

OBLICZENIA HYDROLOGICZNO - HYDRAULICZNE

**„Rozbudowa/przebudowa drogi wojewódzkiej nr 885 Przemyśl –
Hermanowice – Granica Państwa na odcinku Przemyśl -
Hermanowice polegająca na budowie drogi dla pieszych i rowerów
wraz z rozbiórką, budową i przebudową infrastruktury technicznej,
budowli i urządzeń budowlanych”**

ZAMAWIAJĄCY:

ZARZĄD WOJEWÓDZTWA PODKARPACKIEGO

al. Łukasza Cieplińskiego 4, 35-010 Rzeszów

AUTORZY OPRACOWANIA

<i>Lp.</i>	<i>Imię i nazwisko Nr uprawnień</i>	<i>Branża</i>	<i>Podpis</i>
	mgr inż. Damian KALETA PDK/0155/POOM/07	Mostowa	

Rzeszów, lipiec 2023r.

SPIS TREŚCI:

1	WSTĘP	3
1.1	Podstawa opracowania.....	3
1.2	Przedmiot opracowania	3
1.3	Cel i zakres opracowania.....	4
2	OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO	4
3	MODEL HYDROLOGICZNY.....	4
4	SPRAWDZENIE CHARAKTERU CIEKÓW WG ROZPORZĄDZENIA [4]	5
5	MODEL HYDRAULICZNY.....	5
6	ZAŁĄCZNIKI.....	6
6.1	Mapa zlewni.....	6
6.2	Obliczenia przepływów formuła opadowa.....	6

1 Wstęp

1.1 Podstawa opracowania

Podstawą formalną opracowanie jest umowa zawarta pomiędzy PZDW w Rzeszowie, S.C. „Attila”.

Przy wykonaniu niniejszego opracowania korzystano z następujących pozycji piśmiennictwa, oraz norm:

- [1]. Szczegółowy Opis Przedmiotu Zamówienia
- [2]. Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz.U. 2021 poz. 2351 t.j. z późn zm.).
- [3]. Ustawa z dnia 20 lipca 2017r. Prawo wodne (Dz.U. 2021 poz. 2233 t.j. z późn zm.).
- [4]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U.2000 nr 63 poz. 735 z późn. zm.).
- [5]. Rozporządzenie nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dnia 16 stycznia 2014r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Górnej Wisły.
- [6]. Aktualizacja metodyki obliczania przepływów i opadów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla zlewni kontrolowanych i niekontrolowanych oraz identyfikacji modeli transformacji opadu w odpływ. KZGW, STOWARZYSZENIE HYDROLOGÓW POLSKICH, Warszawa 2017r.
- [7]. Konferencja naukowo techniczna Powódź `97 koleje-drogi-mosty. Wisła 1998r.
- [8]. Dane przestrzenne GIS

1.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania są obiekty inżynierskie w ciągu drogi wojewódzkiej nr 885 na odcinku Przemyśl - Hermanowice.



Rysunek 1 Lokalizacja obiektów.

1.3 Cel i zakres opracowania

Celem opracowania są obliczenia hydrologiczno-hydrauliczne przepustów zlokalizowanych w ciągu drogi wojewódzkiej nr 885 na odcinku Przemyśl - Hermanowice, obejmująca swoim zakresem:

- Inwentaryzację obiektów inżynierskich,
- Obliczenia hydrologiczne,
- Obliczenia hydrauliczne,

2 Opis stanu istniejącego

Na rozpatrywanym odcinku drogi wojewódzkiej zlokalizowanych jest 6 przepustów

3 Model Hydrologiczny

W modelu hydrologicznym ujęto następujące ciekі:

Tabela 1 Zestawienie cieków przekraczających drogę wojewódzką nr 894

L.p.	Nazwa ciek	Oznaczenie zlewni	Typ zlewni	km DW 885 km lokalny	km ciek
1	Rów bez nazwy	P1	niekontrolowana	0+616,56	ok. 1+290

2	Rów bez nazwy	P2	niekontrolowana	1+084,29	ok. 1+220
3	Rów bez nazwy	P3	niekontrolowana	1+348,78	ok. 1+050
4	Rów bez nazwy	P4	niekontrolowana	1+773,41	ok. 1+000
5	Rów bez nazwy	P5	niekontrolowana	1+984,05	ok. 0+500
6	Rów bez nazwy	P6	niekontrolowana	2+455,71	ok. 0+950

Dla zlewni rowów do obliczeń hydrologicznych zastosowano model pośredni w postaci formuły opadowej.

Tabela 2 Zestawienie przepływów o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia

		ZLEWNIA					
PARAMETR		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Q_{p1%}	[m ³ /s]	2.78	1.56	3.05	1.55	1.39	2.58
Q_{p0.5%}	[m ³ /s]	3.17	1.78	3.47	1.77	1.59	2.94
SSQ	[m ³ /s]	0.005	0.002	0.006	0.003	0.002	0.005

Szczegółowe obliczenia przepływów zamieszczono w załączniku.

4 Sprawdzenie charakteru cieków wg Rozporządzenia [4]

Analizowane cieki są rowami odwadniającymi i nie wykazują cech cieków naturalnych. W związku z powyższym nie sprawdzano charakteru cieków.

5 Model hydrauliczny

Ze względu na lokalizację drogi dla rowerów poniżej wylotów istniejących przepustów drogi wojewódzkiej nr 885, w celu wyeliminowania negatywnego wpływu nowych przepustów na przepusty istniejące oraz zachowania ekologicznej funkcji rowów przyjęto światła nowych przepustów analogiczne jak pod drogą wojewódzką.

L.p.	Kilometraż istniejący	Kilometraż projektowany	Przekrój istniejący	Zlewnia	Przepływ [m ³ /s]	Przekrój projektowany	UWAGI
1	0+616,56	0+616,56	150x100	P1	2,78	150x100	przejście
2	1+084,29	1+084,29	150x100	P2	1,56	150x100	przejście
3	1+348,78	1+348,78	200x100	P3	3,05	200x100	przejście
4	1+773,41	1+773,41	φ100	P4	1,55	φ100	—
5	1+984,05	1+984,05	φ100	P5	1,39	φ100	—
6	2+455,71	2+455,71	150x100	P6	2,58	150x100	przejście

W ramach przebudowy dla wszystkich przepustów przewidziano umocnienie rowów przed wlotem i za wylotem na długości min 2x szerokość przepustu (mierząc od wlotu/wylotu), np. narzut kamienny z kamienia naturalnego przy grubości warstwy min 20cm.

Rzeszów, lipiec 2023r.

6 Załączniki

- 6.1 Mapa zlewni**
- 6.2 Obliczenia przepływów formuła opadowa**
- 6.3 Obliczenia hydrauliczne przepustów**

Obliczenia hydrologiczne na podstawie formuły opadowej

$$Q_p = f \cdot F_1 \cdot \varphi \cdot H_1 \cdot A \cdot \lambda_p \cdot \delta_j$$

gdzie:

- Q_p przepływ maksymalny roczny o prawdopodobieństwie p [m³/s]
- f współ. kształtu fali, równy 0.45 na pojezierzach i 0.60 na pozostałych obszarach kraju, [-]
- F_1 maksymalny moduł odpływu jednostkowego [-]
- \bar{f} współczynnik odpływu [-]
- H_1 maksymalny opad dobowy o prawdopodobieństwie pojawiania się 1% [mm]
- A powierzchnia zlewni [km²]
- λ_p kwantyl rozkładu zmiennej [-]
- δ_j współczynnik redukcji jeziornej [-]

Hydromorfologiczna charakterystyka koryta cieku

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

gdzie:

- $L+l$ długość cieku wraz z suchą doliną do działu wodnego [km]
- m miara szorstkości koryta cieku
- I_{rl} uśredniony spadek cieku obliczyć należy według wzoru:

$$I_{rl} = 0.6 \cdot I_r \quad [‰]$$

gdzie:

- I_r spadek cieku obliczony wg wzoru:

$$I_r = \frac{W_g - W_d}{L + l} [‰]$$

gdzie:

- W_g wzniesienie działu wodnego w punkcie przecięcia się z osią suchej doliny, [m n.p.m.]
- W_d wzniesienie przekroju obliczeniowego, [m n.p.m.]

Hydromorfologiczna charakterystyka stoków

$$\Phi_s = \frac{\left(1000 \cdot \bar{l}_s\right)^{1/2}}{m_s \cdot I_s^{1/4} (\varphi \cdot H_1)^{1/2}} \quad [-]$$

gdzie:

- \bar{l}_s średnia długość stoków obliczona wg wzoru: $\bar{l}_s = \frac{1}{1.8 \cdot \rho} \quad [km]$

r gęstość sieci rzecznej obliczona jest jako iloraz sumy długości $\Sigma (L+l)$ wszystkich cieków wraz z ich suchymi dolinami i powierzchni A zlewni

$$\rho = \frac{\Sigma(L+l)}{A} \quad [km^{-1}]$$

m_s miara szorstkości stoków

I_s średni spadek stoków obliczony według wzoru:

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

Dh różnica wysokości dwóch sąsiednich warstw, [m]

Sk suma długości warstw w zlewni, [km]

t_s czas spływu po stokach w funkcji Φ_s

Φ_s	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0	15,0
t_s min	2,4	5,2	8,2	11,0	16,0	20,0	31,0	43,0	58,0	74,0	93,0	113	140	190	287

Przepływ średni roczny wg PUNZETA

$$SSQ = 10^{-3} \cdot SSq \cdot A$$

gdzie:

SSq przepływ średni roczny [m^3/s] wg wzoru: $SSq = 0,00001151 \cdot P^{2,05576} \cdot I^{0,0647} \cdot N^{-0,04435}$

A powierzchnia zlewni [km^2]

P opad średni roczny w zlewni [mm]

I spadek podłużny cieku określany wzorem [‰]

$$I = \frac{\Delta W}{L}$$

ΔW różnica wysokości pomiędzy najwyżej położonymi źródłami rzeki a profilem zamykającym w badanej zlewni [m]

L odległość od przekroju zamykającego do najdalej położonego źródła w zlewni [km]

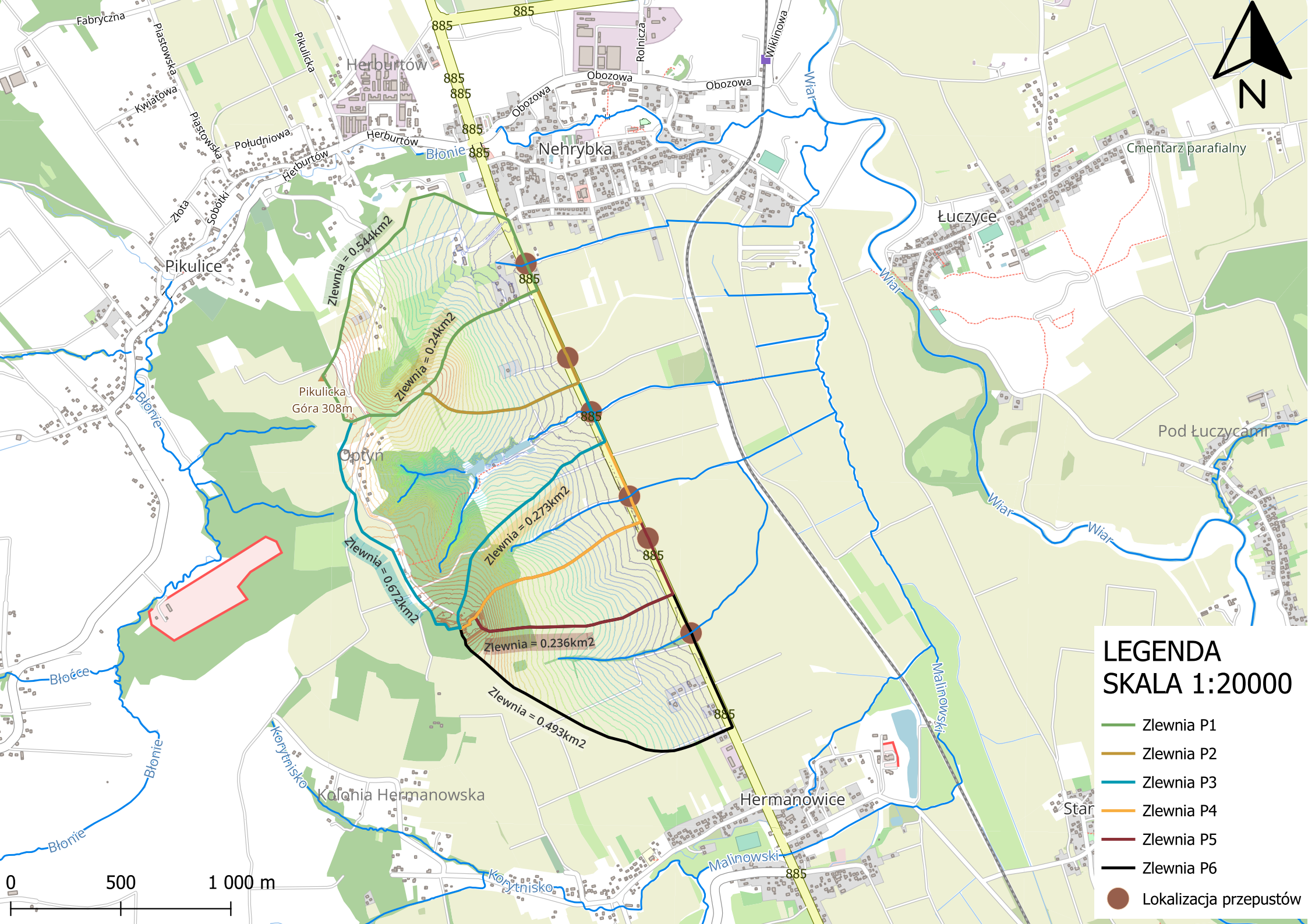
N wskaźnik nieprzepuszczalności gleb [%]

Sprawdzenie charakterystyki cieku

L.p.	PARAMETR	Zlewnia					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	A	0.544	0.24	0.672	0.273	0.236	0.493
2	Qp1%/SSQ	556	695	501	611	631	566
3	spadek	0.838	1.098	0.654	1.054	1.095	0.927
3	Potok górski	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
3	Rzeka podgórska	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE	NIE

DANE I WYNIKI OBLICZEŃ
MAKROREGION: KARPATY 2B

			ZLEWNIA					
L.P.	PARAMETR		P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	f	[-]	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
2	F ₁	[-]	0.154903	0.196863	0.137418	0.172587	0.17879	0.158757
3	f	[-]	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
4	H ₁	[mm]	100	100	100	100	100	100
5	A	[km ²]	0.544	0.24	0.672	0.273	0.236	0.493
6	λ _{p1%}	[-]	1	1	1	1	1	1
7	λ _{p0.5%}	[-]	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
8	d _j	[-]	1	1	1	1	1	1
9	L+I	[km]	1.05	0.64	1.29	0.94	0.862	1.01
10	m	[-]	9	9	9	9	9	9
11	I _{rl}	[‰]	50.29	65.91	39.26	63.26	65.71	55.60
12	I _r	[‰]	83.81	109.84	65.43	105.43	109.51	92.67
13	Wg	[m n.p.m.]	305	287	302	320	315	315
14	Wd	[m n.p.m.]	217	216.7	217.6	220.9	220.6	221.4
15	Φr	[-]	13.51	9.24	17.10	13.32	12.50	12.88
16	L _s	[km]	0.288	0.208	0.289	0.161	0.152	0.271
17	Σ(L+I)	[km]	1.05	0.64	1.29	0.94	0.862	1.01
18	r	[km ⁻¹]	1.93	2.67	1.92	3.44	3.65	2.05
19	m _s	[-]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
20	I _s	[‰]	114.89	104.17	159.97	125.46	116.53	103.96
21	Dh	[m]	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
22	Sk	[km]	25	10	43	13.7	11	20.5
23	Φs	[-]	2.79	2.44	2.58	2.05	2.02	2.78
24	t _s	[min.]	18.4	15.4	16.6	11.5	11.2	18.3
25	Q _{p1%}	[m ³ /s]	2.78	1.56	3.05	1.55	1.39	2.58
26	Q _{p0.5%}	[m ³ /s]	3.17	1.78	3.47	1.77	1.59	2.94
27	P	[mm]	700	700	700	700	700	700
28	ΔW	[m]	88	70.3	84.4	99.1	94.4	93.6
29	L	[km]	1.05	0.64	1.29	0.94	0.862	1.01
30	I	[‰]	83.81	109.84	65.43	105.43	109.51	92.67
31	N	[%]	40	40	40	40	40	40
32	SSq	[l/s*km ²]	9.19	9.35	9.04	9.33	9.35	9.25
33	SSQ	[m ³ /s]	0.005	0.002	0.006	0.003	0.002	0.005



LEGENDA SKALA 1:20000

- Zlewnia P1
- Zlewnia P2
- Zlewnia P3
- Zlewnia P4
- Zlewnia P5
- Zlewnia P6
- Lokalizacja przepustów

Obiekt Przepust P1

OBLICZENIA HYDROLOGICZNO-HYDRAULICZNE PRZEPUSTÓW

LITERATURA:

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).
2. Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97
"Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.
3. Jerzy Ratomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000
4. Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami
GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.
5. Roman Edel "odwodnienie dróg" Wydawnictwa Komunikacji i Łączności - Warszawa 2000r.
6. Rozporządzenie Nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Goporaki Wodnej w Krakowie

DANE HYDROLOGICZNE

$$Q_m := 2.78 \cdot \frac{m^3}{s} = 2780.000 \cdot \frac{dm^3}{s}$$

OBLICZENIA HYDRAULICZNE

Dane:

Charakterystyka przeszkody i terenu:

- rzędna korony przeszkody na skrzyżowaniu z ciekim wodnym:

$$R_k := 219.09m$$

- przyjęta rzędna dna cieku przed wlotem i wylotem przepustu:

$$R_{d_g} := 217.09m \quad \text{rzędna wlotu}$$

$$R_{d_d} := 217.02m \quad \text{rzędna wylotu}$$

Charakterystyka cieku :

(przekrój poprzeczny cieku zbliżony do trapezu)

- szerokość dna cieku:

$$b_g := 1.5 \cdot m \quad \text{przy wlocie}$$

$$b_d := 1.5m \quad \text{przy wylocie}$$

- nachylenie skarp cieku 1:md:

$$m_g := 1.5 \quad \text{przy wlocie}$$

$$m_d := 1.5 \quad \text{przy wylocie}$$

- współczynnik szorstkości koryta: (ziemne, pogłębione, czyszczone)

$$n_g := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot s \right)$$

$$n_d := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot s \right)$$

- spadek podłużny przed przepustem:

$i_g := 1.4\%$ przed przepustem

$i_d := 1.4\%$ za przepustem

- przepływ miarodajny: $Q_m = 2.780 \cdot \frac{m^3}{s}$

Obliczenia hydrauliczne ciekłu :

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_g = 0.665 \text{ m}$$

$$h_d = 0.665 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody (wg wzoru):

$$B(h) = b + 2 \cdot m \cdot h \dots (1)$$

$$B_g(h_g) = 3.494 \text{ m}$$

$$B_d(h_d) = 3.494 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F(h) = h \cdot (b + m \cdot h) \dots (2)$$

$$F_g(h_g) = 1.660 \text{ m}^{2.000}$$

$$F_d(h_d) = 1.660 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony (wg wzoru):

$$Oz(h) = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2} \dots (3)$$

$$Oz_g(h_g) = 3.897 \text{ m}$$

$$Oz_d(h_d) = 3.897 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny (wg wzoru):

$$Rh(h) = \frac{F(h)}{Oz(h)} \dots (4)$$

$$Rh_g(h_g) = 0.426 \text{ m}$$

$$Rh_d(h_d) = 0.426 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu (wg wzoru):

$$v(h) = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \dots (5)$$

$$v_g(h_g) = 1.675 \frac{m}{s}$$

$$v_d(h_d) = 1.675 \frac{m}{s}$$

- natężenie przepływu (wg wzoru):

$$Q(h) = F(h) \cdot v(h) \dots (6)$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_g(h_g) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_g(h_g) = 2.780 \cdot \frac{m^3}{s}$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_d(h_d) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_d(h_d) = 2.780 \cdot \frac{m^3}{s}$$

$$Q_m = 2.780 \cdot \frac{m^3}{s}$$

Podstawowe wymiary przepustu:

(przepust żelbetowy o przekroju prostokątnym)

- szerokość przepustu

$$b_p := 1.5\text{m}$$

- wysokość przepustu

$$h_p := 1\text{m}$$

- całkowita długość przepustu

$$L_p := 5\text{m}$$

- spadek podłużny przepustu:

$$i_p := 1.4\%$$

- całkowita powierzchnia przekroju przepustu

$$F_{p.c} := b_p \cdot h_p$$

$$F_{p.c} = 1.50\text{m}^{2.00}$$

- całkowity obwód przepustu

$$Oz_{p.c} := 2 \cdot (b_p + h_p)$$

$$Oz_{p.c} = 5.00\text{m}$$

- współczynnik szorstkości przepustu: (betonowe)

$$n_p := 0.015 \cdot \left(m^{\frac{-1}{3}} \cdot s \right)$$

- przepływ miarodajny: $Q_m = 2.780 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Obliczenia hydrauliczne przepustu:

(wzniesienie linii energii określono metodą kolejnych przybliżeń do uzyskania zdolności przepustowej różniące się do 2% od przepływu miarodajnego)

$$H = 1.100\text{m}$$

- korekta wysokości zwierciadła wody ze względu na straty na długości przepustu:

$$H_{ww} := \max \left[H + (0.05 \cdot L_p - h_p) \cdot \left(\frac{H}{h_p} \right)^2, H \right]$$

$$H = 1.100\text{m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F_g(H) = 3.465\text{m}^{2.000}$$

- prędkość dopływającej wody:

$$v_0 := \frac{Q_m}{F_d(H)}$$

$$v_0 = 0.802 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- współczynnik energii kinetycznej (Saint-Venanta):

$$\alpha_0 := 1.10$$

- wysokość energii strumienia spiętrzonego:

$$H_0 := H + \frac{\alpha_0 \cdot v_0^2}{2g}$$

$$H_0 = 1.136 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody przed przepustem

$$B_d(H) = 4.800 \text{ m}$$

Przekrój poprzeczny przepustu	Oznaczenie współ.	Wartość współczynników dla wlotu					
		Portal-owego	Kołnier-owego	Rozchylonego			
				0	10	20	30-45
prostokątny	m	0.32	0.315	0.34	0.36	0.36	0.35
	epsilon	0.74	0.74	0.83	0.76	0.78	0.81
	mi	0.62	0.58	0.61	0.61	0.64	0.68
kołowy	m	0.31	0.31	0.32	0.33	0.33	0.33
	epsilon	0.79	0.75	0.79	0.79	0.79	0.79
	mi	0.65	0.62	0.58	0.66	0.69	0.70

- współczynnik wydatku (dla pełnego dławienia bocznego):

$$m_t' := 0.34$$

- pole przekroju strumienia przed przepustem przy rzędnej spiętrzonej (wg wzoru 2):

$$F_g(H) = 3.465 \text{ m}^{2.000}$$

- pole przekroju wlotu przewodu przepustu przy rzędnej spiętrzonej:

$$F_p(H) = 1.500 \text{ m}^{2.000}$$

- współczynnik wydatku (z uwzględnieniem częściowego dławienia bocznego):

$$m_t := m_t' + \frac{0.385 - m_t'}{3F_g(H) - 2F_p(H)} \cdot F_p(H)$$

$$m_t = 0.349$$

- zdolność przepustowa:

$$Q_{p'} := m_t \cdot b_p \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{p'} = 2.809 \frac{\text{m}^{3.000}}{\text{s}}$$

warunek $(98\% \cdot Q_m < Q_{p'} < Q_m \cdot 102\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_m = 2.780 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- wysokość krytyczna wody w przepuście:

$$h_{kr} := \sqrt[3]{\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g \cdot b_p^2}}$$

$$h_{kr} = 0.728 \text{ m}$$

$$h_d = 0.665 \text{ m}$$

- spadek krytyczny:

$$i_{kr}(h) := \left(\frac{g \cdot Oz_p(h) \cdot \eta_p^2}{\alpha_0 \cdot b_p \cdot Rh_p(h)^{\frac{1}{3}}} \right)$$

$$i_{kr}(h_{kr}) = 0.551 \cdot \%$$

- prędkość w przewodzie:

$$v_{p'} := \frac{Q_m}{h_{kr} \cdot b_p}$$

$$v_{p'} = 2.547 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{wylot} := \begin{cases} \text{"niezatopiony"} & \text{if } (h_d \leq 1.25h_{kr}) \\ \text{"zatopiony"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"niezatopiony"}$$

$$\text{Przypadek}_{lp} := \begin{cases} \text{"Lp1"} & \text{if } i_p < i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \\ \text{"Lp2"} & \text{if } i_p \geq i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \end{cases} = \text{"Lp2"}$$

Lp.	Warunki przepływu w przewodzie przepustu	Warunki przepływu na wylocie	Spadek dna przepustu	Głębokość na wylocie h_{wyl}
1	Przepływ niepełnym przekrojem (o swobodnym zwierciadle wody w przewodzie)	niezatopiony	$i_p < i_{kr}$	$(0.7-0.8) \times h_{kr}$
2			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
3		zatopiony	$i_p < i_{kr}$	h_d
4			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
5	Przepływ niepełnym przekrojem (pod ciśnieniem)	niezatopiony	-	$0.85 \times h_p$
6		zatopiony	-	h_p

Parametry w ruchu jednostajnym w przewodzie:

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_o = 0.517 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody:

$$B_p(h_o) = 1.500 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia:

$$F_p(h_o) = 0.776 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony:

$$Oz_p(h_o) = 2.535 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny:

$$Rh_p(h_o) = 0.306 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu:

$$v_p(h_o) = 3.583 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- natężenie przepływu:

$$\text{warunek}(99\% \cdot Q_m < Q_p(h_o) < Q_m \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$$

- głębokość wylotowa:

$$h_{\text{wyl}} := \begin{cases} 0.75 \cdot h_{kr} & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp1"} \\ 1 \cdot h_o & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp2"} \end{cases}$$

$$Q_m = 2.780 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_p(h_o) = 2.780 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$h_{\text{wyl}} = 0.517 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia na wylocie:

$$F_{\text{wyl}} := h_{\text{wyl}} \cdot b_p$$

$$F_{\text{wyl}} = 0.776 \text{ m}^{2.000}$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{\text{wyl}} := \frac{Q_m}{F_{\text{wyl}}}$$

$$v_{\text{wyl}} = 3.583 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Dobór kształtów i wymiarów wypadu:

- wysokość porównawcza:

$$h_1 = 0.593 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody za przepustem:

$$B_d(h_1) = 3.279 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia za przepustem:

$$F_d(h_1) = 1.416 \text{ m}^{2.000}$$

$$\text{warunek} \left(99\% \cdot \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} < \frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} < \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} \cdot 101\% \right) = \text{"warunek spełniony"}$$

$$\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} = 0.8669 \text{ m}^{5.0000}$$

$$\frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} = 0.8669 \text{ m}^{5.0000}$$

$$\text{ruch_w_korycie} := \text{if}(h_1 < h_d, \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}, \text{"w korycie panuje ruch rwący"})$$

$$\text{ruch_w_korycie} = \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}$$

- liczba Froude'a w przekroju wylotowym:

$$\boxed{Fr_{wyl} := \frac{v_{wyl}^2}{g \cdot h_{wyl}} = 2.531} \quad Fr_d := \frac{v_{d1}^2}{g \cdot h_d} = 0.430$$

- kąt teoretycznego rozchodzenia się strumienia za wylotem

$$\beta_{ww} := \operatorname{atan}\left(\frac{1}{0.30 \cdot Fr_{wyl} + 0.54}\right) = 37.585 \cdot \text{deg} \quad \text{dla ruchu rwącego}$$

$$\beta_{ww} := 2 \cdot \text{deg}$$

dla ruchu spokojnego (wykres Serenkowa)

- szerokość umocnień

$$B_w := 1.5 \text{ m}$$

- orientacyjna długość wypadu:

$$L_w := \frac{B_w - b_p}{2 \tan(\beta)} \quad L_w = 0.000 \text{ m}$$

Obliczenie odskoku hydraulicznego:

$$\boxed{h_{2wyl} := \frac{h_{wyl}}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot b_p^2 \cdot h_{wyl}^3}} - 1 \right)} \quad h_{2wyl} = 0.933 \text{ m}$$

- zakładać do spełnienia równania:

$$\boxed{h_w = 0.562 \text{ m}}$$

$$\boxed{E_{wyl} := h_{wyl} + \frac{v_{wyl}^2}{2g}} \quad E_{wyl} = 1.172 \text{ m}$$

$$\boxed{E_w := h_w + \frac{\alpha_0 Q_m^2}{2 \cdot g \cdot h_w^2 \cdot B_w^2}} \quad E_w = 1.172 \text{ m}$$

warunek $(99\% \cdot E_{wyl} < E_w < E_{wyl} \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$\boxed{h_{2w} := \frac{h_w}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot B_w^2 \cdot h_w^3}} - 1 \right)} \quad h_{2w} = 0.870 \text{ m}$$

przypadek $(h_{2wyl}, h_d, h_{2w}) = \text{"odskok jest odsunięty"}$

Umocnienie poniżej przepustu (wylot przepustu):

(umocnienie cieków należy wykonać już przy 20% większej prędkości wylotowej niż prędkość rozmywająca (wg rozporządzenia mostowego pkt. 2. ustęp 50))

- prędkość nierozmywająca dla glin

$$v_{nr} := 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{wyl} = 3.583 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$1.2 \cdot v_{nr} = 0.960 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

warunek($v_{wyl} > 120\% \cdot v_{nr}$) = "warunek spełniony"

Umocnić = "Należy zaprojektować umocnienie"

- długość umocnienia koryta cieków poniżej przepustu ($L_u = (2 \div 3)b_p$); i większe $L_w = 0.000 \text{ m}$

$$L_u := \max(2b_p, L_w)$$

$$L_u = 3.000 \text{ m}$$

- prędkość obliczeniowa:

$$v_{obl} := 1.15 \cdot v_{wyl}$$

$$v_{obl} = 4.120 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Umocnienie należy wykonać na długości min $L_u = 3.000 \text{ m}$ jako umocnienie zastosowano:

narzut kamienny gr. 20cm.

Obiekt Przepust P2

OBLICZENIA HYDROLOGICZNO-HYDRAULICZNE PRZEPUSTÓW

LITERATURA:

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).
2. Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97
"Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.
3. Jerzy Ratomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000
4. Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami
GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.
5. Roman Edel "odwodnienie dróg" Wydawnictwa Komunikacji i Łączności - Warszawa 2000r.
6. Rozporządzenie Nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Goporaki Wodnej w Krakowie

DANE HYDROLOGICZNE

$$Q_m := 1.56 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 1560.000 \cdot \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

OBLICZENIA HYDRAULICZNE

Dane:

Charakterystyka przeszkody i terenu:

- rzędna korony przeszkody na skrzyżowaniu z ciekim wodnym:

$$R_k := 218.34\text{m}$$

- przyjęta rzędna dna cieku przed wlotem i wylotem przepustu:

$$R_{d_g} := 216.73\text{m} \quad \text{rzędna wlotu}$$

$$R_{d_d} := 216.63\text{m} \quad \text{rzędna wylotu}$$

Charakterystyka cieku :

(przekrój poprzeczny cieku zbliżony do trapezu)

- szerokość dna cieku:

$$b_g := 1.5 \cdot \text{m} \quad \text{przy wlocie}$$

$$b_d := 1.5\text{m} \quad \text{przy wylocie}$$

- nachylenie skarp cieku 1:md:

$$m_g := 1.5 \quad \text{przy wlocie}$$

$$m_d := 1.5 \quad \text{przy wylocie}$$

- współczynnik szorstkości koryta: (ziemne, pogłębione, czyszczone)

$$n_g := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot s \right)$$

$$n_d := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot s \right)$$

- spadek podłużny przed przepustem:

$i_g := 1.9\%$ przed przepustem

$i_d := 1.9\%$ za przepustem

- przepływ miarodajny: $Q_m = 1.560 \cdot \frac{m^3}{s}$

Obliczenia hydrauliczne ciekłu :

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_g = 0.451 \text{ m}$$

$$h_d = 0.451 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody (wg wzoru):

$$B(h) = b + 2 \cdot m \cdot h \dots (1)$$

$$B_g(h_g) = 2.852 \text{ m}$$

$$B_d(h_d) = 2.852 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F(h) = h \cdot (b + m \cdot h) \dots (2)$$

$$F_g(h_g) = 0.980 \text{ m}^{2.000}$$

$$F_d(h_d) = 0.980 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony (wg wzoru):

$$Oz(h) = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2} \dots (3)$$

$$Oz_g(h_g) = 3.125 \text{ m}$$

$$Oz_d(h_d) = 3.125 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny (wg wzoru):

$$Rh(h) = \frac{F(h)}{Oz(h)} \dots (4)$$

$$Rh_g(h_g) = 0.314 \text{ m}$$

$$Rh_d(h_d) = 0.314 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu (wg wzoru):

$$v(h) = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \dots (5)$$

$$v_g(h_g) = 1.591 \frac{m}{s}$$

$$v_d(h_d) = 1.591 \frac{m}{s}$$

- natężenie przepływu (wg wzoru):

$$Q(h) = F(h) \cdot v(h) \dots (6)$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_g(h_g) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_g(h_g) = 1.560 \cdot \frac{m^3}{s}$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_d(h_d) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_d(h_d) = 1.560 \cdot \frac{m^3}{s}$$

$$Q_m = 1.560 \cdot \frac{m^3}{s}$$

Podstawowe wymiary przepustu:

(przepust żelbetowy o przekroju prostokątnym)

- szerokość przepustu

$$b_p := 1.5\text{m}$$

- wysokość przepustu

$$h_p := 1\text{m}$$

- całkowita długość przepustu

$$L_p := 5\text{m}$$

- spadek podłużny przepustu:

$$i_p := 1.9\%$$

- całkowita powierzchnia przekroju przepustu

$$F_{p.c} := b_p \cdot h_p$$

$$F_{p.c} = 1.50\text{m}^{2.00}$$

- całkowity obwód przepustu

$$Oz_{p.c} := 2 \cdot (b_p + h_p)$$

$$Oz_{p.c} = 5.00\text{m}$$

- współczynnik szorstkości przepustu: (betonowe)

$$n_p := 0.015 \cdot \left(m^{\frac{-1}{3}} \cdot s \right)$$

- przepływ miarodajny: $Q_m = 1.560 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Obliczenia hydrauliczne przepustu:

(wzniesienie linii energii określono metodą kolejnych przybliżeń do uzyskania zdolności przepustowej różniące się do 2% od przepływu miarodajnego)

$$H = 0.720\text{m}$$

- korekta wysokości zwierciadła wody ze względu na straty na długości przepustu:

$$H_{ww} := \max \left[H + (0.05 \cdot L_p - h_p) \cdot \left(\frac{H}{h_p} \right)^2, H \right]$$

$$H = 0.720\text{m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F_g(H) = 1.858\text{m}^{2.000}$$

- prędkość dopływającej wody:

$$v_0 := \frac{Q_m}{F_d(H)}$$

$$v_0 = 0.840 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- współczynnik energii kinetycznej (Saint-Venanta):

$$\alpha_0 := 1.10$$

- wysokość energii strumienia spiętrzonego:

$$H_0 := H + \frac{\alpha_0 \cdot v_0^2}{2g}$$

$$H_0 = 0.760 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody przed przepustem

$$B_d(H) = 3.660 \text{ m}$$

Przekrój poprzeczny przepustu	Oznaczenie współ.	Wartość współczynników dla wlotu					
		Portal-owego	Kołnier-owego	Rozchylonego			
				0	10	20	30-45
prostokątny	m	0.32	0.315	0.34	0.36	0.36	0.35
	epsilon	0.74	0.74	0.83	0.76	0.78	0.81
	mi	0.62	0.58	0.61	0.61	0.64	0.68
kołowy	m	0.31	0.31	0.32	0.33	0.33	0.33
	epsilon	0.79	0.75	0.79	0.79	0.79	0.79
	mi	0.65	0.62	0.58	0.66	0.69	0.70

- współczynnik wydatku (dla pełnego dławienia bocznego):

$$m_t' := 0.34$$

- pole przekroju strumienia przed przepustem przy rzędnej spiętrzonej (wg wzoru 2):

$$F_g(H) = 1.858 \text{ m}^{2.000}$$

- pole przekroju wlotu przewodu przepustu przy rzędnej spiętrzonej:

$$F_p(H) = 1.080 \text{ m}^{2.000}$$

- współczynnik wydatku (z uwzględnieniem częściowego dławienia bocznego):

$$m_t := m_t' + \frac{0.385 - m_t'}{3F_g(H) - 2F_p(H)} \cdot F_p(H)$$

$$m_t = 0.354$$

- zdolność przepustowa:

$$Q_{p'} := m_t \cdot b_p \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{p'} = 1.558 \frac{\text{m}^{3.000}}{\text{s}}$$

warunek $(98\% \cdot Q_m < Q_{p'} < Q_m \cdot 102\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_m = 1.560 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- wysokość krytyczna wody w przepuście:

$$h_{kr} := \sqrt[3]{\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g \cdot b_p^2}}$$

$$h_{kr} = 0.495 \text{ m}$$

$$h_d = 0.451 \text{ m}$$

- spadek krytyczny:

$$i_{kr}(h) := \left(\frac{g \cdot Oz_p(h) \cdot \eta_p^2}{\alpha_0 \cdot b_p \cdot Rh_p(h)^{\frac{1}{3}}} \right)$$

$$i_{kr}(h_{kr}) = 0.498 \cdot \%$$

- prędkość w przewodzie:

$$v_{p'} := \frac{Q_m}{h_{kr} \cdot b_p}$$

$$v_{p'} = 2.101 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{wylot} := \begin{cases} \text{"niezatopiony"} & \text{if } (h_d \leq 1.25h_{kr}) \\ \text{"zatopiony"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"niezatopiony"}$$

$$\text{Przypadek}_{lp} := \begin{cases} \text{"Lp1"} & \text{if } i_p < i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \\ \text{"Lp2"} & \text{if } i_p \geq i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \end{cases} = \text{"Lp2"}$$

Lp.	Warunki przepływu w przewodzie przepustu	Warunki przepływu na wylocie	Spadek dna przepustu	Głębokość na wylocie h_{wyl}
1	Przepływ niepełnym przekrojem (o swobodnym zwierciadle wody w przewodzie)	niezatopiony	$i_p < i_{kr}$	$(0.7-0.8) \times h_{kr}$
2			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
3		zatopiony	$i_p < i_{kr}$	h_d
4			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
5	Przepływ niepełnym przekrojem (pod ciśnieniem)	niezatopiony	-	$0.85 \times h_p$
6		zatopiony	-	h_p

Parametry w ruchu jednostajnym w przewodzie:

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_o = 0.311 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody:

$$B_p(h_o) = 1.500 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia:

$$F_p(h_o) = 0.466 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony:

$$Oz_p(h_o) = 2.122 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny:

$$Rh_p(h_o) = 0.220 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu:

$$v_p(h_o) = 3.346 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- natężenie przepływu:

$$\text{warunek}(99\% \cdot Q_m < Q_p(h_o) < Q_m \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$$

$$Q_m = 1.560 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_p(h_o) = 1.560 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- głębokość wylotowa:

$$h_{\text{wyl}} := \begin{cases} 0.75 \cdot h_{kr} & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp1"} \\ 1 \cdot h_o & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp2"} \end{cases}$$

$$h_{\text{wyl}} = 0.311 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia na wylocie:

$$F_{\text{wyl}} := h_{\text{wyl}} \cdot b_p$$

$$F_{\text{wyl}} = 0.466 \text{ m}^{2.000}$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{\text{wyl}} := \frac{Q_m}{F_{\text{wyl}}}$$

$$v_{\text{wyl}} = 3.346 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Dobór kształtów i wymiarów wypadu:

- wysokość porównawcza:

$$h_1 = 0.426 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody za przepustem:

$$B_d(h_1) = 2.779 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia za przepustem:

$$F_d(h_1) = 0.912 \text{ m}^{2.000}$$

$$\text{warunek} \left(99\% \cdot \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} < \frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} < \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} \cdot 101\% \right) = \text{"warunek spełniony"}$$

$$\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} = 0.2730 \text{ m}^{5.0000} \quad \frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} = 0.2730 \text{ m}^{5.0000}$$

$$\text{ruch_w_korycie} := \text{if}(h_1 < h_d, \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}, \text{"w korycie panuje ruch rwący"})$$

$$\text{ruch_w_korycie} = \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}$$

- liczba Froude'a w przekroju wylotowym:

$$\boxed{Fr_{wyl} := \frac{v_{wyl}^2}{g \cdot h_{wyl}} = 3.674} \quad Fr_d := \frac{v_{d1}^2}{g \cdot h_d} = 0.573$$

- kąt teoretycznego rozchodzenia się strumienia za wylotem

$$\beta_{ww} := \operatorname{atan}\left(\frac{1}{0.30 \cdot Fr_{wyl} + 0.54}\right) = 31.340 \cdot \text{deg}$$

dla ruchu
rwącego

$$\beta_{ww} := 2 \cdot \text{deg}$$

dla ruchu spokojnego (wykres Serenkowa)

- szerokość umocnień

$$B_w := 1.5 \text{ m}$$

- orientacyjna długość wypadu:

$$L_w := \frac{B_w - b_p}{2 \tan(\beta)}$$

$$L_w = 0.000 \text{ m}$$

Obliczenie odskoku hydraulicznego:

$$\boxed{h_{2wyl} := \frac{h_{wyl}}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot b_p^2 \cdot h_{wyl}^3}} - 1 \right)}$$

$$h_{2wyl} = 0.701 \text{ m}$$

- zakładać do spełnienia równania:

$$\boxed{h_w = 0.332 \text{ m}}$$

$$\boxed{E_{wyl} := h_{wyl} + \frac{v_{wyl}^2}{2g}}$$

$$E_{wyl} = 0.882 \text{ m}$$

$$\boxed{E_w := h_w + \frac{\alpha_0 Q_m^2}{2 \cdot g \cdot h_w^2 \cdot B_w^2}}$$

$$E_w = 0.882 \text{ m}$$

warunek $(99\% \cdot E_{wyl} < E_w < E_{wyl} \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$\boxed{h_{2w} := \frac{h_w}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot B_w^2 \cdot h_w^3}} - 1 \right)}$$

$$h_{2w} = 0.665 \text{ m}$$

przypadek $(h_{2wyl}, h_d, h_{2w}) = \text{"odskok jest odsunięty"}$

Umocnienie poniżej przepustu (wylot przepustu):

(umocnienie cieku należy wykonać już przy 20% większej prędkości wylotowej niż prędkość rozmywająca (wg rozporządzenia mostowego pkt. 2. ustęp 50))

- prędkość nierozmywająca dla glin

$$v_{nr} := 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{wyl} = 3.346 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$1.2 \cdot v_{nr} = 0.960 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

warunek($v_{wyl} > 120\% \cdot v_{nr}$) = "warunek spełniony"

Umocnić = "Należy zaprojektować umocnienie"

- długość umocnienia koryta cieku poniżej przepustu ($L_u = (2 \div 3)b_p$); i większe $L_w = 0.000 \text{ m}$

$$L_u := \max(2b_p, L_w)$$

$$L_u = 3.000 \text{ m}$$

- prędkość obliczeniowa:

$$v_{obl} := 1.15 \cdot v_{wyl}$$

$$v_{obl} = 3.848 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Umocnienie należy wykonać na długości min $L_u = 3.000 \text{ m}$ jako umocnienie zastosowano:

narzut kamienny gr. 20cm.

Obiekt Przepust P3

OBLICZENIA HYDROLOGICZNO-HYDRAULICZNE PRZEPUSTÓW

LITERATURA:

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).
2. Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97
"Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.
3. Jerzy Ratomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000
4. Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami
GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.
5. Roman Edel "odwodnienie dróg" Wydawnictwa Komunikacji i Łączności - Warszawa 2000r.
6. Rozporządzenie Nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Goporaki Wodnej w Krakowie

DANE HYDROLOGICZNE

$$Q_m := 3.05 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 3050.000 \cdot \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

OBLICZENIA HYDRAULICZNE

Dane:

Charakterystyka przeszkody i terenu:

- rzędna korony przeszkody na skrzyżowaniu z ciekim wodnym:

$$R_k := 219.85\text{m}$$

- przyjęta rzędna dna cieku przed wlotem i wylotem przepustu:

$$R_{d_g} := 217.61\text{m} \quad \text{rzędna wlotu}$$

$$R_{d_d} := 217.51\text{m} \quad \text{rzędna wylotu}$$

Charakterystyka cieku :

(przekrój poprzeczny cieku zbliżony do trapezu)

- szerokość dna cieku:

$$b_g := 1.5 \cdot \text{m} \quad \text{przy wlocie}$$

$$b_d := 1.5\text{m} \quad \text{przy wylocie}$$

- nachylenie skarp cieku 1:md:

$$m_g := 1.5 \quad \text{przy wlocie}$$

$$m_d := 1.5 \quad \text{przy wylocie}$$

- współczynnik szorstkości koryta: (ziemne, pogłębione, czyszczone)

$$n_g := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot \text{s} \right)$$

$$n_d := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot \text{s} \right)$$

- spadek podłużny przed przepustem:

$i_g := 1.7\%$ przed przepustem

$i_d := 1.7\%$ za przepustem

- przepływ miarodajny: $Q_m = 3.050 \cdot \frac{m^3}{s}$

Obliczenia hydrauliczne ciekłu :

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_g = 0.663 \text{ m}$$

$$h_d = 0.663 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody (wg wzoru):

$$B(h) = b + 2 \cdot m \cdot h \dots (1)$$

$$B_g(h_g) = 3.490 \text{ m}$$

$$B_d(h_d) = 3.490 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F(h) = h \cdot (b + m \cdot h) \dots (2)$$

$$F_g(h_g) = 1.655 \text{ m}^{2.000}$$

$$F_d(h_d) = 1.655 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony (wg wzoru):

$$Oz(h) = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2} \dots (3)$$

$$Oz_g(h_g) = 3.891 \text{ m}$$

$$Oz_d(h_d) = 3.891 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny (wg wzoru):

$$Rh(h) = \frac{F(h)}{Oz(h)} \dots (4)$$

$$Rh_g(h_g) = 0.425 \text{ m}$$

$$Rh_d(h_d) = 0.425 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu (wg wzoru):

$$v(h) = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \dots (5)$$

$$v_g(h_g) = 1.843 \frac{m}{s}$$

$$v_d(h_d) = 1.843 \frac{m}{s}$$

- natężenie przepływu (wg wzoru):

$$Q(h) = F(h) \cdot v(h) \dots (6)$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_g(h_g) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_g(h_g) = 3.050 \cdot \frac{m^3}{s}$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_d(h_d) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_d(h_d) = 3.050 \cdot \frac{m^3}{s}$$

$$Q_m = 3.050 \cdot \frac{m^3}{s}$$

Podstawowe wymiary przepustu:

(przepust żelbetowy o przekroju prostokątnym)

- szerokość przepustu

$$b_p := 2.0\text{m}$$

- wysokość przepustu

$$h_p := 1.5\text{m}$$

- całkowita długość przepustu

$$L_p := 5.7\text{m}$$

- spadek podłużny przepustu:

$$i_p := 1.7\%$$

- całkowita powierzchnia przekroju przepustu

$$F_{p.c} := b_p \cdot h_p$$

$$F_{p.c} = 3.00\text{m}^{2.00}$$

- całkowity obwód przepustu

$$Oz_{p.c} := 2 \cdot (b_p + h_p)$$

$$Oz_{p.c} = 7.00\text{m}$$

- współczynnik szorstkości przepustu: (betonowe)

$$n_p := 0.015 \cdot \left(m^{\frac{-1}{3}} \cdot s \right)$$

- przepływ miarodajny: $Q_m = 3.050 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ **Obliczenia hydrauliczne przepustu:**

(wzniesienie linii energii określono metodą kolejnych przybliżeń do uzyskania zdolności przepustowej różniące się do 2% od przepływu miarodajnego)

$$H = 0.900\text{m}$$

- korekta wysokości zwierciadła wody ze względu na straty na długości przepustu:

$$H_{ww} := \max \left[H + (0.05 \cdot L_p - h_p) \cdot \left(\frac{H}{h_p} \right)^2, H \right]$$

$$H = 0.900\text{m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F_g(H) = 2.565\text{m}^{2.000}$$

- prędkość dopływającej wody:

$$v_0 := \frac{Q_m}{F_d(H)}$$

$$v_0 = 1.189 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- współczynnik energii kinetycznej (Saint-Venanta):

$$\alpha_0 := 1.10$$

- wysokość energii strumienia spiętrzonego:

$$H_0 := H + \frac{\alpha_0 \cdot v_0^2}{2g}$$

$$H_0 = 0.979 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody przed przepustem

$$B_d(H) = 4.200 \text{ m}$$

Przekrój poprzeczny przepustu	Oznaczenie współ.	Wartość współczynników dla wlotu					
		Portal-owego	Kołnier-owego	Rozchylonego			
				0	10	20	30-45
prostokątny	m	0.32	0.315	0.34	0.36	0.36	0.35
	epsilon	0.74	0.74	0.83	0.76	0.78	0.81
	mi	0.62	0.58	0.61	0.61	0.64	0.68
kołowy	m	0.31	0.31	0.32	0.33	0.33	0.33
	epsilon	0.79	0.75	0.79	0.79	0.79	0.79
	mi	0.65	0.62	0.58	0.66	0.69	0.70

- współczynnik wydatku (dla pełnego dławienia bocznego):

$$m_t' := 0.34$$

- pole przekroju strumienia przed przepustem przy rzędnej spiętrzonej (wg wzoru 2):

$$F_g(H) = 2.565 \text{ m}^{2.000}$$

- pole przekroju wlotu przewodu przepustu przy rzędnej spiętrzonej:

$$F_p(H) = 1.800 \text{ m}^{2.000}$$

- współczynnik wydatku (z uwzględnieniem częściowego dławienia bocznego):

$$m_t := m_t' + \frac{0.385 - m_t'}{3F_g(H) - 2F_p(H)} \cdot F_p(H)$$

$$m_t = 0.360$$

- zdolność przepustowa:

$$Q_{p'} := m_t \cdot b_p \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{p'} = 3.088 \frac{\text{m}^{3.000}}{\text{s}}$$

warunek $(98\% \cdot Q_m < Q_{p'} < Q_m \cdot 102\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_m = 3.050 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- wysokość krytyczna wody w przepuście:

$$h_{kr} := \sqrt[3]{\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g \cdot b_p^2}}$$

$$h_{kr} = 0.639 \text{ m}$$

$$h_d = 0.663 \text{ m}$$

- spadek krytyczny:

$$i_{kr}(h) := \left(\frac{g \cdot Oz_p(h) \cdot \eta_p^2}{\alpha_0 \cdot b_p \cdot Rh_p(h)^{\frac{1}{3}}} \right)$$

$$i_{kr}(h_{kr}) = 0.450 \cdot \%$$

- prędkość w przewodzie:

$$v_{p'} := \frac{Q_m}{h_{kr} \cdot b_p}$$

$$v_{p'} = 2.387 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{wylot} := \begin{cases} \text{"niezatopiony"} & \text{if } (h_d \leq 1.25h_{kr}) \\ \text{"zatopiony"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"niezatopiony"}$$

$$\text{Przypadek}_{lp} := \begin{cases} \text{"Lp1"} & \text{if } i_p < i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \\ \text{"Lp2"} & \text{if } i_p \geq i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \end{cases} = \text{"Lp2"}$$

Lp.	Warunki przepływu w przewodzie przepustu	Warunki przepływu na wylocie	Spadek dna przepustu	Głębokość na wylocie h_{wyl}
1	Przepływ niepełnym przekrojem (o swobodnym zwierciadle wody w przewodzie)	niezatopiony	$i_p < i_{kr}$	$(0.7-0.8) \times h_{kr}$
2			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
3		zatopiony	$i_p < i_{kr}$	h_d
4			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
5	Przepływ niepełnym przekrojem (pod ciśnieniem)	niezatopiony	-	$0.85 \times h_p$
6		zatopiony	-	h_p

Parametry w ruchu jednostajnym w przewodzie:

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_o = 0.403 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody:

$$B_p(h_o) = 2.000 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia:

$$F_p(h_o) = 0.806 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony:

$$Oz_p(h_o) = 2.806 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny:

$$Rh_p(h_o) = 0.287 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu:

$$v_p(h_o) = 3.784 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- natężenie przepływu:

$$\text{warunek}(99\% \cdot Q_m < Q_p(h_o) < Q_m \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$$

- głębokość wylotowa:

$$h_{\text{wyl}} := \begin{cases} 0.75 \cdot h_{kr} & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp1"} \\ 1 \cdot h_o & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp2"} \end{cases}$$

- powierzchnia przekroju strumienia na wylocie:

$$F_{\text{wyl}} := h_{\text{wyl}} \cdot b_p$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{\text{wyl}} := \frac{Q_m}{F_{\text{wyl}}}$$

$$Q_m = 3.050 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_p(h_o) = 3.050 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$h_{\text{wyl}} = 0.403 \text{ m}$$

$$F_{\text{wyl}} = 0.806 \text{ m}^{2.000}$$

$$v_{\text{wyl}} = 3.784 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Dobór kształtów i wymiarów wypadu:

- wysokość porównawcza:

$$h_1 = 0.624 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody za przepustem:

$$B_d(h_1) = 3.373 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia za przepustem:

$$F_d(h_1) = 1.521 \text{ m}^{2.000}$$

$$\text{warunek} \left(99\% \cdot \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} < \frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} < \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} \cdot 101\% \right) = \text{"warunek spełniony"}$$

$$\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} = 1.0435 \text{ m}^{5.0000} \quad \frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} = 1.0435 \text{ m}^{5.0000}$$

$$\text{ruch_w_korycie} := \text{if}(h_1 < h_d, \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}, \text{"w korycie panuje ruch rwący"})$$

$$\text{ruch_w_korycie} = \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}$$

- liczba Froude'a w przekroju wylotowym:

$$\boxed{Fr_{wyl} := \frac{v_{wyl}^2}{g \cdot h_{wyl}} = 3.623} \quad Fr_d := \frac{v_{d1}^2}{g \cdot h_d} = 0.522$$

- kąt teoretycznego rozchodzenia się strumienia za wylotem

$$\beta_{ww} := \operatorname{atan}\left(\frac{1}{0.30 \cdot Fr_{wyl} + 0.54}\right) = 31.576 \cdot \text{deg} \quad \text{dla ruchu rwącego}$$

$$\beta_{ww} := 0 \cdot \text{deg}$$

dla ruchu spokojnego (wykres Serenkowa)

- szerokość umocnień

$$B_w := 2.0 \text{ m}$$

- orientacyjna długość wypadu:

$$L_w := \frac{B_w - b_p}{2 \tan(\beta)} \quad L_w = 0.000 \text{ m}$$

Obliczenie odskoku hydraulicznego:

$$\boxed{h_{2wyl} := \frac{h_{wyl}}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot b_p^2 \cdot h_{wyl}^3}} - 1 \right)} \quad h_{2wyl} = 0.902 \text{ m}$$

- zakładać do spełnienia równania:

$$\boxed{h_w = 0.431 \text{ m}}$$

$$\boxed{E_{wyl} := h_{wyl} + \frac{v_{wyl}^2}{2g}} \quad E_{wyl} = 1.133 \text{ m}$$

$$\boxed{E_w := h_w + \frac{\alpha_0 Q_m^2}{2 \cdot g \cdot h_w^2 \cdot B_w^2}} \quad E_w = 1.133 \text{ m}$$

warunek $(99\% \cdot E_{wyl} < E_w < E_{wyl} \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$\boxed{h_{2w} := \frac{h_w}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot B_w^2 \cdot h_w^3}} - 1 \right)} \quad h_{2w} = 0.855 \text{ m}$$

przypadek $(h_{2wyl}, h_d, h_{2w}) = \text{"odskok jest odsunięty"}$

Umocnienie poniżej przepustu (wylot przepustu):

(umocnienie cieku należy wykonać już przy 20% większej prędkości wylotowej niż prędkość rozmywająca (wg rozporządzenia mostowego pkt. 2. ustęp 50))

- prędkość nierozmywająca dla glin

$$v_{nr} := 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{wyl} = 3.784 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$1.2 \cdot v_{nr} = 0.960 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

warunek($v_{wyl} > 120\% \cdot v_{nr}$) = "warunek spełniony"

Umocnić = "Należy zaprojektować umocnienie"

- długość umocnienia koryta cieku poniżej przepustu ($L_u = (2 \div 3)b_p$); i większe $L_w = 0.000 \text{ m}$

$$L_u := \max(2b_p, L_w)$$

$$L_u = 4.000 \text{ m}$$

- prędkość obliczeniowa:

$$v_{obl} := 1.15 \cdot v_{wyl}$$

$$v_{obl} = 4.352 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Umocnienie należy wykonać na długości min $L_u = 4.000 \text{ m}$ jako umocnienie zastosowano:

narzut kamienny gr. 20cm.

Obiekt Przepust P4

OBLICZENIA HYDROLOGICZNO-HYDRAULICZNE PRZEPUSTÓW

LITERATURA:

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).
2. Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97
"Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.
3. Jerzy Ratomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000
4. Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami
GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.
5. Roman Edel "odwodnienie dróg" Wydawnictwa Komunikacji i Łączności - Warszawa 2000r.
6. Rozporządzenie Nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Goporaki Wodnej w Krakowie

DANE HYDROLOGICZNE

$$Q_m := 1.55 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 1550.000 \cdot \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

OBLICZENIA HYDRAULICZNE

Dane:

Charakterystyka przeszkody i terenu:

- rzędna korony przeszkody na skrzyżowaniu z ciekim wodnym:

$$R_k := 222.43\text{m}$$

- przyjęta rzędna dna cieku przed wlotem i wylotem przepustu:

$$R_{d_g} := 220.92\text{m} \quad \text{rzędna wlotu}$$

$$R_{d_d} := 220.86\text{m} \quad \text{rzędna wylotu}$$

Charakterystyka cieku :

(przekrój poprzeczny cieku zbliżony do trapezu)

- szerokość dna cieku:

$$b_g := 1.0 \cdot \text{m} \quad \text{przy wlocie}$$

$$b_d := 1.0\text{m} \quad \text{przy wylocie}$$

- nachylenie skarp cieku 1:md:

$$m_g := 1.5 \quad \text{przy wlocie}$$

$$m_d := 1.5 \quad \text{przy wylocie}$$

- współczynnik szorstkości koryta: (ziemne, pogłębione, czyszczone)

$$n_g := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot \text{s} \right)$$

$$n_d := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot \text{s} \right)$$

- spadek podłużny przed przepustem:

$i_g := 1.2\%$ przed przepustem

$i_d := 1.2\%$ za przepustem

- przepływ miarodajny: $Q_m = 1.550 \cdot \frac{m^3}{s}$

Obliczenia hydrauliczne ciekłu :

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_g = 0.594 \text{ m}$$

$$h_d = 0.594 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody (wg wzoru):

$$B(h) = b + 2 \cdot m \cdot h \dots (1)$$

$$B_g(h_g) = 2.782 \text{ m}$$

$$B_d(h_d) = 2.782 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F(h) = h \cdot (b + m \cdot h) \dots (2)$$

$$F_g(h_g) = 1.123 \text{ m}^{2.000}$$

$$F_d(h_d) = 1.123 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony (wg wzoru):

$$Oz(h) = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2} \dots (3)$$

$$Oz_g(h_g) = 3.142 \text{ m}$$

$$Oz_d(h_d) = 3.142 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny (wg wzoru):

$$Rh(h) = \frac{F(h)}{Oz(h)} \dots (4)$$

$$Rh_g(h_g) = 0.358 \text{ m}$$

$$Rh_d(h_d) = 0.358 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu (wg wzoru):

$$v(h) = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \dots (5)$$

$$v_g(h_g) = 1.380 \frac{m}{s}$$

$$v_d(h_d) = 1.380 \frac{m}{s}$$

- natężenie przepływu (wg wzoru):

$$Q(h) = F(h) \cdot v(h) \dots (6)$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_g(h_g) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_g(h_g) = 1.550 \cdot \frac{m^3}{s}$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_d(h_d) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_d(h_d) = 1.550 \cdot \frac{m^3}{s}$$

$$Q_m = 1.550 \cdot \frac{m^3}{s}$$

Podstawowe wymiary przepustu:

(przepust żelbetowy o przekroju prostokątnym)

- szerokość przepustu

$$b_p := 1.0\text{m}$$

- wysokość przepustu

$$h_p := 1.0\text{m}$$

- całkowita długość przepustu

$$L_p := 5.0\text{m}$$

- spadek podłużny przepustu:

$$i_p := 1.2\%$$

- całkowita powierzchnia przekroju przepustu

$$F_{p.c} := b_p \cdot h_p$$

$$F_{p.c} = 1.00\text{m}^{2.00}$$

- całkowity obwód przepustu

$$O_{z.p.c} := 2 \cdot (b_p + h_p)$$

$$O_{z.p.c} = 4.00\text{m}$$

- współczynnik szorstkości przepustu: (betonowe)

$$n_p := 0.015 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot s \right)$$

- przepływ miarodajny: $Q_m = 1.550 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Obliczenia hydrauliczne przepustu:

(wzniesienie linii energii określono metodą kolejnych przybliżeń do uzyskania zdolności przepustowej różniące się do 2% od przepływu miarodajnego)

$$H = 0.980\text{m}$$

- korekta wysokości zwierciadła wody ze względu na straty na długości przepustu:

$$H_{ww} := \max \left[H + (0.05 \cdot L_p - h_p) \cdot \left(\frac{H}{h_p} \right)^2, H \right]$$

$$H = 0.980\text{m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F_g(H) = 2.421\text{m}^{2.000}$$

- prędkość dopływającej wody:

$$v_0 := \frac{Q_m}{F_d(H)}$$

$$v_0 = 0.640 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- współczynnik energii kinetycznej (Saint-Venanta):

$$\alpha_0 := 1.10$$

- wysokość energii strumienia spiętrzonego:

$$H_0 := H + \frac{\alpha_0 \cdot v_0^2}{2g}$$

$$H_0 = 1.003 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody przed przepustem

$$B_d(H) = 3.940 \text{ m}$$

Przekrój poprzeczny przepustu	Oznaczenie współ.	Wartość współczynników dla wlotu					
		Portal-owego	Kołnier-owego	Rozchylonego			
				0	10	20	30-45
prostokątny	m	0.32	0.315	0.34	0.36	0.36	0.35
	epsilon	0.74	0.74	0.83	0.76	0.78	0.81
	mi	0.62	0.58	0.61	0.61	0.64	0.68
kołowy	m	0.31	0.31	0.32	0.33	0.33	0.33
	epsilon	0.79	0.75	0.79	0.79	0.79	0.79
	mi	0.65	0.62	0.58	0.66	0.69	0.70

- współczynnik wydatku (dla pełnego dławienia bocznego):

$$m_t' := 0.34$$

- pole przekroju strumienia przed przepustem przy rzędnej spiętrzonej (wg wzoru 2):

$$F_g(H) = 2.421 \text{ m}^{2.000}$$

- pole przekroju wlotu przewodu przepustu przy rzędnej spiętrzonej:

$$F_p(H) = 0.980 \text{ m}^{2.000}$$

- współczynnik wydatku (z uwzględnieniem częściowego dławienia bocznego):

$$m_t := m_t' + \frac{0.385 - m_t'}{3F_g(H) - 2F_p(H)} \cdot F_p(H)$$

$$m_t = 0.348$$

- zdolność przepustowa:

$$Q_{p'} := m_t \cdot b_p \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{p'} = 1.550 \frac{\text{m}^{3.000}}{\text{s}}$$

warunek $(98\% \cdot Q_m < Q_{p'} < Q_m \cdot 102\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_m = 1.550 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- wysokość krytyczna wody w przepuście:

$$h_{kr} := \sqrt[3]{\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g \cdot b_p^2}}$$

$$h_{kr} = 0.646 \text{ m}$$

$$h_d = 0.594 \text{ m}$$

- spadek krytyczny:

$$i_{kr}(h) := \left(\frac{g \cdot Oz_p(h) \cdot \eta_p^2}{\alpha_0 \cdot b_p \cdot Rh_p(h)^{\frac{1}{3}}} \right)$$

$$i_{kr}(h_{kr}) = 0.701 \cdot \%$$

- prędkość w przewodzie:

$$v_{p'} := \frac{Q_m}{h_{kr} \cdot b_p}$$

$$v_{p'} = 2.400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{wylot} := \begin{cases} \text{"niezatopiony"} & \text{if } (h_d \leq 1.25h_{kr}) \\ \text{"zatopiony"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"niezatopiony"}$$

$$\text{Przypadek}_{lp} := \begin{cases} \text{"Lp1"} & \text{if } i_p < i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \\ \text{"Lp2"} & \text{if } i_p \geq i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \end{cases} = \text{"Lp2"}$$

Lp.	Warunki przepływu w przewodzie przepustu	Warunki przepływu na wylocie	Spadek dna przepustu	Głębokość na wylocie h_{wyl}
1	Przepływ niepełnym przekrojem (o swobodnym zwierciadle wody w przewodzie)	niezatopiony	$i_p < i_{kr}$	$(0.7-0.8) \times h_{kr}$
2			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
3		zatopiony	$i_p < i_{kr}$	h_d
4			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
5	Przepływ niepełnym przekrojem (pod ciśnieniem)	niezatopiony	-	$0.85 \times h_p$
6		zatopiony	-	h_p

Parametry w ruchu jednostajnym w przewodzie:

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_o = 0.526 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody:

$$B_p(h_o) = 1.000 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia:

$$F_p(h_o) = 0.526 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony:

$$Oz_p(h_o) = 2.052 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny:

$$Rh_p(h_o) = 0.256 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu:

$$v_p(h_o) = 2.947 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- natężenie przepływu:

$$\text{warunek}(99\% \cdot Q_m < Q_p(h_o) < Q_m \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$$

- głębokość wylotowa:

$$h_{\text{wyl}} := \begin{cases} 0.75 \cdot h_{kr} & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp1"} \\ 0.9 \cdot h_o & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp2"} \end{cases}$$

$$Q_m = 1.550 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_p(h_o) = 1.550 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$h_{\text{wyl}} = 0.473 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia na wylocie:

$$F_{\text{wyl}} := h_{\text{wyl}} \cdot b_p$$

$$F_{\text{wyl}} = 0.473 \text{ m}^{2.000}$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{\text{wyl}} := \frac{Q_m}{F_{\text{wyl}}}$$

$$v_{\text{wyl}} = 3.274 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Dobór kształtów i wymiarów wypadu:

- wysokość porównawcza:

$$h_1 = 0.501 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody za przepustem:

$$B_d(h_1) = 2.502 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia za przepustem:

$$F_d(h_1) = 0.877 \text{ m}^{2.000}$$

$$\text{warunek} \left(99\% \cdot \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} < \frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} < \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} \cdot 101\% \right) = \text{"warunek spełniony"}$$

$$\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} = 0.2695 \text{ m}^{5.0000}$$

$$\frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} = 0.2695 \text{ m}^{5.0000}$$

$$\text{ruch_w_korycie} := \text{if}(h_1 < h_d, \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}, \text{"w korycie panuje ruch rwący"})$$

$$\text{ruch_w_korycie} = \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}$$

- liczba Froude'a w przekroju wylotowym:

$$\boxed{Fr_{wyl} := \frac{v_{wyl}^2}{g \cdot h_{wyl}} = 2.309} \quad Fr_d := \frac{v_{d1}^2}{g \cdot h_d} = 0.327$$

- kąt teoretycznego rozchodzenia się strumienia za wylotem

$$\beta_{ww} := \operatorname{atan}\left(\frac{1}{0.30 \cdot Fr_{wyl} + 0.54}\right) = 39.047 \cdot \deg$$

dla ruchu
rwącego

$$\beta_{ww} := 0 \cdot \deg$$

dla ruchu spokojnego (wykres Serenkowa)

- szerokość umocnień

$$B_w := 1.0 \text{ m}$$

- orientacyjna długość wypadu:

$$L_w := \frac{B_w - b_p}{2 \tan(\beta)}$$

$$L_w = 0.000 \text{ m}$$

Obliczenie odskoku hydraulicznego:

$$\boxed{h_{2wyl} := \frac{h_{wyl}}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot b_p^2 \cdot h_{wyl}^3}} - 1 \right)}$$

$$h_{2wyl} = 0.808 \text{ m}$$

- zakładać do spełnienia równania:

$$\boxed{h_w = 0.518 \text{ m}}$$

$$\boxed{E_{wyl} := h_{wyl} + \frac{v_{wyl}^2}{2g}}$$

$$E_{wyl} = 1.020 \text{ m}$$

$$\boxed{E_w := h_w + \frac{\alpha_0 Q_m^2}{2 \cdot g \cdot h_w^2 \cdot B_w^2}}$$

$$E_w = 1.020 \text{ m}$$

warunek $(99\% \cdot E_{wyl} < E_w < E_{wyl} \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$\boxed{h_{2w} := \frac{h_w}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot B_w^2 \cdot h_w^3}} - 1 \right)}$$

$$h_{2w} = 0.747 \text{ m}$$

przypadek $(h_{2wyl}, h_d, h_{2w}) = \text{"odskok jest odsunięty"}$

Umocnienie poniżej przepustu (wylot przepustu):

(umocnienie cieków należy wykonać już przy 20% większej prędkości wylotowej niż prędkość rozmywająca (wg rozporządzenia mostowego pkt. 2. ustęp 50))

- prędkość nierozmywająca dla glin

$$v_{nr} := 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{wyl} = 3.274 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$1.2 \cdot v_{nr} = 0.960 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

warunek($v_{wyl} > 120\% \cdot v_{nr}$) = "warunek spełniony"

Umocnić = "Należy zaprojektować umocnienie"

- długość umocnienia koryta cieków poniżej przepustu ($L_u = (2 \div 3)b_p$); i większe $L_w = 0.000 \text{ m}$

$$L_u := \max(2b_p, L_w)$$

$$L_u = 2.000 \text{ m}$$

- prędkość obliczeniowa:

$$v_{obl} := 1.15 \cdot v_{wyl}$$

$$v_{obl} = 3.765 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Umocnienie należy wykonać na długości min $L_u = 2.000 \text{ m}$ jako umocnienie zastosowano:

narzut kamienny gr. 20cm.

Obiekt Przepust P5

OBLICZENIA HYDROLOGICZNO-HYDRAULICZNE PRZEPUSTÓW

LITERATURA:

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).
2. Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97
"Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.
3. Jerzy Ratomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000
4. Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami
GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.
5. Roman Edel "odwodnienie dróg" Wydawnictwa Komunikacji i Łączności - Warszawa 2000r.
6. Rozporządzenie Nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Goporaki Wodnej w Krakowie

DANE HYDROLOGICZNE

$$Q_m := 1.39 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 1390.000 \cdot \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

OBLICZENIA HYDRAULICZNE

Dane:

Charakterystyka przeszkody i terenu:

- rzędna korony przeszkody na skrzyżowaniu z ciekim wodnym:

$$R_k := 221.61\text{m}$$

- przyjęta rzędna dna cieku przed wlotem i wylotem przepustu:

$$R_{d_g} := 220.09\text{m} \quad \text{rzędna wlotu}$$

$$R_{d_d} := 220.06\text{m} \quad \text{rzędna wylotu}$$

Charakterystyka cieku :

(przekrój poprzeczny cieku zbliżony do trapezu)

- szerokość dna cieku:

$$b_g := 1.0 \cdot \text{m} \quad \text{przy wlocie}$$

$$b_d := 1.0\text{m} \quad \text{przy wylocie}$$

- nachylenie skarp cieku 1:md:

$$m_g := 1.5 \quad \text{przy wlocie}$$

$$m_d := 1.5 \quad \text{przy wylocie}$$

- współczynnik szorstkości koryta: (ziemne, pogłębione, czyszczone)

$$n_g := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot \text{s} \right)$$

$$n_d := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot \text{s} \right)$$

- spadek podłużny przed przepustem:

$i_g := 0.55\%$ przed przepustem

$i_d := 0.55\%$ za przepustem

- przepływ miarodajny: $Q_m = 1.390 \cdot \frac{m^3}{s}$

Obliczenia hydrauliczne ciekłu :

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_g = 0.683 \text{ m}$$

$$h_d = 0.683 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody (wg wzoru):

$$B(h) = b + 2 \cdot m \cdot h \dots (1)$$

$$B_g(h_g) = 3.049 \text{ m}$$

$$B_d(h_d) = 3.049 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F(h) = h \cdot (b + m \cdot h) \dots (2)$$

$$F_g(h_g) = 1.383 \text{ m}^{2.000}$$

$$F_d(h_d) = 1.383 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony (wg wzoru):

$$Oz(h) = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2} \dots (3)$$

$$Oz_g(h_g) = 3.462 \text{ m}$$

$$Oz_d(h_d) = 3.462 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny (wg wzoru):

$$Rh(h) = \frac{F(h)}{Oz(h)} \dots (4)$$

$$Rh_g(h_g) = 0.399 \text{ m}$$

$$Rh_d(h_d) = 0.399 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu (wg wzoru):

$$v(h) = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \dots (5)$$

$$v_g(h_g) = 1.005 \frac{m}{s}$$

$$v_d(h_d) = 1.005 \frac{m}{s}$$

- natężenie przepływu (wg wzoru):

$$Q(h) = F(h) \cdot v(h) \dots (6)$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_g(h_g) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_g(h_g) = 1.390 \cdot \frac{m^3}{s}$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_d(h_d) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_d(h_d) = 1.390 \cdot \frac{m^3}{s}$$

$$Q_m = 1.390 \cdot \frac{m^3}{s}$$

Podstawowe wymiary przepustu:

(przepust żelbetowy o przekroju prostokątnym)

- szerokość przepustu

$$b_p := 1.0\text{m}$$

- wysokość przepustu

$$h_p := 1.0\text{m}$$

- całkowita długość przepustu

$$L_p := 5.0\text{m}$$

- spadek podłużny przepustu:

$$i_p := 0.55\%$$

- całkowita powierzchnia przekroju przepustu

$$F_{p.c} := b_p \cdot h_p$$

$$F_{p.c} = 1.00\text{m}^{2.00}$$

- całkowity obwód przepustu

$$Oz_{p.c} := 2 \cdot (b_p + h_p)$$

$$Oz_{p.c} = 4.00\text{m}$$

- współczynnik szorstkości przepustu: (betonowe)

$$n_p := 0.015 \cdot \left(m^{\frac{-1}{3}} \cdot s \right)$$

- przepływ miarodajny: $Q_m = 1.390 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Obliczenia hydrauliczne przepustu:

(wzniesienie linii energii określono metodą kolejnych przybliżeń do uzyskania zdolności przepustowej różniące się do 2% od przepływu miarodajnego)

$$H = 0.900\text{m}$$

- korekta wysokości zwierciadła wody ze względu na straty na długości przepustu:

$$H_{ww} := \max \left[H + (0.05 \cdot L_p - h_p) \cdot \left(\frac{H}{h_p} \right)^2, H \right]$$

$$H = 0.900\text{m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F_g(H) = 2.115\text{m}^{2.000}$$

- prędkość dopływającej wody:

$$v_0 := \frac{Q_m}{F_d(H)}$$

$$v_0 = 0.657 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- współczynnik energii kinetycznej (Saint-Venanta):

$$\alpha_0 := 1.10$$

- wysokość energii strumienia spiętrzonego:

$$H_0 := H + \frac{\alpha_0 \cdot v_0^2}{2g}$$

$$H_0 = 0.924 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody przed przepustem

$$B_d(H) = 3.700 \text{ m}$$

Przekrój poprzeczny przepustu	Oznaczenie współ.	Wartość współczynników dla wlotu					
		Portal-owego	Kołnier-owego	Rozchylonego			
				0	10	20	30-45
prostokątny	m	0.32	0.315	0.34	0.36	0.36	0.35
	epsilon	0.74	0.74	0.83	0.76	0.78	0.81
	mi	0.62	0.58	0.61	0.61	0.64	0.68
kołowy	m	0.31	0.31	0.32	0.33	0.33	0.33
	epsilon	0.79	0.75	0.79	0.79	0.79	0.79
	mi	0.65	0.62	0.58	0.66	0.69	0.70

- współczynnik wydatku (dla pełnego dławienia bocznego):

$$m_t' := 0.34$$

- pole przekroju strumienia przed przepustem przy rzędnej spiętrzonej (wg wzoru 2):

$$F_g(H) = 2.115 \text{ m}^{2.000}$$

- pole przekroju wlotu przewodu przepustu przy rzędnej spiętrzonej:

$$F_p(H) = 0.900 \text{ m}^{2.000}$$

- współczynnik wydatku (z uwzględnieniem częściowego dławienia bocznego):

$$m_t := m_t' + \frac{0.385 - m_t'}{3F_g(H) - 2F_p(H)} \cdot F_p(H)$$

$$m_t = 0.349$$

- zdolność przepustowa:

$$Q_{p'} := m_t \cdot b_p \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{p'} = 1.373 \frac{\text{m}^{3.000}}{\text{s}}$$

warunek $(98\% \cdot Q_m < Q_{p'} < Q_m \cdot 102\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_m = 1.390 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- wysokość krytyczna wody w przepuście:

$$h_{kr} := \sqrt[3]{\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g \cdot b_p^2}}$$

$$h_{kr} = 0.601 \text{ m}$$

$$h_d = 0.683 \text{ m}$$

- spadek krytyczny:

$$i_{kr}(h) := \left(\frac{g \cdot Oz_p(h) \cdot \eta_p^2}{\alpha_0 \cdot b_p \cdot Rh_p(h)^{\frac{1}{3}}} \right)$$

$$i_{kr}(h_{kr}) = 0.681 \cdot \%$$

- prędkość w przewodzie:

$$v_{p'} := \frac{Q_m}{h_{kr} \cdot b_p}$$

$$v_{p'} = 2.314 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{wylot} := \begin{cases} \text{"niezatopiony"} & \text{if } (h_d \leq 1.25h_{kr}) \\ \text{"zatopiony"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"niezatopiony"}$$

$$\text{Przypadek}_{lp} := \begin{cases} \text{"Lp1"} & \text{if } i_p < i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \\ \text{"Lp2"} & \text{if } i_p \geq i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \end{cases} = \text{"Lp1"}$$

Lp.	Warunki przepływu w przewodzie przepustu	Warunki przepływu na wylocie	Spadek dna przepustu	Głębokość na wylocie h_{wyl}
1	Przepływ niepełnym przekrojem (o swobodnym zwierciadle wody w przewodzie)	niezatopiony	$i_p < i_{kr}$	$(0.7-0.8) \times h_{kr}$
2			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
3		zatopiony	$i_p < i_{kr}$	h_d
4			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
5	Przepływ niepełnym przekrojem (pod ciśnieniem)	niezatopiony	-	$0.85 \times h_p$
6		zatopiony	-	h_p

Parametry w ruchu jednostajnym w przewodzie:

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_o = 0.652 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody:

$$B_p(h_o) = 1.000 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia:

$$F_p(h_o) = 0.652 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony:

$$Oz_p(h_o) = 2.304 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny:

$$Rh_p(h_o) = 0.283 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu:

$$v_p(h_o) = 2.131 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- natężenie przepływu:

$$\text{warunek}(99\% \cdot Q_m < Q_p(h_o) < Q_m \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$$

- głębokość wylotowa:

$$h_{\text{wyl}} := \begin{cases} 0.75 \cdot h_{kr} & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp1"} \\ 0.9 \cdot h_o & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp2"} \end{cases}$$

$$Q_m = 1.390 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_p(h_o) = 1.390 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$h_{\text{wyl}} = 0.451 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia na wylocie:

$$F_{\text{wyl}} := h_{\text{wyl}} \cdot b_p$$

$$F_{\text{wyl}} = 0.451 \text{ m}^{2.000}$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{\text{wyl}} := \frac{Q_m}{F_{\text{wyl}}}$$

$$v_{\text{wyl}} = 3.085 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Dobór kształtów i wymiarów wypadu:

- wysokość porównawcza:

$$h_1 = 0.472 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody za przepustem:

$$B_d(h_1) = 2.416 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia za przepustem:

$$F_d(h_1) = 0.806 \text{ m}^{2.000}$$

$$\text{warunek} \left(99\% \cdot \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} < \frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} < \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} \cdot 101\% \right) = \text{"warunek spełniony"}$$

$$\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} = 0.2167 \text{ m}^{5.0000} \quad \frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} = 0.2167 \text{ m}^{5.0000}$$

$$\text{ruch_w_korycie} := \text{if}(h_1 < h_d, \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}, \text{"w korycie panuje ruch rwący"})$$

$$\text{ruch_w_korycie} = \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}$$

- liczba Froude'a w przekroju wylotowym:

$$\boxed{Fr_{wyl} := \frac{v_{wyl}^2}{g \cdot h_{wyl}} = 2.155} \quad Fr_d := \frac{v_{d1}^2}{g \cdot h_d} = 0.151$$

- kąt teoretycznego rozchodzenia się strumienia za wylotem

$$\beta_{ww} := \operatorname{atan}\left(\frac{1}{0.30 \cdot Fr_{wyl} + 0.54}\right) = 40.126 \cdot \deg$$

dla ruchu
rwącego

$$\beta_{ww} := 8 \cdot \deg$$

dla ruchu spokojnego (wykres Serenkowa)

- szerokość umocnień

$$B_w := 1.0 \text{ m}$$

- orientacyjna długość wypadu:

$$L_w := \frac{B_w - b_p}{2 \tan(\beta)} \quad L_w = 0.000 \text{ m}$$

Obliczenie odskoku hydraulicznego:

$$\boxed{h_{2wyl} := \frac{h_{wyl}}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot b_p^2 \cdot h_{wyl}^3}} - 1 \right)} \quad h_{2wyl} = 0.737 \text{ m}$$

- zakładać do spełnienia równania:

$$\boxed{h_w = 0.497 \text{ m}}$$

$$\boxed{E_{wyl} := h_{wyl} + \frac{v_{wyl}^2}{2g}} \quad E_{wyl} = 0.936 \text{ m}$$

$$\boxed{E_w := h_w + \frac{\alpha_0 Q_m^2}{2 \cdot g \cdot h_w^2 \cdot B_w^2}} \quad E_w = 0.936 \text{ m}$$

warunek $(99\% \cdot E_{wyl} < E_w < E_{wyl} \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$\boxed{h_{2w} := \frac{h_w}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot B_w^2 \cdot h_w^3}} - 1 \right)} \quad h_{2w} = 0.676 \text{ m}$$

przypadek $(h_{2wyl}, h_d, h_{2w}) = \text{"odskok powstaje na długości wypadu w jego końcowej części"}$

Umocnienie poniżej przepustu (wylot przepustu):

(umocnienie cieków należy wykonać już przy 20% większej prędkości wylotowej niż prędkość rozmywająca (wg rozporządzenia mostowego pkt. 2. ustęp 50))

- prędkość nierozmywająca dla glin

$$v_{nr} := 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{wyl} = 3.085 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$1.2 \cdot v_{nr} = 0.960 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

warunek($v_{wyl} > 120\% \cdot v_{nr}$) = "warunek spełniony"

Umocnić = "Należy zaprojektować umocnienie"

- długość umocnienia koryta cieków poniżej przepustu ($L_u = (2 \div 3)b_p$); i większe $L_w = 0.000 \text{ m}$

$$L_u := \max(2b_p, L_w) \qquad L_u = 2.000 \text{ m}$$

- prędkość obliczeniowa:

$$v_{obl} := 1.15 \cdot v_{wyl}$$

$$v_{obl} = 3.548 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Umocnienie należy wykonać na długości min $L_u = 2.000 \text{ m}$ jako umocnienie zastosowano:

narzut kamienny gr. 20cm.

Obiekt Przepust P6

OBLICZENIA HYDROLOGICZNO-HYDRAULICZNE PRZEPUSTÓW

LITERATURA:

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej (Dz. U. nr 63 z dnia 3.08.2000r).
2. Konferencja Naukowo - Techniczna Powódź 97
"Wytyczne obliczania światła mostów i przepustów", Wisła 21-23 października 1998r.
3. Jerzy Ratomski "Wytyczne projektowania zabudowy potoków górskich", Kraków 2000
4. Światła mostów i przepustów, Zasady obliczeń z komentarzem i przykładami
GDDP Wrocław - Żmigród 2000r.
5. Roman Edel "odwodnienie dróg" Wydawnictwa Komunikacji i Łączności - Warszawa 2000r.
6. Rozporządzenie Nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Goporaki Wodnej w Krakowie

DANE HYDROLOGICZNE

$$Q_m := 2.58 \cdot \frac{m^3}{s} = 2580.000 \cdot \frac{dm^3}{s}$$

OBLICZENIA HYDRAULICZNE

Dane:

Charakterystyka przeszkody i terenu:

- rzędna korony przeszkody na skrzyżowaniu z ciekim wodnym:

$$R_k := 223.09m$$

- przyjęta rzędna dna cieku przed wlotem i wylotem przepustu:

$$R_{d_g} := 221.45m \quad \text{rzędna wlotu}$$

$$R_{d_d} := 221.40m \quad \text{rzędna wylotu}$$

Charakterystyka cieku :

(przekrój poprzeczny cieku zbliżony do trapezu)

- szerokość dna cieku:

$$b_g := 1.5 \cdot m \quad \text{przy wlocie}$$

$$b_d := 1.5m \quad \text{przy wylocie}$$

- nachylenie skarp cieku 1:md:

$$m_g := 1.5 \quad \text{przy wlocie}$$

$$m_d := 1.5 \quad \text{przy wylocie}$$

- współczynnik szorstkości koryta: (ziemne, pogłębione, czyszczone)

$$n_g := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot s \right)$$

$$n_d := 0.04 \cdot \left(\frac{-1}{3} \cdot s \right)$$

- spadek podłużny przed przepustem:

$i_g := 0.95\%$ przed przepustem

$i_d := 0.95\%$ za przepustem

- przepływ miarodajny: $Q_m = 2.580 \cdot \frac{m^3}{s}$

Obliczenia hydrauliczne ciekłu :

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_g = 0.707 \text{ m}$$

$$h_d = 0.707 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody (wg wzoru):

$$B(h) = b + 2 \cdot m \cdot h \dots (1)$$

$$B_g(h_g) = 3.621 \text{ m}$$

$$B_d(h_d) = 3.621 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F(h) = h \cdot (b + m \cdot h) \dots (2)$$

$$F_g(h_g) = 1.811 \text{ m}^{2.000}$$

$$F_d(h_d) = 1.811 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony (wg wzoru):

$$Oz(h) = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2} \dots (3)$$

$$Oz_g(h_g) = 4.050 \text{ m}$$

$$Oz_d(h_d) = 4.050 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny (wg wzoru):

$$Rh(h) = \frac{F(h)}{Oz(h)} \dots (4)$$

$$Rh_g(h_g) = 0.447 \text{ m}$$

$$Rh_d(h_d) = 0.447 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu (wg wzoru):

$$v(h) = \frac{1}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \dots (5)$$

$$v_g(h_g) = 1.425 \frac{m}{s}$$

$$v_d(h_d) = 1.425 \frac{m}{s}$$

- natężenie przepływu (wg wzoru):

$$Q(h) = F(h) \cdot v(h) \dots (6)$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_g(h_g) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_g(h_g) = 2.580 \cdot \frac{m^3}{s}$$

warunek $(95\% \cdot Q_m < Q_d(h_d) < Q_m \cdot 105\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_d(h_d) = 2.580 \cdot \frac{m^3}{s}$$

$$Q_m = 2.580 \cdot \frac{m^3}{s}$$

Podstawowe wymiary przepustu:

(przepust żelbetowy o przekroju prostokątnym)

- szerokość przepustu

$$b_p := 1.5\text{m}$$

- wysokość przepustu

$$h_p := 1\text{m}$$

- całkowita długość przepustu

$$L_p := 5\text{m}$$

- spadek podłużny przepustu:

$$i_p := 0.95\%$$

- całkowita powierzchnia przekroju przepustu

$$F_{p.c} := b_p \cdot h_p$$

$$F_{p.c} = 1.50\text{m}^{2.00}$$

- całkowity obwód przepustu

$$Oz_{p.c} := 2 \cdot (b_p + h_p)$$

$$Oz_{p.c} = 5.00\text{m}$$

- współczynnik szorstkości przepustu: (betonowe)

$$n_p := 0.015 \cdot \left(m^{\frac{-1}{3}} \cdot s \right)$$

- przepływ miarodajny: $Q_m = 2.580 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Obliczenia hydrauliczne przepustu:

(wzniesienie linii energii określono metodą kolejnych przybliżeń do uzyskania zdolności przepustowej różniące się do 2% od przepływu miarodajnego)

$$H = 1.050\text{m}$$

- korekta wysokości zwierciadła wody ze względu na straty na długości przepustu:

$$H_{ww} := \max \left[H + (0.05 \cdot L_p - h_p) \cdot \left(\frac{H}{h_p} \right)^2, H \right]$$

$$H = 1.050\text{m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia (wg wzoru):

$$F_g(H) = 3.229\text{m}^{2.000}$$

- prędkość dopływającej wody:

$$v_0 := \frac{Q_m}{F_d(H)}$$

$$v_0 = 0.799 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- współczynnik energii kinetycznej (Saint-Venanta):

$$\alpha_0 := 1.10$$

- wysokość energii strumienia spiętrzonego:

$$H_0 := H + \frac{\alpha_0 \cdot v_0^2}{2g}$$

$$H_0 = 1.086 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody przed przepustem

$$B_d(H) = 4.650 \text{ m}$$

Przekrój poprzeczny przepustu	Oznaczenie współ.	Wartość współczynników dla wlotu					
		Portal-owego	Kołnier-owego	Rozchylonego			
				0	10	20	30-45
prostokątny	m	0.32	0.315	0.34	0.36	0.36	0.35
	epsilon	0.74	0.74	0.83	0.76	0.78	0.81
	mi	0.62	0.58	0.61	0.61	0.64	0.68
kołowy	m	0.31	0.31	0.32	0.33	0.33	0.33
	epsilon	0.79	0.75	0.79	0.79	0.79	0.79
	mi	0.65	0.62	0.58	0.66	0.69	0.70

- współczynnik wydatku (dla pełnego dławienia bocznego):

$$m_t' := 0.34$$

- pole przekroju strumienia przed przepustem przy rzędnej spiętrzonej (wg wzoru 2):

$$F_g(H) = 3.229 \text{ m}^{2.000}$$

- pole przekroju wlotu przewodu przepustu przy rzędnej spiętrzonej:

$$F_p(H) = 1.500 \text{ m}^{2.000}$$

- współczynnik wydatku (z uwzględnieniem częściowego dławienia bocznego):

$$m_t := m_t' + \frac{0.385 - m_t'}{3F_g(H) - 2F_p(H)} \cdot F_p(H)$$

$$m_t = 0.350$$

- zdolność przepustowa:

$$Q_{p'} := m_t \cdot b_p \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{p'} = 2.631 \frac{\text{m}^{3.000}}{\text{s}}$$

warunek $(98\% \cdot Q_m < Q_{p'} < Q_m \cdot 102\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$Q_m = 2.580 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- wysokość krytyczna wody w przepuście:

$$h_{kr} := \sqrt[3]{\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g \cdot b_p^2}}$$

$$h_{kr} = 0.692 \text{ m}$$

$$h_d = 0.707 \text{ m}$$

- spadek krytyczny:

$$i_{kr}(h) := \left(\frac{g \cdot Oz_p(h) \cdot \eta_p^2}{\alpha_0 \cdot b_p \cdot Rh_p(h)^{\frac{1}{3}}} \right)$$

$$i_{kr}(h_{kr}) = 0.542 \cdot \%$$

- prędkość w przewodzie:

$$v_{p'} := \frac{Q_m}{h_{kr} \cdot b_p}$$

$$v_{p'} = 2.484 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{wylot} := \begin{cases} \text{"niezatopiony"} & \text{if } (h_d \leq 1.25h_{kr}) \\ \text{"zatopiony"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"niezatopiony"}$$

$$\text{Przypadek}_{lp} := \begin{cases} \text{"Lp1"} & \text{if } i_p < i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \\ \text{"Lp2"} & \text{if } i_p \geq i_{kr}(h_{kr}) \wedge \text{wylot} = \text{"niezatopiony"} \end{cases} = \text{"Lp2"}$$

Lp.	Warunki przepływu w przewodzie przepustu	Warunki przepływu na wylocie	Spadek dna przepustu	Głębokość na wylocie h_{wyl}
1	Przepływ niepełnym przekrojem (o swobodnym zwierciadle wody w przewodzie)	niezatopiony	$i_p < i_{kr}$	$(0.7-0.8) \times h_{kr}$
2			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
3		zatopiony	$i_p < i_{kr}$	h_d
4			$i_p \geq i_{kr}$	$(0.7-1.0) \times h_o$
5	Przepływ niepełnym przekrojem (pod ciśnieniem)	niezatopiony	-	$0.85 \times h_p$
6		zatopiony	-	h_p

Parametry w ruchu jednostajnym w przewodzie:

- założono wysokość zwierciadła wody:

$$h_o = 0.564 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody:

$$B_p(h_o) = 1.500 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia:

$$F_p(h_o) = 0.846 \text{ m}^{2.000}$$

- obwód zwilżony:

$$Oz_p(h_o) = 2.627 \text{ m}$$

- promień hydrauliczny:

$$Rh_p(h_o) = 0.322 \text{ m}$$

- średnia prędkość przepływu:

$$v_p(h_o) = 3.051 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- natężenie przepływu:

$$\text{warunek}(99\% \cdot Q_m < Q_p(h_o) < Q_m \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$$

$$Q_m = 2.580 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_p(h_o) = 2.580 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- głębokość wylotowa:

$$h_{\text{wyl}} := \begin{cases} 0.75 \cdot h_{kr} & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp1"} \\ 1 \cdot h_o & \text{if Przypadek}_{lp} = \text{"Lp2"} \end{cases}$$

$$h_{\text{wyl}} = 0.564 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia na wylocie:

$$F_{\text{wyl}} := h_{\text{wyl}} \cdot b_p$$

$$F_{\text{wyl}} = 0.846 \text{ m}^{2.000}$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{\text{wyl}} := \frac{Q_m}{F_{\text{wyl}}}$$

$$v_{\text{wyl}} = 3.051 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Dobór kształtów i wymiarów wypadu:

- wysokość porównawcza:

$$h_1 = 0.569 \text{ m}$$

- szerokość zwierciadła wody za przepustem:

$$B_d(h_1) = 3.206 \text{ m}$$

- powierzchnia przekroju strumienia za przepustem:

$$F_d(h_1) = 1.338 \text{ m}^{2.000}$$

$$\text{warunek} \left(99\% \cdot \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} < \frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} < \frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} \cdot 101\% \right) = \text{"warunek spełniony"}$$

$$\frac{\alpha_0 \cdot Q_m^2}{g} = 0.7466 \text{ m}^{5.0000}$$

$$\frac{F_d(h_1)^3}{B_d(h_1)} = 0.7466 \text{ m}^{5.0000}$$

$$\text{ruch_w_korycie} := \text{if}(h_1 < h_d, \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}, \text{"w korycie panuje ruch rwący"})$$

$$\text{ruch_w_korycie} = \text{"w korycie panuje ruch spokojny"}$$

- liczba Froude'a w przekroju wylotowym:

$$\boxed{Fr_{wyl} := \frac{v_{wyl}^2}{g \cdot h_{wyl}} = 1.684} \quad Fr_d := \frac{v_{d1}^2}{g \cdot h_d} = 0.293$$

- kąt teoretycznego rozchodzenia się strumienia za wylotem

$$\beta_{ww} := \operatorname{atan}\left(\frac{1}{0.30 \cdot Fr_{wyl} + 0.54}\right) = 43.730 \cdot \text{deg}$$

dla ruchu
rwącego

$$\beta_{ww} := 2 \cdot \text{deg}$$

dla ruchu spokojnego (wykres Serenkowa)

- szerokość umocnień

$$B_w := 1.5 \text{ m}$$

- orientacyjna długość wypadu:

$$L_w := \frac{B_w - b_p}{2 \tan(\beta)} \quad L_w = 0.000 \text{ m}$$

Obliczenie odskoku hydraulicznego:

$$\boxed{h_{2wyl} := \frac{h_{wyl}}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot b_p^2 \cdot h_{wyl}^3}} - 1 \right)} \quad h_{2wyl} = 0.790 \text{ m}$$

- zakładać do spełnienia równania:

$$\boxed{h_w = 0.694 \text{ m}}$$

$$\boxed{E_{wyl} := h_{wyl} + \frac{v_{wyl}^2}{2g}} \quad E_{wyl} = 1.038 \text{ m}$$

$$\boxed{E_w := h_w + \frac{\alpha_0 Q_m^2}{2 \cdot g \cdot h_w^2 \cdot B_w^2}} \quad E_w = 1.038 \text{ m}$$

warunek $(99\% \cdot E_{wyl} < E_w < E_{wyl} \cdot 101\%) = \text{"warunek spełniony"}$

$$\boxed{h_{2w} := \frac{h_w}{2} \cdot \left(\sqrt{1 + 8 \cdot \frac{Q_m^2}{g \cdot B_w^2 \cdot h_w^3}} - 1 \right)} \quad h_{2w} = 0.648 \text{ m}$$

przypadek $(h_{2wyl}, h_d, h_{2w}) = \text{"odskok powstaje na długości wypadu w jego końcowej części"}$

Umocnienie poniżej przepustu (wylot przepustu):

(umocnienie ciekę należy wykonać już przy 20% większej prędkości wylotowej niż prędkość rozmywająca (wg rozporządzenia mostowego pkt. 2. ustęp 50))

- prędkość nierozmywająca dla glin

$$v_{nr} := 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- średnia prędkość przepływu na wylocie::

$$v_{wyl} = 3.051 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$1.2 \cdot v_{nr} = 0.960 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

warunek($v_{wyl} > 120\% \cdot v_{nr}$) = "warunek spełniony"

Umocnić = "Należy zaprojektować umocnienie"

- długość umocnienia koryta ciekę poniżej przepustu ($L_u = (2 \div 3)b_p$); i większe $L_w = 0.000 \text{ m}$

$$L_u := \max(2b_p, L_w)$$

$$L_u = 3.000 \text{ m}$$

- prędkość obliczeniowa:

$$v_{obl} := 1.15 \cdot v_{wyl}$$

$$v_{obl} = 3.509 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Umocnienie należy wykonać na długości min $L_u = 3.000 \text{ m}$ jako umocnienie zastosowano:

narzut kamienny gr. 20cm.