

Obliczenia hydrologiczno – hydrauliczne światła mostu zlokalizowanego nad rz. Bogustawa w km 0+701.

1. Podstawa opracowania

1.1. Mapa topograficzna zlewni potoku w skali 1:10000.

1.2. Uzupełniające pomiary własne sytuacyjno-wysokościowe.

1.3. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 Prawo Budowlane

1.4. Ustawa z dnia 18 lipca 2001. Prawo Wodne

1.5. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30.05.2000 r. (Dz.U.Nr.63.poz.735 z 03.08.2000) z późniejszymi zmianami w sprawie warunków technicznych jakimi powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.

1.6. Miesięcznik poświęcony sprawom gospodarki wodnej i budownictwa wodnego „Gospodarka wodna nr 6 (357)- czerwiec 1977r. Rok XXXVII.

1.7. J. Punzet wraz z zespołem „ zasoby wód powierzchniowych woj. Krakowskiego” cz. I-III maszynopis (IMGW O Kraków).

1.8. Konferencja naukowo- techniczna „powódź 97” Koleje-Drogi- Mosty- Wytyczne obliczenia światła mostów i przepustów, Wisła 21-23 październik 1998 r.

1.9. Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Wrocław- Żmigród: Światła mostów i przepustów. Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami.

2. Obliczenie wielkiej wody miarodajnej:

Obliczenia przepływu maksymalnego o określonym prawdopodobieństwie pojawiania się oparto na formule opadowej, gdyż rozpatrywana zlewnia cieką jest zlewnią o powierzchni nieprzekraczającej 50 km².

Poniżej w tabeli zestawiono wartości danych przyjętych do obliczeń oraz wyniki obliczeń.

Zgodnie z Rozporządzeniem MTiGM z dnia 30 maja 2000r. przepływ miarodajny dla mostów na drogach głównych (G) to przepływ o prawdopodobieństwie pojawiania się $p=0,5\%$.

Schemat obliczeń.

- Obliczenie przepływów maksymalnych obliczono wg wzoru:

$$Q_p = f \times F_1 \times \varphi \times H_1 \times A \times \lambda_p \times \delta_j \quad [F]$$

gdzie:

f – bezwymiarowy współczynnik kształtu fali

F_1 – maksymalny moduł odpływu jednostkowego określony z tab. 2.13. w zależności od hydromorfologicznej charakterystyki koryta rzeki Φ_r i czasu spływu po stokach t_s

φ – współczynnik odpływu odczytany z mapy p. 3.1.7

H_1 – maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawiania się 1%, odczytany z mapy p. 3.1.6

A – powierzchnia zlewni

λ_p – kwantyl rozkładu zmiennej λ_p dla zadanego prawdopodobieństwa odczytany z tab. 2.5

δ_j – współczynnik redukcji jeziornej, odczytany z tab. 2.11 w zależności od wskaźnika jeziorności

- Hydromorfologiczną charakterystykę koryta cieków Φ_r obliczono wg wzoru:

$$\Phi_r = \frac{1000 \times (L + l)}{m \times I_{rl}^{1/3} \times A^{1/4} (\varphi \times H_1)^{1/4}} \quad [E]$$

gdzie:

$L + l$ – długość cieku wraz z suchą doliną do działu wodnego

m – miara szorstkości koryta cieku odczytana z tab. 2.14.

I_{rl} – uśredniony spadek cieku obliczony wg wzoru 2.38.

- Czas spływu po stokach t_s określono na podstawie tab. 2.15 [G] w zależności od hydromorfologicznej charakterystyki stoków:

$$\Phi_s = \frac{\left(1000 \times l_s\right)^{1/2}}{m_s \times I_s^{1/4} (\varphi \times H_1)^{1/2}} \quad [F]$$

gdzie:

l_s – średnia długość stoków obliczona wg wzoru 2.42

m_s – miara szorstkości stoków, odczytana z tab. 2.16

I_s – średni spadek stoków obliczony wg wzoru 2.43

- Wskaźnik jeziorności zlewni obliczono wg wzoru:

$$JEZ = \frac{A_{j1} + A_{j2} + \dots + A_{jk}}{A} = \frac{\sum_{j=1}^k A_{ji}}{A}$$

gdzie:

A_{ji} – powierzchnia zlewni jeziora, którego powierzchnia (s_i) jest równa lub większa od 1% powierzchni jego zlewni ($s_i \geq 0,01A_{ji}$).

Dane wejściowe

parametr	oznaczenie	wartość	jednostka
Współczynnik kształtu fali	f	0.60	–
Maksymalny opad dobowy o p=1%	H_1	100.00	mm
Powierzchnia badanej zlewni	A	12.74	km ²
Długość cieków głównego	L	10.09	km
Długość suchej doliny	l	0.05	km
Suma długości wszystkich cieków	L_c	23.18	km
Wzniesienie suchej doliny	Wg	355.10	m n.p.m.
Wzniesienie w przekroju obliczeniowym	Wd	200.36	m n.p.m.
Miara szorstkości koryta cieków	m	9.00	–
Miara szorstkości stoków	m_s	0.25	–
Współczynnik odpływu	ϕ	0.55	–
Różnica poziomów dwóch sąsiednich warstw	Dh	10.00	m
Suma długości warstw w zlewni	Sk	169.36	km

parametr	oznaczenie	wartość	jednostka
Spadek cieków	lr	15.26	m/km
Uśredniony spadek cieków	l_{ri}	9.16	m/km
Hydromorfologiczna charakterystyka koryta rzeki	Fr	104.67	–
Gęstość sieci rzecznej	r	1.820	km ⁻¹
Średnia długość stoków	ls	0.305	km
Średni spadek stoków	ls	132.977	m/km
Hydromorfologiczna charakterystyka stoków	Fs	2.775	–
Wskaźnik jeziorności	jez	0.000	–
Czas spływu po stokach	ts	18.2	min
Maksymalny moduł odpływu jednostkowego	$F1$	0.0253	–
Współczynnik redukcji jeziornej	s_j	1.00	–

Region: **3a**
Makroregion: **wyżyny**
Obszar: **poza obszarem Tatr i wysokich gór ($H < 700$ m n.p.m.)**

**Przepływy maksymalne o określonym
prawdopodobieństwie pojawienia się**

<i>p</i> [%]	<i>Ip</i> [%]	<i>Q</i> [m ³ /s]
0.1	1.560	16.56
0.2	1.380	14.65
0.5	1.170	12.42
1	1.000	10.62
2	0.835	8.87
3	0.728	7.73
5	0.623	6.61
10	0.464	4.93
20	0.311	3.30
30	0.227	2.41
50	0.128	1.36

Analiza warunków hydraulicznych w rejonie przekroju mostu

Obliczenia dla projektowanego obiektu rozpoczęto od wyznaczenia światła minimalnego obiektu, które spełniałyby wymogi Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie {Dz. U. Nr 00.63.735}.

Przewidziano fundamentowanie bezpośrednio na gruncie. Dla takich warunków dopuszczalny stopień rozmycia wynosi 1,0.

Światło mostu obliczono ze wzoru:

$$L = B_{og} \cdot \left(\frac{Q_m}{Q_{og}} \right)^{\frac{4}{3}} \cdot P^{\frac{-3}{2}}$$

gdzie:

B_{og} – szerokość koryta głównego dla rzędnej wody miarodajnej;

Q_{og} – przepływ w korycie głównym;

Q_m – przepływ miarodajny;

P – dopuszczalny stopień rozmycia przekroju mostowego

$$L = 5,47 \cdot \left(\frac{12,42}{12,42} \right)^{\frac{4}{3}} \cdot 1,0^{\frac{-3}{2}} = 5,47m$$

Bogusława zgodnie z § 1.2 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 2002 r. w sprawie śródlądowych wód powierzchniowych lub ich części stanowiących własność publiczną (Dz. U. z dnia 4 lutego 2003 r.) zaliczona została do śródlądowych wód powierzchniowych, stanowiących własność publiczną, istotnych dla regulacji stosunków wodnych na potrzeby rolnictwa, i wymieniona w Załączniku nr 2 do Rozporządzenia. Nie została więc zaliczona do potoków górskich ani cieków podgórskich i w związku z powyższym nie było wymagane zwiększenie światła mostu o 15% wartości określonej w obliczeniach.

Do obliczeń ze względów konstrukcyjnych przyjęto światło netto mostu $L = 8,00 \text{ m}$

Kąt pomiędzy osią mostu a osią rzeki wyniesie $48,6^\circ$.

Światło prostopadłe do osi cieku uwzględniające kąt skrzyżowania z osią cieku wynosi $L_\perp = 6,00 \text{ m}$.

Obiekt przewiduje się jako jednoprzęsłowy.

Stopień rozmycia przekroju dla założonego światła mostu:

$$P = \left(\frac{L}{B_{og}} \right)^{\frac{-2}{3}} \cdot \left(\frac{Q_m}{Q_{og}} \right)^{\frac{8}{9}} = \left(\frac{6,00}{5,47} \right)^{\frac{-2}{3}} \cdot \left(\frac{12,42}{12,42} \right)^{\frac{8}{9}} = 0,94$$

Śpiętrzenie przed mostem dla założonego przekroju

Wyznaczone w modelu hydraulicznym spiętrzenie mostu przy przepływie miarodajnym wynosi 1 cm (z uwzględnieniem cofki od rzeki Podłężanki).

Analiza wpływu cofki od rzeki Wisły w przekroju projektowanego mostu.

Z uwagi na fakt, że projektowany most położony będzie w dolnym biegu Bogusławki znajdującym się pod wpływem wód cofkowych od rzeki Podłężanki uwzględniono ten fakt w obliczeniach. W tym celu obliczenia związane z poprawnym określeniem parametrów projektowanego mostu wykonano w pozyskanym od Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Krakowie modelu hydraulicznym Bogusławki. Uzyskane wartości światła minimalnego oraz minimalnej rzędnej spodu konstrukcji uwzględniają oddziaływanie rzeki Podłężanki.

Minimalna rzędna spodu konstrukcji mostu

$$z_k = z_s + h_{wl} + \Delta h$$

gdzie:

z_s – rzędna zwierciadła wody miarodajnej z uwzględnieniem spiętrzenia,

h_{wl} – wysokość fali i spiętrzenia wiatrowego

Δh – wolna przestrzeń wolna przestrzeń określona zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie.

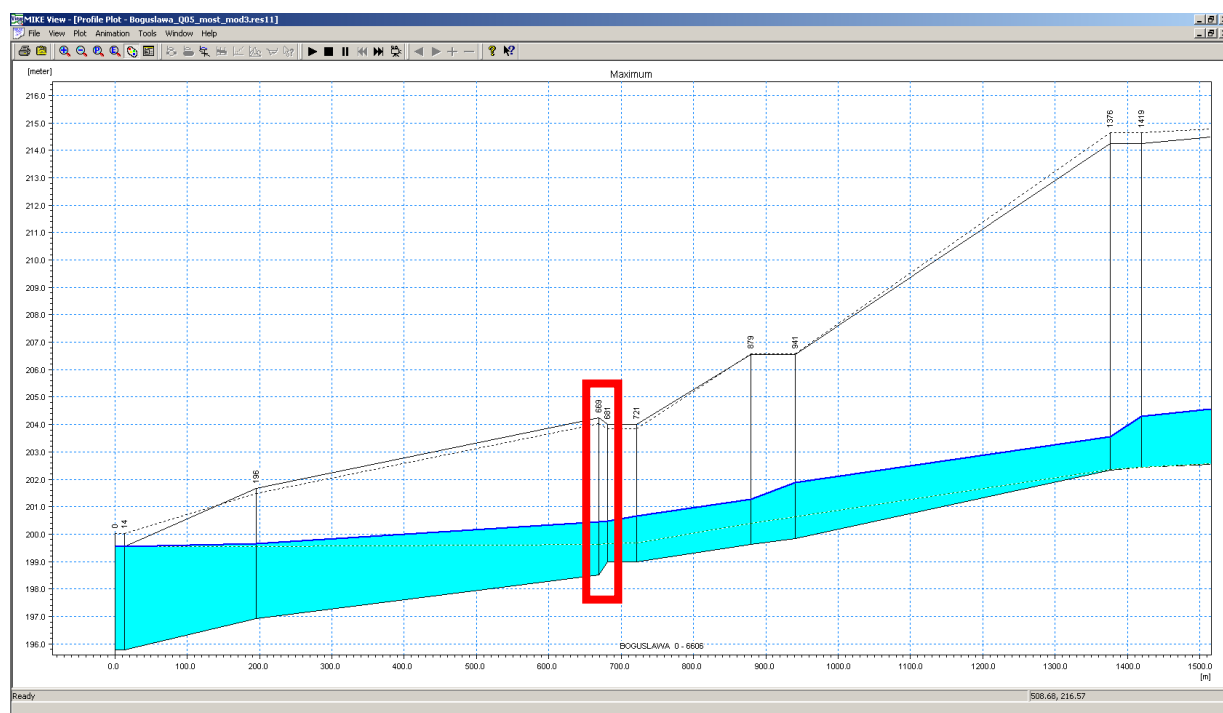
$$z_k = 200,67 + 0,00 + 0,50 = 201,17 \text{ m n.p.m. Kr.86}$$

Do obliczeń, ze względów konstrukcyjnych przyjęto rzędną spodu konstrukcji wynoszącą **201,97 m n.p.m.**

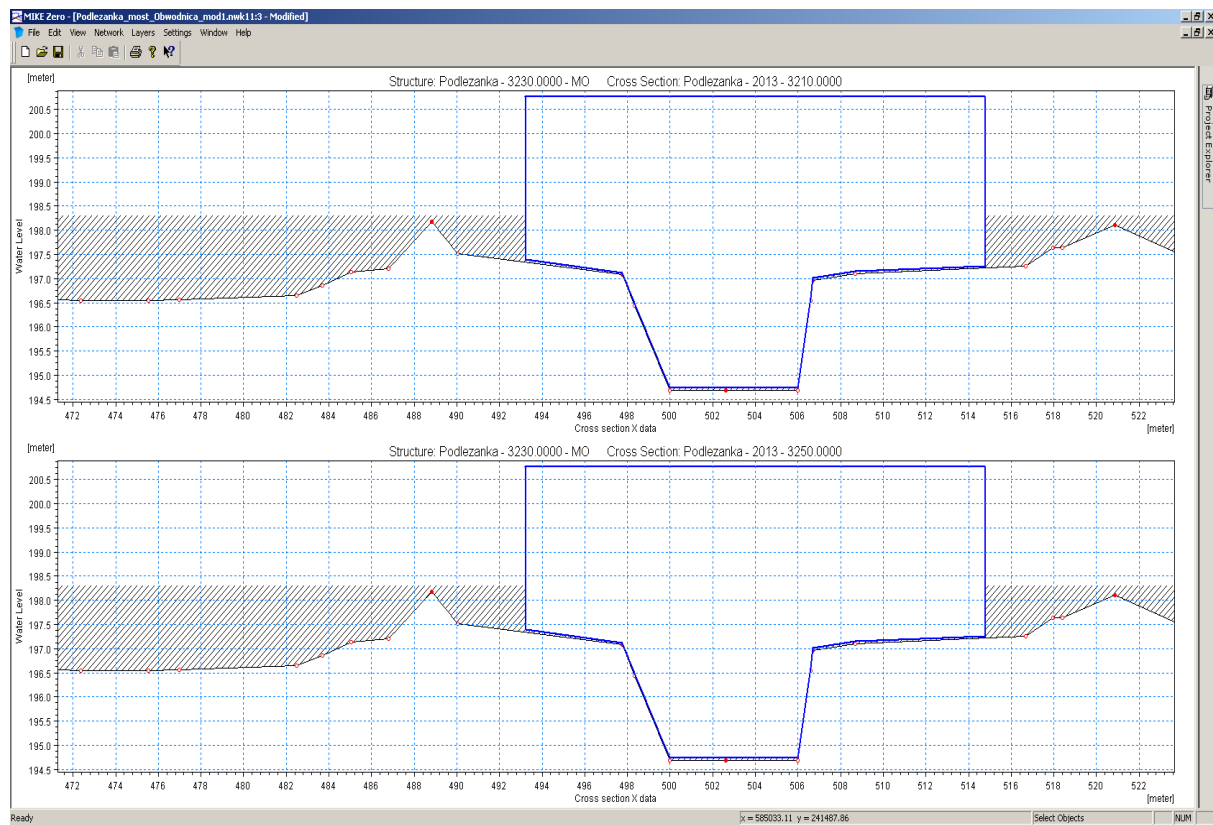
Dla przyjętych powyżej (tj. minimalna rzędna spodu konstrukcji **201,97 m n.p.m.** oraz wartość światła poziomego **L = 8,00 m**, **L₁ = 6,00 m**) i zgodnych z rozporządzeniem [B] parametrów mostu dokonano w modelu hydraulicznym Bogusławki, udostępnionym przez Małopolski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Krakowie obliczenia prędkości i napętnienia na odcinku w bezpośrednim sąsiedztwie analizowanego obiektu mostowego oraz analizy obiektu.

Do obliczeń przyjęto przepływ miarodajny $Q_m = Q_{0,5\%}$.

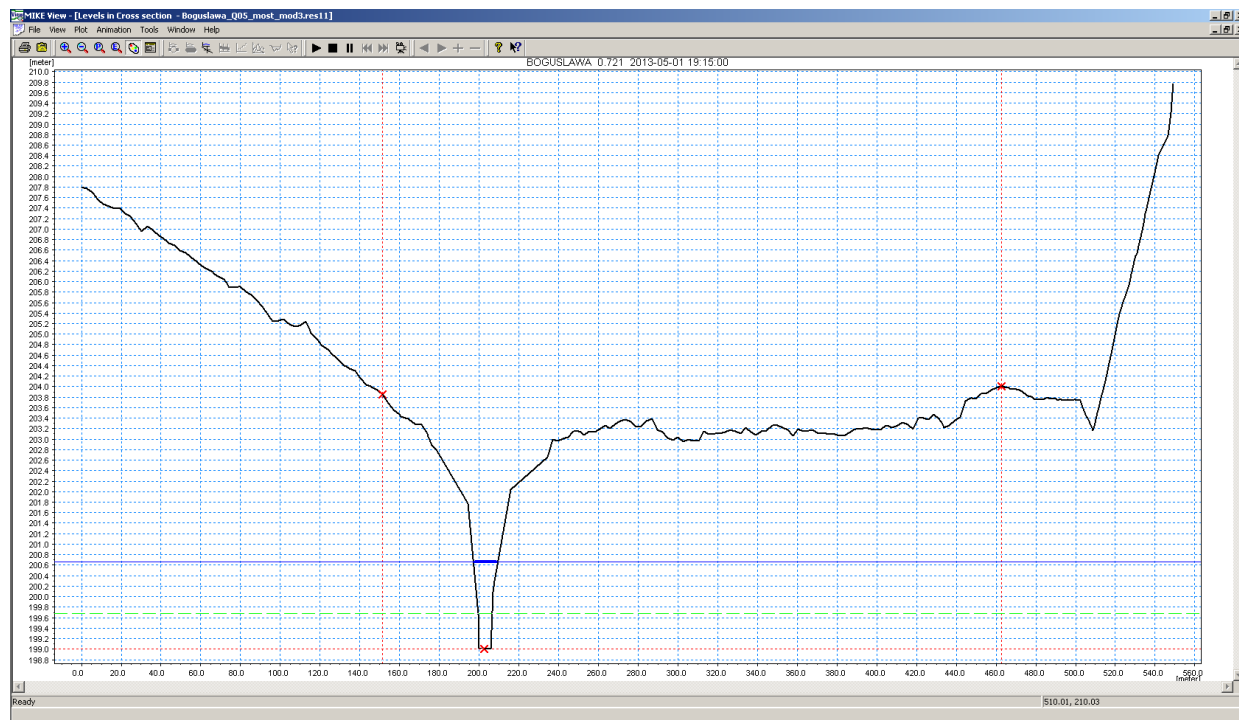
Wyniki modelowania hydraulicznego koryta Bogusławki w rejonie projektowanego mostu



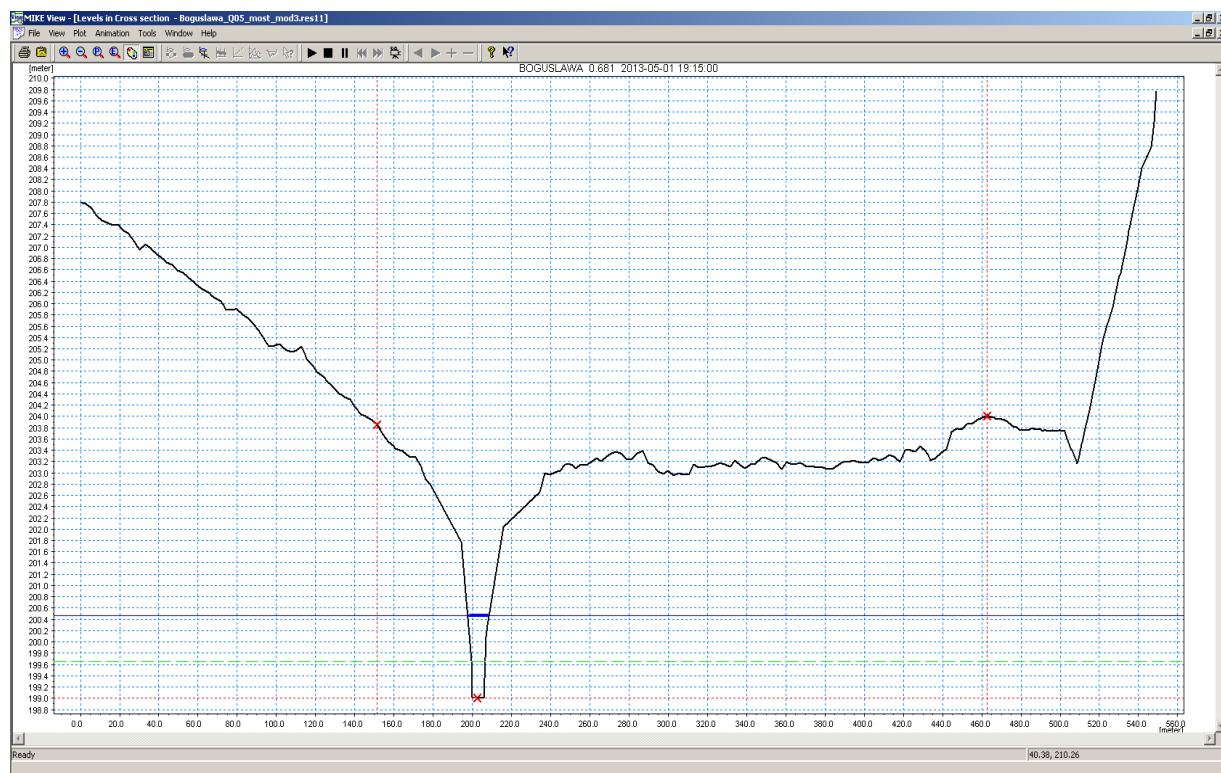
Projektowany most wprowadzony do modelu hydraulicznego:



Układ rzędnych zwierciadła wody na górnym stanowisku analizowanego obiektu:



Układ rzędnych zwierciadła wody na dolnym stanowisku analizowanego obiektu:



Ostateczne wyniki obliczeń

Parametr	Wielkość	Jednostka
Km przekroju mostu (wg modelu)	0+701	km
Przepływ miarodajny $Q_m = Q_{0,5\%}$	12,42	m ³ /s
Rzędna miarodajna z uwzględnieniem spiętrzenia z_m .	200,67	m n. p. m.
Minimalna rzędna wzniesienia spodu konstrukcji	201,97	m n. p. m.
Minimalne światło poziome mostu wg Rozporządzenia... L_{min}	5,47	m
Światło poziome netto /odległość pomiędzy przyczółkami w najwęższym miejscu z odjęciem szerokości filarów/ L	8,00	m
Światło poziome netto prostopadłe do osi cieku/odległość pomiędzy przyczółkami/ L_{\perp}	6,00	m
Różnica pomiędzy światłem rzeczywistym a światłem Minimalnym $L_{\perp} - L_{min}$	0,53	m
Spiętrzenie Δ_s	0,01	m
kąt α skrzyżowania osi cieku z osią przeprawy	48,6	°

Zlewnia Podtężanki w przekroju obliczeniowym

