

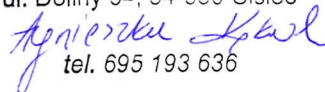
**Obliczenia hydrologiczno - hydrauliczne dla projektowanego mostu
w km 2 + 635 pot. Przybędza, w ciągu ul. Modrzewiowej
w m. Przybędza, gm. Radziechowy – Wieprz.**


Jednostka AKVO PROJEKT Aleksandra Kąkol
opracowująca: ul. Doliny 34, 34-350 Cisiec

Autorzy: mgr inż. Agnieszka Kąkol

mgr inż. Aleksandra Kąkol

mgr inż. Agnieszka Kąkol
ul. Doliny 34, 34-350 Cisiec


tel. 695 193 636

AKVO PROJEKT
Aleksandra Kąkol
ul. Doliny 34, 34-350 Cisiec
tel. 609 986 502
NIP 5532554368 REGON 380984714


ZAWARTOŚĆ ZAŁĄCZNIKA

CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

1. OBLICZENIA HYDROLOGICZNE.....	3
2. OKREŚLENIE PRZEPŁYWU MIARODAJNEGO DLA PROJEKTOWANEGO MOSTU	9
3. OBLICZENIA HYDRAULICZNE.....	9
3.1. PRZEKRÓJ NIEZABUDOWANY POWYŻEJ MOSTU	9
3.2. ZABUDOWANY PRZEKRÓJ POD MOSTEM.....	10
3.3. MINIMALNE ŚWIATŁO MOSTU.....	11
3.4. POGŁĘBIENIE DNA W PRZEKROJU MOSTU DLA ZAŁOŻONEGO ŚWIATŁA	12
3.5. ROZMYCIE DNA PRZY FILARACH MOSTU W KORYCIE.....	13
3.6. SPIĘTRZENIE PRZED MOSTEM.....	13
3.7. RZĘDNA SPODU KONSTRUKCJI MOSTU.....	15

CZĘŚĆ GRAFICZNA

1. MAPA ZLEWNI POT. PRZYBĘDZA	1 : 25 000
2. PRZEKRÓJ NIEZABUDOWANY POWYŻEJ MOSTU	1 : 50
3. PRZEKRÓJ ZABUDOWANY POD MOSTEM (WIDOK OD STRONY WODY GÓRNEJ)	1 : 50

1. OBLICZENIA HYDROLOGICZNE

Obliczenia przepływów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia $Q_{\max\%}$ zostały wykonane formułą opadową – Stachy i Fal dla zlewni niekontrolowanych o powierzchni poniżej 50 km².

Wzór Stachy i Fal:

$$Q_p = f \cdot F_1 \cdot \varphi \cdot H_1 \cdot A \cdot \lambda_p \cdot \delta_j \text{ [m}^3\cdot\text{s}^{-1}\text{]}$$

gdzie:

Q_p – przepływ maksymalny roczny o prawdopodobieństwie p [m³ · s⁻¹],

f - bezwymiarowy współczynnik kształtu fali [-];

F_1 - maksymalny moduł odpływu jednostkowego [-];

φ - współczynnik odpływu przyjmowany w zależności od utworów glebowych wg H. Czarneckiej [-];

H_1 - maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie 1% [mm]

A - powierzchnia zlewni [km²];

λ_p – kwantyl rozkładu zmiennej dla zadanego prawdopodobieństwa, w zależności od regionu [-];

δ_j – współczynnik redukcji jeziornej [-];

- Hydromorfologiczna charakterystyka koryta ϕ_r :

$$\phi_r = \frac{1000 \cdot (L + 1)}{m \cdot I_r^{\frac{1}{3}} \cdot A^{\frac{1}{4}} \cdot (\varphi \cdot H_1)^{\frac{1}{4}}}$$

gdzie:

- m – miara szorstkości koryta, wyznaczana z tablic do metody Stachy i Fal,

- $L+1$ – długość cieku wraz z suchą doliną do działu wodnego,

- φ - współczynnik odpływu przyjmowany w zależności od utworów glebowych według Czarneckiej,

- I_{rl} – uśredniony spadek koryta, liczony wg wzoru:

$$I_{rl} = 0,6 \cdot I_r \text{ [‰]}$$

- I_r – spadek koryta cieku, [‰],

$$I_r = \frac{W_g - W_d}{L + 1} [‰]$$

gdzie:

- W_g - wielkość przepływu wodnego w punkcie przecięcia z doliną [m³p.m.];

- W_d - wielkość przepływu obliczeniowego [m³p.m.];

- Hydromorfologiczna charakterystyka stoków ϕ_s :

$$\phi_s = \frac{\sqrt{1000 \cdot I'_s}}{m_s \cdot I_s^{\frac{1}{4}} \cdot (\varphi \cdot H_1)^{\frac{1}{2}}} [-]$$

gdzie:

- I'_s - średnia długość stoków obliczona wg wzoru:

$$I'_s = \frac{1}{1,8 \cdot \rho} [\text{km}]$$

gdzie:

- ρ – gęstość sieci:

$$\rho = \frac{\sum (L + 1)}{A} [\text{km}^{-1}]$$

- $\sum (L + 1)$ – długość cieku wraz z jego wyłukami dopływami i suchymi dolinami;

- A – powierzchnia zlewni;

- m_s – miara szorstkości stoków, wyznaczana z tablic do metody Stachy i Fal,

- I_s – średni spadek stoków obliczony wg wzoru:

$$I_s = \frac{\Delta h \cdot \sum k}{A} [‰]$$

gdzie:

- Δh – różnica wysokości dwóch sąsiednich warstw [m],

- $\sum k$ – suma długości warstw w zlewni [km],

- A – powierzchnia zlewni [km²],

- $H_{1\%}$ - maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawienia się 1% odczytywany na podstawie mapy do metody Stachy i Fal,



Przyjęto $H_{1\%} = 150 \text{ mm}$

- Wskaźnik jeziorności zlewni JEZ obliczany na podstawie wzoru:

$$JEZ = \frac{\sum A_j}{A} [-]$$

gdzie:

- A_j - powierzchnia zlewni jeziora [km^2];
- A – powierzchnia zlewni [km^2];

$$JEZ = 0.$$

Brak terenów jeziornych.

- Współczynnik redukcji jeziornej δ_j , wyznaczany na podstawie wskaźnika jeziorności zlewni JEZ i tablic,

$$JEZ = 0 \rightarrow \delta_j = 1$$

- Czas spływu po stokach t_s [min] przyjęto w zależności od hydromorfologicznej charakterystyki stoków,

- Maksymalny moduł odpływu jednostkowego F1 wyznaczono na podstawie wartości parametrów φ_r oraz t_s dla terenów kraju z wyłączeniem wysokich gór i Tatr $H > 700$ m ($H_{sr} = 760$ m),
- Kwartyłe rozkładu zmiennej λ_p dla zadanego prawdopodobieństwa oraz dla danego regionu wyznaczono w oparciu o tablice i mapy do metody Stachy i Fal.

Przedsięwzięcie znajduje się w regionie Karpat – 2a.

Dane wyjściowe odczytane na podstawie mapy topograficznej w skali 1 : 25 000:

PARAMETR	SYMBOL I JEDNOSTKA	WARTOŚĆ
Powierzchnia zlewni zamknięta przekrojem pomiarowym	A [km ²]	4,83
Długość cieku zamknięta przekrojem pomiarowym	L [km]	4,48
Długość suchej doliny cieku	l [km]	0,18
Suma długości cieku wraz ze wszystkimi jego dopływami oraz z suchymi dolinami	$\Sigma(L+l)$ [km]	16,41
Rzędna wzniesienia przekroju obliczeniowego	W _d [m n.p.m]	485,82
Rzędna wzniesienia działu wodnego w punkcie przecięcia się z osią suchej doliny	W _g [m n.p.m]	1020,00
Najwyższe wzniesienie w zlewni	W _{max} [m n.p.m]	1034,00
Różnica wysokości dwóch sąsiednich warstw	Δh [m]	100
Suma długości warstw w zlewni	Σk [km]	14,62

Dane wyjściowe odczytane z tablic do metody Stachy i Fal:

PARAMETR	SYMBOL I JEDNOSTKA	WARTOŚĆ
„Bezwymiarowy współczynnik kształtu fali	f [-]	0,60
Współczynnik odpływu	φ [-]	0,88
Maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie 1%	H ₁ [mm]	150
Miara szorstkości koryta	m [-]	7
Miara szorstkości stoków	m _s [-]	0,10

Parametry obliczone ze wzorów dla metody Stachy i Fal:

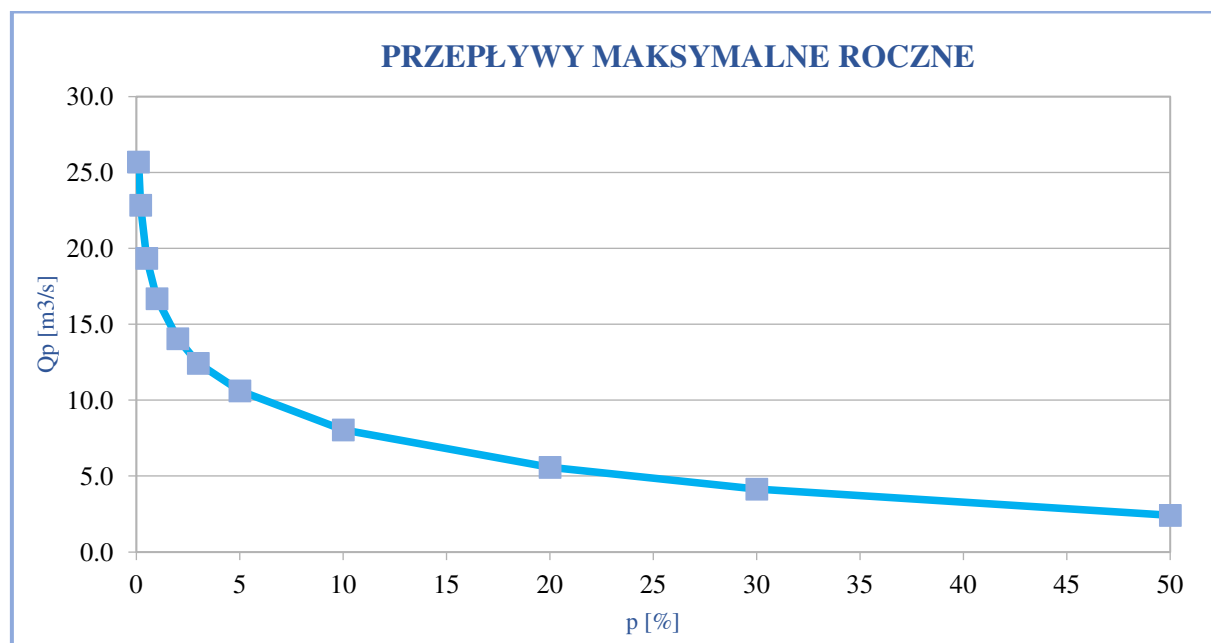
PARAMETR	SYMBOL I JEDNOSTKA	WARTOŚĆ
Spadek koryta cieku	I_r [‰]	114,63
Uśredniony spadek koryta cieku	I_{rl} [‰]	68,78
Hydromorfologiczna charakterystyka koryta cieku	φ_r [-]	32,33
Gęstość sieci hydrograficznej cieku	ρ [km ⁻¹]	3,40
Średnia długość stoków	l_s [km]	0,16
Średni spadek stoków	I_s [‰]	302,69
Hydromorfologiczna charakterystyka stoków	φ_s [-]	2,64
Czas spływu po stokach	t_s [min]	17,12
Moduł odpływu jednostkowego	$F1$ [-]	0,0436
Wskaźnik jeziorności zlewni	JEZ [-]	0
Współczynnik redukcji jeziornej	δ_j [-]	1

**Kwartyle rozkładu zmiennej λ_p dla zadanego prawdopodobieństwa
oraz dla regionu Karpat –2a:**

PRAWDOPODOBIENSTWO	KWANTYL ROZKŁADU ZMIENNEJ
p [%]	λ_p [-]
0,1	1,540
0,2	1,370
0,5	1,160
1	1,000
2	0,843
3	0,745
5	0,636
10	0,482
20	0,334
30	0,248
50	0,145

Zestawienie przepływów maksymalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie - $p\%$ przewyższenia.

PRAWDOPODOBIENSTWO	PRZEPŁYW PRAWDOPODOBNY
$p [\%]$	$Q_p [m^3 \cdot s^{-1}]$
0.1	25,68
0.2	22,85
0.5	19,35
1	16,68
2	14,06
3	12,43
5	10,61
10	8,04
20	5,57
30	4,14
50	2,42



Wykres wystąpienia przepływów maksymalnych rocznych.

2. OKREŚLENIE PRZEPŁYWU MIARODAJNEGO DLA PROJEKTOWANEGO MOSTU

Przepływ miarodajny dla projektowanego mostu w ciągu drogi klasy D (dojazdowej) przyjęto równy $Q_m = Q_{1\%}$ - zgodnie z §18.3 rozporządzenia 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.2000.63.735 z późn. zm.)

Przepływ miarodajny dla projektowanego mostu przyjęto równy:

$$Q_m = Q_{1\%} = 16,68 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. OBLICZENIA HYDRAULICZNE

Obliczenia hydrauliczne zostały przeprowadzone zgodnie z Rozporządzeniem 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.2000.63.735 z późn. zm.)

3.1. PRZEKRÓJ NIEZABUDOWANY POWYŻEJ MOSTU

Schemat przekroju koryta niezabudowanego przyjęto jako zwarty.

Dane do obliczeń:

Przepływ miarodajny: $Q_{1\%} = 16,68 \text{ m}^3/\text{s}$

Spadek w obrębie mostu: $I = 0,021$ (2,1 %)

Współczynnik szorstkości: $m = 0,03$ – potok górski, dno potoku żwirowe, występują otoczaki i nieliczne małe głazy

Obliczenia dla całego koryta przy przepływie miarodajnym:

Zestawienie parametrów hydraulicznych dla koryta niezabudowanego

H_o [m]	B_o [m]	O_{zo} [m]	F_o [m ²]	R_{ho} [m]	I [-]	m [m ^{-1/3} s]	C_o [m ^{1/2} /s]	v_o [m/s]	Q_m [m ³ /s]
1,1773	4,4817	5,9238	4,2848	0,7233	0,021	0,03	31,5814	3,8922	16,68

gdzie:

H_o – głębokość w przekroju przed mostem (liczona od rzędnej 485,77 m n.p.m.)

F_o – pole przekroju [m²],

O_{zo} – obwód zwilżony [m],

B_o – szerokość zwierciadła wody [m],

R_{ho} – promień hydrauliczny [m],

I – spadek ciek w obrębie projektowanego mostu [-],

m – współczynnik szorstkości [m^{-1/3}s],

C_o – współczynnik obliczany ze wzoru manninga [m^{1/2}/s],

v_o – średnia prędkość [m/s]:

Q_m – przepływ miarodajny ($p=1\%$) [m³/s],

h_o – średnia głębokość w przekroju przed mostem = 0,9561 m,

3.2. ZABUDOWANY PRZEKRÓJ POD MOSTEM

Schemat przekroju koryta zabudowanego przyjęto jako jednoczęściowy.

Obliczenia dla całego koryta przy przepływie miarodajnym:

Zestawienie parametrów hydraulicznych dla koryta zabudowanego

H [m]	B [m]	O_z [m]	F [m ²]	R_h [m]	I [-]	m [m ^{-1/3} s]	C [m ^{1/2} /s]	v [m/s]	Q_m [m ³ /s]
0,8334	6,0000	7,4214	4,6900	0,6320	0,021	0,03	30,8791	3,5574	16,68

gdzie:

H – średnia głębokość w przekroju pod mostem (liczona od rzędnej 485,82 m n.p.m.)

F – pole przekroju [m²],

O_z – obwód zwilżony [m],

B – szerokość zwierciadła wody [m],

R_h – promień hydrauliczny [m],

I – spadek ciek w obrębie projektowanego mostu [-],

m – współczynnik szorstkości [m^{-1/3}s],

C – współczynnik obliczany ze wzoru manninga [m^{1/2}/s],

v – średnia prędkość [m/s]:

Q_m – przepływ miarodajny (p=1%) [m³/s],

h – średnia głębokość w przekroju pod mostem = 0,7817 m,

3.3. MINIMALNE ŚWIATŁO MOSTU

Założenia:

- dno jest rozmywane (żwir, otoczaki)
- transport rumowiska odbywać się będzie całym korytem.

$$Q_{og} = Q_m, \quad B_{og} = B_o, \quad h_{og} = h_o, \quad V_{og} = V_o$$

Światło minimalne mostu obliczono ze wzoru:

$$L_{min} = B_{og} \left(\frac{Q_m}{Q_{og}} \right)^{(4/3)} \cdot P^{(-3/2)} [m]$$

Dopuszczalne wartości stopnia rozmycia, w zależności od sposobu fundamentowania podpór przedstawione są w tabeli 2.1. w/w rozporządzenia (pkt. 2.3.1). Do obliczeń przyjęto stopień rozmycia - P = 1,30.

$$L_{min} = 4,4817 \cdot \left(\frac{16,68}{16,68} \right)^{(4/3)} \cdot 1,30^{(-3/2)} = 3,0236 \text{ m}$$

Ze względu na charakter górski cieku, światło mostu zwiększono o 15% wartości określonej w obliczeniach.

$$L_{gmin} = 1,15 \cdot 3,0236 \text{ m} = 3,4771 \text{ m}$$

minimalne światło mostu wynosi 3,48 m

Projektowane światło poziome mostu L= 6,00 m – warunek spełniony.

3.4. POGŁĘBIENIE W PRZEKROJU MOSTOWYM DLA ZAŁOŻONEGO ŚWIATŁA

Obliczenie średniej głębokości po rozmyciu w korycie głównym:

$$h_{gr} = h_{og} \left(\frac{L_g}{B_{og}} \right)^{(-2/3)} \left(\frac{Q_g}{Q_{og}} \right)^{(8/9)}$$

Obliczenie średniej głębokości po rozmyciu w korycie.

PARAMETR	JEDNOSTKA	WARTOŚĆ
$h_{og} = h_o$	m	0,9561
$L_g = L$	m	6,0000
$B_{og} = B_o$	m	4,4817
$Q_g = Q_m$	m ³ /s	16,68
$Q_{og} = Q_m$	m ³ /s	16,68
h_{gr}	m	0,7871

$h = 0,7817 \text{ m}$ – średnia głębokość w przekroju zabudowanym

$h_{gr} - h = 0,7871\text{m} - 0,7817\text{m} = 0,0054 \text{ m}$ - rozmycie niewielkie, brak wpływu na stateczność mostu

3.5. ROZMYCIE DNA PRZY FILARACH MOSTU W KORYCIE

Brak filarów mostu w korycie potoku.

3.6. SPIĘTRZENIE PRZED MOSTEM

Spiętrzenie Δz wyznaczono ze wzoru:

$$\Delta z = K \frac{\alpha v^2}{2g} + \frac{\alpha_o(v_o^2 - v_s^2)}{2g} [m]$$

oznaczenia:

v – średnia prędkość wody pod mostem w przekroju nierozmytym ograniczonym miarodajną rzędną zwierciadła wody [m/s],

v_o – średnia prędkość wody w przekroju niezabudowanym [m/s],

v_s – średnia prędkość powyżej mostu, po spiętrzeniu [m/s] $\rightarrow v_s = Q_m / (F_o + B_o \Delta z)$

α, α_o – współczynniki Saint-Venanta odpowiednio w przekroju przed i pod mostem,

K – współczynnik strat,

Wyznaczenie współczynnika strat – K

$$K = K_o + \Delta K_f + \Delta K_e + \Delta K_\phi$$

$-K_o$ – podstawowy współczynnik strat zależny od stopnia zwężenia cieku przez przyczółki i od ich kształtu:

K_o wyznaczono z wykresu nr 2.7 w/w rozporządzenia w zależności od wartości współczynnika M .

$$M = Q_s / Q_m$$

Q_s – przepływy w części koryta niezabudowanego odpowiadającej powierzchni przekroju mostu brutto [m³/s]

Q_m – przepływ miarodajny [m³/s],

$$Q_s = Q_m = 16,68 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$16,68/16,68 = 1,00$$

dla $M = 1,00$ (krzywa nr 1) $\rightarrow K_o = 0,00$

$-\Delta K_f$ – poprawka uwzględniająca wpływ filarów równa $m\Delta K_f'$:

Określona została na podstawie wykresu nr 2.8 rozporządzenia oraz w zależności od kształtu filara, wartości współczynnika M oraz stosunku F_f/F_{br} (pola powierzchni zajętej przez filary do pola powierzchni przekroju ograniczonego ścianami przyczółków).

$$m = 0 \text{ (brak filarów)}$$

$$F_f/F_{br} = 0/4,6900 = 0$$

$$\Delta K_f = 0$$

$-\Delta K_e$ – poprawka uwzględniająca wpływ niesymetryczności i zwężenia cieku.

Określona została na podstawie wykresu nr 2.9 rozporządzenia w zależności od wartości M oraz e .

$$e = 1 - \frac{Q_p}{Q_l} \text{ jeśli } Q_l > Q_p \text{ lub } e = 1 - \frac{Q_l}{Q_p} \text{ jeśli } Q_p > Q_l$$

Q_p i Q_l – przepływy w częściach prawej i lewej koryta niezabudowanego, zamkniętych nasypami dojazdowymi.

$$Q_p = 0 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_l = 0 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$e = 1$$

$$\Delta K_e = 0$$

$-\Delta K_\phi$ – poprawka uwzględniająca wpływ ukośnego usytuowania mostu w stosunku do osi cieku.

Oznaczana z wykresu nr 2.10 rozporządzenia w zależności od wartości M i kąta skrzyżowania osi mostu z osią cieku ϕ .

$$\phi = 70^\circ \text{ oraz } M = 1,00$$

$$\Delta K_\phi = 0$$

współczynnik strat $K = 0$

Wyznaczenie współczynników Saint-Venanta – α oraz α_o .

Dla przekroju przed mostem – α_o :

dla przekroju zwartego – $\alpha_o = 1,20$

Dla przekroju pod mostem – α :

$$\alpha = 1 + M(\alpha_o - 1)$$

$$\alpha = 1 + 1,00 \cdot (1,2 - 1) = 1,20$$

$$\alpha = 1,20$$

Wyznaczenie spiętrzenia przy nierozmytym przekroju mostu- Δz :

$$\Delta z = K \frac{\alpha v^2}{2g} + \frac{\alpha_o(v_o^2 - v_s^2)}{2g} [m]$$

I przybliżenie

$$\Delta z = 0 \text{ m}$$

3.7. RZĘDNA SPODU KONSTRUKCJI MOSTU

Rzędna napełnienia wody miarodajnej przed mostem $\rightarrow 486,95 \text{ m n.p.m.}$

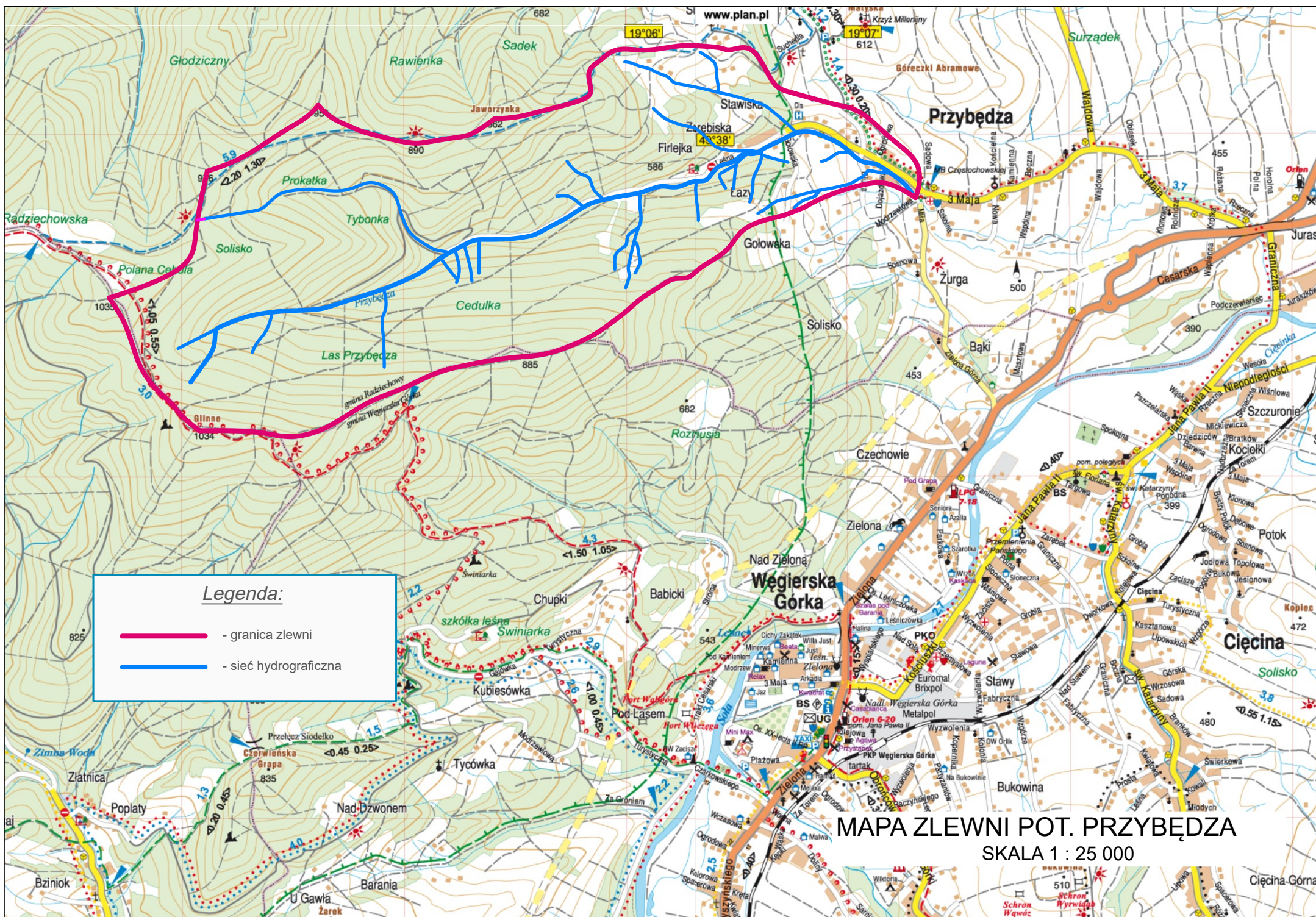
Minimalna rzędna spodu konstrukcji:

$486,95 + 0,00$ (spiętrzenie Δz) $+ 1,00$ (zapas) $\rightarrow 487,95 \text{ m n.p.m.}$

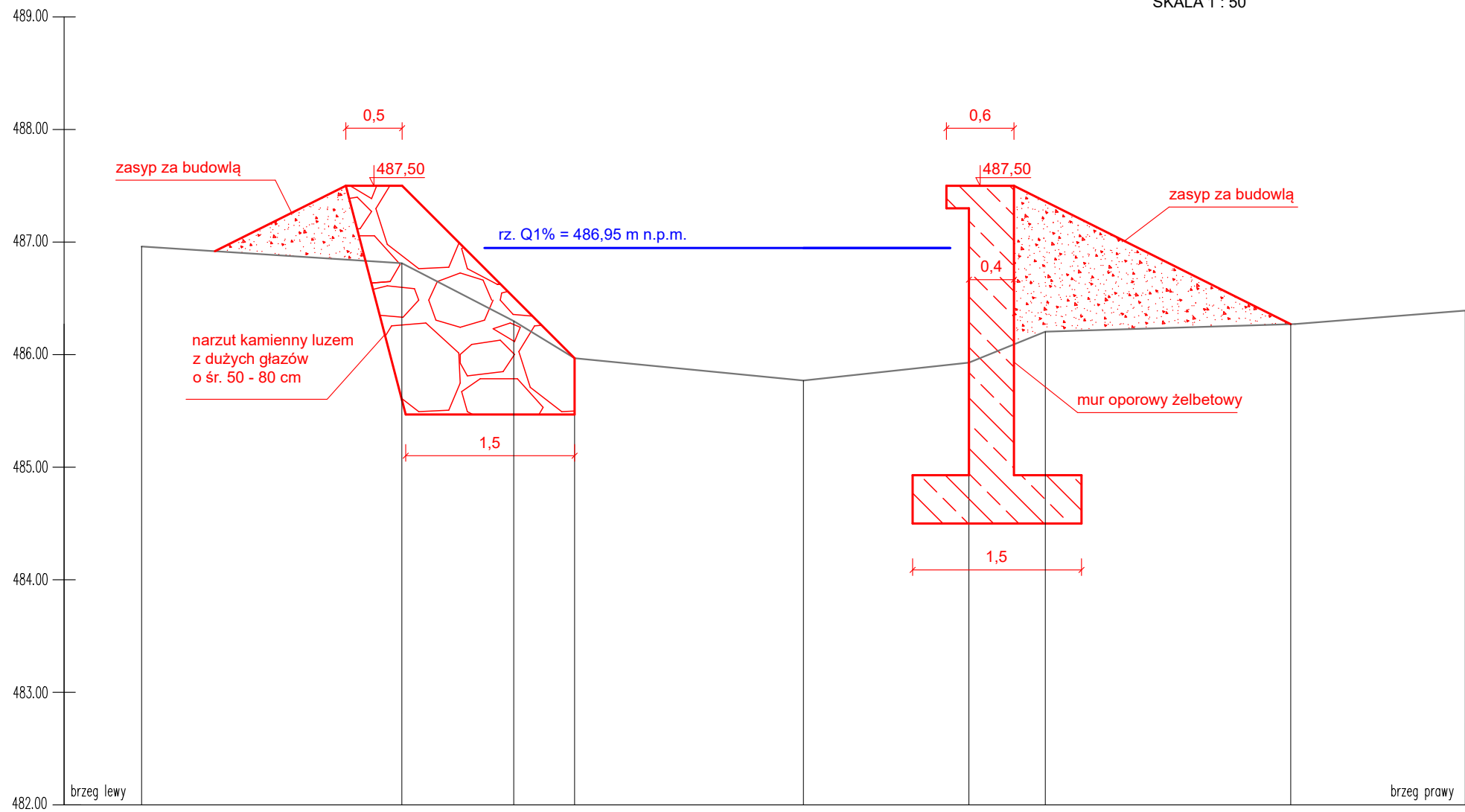
Najmniejsza rzędna spodu konstrukcji projektowanego mostu $\rightarrow 487,95 \text{ m n.p.m.}$

$$487,95 \text{ m n.p.m.} \geq 487,95 \text{ m n.p.m.}$$

Z przeprowadzonych obliczeń hydrologiczno-hydraulicznych wynika, że parametry projektowanego mostu spełniają wymogi określone obowiązującymi przepisami.



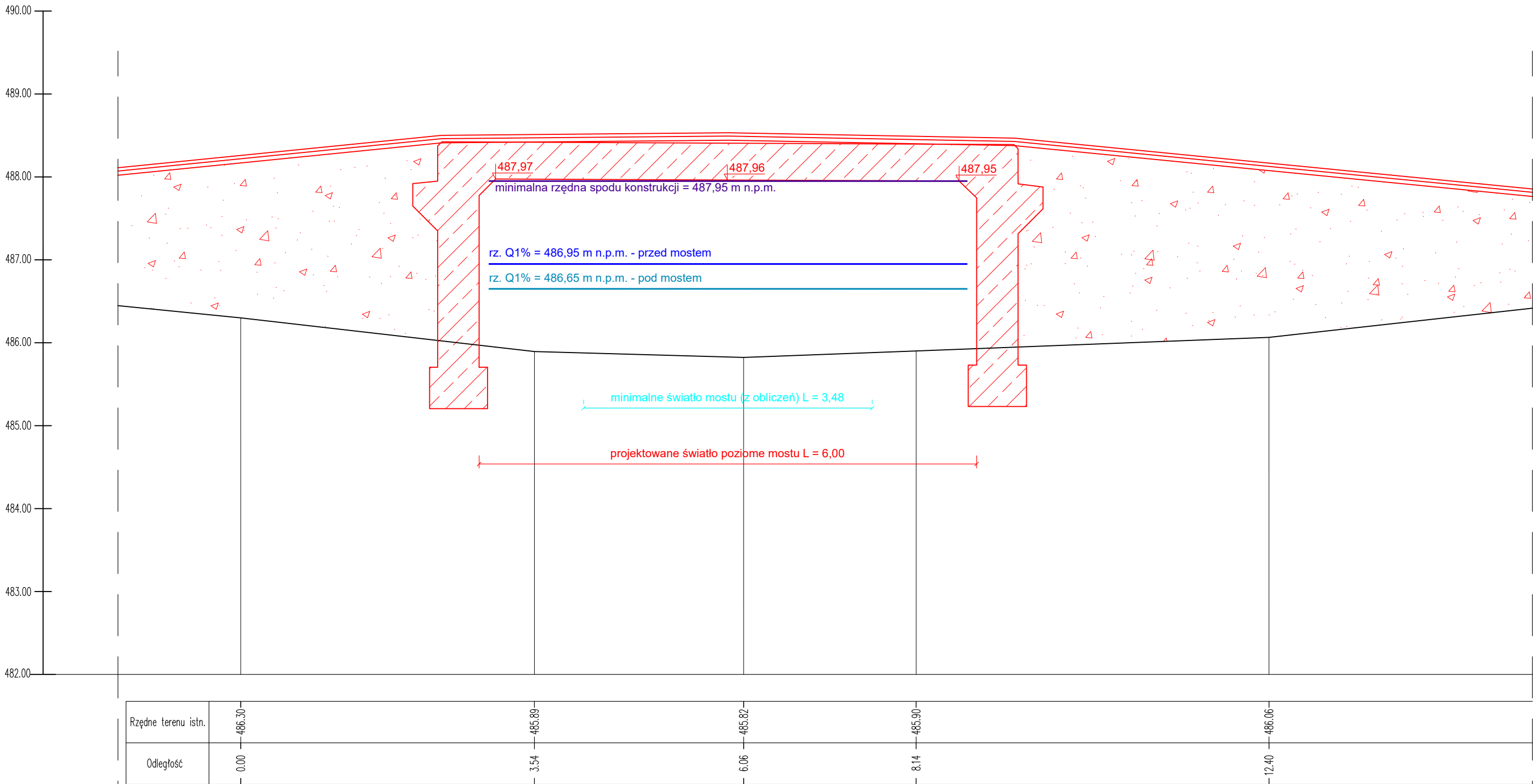
PRZEKRÓJ NIEZABUDOWANY POWYŻEJ MOSTU
SKALA 1 : 50



Rzędne terenu istn.	486.96	486.81	486.30	485.97	485.77	485.93	486.20	486.27	486.39
Odległość	0.00	2.31	3.31	3.85	5.88	7.35	8.03	10.21	11.76

uwaga: wymiary podano w [m]

PRZEKRÓJ ZABUDOWANY POD MOSTEM
(WIDOK OD STRONY WODY GÓRNEJ)
SKALA 1 : 50



uwaga: wymiary podano w [m]