

Przepust w km 14+361
 drogi wojewódzkiej nr 653 Sarnaki - Bakalarzewo - Suwałki - Sejny - Poćkuny
 na odcinku Bakalarzewo - Zajączkowo od km 13+108 do km 18+600
1. Dane ogólne

Projektowany przepust o nośności dla klasy "A" obciążeń przez rzekę Czerwonka km 4+500

2. Charakterystyka zlewni**DANE:**

- powierzchnia zlewni:	A = 19,940 km ²
- powierzchnia zalesienia:	A _c = 0,510 km ²
- długość zlewni:	L = 15,71 km
- rzędna stanowiska górnego:	221,90 m.p.p.m.
- rzędna stanowiska dolnego:	160,56 m.p.p.m.
- ukształtowanie terenu zlewni:	uz = 3,90 ‰
- współczynnik korygujący równy wielkości średnich rocznych opadów na terenie zlewni:	x = 0,658
- współczynnik korygujący zależny od przepuszczalności gruntów oraz występowania rowów:	n = 0,75

3.1. Obliczenie miarodajnego przepływu wzorem Ministerstwa Komunikacji

Obliczenia wykonano wzorem empirycznym:

$$Q_{m'} = A * q * c * x * n \quad [m^3/s]$$

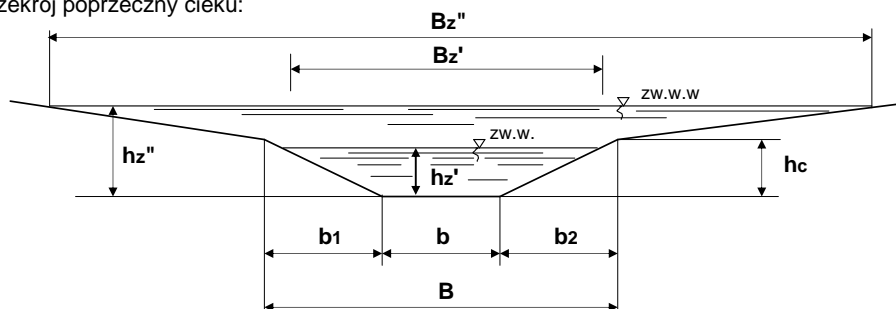
$$\text{przy} \quad C = 1 - 0,4 * (A_c / A)$$

WYNIKI:

- współczynnik zmniejszający:	C = 0,990
- maksymalny spływ jednostkowy z powierzchni 1 km ² :	q = 0,96 m ² /s
- przepływ miarodajny:	Q _{m'} = 9,32 m ³ /s

3.2. Obliczenie miarodajnego przepływu wód opadowych wg Chezy

Przekrój poprzeczny cieku:



Obliczenia wykonano wzorem empirycznym:

$$Q_{m''} = F * V \quad [m^3/s]$$

DANE:

dla cieku w przekroju niezabudowanym:

ciek uformowany

- rzędna terenu:	rz.t. 159,82 m.p.p.m.
- rzędna zw.w.:	rz.zw.w. 159,57 m.p.p.m.
- rzędna dna:	rz.d. 158,75 m.p.p.m.
- szerokość dna:	bd = 3,00 m
- nachylenie skarp: (1 : n)	n = 5,0
- spadek zw.w. cieku:	J = 0,36 ‰
- spadek poprzeczny lewej części zalewowej	Jzl = 2,000 ‰
- spadek poprzeczny prawej części zalewowej	Jzp = 0,630 ‰

WYNIKI:

- obliczeniowa głębokość cieku:	h = 1,07 m
- całkowita szerokość cieku: $B = bd + 2n * h$	B = 13,70 m
- wzniesienie zwierciadła nad dnem cieku:	hz = 0,82 m
- szerokość zwierciadła wody w cieku: $B_z = bd + 2n * h_z$	B _z = 11,20 m
- pole przekroju strumienia wody w cieku: $F_z = h_z (bd + n * h_z)$	F _z = 5,82 m ²
- obwód zwilżony w cieku	p = 11,36 m
- promień hydrauliczny	R _h = 0,51 m
- współczynnik szorstkości do wzoru Manninga	1/n = 40
- prędkość wody dopływającej wg. Manninga	V _o = 1,53 m/s
- przepływ miarodajny	Q _{m''} = 8,90 m ³ /s

3.3. Obliczenie średniego przepływu miarodajnego
 - przepływ miarodajny średni $Q_m = 0.5 * (Q_{m'} + Q_{m''})$

 Q_m = 9,11 m³/s

4. Obliczenie światła przepustu

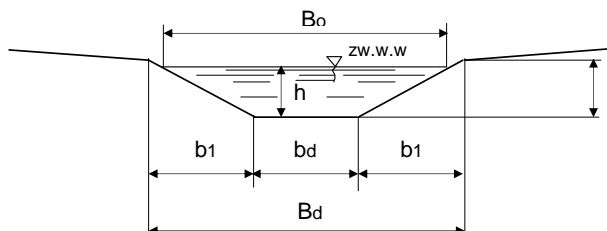
Charakterystyka drogi:

- rzędna korony drogi
- szerokość korony drogi
- nachylenie skarp: (1 : m_n)

163,88 m.p.p.m.
 B_n = 10,20 m
 m_n = 1,5

Obliczenia wykonano wg załącznika nr 1 do rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. Dz.U.Nr 63 poz.735.

Schemat przekroju poprzecznego cieku:



Charakterystyka cieku:

- rzędna terenu
- projektowana rzędna dna
- projektowana szerokość dna
- projektowane nachylenie skarp (1 : m_d)
- projektowany spadek dna cieku
- współczynnik szorstkości koryta

rz.t. 160,24 m.p.p.m.
 rz.d. 158,72 m.p.p.m.
 b_d = 5,24 m
 m_d = 4,0
 i_d = 0,50 ‰
 n_d = 0,030 m^{-1/3} s

4.1. Głębokość wody w korycie cieku przy przepływie miarodajnym

Napełnienie w korycie cieku przy przepływie miarodajnym obliczono dla warunków ruchu jednostajnego i przyjętego zwartego przekroju o jednakowym współczynniku szorstkości skarp i dna.

dla cieku - stanowisko górne:

- napełnienie
- szerokość zwierciadła wody: $B = b_d + 2m_d \cdot h$
- pole przekroju strumienia wody w cieku: $F = H(b + n \cdot H)$
- obwód zwilżony: $Oz = b + 2h(1 + m_d^2)^{1/2}$
- promień hydrauliczny: $Rh = F / Oz$
- średnia prędkość przepływu: $Vo = 1/n_d Rh^{2/3} i_d^{1/2}$
- natężenie przepływu: $Q = F \cdot V$

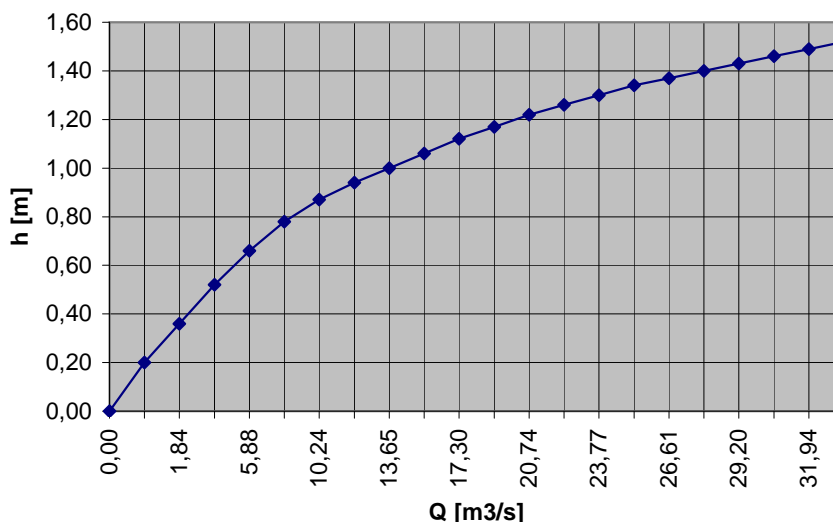
h_m = 0,75 m
 B_m = 11,24 m
 F_m = 6,18 m²
 Oz_m = 11,42 m
 Rh_m = 0,54 m
 V_m = 1,56 m/s
 Q_o = 9,67 m³/s

$$Q_m = 9,11 \text{ m}^3/\text{s} < Q_o = 9,67 \text{ m}^3/\text{s}$$

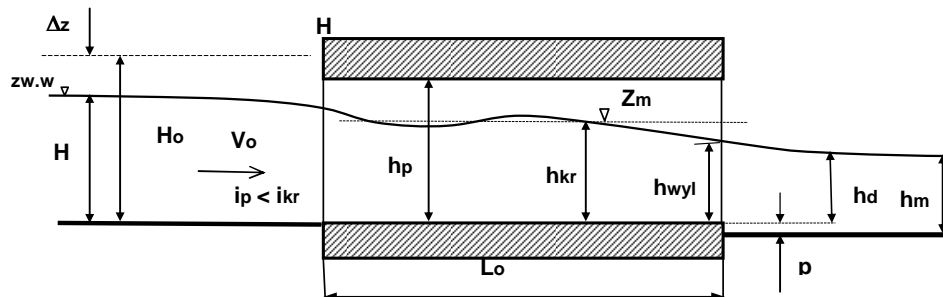
Obliczenie natężenia przepływu w zależności od napełnienia cieku

Q [m ³ /s]	h [m]	B [m]	F [m ²]	Oz [m]	Rh [m]	V [m/s]
0,00	0,00	5,24	0,00	5,24	0,00	0,00
0,63	0,20	6,84	0,98	6,89	0,14	0,64
1,84	0,36	8,12	2,00	8,21	0,24	0,92
3,69	0,52	9,40	3,22	9,53	0,34	1,14
5,88	0,66	10,52	4,46	10,68	0,42	1,32
8,20	0,78	11,48	5,65	11,67	0,48	1,45
10,24	0,87	12,20	6,61	12,41	0,53	1,55
12,00	0,94	12,76	7,41	12,99	0,57	1,62
13,65	1,00	13,24	8,12	13,49	0,60	1,68
15,41	1,06	13,72	8,86	13,98	0,63	1,74
17,30	1,12	14,20	9,63	14,48	0,67	1,80
18,98	1,17	14,60	10,30	14,89	0,69	1,84
20,74	1,22	15,00	10,98	15,30	0,72	1,89
22,22	1,26	15,32	11,54	15,63	0,74	1,93
23,77	1,30	15,64	12,12	15,96	0,76	1,96
25,37	1,34	15,96	12,70	16,29	0,78	2,00
26,61	1,37	16,20	13,15	16,54	0,80	2,02
27,89	1,40	16,44	13,61	16,78	0,81	2,05
29,20	1,43	16,68	14,07	17,03	0,83	2,08
30,55	1,46	16,92	14,54	17,28	0,84	2,10
31,94	1,49	17,16	15,02	17,53	0,86	2,13
33,36	1,52	17,40	15,50	17,77	0,87	2,15

KRZYWA PRZEPŁYWU CIEKU



Schemat hydrauliczny przepustu



DANE:

dla przepustu :

- dopuszczalny poziom rzędnej zw. w. przed przepustem
- rzędna zw. w. spiętrzonej
- przekrój przewodu przepustu: 1 -prostokątny; 2 -kołowy; 3 -inny
- sprawdzenie warunku min. wysokości przewodu przepustu
- przyjęta szerokość przewodu przepustu
- przyjęta wysokość przewodu przepustu
- przyjęta grubość wykładziny w dnie przepustu
- przyjęta średnica przewodu przepustu
- pole przekroju przewodu przepustu
- długość przewodu przepustu
- spadek dna przewodu przepustu
- współczynnik wydatku
- współczynnik Saint-Venanta
- przyspieszenie ziemskie

	163,08	m.p.p.m.
	159,56	m.p.p.m.
	3	
hp min =	1600	mm
bp =	5240	mm
hp =	3230	mm
hw =	0	mm
D =	0,00	m
Fp =	13,02	m²
Lp =	23,40	m
ip =	0,50	%
m1 =	0,31	
α o =	1,1	
g =	9,81	m/s²

4.2. Wzniesienie linii energii przed wlotem przepustu

- głębokość wody spiętrzonej przed wlotem przepustu
- powierzchnia przekroju strumienia wody
- prędkość dopływającej wody: $V_o = Q_m / F_o$
- wysokość energii strumienia na wlocie do przepustu

$$H_o = H + (\alpha_o / V_o^2) 2g$$

H =	1,20	m
Fo =	12,05	m
Vo =	0,76	m/s
Ho =	1,23	m

4.3. Dobór kształtu i wymiarów przewodu

- przybliżona szerokość zastępcza przekroju wlotowego przepustu

$$b_{kr} = Q_m / [m * (2g^{1/2}) * (H_o^{3/2})]$$

$$b_{kr} = 4,85 \text{ m} < b_p = 5,24 \text{ m}$$

- rodzaj przepustu ze względu na schemat hydrauliczny

$$H = 1,20 \text{ m} < 1.2h_p = 3,88 \text{ m}$$

bkr = 4,85 m
SZEROKOŚĆ WYSTARCZAJĄCA

WLOT NIEZATOPIONY

4.4. Rzeczywiste wzniesienie linii energii przed przepustem

- rodzaj przepustu ze względu na długość przewodu
- przyjęta głębokość na wlocie

PRZEPUST KRÓTKI
H = 1,15 m

OBLICZENIA HYDRAULICZNE

- szerokość napływu wody	Bo = 17,43 m
- powierzchnia przekroju strumienia wody przed wlotem przepustu	Fo = 11,32 m ²
- prędkość dopływającej wody: $V_o = Q_m / F_o$	Vo = 0,81 m/s
- pole przekroju strumienia wody w przewodzie	Fp' = 4,82 m ²
- dławienie boczne	

$$Bo = 17,43 \text{ m} < 6b = 19,38 \text{ m}$$

$$m = m_1 + [(0.385 - m_1) / (3F_o - 2F_{p'})] * F_{p'}$$

- rzeczywista wartość współczynnika wydatku

- wzniesienie linii energii strumienia

- głębokość krytyczna w przepuście

$$hkr = 1,15 \text{ m} < 0.75h_p = 2,42 \text{ m}$$

- zastępcze światło poziome przepustu

- natężenie przepływu:

$$Q = m * b_{kr} \{ [(2g)^{1/2}] * [(H_o)^{3/2}] \}$$

- prędkość krytyczna w przepuście

- woda przed przepustem spiętrzy się do rzędnej

niższej od dopuszczalnej

- uzyskany zapas do korony drogi równy

jest większy od dopuszczalnego

DŁAWIENIE NIEPEŁNE

m = 0,32
Ho = 1,19 m
hkr = 1,15 m
WARUNEK SPEŁNIONY
bkr = 5,17 m
Q = 9,61 m/s
Vkr = 1,89 m/s
159,87 m.p.p.m.
163,08 m.p.p.m.
3,21 m
1,00 m

4.5. Warunki zatopienia wylotu przewodu

- uskok dna na końcu wylotu

- wzniesienie zwierciadła za przepustem nad dnem wylotu

- głębokość krytyczna

$$hd = 0,75 \text{ m} < 1.25 hkr = 1,44 \text{ m}$$

p = 0,00 m
hd = 0,75 m
hkr = 1,15 m
WYLOT NIEZATOPIONY

4.6. Prędkość przepływu i napełnienie przewodu przy przepływie miarodajnym

- dopuszczalna prędkość w przepuście

- głębokość w przepuście

- powierzchnia przekroju strumienia wody w przewodzie

- prędkość w przepuście

$$V_p = 1,89 \text{ m/s} < V_d = 3,50 \text{ m/s}$$

- zapas uzyskany od swobodnego zwierciadła wody do stropu

$$ho = 2,08 \text{ m} > ho_{min} = 1,04 \text{ m}$$

Vdop = 3,50 m/s
hp = 1,15 m
Fp = 4,82 m ²
Vp = 1,89 m/s
WARUNEK SPEŁNIONY
WARUNEK SPEŁNIONY

4.7. Parametry strumienia w przekroju wylotowym

- głębokość wody na wylocie z przewodu przepustu

- szerokość zw. w. na wylocie

- pole przekroju strumienia wody na wylocie z przepustu

- obwód zwilżony

- promień hydrauliczny

- współczynnik zależny od szorstkości

- prędkość na wylocie z przepustu

- współczynnik

- spadek hydrauliczny przy przepływie Qm

$$J_p = 0,50 \% > J_{kr} 0,07 \%$$

hwyl = 1,15 m
bwyl = 4,19 m
Fwyl = 4,82 m ²
Ozkr = 6,21 m
Rh = 0,7757 m
n = 0,012
Vwyl = 1,89 m/s
C = 79,88
Jkr = 0,07 %

4.8. Dobór kształtów i wymiarów wypadu

dla cieku - stanowisko dolne:

- rzędna terenu

- rzędna dna

- szerokość dna

- nachylenie skarp 1 : md

- wzniesienie zwierciadła wody dolnej nad dnem wylotu

- z ogólnego równania ruchu krytycznego - prawa strona

- głębokość krytyczna w cieku na odpływie

- szerokość zwierciadła wody

- pole przekroju cieku

- prędkość na odcinku dolnym

- z ogólnego równania ruchu krytycznego - lewa strona

$$hkr = 0,66 \text{ m} < hd = 0,75 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody

- pole przekroju cieku

- prędkość wody odpływającej

- liczba Froude'a w przekroju wylotowym

- liczba Froude'a w przekroju koryta odpływowego

- kąt rozplywania się strumienia w korycie odpływowym

- szerokość umocnień na wypadzie

- długość wypadu

rz.t. 159,77 m.p.p.m.
rz.d. 158,60 m.p.p.m.
b = 5,20 m
md = 1,5
hm = hd = 0,75 m
($\propto Q^2$) / g = 9,32
hkr = 0,66 m
Bd = 7,18 m
Fd = 4,09 m ²
Vd = 2,23 m/s
(F_d^3) / B_d = 9,50
RUCH NIESPOKOJNY
Bm = 7,45 m
Fm = 4,74 m ²
Vm = 1,92 m/s
Frwyl = 0,32
Frm = 0,50
β = 57,58 stopni
Bw = 3,70 m
Lw = 0,00 m

4.9. Warunki hydrauliczne poniżej przepustu

$$h_{wyl} = 1,15 \text{ m} > h_{kr} = 1,15 \text{ m}$$

na wylocie z przepustu odskok hydrauliczny nie wystąpi

- szerokość wylotu $b_{wyl} = 4,19 \text{ m}$
- głębokość sprzężona z głębokością na wylocie $h_{2wyl} = 0,92 \text{ m}$
- głębokość strumienia na końcu rozszerzenia wypadu $h_w = 0,76 \text{ m}$
- głębokość strumienia sprzężona z głębokością h_w $h_{2w} = 1,28 \text{ m}$
- $h_w + 1.1 Q_m^2 / 2g * h_w^2 * B_w^2 = 1,34906$ $= p + h_{wyl} + V_{wyl}^2 / 2g = 1,33244 \text{ m}$

- porównanie wartości obliczeniowych głębokości:

$$h_{2wyl} = 0,92 \text{ m} > h_d = 0,75 \text{ m}$$

$$h_{2wyl} = 0,92 \text{ m} > h_m = 0,75 \text{ m}$$

$$h_m = 0,75 \text{ m} < h_{2w} = 0,76 \text{ m}$$

ODSKOK JEST ODSUNIĘTY, CO OZNACZA, ŻE POWSTAJE

ON W KORYCIE, PONIŻEJ ROZSZERZONEGO WYPADU

4.10. Umocnienie poniżej przepustu

Przyjęto umocnienie wypadu z bruku na podsypce cementowo-piaskowej z zalaniem spoin zaprawą cementową.

- prędkość nierozmywająca $V_{nr} = 3,50 \text{ m/s}$
- prędkość wylotowa $V_{wyl} = 1,89 \text{ m/s}$
- długość umocnienia $L_{u \text{ min}} = 10,48 \text{ m}$
- projektowana długość umocnienia $L_u = 5,0 \text{ m}$

4.11. Rozmycie dolnego stanowiska przepustu

- teoretyczna głębokość rozmycia $\Delta h_r = 0.00 \text{ m}$
- rzeczywista głębokość rozmycia $\Delta h_{r \text{ max}} = 0.00 \text{ m}$

Z uwagi na wartość rzeczywistą maksymalnej głębokości rozmycia, przyjęte umocnienie wypadu jest wystarczające.

O b l i c z y ł :

inż. Mieczysław Siry

OBLICZENIA HYDRAULICZNE

CIEK 6,707 KM
9,0 KM

Zlewnia w skali 1:50 000

	10x10mm 1	5x5 mm 0,25	1x1 mm 0,010000	Σ
A				19,94
Ac				0,510
L 1 cm =				15,71
Lc				4,50

L	uz	
15,71	3,90	‰
15	1	km
20	0,7	q

8 6,4 1,5
6 4,8 1

Wsp. 1

159,82

		0,39	%
Wpis		4	%
L[m]	H [m]	0,3566	%
46	0,92	2,000	%
146	0,92	0,630	%

=Qx1.0 =Qx0,95 =Qx1.1
9,32 8,86 10,26
m3/s

Wpis
160,24
158,75

hm	1,52 m
H	0,75
Ho	0,89
bkr	7,58

9,11 m³/s = Qm

1,52 m

1,00	m		
rz. dna +	gł.na wyl.	=rz.ter	zw.w
158,72	1,52	160,24	159,57

Pow.innego przekroju-wstawić	
13,02	m2

regulacja za pomocą rzędnej zw. w.

$$H = 0,75$$

m	0,31		
ε	0,79		
μ	0,65		
Fkr	2,71	Vkr	1,78
bkr	3,62		
Ho			

159,56

rz ter.	rz zw w	dop rz zw	rz dna	głę c ist	gł dop
160,24	159,87	163,08	158,72	1,52	4,36

Przy napełnieniu H

$$hszuk = 1,15$$

30	F1	4,19	t	Bp
	p1	5,97	1,08	5,18
35,6	F	4,82		

OBLICZENIA HYDRAULICZNE

	p	6,21	1,20	5,21		
40	F2	5,31			H/hp	0,35604
	p2	6,4	1,29	5,24		
2-3 b lub D			B	1,16	1,91	
zw w sp	- hm	rz.d. Fp'		4,82		
159,57	0,75	158,82	Oz	6,21		
			Rh	0,78		
			nd	0,015		
			ip	0,005		
			V	3,98		
			Q	19,17		

1,19 m = Ho

0,70 m = hkr oblicz

4,19 m = bkr oblicz.

9,11 m³/s = Qm

Przy napełnieniu hkr

0.75hp= 2,4225 =70%

30	F1	4,19	t
	p1	5,97	1,08
35,6	F	4,82	
	p	6,21	1,20
40	F2	5,31	t
	p2	6,40	1,29

(0.7 - 1.0) ho

0,7

0.7 ho = 0,81

0,8

0.8 ho = 0,92

0,9

0.9 ho = 1,04

1,0

1.0 ho = 1,15

(0.7-0.8)hkr = 0,92

Przy napełnieniu hwyl

30	F1	4,19	t
	p1	5,97	1,08
35,6	F	4,82	
	p	6,21	1,20
40	F2	5,31	t
	p2	6,40	1,29

Vp = 3,0-3,5 m/s

1 0,63 0,7 0,44

0,7757 m = Rh oblicz.one

-0,19

<= 1,44 SPRAWDZIĆ WARUNEK

0,75

1,75 1,75

1,294

0,45149 0,95

JEŻELI

$h_{2wyl} > h_m > h_{2w}$ odskok powstaje na długości rozszerzającego się wypadu lub jego końcowym przekroju

$h_{2w} > h_m$ odskok jest odsunięty, co oznacza, że powstaje on w korycie, poniżej rozszerzonego wypadu

$hd[(V_{wyl}/V_{nr})-1] \quad 1.85h_{2w}-hd \quad = 1.5 \, hd$
 ob.prz.a) **b) = 1,61** **c) = 1,125**
 * **k = (0.6 - 0.8)** gdzie wart. mniejsze do małych zlewni

-0,24
 -0,15

Z rysunku Cada

30	4,19		
	5,97	1,077	5,18

OBLICZENIA HYDRAULICZNE

40	5,31		
	6,403	1,292	5,242