

**Obliczenia hydrologiczno – hydrauliczne światła mostu zlokalizowanego nad rz.Podłęzanka w km  
2+330.**

**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 cieku jest zlewnią o powierzchni  
nieprzekraczającej 50 km<sup>2</sup>.

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  $\Phi_r$  i czasu spływu po stokach  $t_s$

$\varphi$  – 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

$\lambda_p$  – kwantyl rozkładu zmiennej  $\lambda_p$  dla danego prawdopodobieństwa odczytany z tab. 2.5

$\delta_j$  – współczynnik redukcji jeziornej, odczytany z tab. 2.11 w zależności od wskaźnika jeziorności

- Hydromorfologiczną charakterystykę koryta cieków  $\Phi_r$  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 $p=1\%$	$H_1$	120.00	mm
Powierzchnia badanej zlewni	$A$	10.64	km <sup>2</sup>
Długość cieków głównych	$L$	8.15	km
Długość suchej doliny	$l$	0.14	km
Suma długości wszystkich cieków		20.19	km
Wzniesienie suchej doliny	$Wg$	698.86	m n.p.m.
Wzniesienie w przekroju obliczeniowym	$Wd$	298.79	m n.p.m.
Miara szorstkości koryta cieków	$m$	8.00	–
Miara szorstkości stoków	$m_s$	0.13	–
Współczynnik odpływu	$\phi$	0.72	–
Różnica poziomów dwóch sąsiednich warstw	$Dh$	10.00	m
Suma długości warstw w zlewni	$Sk$	307.94	km

parametr	oznaczenie	wartość	jednostka
Spadek cieków	$lr$	48.29	m/km
Uśredniony spadek cieków	$l_{rl}$	28.97	m/km
Hydromorfologiczna charakterystyka koryta rzeki	$Fr$	61.34	–
Gęstość sieci rzecznej	$r$	1.896	km <sup>-1</sup>
Średnia długość stoków	$ls$	0.293	km

parametr	oznaczenie	wartość	jednostka
Średni spadek stoków	<i>Is</i>	289.306	m/km
Hydromorfologiczna charakterystyka stoków	<i>Fs</i>	3.584	–
Wskaźnik jeziorności	<i>jez</i>	0.000	–
Czas spływu po stokach	<i>ts</i>	26.4	min
Maksymalny moduł odpływu jednostkowego	<i>F1</i>	0.0424	–
Współczynnik redukcji jeziornej	<i>s<sub>J</sub></i>	1.00	–

Region: **2a**

Makroregion: **Karpaty**

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 <sup>3</sup> /s]
0.1	1.540	<b>35.82</b>
0.2	1.370	<b>31.86</b>
<b>0.5</b>	<b>1.160</b>	<b>26.98</b>
1	1.000	<b>23.26</b>
2	0.843	<b>19.61</b>
3	0.745	<b>17.33</b>
5	0.636	<b>14.79</b>
10	0.482	<b>11.21</b>
20	0.334	<b>7.77</b>
30	0.248	<b>5.77</b>
50	0.145	<b>3.37</b>

### 3. 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

$$L = 8,95 \cdot \left( \frac{26,98}{17,22} \right)^{\frac{4}{3}} \cdot 1,0^{\frac{-3}{2}} = 16,29m$$

Podłączanka 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  $L = 21,50 \text{ m}$

Kąt pomiędzy osią mostu a osią rzeki wyniesie  $50,6^\circ$ .

Światło prostopadłe do osi cieku uwzględniające kąt skrzyżowania z osią cieku wynosi  $L_\perp = 16,61 \text{ m}$ .

Obiekt przewiduje się jako jednoprzęsłowy.

Stopień rozmycia przekroju dla założonego światła mostu:

$$P = \left( \frac{L}{B_{og}} \right)^{\frac{-2}{3}} \cdot \left( \frac{Q_m}{Q_{og}} \right)^{\frac{8}{9}} = \left( \frac{16,61}{8,95} \right)^{\frac{-2}{3}} \cdot \left( \frac{26,98}{17,22} \right)^{\frac{8}{9}} = 0,83$$

#### Spiętrzenie przed mostem dla założonego przekroju

Wyznaczone w modelu hydraulicznym spiętrzenie mostu przy przepływie miarodajnym wynosi 5 cm (z uwzględnieniem cofki od rzeki Wisły).

#### Analiza wpływu cofki od rzeki Wisły w przekroju projektowanego mostu.

Z uwagi na fakt, że projektowany most położony będzie w dolnym biegu Podłężanki znajdującym się pod wpływem wód cofkowych od rzeki Wisły 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 Podłężanki. Uzyskane wartości światła minimalnego oraz minimalnej rzędnej spodu konstrukcji uwzględniają oddziaływanie rzeki Wisły.

#### 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

$\Delta h$  – 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.

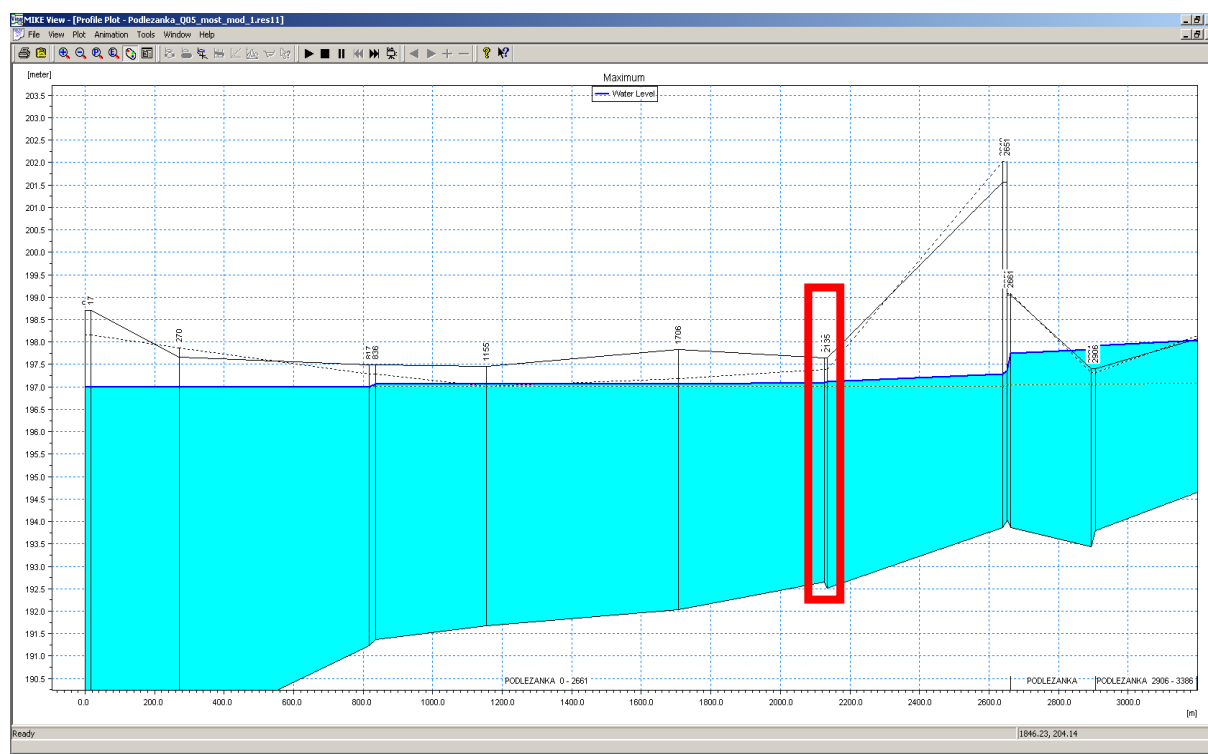
$$z_k = 198,17 + 0,00 + 0,50 = 198,67 \text{ m n.p.m. Kr.86}$$

Do obliczeń, ze względów konstrukcyjnych przyjęto rzędną spodu konstrukcji wynoszącą **200,71 m n.p.m.**

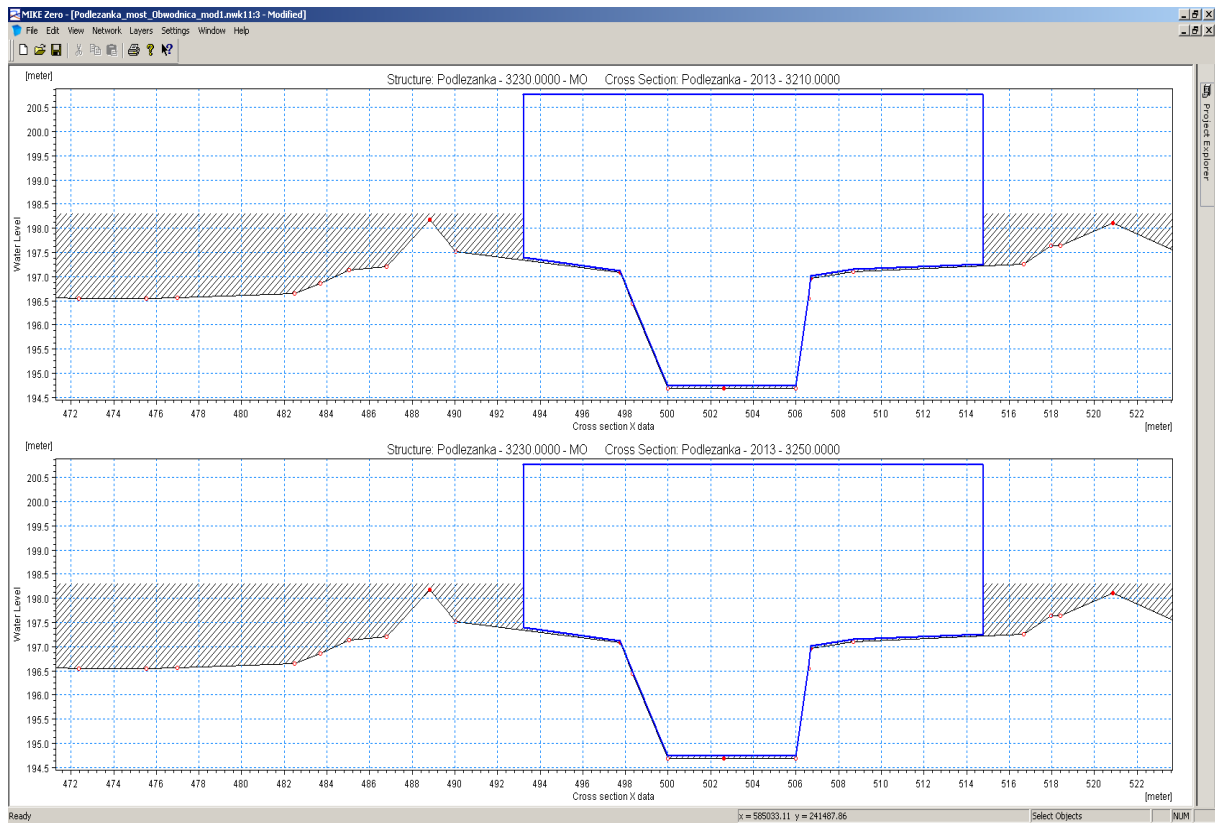
Dla przyjętych powyżej (tj. minimalna rzędna spodu konstrukcji **200,71 m n.p.m.** oraz wartość światła poziomego **L = 21,50 m**,  $L_L = 16,61 \text{ m}$ ) i zgodnych z rozporządzeniem [B] parametrów mostu dokonano w modelu hydraulicznym Podłęzanka, udostępnionym przez Małopolski Zarząd Melioracji 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  $Q_m = Q_{0,5\%}$ .

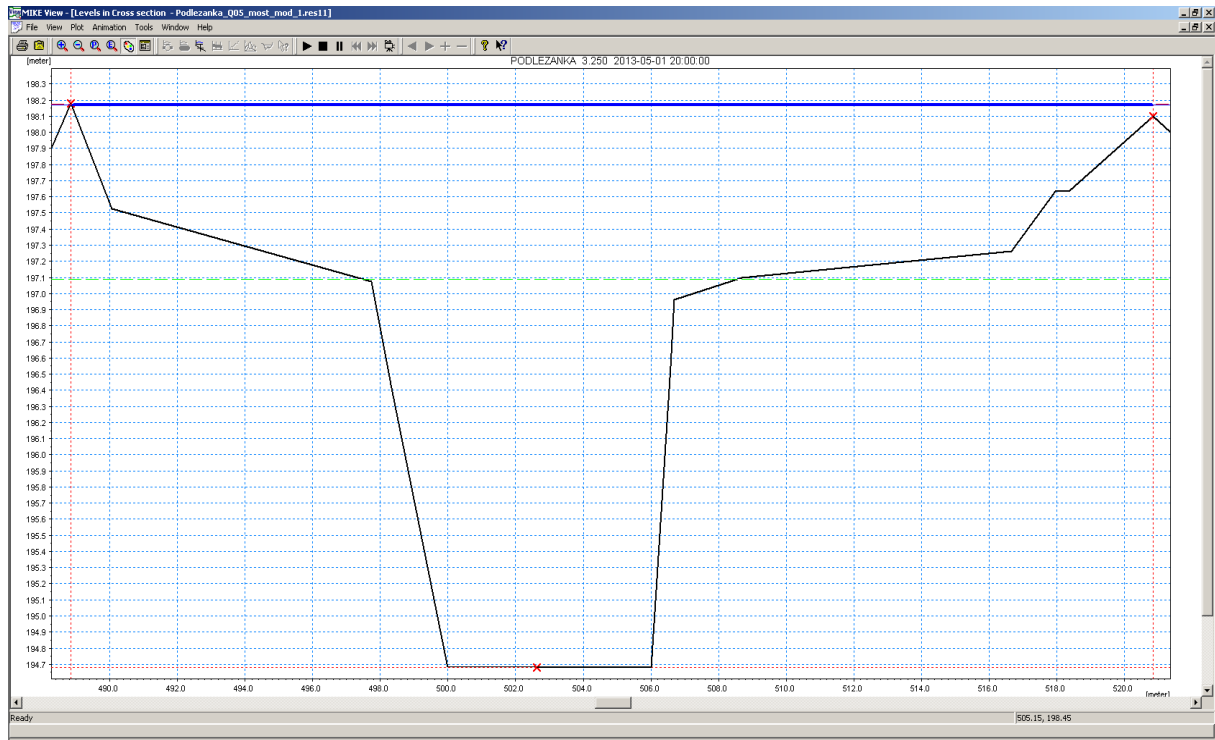
#### Wyniki modelowania hydraulicznego koryta Podłęzanka w rejonie projektowanego mostu



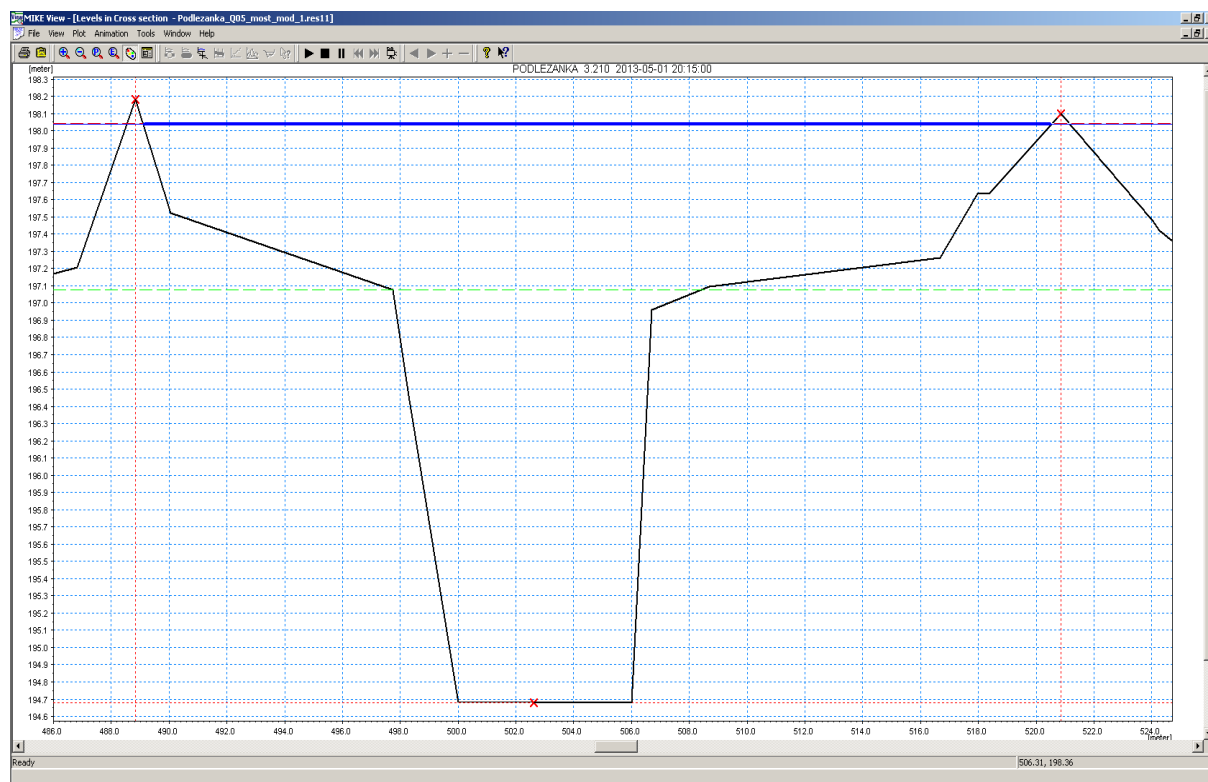
## Projektowany most wprowadzony do modelu hydraulicznego:



## 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)	2+330	km
Przepływ miarodajny $Q_m = Q_{0,5\%}$	26,98	m <sup>3</sup> /s
Rzędna miarodajna z uwzględnieniem spiętrzenia $z_m$ .	198,17	m n. p. m.
Minimalna rzędna wzniesienia spodu konstrukcji	200,71	m n. p. m.
Minimalne światło poziome mostu wg Rozporządzenia... $L_{min}$	16,29	m
Światło poziome netto /odległość pomiędzy przyczółkami w najwęższym miejscu z odjęciem szerokości filarów/ $L$	21,50	m
Światło poziome netto prostopadłe do osi cieku/odległość pomiędzy przyczółkami/ $L_{\perp}$	16,61	m
Różnica pomiędzy światłem rzeczywistym a światłem Minimalnym $L_{\perp} - L_{min}$	0,32	m
Spiętrzenie $\Delta_s$	0,05	m
kąt $\alpha$ skrzyżowania osi cieku z osią przeprawy	50,6	°

## Zlewnia Podłężanki w przekroju obliczeniowym

