

OBLICZENIA HYDROLOGICZNO - HYDRAULICZNE PROJEKTOWANEGO MOSTU STAŁEGO:

Budowa kładki pieszo-jezdnej w ciągu drogi gminnej publicznej 119464R w miejscu istniejącej kładki pieszo-jezdnej przeznaczonej do rozbiórki na działkach nr ewid. 616, 7/1, 338/1, 338/2 położonych w miejscowości Wojtkowa na rzece Wiar

Literatura, materiały pomocnicze

- [1]. „Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie” – Dz. U. Nr 63 z dn. 3 sierpnia 2000 r.
- [2]. „Atlas opadów atmosferycznych w Polsce z lat 1891 – 1930” - wyd. W - wa 1953 r.
- [3]. "Ocena przepływów wielkich wód małych zlewni górnej Wisły" - Gospodarka Wodna nr 6/1977 r.
- [4]. „Wytyczne projektowania obiektów i urządzeń budownictwa specjalnego w zakresie komunikacji. Światła mostów i przepustów WPD 12” W - wa 1973 r.
- [5]. „Wytyczne obliczania świateł mostów i przepustów” - wyd. IBDiM W - wa 1995 r.
- [6] St. Bryl, J. Bryl „Tablice inżynierskie - t. V Budownictwo wodne” wyd. PWN Poznań 1958 r;
- [7] „Światła mostów i przepustów. Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami” - wyd. IBDiM Wrocław-Żmigród 2000 r.
- [8] St. Bryl, J. Bryl „Tablice inżynierskie - t. II Konstrukcje mostowe fundamenty” wyd. PWN Poznań 1957 r;
- [9] Rozporządzenie nr 4/2014 Dyrektora RZGW w Krakowie z dnia 16 stycznia 2014 r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Górnej Wisły - załącznik nr 4

1. Obliczenie miarodajnej Wielkiej Wody

- 1.1. Prawdopodobieństwa przepływów miarodajnych - most stały
Przedmiotowy obiekt to most stały na drodze gminnej klasy D

Tablica wg [1] § 40 punkt 2			
Rodzaj obiektu	wartość prawdopodobieństwa "p"		
	klasa drogi		
	A, S, GP %	G, Z %	L, D %
Most	0,3	0,5	1
Most tymczasowy	2	3	3
Przepust	1	1	2
Przepust tymczasowy	3	5	5

Na podstawie powyższej tabeli przyjęto:

$$p = \frac{1}{5} \%$$

- 1.2. Obliczenie SNQ - przepływ średni niski roczny

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

Dla zlewni wyżynnych i nizinnych wzór:

$$SNq := 0.000247 \cdot H_{sr}^{0.7462} \cdot p^{1.182} \cdot I^{-0.2321} \cdot N^{-0.7123}$$

Uwaga: za zlewnie wyżynne i nizinne uznaje się zlewnie, których średnia wysokość $H < 300$ m n.p.m. oraz zlewnie o średniej wysokości $300 < H < 470$ m n.p.m., w których umowny spadek rzeki $I < 18\%$

Dla zlewni górskich:

$$SNq := 0.00807 \cdot H_{sr}^{1.21815} \cdot p^{0.1722} \cdot I^{0.3273} \cdot N^{-1.0504}$$

Uwaga: za zlewnie górskie uznaje się zlewnie, których średnia wysokość $H > 470$ m n.p.m. oraz zlewnie o średniej wysokości $300 < H < 470$ m n.p.m., w których umowny spadek rzeki $I > 18\%$

gdzie: I - spadek podłużny cieku określony wzorem [%] :

$I = \Delta W / L$			
$W_g =$	666,80	m n Kr	- najwyższa rzędna źródeł cieku
$W_d =$	410,70	m n Kr	- najniższa rzędna w przekroju zamykającym zlewnię
$\Delta W = W_g - W_d =$	256,10	m n Kr	- różnica wysokości
$L =$	6,4	km	- odległość od przekroju zamykającego do najdalej położonego źródła zlewni

$$I = \Delta W / L = 40,02 \quad \%$$

Uwaga: z powyższego wyniku iż należy stosować wzór dla zlewni górskich

$$SN_q = 0,00807 \cdot H_{sr}^{(1.21815)} \cdot P^{(0.1722)} \cdot I^{(0.3273)} \cdot N^{(-1.0504)}$$

$H_{sr} = (W_g + W_d) / 2 =$	538,75	m n Kr	- średnie wzniesienie zlewni
$P =$	900,0	mm	- normalny opad roczny
$N =$	70,0		- wskaźnik przepuszczalności gleby wg tabeli 2.1. [9]
$A =$	24,960	km ²	- powierzchnia zlewni

$SN_q =$	2,13	[l/s * km ²]	- średni niski odpływ jednostkowy
----------	------	--------------------------	-----------------------------------

*** Przepływ średni niski roczny:**

$SNQ = 10^{-3} \cdot SN_q \cdot A =$	0,053	m ³ /s
--------------------------------------	-------	-------------------

1.3. Obliczenie SSQ - przepływ średni roczny

$SSQ = 10^{-3} \cdot SS_q \cdot A$	
------------------------------------	--

*** Średni roczny odpływ jednostkowy**

$$SS_q = 0,00001151 \cdot P^{2,05576} \cdot I^{0,0647} \cdot N^{-0,04435}$$

$SS_q =$	14,33	[l/s * km ²]	- średni roczny odpływ jednostkowy
----------	-------	--------------------------	------------------------------------

*** Przepływ średni roczny:**

$SSQ = 10^{-3} \cdot SS_q \cdot A =$	0,358	m ³ /s
--------------------------------------	-------	-------------------

1.3.1. Formuła opadowa - wg Stachy i Fal [9]

$$Q_{1\%} = f \cdot F_1 \cdot \varphi \cdot H_1 \cdot A \cdot \lambda_p \quad [m^3/s]$$

Przyjęto:

$A =$	24,960	km ²	- powierzchnia zlewni
$L =$	8,950	km	- długość głównego cieku wodnego - rzeki Wiary do przekroju
$l =$	0,390	km	- długość suchej doliny
$\Sigma(L + l) =$	9,340	km	
$f =$	0,60		- współczynnik korekcyjny dla regionu przyjmowany: 0,45 na pojezierzu i 0,6 na pozostałych terenach
$\varphi =$	0,88		- współczynnik odpływu dla gleb hydromorficznych o zmiennej przepuszczalności wg [9], mapa 5
$H_1 =$	100,0	mm	- maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie przekroczenia 1%; odczytano z mapy nr 4 [9]

$$\Phi_r = \frac{1000 \cdot (L + l)}{m \cdot I_{r1}^{1/3} \cdot A^{1/4} \cdot (\varphi \cdot P_1)^{1/4}} \quad - \text{hydromorfologiczna charakterystyka koryta cieku}$$

$$\Phi_r = (100 \cdot (L + l)) / (m \cdot (I_{r1})^{0,33} \cdot (A)^{0,25} \cdot (\varphi \cdot H_1)^{0,25})$$

$m =$	7,0	- współczynnik szorstkości dla koryta cieku odczytana z tabeli 4.4 [9]
-------	-----	--

$W_g =$	666,80	m n Kr	- najwyższa rzędna terenu wododziału
$W_d =$	410,70	m n Kr	- najniższa rzędna w przekroju mostowym
$I_r =$	$(\Sigma(W_g - W_d) / \Sigma(L + l))$		- spadek cieku

$$I_r = 27,4 \quad m/km$$

$$I_{r1} = 0,6 \cdot I_r \quad - \text{średni spadek cieku odniesiony do jego długości}$$

$$I_{r1} = 16,5$$

$$\Phi_r = 76,63 \quad - \text{hydromorficzna charakterystyka terenu}$$

$$I_s = (\Delta h \cdot \Sigma k_i) / A \quad - \text{średni spadek stoków}$$

	1	2	3	4
Długość warstwy [km]	30,78	24,46	13,30	
Rzędna warstwy [mn.p.m.]	550	500	450	

$\Sigma k_i = 68,54$ km - kartometryczna długość 3 - ch kolejnych warstw

$\Delta h = 50,00$ m - różnica poziomów wysokościowych warstw

$I_s = 137,30$ promil

- współczynnik szorstkości stoków wg tabl. 4.6 [9] - przedstawionej poniżej

L.p.	Charakterystyka powierzchni stoków	$m_s =$
1.	powierzchni gładkie (asfalt, beton)	0,5
2.	powierzchnie gruntowe ubite	0,3
3.	powierzchnie zaorane i zabronowane	0,25
4.	kępy pastwisk, łąki, osiedla	0,15
5.	lasy, krzaki	0,1

$m_s = 0,10$

$\rho = \Sigma(L + l)/A$ promil - średnia gęstość sieci rzecznej na obszarze zlewni

Długości większych cieków należących do zlewni wyliczanego potoku:

L1=	L2=	L3=	L4=	L5=	L6=	
8,95	4,08	1,01	0,75	0,83	1,55	km
L7=	L8=	L9=	L10=	L11=	L12=	
3,19	0,79	1,53	0,59	2,72	0,92	km
L13=	L14=	L15=	L16=	L17=	L18=	
1,96	1,15	1,30	1,37	2,03	1,52	km
L19=	L20=	L21=	L22=	L23=	L24=	
2,18	0,85	1,02	1,09	1,20	0,95	km
L25=	L26=	L27=	L28=	L29=		
0,81	0,79	0,98	1,12	0,65		km

Długości "suchej doliny" przy ciekach należących do zlewni wyliczanego potoku:

L1=	L2=	L3=	L4=	L5=	L6=	
0,39	0,49	0,21	0,24	0,23	0,25	km
L7=	L8=	L9=	L10=	L11=	L12=	
0,22	0,23	0,31	0,72	0,16	0,12	km
L13=	L14=	L15=	L16=	L17=	L18=	
0,23	0,16	0,29	0,17	0,14	0,15	km
L19=	L20=	L21=	L22=	L23=	L24=	
0,09	0,25	0,65	0,22	0,06	0,16	km
L25=	L26=	L27=	L28=	L29=		
0,23	0,18	0,18	0,36	0,11		km

$\Sigma(L + l) = 55,029$ km - sumaryczna długość cieków z suchymi dolinami

$\rho = 2,205$ promil

$L_s = 1/(1,8 \cdot \rho)$

$L_s = 0,252$ promil

$\Phi_s = (1000 \cdot L_s)^{0,5} / (m_s \cdot I_s^{0,25} \cdot (\varphi \cdot H_1)^{0,5})$

$\Phi_s = 4,94$ - hydromorficzna charakterystyka stoków

Tabela 4.5. Czas spływu po stokach t_s w funkcji Φ_s [9]

$\Phi_s =$	4,0	4,94	5,0
$t_s =$	31,0	42,32	43,0

$t_s = 42,32$ min. - Czas spływu po stokach - interpolacja wg tab 4.5 [9]

czas spływu	dla $\phi_r=76,63$		
dla $t_s=42,32$	70,00	76,63	80,00
30,00	0,0360	0,0335	0,0322
42,32	0,0348	0,0325	0,0313
60,00	0,0330	0,0310	0,0300

$F_1 = 0,0325$

- maksymalny moduł odpływu jednostkowego wody opadowej dla Φ_r i t_s wg tab. 4.1 [9]

λ_p - kwantyl rozkładu zmiennej dla żądanego prawdopodobieństwa pojawienia się odczytany dla Karpat

$\lambda_{p1\%} = 1,00$

- kwantyl rozkładu prawdopodobieństwa dla $p = 1\%$ wg tabl. 4.2 [9] dla regionu Karpaty 2b wg mapa 2 [9]

$\lambda_{p0,5\%} = 1,14$

- kwantyl rozkładu prawdopodobieństwa dla $p = 0,5\%$ wg tabl. 4.2 [9] dla regionu Karpaty 2b wg mapa 2 [9]

$\lambda_{p5\%} = 0,674$

- kwantyl rozkładu prawdopodobieństwa dla $p = 5\%$ wg tabl. 4.2 [9] dla regionu Karpaty 2b wg mapa 2 [9]

$Q_{1\%} = 42,831$ [m^3/s]

- miarodajna Wielka Woda $Q_{1\%}$

$Q_{0,5\%} = 48,828$ [m^3/s]

- miarodajna Wielka Woda $Q_{0,5\%}$

$Q_{5\%} = 28,868$ [m^3/s]

- miarodajna Wielka Woda $Q_{5\%}$

1.4. Maksymalne przepływy Wielkiej Wody - przepływ miarodajny wg obliczeń hydraulicznych

Zestawienie wyników obliczeń przepływów wg prawdopodobieństwa wystąpienia

$Q_{1\%} = 42,831$ [m^3/s]

- miarodajna Wielka Woda $Q_{1\%}$

$Q_{0,5\%} = 48,828$ [m^3/s]

- miarodajna Wielka Woda $Q_{0,5\%}$

$Q_{5\%} = 28,868$ [m^3/s]

- miarodajna Wielka Woda $Q_{5\%}$

2. Ustalenie poziomów zwierciadła Wielkiej Wody

2.1. Ustalenie rzędnej ZwWW w przekroju I-I km 65+745 - naturalnym, niezabudowanym

Uwaga: Ustalenia rzędnej ZwWW dokonano metodą kolejnych przybliżeń przyjmując następujące założenia:

$$Q_m = Q_{1\%} = 42,831 \text{ m}^3/\text{s} \quad - \text{objętość przepływu miarodajnego}$$

Koryto główne:

$F_G =$	<table border="1"><tr><td>18,45</td></tr></table>	18,45	m^2	- powierzchnia przepływu miarodajnego (na podstawie AutoCad)
18,45				
$P_G =$	<table border="1"><tr><td>15,70</td></tr></table>	15,70	m	- obwód zwilżony koryta cieku
15,70				
$i_d =$	<table border="1"><tr><td>0,8%</td></tr></table>	0,8%		- lokalny, pomierzony spadek cieku w obrębie przekroju
0,8%				

- promień hydrauliczny

$$R_h = F_G / P_G = 18,45 / 15,7 = 1,175 \text{ m}$$

$$\gamma_G = 2,75$$

- współczynnik szorstkości koryta głównego
(koryto kręte, dno trwałe)

- stała uwzględniająca cechy fizyczne obwodu zwilżonego pod względem oporów redukujących prędkość sływu wody

$$C = (87(R_h)^{0,5}) / (\gamma + (R_h)^{0,5}) = 24,599$$

- prędkość wody w korycie głównym

$$V_G = C \cdot (R_h \cdot i_d)^{0,5} = 2,385 \text{ m/s}$$

$$B_G = 14,70 \text{ m}$$

- szerokość przepływu wody górnej w korycie głównym

$$Q_G = 44,005 \text{ m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu w przekroju I - I w korycie głównym

Zalew lewostronny:

$F_L =$	<table border="1"><tr><td>0,00</td></tr></table>	0,00	m^2	- powierzchnia przepływu miarodajnego (na podstawie AutoCad)
0,00				
$P_L =$	<table border="1"><tr><td>1,00</td></tr></table>	1,00	m	- obwód zwilżony koryta cieku
1,00				
$i_d =$	0,5%		- lokalny, pomierzony spadek cieku w obrębie przekroju	

- promień hydrauliczny

$$R_h = F_L / P_L = 0 / 1 = 0,000 \text{ m}$$

$$\gamma_L = 12,00$$

- współczynnik szorstkości zalewu lewostronnego
(zalew zarośnięty, częściowo stanowiący teren zamieszkały)

- stała uwzględniająca cechy fizyczne obwodu zwilżonego pod względem oporów redukujących prędkość sływu wody

$$C = (87(R_h)^{0,5}) / (\gamma + (R_h)^{0,5}) = 0,000$$

- prędkość wody w zalewie prawostronnym

$$V_L = C \cdot (R_h \cdot i_d)^{0,5} = 0,000 \text{ m/s}$$

$$B_L = 0,00 \text{ m}$$

- szerokość przepływu wody górnej w zalewie lewostronnym

$$Q_L = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu w przekroju I - I w zalewie lewostronnym

Suma przepływów:

$Q_K =$	$Q_G + Q_L =$	$44 + 0 =$	44,005	m^3/s
---------	---------------	------------	---------------	-----------------------

$$Q_{m1\%} = 42,831 \text{ m}^3/\text{s} \quad - \text{objętość przepływu miarodajnego}$$

- porównanie przepływu w pełnym korycie z przepływem miarodajnym

Porównanie wyliczonych objętości przepływu:	$Q_{m1\%} =$		$Q_K =$	m^3/s	
	42,831	<	44,005	różnica	2,7%

$H_D =$	<table border="1"><tr><td>407,45</td></tr></table>	407,45	mnKr	- rzędna dna istniejącego w przekroju
407,45				
$h_m =$	<table border="1"><tr><td>1,73</td></tr></table>	1,73	m	- głębokość wody przy przepływie miarodajnym
1,73				
$H_{WW} =$	<table border="1"><tr><td>409,18</td></tr></table>	409,18	mnKr	- rzędna wody miarodajnej w przekroju I - I
409,18				

2.2 Ustalenie rzędnej ZwWW w przekroju II - II km 65+690 - naturalne koryto w obrębie istniejącego mostu

Uwaga: Ustalenia rzędnej ZwWW dokonano metodą kolejnych przybliżeń przyjmując

następujące założenia:

$$Q_m = Q_{1\%} = 42,831 \text{ m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu miarodajnego

Koryto główne:

$$F_G = 16,37 \text{ m}^2$$

- powierzchnia przepływu miarodajnego (na podstawie AutoCad)

$$P_G = 12,46 \text{ m}$$

- obwód zwilżony koryta cieku

$$i_d = 0,8\%$$

- lokalny, pomierzony spadek cieku w obrębie przekroju

- promień hydrauliczny

$$R_h = F_G/P_G = 16,37/12,46 = 1,314 \text{ m}$$

$$\gamma_G = 2,75$$

- współczynnik szorstkości koryta głównego

(koryto kręte, trwałe dno)

- stała uwzględniająca cechy fizyczne obwodu zwilżonego pod względem oporów redukujących prędkość sływu wody

$$C = (87(R_h)^{0,5})/(\gamma + (R_h)^{0,5}) = 25,594$$

- prędkość wody w korycie głównym

$$V_G = C \cdot (R_h \cdot i_d)^{0,5} = 2,624 \text{ m/s}$$

$$B_G = 10,65 \text{ m}$$

- szerokość przepływu wody górnej w korycie głównym

$$Q_G = 42,954 \text{ m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu w przekroju II - II w korycie głównym

Zalew lewostronny:

$$F_L = 0,00 \text{ m}^2$$

- powierzchnia przepływu miarodajnego (na podstawie AutoCad)

$$P_L = 1,00 \text{ m}$$

- obwód zwilżony koryta cieku

$$i_d = 0,5\%$$

- lokalny, pomierzony spadek cieku w obrębie przekroju

- promień hydrauliczny

$$R_h = F_L/P_L = 0/1 = 0,000 \text{ m}$$

$$\gamma_L = 12,00$$

- współczynnik szorstkości zalewu lewostronnego

(zalew zarośnięty, częściowo stanowiący teren zamieszkały)

- stała uwzględniająca cechy fizyczne obwodu zwilżonego pod względem oporów redukujących prędkość sływu wody

$$C = (87(R_h)^{0,5})/(\gamma + (R_h)^{0,5}) = 0,000$$

- prędkość wody w zalewie prawostronnym

$$V_L = C \cdot (R_h \cdot i_d)^{0,5} = 0,000 \text{ m/s}$$

$$B_L = 23,20 \text{ m}$$

- szerokość przepływu wody górnej w zalewie lewostronnym

$$Q_L = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu w przekroju II - II w zalewie lewostronnym

Zalew prawostronny:

$$F_P = 0,00 \text{ m}^2$$

- powierzchnia przepływu miarodajnego (na podstawie AutoCad)

$$P_P = 1,00 \text{ m}$$

- obwód zwilżony koryta cieku

$$i_d = 0,5\%$$

- lokalny, pomierzony spadek cieku w obrębie przekroju

- promień hydrauliczny

$$R_h = F_P/P_P = 0/1 = 0,000 \text{ m}$$

$$\gamma_P = 5,50$$

- współczynnik szorstkości zalewu prawostronnego

- stała uwzględniająca cechy fizyczne obwodu zwilżonego pod względem oporów redukujących prędkość sływu wody

$$C = (87(R_h)^{0,5})/(\gamma + (R_h)^{0,5}) = 0,000$$

- prędkość wody w zalewie prawostronnym

$$V_P = C \cdot (R_h \cdot i_d)^{0,5} = 0,000 \quad \text{m/s}$$

$$B_P = 4,00 \quad \text{m}$$

- szerokość przepływu wody górnej w zalewie prawostronnym

$$Q_P = 0,000 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu w przekroju II - II w zalewie prawostronnym

Suma przepływów:

$Q_K = Q_G + Q_L + Q_P =$	42,95+0+0=	42,954	m^3/s
---------------------------	------------	---------------	-----------------------

$$Q_{m1\%} = 42,831 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu miarodajnego

- porównanie przepływu w pełnym korycie z przepływem miarodajnym

Porównanie wyliczonych objętości przepływu:	$Q_{m1\%} =$	<	$Q_K =$	m^3/s różnica	0,3%
	42,831		42,954		

$$H_D = 406,99 \quad \text{mnKr}$$

- rzędna dna istniejącego w przekroju

$$h_m = 2,00 \quad \text{m}$$

- głębokość wody przy przepływie miarodajnym

$$H_{WW} = 408,99 \quad \text{mnKr}$$

- rzędna wody miarodajnej w przekroju II - II

2.3 Ustalenie rzędnej ZwWW w przekroju III - III km 65+650 - nie umocnionym

Uwaga: Ustalenia rzędnej ZwWW dokonano metodą kolejnych przybliżeń przyjmując następujące założenia:

$$Q_m = Q_{1\%} = 42,831 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu miarodajnego

Koryto główne:

$$F_G = 18,50 \quad \text{m}^2$$

- powierzchnia przepływu miarodajnego (na podstawie AutoCad)

$$P_G = 16,50 \quad \text{m}$$

- obwód zwilżony koryta cieku

$$i_d = 0,8\%$$

- lokalny, projektowany spadek cieku w obrębie przekroju

- promień hydrauliczny

$$R_h = F_G / P_G = 18,5 / 16,5 = 1,121 \quad \text{m}$$

$$\gamma_G = 2,75$$

- współczynnik szorstkości koryta głównego

- stała uwzględniająca cechy fizyczne obwodu zwilżonego pod względem oporów redukujących prędkość spływu wody

$$C = (87(R_h)^{0,5}) / (\gamma + (R_h)^{0,5}) = 24,186$$

- prędkość wody w korycie głównym

$$V_G = C \cdot (R_h \cdot i_d)^{0,5} = 2,291$$

$$B_G = 15,80 \quad \text{m}$$

- szerokość przepływu wody górnej w korycie głównym

$$Q_G = 42,377 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu w przekroju III - III w korycie głównym

Zalew lewostronny:

$$F_L = 0,00 \quad \text{m}^2$$

- powierzchnia przepływu miarodajnego (na podstawie AutoCad)

$$P_L = 1,00 \quad \text{m}$$

- obwód zwilżony koryta cieku

$$i_d = 0,3\%$$

- lokalny, pomierzony spadek cieku w obrębie przekroju

- promień hydrauliczny

$$R_h = F_L / P_L = 0 / 1 = 0,000 \quad \text{m}$$

$$\gamma_L = 5,50$$

- współczynnik szorstkości zalewu lewostronnego

- stała uwzględniająca cechy fizyczne obwodu zwilżonego pod względem oporów redukujących prędkość spływu wody

$$C = (87(R_h)^{0,5}) / (\gamma + (R_h)^{0,5}) = 0,000$$

- prędkość wody w zalewie prawostronnym

$$V_L = C \cdot (R_h \cdot i_d)^{0,5} = 0,000 \quad \text{m/s}$$

$$B_L = 5,00 \quad \text{m}$$

- szerokość przepływu wody górnej w zalewie lewostronnym

$$Q_L = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu w przekroju III - III w zalewie lewostronnym

Zalew prawostronny:

$$F_P = 0,00 \text{ m}^2$$

- powierzchnia przepływu miarodajnego (na podstawie AutoCad)

$$P_P = 1,00 \text{ m}$$

- obwód zwilżony koryta cieku

$$i_d = 0,4\%$$

- lokalny, pomierzony spadek cieku w obrębie przekroju

- promień hydrauliczny

$$R_h = F_P / P_P = 0/1 = 0,000 \text{ m}$$

$$\gamma_P = 5,50$$

- współczynnik szorstkości zalewu prawostronnego
(zalew zarośnięty, częściowo stanowiący teren zamieszkały)

- stała uwzględniająca cechy fizyczne obwodu zwilżonego pod względem oporów redukujących prędkość sływu wody

$$C = (87(R_h)^{0,5}) / (\gamma + (R_h)^{0,5}) = 0,000$$

- prędkość wody w zalewie prawostronnym

$$V_P = C \cdot (R_h \cdot i_d)^{0,5} = 0,000 \text{ m/s}$$

$$B_P = 21,05 \text{ m}$$

- szerokość przepływu wody górnej w zalewie prawostronnym

$$Q_P = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu w przekroju III - III w zalewie prawostronnym

Suma przepływów:

$Q_K = Q_G + Q_L + Q_P =$	42,38+0+0=	42,377 m^3/s
$Q_{m1\%} =$	42,831 m^3/s	- objętość przepływu miarodajnego

- porównanie przepływu w pełnym korycie z przepływem miarodajnym

Porównanie wyliczonych objętości przepływu:	$Q_{m1\%} =$	>	$Q_K =$	m^3/s różnica	1,1%
	42,831		42,377		

$$H_D = 406,67 \text{ mnKr}$$

- rzędna dna istniejącego w przekroju

$$h_m = 1,90 \text{ m}$$

- głębokość wody przy przepływie miarodajnym

$$H_{WW} = 408,57 \text{ mnKr}$$

- rzędna wody miarodajnej w przekroju III - III

2.4 Ustalenie rzędnej Z_{WW} w przekroju II-II - po umocnieniu skarp w obrębie przyczółków**Uwaga:** Umocnienia skarp opaską kamienną

Przyjmuje się następujące założenia:

$$Q_m = Q_{0,5\%} = 42,831 \text{ m}^3/\text{s}$$

- objętość przepływu miarodajnego

Koryto główne umocnione:

$$F_G = 16,47 \text{ m}^2$$

- powierzchnia przepływu miarodajnego (na podstawie AutoCad)

$$P_G = 12,65 \text{ m}$$

- obwód zwilżony koryta cieku

$$i_d = 0,8\%$$

- lokalny, projektowany spadek cieku w obrębie przekroju

OBLICZENIA HYDROLOGICZNO-HYDRAULICZNE

- promień hydrauliczny

$$R_h = F_G/P_G = 16,47/12,65 = 1,302 \quad m$$

$$\gamma_G = \boxed{2,75}$$

- współczynnik szorstkości koryta głównego

- stała uwzględniająca cechy fizyczne obwodu zwilżonego pod względem oporów redukujących prędkość sływu wody

$$C = (87(R_h)^{0,5})/(\gamma + (R_h)^{0,5}) = 25,513$$

- prędkość wody w korycie głównym

$$V_G = C \cdot (R_h \cdot i)^{0,5} = 2,604 \quad m/s$$

$$B_G = \boxed{11,55} \quad m$$

- szerokość przepływu wody górnej w korycie głównym

$$Q_G = 42,884 \quad m^3/s$$

- objętość przepływu w przekroju wlotowym w korycie głównym

Przepływ w korycie:

$Q_K =$	$Q_G =$	42,884	m^3/s
---------	---------	---------------	---------

$$Q_{m1\%} = 42,831 \quad m^3/s$$

- objętość przepływu miarodajnego

- porównanie przepływu w pełnym korycie z przepływem miarodajnym

Porównanie wyliczonych objętości przepływu:	$Q_{m1\%} =$	<	$Q_K =$	m^3/s różnica	0,1%
	42,831		42,884		

$$H_D = \boxed{406,99} \quad mnKr$$

- rzędna dna istniejącego w przekroju

$$h_m = \boxed{2,02} \quad m$$

- głębokość wody przy przepływie miarodajnym

$$H_{WW} = \boxed{409,01} \quad mnKr$$

- rzędna wody miarodajnej w przekroju na wlocie

3.1. Obliczenia światła mostu stałego

3.1.1. Założenia obliczeniowe

1. Dopuszczalna prędkość nierozmywalna
- v_{nr}
- dla koryta z narzutu kamiennego:

$$V_n = 2,70 \text{ m/s} \quad - \text{ wg tabeli 2.3 [7]}$$

Zgodnie z punktem 2.3.1.2. [1] prędkość nierozmywalną należy pomnożyć przez $h_m^{1/5}$

$$h_m = 2,00 \text{ m} \quad - \text{ głębokość wody przy przepływie miarodajnym}$$

$$V_{nr} = V_n \cdot h_m^{1/5} = 2,7 \cdot 2^{(1/5)} = 3,10 \text{ m/s}$$

2. Przepływ miarodajny
- Q_m

$$Q_{m1\%} = 42,831 \text{ m}^3/\text{s} \quad - \text{ objętość przepływu miarodajnego}$$

3. Skos mostu

$$\alpha = 90^\circ$$

4. Rych w korycie niezabudowanym, przy przepływie miarodajnym jest ruchem spokojnym.

Przyjmuje się do obliczeń, że dno potoku jest rozmywalne, ruch rumowiska odbywa się całym przekrojem.

5. Sprawdzenie czy potok ma charakter górski

- warunek 1: powierzchnia zlewni $A < 180 \text{ km}^2$

$$A = 24,96 < A = 180 \text{ km}^2$$

warunek spełniony

- warunek 2: $Q_m/SSQ > 120$

$$Q_m/SSQ = 42,83/0,358 = 120 < 120$$

warunek spełniony

- warunek 3: spadek uśredniony cieku

$$I = 40,02\text{‰} > 3\text{‰}$$

warunek spełniony

3.1.2. Parametry naturalnego przekroju - wyznaczone wg p-tu 2.2.

* Dla koryta głównego:

$$B_{og} = 10,65 \text{ m} \quad - \text{ szerokość przepływu wody w korycie głównym}$$

$$F_{og} = 16,37 \text{ m}^2 \quad - \text{ powierzchnia przepływu w korycie głównym}$$

$$h_{og} = 16,37/10,65 = 1,54 \text{ m} \quad - \text{ średnia głębokość w korycie głównym}$$

$$Q_{og} = 42,954 \text{ m}^3/\text{s} \quad - \text{ objętość przepływu miarodajnego w korycie głównym}$$

$$v_{og} = 42,954/16,37 = 2,62 \quad - \text{ prędkość przepływu w korycie głównym}$$

3.1.3. Obliczenie minimalnego światła mostu wg 2.2.3.2. [1]

Przewidziano zastosowanie fundamentów bez osłony ścianką szczelną, fundamenty nieopływowe

$$P_D = 1,00 \quad - \text{ wg tab 2.1. [1]}$$

$$L_{\text{św}} = B_{og} \cdot (Q_m/Q_{og})^{4/3} \cdot P_D^{-3/2}$$

$$L_{\text{św}} = 10,65 \cdot (42,83/42,95)^{4/3} \cdot 1^{(-3/2)} = 10,61 \text{ m}$$

Z uwagi na charakter górski potoku światło należy zwiększyć o 15%. Ostatecznie określam światło mostu:

$$L_{\text{św}} = 12,20 \text{ m}$$

3.1.4. Wyznaczenie stopnia rozmycia koryta potoku pod mostem o założonym świetle $L_{\text{św}}$ wg 2.2.3.3. [1]

$$P = (L_{\text{św}}/B_{og})^{(-2/3)} \cdot (Q_m/Q_{og})^{8/9} \quad - \text{ wg wzoru 2.3 [1]}$$

$$L_{\text{św}} = 13,25 \text{ m} \quad - \text{ światło projektowanego mostu}$$

$$B_{og} = 10,65 \text{ m} \quad - \text{ szerokość przepływu wody w korycie głównym}$$

$$Q_m = 42,831 \text{ m}^3/\text{s} \quad - \text{ objętość przepływu miarodajnego}$$

$$Q_{og} = 42,954 \text{ m}^3/\text{s} \quad - \text{ objętość przepływu miarodajnego w korycie głównym}$$

$$P = 0,86 \quad - \text{ obliczony stopień rozmycia przekroju}$$

* Sprawdzenie dopuszczalnego rozmycia dna $P_D > P$

$$P_D = 1,00 > P = 0,86$$

warunek spełniony

3.1.5. Obliczenie spiętrzenia wody pod obiektem mostowym

Spiętrzenie wody przy założeniu że rozmycie dna jeszcze nie nastąpiło przeprowadzono na podstawie punktu 2.6.2. [7], wzór 2.20

$$\Delta z = K(\alpha v^2/2g) + \alpha_0(v_0^2 - v_s^2)/2g$$

* współczynnik strat "K" wg wzoru 2.21 [7]

$$K = K_0 + \Delta K_f + \Delta K_c + \Delta K_\varphi$$

gdzie:

a) Podstawowy współczynnik strat "K₀" odczytywany jest z wykresu 2.8. [7]

$$\begin{aligned}
 M &= Q_s / Q_m \\
 Q_s &= F_m \cdot v_0 \\
 v_0 &= Q_0 / F_0 \quad , \text{ gdzie: } \quad Q_0 = 42,954 \quad \text{m}^3/\text{s} \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad F_0 = 16,370 \quad \text{m}^2 \\
 v_0 &= 42,95 / 16,37 = \quad \quad \quad \mathbf{2,62} \quad \text{m/s} \\
 F_m &= \boxed{16,470} \quad \quad \quad \text{- pole przepływu w korycie nieograniczone podporami} \\
 Q_s &= \mathbf{43,22} \quad \text{m}^3/\text{s} \\
 M &= \mathbf{1,009} \\
 K_0 &= 0,00 \quad \quad \quad \text{- na podstawie rysunku 2.8 [7]}
 \end{aligned}$$

b) Współczynnik oddziaływania filara

$$\Delta K_f = 0,0 \quad \text{- obiekt jednoprzęsłowy bez filara nurtowego}$$

c) Współczynnik uwzględniający wpływ niesymetryczności zwężenia cieku (rys. 2.10[7])

$$\begin{aligned}
 e &= 1 - Q_p / Q_L \\
 e &= 1 - 0 / 0 = \quad \quad \quad \mathbf{\#DZIEL/0!} \\
 M &= \mathbf{1,009} \\
 \Delta K_c &= 0,00 \quad \quad \quad \text{- na podstawie rys. 2.10 [7]}
 \end{aligned}$$

d) Współczynnik uwzględniający wpływ ukośnego usytuowania mostu (rys. 2.11 [7])

$$\begin{aligned}
 \varphi &= \mathbf{90} \quad ^\circ \quad \quad \quad \text{- kąt skrzyżowania mostu z osią cieku} \\
 \Delta K_\varphi &= 0,00 \quad \quad \quad \text{- na podstawie rys. 2.11 [7]}
 \end{aligned}$$

* współczynnik strat "K" wg wzoru 2.21 [7]

$$K = K_0 + \Delta K_f + \Delta K_c + \Delta K_\varphi = 0 + 0 + 0 + 0 = \mathbf{0,00}$$

** współczynnik Saint-Venanta dla przekroju przed i pod obiektem wg p-tu 2.6.2.2. [7]

- współczynnik α_0 dla przekroju przed mostem wg wzoru 2.24 [7]

$$\begin{aligned}
 \alpha_0 &= 1,1 \cdot (v_{og}^2 \cdot Q_{og} + v_{oz}^2 \cdot Q_{oz}) / (v_0^2 \cdot Q_m) \\
 v_{og} &= 2,624 \quad \text{m/s} \quad \quad \quad \text{- prędkość przepływu w korycie głównym przed mostem} \\
 Q_{og} &= 42,954 \quad \text{m}^3/\text{s} \quad \quad \quad \text{- przepływ w korycie głównym w przekroju przed mostem} \\
 v_{oz} &= \quad \text{m/s} \quad \quad \quad \text{- prędkość przepływu dla zalewu przed mostem} \\
 Q_{oz} &= \quad \text{m}^3/\text{s} \quad \quad \quad \text{- przepływ dla zalewu w przekroju przed mostem} \\
 v_o &= 2,624 \quad \text{m/s} \quad \quad \quad \text{- prędkość przepływu w przekroju przed mostem (suma)} \\
 Q_o &= 42,831 \quad \text{m}^3/\text{s} \quad \quad \quad \text{- przepływ dla przekroju przed mostem (suma)}
 \end{aligned}$$

$$\alpha_0 = \boxed{1,00}$$

- współczynnik α dla przekroju pod mostem wg wzoru 2.25 [7]

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 1 + M \cdot (\alpha_0 - 1) = 1 + 1,01 \cdot (1 - 1) = \mathbf{1,00} \\
 M &= \mathbf{1,009}
 \end{aligned}$$

*** Wyznaczenie wysokości wody spiętrzonej

$$\begin{aligned}
 \Delta z &= K \cdot (\alpha \cdot v^2 / 2g) + \alpha_0 \cdot (v_0^2 - v_s^2) / 2g \\
 \Delta z_s &= K \cdot (\alpha \cdot v^2 / 2g) = 0,00 \quad \text{m} \\
 v &= Q_m / F_m \quad \quad \quad \text{- prędkość przepływu w przekroju mostowym} \\
 F_m &= 16,470 \quad \text{m}^2 \quad \quad \quad \text{- pole przepływu w korycie nieograniczone podporami} \\
 v &= 42,83 / 16,47 = \mathbf{2,60} \quad \text{m/s} \\
 v_s &= Q_m / (F_0 + B_0 \cdot \Delta z_s) \quad \text{m/s} \quad \quad \quad \text{- prędkość przepływu przed mostem dla wody spiętrzonej} \\
 g &= 9,81 \quad \quad \quad \text{- przyspieszenie ziemskie} \\
 B_0 &= \boxed{11,58} \quad \text{m} \quad \quad \quad \text{- szerokość zw. w przekroju przed mostem dla wody spiętrzonej} \\
 F_0 &= \boxed{16,67} \quad \text{m}^2 \quad \quad \quad \text{- pow. przepływu przed mostem dla założonego spiętrzenia}
 \end{aligned}$$

$$Q_m = 42,83 \text{ m}^3/\text{s} \quad - \text{objętość przepływu miarodajnego}$$

$$v_s = 42,83 / (16,67 + 11,58 \cdot 0) = 2,57 \text{ m/s}$$

Wyznaczenie drugiego wyrazu we wzorze na spiętrzenie

$$\alpha_0 \cdot (v_0^2 - v_s^2) / 2g = 1 \cdot (2,62^2 - 2,57^2) / (2 \cdot 9,81) = 0,01 \text{ m}$$

Przyrost głębokości wynikającej z dodatkowego spiętrzenia jest na tyle mały, że nie powtórne obliczenie

prędkości v_s nie jest konieczne

$$\Delta z = 0 + 0,01 = 0,01 \text{ m}$$

3.2. Obliczenie poziomu wód średniorocznych

Ustalenie rzędnej Z_{wWW} w przekroju II-II km 65+690 - zabudowanym

Uwaga: Ustalenia rzędnej Z_{wSSQ} dokonano metodą kolejnych przybliżeń przyjmując następujące założenia:

$$SSQ = 0,358 \text{ m}^3/\text{s} \quad - \text{objętość przepływu średniorocznego wyznaczona w p-cie 1.3}$$

Koryto główne:

$F_G =$	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1,95</div>	m^2	- powierzchnia przepływu średniorocznego (AutoCad)
$P_G =$	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">6,92</div>	m	- obwód zwilżony koryta cieku
$i_d =$	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,8%</div>		- lokalny, pomierzony spadek cieku w obrębie przekroju

- promień hydrauliczny

$$R_h = F_G / P_G = 1,95 / 6,92 = 0,282 \text{ m}$$

$$\gamma_G = \div 12,00 \quad - \text{współczynnik szorstkości koryta głównego}$$

(przy niskich stanach wód i niskich prędkościach przyjmuje się możliwe zamulenie dna)

- stała uwzględniająca cechy fizyczne obwodu zwilżonego pod względem oporów redukujących prędkość spływu wody

$$C = (87(R_h)^{0,5}) / (\gamma + (R_h)^{0,5}) = 3,686$$

- prędkość wody w korycie głównym

$$V_G = C \cdot (R_h \cdot i_d)^{0,5} = 0,175 \text{ m/s}$$

$$B_G = \div 6,78 \text{ m} \quad - \text{szerokość przepływu wody górnej w korycie głównym}$$

$$Q_G = 0,341 \text{ m}^3/\text{s} \quad - \text{objętość przepływu w przekroju w obrębie mostu}$$

- porównanie przepływu w pełnym korycie z przepływem średniorocznym

Porównanie wyliczonych objętości przepływu:	SSQ=	>	Q _K =
	0,358		0,341

$H_D =$	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">406,99</div>	mnKr	- rzędna dna istniejącego w przekroju
$h_m =$	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0,43</div>	m	- głębokość wody przy przep. średniorocznym
$H_{WW} =$	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">407,42</div>	mnKr	- rzędna wody średniorocznej

4. Wnioski i uwagi.

Planowana budowa obiektu mostowego nie wpłynie na przepływ wód powodziowych.

Wytyczne wykonania umocnień skarp rzeki w obrębie mostu przeznaczonego do przebudowy

- 1) *Na długości 8,0 m projektuje się umocnienie skarp narzutem kamiennym gr. 30-50cm.*
- 2) *Dno rzeki pozostanie naturalne.*