

## **DOKUMENTACJA HYDROLOGICZNA**

- RZEKA:** Potok Kościelna km 5+140  
(lewobrzeżny dopływ rz. Odry)
- RYCYPIENT:** Rzeka Odra km 201+500
- Zlewnia podobna (analog):** - nie ustalona – obliczenia wykonano wzorami zależności regionalnych
- Zleceniodawca:** - Burmistrz Miasta Brzegu  
ul. Robotnicza 12  
49-300 Brzeg
- Użytkownik wód:** - Burmistrz Miasta Brzegu  
ul. Robotnicza 12  
49-300 Brzeg
- Autor opracowania :** - inż. Czesław Zaremba  
specjalność: - melioracje wodne Nr upr. 236/83/Op

**Podpis autora opracowania:**

**Brzeg, marzec 2008 r.**

## **Zawartość opracowania:**

### **I. Część opisowo - zestawieniowa**

- 1. Dane ogólne**
  - 1.1. Zlewnia hydrologiczna**
  - 1.2. Zleceniodawca opracowania**
  - 1.3. Użytkownik wód**
  - 1.4. Jednostka autorska opracowania**
  - 1.5. Zakres opracowania**
  - 1.6. Metodyka obliczeń**
  - 1.7. Wykorzystane materiały**
- 2. Obliczenia przepływów Potoku Kościelna km 5+140**
  - 2.1. Charakterystyka zlewni Potoku Kościelna km 5+140**
  - 2.2. Opady**
  - 2.3. Przepływy średnie i niskie**
    - 2.3.1. Przepływ średni roczny SSQ**
    - 2.3.2. Przepływ najdłużej trwający NTQ**
    - 2.3.3. Przepływ średni niski SNQ**
    - 2.3.4. Przepływ absolutnie najniższy NNQ**
    - 2.3.5. Przepływy średnie miesięczne**
- 3. Bilans wodny**
  - 3.1. Rachunek bilansowy**
  - 3.2. Przepływy bilansowe**
  - 3.3. Przepływ nienaruszalny**
    - 3.1. Rozbiór wody**
      - 3.1.1. Napełnienie stawu rekreacyjnego**
      - 3.1.2. Podtrzymanie zalewu**
    - 3.2. Zrzuty wody**
    - 3.3. Zmiana przepływu wody w korycie**
  - 3.4. Obliczenia bilansowe**
- 4. Obliczenie maksymalnych przepływów o określonym prawdopodobieństwie (1%, 2%, 5%, 10%, 20% i 50%)**
  - 4.1. Cel obliczeń**
  - 4.2. Obliczenie przepływów metodą opadową**
  - 4.3. Arkusze bilansowe wód powierzchniowych**
- 5. Wnioski końcowe**

### **II. Część graficzna**

- 1. Mapa pogładowa zlewni skala 1:25000**
- 2. Mapa izolinii spływów jednostkowych – skala 1:200000 (powiększenie 200%)**

# I. Część opisowo – zestawieniowa

## do dokumentacji hydrologicznej Potoku Kościelna km 5+140

### 1. Dane ogólne

#### 1.1. Zlewnia hydrologiczna

Niniejsza dokumentacja hydrologiczna obejmuje obliczenia przepływów w Potoku Kościelna w km 5+140 tj. powyżej zastawki wlotowej w Parku Wolności w Brzegu. w zlewni cząstkowej o powierzchni 16,8 km<sup>2</sup>. Potok Kościelna jest lewobrzeżnym dopływem rzeki Odry. Ujście jest w km 201+500 przy wale przeciwpowodziowym polderu „Brzezina”, na granicy gruntów miasta Brzeg i wsi Brzezina. Potok Kościelna jest ciekim melioracji podstawowych o długości 7,05 km. Ewidencyjnie Potok Kościelna kończy się na basenie miejskim w Brzegu, ale hydrologicznie koryto Potoku Kościelna ciągnie się rowem melioracyjnym K-10 i kończy w rejonie wsi Krzyżowice-Pępicze. Dolny odcinek Potoku Kościelna od km 0+000 – 4+771 jest w ewidencji Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Opolu Oddział w Brzegu. Górny odcinek od km 4+771 do km 7+050 jest skomunalizowany i administruje go Gmina Miasto Brzeg. Rów K-10 jest administrowany przez Gminną Spółkę Wodną w Skarbimierzu. Cała powierzchnia zlewni Potoku Kościelna wynosi 33,66 km<sup>2</sup>. Potok Kościelna w rozpatrywanym przekroju 5+140 ma ewidencyjną szerokość dna 1,2 m. Głębokość cieku wynosi 1,5 – 2,0 m.

#### 1.2. Zleceniodawca opracowania

Zleceniodawcą opracowania jest Burmistrz Miasta Brzegu. Opracowanie wykonano w ramach umowy nr OR.IV-342-68/07 z dnia 21 listopada 2007 roku na opracowanie projektu remontu stawu w Parku Wolności w Brzegu.

#### 1.3. Użytkownik wód

Użytkownikami wód będzie Gmina Miasto Brzeg, ul. Robotnicza 12 49-300 Brzeg.

#### 1.4. Jednostka autorska opracowania

Niniejszą „Dokumentację hydrologiczną” opracowano w Przedsiębiorstwie Usług Melioracyjnych „ZAR-MEL” pl. Dąbrowskiego 1/1 49-300 Brzeg. Autorem opracowania jest inż. Czesław Zaremba.

#### 1.5. Zakres opracowania

Opracowanie swym zakresem obejmuje:

- obliczenie przepływów średnich i niskich Potoku Kościelna w km 5+140,
- obliczenie średnich miesięcznych (I – XII) przepływów o prawdopodobieństwie p – 50% i p – 80%,
- wykonanie rachunku bilansowego w przekroju poboru wody do stawu rekreacyjnego w Parku Wolności w Brzegu,
- obliczenie maksymalnych przepływów o określonym prawdopodobieństwie (1%, 2%, 5%, 10%, 20% i 50%)

## 1.6. Metodyka obliczeń

Wielkość przepływów średniej rocznej wody obliczono w oparciu o średnie roczne spływy jednostkowe zawarte w „ATLASIE HYDROLOGICZNYM POLSKI” TOM I – opracowanie IMGW Warszawa. Pozostałe przepływy średnie i niskie obliczono według wzorów Iszkowskiego.

Przepływy średnie miesięczne oszacowano według danych zawartych w opracowaniu „Podstawy gospodarowania wodą” – wydawnictwo SGGW Warszawa 1999 r.

Bilans wodny wykonano dla jednego przekroju Potoku Kościelna w km 5+140.

Przepływ nienaruszalny ustalono dla kryterium hydrologiczno-biologicznego i przyjęto na poziomie średniej wody niskiej SNQ.

Przepływy o prawdopodobieństwie 1% i pochodnych obliczono za pomocą formuły opadowej zalecanej do stosowania w zlewniach o powierzchni < 50 km<sup>2</sup>.

## 1.7. Wykorzystane materiały

W opracowaniu wykorzystano niżej wymienione materiały:

- mapa topograficzna w skali 1:10000,
- „Podział hydrologiczny Polski” t. I i II – opracowanie IMGW Warszawa 1980 r.,
- „Atlas Hydrologiczny Polski” to, I i II – opracowanie IMGW Warszawa,
- „Podstawy gospodarowania wodą” – A. Ciepielewski SGGW Warszawa 1999 r.,
- „Studium hydrologiczne do określonych wód dyspozycyjnych rzek województwa opolskiego – IMGW Katowice,
- „Wytyczne ustalania przepływów nienaruszalnych” – IMGW Warszawa.
- „Wytyczne obliczenia światła mostów i przepustów” –Konferencja Naukowo-Techniczna - Powódź 97 -Wisła 98

## 2. Obliczenia przepływów Potoku Kościelna w km 5+140

### 2.1. Charakterystyka zlewni Potoku Kościelna w km 5+140

Miasto Brzeg położone jest pomiędzy trzema rzekami – od północy graniczy z rzeką Odrą. Od wschodu z rzeką Sadzawą, a od południa i zachodu z Potokiem Kościelna. Potok Kościelna jest ciekim melioracji podstawowych w dolnym swoim biegu.

Przepływając przez tereny miasta Brzegu Potok przybiera charakter komunalny, jest odbieralnikiem wód z kanalizacji burzowej. Rów K-10 ma charakter rolniczy.

Cała powierzchnia zlewni Potoku Kościelna w przekroju ujściowym do Odry ma powierzchnię  $A = 33,66 \text{ km}^2$ . Długość Potoku Kościelna wraz z rowem K-10 wynosi 11,3 km (od przekroju obliczeniowego do końca – 6,16 km). Zlewnia ma charakter nizinny z niewielkimi lokalnymi wzniesieniami. Teren w przekroju obliczeniowym 5+140 wynosi 140,40 m n.p.m. Teren źródłowy zlokalizowany jest na wysokości 156,60 m n.p.m. W zlewni Potoku Kościelna przeważają gleby związane klasy III i IV kompleksu pszenno- buraczanego słabego i kompleksu żytnio-ziemniaczanego.

### 2.2. Opady

Teren zlewni Potoku Kościelnej (obszaru źródłowego) zlokalizowany jest w sąsiedztwie stacji opadowej w Brzegu. Wielkość opadów rocznych z wielolecia w Brzegu wynosi 587 mm.

### 2.3. Przepływy średnie i niskie

#### 2.3.1. Przepływ średni roczny SSQ

Przepływ średni roczno obliczono ze wzoru:

$$SSQ = SSq * A_u$$

gdzie:

SSQ – średni roczny przepływ Potoku Kościelna w km 5+140 tj. w przekroju ujęcia wody do stawu (zastawka wlotowa),

$SSQ = 3,80 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{km}^2$  – średni roczny spływ jednostkowy zlewni Potoku Kościelna odczytany z mapy zawartej w „Atlasie Hydrologicznym Polski” tom I,

$A_u = 16,80 \text{ km}^2$  – powierzchnia zlewni Potoku Kościelna ustalona w oparciu o mapę topograficzną w skali 1:25000.

Stąd:

$$SSQ = 3,80 * 16,80 = 63,84 \text{ dm}^3/\text{s}$$

### 2.3.2. Przepływ najdłużej trwający NTQ

Przepływ najdłużej trwający obliczono ze wzoru Iszkowskiego na wodę najdłużej trwającą  $Q_2$  tzn. przyjęto  $NTQ = Q_2$ .

$$NTQ = 0,7 * \gamma * SSQ$$

gdzie:

NTQ – przepływ najdłużej trwający odpowiadający wodzie  $Q_2$  według wzoru Iszkowskiego

$SSQ = 63,84 \text{ dm}^3/\text{s}$  – średni roczny przepływ

$\gamma = 0,75$  – bezwymiarowy współczynnik retencji; przyjęto jak dla zlewni z przewagą gruntów przepuszczalnych w wielkości  $\gamma - 1,0$  i zmniejszono o 25% z uwagi na wielkość zlewni ( $<200 \text{ km}^2$ ),

stąd:

$$NTQ = 0,7 * 0,75 * 63,84 = 33,5 \text{ dm}^3/\text{s}$$

### 2.3.3. Przepływ średni niski SNQ

Przepływ średni niski SNQ obliczono w oparciu o wzór Iszkowskiego na wodę  $Q_1$ , co oznacza  $SNQ = Q_1$

$$SNQ = 0,4 * \gamma * SSQ$$

gdzie:

SNQ – przepływ średni niski,

$\gamma, SSQ$  – wielkości jak w poprzednim wzorze,

stąd:

$$SNQ = 0,4 * 0,75 * 63,84 = 19,2 \text{ dm}^3/\text{s}$$

### 2.3.4. Przepływ absolutnie najniższy NNQ

Przepływ absolutnie najniższy NNQ obliczono z wzoru Iszkowskiego na  $Q_0$ .

$$NNQ = 0,2 * \gamma * SSQ$$

gdzie:

NNQ – przepływ absolutnie najniższy,

$\gamma, SSQ$  – wielkości jak w poprzednim wzorze,

stąd:

$$NNQ = 0,2 * 0,75 * 63,84 = 9,6 \text{ dm}^3/\text{s}.$$

### 2.3.5. Przepływy średnie miesięczne

Średnie miesięczne przepływy określono w oparciu o dane rozkładu odpływu w ciągu roku a podane w opracowaniu „Podstawy gospodarowania wodą” autorstwa Andrzeja Ciepielewskiego – SGGW Warszawa 1999r.

Uwzględniając wspomniane dane, średnie miesięczne przepływy na Potoku Kościelna km 5+140 wynoszą:

m-ca stycznia	- 63,8 $\text{dm}^3/\text{s}$
m-ca lutego	- 78,2 $\text{dm}^3/\text{s}$
m-ca marca	- 94,0 $\text{dm}^3/\text{s}$

m-ca kwietnia	- 99,6 dm <sup>3</sup> /s
m-ca maja	- 78,2 dm <sup>3</sup> /s
m-ca czerwca	- 61,3 dm <sup>3</sup> /s
m-ca lipca	- 52,8 dm <sup>3</sup> /s
m-ca sierpnia	- 49,8 dm <sup>3</sup> /s
m-ca września	- 44,9 dm <sup>3</sup> /s
m-ca października	- 45,7 dm <sup>3</sup> /s
m-ca listopada	- 37,7 dm <sup>3</sup> /s
m-ca grudnia	- 61,3 dm <sup>3</sup> /s

Podane przepływy należy traktować jako przepływy o prawdopodobieństwie  $p = 50\%$ .

### 3. Bilans wodny

Celem niniejszego rozdziału jest podanie stosunków wodnych (w ujęciu ilościowym) w zlewni Potoku Kościelna w km 5+140 oraz możliwość pokrycia potrzeb wodnych stawu rekreacyjnego w Parku Wolności w Brzegu o powierzchni 1,78 ha przy przyjętym przepływie nienaruszalnym.

#### 3.1. Rachunek bilansowy

Rachunek bilansowy przeprowadzono dla jednego przekroju Potoku Kościelna km 5+140. Rachunek bilansowy przeprowadzono dla przepływów naturalnych  $Q_{80\%}$  według formuły:

$$Q_{od} = Q_{80\%} - Q_{nh} - \Delta Q > 0$$

gdzie:

$Q_{od}$  – odpływ w korycie Potoku Kościelna poniżej zastawki w km 5+140 (poprzez staw i rurociągiem obiegowym),

$Q_{nh}$  – przepływ nienaruszalny,

$\Delta Q$  - zmiana przepływu w korycie Potoku Kościelna w wyniku poboru wody do potrzeb stawu rekreacyjnego (1,78 ha).

#### 3.2. Przepływy bilansowe

Do bilansu przyjęto przepływy:

- średnie miesięczne wyszczególnione w pkt.2.3.5.
- średnie miesięczne o prawdopodobieństwie pojawienia się  $p = 80\%$  określone poprzez współczynnik stosunku  $SMQ_{80\%}/SMQ_{50\%}$  obliczony dla zlewni o zbliżonych warunkach hydrologicznych.

#### Zestawienie przepływów średnich miesięcznych

Lp.	Miesiąc	Przepływ $SMQ_{50\%}$ [dm <sup>3</sup> /s]	Stosunek $SMQ_{80\%}/SMQ_{50\%}$	Przepływ $SMQ_{80\%}$ [dm <sup>3</sup> /s]
1	styczeń	63,8	0,62	39,6
2	luty	78,2	0,56	43,8
3	marzec	94,0	0,62	58,3
4	kwiecień	99,6	0,68	67,7
5	maj	78,2	0,64	50,0
6	czerwiec	61,3	0,64	39,2
7	lipiec	52,8	0,58	30,6
8	sierpień	49,8	0,55	27,4
9	wrzesień	44,9	0,53	23,8
10	październik	45,7	0,53	24,2

11	listopad	37,7	0,67	25,3
12	grudzień	61,3	0,66	40,5

### 3.3. Przepływ nienaruszalny

Przepływ nienaruszalny ustalono w oparciu o kryterium hydrologiczno-biologiczne zgodnie z wytycznymi ustalania przepływów nienaruszalnych (IMGW Warszawa).

Podstawą jest zależność poniżej:

$$Q_{nh} = K * SNQ$$

Gdzie:

$Q_{nh}$  – przepływ nienaruszalny,

$SNQ = 0,0192 \text{ m}^3/\text{s}$ ,

$K = 1,00$  – współczynnik przyjęto dla zlewni nizinnych o powierzchni zlewni  $A < 1000 \text{ km}^2$ ,

stąd:

$$Q_{nh} = 1,00 * 0,019 = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3.4. Rozbiór wody

Rozbiory wody z koryta Potoku Kościelna km 5+140 obejmują:

- napełnienie stawu 1,78 ha,
- podtrzymanie piętrzenia zwierciadła wody z tytułu:
  - o ubytków bezpowrotnych wskutek parowania z wolnej powierzchni zwierciadła wody.

#### 3.4.1. Napełnienie stawu

Napełnienie stawu odbywać się będzie w okresie 16 - 30 kwietnia każdego roku. Przy powierzchni  $A = 1,78 \text{ ha}$  i średniej głębokości użytkowej  $h = 0,85 \text{ m}$  potrzebna objętość wody wyniesie  $V_c = 15130 \text{ m}^3$ . Z uwagi na potrzeby wypełnienia por gruntów w obrzeżu przyjęto dodatkową objętość wody w ilości  $V_p = 1500 \text{ m}^3$ .

Przy czasie napełnienia stawu  $t = 15$  dni niezbędny dopływ do zbiornika wyniesie:

$$Q_R = (15130 + 1500) : (15 * 86400) = 0,013 \text{ m}^3/\text{s}.$$

W pozostałym okresie eksploatacji stawu przewiduje się pobór wody w celu wymiany w ilości  $0,010 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### 3.4.2. Podtrzymanie zalewu

Podtrzymanie zalewu obejmuje uzupełnienie strat bezpowrotnych na parowanie, które wystąpią od maja do końca października. Poniżej podano wielkości strat średnich obliczone z wzoru:

$$Q_{par.} = S * A$$

gdzie:

$S$  – straty średnie miesięczne podane dla poszczególnych m-cy w wielkościach wyszczególnionych w poniższych obliczeniach,

$A = 1,78 \text{ ha}$  – powierzchnia stawu

stąd:

m-c maj

$$S_v = 0,39 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{ha}$$

$$Q_{par,v} = 1,78 * 0,39 = 0,70 \text{ dm}^3/\text{s};$$

m-c czerwiec

$$S_{vi} = 0,53 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{ha}$$

$$Q_{par,vi} = 1,78 * 0,53 = 0,94 \text{ dm}^3/\text{s};$$

m-c lipiec

$$S_{vii} = 0,53 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{ha}$$

$$Q_{\text{par,VII}} = 1,78 * 0,53 = 0,94 \text{ dm}^3/\text{s};$$

m-c sierpień

$$S_{\text{VII}} = 0,50 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{ha}$$

$$Q_{\text{par,VIII}} = 1,78 * 0,50 = 0,89 \text{ dm}^3/\text{s};$$

m-c wrzesień

$$S_{\text{VIII}} = 0,37 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{ha}$$

$$Q_{\text{par,IX}} = 1,78 * 0,37 = 0,66 \text{ dm}^3/\text{s};$$

m-c październik

$$S_{\text{VIII}} = 0,21 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{ha}$$

$$Q_{\text{par,X}} = 1,78 * 0,21 = 0,37 \text{ dm}^3/\text{s};$$

m-c listopad

$$S_{\text{VIII}} = 0,15 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{ha}$$

$$Q_{\text{par,XI}} = 1,78 * 0,15 = 0,27 \text{ dm}^3/\text{s};$$

m-c grudzień

$$S_{\text{VIII}} = 0,12 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{ha}$$

$$Q_{\text{par,XII}} = 1,78 * 0,12 = 0,21 \text{ dm}^3/\text{s};$$

m-c styczeń

$$S_{\text{VIII}} = 0,10 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{ha}$$

$$Q_{\text{par,X}} = 1,78 * 0,10 = 0,18 \text{ dm}^3/\text{s};$$

m-c luty

$$S_{\text{VIII}} = 0,10 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{ha}$$

$$Q_{\text{par,II}} = 1,78 * 0,10 = 0,18 \text{ dm}^3/\text{s};$$

m-c marzec

$$S_{\text{VIII}} = 0,15 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{ha}$$

$$Q_{\text{par,III}} = 1,78 * 0,15 = 0,27 \text{ dm}^3/\text{s};$$

Proponuje się przyjęcie do obliczeń bilansowych pobór wody na podtrzymanie zalewu:

- od 1 maja do 15 marca – 1, 0 dm<sup>3</sup>/s

### 3.5. Zrzuty wody

Zrzuty wody obejmują:

- zrzut wody w okresie konserwacji (tj. 16 – 25 marca każdego roku) w wielkości:

$$Q_{\text{zrz.}} = 15130 : (10 * 86400) = 0,0175 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3.6. Zmiana przepływu wody w korycie

Zmianę przepływów w korycie Potoku Kościelna km 5+140 (m<sup>3</sup>/s) w okresie bilansowym (16 kwietnia do 25 marca) zestawiono w poniższej tabelce:

Lp.	Wyszczególnienie	Okres bilansowy					
		16-30 IV.	V-X	XI - II	1-15.III	16-25.III	25.III – 15 IV
1.	Pobory wody	0,013	0,001	0,001	0,001		
2.	Zrzuty wody					0,0175	0
3.	Zmiana przepływu	-0,013	-0,001	-0,0001	-0,0001	+0,0175	0

Obliczone zmiany w przepływie poniżej zastawki w km 5+140 są niewielkie i nie mają wpływu na obiekty położone poniżej przekroju obliczeniowego.

### 3.7. Obliczenia bilansowe

Obliczenia bilansowe przeprowadzono dla Potoku Kościelna km 5+140 tj. ujęcia wody dla stawu rekreacyjnego o powierzchni 1,78 ha.

Obliczenia przeprowadzono dla oszacowanych przepływów o gwarancji p = 80%.



Arkusz bilansowy wód powierzchniowych

Potok Kościelna km 5+140

Przepływy p – 80%

Przeływ nienaruszalny  $Q_{nh} = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$

### Arkusz bilansowy wód powierzchniowych

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie	Okresy bilansowe													
			16.04 - 30.04.	01.05 – 31.05.	01.06. – 30.06.	01.07. – 31.07.	01.08. – 31.08.	01.09 – 30.09.	01.10. 31.10.	01.11. – 30.11.	01.12. 31.12.	01.01.- 31.01.	01.02.- 28.02.	01.03.- 15.03.	16.03.- 25.03	26.03.- 15.04.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.	Przepływy średniomiesięczne o p = 80%	$Q_{80\%}$	0,068	0,050	0,039	0,031	0,027	0,024	0,024	0,025	0,041	0,040	0,044	0,058	0,058	0,068
2.	Przeływ nienaruszalny	$Q_{nh}$	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
3.	Przeływ dyspozycyjny	$Q_{80\%} - Q_{nh}$	0,049	0,031	0,020	0,012	0,009	0,005	0,005	0,006	0,022	0,021	0,025	0,039	0,039	0,049
4.	Zmiana przepływu	$Q_p - Q_z$	0,013	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0175	0
5.	<b>Wynik bilansowy</b>		<b>0,036</b>	<b>0,030</b>	<b>0,019</b>	<b>0,011</b>	<b>0,008</b>	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,005</b>	<b>0,021</b>	<b>0,020</b>	<b>0,024</b>	<b>0,038</b>	<b>0,0565</b>	<b>0,049</b>

Z uzyskanych wyników bilansowych) wynika, że nie nastąpi naruszenie warunków hydrologicznych.

## 4. Obliczenie maksymalnych przepływów o określonym prawdopodobieństwie (1%, 2%, 5%, 10%, 20%, 50%)

### 4.1. Cel obliczeń

Celem obliczenia przepływów maksymalnych o prawdopodobieństwie 1% jest ustalenie przepływów w poszczególnych przekrojach będących podstawą do obliczeń światła zastawek i przepustów gwarantujących przepustowość nie powodującą szkód.

### 4.2. Obliczenie przepływów metodą opadową

a) Formuła opadowa jest opisana wzorem:

$$Q_p = f * F_1 * \varphi * H_1 * A * \lambda_p * \delta_j \quad (4.3.1.)$$

gdzie:

f - bezwymiarowy współczynnik kształtu fali równy na rozpatrywanym terenie = 0,6,

F<sub>1</sub> – maksymalny moduł odpływu jednostkowego wyrażony w postaci ilorazu

$$F_1 = \frac{q_1}{\varphi * H_1}$$

φ - współczynnik odpływu odczytywany z mapy- dla gleb regionu 3 = 0,35

q<sub>1</sub>, - maksymalny odpływ jednostkowy o prawdopodobieństwie 1% (m<sup>3</sup> \* s<sup>-1</sup> \* km<sup>2</sup>) = 0,0038,

H<sub>1</sub> – maksymalne dobowe opady o prawdopodobieństwie pojawienia się 1% = 85 mm,

A<sub>x</sub> – powierzchnia obliczanej zlewni w danym przekroju (km<sup>2</sup>), = 16,8 km<sup>2</sup>

λ<sub>p</sub> – kwantyl rozkładu zmiennej dla określonego prawdopodobieństwa pojawienia się – dla regionu 4b: λ<sub>2</sub> = 0,89, λ<sub>5</sub> = 0,750 ; λ<sub>10</sub> = 0,637, λ<sub>20</sub> = 0,521,

δ<sub>j</sub> = współczynnik redukcji jeziornej – dla współczynnika jeziorności JEZ 0,03 = 0,94.

b) Hydromorfologiczna charakterystyka koryta Potoku Kościelna obliczana jest wg wzoru:

$$\Phi_r = \frac{1000 (L+l)}{m * I_{r1}^{1/3} * A^{1/4} * (\varphi * H_1)^{1/4}} \quad (4.3.2.)$$

w którym:

L + l - długość najdłuższego ciekę wraz z suchą doliną (km) – 6,16 km

m = 11 - miara szorstkości koryta rzeki,

I<sub>r1</sub> - uśredniony spadek ciekę obliczony wg wzoru:

$$I_{r1} = 0,6 I_r$$

$$I_r = \frac{W_g - W_d}{L + l} \quad (4.3.3.)$$

Obliczony wzorem (4.3.2.) uśredniony spadek ciekę I<sub>r1</sub> w przekroju 5+140 wynosi:

$$I_r = \frac{156,60 - 140,40}{6,16} = 2,63 \text{ m/km}$$

$$I_{r1} = 0,6 * 2,63 = 1,58 \text{ m/km}$$

Hydromorfologiczna charakterystyka koryta Potoku Kościelna  $\Phi_r$  obliczona według wzoru (4.3.2.) wynosi:

$$\Phi_r = \frac{1000 (L+l)}{m * I_{r1}^{1/3} * A^{1/4} * (\varphi * H_1)^{1/4}} = \frac{1000 * 6,16}{11 * 1,58^{1/3} * 16,8^{1/4} * (0,35 * 85)^{1/4}} = 101,67$$

c) Czas spływu po stokach  $t_s$  odczytuje się z tabeli w zależności od hydromorfologicznej charakterystyki stoków  $\Phi_s$ , obliczonej według wzoru:

$$\Phi_s = \frac{(1000 I_s)^{1/2}}{m_s * I_s^{1/4} * (\varphi * H_1)^{1/2}} \quad (4.3.4.)$$

w którym:

$I_s$  - średnia długość stoków określona według wzoru:

$$I_s = \frac{1}{1,8 * \rho} \quad (4.3.5.)$$

gdzie:  $\rho$  - gęstość cieków obliczona według wzoru:

$$\rho = \frac{\Sigma(L + l)}{A} \quad (4.3.6.)$$

w którym:

$\Sigma(L + l)$  – suma długości wszystkich cieków wraz z ich suchymi dolinami = 23,5 km

$A$  – powierzchnia zlewni = 16,8 km<sup>2</sup>

Obliczony współczynnik  $\rho$  według wzoru (4.3.6) wynosi:

$$\rho = \frac{\Sigma(L + l)}{A} = \frac{23,5}{16,8} = 1,40 \text{ (km}^{-1}\text{)}$$

Obliczony współczynnik  $I_s$  (długość stoków) wg wzoru (4.3.5.) wynosi:

$$I_s = \frac{1}{1,8 * \rho} = \frac{1}{1,8 * 1,40} = 0,397$$

Współczynnik szorstkości stoków  $m_s$  odczytano z tabeli – dla powierzchni zaoranej i zabronowanej oraz wybrukowanej = 0,25.

Średni spadek stoków  $I_s$  obliczono według wzoru:

$$I_s = \frac{\Delta h * \Sigma k}{A} \quad (4.3.7.)$$

gdzie:

$\Delta h = 2,5$  m - różnica poziomów między sąsiednimi warstwicami na mapie sytuacyjnej

$\Sigma k$  – suma długości warstw w zlewni 27,2 km

$$I_s = \frac{\Delta h * \Sigma k}{A} = \frac{2,5 * 27,2}{16,8} = 4,048 \text{ m} * \text{km}^{-1}$$

Hydromorfologiczną charakterystykę stoków w zlewni Potoku Kościelna obliczono według wzoru (4.3.4) i wynosi:

$$\Phi_s = \frac{(1000 I_s)^{1/2}}{m_s * I_s^{1/4} * (\varphi * H_1)^{1/2}} = \frac{(1000 * 0,397)^{1/2}}{0,25 * 4,048^{1/4} * (0,35 * 85)^{1/2}} = 10,31$$

Czas spływu po stokach  $t_s$  w funkcji  $\Phi_s$  przyjęto z tabeli po interpolacji w wysokości:  
 $t_s = 147,8$  min.

Maksymalny moduł odpływu jednostkowego  $F_1$  odczytano z tablicy w zależności od  $\Phi_r$  i  $t_s$

$F_1$  wynosi (po interpolacji) – 0,02022

Maksymalne przepływy o określonym prawdopodobieństwie obliczono z wzoru 2.4.1.

$$Q_{p1\%} = f * F_1 * \varphi * H_1 * A * \lambda_p * \delta_J = 0,6 * 0,02022 * 0,35 * 85 * 16,8 * 1,0 * 0,94 = 5,70 \text{ m}^3/\text{s}$$

Maksymalne przepływy o określonym prawdopodobieństwie obliczono z zastosowaniem kwantyla rozkładu zmiennej  $\lambda_p$ .

$$Q_{p2\%} = 0,6 * 0,02022 * 0,35 * 85 * 16,8 * 0,89 * 0,94 = 5,07 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{p5\%} = 0,6 * 0,02022 * 0,35 * 85 * 16,8 * 0,75 * 0,94 = 4,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{p10\%} = 0,6 * 0,02022 * 0,35 * 85 * 16,8 * 0,637 * 0,94 = 3,63 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{p20\%} = 0,6 * 0,02022 * 0,35 * 85 * 16,8 * 0,521 * 0,94 = 2,97 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{p50\%} = 0,6 * 0,02022 * 0,35 * 85 * 16,8 * 0,342 * 0,94 = 1,95 \text{ m}^3/\text{s}$$

Parametry fizyczno-geograficzne w przekroju obliczeniowym Potoku Kościelna w km 5+140 zestawiono poniżej:

Rodzaj parametru fizyczno-geograficzne		Dane parametru
oznaczenie	jednostka	
$L+l$	km	6,16
$m$		11
$W_g$	m n.p.m.	156,60
$W_d$	m n.p.m.	140,40
$I_{rl}$	m/km	1,58
$A$	km <sup>2</sup>	16,80
$\varphi$		0,35
$H_1$	mm	85

$\Phi_r$		90,03
$\Sigma(L+l)$	km	23,5
$\rho$	km <sup>-1</sup>	1,40
$l_s$	km	0,397
$m_s$		0,25
$\Delta h$	m	2,5
$\Sigma k$		27,2
$I_s$	m * km <sup>-1</sup>	4,048
$\Phi_s$		10,31
$t_s^{\#}$	min.	147,8
$F_1$		0,02022
SSQ	m <sup>3</sup> /s	0,064
NTQ	m <sup>3</sup> /s	0,034
SNQ	m <sup>3</sup> /s	0,019
NNQ	m <sup>3</sup> /s	0,010
$Q_{p1\%}$	m <sup>3</sup> /s	5,70
$Q_{p2\%}$	m <sup>3</sup> /s	5,07
$Q_{p5\%}$	m <sup>3</sup> /s	4,28
$Q_{p10\%}$	m <sup>3</sup> /s	3,63
$Q_{p20\%}$	m <sup>3</sup> /s	2,97
$Q_{p50\%}$	m <sup>3</sup> /s	1,95

Celem sprawdzenia obliczenia przepływu wody 1%, posłużono się wzorem Iszkowskiego na obliczenie stanu wód najwyższych wielkich tj. wody  $Q_4$ . Przepływ  $Q_4$  to stan najwyższy jaki kiedykolwiek obserwowano na danym cieku. W praktyce przyjmuje się, że jest to woda o  $p = 1\%$ .

$Q_4$  – najwyższa wielka woda

$$Q_4 = C_w * m * P * F = 0,055 * 7,414 * 0,62 * 95,5 = 24,14 \text{ m}^3/\text{s}$$

gdzie:  $C_w$  – dla terenu częściowo płaski, częściowo pagórki  
i II kategorii = 0,055

F - powierzchnia zlewni -  $F = 16,8 \text{ km}^2$

m - współczynnik dla powierzchni  $16,8 \text{ km}^2 = 9,14$

P - średni opad roczny w zlewni -  $P = 0,587 \text{ m}$

$$Q_4 = 0,055 * 9,14 * 0,587 * 16,8 = 4,97 \text{ m}^3/\text{s}$$

Porównując obliczenie przepływu wody 1% obliczonej metodą opadową ( $5,70 \text{ m}^3/\text{s}$ ) z przepływem  $Q_4$  obliczonym wzorem Iszkowskiego ( $4,97 \text{ m}^3/\text{s}$ ) można przyjąć, że przepływy oba są zbliżone, a zatem można przyjąć obliczenia metoda opadową za poprawne.

## 5. Wnioski końcowe

Wykonane obliczenia hydrologiczne nasuwają następujące wnioski:

1. Potok Kościelna w km 5+140 w pełni zaspakaja potrzeby wodne stawu rekreacyjnego w Parku Wolności w Brzegu,
2. Przepływ nienaruszalny należy przyjąć w wielkości  $0,019 \text{ m}^3/\text{s}$  tj. na poziomie wody średniej niskiej,

3. Przepływy maksymalne o określonym prawdopodobieństwie winny być podstawą do projektowania przepustowości koryta Potoku Kościelna wraz z jej budowlami.

Opracował:

inż. Czesław Zaremba

Brzeg, marzec 2008r.