchnia gładka (asfalt, beton)   | 0.50               |
| Powierzchnia gruntowa ubita, splantowana  | 0.30               |
| Powierzchnia dobrze zaorana i zbronowana, powierzchnie wybrukowane w osiedlach zabudowanych w 20%   | 0.25               |
| Powierzchnie nierówne (kępkowe) pastwiska, łąki oraz powierzchnie w osiedlach o zabudowie ponad 20% | 0.15               |
| Powierzchnie leśne  | 0.10               |

- długość łączna warstw:  $\Sigma k := 7.906 \cdot \text{km}$

- powierzchnia zlewni:  $A_Z = 0.148 \cdot \text{km}^2$

- różnica wysokości warstw w metrach  $\Delta_s := 1.25$

- średni spadek stoków:  $I_s := \frac{\Delta_s \cdot \frac{\Sigma k}{\text{km}}}{\frac{A_Z}{\text{km}^2}} \quad I_s = 66.774$

- hydromorfologiczna charakterystyka stoków:  $\Phi_s := \frac{\left(1000 \cdot \frac{I_s l}{\text{km}}\right)^{\frac{1}{2}}}{m_s \cdot I_s^{\frac{1}{4}} \cdot \left(\varphi \cdot \frac{H_l}{\text{mm}}\right)^{\frac{1}{2}}}$

- czas spływu po stokach dla:  $\Phi_s = 2.7$

*Czas spływu po stokach  $t_s$  w funkcji  $\Phi_s$*

| $\Phi_s$       | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0  | 2.5  | 3.0  | 4.0  | 5.0  | 6.0  | 7.0  | 8.0  | 9.0 | 10.0 | 12.0 | 15.0 |
|----------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| $t_s$ ,<br>min | 2.4 | 5.2 | 8.2 | 11.0 | 16.0 | 20.0 | 31.0 | 43.0 | 58.0 | 74.0 | 93.0 | 113 | 140  | 190  | 287  |



$$t_s = 17.62 \cdot \text{min}$$

**Jednostkowy moduł odpływowy:**

Dla:  $\Phi_r = 24$   $t_s = 17.62 \cdot \text{min}$  to na podstawie poniższej tabeli tab 2.13 [2]

| $\Phi_r$<br>$t_s$ | 0     | 5      | 10    | 20     | 30      | 40      | 50      | 60     |
|-------------------|-------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 0                 | 0,515 | 0,3725 | 0,23  | 0,14   | 0,09875 | 0,07575 | 0,05925 | 0,0476 |
| 10                | 0,41  | 0,305  | 0,2   | 0,128  | 0,093   | 0,072   | 0,0565  | 0,046  |
| 30                | 0,2   | 0,17   | 0,14  | 0,104  | 0,0815  | 0,0645  | 0,051   | 0,0428 |
| 60                | 0,136 | 0,12   | 0,104 | 0,083  | 0,0665  | 0,054   | 0,0444  | 0,038  |
| 100               | 0,099 | 0,09   | 0,081 | 0,0665 | 0,0545  | 0,0456  | 0,0386  | 0,0336 |
| 150               | 0,072 | 0,067  | 0,062 | 0,0526 | 0,0445  | 0,038   | 0,0336  | 0,03   |
| 200               | 0,056 | 0,053  | 0,05  | 0,0433 | 0,038   | 0,0337  | 0,03    | 0,0272 |

$$F_1 = 0.107$$

- współczynnik kształtu fali:  $f := 0.6$
- współczynnik redukcji jeziornej: dla JEZ = 0

Wartości współczynnika redukcji jeziornej  $\delta_J$

| Wskaźnik jeziorności JEZ | Współczynnik $\delta_J$ |
|--------------------------|-------------------------|
| 0.00                     | 1.00                    |
| 0.05                     | 0.90                    |
| 0.10                     | 0.82                    |
| 0.15                     | 0.74                    |
| 0.20                     | 0.68                    |
| 0.25                     | 0.62                    |
| 0.30                     | 0.57                    |
| 0.35                     | 0.53                    |
| 0.40                     | 0.49                    |
| 0.45                     | 0.46                    |
| 0.50                     | 0.43                    |
| 0.55                     | 0.40                    |
| 0.60                     | 0.37                    |
| 0.65                     | 0.35                    |
| 0.70                     | 0.33                    |
| 0.75                     | 0.31                    |
| 0.80                     | 0.29                    |
| 0.85                     | 0.27                    |
| 0.90                     | 0.26                    |
| 0.95                     | 0.24                    |
| 1.00                     | 0.23                    |



$\delta_j = 1$  tab. powyżej lub tab. 2.11 [2]

Maksymalny przepływ o prawdopodobieństwie pojawienia się  $p_p = 1\%$ :

Kwantyl rozkładu zmiennej  $l_p$ :  $\lambda_p := 1.0$  na podstawie tab. powyżej lub tab. 2.5, str. 28 [2] dla makroregionu wyżyny i regionu 2b wg p. 3.1.4.

| Lp | Makro-Region | Re-gion | Prawdopodobieństwo, % |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
|----|--------------|---------|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |              |         | 0.1                   | 0.2  | 0.5  | 1    | 2     | 3     | 5     | 10    | 20    | 30    | 50    |
| 1  | Sudety       | 1a      | 1.57                  | 1.39 | 1.17 | 1.00 | 0.834 | 0.727 | 0.621 | 0.461 | 0.309 | 0.223 | 0.123 |
| 2  |              | 1b      | 1.48                  | 1.34 | 1.15 | 1.00 | 0.857 | 0.768 | 0.665 | 0.522 | 0.378 | 0.291 | 0.185 |
| 3  | Karpaty      | 2a      | 1.54                  | 1.37 | 1.16 | 1.00 | 0.843 | 0.745 | 0.636 | 0.482 | 0.334 | 0.248 | 0.145 |
| 4  |              | 2b      | 1.46                  | 1.32 | 1.14 | 1.00 | 0.860 | 0.776 | 0.674 | 0.536 | 0.394 | 0.310 | 0.205 |
| 5  | Wyżyny       | 3a      | 1.56                  | 1.38 | 1.17 | 1.00 | 0.835 | 0.727 | 0.622 | 0.464 | 0.312 | 0.227 | 0.128 |
| 6  |              | 3b      | 1.43                  | 1.30 | 1.13 | 1.00 | 0.867 | 0.787 | 0.694 | 0.558 | 0.420 | 0.341 | 0.234 |
| 7  |              | 3c      | 1.35                  | 1.24 | 1.10 | 1.00 | 0.894 | 0.826 | 0.747 | 0.631 | 0.515 | 0.444 | 0.341 |
| 8  | Niziny       | 4a      | 1.43                  | 1.30 | 1.13 | 1.00 | 0.867 | 0.788 | 0.695 | 0.559 | 0.422 | 0.340 | 0.233 |
| 9  |              | 4b      | 1.34                  | 1.24 | 1.10 | 1.00 | 0.894 | 0.829 | 0.750 | 0.637 | 0.521 | 0.445 | 0.342 |
| 10 | Pojezierza   | 5a      | 1.41                  | 1.28 | 1.12 | 1.00 | 0.874 | 0.798 | 0.706 | 0.577 | 0.449 | 0.367 | 0.262 |
| 11 |              | 5b      | 1.32                  | 1.22 | 1.10 | 1.00 | 0.899 | 0.836 | 0.761 | 0.660 | 0.545 | 0.470 | 0.373 |
| 12 |              | 5c      | 1.28                  | 1.20 | 1.08 | 1.00 | 0.915 | 0.857 | 0.795 | 0.701 | 0.598 | 0.536 | 0.446 |

- kwantyl rozkładu zmiennej o prawdopodobieństwie:  $\lambda_p = 1$  tab 2.5 [2]

$$Q_p := f \cdot F_1 \cdot \varphi \cdot \frac{H_1}{1\text{mm}} \cdot \frac{A_z}{1\text{km}^2} \cdot \lambda_p \cdot \delta_j \quad Q_p = 0.47$$

$$Q_{p1} := Q_p \cdot 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad Q_{p1} = 0.468 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

### 3. Określenie wartości przepływów niskiego rocznego (SNQ) i średniorocznego (SSQ)

#### 3.1 Dane wyjściowe

- średnie wzniesienie zlewni

$$H_t := \frac{W_d + W_m}{2} = 290.55 \text{ m}$$

- opad średni roczny w zlewni

$$P := 700 \text{ mm} \quad N = 1 \text{ N}$$

- spadek podłużny cieku [‰]

$$I_r = 69.604$$

- wskaźnik nieprzepuszczalności gleb

$$N := 70$$

#### 3.2 Określenie średniego niskiego odpływu jednostkowego SNQ

$$\text{SNQ}_g := \left[ 0.00807 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{1.21815} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{0.1722} I_r^{0.3273} \cdot N^{-1.0504} \right]$$

$$\text{SNQ}_s := \begin{cases} \left[ 0.00807 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{1.21815} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{0.1722} I_r^{0.3273} \cdot N^{-1.0504} \right] & \text{if } I_r > 18 \\ \left[ 0.000247 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{0.7462} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{1.182} I_r^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123} \right] & \text{if } I_r < 18 \end{cases}$$

$$\text{SNQ}_{wn} := \left[ 0.000247 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{0.7462} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{1.182} I_r^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123} \right]$$

$$\text{SNQ} := \begin{cases} \text{SNQ}_g & \text{if } H_t \geq 470 \text{ m} \\ \text{SNQ}_s & \text{if } 300 \text{ m} < H_t < 470 \text{ m} \\ \text{SNQ}_{wn} & \text{if } H_t \leq 300 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{SNQ} = 0.711$$

$$\text{SNQ} := 10^{-3} \cdot \text{SNQ} \cdot \frac{F_p}{\text{km}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{SNQ} = 1.052 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

#### 3.3 Określenie średniego rocznego SSQ

$$\text{SSQ} := 0.00001151 \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{2.05576} \cdot I_r^{0.0647} \cdot N^{-0.04435}$$

$$\text{SSQ} := 10^{-3} \cdot \text{SSQ} \cdot \frac{F_p}{\text{km}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{SSQ} = 1.311 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

## ZAŁĄCZNIK nr 3-2

### OBLICZENIA HYDROLOGICZNE

#### Rów melioracyjny R5

##### OBLICZENIA HYDROLOGICZNE I HYDRAULICZNE PRZEPUSTU wg:

[1] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).

[2] Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97, "Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.

[3] Jerzy Rątomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000

[4] Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami, GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.

[5] Rozporządzenie nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dn. 16.01.2014



- pole powierzchni zlewni:

$$F_p := 0.092 \text{ km}^2$$

pole powierzchni zlewni określono wg załącznika Z1

- długość głównego cieku:

$$L_c := 0 \text{ km}$$

- długość dopływów:

$$L_d := 0 \text{ km}$$

- długość suchych dolin dopływów

$$L_{sd} := 0 \text{ km}$$

- długość suchej doliny głównego cieku

$$L_{sc} := 0.120 \text{ km}$$

- rzędne pomierzone w terenie ( lustro wody):

$$h_g := 247.6 \text{ m}$$

$$h_d := 247.3 \text{ m}$$

$$L_L := 20 \text{ m}$$

- spadek cieku w obrębie obiektu

$$u_{0c} := \frac{h_g - h_d}{L_L} = 1.5\%$$

- klasa drogi Z

prawdopodobieństwo przepływu miarodajnego dla trwałego obiektu mostowego

$$p_p := 1\%$$

wg. [1]



#### 1. Dane do obliczeń:

- pole powierzchni zlewni:

$$F_p = 0.092 \cdot \text{km}^2$$

- wartość prawdopodobieństwa

$$p_p = 1\%$$

- długość cieku mierzona wzdłuż jego osi od początku do przekroju obliczeniowego:

$$L_c = 0 \cdot \text{km}$$

- długość suchej doliny cieku

$$L_{sc} = 0.12 \cdot \text{km}$$

|  |                              |
|--|------------------------------|
| - długość dopływy  | $L_d = 0 \cdot \text{km}$    |
| - długość suchej doliny dopływów                             | $L_{sd} = 0 \cdot \text{km}$ |
| - wzniesienie przekroju obliczeniowego (rzędna):             | $W_d := 247.5 \text{m}$      |
| - wzniesienie działu wodnego na przedłużeniu głównego cieku: | $W_g := 313.1 \text{m}$      |
| - maksymalne wyniesienie w obszarze zlewni:                  | $W_m := 313.1 \text{m}$      |

## 2. Określenie wartości przepływów

### Obliczenia hydrologiczne na podstawie formuły opadowej

Powierzchnia zlewni wynosi  $F_p = 0.092 \cdot \text{km}^2$  jest mniejsza od  $50 \text{ km}^2$ , dlatego do wyznaczenia przepływów maksymalnych użyto formuły opadowej [5].

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
| - pole zlewnia   | $A_z := F_p = 0.092 \cdot \text{km}^2$   |                                |
| - maksymalna różnica wysokości zlewni:   | $\Delta W_m := W_m - W_d = 65.6 \text{ m}$                                       |                                |
| - różnica wysokości cieku:   | $\Delta W := W_g - W_d = 65.6 \text{ m}$   |                                |
| - spadek cieku w [‰]:  | $I_r := \frac{\Delta W}{L_c + L_{sc}} \cdot 1000 = 546.667$                      | $I_r = 546.667$                |
| - maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1% przyjęty na podstawie mapy pkt.3.1.6 wg [2] |  | $H_1 := 90 \text{mm}$          |
| - współczynnik odpływu (piaski słabogliniaste)   | $\varphi := 0.55$ na podstawie mapy p. 3.1.7 wg [2]                              |                                |
| - powierzchnia bagien:   | $A_b := 0 \text{ km}^2$  |                                |
| - powierzchnia jezior:   | $A_{jez} := 0 \text{ km}^2$  | $A_{jez} = 0 \cdot \text{m}^2$ |
| - średnie nachylenie zlewni wg wzoru (2.41) [2]:   | $\psi := \frac{\Delta W_m \cdot \text{m}^{-1}}{\sqrt{A_z \cdot \text{km}^{-2}}}$ | $\psi = 216.277$               |
| - wskaźnik jeziorności   | $JEZ := \frac{A_{jez}}{A_z}$   | $JEZ = 0$                      |
| - wskaźnik zabagnienia zlewni:   | $B := \frac{A_b}{A_z}$   | $B = 0$                        |

#### • Hydromorfologiczna charakterystyka koryta:

|                            |  |                         |
|----------------------------|--|-------------------------|
| - długość suchej doliny:   | $\overset{\text{w}}{L} := L_{sc} \quad l = 0.12 \cdot \text{km}$ |                         |
| - długość cieku stałego    | $L_g := L_c = 0 \cdot \text{km}$                                 |                         |
| - uśredniony spadek cieku: | $W_g = 313.1 \text{ m}$  | $W_d = 247.5 \text{ m}$ |

$$I_{r1} := \frac{0.6 \cdot (\Delta W) \cdot \frac{1}{m}}{(L_g + 1) \cdot \frac{1}{km}} \quad I_{r1} = 328 \quad [‰]$$

- miara szorstkości koryta  $m_k$  (teren wyżynny):  $m_k := 9$  tabl. poniżej lub tabl. 2.14[2]

Miara szorstkości koryta rzeki  $m$

| Kategoria koryta rzeki | Przeciętna charakterystyka koryta i tarasu zalewowego na całej długości rzeki od źródeł do przekroju zamykającego | $M$ |
|------------------------|---|-----|
| 1                      | Koryta stałych i okresowych rzek nizinnych o stosunkowo wyrównanym dnie   | 11  |
| 2                      | Koryta stałych i okresowych rzek wyżynnych meandrujących o częściowo nierównym dnie                               | 9   |
| 3                      | Koryta stałych i okresowych rzek górskich o bardzo nierównym otoczkowo-kamienistym dnie                           | 7   |

- współczynnik odpływu:  $\varphi = 0.55$  p 3.1.7[2]
- maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1%:  $H_1 = 90 \cdot mm$

$$\Phi_r := \frac{1000 \cdot (L_g + 1) \cdot \frac{1}{km}}{m_k \cdot I_{r1}^{\frac{1}{3}} \cdot \left( \frac{A_z}{km^2} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot \left( \varphi \cdot \frac{H_1}{mm} \right)^{\frac{1}{4}}} \quad \Phi_r = 1$$

p 3.1.6 [2]

#### Hydromorfologiczna charakterystyka stoków

- gęstość sieci rzecznej:  $\rho := \frac{(L_g + 1) + L_d + L_{sd}}{A_z} \quad \rho = 1.304 \cdot \frac{1}{km}$

- średnia długość stoków:  $l_{s1} := \frac{1}{1.8 \cdot \rho} \quad l_{s1} = 0.426 \cdot km$

- miara szorstkości stoków:  $m_s := 0.15$   
-wg tab. 2.16

Miary szorstkości stoków  $m_s$

| Charakterystyka powierzchni stoków  | Współczynnik $m_s$ |
|---|--------------------|
| Powierzchnia gładka (asfalt, beton)   | 0.50               |
| Powierzchnia gruntowa ubita, splantowana  | 0.30               |
| Powierzchnia dobrze zaorana i zbronowana, powierzchnie wybrukowane w osiedlach zabudowanych w 20%   | 0.25               |
| Powierzchnie nierówne (kępkowe) pastwiska, łąki oraz powierzchnie w osiedlach o zabudowie ponad 20% | 0.15               |
| Powierzchnie leśne  | 0.10               |

- długość łączna warstw:  $\Sigma k := 4.370 \cdot \text{km}$

- powierzchnia zlewni:  $A_z = 0.092 \cdot \text{km}^2$

- różnica wysokości warstw w metrach  $\Delta_s := 1.25$

- średni spadek stoków:  $I_s := \frac{\Delta_s \cdot \frac{\Sigma k}{\text{km}}}{\frac{A_z}{\text{km}^2}} \quad I_s = 59.375$

- hydromorfologiczna charakterystyka stoków:  $\Phi_s := \frac{\left(1000 \cdot \frac{I_s}{\text{km}}\right)^{\frac{1}{2}}}{m_s \cdot I_s^{\frac{1}{4}} \cdot \left(\varphi \cdot \frac{H_1}{\text{mm}}\right)^{\frac{1}{2}}}$

- czas spływu po stokach dla:  $\Phi_s = 7.04$

*Czas spływu po stokach  $t_s$  w funkcji  $\Phi_s$*

| $\Phi_s$       | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0  | 2.5  | 3.0  | 4.0  | 5.0  | 6.0  | 7.0  | 8.0  | 9.0 | 10.0 | 12.0 | 15.0 |
|----------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| $t_s$ ,<br>min | 2.4 | 5.2 | 8.2 | 11.0 | 16.0 | 20.0 | 31.0 | 43.0 | 58.0 | 74.0 | 93.0 | 113 | 140  | 190  | 287  |



$$t_s = 74.852 \cdot \text{min}$$

**Jednostkowy moduł odpływowy:**

Dla:  $\Phi_r = 1$   $t_s = 74.852 \cdot \text{min}$  to na podstawie poniższej tabeli tab 2.13 [2]

| $t_s \backslash \Phi_r$ | 0     | 5      | 10    | 20     | 30      | 40      | 50      | 60     |
|-------------------------|-------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 0                       | 0,515 | 0,3725 | 0,23  | 0,14   | 0,09875 | 0,07575 | 0,05925 | 0,0476 |
| 10                      | 0,41  | 0,305  | 0,2   | 0,128  | 0,093   | 0,072   | 0,0565  | 0,046  |
| 30                      | 0,2   | 0,17   | 0,14  | 0,104  | 0,0815  | 0,0645  | 0,051   | 0,0428 |
| 60                      | 0,136 | 0,12   | 0,104 | 0,083  | 0,0665  | 0,054   | 0,0444  | 0,038  |
| 100                     | 0,099 | 0,09   | 0,081 | 0,0665 | 0,0545  | 0,0456  | 0,0386  | 0,0336 |
| 150                     | 0,072 | 0,067  | 0,062 | 0,0526 | 0,0445  | 0,038   | 0,0336  | 0,03   |
| 200                     | 0,056 | 0,053  | 0,05  | 0,0433 | 0,038   | 0,0337  | 0,03    | 0,0272 |

$$F_1 = 0.119$$



- współczynnik kształtu fali:  $f := 0.6$
- współczynnik redukcji jeziornej: dla JEZ = 0

Wartości współczynnika redukcji jeziornej  $\delta_J$

| Wskaźnik jeziorności JEZ | Współczynnik $\delta_J$ |
|--------------------------|-------------------------|
| 0.00                     | 1.00                    |
| 0.05                     | 0.90                    |
| 0.10                     | 0.82                    |
| 0.15                     | 0.74                    |
| 0.20                     | 0.68                    |
| 0.25                     | 0.62                    |
| 0.30                     | 0.57                    |
| 0.35                     | 0.53                    |
| 0.40                     | 0.49                    |
| 0.45                     | 0.46                    |
| 0.50                     | 0.43                    |
| 0.55                     | 0.40                    |
| 0.60                     | 0.37                    |
| 0.65                     | 0.35                    |
| 0.70                     | 0.33                    |
| 0.75                     | 0.31                    |
| 0.80                     | 0.29                    |
| 0.85                     | 0.27                    |
| 0.90                     | 0.26                    |
| 0.95                     | 0.24                    |
| 1.00                     | 0.23                    |



$\delta_j = 1$  tab. powyżej lub tab. 2.11 [2]

Maksymalny przepływ o prawdopodobieństwie pojawienia się  $p_p = 1\%$ :

Kwantyl rozkładu zmiennej  $l_p$ :  $\lambda_p := 1.0$  na podstawie tab. powyżej lub tab. 2.5, str. 28 [2] dla makroregionu wyżyny i regionu 2b wg p. 3.1.4.

| Lp | Makro-Region | Re-gion | Prawdopodobieństwo, % |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
|----|--------------|---------|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |              |         | 0.1                   | 0.2  | 0.5  | 1    | 2     | 3     | 5     | 10    | 20    | 30    | 50    |
| 1  | Sudety       | 1a      | 1.57                  | 1.39 | 1.17 | 1.00 | 0.834 | 0.727 | 0.621 | 0.461 | 0.309 | 0.223 | 0.123 |
| 2  |              | 1b      | 1.48                  | 1.34 | 1.15 | 1.00 | 0.857 | 0.768 | 0.665 | 0.522 | 0.378 | 0.291 | 0.185 |
| 3  | Karpaty      | 2a      | 1.54                  | 1.37 | 1.16 | 1.00 | 0.843 | 0.745 | 0.636 | 0.482 | 0.334 | 0.248 | 0.145 |
| 4  |              | 2b      | 1.46                  | 1.32 | 1.14 | 1.00 | 0.860 | 0.776 | 0.674 | 0.536 | 0.394 | 0.310 | 0.205 |
| 5  | Wyżyny       | 3a      | 1.56                  | 1.38 | 1.17 | 1.00 | 0.835 | 0.727 | 0.622 | 0.464 | 0.312 | 0.227 | 0.128 |
| 6  |              | 3b      | 1.43                  | 1.30 | 1.13 | 1.00 | 0.867 | 0.787 | 0.694 | 0.558 | 0.420 | 0.341 | 0.234 |
| 7  |              | 3c      | 1.35                  | 1.24 | 1.10 | 1.00 | 0.894 | 0.826 | 0.747 | 0.631 | 0.515 | 0.444 | 0.341 |
| 8  | Niziny       | 4a      | 1.43                  | 1.30 | 1.13 | 1.00 | 0.867 | 0.788 | 0.695 | 0.559 | 0.422 | 0.340 | 0.233 |
| 9  |              | 4b      | 1.34                  | 1.24 | 1.10 | 1.00 | 0.894 | 0.829 | 0.750 | 0.637 | 0.521 | 0.445 | 0.342 |
| 10 | Pojezierza   | 5a      | 1.41                  | 1.28 | 1.12 | 1.00 | 0.874 | 0.798 | 0.706 | 0.577 | 0.449 | 0.367 | 0.262 |
| 11 |              | 5b      | 1.32                  | 1.22 | 1.10 | 1.00 | 0.899 | 0.836 | 0.761 | 0.660 | 0.545 | 0.470 | 0.373 |
| 12 |              | 5c      | 1.28                  | 1.20 | 1.08 | 1.00 | 0.915 | 0.857 | 0.795 | 0.701 | 0.598 | 0.536 | 0.446 |

- kwantyl rozkładu zmiennej o prawdopodobieństwie:  $\lambda_p = 1$  tab 2.5 [2]

$$Q_p := f \cdot F_1 \cdot \varphi \cdot \frac{H_1}{1\text{mm}} \cdot \frac{A_z}{1\text{km}^2} \cdot \lambda_p \cdot \delta_j \quad Q_p = 0.32$$

$$Q_{p1} := Q_p \cdot 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad Q_{p1} = 0.324 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

### 3. Określenie wartości przepływów niskiego rocznego (SNQ) i średniorocznego (SSQ)

#### 3.1 Dane wyjściowe

- średnie wzniesienie zlewni

$$H_t := \frac{W_d + W_m}{2} = 280.3 \text{ m}$$

- opad średni roczny w zlewni

$$P := 700 \text{ mm} \quad N = 1 \text{ N}$$

- spadek podłużny cieku [‰]

$$I_r = 546.667$$

- wskaźnik nieprzepuszczalności gleb

$$N := 70$$

#### 3.2 Określenie średniego niskiego odpływu jednostkowego SNQ

$$\text{SNq}_g := \left[ 0.00807 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{1.21815} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{0.1722} I_r^{0.3273} \cdot N^{-1.0504} \right]$$

$$\text{SNq}_s := \begin{cases} \left[ 0.00807 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{1.21815} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{0.1722} I_r^{0.3273} \cdot N^{-1.0504} \right] & \text{if } I_r > 18 \\ \left[ 0.000247 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{0.7462} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{1.182} I_r^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123} \right] & \text{if } I_r < 18 \end{cases}$$

$$\text{SNq}_{wn} := \left[ 0.000247 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{0.7462} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{1.182} I_r^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123} \right]$$

$$\text{SNq} := \begin{cases} \text{SNq}_g & \text{if } H_t \geq 470 \text{ m} \\ \text{SNq}_s & \text{if } 300 \text{ m} < H_t < 470 \text{ m} \\ \text{SNq}_{wn} & \text{if } H_t \leq 300 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{SNq} = 0.429$$

$$\text{SNQ} := 10^{-3} \cdot \text{SNq} \cdot \frac{F_p}{\text{km}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{SNQ} = 3.946 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

#### 3.3 Określenie średniego rocznego SSQ

$$\text{SSq} := 0.00001151 \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{2.05576} \cdot I_r^{0.0647} \cdot N^{-0.04435}$$

$$\text{SSQ} := 10^{-3} \cdot \text{SSq} \cdot \frac{F_p}{\text{km}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{SSQ} = 9.311 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

## ZAŁĄCZNIK nr 3-2

### OBLICZENIA HYDROLOGICZNE

#### Rów melioracyjny R6

##### OBLICZENIA HYDROLOGICZNE I HYDRAULICZNE PRZEPUSTU wg:

[1] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).

[2] Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97, "Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.

[3] Jerzy Rątomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000

[4] Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami, GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.

[5] Rozporządzenie nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dn. 16.01.2014



- pole powierzchni zlewni:

$$F_p := 0.068 \text{ km}^2$$

pole powierzchni zlewni określono wg załącznika Z1

- długość głównego cieku:

$$L_c := 0 \text{ km}$$

- długość dopływów:

$$L_d := 0 \text{ km}$$

- długość suchych dolin dopływów

$$L_{sd} := 0 \text{ km}$$

- długość suchej doliny głównego cieku

$$L_{sc} := 0.670 \text{ km}$$

- rzędne pomierzone w terenie ( lustro wody):

$$h_g := 247.1 \text{ m}$$

$$h_d := 245.9 \text{ m}$$

$$L_L := 27 \text{ m}$$

- spadek cieku w obrębie obiektu

$$u_{0c} := \frac{h_g - h_d}{L_L} = 4.444 \cdot \%$$

- klasa drogi Z

prawdopodobieństwo przepływu miarodajnego dla trwałego obiektu mostowego

$$p_p := 1 \cdot \%$$

wg. [1]



#### 1. Dane do obliczeń:

- pole powierzchni zlewni:

$$F_p = 0.068 \cdot \text{km}^2$$

- wartość prawdopodobieństwa

$$p_p = 1 \cdot \%$$

- długość cieku mierzona wzdłuż jego osi od początku do przekroju obliczeniowego:

$$L_c = 0 \cdot \text{km}$$

- długość suchej doliny cieku

$$L_{sc} = 0.67 \cdot \text{km}$$

|  |                              |
|--|------------------------------|
| - długość dopływy  | $L_d = 0 \cdot \text{km}$    |
| - długość suchej doliny dopływów                             | $L_{sd} = 0 \cdot \text{km}$ |
| - wzniesienie przekroju obliczeniowego (rzędna):             | $W_d := 246.2 \text{m}$      |
| - wzniesienie działu wodnego na przedłużeniu głównego cieku: | $W_g := 313.1 \text{m}$      |
| - maksymalne wyniesienie w obszarze zlewni:                  | $W_m := 313.1 \text{m}$      |

## 2. Określenie wartości przepływów

### Obliczenia hydrologiczne na podstawie formuły opadowej

Powierzchnia zlewni wynosi  $F_p = 0.068 \cdot \text{km}^2$  jest mniejsza od  $50 \text{ km}^2$ , dlatego do wyznaczenia przepływów maksymalnych użyto formuły opadowej [5].

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
| - pole zlewnia   | $A_z := F_p = 0.068 \cdot \text{km}^2$   |                                |
| - maksymalna różnica wysokości zlewni:   | $\Delta W_m := W_m - W_d = 66.9 \text{ m}$                                       |                                |
| - różnica wysokości cieku:   | $\Delta W := W_g - W_d = 66.9 \text{ m}$   |                                |
| - spadek cieku w [‰]:  | $I_r := \frac{\Delta W}{L_c + L_{sc}} \cdot 1000 = 99.851$                       | $I_r = 99.851$                 |
| - maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1% przyjęty na podstawie mapy pkt.3.1.6 wg [2] |  | $H_1 := 90 \text{mm}$          |
| - współczynnik odpływu (piaski słabogliniaste)   | $\varphi := 0.55$ na podstawie mapy p. 3.1.7 wg [2]                              |                                |
| - powierzchnia bagien:   | $A_b := 0 \text{ km}^2$  |                                |
| - powierzchnia jezior:   | $A_{jez} := 0 \text{ km}^2$  | $A_{jez} = 0 \cdot \text{m}^2$ |
| - średnie nachylenie zlewni wg wzoru (2.41) [2]:   | $\psi := \frac{\Delta W_m \cdot \text{m}^{-1}}{\sqrt{A_z \cdot \text{km}^{-2}}}$ | $\psi = 256.55$                |
| - wskaźnik jeziorności   | $JEZ := \frac{A_{jez}}{A_z}$   | $JEZ = 0$                      |
| - wskaźnik zabagnienia zlewni:   | $B := \frac{A_b}{A_z}$   | $B = 0$                        |

### • Hydromorfologiczna charakterystyka koryta:

|                            |  |                         |
|----------------------------|--|-------------------------|
| - długość suchej doliny:   | $\overset{\text{w}}{L} := L_{sc} \quad l = 0.67 \cdot \text{km}$ |                         |
| - długość cieku stałego    | $L_g := L_c = 0 \cdot \text{km}$                                 |                         |
| - uśredniony spadek cieku: | $W_g = 313.1 \text{ m}$  | $W_d = 246.2 \text{ m}$ |

$$I_{r1} := \frac{0.6 \cdot (\Delta W) \cdot \frac{1}{m}}{(L_g + 1) \cdot \frac{1}{km}} \quad I_{r1} = 59.91 \quad [‰]$$

- miara szorstkości koryta  $m_k$  (teren wyżynny):  $m_k := 9$  tabl. poniżej lub tabl. 2.14[2]

Miara szorstkości koryta rzeki  $m$

| Kategoria koryta rzeki | Przeciętna charakterystyka koryta i tarasu zalewowego na całej długości rzeki od źródeł do przekroju zamykającego | $M$ |
|------------------------|---|-----|
| 1                      | Koryta stałych i okresowych rzek nizinnych o stosunkowo wyrównanym dnie   | 11  |
| 2                      | Koryta stałych i okresowych rzek wyżynnych meandrujących o częściowo nierównym dnie                               | 9   |
| 3                      | Koryta stałych i okresowych rzek górskich o bardzo nierównym otoczkowo-kamienistym dnie                           | 7   |

- współczynnik odpływu:  $\varphi = 0.55$  p 3.1.7[2]
- maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1%:  $H_1 = 90 \text{ mm}$

$$\Phi_r := \frac{1000 \cdot (L_g + 1) \cdot \frac{1}{km}}{m_k \cdot I_{r1} \cdot \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{A_z}{km^2} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot \left( \varphi \cdot \frac{H_1}{mm} \right)^{\frac{1}{4}}} \quad \Phi_r = 14$$

p 3.1.6 [2]

#### Hydromorfologiczna charakterystyka stoków

- gęstość sieci rzecznej:  $\rho := \frac{(L_g + 1) + L_d + L_{sd}}{A_z} \quad \rho = 9.853 \cdot \frac{1}{km}$

- średnia długość stoków:  $l_{s1} := \frac{1}{1.8 \cdot \rho} \quad l_{s1} = 0.056 \text{ km}$

- miara szorstkości stoków:  $m_s := 0.15$   
-wg tab. 2.16

Miary szorstkości stoków  $m_s$

| Charakterystyka powierzchni stoków  | Współczynnik $m_s$ |
|---|--------------------|
| Powierzchnia gładka (asfalt, beton)   | 0.50               |
| Powierzchnia gruntowa ubita, splantowana  | 0.30               |
| Powierzchnia dobrze zaorana i zbronowana, powierzchnie wybrukowane w osiedlach zabudowanych w 20%   | 0.25               |
| Powierzchnie nierówne (kępkowe) pastwiska, łąki oraz powierzchnie w osiedlach o zabudowie ponad 20% | 0.15               |
| Powierzchnie leśne  | 0.10               |

- długość łączna warstw:  $\Sigma k := 3.534 \cdot \text{km}$

- powierzchnia zlewni:  $A_Z = 0.068 \cdot \text{km}^2$

- różnica wysokości warstw w metrach  $\Delta_s := 1.25$

- średni spadek stoków:  $I_s := \frac{\Delta_s \cdot \frac{\Sigma k}{\text{km}}}{\frac{A_Z}{\text{km}^2}} \quad I_s = 64.963$

- hydromorfologiczna charakterystyka stoków:  $\Phi_s := \frac{\left(1000 \cdot \frac{I_s l}{\text{km}}\right)^{\frac{1}{2}}}{m_s \cdot I_s^{\frac{1}{4}} \cdot \left(\varphi \cdot \frac{H_l}{\text{mm}}\right)^{\frac{1}{2}}}$

- czas spływu po stokach dla:  $\Phi_s = 2.51$

*Czas spływu po stokach  $t_s$  w funkcji  $\Phi_s$*

| $\Phi_s$       | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0  | 2.5  | 3.0  | 4.0  | 5.0  | 6.0  | 7.0  | 8.0  | 9.0 | 10.0 | 12.0 | 15.0 |
|----------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| $t_s$ ,<br>min | 2.4 | 5.2 | 8.2 | 11.0 | 16.0 | 20.0 | 31.0 | 43.0 | 58.0 | 74.0 | 93.0 | 113 | 140  | 190  | 287  |



$$t_s = 16.05 \cdot \text{min}$$

**Jednostkowy moduł odpływowy:**

Dla:  $\Phi_r = 14$   $t_s = 16.05 \cdot \text{min}$  to na podstawie poniższej tabeli tab 2.13 [2]

| $t_s \backslash \Phi_r$ | 0     | 5      | 10    | 20     | 30      | 40      | 50      | 60     |
|-------------------------|-------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 0                       | 0,515 | 0,3725 | 0,23  | 0,14   | 0,09875 | 0,07575 | 0,05925 | 0,0476 |
| 10                      | 0,41  | 0,305  | 0,2   | 0,128  | 0,093   | 0,072   | 0,0565  | 0,046  |
| 30                      | 0,2   | 0,17   | 0,14  | 0,104  | 0,0815  | 0,0645  | 0,051   | 0,0428 |
| 60                      | 0,136 | 0,12   | 0,104 | 0,083  | 0,0665  | 0,054   | 0,0444  | 0,038  |
| 100                     | 0,099 | 0,09   | 0,081 | 0,0665 | 0,0545  | 0,0456  | 0,0386  | 0,0336 |
| 150                     | 0,072 | 0,067  | 0,062 | 0,0526 | 0,0445  | 0,038   | 0,0336  | 0,03   |
| 200                     | 0,056 | 0,053  | 0,05  | 0,0433 | 0,038   | 0,0337  | 0,03    | 0,0272 |

$$F_1 = 0.157$$

- współczynnik kształtu fali:  $f := 0.6$
- współczynnik redukcji jeziornej: dla JEZ = 0

Wartości współczynnika redukcji jeziornej  $\delta_J$

| Wskaźnik jeziorności JEZ | Współczynnik $\delta_J$ |
|--------------------------|-------------------------|
| 0.00                     | 1.00                    |
| 0.05                     | 0.90                    |
| 0.10                     | 0.82                    |
| 0.15                     | 0.74                    |
| 0.20                     | 0.68                    |
| 0.25                     | 0.62                    |
| 0.30                     | 0.57                    |
| 0.35                     | 0.53                    |
| 0.40                     | 0.49                    |
| 0.45                     | 0.46                    |
| 0.50                     | 0.43                    |
| 0.55                     | 0.40                    |
| 0.60                     | 0.37                    |
| 0.65                     | 0.35                    |
| 0.70                     | 0.33                    |
| 0.75                     | 0.31                    |
| 0.80                     | 0.29                    |
| 0.85                     | 0.27                    |
| 0.90                     | 0.26                    |
| 0.95                     | 0.24                    |
| 1.00                     | 0.23                    |



$\delta_j = 1$  tab. powyżej lub tab. 2.11 [2]

Maksymalny przepływ o prawdopodobieństwie pojawienia się  $p_p = 1\%$ :

Kwantyl rozkładu zmiennej  $l_p$ :  $\lambda_p := 1.0$  na podstawie tab. powyżej lub tab. 2.5, str. 28 [2] dla makroregionu wyżyny i regionu 2b wg p. 3.1.4.

| Lp | Makro-Region | Re-gion | Prawdopodobieństwo, % |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
|----|--------------|---------|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |              |         | 0.1                   | 0.2  | 0.5  | 1    | 2     | 3     | 5     | 10    | 20    | 30    | 50    |
| 1  | Sudety       | 1a      | 1.57                  | 1.39 | 1.17 | 1.00 | 0.834 | 0.727 | 0.621 | 0.461 | 0.309 | 0.223 | 0.123 |
| 2  |              | 1b      | 1.48                  | 1.34 | 1.15 | 1.00 | 0.857 | 0.768 | 0.665 | 0.522 | 0.378 | 0.291 | 0.185 |
| 3  | Karpaty      | 2a      | 1.54                  | 1.37 | 1.16 | 1.00 | 0.843 | 0.745 | 0.636 | 0.482 | 0.334 | 0.248 | 0.145 |
| 4  |              | 2b      | 1.46                  | 1.32 | 1.14 | 1.00 | 0.860 | 0.776 | 0.674 | 0.536 | 0.394 | 0.310 | 0.205 |
| 5  | Wyżyny       | 3a      | 1.56                  | 1.38 | 1.17 | 1.00 | 0.835 | 0.727 | 0.622 | 0.464 | 0.312 | 0.227 | 0.128 |
| 6  |              | 3b      | 1.43                  | 1.30 | 1.13 | 1.00 | 0.867 | 0.787 | 0.694 | 0.558 | 0.420 | 0.341 | 0.234 |
| 7  |              | 3c      | 1.35                  | 1.24 | 1.10 | 1.00 | 0.894 | 0.826 | 0.747 | 0.631 | 0.515 | 0.444 | 0.341 |
| 8  | Niziny       | 4a      | 1.43                  | 1.30 | 1.13 | 1.00 | 0.867 | 0.788 | 0.695 | 0.559 | 0.422 | 0.340 | 0.233 |
| 9  |              | 4b      | 1.34                  | 1.24 | 1.10 | 1.00 | 0.894 | 0.829 | 0.750 | 0.637 | 0.521 | 0.445 | 0.342 |
| 10 | Pojezierza   | 5a      | 1.41                  | 1.28 | 1.12 | 1.00 | 0.874 | 0.798 | 0.706 | 0.577 | 0.449 | 0.367 | 0.262 |
| 11 |              | 5b      | 1.32                  | 1.22 | 1.10 | 1.00 | 0.899 | 0.836 | 0.761 | 0.660 | 0.545 | 0.470 | 0.373 |
| 12 |              | 5c      | 1.28                  | 1.20 | 1.08 | 1.00 | 0.915 | 0.857 | 0.795 | 0.701 | 0.598 | 0.536 | 0.446 |

- kwantyl rozkładu zmiennej o prawdopodobieństwie:  $\lambda_p = 1$  tab 2.5 [2]

$$Q_p := f \cdot F_1 \cdot \varphi \cdot \frac{H_1}{1\text{mm}} \cdot \frac{A_z}{1\text{km}^2} \cdot \lambda_p \cdot \delta_j \quad Q_p = 0.32$$

$$Q_{p1} := Q_p \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}^3 \quad Q_{p1} = 0.317 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

### 3. Określenie wartości przepływów niskiego rocznego (SNQ) i średniorocznego (SSQ)

#### 3.1 Dane wyjściowe

- średnie wzniesienie zlewni

$$H_t := \frac{W_d + W_m}{2} = 279.65 \text{ m}$$

- opad średni roczny w zlewni

$$P := 700 \text{ mm} \quad N = 1 \text{ N}$$

- spadek podłużny cieku [‰]

$$I_T = 99.851$$

- wskaźnik nieprzepuszczalności gleb

$$N := 70$$

#### 3.2 Określenie średniego niskiego odpływu jednostkowego SNQ

$$\text{SNq}_g := \left[ 0.00807 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{1.21815} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{0.1722} I_T^{0.3273} \cdot N^{-1.0504} \right]$$

$$\text{SNq}_s := \begin{cases} \left[ 0.00807 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{1.21815} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{0.1722} I_T^{0.3273} \cdot N^{-1.0504} \right] & \text{if } I_T > 18 \\ \left[ 0.000247 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{0.7462} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{1.182} I_T^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123} \right] & \text{if } I_T < 18 \end{cases}$$

$$\text{SNq}_{wn} := \left[ 0.000247 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{0.7462} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{1.182} I_T^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123} \right]$$

$$\text{SNq} := \begin{cases} \text{SNq}_g & \text{if } H_t \geq 470 \text{ m} \\ \text{SNq}_s & \text{if } 300 \text{ m} < H_t < 470 \text{ m} \\ \text{SNq}_{wn} & \text{if } H_t \leq 300 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{SNq} = 0.635$$

$$\text{SNQ} := 10^{-3} \cdot \text{SNq} \cdot \frac{F_p}{\text{km}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{SNQ} = 4.32 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

#### 3.3 Określenie średniego rocznego SSQ

$$\text{SSq} := 0.00001151 \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{2.05576} \cdot I_T^{0.0647} \cdot N^{-0.04435}$$

$$\text{SSQ} := 10^{-3} \cdot \text{SSq} \cdot \frac{F_p}{\text{km}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{SSQ} = 6.165 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$



## ZAŁĄCZNIK nr 3-2

### OBLICZENIA HYDROLOGICZNE

#### Rów melioracyjny R7

##### OBLICZENIA HYDROLOGICZNE I HYDRAULICZNE PRZEPUSTU wg:

[1] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).

[2] Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97, "Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.

[3] Jerzy Rątomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000

[4] Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami, GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.

[5] Rozporządzenie nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dn. 16.01.2014



- pole powierzchni zlewni:

$$F_p := 0.0015 \text{ km}^2$$

pole powierzchni zlewni określono wg załącznika Z1

- długość głównego cieku:

$$L_c := 0.015 \text{ km}$$

- długość dopływów:

$$L_d := 0 \text{ km}$$

- długość suchych dolin dopływów

$$L_{sd} := 0 \text{ km}$$

- długość suchej doliny głównego cieku

$$L_{sc} := 0 \text{ km}$$

- rzędne pomierzone w terenie ( lustro wody):

$$h_g := 247.1 \text{ m}$$

$$h_d := 246.0 \text{ m}$$

$$L_L := 30 \text{ m}$$

- spadek cieku w obrębie obiektu

$$u_{0c} := \frac{h_g - h_d}{L_L} = 3.667\%$$

- klasa drogi Z

prawdopodobieństwo przepływu miarodajnego dla trwałego obiektu mostowego

$$p_p := 1\%$$

wg. [1]



#### 1. Dane do obliczeń:

- pole powierzchni zlewni:

$$F_p = 1.5 \times 10^{-3} \cdot \text{km}^2$$

- wartość prawdopodobieństwa

$$p_p = 1\%$$

- długość cieku mierzona wzdłuż jego osi od początku do przekroju obliczeniowego:

$$L_c = 0.015 \cdot \text{km}$$

- długość suchej doliny cieku

$$L_{sc} = 0 \cdot \text{km}$$

|  |                              |
|--|------------------------------|
| - długość dopływy  | $L_d = 0 \cdot \text{km}$    |
| - długość suchej doliny dopływów                             | $L_{sd} = 0 \cdot \text{km}$ |
| - wzniesienie przekroju obliczeniowego (rzędna):             | $W_d := 246.5 \text{m}$      |
| - wzniesienie działu wodnego na przedłużeniu głównego cieku: | $W_g := 247.1 \text{m}$      |
| - maksymalne wyniesienie w obszarze zlewni:                  | $W_m := 247.1 \text{m}$      |

## 2. Określenie wartości przepływów

### Obliczenia hydrologiczne na podstawie formuły opadowej

Powierzchnia zlewni wynosi  $F_p = 1.5 \times 10^{-3} \cdot \text{km}^2$  jest mniejsza od  $50 \text{ km}^2$ , dlatego do wyznaczenia przepływów maksymalnych użyto formuły opadowej [5].

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
| - pole zlewnia   | $A_z := F_p = 1.5 \times 10^{-3} \cdot \text{km}^2$                              |                                |
| - maksymalna różnica wysokości zlewni:   | $\Delta W_m := W_m - W_d = 0.6 \text{ m}$  |                                |
| - różnica wysokości cieku:   | $\Delta W := W_g - W_d = 0.6 \text{ m}$  |                                |
| - spadek cieku w [‰]:  | $I_r := \frac{\Delta W}{L_c + L_{sc}} \cdot 1000 = 40$                           | $I_r = 40$                     |
| - maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1% przyjęty na podstawie mapy pkt.3.1.6 wg [2] |  | $H_1 := 90 \text{mm}$          |
| - współczynnik odpływu (piaski słabogliniaste)   | $\varphi := 0.55$ na podstawie mapy p. 3.1.7 wg [2]                              |                                |
| - powierzchnia bagien:   | $A_b := 0 \text{ km}^2$  |                                |
| - powierzchnia jezior:   | $A_{jez} := 0 \text{ km}^2$  | $A_{jez} = 0 \cdot \text{m}^2$ |
| - średnie nachylenie zlewni wg wzoru (2.41) [2]:   | $\psi := \frac{\Delta W_m \cdot \text{m}^{-1}}{\sqrt{A_z \cdot \text{km}^{-2}}}$ | $\psi = 15.492$                |
| - wskaźnik jeziorności   | $JEZ := \frac{A_{jez}}{A_z}$   | $JEZ = 0$                      |
| - wskaźnik zabagnienia zlewni:   | $B := \frac{A_b}{A_z}$   | $B = 0$                        |
| • <b>Hydromorfologiczna charakterystyka koryta:</b>  |  |                                |
| - długość suchej doliny:   | $\overset{\text{w}}{L} := L_{sc} \quad l = 0 \cdot \text{km}$                    |                                |
| - długość cieku stałego  | $L_g := L_c = 0.015 \cdot \text{km}$   |                                |
| - uśredniony spadek cieku:   | $W_g = 247.1 \text{ m}$  | $W_d = 246.5 \text{ m}$        |

$$I_{r1} := \frac{0.6 \cdot (\Delta W) \cdot \frac{1}{m}}{(L_g + 1) \cdot \frac{1}{km}} \quad I_{r1} = 24 \quad [‰]$$

- miara szorstkości koryta  $m_k$  (teren wyżynny):  $m_k := 9$  tabl. poniżej lub tabl. 2.14[2]

Miara szorstkości koryta rzeki  $m$

| Kategoria koryta rzeki | Przeciętna charakterystyka koryta i tarasu zalewowego na całej długości rzeki od źródeł do przekroju zamykającego | $M$ |
|------------------------|---|-----|
| 1                      | Koryta stałych i okresowych rzek nizinnych o stosunkowo wyrównanym dnie   | 11  |
| 2                      | Koryta stałych i okresowych rzek wyżynnych meandrujących o częściowo nierównym dnie                               | 9   |
| 3                      | Koryta stałych i okresowych rzek górskich o bardzo nierównym otoczkowo-kamienistym dnie                           | 7   |

- współczynnik odpływu:  $\varphi = 0.55$  p 3.1.7[2]
- maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1%:  $H_1 = 90 \cdot mm$

$$\Phi_r := \frac{1000 \cdot (L_g + 1) \cdot \frac{1}{km}}{m_k \cdot I_{r1} \cdot \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{A_z}{km^2} \right)^{\frac{1}{4}} \cdot \left( \varphi \cdot \frac{H_1}{mm} \right)^{\frac{1}{4}}} \quad \Phi_r = 1$$

p 3.1.6 [2]

#### Hydromorfologiczna charakterystyka stoków

- gęstość sieci rzecznej:  $\rho := \frac{(L_g + 1) + L_d + L_{sd}}{A_z} \quad \rho = 10 \cdot \frac{1}{km}$

- średnia długość stoków:  $l_{s1} := \frac{1}{1.8 \cdot \rho} \quad l_{s1} = 0.056 \cdot km$

- miara szorstkości stoków:  $m_s := 0.15$   
-wg tab. 2.16

Miary szorstkości stoków  $m_s$

| Charakterystyka powierzchni stoków  | Współczynnik $m_s$ |
|---|--------------------|
| Powierzchnia gładka (asfalt, beton)   | 0.50               |
| Powierzchnia gruntowa ubita, splantowana  | 0.30               |
| Powierzchnia dobrze zaorana i zbronowana, powierzchnie wybrukowane w osiedlach zabudowanych w 20%   | 0.25               |
| Powierzchnie nierówne (kępkowe) pastwiska, łąki oraz powierzchnie w osiedlach o zabudowie ponad 20% | 0.15               |
| Powierzchnie leśne  | 0.10               |

- długość łączna warstw:

$$\Sigma k := 0.05 \cdot \text{km}$$

- powierzchnia zlewni:

$$A_Z = 0.002 \cdot \text{km}^2$$

- różnica wysokości warstw w metrach

$$\Delta_s := 1.25$$

- średni spadek stoków:

$$I_s := \frac{\Delta_s \cdot \frac{\Sigma k}{\text{km}}}{\frac{A_Z}{\text{km}^2}}$$

$$I_s = 41.667$$

- hydromorfologiczna charakterystyka stoków:

$$\Phi_s := \frac{\left(1000 \cdot \frac{I_s}{\text{km}}\right)^{\frac{1}{2}}}{m_s \cdot I_s^{\frac{1}{4}} \cdot \left(\varphi \cdot \frac{H_1}{\text{mm}}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

- czas spływu po stokach dla:

$$\Phi_s = 2.78$$

*Czas spływu po stokach  $t_s$  w funkcji  $\Phi_s$*

| $\Phi_s$       | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0  | 2.5  | 3.0  | 4.0  | 5.0  | 6.0  | 7.0  | 8.0  | 9.0 | 10.0 | 12.0 | 15.0 |
|----------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| $t_s$ ,<br>min | 2.4 | 5.2 | 8.2 | 11.0 | 16.0 | 20.0 | 31.0 | 43.0 | 58.0 | 74.0 | 93.0 | 113 | 140  | 190  | 287  |



$$t_s = 18.239 \cdot \text{min}$$

#### Jednostkowy moduł odpływowy:

Dla:  $\Phi_r = 1$

$t_s = 18.239 \cdot \text{min}$  to na podstawie poniższej tabeli tab 2.13 [2]

| $t_s \backslash \Phi_r$ | 0     | 5      | 10    | 20     | 30      | 40      | 50      | 60     |
|-------------------------|-------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 0                       | 0,515 | 0,3725 | 0,23  | 0,14   | 0,09875 | 0,07575 | 0,05925 | 0,0476 |
| 10                      | 0,41  | 0,305  | 0,2   | 0,128  | 0,093   | 0,072   | 0,0565  | 0,046  |
| 30                      | 0,2   | 0,17   | 0,14  | 0,104  | 0,0815  | 0,0645  | 0,051   | 0,0428 |
| 60                      | 0,136 | 0,12   | 0,104 | 0,083  | 0,0665  | 0,054   | 0,0444  | 0,038  |
| 100                     | 0,099 | 0,09   | 0,081 | 0,0665 | 0,0545  | 0,0456  | 0,0386  | 0,0336 |
| 150                     | 0,072 | 0,067  | 0,062 | 0,0526 | 0,0445  | 0,038   | 0,0336  | 0,03   |
| 200                     | 0,056 | 0,053  | 0,05  | 0,0433 | 0,038   | 0,0337  | 0,03    | 0,0272 |

$$F_1 = 0.307$$

- współczynnik kształtu fali:  $f := 0.6$
- współczynnik redukcji jeziornej: dla JEZ = 0

Wartości współczynnika redukcji jeziornej  $\delta_J$

| Wskaźnik jeziorności JEZ | Współczynnik $\delta_J$ |
|--------------------------|-------------------------|
| 0.00                     | 1.00                    |
| 0.05                     | 0.90                    |
| 0.10                     | 0.82                    |
| 0.15                     | 0.74                    |
| 0.20                     | 0.68                    |
| 0.25                     | 0.62                    |
| 0.30                     | 0.57                    |
| 0.35                     | 0.53                    |
| 0.40                     | 0.49                    |
| 0.45                     | 0.46                    |
| 0.50                     | 0.43                    |
| 0.55                     | 0.40                    |
| 0.60                     | 0.37                    |
| 0.65                     | 0.35                    |
| 0.70                     | 0.33                    |
| 0.75                     | 0.31                    |
| 0.80                     | 0.29                    |
| 0.85                     | 0.27                    |
| 0.90                     | 0.26                    |
| 0.95                     | 0.24                    |
| 1.00                     | 0.23                    |



$\delta_j = 1$  tab. powyżej lub tab. 2.11 [2]

Maksymalny przepływ o prawdopodobieństwie pojawienia się  $p_p = 1\%$ :

Kwantyl rozkładu zmiennej  $l_p$ :  $\lambda_p := 1.0$  na podstawie tab. powyżej lub tab. 2.5, str. 28 [2] dla makroregionu wyżyny i regionu 2b wg p. 3.1.4.

| Lp | Makro-Region | Re-gion | Prawdopodobieństwo, % |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |
|----|--------------|---------|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |              |         | 0.1                   | 0.2  | 0.5  | 1    | 2     | 3     | 5     | 10    | 20    | 30    | 50    |
| 1  | Sudety       | 1a      | 1.57                  | 1.39 | 1.17 | 1.00 | 0.834 | 0.727 | 0.621 | 0.461 | 0.309 | 0.223 | 0.123 |
| 2  |              | 1b      | 1.48                  | 1.34 | 1.15 | 1.00 | 0.857 | 0.768 | 0.665 | 0.522 | 0.378 | 0.291 | 0.185 |
| 3  | Karpaty      | 2a      | 1.54                  | 1.37 | 1.16 | 1.00 | 0.843 | 0.745 | 0.636 | 0.482 | 0.334 | 0.248 | 0.145 |
| 4  |              | 2b      | 1.46                  | 1.32 | 1.14 | 1.00 | 0.860 | 0.776 | 0.674 | 0.536 | 0.394 | 0.310 | 0.205 |
| 5  | Wyżyny       | 3a      | 1.56                  | 1.38 | 1.17 | 1.00 | 0.835 | 0.727 | 0.622 | 0.464 | 0.312 | 0.227 | 0.128 |
| 6  |              | 3b      | 1.43                  | 1.30 | 1.13 | 1.00 | 0.867 | 0.787 | 0.694 | 0.558 | 0.420 | 0.341 | 0.234 |
| 7  |              | 3c      | 1.35                  | 1.24 | 1.10 | 1.00 | 0.894 | 0.826 | 0.747 | 0.631 | 0.515 | 0.444 | 0.341 |
| 8  | Niziny       | 4a      | 1.43                  | 1.30 | 1.13 | 1.00 | 0.867 | 0.788 | 0.695 | 0.559 | 0.422 | 0.340 | 0.233 |
| 9  |              | 4b      | 1.34                  | 1.24 | 1.10 | 1.00 | 0.894 | 0.829 | 0.750 | 0.637 | 0.521 | 0.445 | 0.342 |
| 10 | Pojezierza   | 5a      | 1.41                  | 1.28 | 1.12 | 1.00 | 0.874 | 0.798 | 0.706 | 0.577 | 0.449 | 0.367 | 0.262 |
| 11 |              | 5b      | 1.32                  | 1.22 | 1.10 | 1.00 | 0.899 | 0.836 | 0.761 | 0.660 | 0.545 | 0.470 | 0.373 |
| 12 |              | 5c      | 1.28                  | 1.20 | 1.08 | 1.00 | 0.915 | 0.857 | 0.795 | 0.701 | 0.598 | 0.536 | 0.446 |

- kwantyl rozkładu zmiennej o prawdopodobieństwie:  $\lambda_p = 1$  tab 2.5 [2]

$$Q_p := f \cdot F_1 \cdot \varphi \cdot \frac{H_1}{1\text{mm}} \cdot \frac{A_z}{1\text{km}^2} \cdot \lambda_p \cdot \delta_j \quad Q_p = 0.01$$

$$Q_{p1} := Q_p \cdot 1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad Q_{p1} = 0.014 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

### 3. Określenie wartości przepływów niskiego rocznego (SNQ) i średniorocznego (SSQ)

#### 3.1 Dane wyjściowe

- średnie wzniesienie zlewni

$$H_t := \frac{W_d + W_m}{2} = 246.8 \text{ m}$$

- opad średni roczny w zlewni

$$P := 700 \text{ mm} \quad N = 1 \text{ N}$$

- spadek podłużny cieku [‰]

$$I_r = 40$$

- wskaźnik nieprzepuszczalności gleb

$$N := 70$$

#### 3.2 Określenie średniego niskiego odpływu jednostkowego SNQ

$$\text{SNQ}_g := \left[ 0.00807 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{1.21815} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{0.1722} I_r^{0.3273} \cdot N^{-1.0504} \right]$$

$$\text{SNQ}_s := \begin{cases} \left[ 0.00807 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{1.21815} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{0.1722} I_r^{0.3273} \cdot N^{-1.0504} \right] & \text{if } I_r > 18 \\ \left[ 0.000247 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{0.7462} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{1.182} I_r^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123} \right] & \text{if } I_r < 18 \end{cases}$$

$$\text{SNQ}_{wn} := \left[ 0.000247 \left( \frac{H_t}{\text{m}} \right)^{0.7462} \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{1.182} I_r^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123} \right]$$

$$\text{SNQ} := \begin{cases} \text{SNQ}_g & \text{if } H_t \geq 470 \text{ m} \\ \text{SNQ}_s & \text{if } 300 \text{ m} < H_t < 470 \text{ m} \\ \text{SNQ}_{wn} & \text{if } H_t \leq 300 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{SNQ} = 0.716$$

$$\text{SNQ} := 10^{-3} \cdot \text{SNQ} \cdot \frac{F_p}{\text{km}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{SNQ} = 1.073 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

#### 3.3 Określenie średniego rocznego SSQ

$$\text{SSQ} := 0.00001151 \cdot \left( \frac{P}{\text{mm}} \right)^{2.05576} \cdot I_r^{0.0647} \cdot N^{-0.04435}$$

$$\text{SSQ} := 10^{-3} \cdot \text{SSQ} \cdot \frac{F_p}{\text{km}^2} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\text{SSQ} = 1.282 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$