

## **DOKUMENTACJA HYDROLOGICZNA**

### **Budowa przepustów w ramach zadania pn. "Zagospodarowanie Specjalnej Strefy Ekonomicznej w Gminie Jasienica w Międzyrzeczu Dolnym"**

mgr inż. Mikołaj Olbrych



**mgr inż. Mikołaj Olbrych**  
kwalifikacje do wykonywania  
dokumentacji hydrologicznych  
Świadectwo Nr 43/2004

mgr inż. Joanna Rożdżyńska

Wrzesień 2012

## **SPIS TREŚCI**

<b>1. Podstawa opracowania .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Cel i zakres opracowania .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Charakterystyka hydrograficzna.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Przepływy maksymalne roczne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia...</b>	<b>4</b>
<b>4. Obliczenia hydrauliczne .....</b>	<b>8</b>

## **SPIS ZAŁĄCZNIKÓW**

- Obliczenia przepływów maksymalnych rocznych formułą opadową. Ciek bez nazwy,
- Zlewnie cieków.

## **1. Podstawa opracowania**

1. Zlecenie autora projektu,
2. *Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie* Dz.U. Nr 63 poz 735 z 03.08.2000 r.,
3. *Obliczenia Przepływów Maksymalnych Rocznych O Określonym Prawdopodobieństwie*, J. Fal, B. Fal, H. Czarnecka; Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej,
4. *Metody obliczeń przepływów maksymalnych w małych zlewniach rzecznych*, A. Ciepielowski, S. Dąbkowski,
5. *Ocena Przepływów Wielkich Wód Małych Zlewni Górnej Wisły*, Jerzy Punzet, Gospodarka Wodna nr 6 z 1977 r.,
6. *Odwodnienie dróg*, R. Edel,
7. *Hydrologia*, A. Byczkowski,
8. *Hydrologia*, Cz. Król,
9. Mapa topograficzna w skali 1:10000,
10. Mapa sytuacyjno-wysokościowa w skali 1:500.

## **2. Cel i zakres opracowania**

Podstawą opracowania jest zlecenie na wykonanie obliczeń hydrologicznych i hydraulicznych dla przekrojów, wskazanych przez zlecniodawcę na ciekach: Młynówce Ligockiej i ciekach bez nazwy, w których projektuje się wykonanie przepustów w ramach zadania pn. "Zagospodarowanie Specjalnej Strefy Ekonomicznej w Gminie Jasienica w Międzyrzeczu Dolnym". Analiza ma na celu sprawdzenie warunków hydraulicznych panujących w przepustach przy wystąpieniu przepływu miarodajnego.

## **3. Charakterystyka hydrograficzna**

Młynówka Ligocka bierze początek z rzeki Jasienicy (około 1 km na południe od analizowanego obszaru). Zasila ona kompleksy stawów w gminie Jasienica. Biegnie w kierunku północnym, przejmując wiele lokalnych dopływów i uchodzi w rejonie węzła

Jasienicy i Iłownicy. Analizowane ciekі bez nazwy, położone są w zlewni Młynówki. Obszar zlewni w chwili obecnej zajęty jest głównie przez nieużytki zielone.

Zlewnie cieków do analizowanych przekrojów przedstawiono w części rysunkowej.

#### **4. Przepływy maksymalne roczne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia**

Żaden z analizowanych cieków nie jest kontrolowany wodowskazem. Według wytycznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej dla zlewni niekontrolowanych, mniejszych od 50 km<sup>2</sup> do obliczenia przepływu maksymalnego o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia stosuje się tzw. formułę opadową. Formułę opadową wykorzystano w przypadku największego z analizowanych zlewni potoku bez nazwy w obiekcie P3.

Formuła opadowa:

$$Q_p = f F_l \varphi H_l A \lambda_p \delta_j$$

gdzie:

$Q_p$  - przepływ maksymalny roczny o prawdopodobieństwie  $p$  w m<sup>3</sup>/s,

$f$  - bezwymiarowy współczynnik kształtu fali,

$F_l$  - maksymalny moduł odpływu jednostkowego,

$\varphi$  - współczynnik odpływu,

$H_l$  - maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie  $1\%$  w mm,

$A$  - powierzchnia zlewni,

$\lambda_p$  - kwantyl rozkładu dla założonego prawdopodobieństwa  $p$ ,

$\delta_j$  - współczynnik redukcji jeziornej.

Spadek zlewni  $I_{r,l}$  obliczono po sporządzeniu profilu podłużnego wraz z suchą doliną.

Maksymalny moduł odpływu jednostkowego określa się z tabeli w zależności od hydromorfologicznej charakterystyki koryta ciekę  $\Phi_r$  i czasu spływu po stokach  $t_s$ .

Hydromorfologiczną charakterystykę koryta ciekę obliczono ze wzoru:

$$\Phi_r = \frac{1000(L+l)}{m I_{r,l}^{1/3} A^{1/4} (\varphi H_l)^{1/4}}$$

gdzie:

$L+l$  – długość cieku wraz z suchą doliną w km,

$m$  – miara szorstkości koryta odczytana z tabeli,

$I_{rl}$  – spadek cieku.

Czas spływu po stokach określono w zależności od hydromorfologicznej charakterystyki stoków:

$$\Phi_s = \frac{(1000l_s)^{1/2}}{m_s I_s^{1/4} (\varphi H_l)^{1/2}}$$

gdzie:

$l_s$  – średnia długość stoków obliczona z obliczona z podanego wzoru w km,

$m_s$  – miara szorstkości stoków odczytana z tabeli,

$I_s$  – średni spadek stoków obliczony z podanego wzoru.

$$l_s = \frac{l}{1,8 \rho}$$

gdzie:

- - gęstość sieci rzecznej obliczona jako iloraz sumy długości cieku głównego oraz jego dopływów wraz z suchymi dolinami i powierzchni zlewni uzyskano ze wzoru:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (L+l)_i}{A}$$

gdzie:

$n$  – liczba cieków.

Średni spadek stoków obliczono z równania:

$$I_s = \frac{\Delta h \sum_{j=1}^r k_j}{A}$$

gdzie:

□  $h$  – różnica poziomów dwóch sąsiednich warstw w m,

$k$  – długość warstwy w m,

$r$  – liczba warstw.

Charakterystykę przedmiotowej zlewni wraz z parametrami wchodzącymi w skład używanej formuły oraz wyniki obliczeń pokazano w załączniku 1.

Przepływy maksymalne, obliczone metodą formuły opadowej o prawdopodobieństwie  $p=2\%$ , miarodajne do wymiarowania światła przepustu P3 wynosi  $Q_{\max p2\%}=2,72 \text{ m}^3/\text{s}$ .

W przypadku reszty analizowanych zlewni w związku z ich charakterem i niewielką powierzchnią przepływy maksymalne określono metodą spływu powierzchniowego. Współczynniki spływu przyjęto zgodnie z projektem zagospodarowania terenu planowanej strefy przemysłowej. Natężenia deszczu miarodajnego obliczono wg metody opracowanej przez Błaszczyka:

$$q = \frac{470 * \sqrt[3]{C}}{t^{0,67}} [\text{l/s/ha}]$$

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt[n]{F}}$$

$$Q = \varphi * \psi * q * F$$

Gdzie:  $q$  – miarodajny spływ jednostkowy, l/s/ha,

$\psi$  – współczynnik spływu, jako średnia ważona dla odpowiednich rodzajów zagospodarowania terenu,

$\varphi$  – współczynnik opóźnienia,

$F$  – powierzchnia zlewni. ha,

$C$  – stała zależna od wysokości opadu rocznego,

$t$  – czas trwania deszczu miarodajnego, min,

$n$  – współczynnik zależny od kształtu zlewni.

Przyjęto czas trwania opadu równy czasowi koncentracji dla analizowanych przekrojów. Czas koncentracji obliczono, wybierając wzór Krepsa, zalecany dla małych zlewni

$$t_c = 0,89A^{0,4} - 0,15$$

gdzie:

$A$  – powierzchnia zlewni [ $\text{km}^2$ ],

Obliczenia zweryfikowano przy pomocy wzoru Kirpicha, zalecanego dla zlewni o powierzchni zlewni 0,4 – 45 ha i spadków 3-10 %.

$$t_c = 0,0663L^{0,77}i^{-0,385}$$

gdzie:

L – długość cieku [km],

i – spadek cieku [-].

W przypadku analizowanych koryt obliczone czasy koncentracji oscylują ok. 15 minut. Obliczone natężenie deszczu dla przyjętego czasu trwania  $t_c=15$  minut i prawdopodobieństwa  $p=2\%$ , przyjętego jako miarodajne dla projektowanych przepustów wynosi  $q_{2\%}=374$  l/sha.

W związku z charakterem zlewni przyjęto założenie o równości prawdopodobieństwa wystąpienia opadu i wywołanego nim wezbrania (*Wyznaczanie hydrogramów wezbrań opadowych...* K. Banasik, S. Ignar).

Przypadek, który wywołuje największy przepływ w przekroju obliczeniowym to taki, w którym czas trwania opadu miarodajnego równy jest czasowi koncentracji. Do obliczeń przepływów maksymalnych przyjęto właśnie to założenie.

Przy założonym czasie trwania opadu miarodajnego i odpowiadającemu mu natężeniu deszczu, przy przyjętym dla poszczególnych zlewni odpowiednim ważonym współczynnikiem jednostkowego spływu powierzchniowego przepływy maksymalne o prawdopodobieństwie  $p=2\%$ , miarodajne do wymiarowania światła przepustów, obliczony metodą spływu powierzchniowego wynoszą odpowiednio dla obiektów:

$$P1 \ Q_{\max p2\%}=0,279+0,351=0,63 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$P2 \ Q_{\max p2\%}=0,081 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$P4 \ Q_{\max p2\%}=0,021 \text{ m}^3/\text{s}.$$

W przypadku Młynówki Ligockiej do obliczonego przepływu dodano maksymalny przepływ, wynikający z poboru wód z Jasienicy (maksymalnie 351 l/s w okresie wiosennym – pozwolenie wodnoprawne ZR-OŚ-6023W/24/03 z dnia 29.12.2003 r.).

## **5. Obliczenia hydrauliczne**

Obliczenia warunków hydraulicznych panujących w istniejącym i projektowanym przepuście wykonano metodą zgodną z metodyką podaną w *Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie*.

Obliczenia warunków hydraulicznych, które będą panować w korycie cieku bez nazwy w obrębie inwestycji wykonano przy pomocy programu komputerowego HY-8, służącym do analizy hydraulicznej przepustów i mostów.

Do modelu komputerowego koryta cieku wprowadzono odpowiedni przepływ miarodajny dla analizowanego obiektu.

Przyjęto wymiary i spadki projektowanych przepustów i dna w ich rejonie zgodnie z projektem.

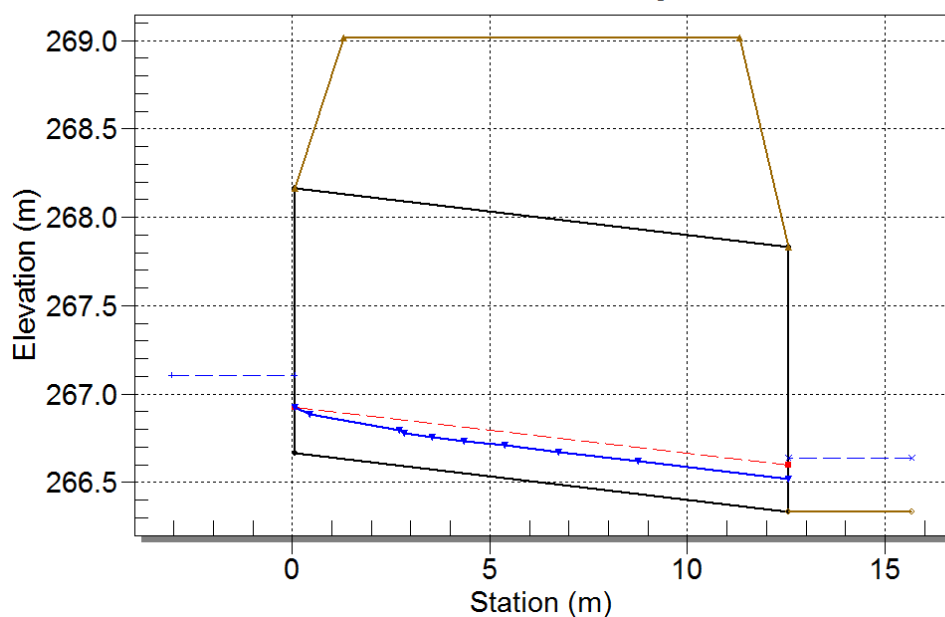
Na rysunkach 1 - 8 przedstawiono profile podłużne obiektów z zaznaczonym zwierciadłem wody miarodajnej.



Przepust P1 o wymiarach 1500x1500 mm

## Crossing - P1, Design Discharge - 0.63 cms

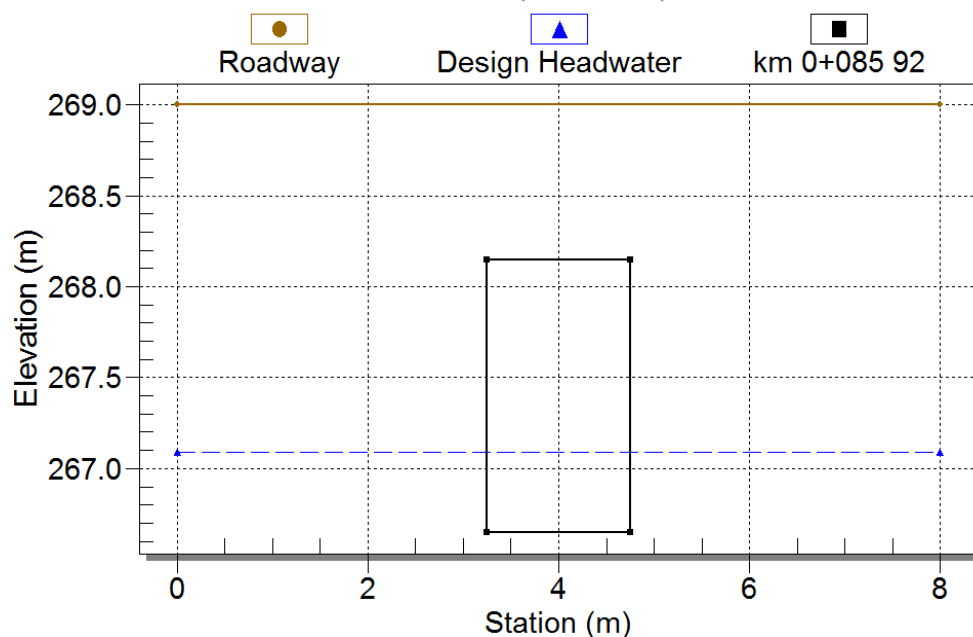
Culvert - km 0+085 92, Culvert Discharge - 0.63 cms



Rys. 1. Profil podłużny. P1

## Crossing: P1

Front View (Not to scale)



Rys. 2. Przekrój poprzeczny. P1

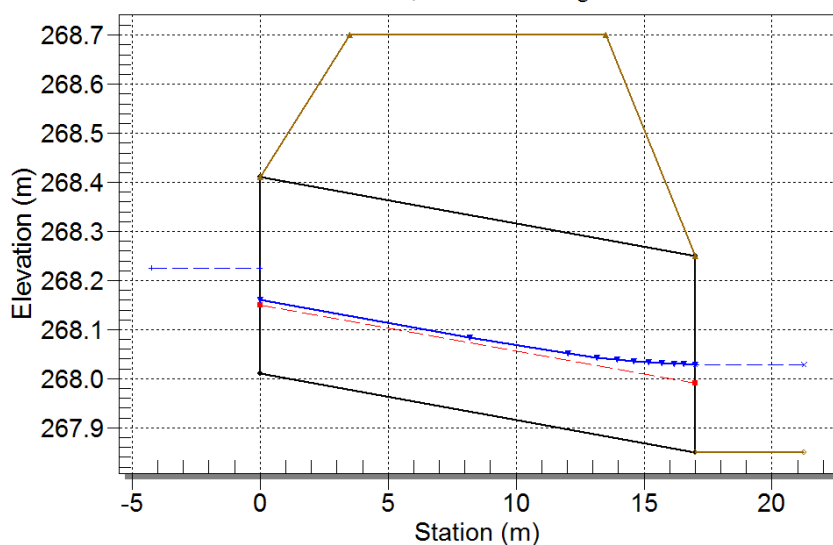
Q (m <sup>3</sup> /s)	Rzędna zwierciadła wody spiętrzonej (m)	Głębokość wody spiętrzonej (m)	Głębokość normalna (m)	Głębokość krytyczna (m)	Napełnienie na wylocie z przepustu (m)	Napełnienie w korycie poniżej wylotu (m)	Prędkość wody na wylocie (m/s)	Prędkość w korycie poniżej przepustu (m/s)
0.63	267.09	0.44	0.18	0.26	0.18	0.30	2.28	1.43

Tabela 1 Parametry przepustu P1

Przepust P2 o średnicy 2x  $\varnothing 400\text{mm}$

### Crossing - P2, Design Discharge - 0.08 cms

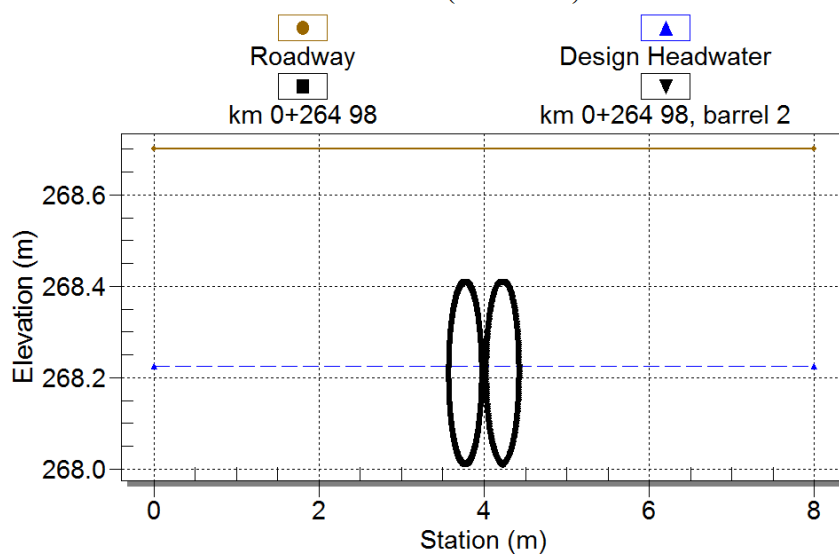
Culvert - km 0+264 98, Culvert Discharge - 0.08 cms



Rys. 3. Profil podłużny. P1

### Crossing: P2

Front View (Not to scale)



Rys. 4. Przekrój poprzeczny. P2

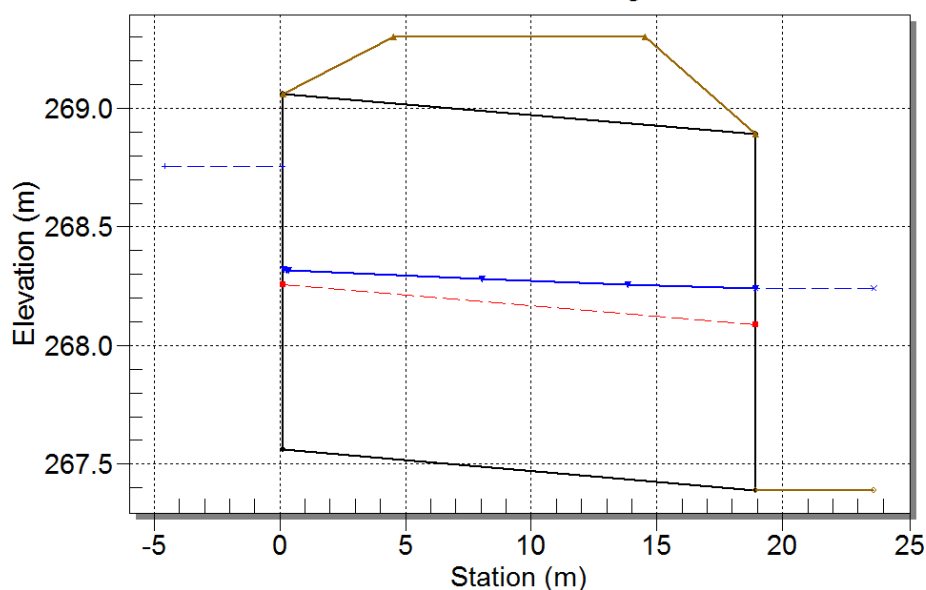
Q (m <sup>3</sup> /s)	Rzędna zwierciadła wody spiętrzonej (m)	Głębokość wody spiętrzonej (m)	Głębokość normalna (m)	Głębokość krytyczna (m)	Napełnienie na wylocie z przepustu (m)	Napełnienie w korycie poniżej wylotu (m)	Prędkość wody na wylocie (m/s)	Prędkość w korycie poniżej przepustu (m/s)
0.08	268.23	0.22	0.15	0.14	0.18	0.18	0.74	0.67

Tabela 2 Parametry przepustu P2

Przepust P3 o wymiarach 1200x1500 mm

### Crossing - P3, Design Discharge - 2.72 cms

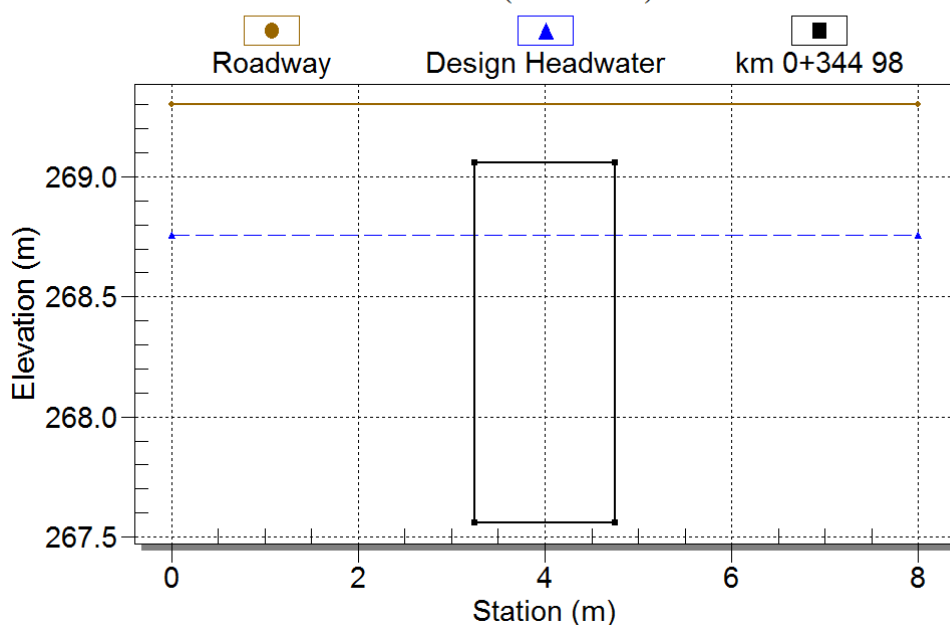
Culvert - km 0+344 98, Culvert Discharge - 2.72 cms



Rys. 5. Profil podłużny. P3

### Crossing: P3

Front View (Not to scale)



Rys. 6. Przekrój poprzeczny. P3

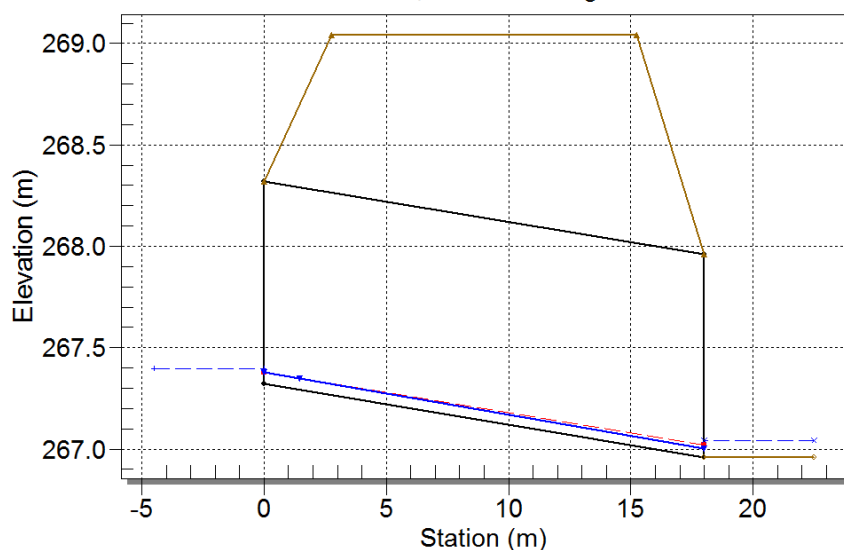
Q (m <sup>3</sup> /s)	Rzędna zwierciadła wody spiętrzonej (m)	Głębokość wody spiętrzonej (m)	Głębokość normalna (m)	Głębokość krytyczna (m)	Napełnienie na wylocie z przepustu (m)	Napełnienie w korycie poniżej wylotu (m)	Prędkość wody na wylocie (m/s)	Prędkość w korycie poniżej przepustu (m/s)
2.72	268.75	1.19	0.74	0.70	0.85	0.85	2.13	1.80

Tabela 3 Parametry przepustu P3

Przepust P4 o średnicy  $\varnothing 1000\text{mm}$

### Crossing - P4, Design Discharge - 0.02 cms

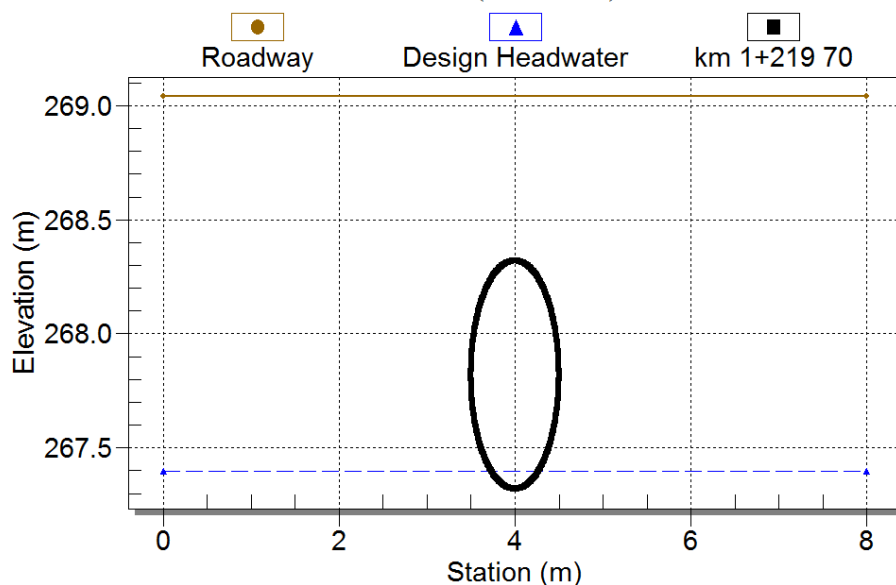
Culvert - km 1+219 70, Culvert Discharge - 0.02 cms



Rys. 7. Profil podłużny. P4

### Crossing: P4

Front View (Not to scale)



Rys. 8. Przekrój poprzeczny. P4

Q (m <sup>3</sup> /s)	Rzędna zwierciadła wody spiętrzonej (m)	Głębokość wody spiętrzonej (m)	Głębokość normalna (m)	Głębokość krytyczna (m)	Napełnienie na wylocie z przepustu (m)	Napełnienie w korycie poniżej wylotu (m)	Prędkość wody na wylocie (m/s)	Prędkość w korycie poniżej przepustu (m/s)
0.02	267.40	0.08	0.04	0.06	0.04	0.08	0.71	0.39

Tabela 4 Parametry przepustu P4

Z przeprowadzonej analizy wynika, iż projektowane wymiary przepustów pozwalają na bezpieczne przeprowadzenie wody miarodajnej (pracują przy niezatopionym wlocie i wylocie).

**OBLICZENIA PRZEPŁYWÓW MAKSYMALNYCH FORMUŁĄ OPADOWĄ**

Obiekt    Bez Nazwy

Przekrój    przepust

**DANE**

Współczynnik korekcyjny	$f =$	0.6	[-]
Wysokość opadu dobowego $p=1\%$	$H_1 =$	140	[mm]
Powierzchnia zlewni	$A =$	1.075	[km <sup>2</sup> ]
Powierzchnia jezior	$A_j =$	0.000	[km <sup>2</sup> ]
Powierzchnia bagien	$B_i =$	0.000	[km <sup>2</sup> ]
Długość cieków głównego z suchą doliną	$L+I =$	2.049	[km]
Długość cieków wraz z suchymi dolinami	$S(L+I) =$	4.216	[km]
Różnica poziomów pomiędzy warstwicami	$\Delta H =$	10	[m]
Łączna długość warstw	$L_w =$	7.751	[km]

Przeciętna charakterystyka koryta i tarasu zalewowego na długości cieków

tereny górskie, kamieniste dno

Charakterystyka powierzchni stoków

kępki, pastwiska, łąki, osiedla

Cecha gleby koryta lub stoków

Utwory lessowe i pyłowe (od 50% części spławialnych)

Region w którym znajduje się zlewnia

Obszar kraju z wyłączeniem Tatr i wysokich gór ( $H < 700$  m.n.p.m)

Makroregion

Karpaty (2a)

**WSPÓŁCZYNNIKI - OBLICZENIA POŚREDNIE**

Spadek średni koryta		12.39	[‰]
Współczynnik redukcji jeziornej	$\delta_j =$	1.00	[-]
Współczynnik redukcji bagiennej	$\delta_B =$	1.00	[-]
Współczynnik szorstkości koryta	$m =$	7.00	[-]
Współczynnik szorstkości stoków	$m_s =$	0.15	[-]
Wskaźnik odpływu	$\phi =$	0.55	[-]
Gęstość sieci rzecznej	$\rho =$	3.92	[1/km]
Średnia długość stoków	$L_s =$	0.14	[km]
Średni spadek stoków	$I_s =$	72.13	[m/km]
Charakterystyka koryta	$\Phi_r =$	41.94	[-]
Charakterystyka stoków	$\Phi_s =$	3.10	[-]
Czas spływu	$t_s =$	21.12	[min]
Maksymalny moduł odpływu jednostkowego	$F_1 =$	0.07	[-]

## WYNIK

Prawdopodob. p [%]	Kwantyl $\lambda_p$	Przepływ $Q_p$ [m <sup>3</sup> /s]
<b>0.1</b>	1.54	4.97
<b>0.2</b>	1.37	4.42
<b>0.3</b>	1.28	4.12
<b>0.5</b>	1.16	3.75
<b>1</b>	1.00	3.23
<b>2</b>	0.84	2.72
<b>3</b>	0.75	2.41
<b>5</b>	0.64	2.05
<b>10</b>	0.48	1.56
<b>20</b>	0.33	1.08
<b>30</b>	0.25	0.80
<b>50</b>	0.15	0.47

