

Arkadiusz Pająk
WIŚ spec. IWiZZW

26.09.2008r.

Zabudowa zlewni i potoków górskich

Temat:

Regulacja potoku górskiego Cicha Woda za pomocą zabudowy stopniowej.



Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki w Krakowie

Wydział Inżynierii Środowiska

1. Część opisowa

1.1. Podstawa opracowania

Podstawą pracowania jest mapa sytuacyjna w skali 1:1000, średnica charakterystyczna ziaren rumowiska $d_{50} = 0,038m$ oraz przepływy charakterystyczne:

$$Q_{20\%} = 18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_{10\%} = 25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

1.2. Lokalizacja projektowanego odcinka

Objęty regulacją ciek to Cicha Woda. Regulacją objęto odcinek ciek o długości 722m

1.3. Hydrologia

- różnica wysokości na projektowanym odcinku ciek $\Delta W = 9,6 \text{ m}$,
- spadek ciek $J_{rz} = 0,012694 \Rightarrow J_{rz} = 12,7 \text{ ‰}$
- długość odcinka projektowanego ciek $L_{rz} = 771 \text{ m}$,

Dla projektowanego ciek przyjęto następujące wielkości miarodajnych i kontrolnych przepływów regulacyjnych – pola orne, drogi gospodarcze, pojedyncze zabudowania gospodarcze:

- przepływ miarodajny o prawdopodobieństwie

$$Q_m = 20\%$$

$$Q_{20\%} = 18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

- przepływ kontrolny o prawdopodobieństwie

$$Q_k = 10\%$$

$$Q_{20\%} = 25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Średnice charakterystyczne kontrolne $d_k = 0,06m$, miarodajne $d_m = 0,04m$.

współczynnik szorstkości rumowiska rzeczno $n = 0,0327$

współczynnik szorstkości brzegów koryta $n = 0,05$ - dla powierzchni pokrytej wikliną, trawą, krzakami, zielskiem.

1.4. Opis odcinka istniejącego

Regulowany odcinek Cichej Wody to strumień powstający na pn. od wylotu [Doliny Małej Łąki](#) z połączenia [Małołackiego Potoku](#) z Butorowskim Potokiem. Płynie na wsch. u stóp [Gubałowskiego Pasma](#) przez [Kościelisko](#), a potem przez [Zakopane](#). W tym ostatnim, na Kamieńcu, łączy się z [Bystrą](#), dając w ten sposób początek [Zakopiance](#). Na tym odcinku ujawnia się jego stożkowo nasypowy charakter z szeroką doliną nie ustabilizowanym biegiem. W tak scharakteryzowanym cieku należy rozpatrzyć problemy związane z zapewnieniem swobodnego odpływu wód, oraz z transportem rumowiska w okresie wezbrań. Należy też zwrócić uwagę na ochronę koryta i brzegów przed erozją wodną i brzegową.

Wzdłuż zagospodarowywanego cieku dokonano analizy 13 poprzecznych przekrojów cieku.

1.5. Opis rozwiązania projektowanego

Regulacje koryta cieku można przeprowadzić stosując rozwiązania progowe, stopniowe lub zabudować koryto żłobem.

Progi takie mają na celu kierowanie strumienia od brzegu wklęsłego do środka koryta, aby uniknąć znacznych przegłębień koryta.

Stopnie są to budowle poprzeczne, których celem jest złagodzenie zbyt dużego spadku podłużnego cieku, oraz stabilizacji dna.

Żłoby są to sztuczne koryta wykonane z kamienia lub betonu z okładziną kamienną

Żłoby buduje się w celu uzyskania możliwości szybkiego przeprowadzenia wielkich wód miarodajnych na odcinku stożka usypowego lub szyi.

W projektowanym potoku z powodu dużego spadku cieku oraz znacznych naprężeń stycznych przyjęto rozwiązanie regulacji koryta cieku za pomocą stopni o budowie rampowej. Przyjęto następujące parametry stopni:

- szerokość stopnia $B = 10$ m,
- długość rampy 10 m,
- stopień zaprojektowany jest na przepływ $Q_{5\%}$
- napełnienie $t_m = 1$ m

Usytuowanie stopni w przekrojach poprzecznych przedstawiają załączone rysunki.

Wyznaczono nową oś trasy o łagodnych łukach, których promienie są prostopadłe do sąsiadujących z nimi odcinków prostych.. Z powodu wyznaczenia nowej osi ciekłu długość potoku została skrócona o 1 m do wartości 771 m.

1.6. Prawo - techniczne podstawy opracowania

Uwarunkowania prawne:

Ustawa Prawo Wodne – w zakresie utrzymania wód:

Art.22/1: Utrzymanie śródlądowych wód powierzchniowych polega na zachowaniu lub odtworzeniu stanu ich dna lub brzegów oraz na konserwacji lub remoncie istniejących budowli regulacyjnych w celu zapewnienia swobodnego spływu wód oraz lodów, a także właściwych warunków korzystania z wód.

Art.24: Utrzymanie śródlądowych wód powierzchniowych, oraz morskich nie może naruszać istniejącego dobrego stanu ekologicznego tych wód oraz warunków wynikających z ochrony wód.

Art.26: Do obowiązków właścicieli śródlądowych wód powierzchniowych należy:

1. zapewnienie utrzymania w należyтым stanie technicznym koryt cieków naturalnych oraz kanałów
2. dbałość o utrzymanie dobrego stanu ekologicznego wód
- ...
5. współdziałanie w odbudowywaniu ekosystemów zdegradowanych przez niewłaściwą eksploatację zasobów wodnych.

2. Część obliczeniowa projektu

2.1. Obliczenie parametrów przekroju koryt o dnie ruchomym

W celu wyznaczenia parametrów przekroju poprzecznego oraz projektowanego spadku podłużnego ciekłu bazujemy na charakterystyce materiału tworzącego koryto i wielkości przepływu.

Przekrój regulacyjny wymiarowany jest na wodę miarodajną i sprawdzany na wodę kontrolną.

Przepływ miarodajny musi w całości mieścić się w korycie, a dla przepływu kontrolnego dopuszcza się jego wystąpienie na tereny zalewowe, przy zachowaniu warunku

bezpieczeństwa dla tych terenów i związanych z nimi obiektów. Przy wymiarowaniu przekroju złożonego obliczenia należy wykonać dla wszystkich jego części przy założeniu, że przez część składową koryta przepływa nie więcej niż 2/3 ogólnej ilości przepływu miarodajnego. Wielkość tych przepływów uzależniona jest od kategorii zlewni, określonej stopniem jej zagospodarowania.

Obliczenie spadku rzeczywistego dokonano na podstawie długości cieków i wysokości względnej.

$$J_{rzecz} = \frac{\Delta W[m]}{L[km]}$$

$$J_{rzecz} = \frac{9,6}{0,72} = 12,7\%$$

Obliczenie wartości średnic charakterystycznych rumowiska d_m i d_k ,

$$d_{50} = 0,033m$$

$$- d_m = t_m \cdot d_{50}$$

$$d_m = 1 \cdot 0,033$$

$$d_m = 0,04m$$

$$- d_k = t_k \cdot d_{50}$$

$$d_k = 1,2 \cdot 0,033$$

$$d_k = 0,06m$$

Obliczenie współczynnika szorstkości n dla dna

$$K = \frac{1}{n} = 54,58 \cdot 0,0396^{(4,53 \cdot 0,0396)} = 30,583$$

$$n = 0,0327$$

Wartość współczynnika dla skarp porośniętych wikliną, trawą, krzakami, zielskiem (tab. 3.20) przyjęto $n = 0,05$

Przyjęto orientacyjne napełnienie $t_m = 1,0$ m i $t_k = 1,2$ m, a w oparciu o wytypowane formuły

$$V_o = 8,7 \cdot d^{1/2} \cdot R_H^{1/6}$$

$$\tau_o = \left(\frac{8,7}{K} \right)^2 \cdot d \cdot \gamma$$

obliczono orientacyjne wartości tych parametrów

$$V_o(d_m) = 8,7 \cdot 0,0396^{1/2} \cdot 1^{1/6} = 1,73 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$V_o(d_k) = 8,7 \cdot 0,0594^{1/2} \cdot 1^{1/6} = 2,19 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\tau_o(d_m) = \left(\frac{8,7}{30,58} \right)^2 \cdot 0,0396 \cdot 1000 = 3,21 \text{ kG} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\tau_o(d_k) = \left(\frac{8,7}{30,58} \right)^2 \cdot 0,0594 \cdot 1000 = 4,81 \text{ kG} \cdot \text{m}^{-2}$$

W oparciu o te wartości określono wielkość spadku projektowanego ($J_{proj} = \min |J_{rzecz}|$)

$$J_{proj} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{\tau_o(d_m)}{1000 \cdot t_m}, \\ \frac{\tau_o(d_k)}{1000 \cdot t_k}, \\ \left(\frac{V(d_m)}{\frac{1}{n} \cdot t_m^{2/3}} \right)^2, \\ \left(\frac{V(d_k)}{\frac{1}{n} \cdot t_k^{2/3}} \right)^2, \\ J_{rzecz} \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} J_1 = \frac{3,21}{1000 \cdot 1,0} = 0,0032 \\ J_2 = \frac{4,81}{1000 \cdot 1,2} = 0,0026 \\ J_3 = \left(\frac{1,73}{30,58 \cdot 1^{2/3}} \right)^2 = 0,0032 \\ J_4 = \left(\frac{2,19}{30,58 \cdot 1,2^{2/3}} \right)^2 = 0,0039 \end{array} \right\} J_{proj} = 0,0026$$

W oparciu o dane z obserwacji przekrojów kontrolnych przyjęto koryto o szerokości w dnie $B = 10,0 \text{ m}$ i nachyleniu skarp 1:1. Wyniki obliczeń zamieszczono w załączonej tabeli 1. oraz rysunku. Przy określaniu parametrów przekroju poprzecznego należy w miarę możliwości przyjmować wymiary koryta naturalnego.

Tabela 1. Parametry przepływów koryta regulacyjnego.

						Całe koryto	
$\tau_o(dm)$ [kg/m ²]	$\tau_o(dk)$ [kg/m ²]	τ_r [kg/m ²]	Q koryt boczne[m ³ /s]	Q koryt gł[m ³ /s]	Qcałk[m ³ /s]		
1	3,204645101	4,806967651	0,640929	0,004	1,18	1,19	
2	3,204645101	4,806967651	1,281858	0,025	3,76	3,81	
3	3,204645101	4,806967651	1,9227871	0,072	7,39	7,53	
4	3,204645101	4,806967651	2,5637161	0,156	11,94	12,25	
5	3,204645101	4,806967651	3,2046451	0,284	17,31	17,88	
6	3,204645101	4,806967651	3,8455741	0,460	23,46	24,38	
7	3,204645101	4,806967651	3,909667	0,482	24,12	25,08	
t [m]	F[m ²]	U [m]	Rh[m]	V[m/s]	Vo(dm)[m/s]	Vo(dk)[m/s]	
1	0,2	2,00	10,00	0,20	0,59	1,32	1,62
2	0,4	4,00	10,00	0,40	0,94	1,49	1,82
3	0,6	6,00	10,00	0,60	1,23	1,59	1,95
4	0,8	8,00	10,00	0,80	1,49	1,67	2,04
5	1	10,00	10,00	1,00	1,73	1,73	2,12
6	1,2	12,00	10,00	1,20	1,96	1,78	2,19
7	1,22	12,20	10,00	1,22	1,98	1,79	2,19

Koryto regulacyjne musi spełniać następujące warunki.

$$\left. \begin{array}{l} V_o(d_m) \geq V(Q_m) \\ \tau_o(d_m) \geq \tau(Q_m) \end{array} \right\} \text{dla } Q \leq Q_m$$

$$\left. \begin{array}{l} V_o(d_k) \geq V(Q_k) \\ \tau_o(d_k) \geq \tau(Q_k) \end{array} \right\} \text{dla } Q \leq Q_k$$

gdzie:

$V_o(d_m, d_k)$ - dopuszczalna prędkość obliczona w oparciu o średnicę miarodajną d_m

lub średnicę d_k ,

V - prędkość przepływu w korycie normalnym,

$\tau_o(d_m, d_k)$ - dopuszczalna wartość naprężeń stycznych obliczona w oparciu o średnicę miarodajną d_m i średnicę ziaren d_k ,

τ - czynne naprężenie styczne.

$$\left. \begin{array}{l} 1,73 \geq 1,73 \\ 3,2 \geq 3,2 \end{array} \right\} \text{dla } Q \leq Q_m \text{ - spełnione warunki granicznych prędkości i naprężeń stycznych dla}$$

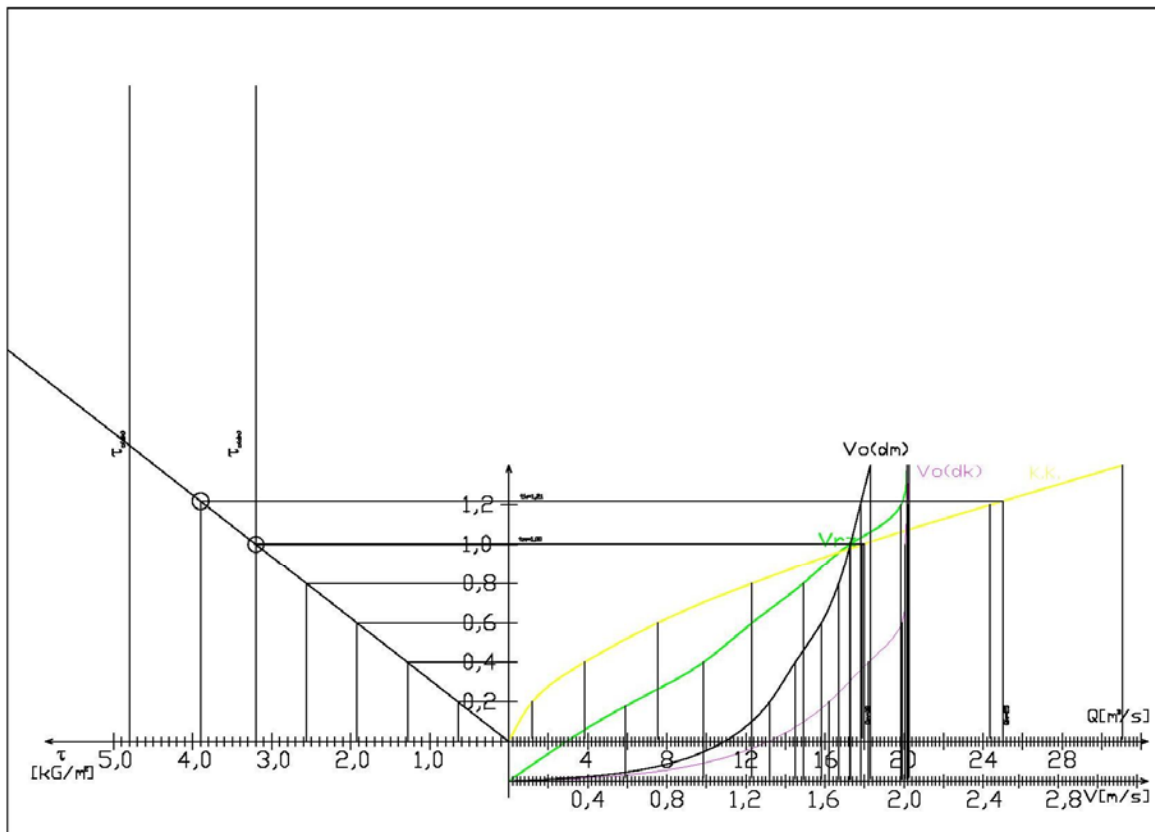
Q_m .

$2,19 \geq 1,96$
 $4,81 \geq 3,85$

$\left. \begin{array}{l} 2,19 \geq 1,96 \\ 4,81 \geq 3,85 \end{array} \right\} \text{dla } Q \leq Q_k - \text{spełnione warunki granicznych prędkości i naprężeń stycznych dla}$

Q_k

Wykres naprężeń stycznych dla różnych wartości przepływu.



Obliczenie ilości stopni regulacyjnych.

$$L \cdot J_{rz} = H_1$$

$$772 \cdot 0,012694 = 2,08 \text{ [m]}$$

$$L \cdot J_{prij.} = H_2$$

$$772 \cdot 0,0026 = 9,80 \text{ [m]}$$

$H_1 - H_2 =$ Różnica wysokości

$$9,80 - 2,08 = 7,72$$

Różnica wysokości względnych / h stopnia = ilość stopni

$$7,73 / 1,2 = 6,4 \approx 6 \text{ stopni}$$

2.2. Bilans prac ziemnych

Bilans prac ziemnych dla projektowanego przedsięwzięcia powinien być zbliżony do zera. Oznacza to, że ilość wykopu i nasypów w przekrojach poprzecznych oraz w profilu podłużnym powinny się równoważyć, przy jak najmniejszej ilości tych prac.

W celu obliczenia bilansu prac ziemnych w wyznaczonych 10 przekrojach obliczono wielkości powierzchni wykopów F_W i nasypów F_N . Uwzględniając odległości pomiędzy przekrojami obliczono objętość wykopu i nasypu na projektowanym odcinku ciekłu. Przekroje pomiarowe przedstawiono na rysunkach.

$$V_1 = \frac{F_1 + F_{i+1}}{2} \Delta L_i$$

gdzie:

V_1 - objętość (F_W lub F_N) pomiędzy pierwszym i drugim przekrojem w m^3

F_1 - powierzchnia (F_W lub F_N) w pierwszym przekroju w m^2

F_{i+1} - powierzchnia (F_W lub F_N) w kolejnym przekroju w m^2

ΔL_i - odległości pomiędzy kolejnymi przekrojami m .

Zestawienie wyników przedstawiono w tabeli 3 a metoda graficzna dostępna jest na załączonym rysunku.

Tabela 2. Zestawienie bilansu prac ziemnych.

Przekroj	Odleglosc	WYKOP			NASYP		
		Powierzchnia	Pow średnia	Objetosc	Powierzchnia	Pow średnia	Objetosc
1'	10,00	12,69	-	130,00	5,39	-	30,00
1"		30,29			0,00		
2	60,93	45,38	37,84	2305,32	1,63	0,81	49,65
3'	73,78	23,14	34,26	2527,60	2,83	2,23	164,43
3"	10,00	49,30	-	130,00	0,00	-	30,00
4	63,55	37,00	43,15	2742,31	0,00	0,00	-
5'	83,80	15,56	26,28	2202,40	0,22	0,11	9,20
5"	10,00	40,37	-	130,00	0,00	-	30,00
6	56,51	61,48	50,92	2877,59	0,00	0,00	-
7'	35,98	29,01	45,22	521,86	0,10	0,05	1,76
7"	10,00	61,93	-	130,00	0,00	-	30,00
8	57,60	31,16	46,55	2681,08	0,00	0,00	-
9	32,61	46,16	38,61	752,65	2,71	1,35	44,16
10'	61,14	37,43	41,80	2555,42	0,17	1,44	87,97
10"	10,00	69,71	-	130,00	0,00	-	30,00
11'	82,01	22,09	45,90	3764,09	0,35	0,18	14,35
11"	10,00	56,64	-	130,00	0,00	-	30,00
12	37,87	28,61	42,63	1614,33	0,82	0,41	15,46
13	66,07	29,70	29,16	1926,34	0,44	0,63	41,39
			Σ=	27250,99		Σ=	608,35

2.3. Analiza wyników.

Projekt regulacji poprzez korekcję stopniową.

- szerokość dna $B = 10$ m,
- napelnienie $t_m = 1$ m,
- wysokość stopnia $h = 1,2$ m,
- różnica wysokości na projektowanym odcinku cieku $\Delta W = 9,6$ m,
- spadek cieku $J_{rz} = 0,013$
- rzeczywista długość cieku $L_{rz} = 772$ m,
- projektowana długość cieku $L_{proj} = 771$ m,
- średnica charakterystyczna rumowiska $d_{50} = 0,033$ m

3. Część rysunkowa.