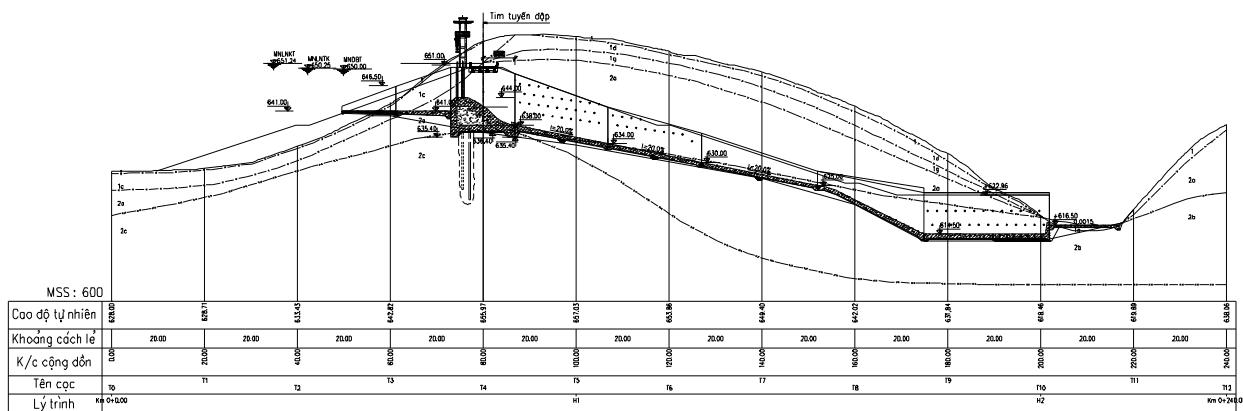


PL2.3. TÍNH TOÁN DỐC NUỚC, BÊ TIÊU NĂNG

1.1. CÁC THÔNG SỐ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ

- Công trình cấp II
- Tần suất thiết kế $P = 1\%$, lưu lượng lũ thiết kế $Q_{P=1\%} = 171,94 \text{ (m}^3/\text{s)}$
- Tần suất kiểm tra $P = 0,2\%$, lưu lượng lũ kiểm tra $Q_{P=0,2\%} = 258,48 \text{ (m}^3/\text{s)}$
- Hệ số an toàn ổn định trượt lật:
 - + Tô hợp cơ bản: $[K] = 1,15$
 - + Tô hợp đặc biệt: $[K] = 1,04$
 - + Tô hợp thi công: $[K] = 1,09$

1.2. TÍNH TOÁN THỦY LỰC DỐC NUỚC



Hình 1: Sơ đồ tính toán dốc nước

1.2.1. Số liệu và trường hợp tính toán

Dốc nước được chia làm 2 đoạn: đoạn 1 thu hẹp dần có độ dốc i_1 , chiều dài L_1 ; đoạn 2 là đoạn không đổi có độ dốc i_2 , chiều dài L_2 . Mặt cắt ngang dốc nước hình chữ nhật. Hệ số nhám đối với vật liệu bê tông $n = 0,017$.

STT	Đoạn dốc	i	L	n
		(%)	(m)	
1	Đoạn 1	20,0	20,0	0,017
2	Đoạn 2	20,0	45,0	0,017

Ta tính toán đường mặt nước trên dốc cho 2 trường hợp

- Lưu lượng lũ thiết kế $Q_{1,0\%} = 171,94 \text{ (m}^3/\text{s)}$
- Lưu lượng lũ kiểm tra $Q_{0,2\%} = 258,48 \text{ (m}^3/\text{s)}$

1.2.2. Phương pháp tính toán

Để xác định đường mặt nước trong dốc thu hẹp ta dùng phương pháp cộng trực tiếp và tính toán như đoạn kênh phi lăng trụ:

$$\Delta L = \frac{\Delta \vartheta}{i-j} \quad (1-1)$$

Trong đó:

- + ΔL - Khoảng cách giữa hai mặt tính toán liên tiếp;
- + $\Delta \vartheta$ - Chênh lệch năng lượng giữa hai mặt cắt tính toán liên tiếp.

$$\Delta \vartheta = \vartheta_{i+1} - \vartheta_i; \vartheta = h + \frac{\alpha \cdot v^2}{2 \cdot g} \quad (1-2)$$

+ i - Độ dốc đáy nước

+ \bar{j} - Độ dốc thuỷ lực trung bình giữa hai mặt cắt

$$\bar{j} = \frac{1}{2}(j_{i-1} - j_i) \quad (1-3)$$

$$j = \frac{v^2}{C^2 \cdot R}; R = \frac{\omega}{\chi}; C = \frac{1}{n} \cdot (R)^{\frac{1}{6}}; \quad (1-4)$$

+ n là hệ số nhám $n = 0,017$

$$\omega = b \cdot h \quad (1-5);$$

$$\chi = b + 2 \cdot h \quad (1-6)$$

(đối với mặt cắt ngang dốc hình chữ nhật)

+ b, h là chiều rộng dốc nước và chiều sâu dòng chảy trên dốc

Chia đoạn thu hẹp thành n ($n = 4$) đoạn ngắn chiều dài mỗi đoạn

$$\Delta L' = \frac{\Delta L}{n} = \frac{20}{4} = 5m$$

Chia đoạn thu không đổi thành n ($n = 18$) đoạn ngắn chiều dài mỗi đoạn

$$\Delta L' = \frac{\Delta L}{n} = \frac{180}{18} = 10m$$

Theo trên ta đã xác định được chiều sâu của mực nước đầu dốc là $h = h_c$. Để tính toán ta đi giả thiết chiều sâu của mực nước ở cuối đoạn tính toán. Áp dụng công thức (1-1) ta xác định được giá trị $\Delta L''$ của đoạn tính toán, so sánh hai giá trị $\Delta L''$ và $\Delta L'$ nếu $\Delta L'' \neq \Delta L'$ thì ta giả thiết lại chiều sâu nước ở cuối đoạn tính toán và tiến hành các bước như trên đến khi $\Delta L'' \approx \Delta L'$. Để tính toán tiếp cho các đoạn sau thì chiều sâu mực nước ở cuối đoạn này là đầu đoạn tiếp theo.

1.2.3. Kết quả tính toán

Bảng 1: Bảng kết quả tính toán đường mặt nước trên dốc nước ứng với $Q_{p0,2\%}$

h (m)	B	w (m^2)	c (m)	R (m)	V (m/s)	aV²/2g (m)	E₀ (m)	y	C	J	J_{tb}	ΔE	ΔL	ΣΔL
												(m)	(m)	(m)
1,10	17,80	19,58	20,00	0,98	13,20	8,88	9,978	0,173	58,61	0,052	0	0	0	0
1,19	15,85	18,91	18,24	1,04	13,67	9,53	10,720	0,173	59,19	0,051	0,052	0,742	5	5

h	B	w	c	R	V	aV²/2g	E₀	y	C	J	J_{tb}	ΔE	ΔL	ΣΔL
(m)		(m ²)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(m)					(m)	(m)	(m)
1,32	13,90	18,32	16,54	1,11	14,11	10,15	11,466	0,172	59,87	0,050	0,051	0,746	5	10
1,49	11,95	17,81	14,93	1,19	14,51	10,73	12,221	0,171	60,63	0,048	0,049	0,755	5	15
1,74	10	17,40	13,48	1,29	14,86	11,25	12,987	0,170	61,43	0,045	0,047	0,767	5	20
1,63	10	16,27	13,25	1,23	15,88	12,86	14,484	0,171	60,92	0,055	0,050	1,497	10	30
1,54	10	15,41	13,08	1,18	16,77	14,34	15,881	0,171	60,50	0,065	0,060	1,397	10	40
1,47	10	14,72	12,94	1,14	17,56	15,71	17,180	0,172	60,14	0,075	0,070	1,299	10	50
1,42	10	14,17	12,83	1,10	18,25	16,97	18,385	0,172	59,83	0,084	0,080	1,204	10	60
1,39	10	13,93	12,79	1,09	18,56	17,56	18,952	0,172	59,70	0,089	0,087	0,567	5	65

Bảng 2: Bảng kết quả tính toán đường mặt nước trên dốc nước ứng với $Q_{p1,0\%}$

h	B	w	c	R	V	aV²/2g	E₀	y	C	J	J_{tb}	ΔE	ΔL	ΣΔL
(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(m)					(m)	(m)	(m)
0,77	17,80	13,76	19,35	0,71	12,49	7,95	8,727	0,177	55,39	0,071	0	0	0	0
0,84	15,85	13,29	17,53	0,76	12,94	8,53	9,372	0,176	56,02	0,070	0,071	0,645	5	5
0,93	13,90	12,87	15,75	0,82	13,36	9,10	10,026	0,175	56,77	0,068	0,069	0,655	5	10
1,05	11,95	12,50	14,04	0,89	13,76	9,65	10,697	0,174	57,64	0,064	0,066	0,670	5	15
1,22	10	12,17	12,43	0,98	14,13	10,17	11,388	0,173	58,61	0,059	0,062	0,691	5	20
1,14	10	11,40	12,28	0,93	15,08	11,59	12,728	0,174	58,07	0,073	0,066	1,340	10	30
1,08	10	10,83	12,17	0,89	15,88	12,86	13,939	0,174	57,64	0,085	0,079	1,210	10	40
1,04	10	10,38	12,08	0,86	16,57	13,99	15,026	0,175	57,29	0,097	0,091	1,087	10	50
1,00	10	10,02	12,00	0,84	17,15	14,99	15,997	0,175	57,00	0,108	0,103	0,971	10	60
0,99	10	9,87	11,97	0,82	17,41	15,45	16,442	0,175	56,87	0,114	0,111	0,445	5	65

Từ kết quả tính toán đường mặt nước trên dốc ta nhận thấy: khi xả với lưu lượng $Q_{0,2\%}$ lưu tốc lớn nhất trên dốc nước là $v_{cd} = 18,56$ m/s

So sánh với vận tốc không xói cho phép $[v_{max}] = 18,89$ m/s (lấy theo TCVN 4118:2021 với BT M30 cột nước trong dốc 1,39m)

Nhận thấy $v_{cd} < [v_{max}]$. Vậy lưu tốc dòng chảy trên dốc đảm bảo nhỏ hơn lưu tốc cho phép và không cần có biện pháp xử lý tiêu năng trên dốc.

1.2.4. Kiểm tra sự phát sinh hàm khí trên dốc nước

1.2.4.1. Tiêu chuẩn thiết kế

TCVN 9158:2012 Công trình thủy lợi - Công trình tháo nước - Phương pháp tính toán khí thực.

1.2.4.2. Mục đích tính toán

- Lựa chọn mác bê tông và xác định độ gồ ghề cho phép trên mặt lòng dẫn Z_{cp} khi đã biết các yếu tố thủy lực của lòng dẫn.

- Tính toán lựa chọn vị trí đại diện tương tự tính toán đường mặt nước trên dốc nước.

1.2.4.3. Nội dung tính toán

a) Kiểm tra khí hóa

+ $K > 0,85$.Kpg

+ Giá trị của hệ số khí hóa K theo công thức (7): $K = \frac{H_{DT} - H_{pg}}{\frac{V_{DT}^2}{2g}}$

Trong đó:

- V_{DT} là lưu tốc (trị số trung bình thời gian) đặc trưng của dòng chảy bao quanh công trình hay bộ phận công trình đang xét, m/s.

- g là gia tốc trọng trường, m/s^2 .

- H_{pg} là cột nước áp lực phân giới của nước, phụ thuộc vào nhiệt độ nước, m, lấy theo bảng 2 TCVN 9518:2012.

- H_{DT} là cột nước áp lực toàn phần đặc trưng của dòng chảy bao quanh công trình hay bộ phận công trình đang xét, m: $H_{DT} = H_a + h_d$

- H_a là cột nước áp lực khí trời, m, lấy theo bảng 1 TCVN 9158:2012

- h_d là cột nước áp lực khí dư, xác định với dòng chảy không áp $h_d = h \cos \Psi$

Đối với mô hình ghề cục bộ theo dòng chảy: $K_{pg} = 0,125\alpha^{0,65}$

Nhận xét: $K < K_{pg}$, phát sinh khí hóa, phải kiểm tra khí thực:

- Điều kiện để lòng dẫn không bị xâm thực là giá trị vận tốc sát thành chảy bao quanh mô hình cục bộ V_y phải thỏa mãn điều kiện:

$$V_y < V_{ng}$$

Trong đó:

- V_{ng} là lưu tốc ngưỡng phụ thuộc vào độ bền nén của vật liệu (Rb) và hệ số hàm khí trong nước S. Giá trị này được tra theo đường quan hệ trong Hình 1.

$$V_y = \frac{V_{tb}}{\varphi_v} \sqrt{\xi_1 \xi_2}$$

$$\varphi_v = \frac{1}{Bh} \left\{ (h - \delta)(B - 2\delta) + \frac{\delta^2}{\ln \frac{\delta}{\Delta} + 3} \left[\frac{B+2h}{\delta} \left(\ln \frac{\delta}{\Delta} + 2 \right) - 2 \ln \frac{\delta}{\Delta} - 5 \right] \right\}$$

Với:

$$\delta = f \left(\frac{L}{\Delta} \right)$$

là chiều dày lớp biên tại điểm tính toán

L là chiều dài tăng lên của lớp biên tại điểm tính toán

B là chiều rộng dốc nước

h là mực nước tại mặt cắt tính toán

Δ là chiều cao trung bình của mô hình bể mặt

y là chiều cao nhám cục bộ $y = Z + \Delta$

b) Trường hợp tính toán

- Trường hợp 1: Xả lũ kiểm tra ứng vưới tần suất $P=0,2\%$
- Trường hợp 2: Xả lũ thiết kế ứng với tần suất $P=1\%$

Kết quả tính toán tận dụng từ kết quả tính toán đường mực nước trên dốc nước.

Cao độ đầu dốc		638	m
Bè rộng tràn	D =	14	m
Dộ dốc	I =	0,2	
Nhiệt độ	T =	25	° → Hpg = 0,32 m
Chiều cao nhám tương đương	Δ =	0,5	mm
Góc giữa đáy lòng dẫn với phương ngang	Ψ =	8	° Kpg = 2,33
Chiều cao mấu gồ ghề cục bộ	Zm =	5	mm M = 30
	y = Zm + Δ =	5,5	mm Rb = 28,9 Mpa
	y/Δ =	11	Vng = 14,32 (m/s)

Bảng kiểm tra khả năng khí hóa, khí thực tại các mặt cắt tính toán P = 0,2%

Mặt cắt	h	B	Zmn	Ha	Hdt	L*	L*/D	d/D	d	2	x1	φv	Vtb	Vy	K	K/n khí hoá	Vng	K/n xâm thực
	(m)	(m)	(m)	(m)	m	(m)	104	103	(m)	(10 -3)			(m/s)	(m)	(m)		(m/s)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	
1	1,10	19,30	639,10	9,58	10,67	14,0	2,80	0,58	0,29	2,460	196,5	0,882	13,20	10,40	1,88	Có	14,32	không
2	1,19	17,35	638,19	9,58	10,76	19,0	3,80	0,75	0,37	2,240	196,5	0,871	13,67	10,41	1,89	Có	14,32	không
3	1,32	15,40	637,32	9,58	10,89	24,0	4,80	0,92	0,46	2,040	196,5	0,864	14,11	10,34	1,94	Có	14,32	không
4	1,49	13,45	636,49	9,58	11,06	29,0	5,80	0,59	0,30	2,440	196,5	0,904	14,51	11,11	1,71	Có	14,32	không
5	1,74	11,5	635,74	9,58	11,31	34,0	6,80	0,66	0,33	2,341	196,5	0,907	14,86	11,11	1,74	Có	14,32	không
6	1,63	11,5	633,63	9,59	11,20	44,0	8,80	1,44	0,72	1,420	196,5	0,840	15,88	9,99	2,14	Có	14,32	không
7	1,54	11,5	631,54	9,59	11,11	54,0	10,80	1,93	0,96	1,238	196,5	0,797	16,77	10,37	1,97	Có	14,32	không
8	1,47	11,5	629,47	9,59	11,05	64,0	12,80	2,25	1,12	1,208	196,5	0,768	17,56	11,14	1,70	Có	14,32	không
9	1,42	11,5	627,42	9,59	11,00	74,0	14,80	2,57	1,28	1,178	196,5	0,739	18,25	11,88	1,49	Có	14,32	không
10	1,39	11,5	626,39	9,59	10,97	79,0	15,80	2,73	1,36	1,163	196,5	0,725	18,56	12,24	1,40	Có	14,32	không

Bảng kiểm tra khả năng khí hóa, khí thực tại các mặt cắt tính toán P = 1,0%

Mặt cắt	h	B	Zmn	Ha	Hdt	L*	L*/D	d/D	d	2	x1	φv	Vtb	Vy	K	K/n khí hoá	Vng	K/n xâm thực
	(m)	(m)	(m)	(m)	m	(m)	104	103	(m)	(10 -3)			(m/s)	(m)	(m)		(m/s)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
1	0,77	19,3	638,77	9,58	10,35	14	2,80	0,58	0,29	2,460	196,5	0,837	12,49	10,37	1,83	Có	14,32	không
2	0,84	17,35	637,84	9,58	10,41	19	3,80	0,75	0,37	2,240	196,5	0,823	12,94	10,43	1,82	Có	14,32	không
3	0,93	15,4	636,93	9,58	10,50	24	4,80	0,92	0,46	2,040	196,5	0,815	13,36	10,38	1,85	Có	14,32	không
4	1,05	13,45	636,05	9,58	10,62	29	5,80	0,59	0,30	2,440	196,5	0,871	13,76	10,94	1,69	Có	14,32	không
5	1,22	11,5	635,22	9,58	10,79	34	6,80	0,66	0,33	2,341	196,5	0,876	14,13	10,94	1,72	Có	14,32	không
6	1,14	11,5	633,14	9,59	10,72	44	8,80	1,44	0,72	1,420	196,5	0,787	15,08	10,12	1,99	Có	14,32	không
7	1,08	11,5	631,08	9,59	10,66	54	10,80	1,93	0,96	1,238	196,5	0,731	15,88	10,72	1,77	Có	14,32	không
8	1,04	11,5	629,04	9,59	10,62	64	12,80	2,25	1,12	1,208	196,5	0,692	16,57	11,66	1,49	Có	14,32	không
9	1,00	11,5	627,00	9,59	10,59	74	14,80	2,57	1,28	1,178	196,5	0,655	17,15	12,60	1,27	Có	14,32	không
10	0,99	11,5	625,99	9,59	10,57	79	15,80	2,73	1,36	1,163	196,5	0,637	17,41	13,08	1,18	Có	14,32	không

Từ kết quả tính toán thấy với các mô nhám độ gò ghè cục bộ bất kỳ cho phép không quá 5mm, Vy max = 13,38m/s trên dốc nước, thiết kế bê tông M30 có Vng = 14,32m/s > Vy max đảm bảo mặt dốc nước không bị xâm thực.

1.2.5. Thiết kế bố trí mó nhám

Do vận tốc dòng chảy lớn, bố trí các mó nhám dọc dốc nước để đảm bảo an toàn công trình. Bố trí mó nhám chữ W có mũi nhọn xuôi dòng.

Trường hợp tính toán: Kiểm tra ứng với 2 trường hợp lũ thiết kế $Q=171,94\text{m}^3/\text{s}$ và lũ kiểm tra $Q=258,48\text{m}^3/\text{s}$.

1.2.5.1. Tính toán với lưu lượng lũ thiết kế

- Lưu lượng tính toán: $Q= 171,94 \text{ m}^3/\text{s}$

- Bè rộng dốc nước tính toán: $b= 10 \text{ m}$

- Để giảm năng lượng tiêu năng cuối dốc nước bố trí mó nhám trên dốc nước. Mó nhám có dạng chữ W tạo góc 90° , mặt cắt hình vuông.

- Không chế vận tốc cuối dốc $V = 11,0 \text{ m/s}$, khi đó độ sâu chảy đều trên dốc, tính từ đỉnh mó nhám trở lên sẽ là: $h = Q/(v.b) = 1,56 \text{ m}$.

- Trị số Sêzi được tính toán theo công thức: $C_{gc}= v/(R.i)^{0,5} = 22,54$

Trong đó:

+ R là bán kính thuỷ lực $R=\omega/\lambda = 1,19 \text{ m}$

+ ω là diện tích ướt: $\omega = 15,63 \text{ m}^2$

+ λ là chu vi ướt: $\lambda = 13,13 \text{ m}$

+ i là độ dốc của dốc nước: $i = 20\%$

- Mặt khác, hệ số Sêzi được tính theo công thức Picalop:

$$C_{gc}=1000/[(a-b\sigma+c\beta)S] = 22,54$$

Trong đó: các hệ số a, b, c, S tra bảng phụ thuộc vào kiểu mó nhám, a = 116,1; b = 6,1; c = -1,2; S = 1,00; $\sigma = h/\Delta$; $\beta = b/h = 6,40$

- Từ công thức trên suy ra: $\sigma = h/\Delta = 10,5$

→ Chiều cao mó nhám $\Delta = h/\sigma = 0,149$

- Chọn chiều cao mó nhám: $\Delta = 0,25 \text{ m}$

- Khoảng cách giữa các mó nhám: $\delta=8\Delta= 2,0 \text{ m}$

1.2.5.2. Tính toán với lưu lượng lũ kiểm tra

- Lưu lượng tính toán: $Q= 258,48 \text{ m}^3/\text{s}$

- Bè rộng dốc nước tính toán: $b= 10,0 \text{ m}$

- Để giảm năng lượng tiêu năng cuối dốc nước bố trí mó nhám trên dốc nước. Mó nhám có dạng chữ W tạo góc 90° , mặt cắt hình vuông.

- Không chế vận tốc cuối dốc $V = 11,0 \text{ m/s}$, khi đó độ sâu chảy đều trên dốc, tính từ đỉnh mó nhám trở lên sẽ là: $h = Q/(v.b) = 2,35 \text{ m}$.

- Trị số Sêzi được tính toán theo công thức: $C_{gc}= v/(R.i)^{0,5} = 19,45$

Trong đó:

+ R là bán kính thuỷ lực $R=\omega/\lambda = 1,60 \text{ m}$

+ ω là diện tích ướt: $\omega = 23,5 \text{ m}^2$

+ λ là chu vi ướt: $\lambda = 14,7 \text{ m}$

+ i là độ dốc của dốc nước: $i = 20\%$

- Mặt khác, hệ số Sezi được tính theo công thức Picalop:

$$C_{gc} = 1000 / [(a - b\sigma + c\beta)S] = 19,45$$

Trong đó: các hệ số a, b, c, S tra bảng phụ thuộc vào kiểu mô nhám, $a = 116,1; b = 6,1; c = -1,2; S = 1,00; \sigma = h/\Delta; \beta = b/h = 4,26$

- Từ công thức trên suy ra: $\sigma = h/\Delta = 9,769$

→ Chiều cao mô nhám $\Delta = h/\sigma = 0,241$

- Chọn chiều cao mô nhám: $\Delta = 0,25 \text{ m}$

- Khoảng cách giữa các mô nhám: $\delta = 8\Delta = 2,0 \text{ m}$

1.3. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ TIÊU NĂNG SAU DỐC NUỚC

1.3.1. Tính toán thủy lực kênh xả hạ lưu sau bể tiêu năng

Dựa theo: “TCVN 4118 – 2021: Hệ thống dẫn chuyển nước” mục 7.4.2 “Xác định kích thước mặt cắt ngang kênh”, áp dụng công thức (55). Lưu lượng dòng chảy trong kênh được xác định theo công thức sau:

$$Q_{ik} = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Trong đó:

+ Q : là lưu lượng thiết kế kênh, (m^3/s)

+ R : bán kính thủy lực $R = \omega/\chi$ (m)

+ ω : Diện tích mặt cắt ướt của mặt cắt tính toán, (m^2)

+ χ : Chu vi mặt cắt ướt của mặt cắt tính toán, (m)

+ i : Độ dốc thủy lực của đoạn sông tính toán.

+ C : là hệ số sezy, được xác định theo công thức $C = \frac{1}{n} \cdot R^y$

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n} - 0,10)$$

+ n : hệ số nhám; $n = 0,017$

P	Độ dốc	H _{tt}	Hệ số nhám n	B _{đáy}	ω	χ	R	C	Q	Q _{p0,5%}	v
	(%)	(m)		(m)	(m ²)	(m)			(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m/s)
1%	0,60%	3,28	0,05	14,50	55,12	22,57	2,44	25,77	171,94	171,94	3,12
0,20%	0,60%	3,60	0,05	14,50	71,24	23,51	3,03	26,91	258,48	258,48	3,63

1.3.2. Tính toán tiêu năng

1.3.3. Thông số đầu vào

+ Lưu lượng tính toán tiêu năng: Q

+ Mực nước thượng lưu: Z_{tl}

- + Cao trình ngưỡng: Z_{ng}
- + Cao trình mực nước hạ lưu: Z_{hl}
- + Cao trình đáy kênh hạ lưu: Z_{dk}
- + Bề rộng bể tiêu năng: B_{db}
- + Vận tốc dòng chảy phía thượng lưu: V_{tl}
- + Hệ số lưu tốc của dòng chảy qua ngưỡng: φ
- + Hệ số lưu tốc của dòng chảy ở cửa ra của bể: φ'
- + Hệ số an toàn ngập: σ
- + Hệ số sửa chữa động lượng: α_0

Xác định hình thức nối tiếp:

Năng lượng dòng chảy cuối ngưỡng so với đáy kênh hạ lưu (cột nước toàn phần):

$$E_0 = \frac{V_{tl}^2}{2 \cdot g} + (\nabla_{cd} - \nabla_{dk}) \quad (1)$$

Từ phương trình Q, bằng phương pháp thử dần ta xác định được h_c :

$$Q = \varphi \cdot \omega_c \cdot \sqrt{2g(E_0 - h_c)} \quad (2)$$

Từ h_c thay vào công thức (3) ta xác định được độ sâu liên hiệp h_c''

$$h_c'' = 0,5 \cdot h_c \left(\sqrt{1 + \frac{\alpha_0 \cdot 8 \cdot q^2}{g \cdot h_c^3}} - 1 \right) \quad (3)$$

So sánh h_c'' với h_h để xác định hình thức nối tiếp:

+ Nếu $h_c'' > h_h$ nối tiếp bằng nước nhảy phóng xa \rightarrow cần phải có biện pháp tiêu năng sau công trình.

+ Nếu $h_c'' \leq h_h$ nối tiếp bằng nước nhảy ngập \rightarrow không cần bố trí tiêu năng hoặc bố trí tiêu năng theo cấu tạo.

1.3.4. Phương pháp tính toán tiêu năng

Nếu nối tiếp sau công trình là nước nhảy phóng xa \Rightarrow Cần có biện pháp tiêu năng sau dốc.

Chọn hình thức tiêu năng đáy với biện pháp công trình là đào bể tiêu năng, chiều sâu đào bể được tính toán bằng phương pháp thử dần.

B1: Giả thiết chiều sâu đào bể $d_0 = h_c'' - h_h$, hoặc giả định một trị số xấp xỉ trị số trên.

B2: Với chiều sâu d_0 đã chọn, tính độ sâu co hẹp h_c và độ sâu liên hiệp h_c'' theo cột nước $E_0' = E_0 + d_0$ theo phương pháp đã nêu tại phần xác định hình thức nối tiếp.

B3: Xác định độ chênh lệch mực nước ở ngưỡng bể tiêu năng ΔZ theo công thức:

$$\Delta Z = \frac{Q^2}{B^2 \cdot \varphi'^2 \cdot 2g \cdot h_h^2} - \frac{Q^2}{B^2 \cdot 2g \cdot (\sigma h'')^2} \quad (4)$$

B4: Tính lại chiều sâu đào bể d_1 theo công thức:

$$d_1 = \sigma h''_c - h_h - \Delta Z \quad (5)$$

Như vậy, $d_0 \approx d_1$; Vậy chiều sâu bê giả thiết là hợp lý.

B5: Xác định chiều dài bê tiêu năng được tính theo công thức M.Đ. Trectouxop:

$$L_b = \beta \cdot L_n$$

Trong đó:

- + β là hệ số thực nghiệm, lấy bằng 0,7:-0,8.
- + $L_n = 4,5 \cdot h_c''$ chiều dài đoạn nước nhảy.

TÍNH TOÁN TIÊU NĂNG ỦNG VỚI LUƯ LUỢNG Q = 171,94 m³/s		
Số liệu đầu vào		
Lưu lượng tính toán tiêu năng Q:	m ³ /s	171,94
Mực nước thượng lưu Z _{tl} :	m	625,99
Cao trình ngưỡng Z _{ng} :	m	625,00
Cao trình đáy kênh hạ lưu Z _{dk} :	m	617,00
Độ sâu kênh hạ lưu h _h :	m	3,28
Bè rộng kênh hạ lưu:	m	14,50
Hệ số lưu tốc φ:		0,95
Hệ số lưu tốc φ':		0,95
Hệ số sửa chữa động lượng α ₀ :		1,00
Hệ số an toàn ngập σ:		1,05
Hệ số β:		0,70
Tính toán nối tiếp		
Cột nước toàn phần E ₀ :	m	15,16
Độ sâu tại mặt cắt co hẹp h _c :	m	0,74
Độ sâu liên hiệp sau nước nhảy h _{c''} :	m	5,85
Hình thức nối tiếp:		Nối tiếp bằng nước nhảy phóng xa
Tính toán tiêu năng		
Giả thiết chiều sâu bê d ₀ :	m	2,73
Cột nước toàn phần E _{0'} :	m	17,88
Độ sâu tại mặt cắt co hẹp h _c :	m	0,67
Độ sâu liên hiệp sau nước nhảy h _{c''} :	m	6,23
Chênh lệch cột nước ở cửa ra của bê ΔZ:	m	0,53
Tính lại chiều sâu bê d ₁ :	m	2,73
Kiểm tra d ₀ và d ₁ :		Chấp nhận kết quả
Chiều dài bê L _b :	m	17,53

TÍNH TOÁN TIÊU NĂNG ỦNG VỚI LUƯ LUỢNG Q = 258,48 m³/s		
Số liệu đầu vào		
Lưu lượng tính toán tiêu năng Q:	m ³ /s	258,48
Mực nước thượng lưu Z _{tl} :	m	626,39
Cao trình ngưỡng Z _{ng} :	m	625,00
Cao trình đáy kênh hạ lưu Z _{dk} :	m	617,00
Độ sâu kênh hạ lưu h _h :	m	3,60
Bè rộng kênh hạ lưu:	m	14,50
Hệ số lưu tốc φ:		0,95
Hệ số lưu tốc φ':		0,95
Hệ số sửa chữa động lượng α ₀ :		1,00
Hệ số an toàn ngập σ:		1,05
Hệ số β:		0,70
Tính toán nối tiếp		
Cột nước toàn phần E ₀ :	m	15,56
Độ sâu tại mặt cắt co hẹp h _c :	m	1,11
Độ sâu liên hiệp sau nước nhảy h _c " :	m	7,09
Hình thức nối tiếp:		Nối tiếp bằng nước nhảy phóng xa
Tính toán tiêu năng		
Giả thiết chiều sâu bê d ₀ :	m	3,40
Cột nước toàn phần E ₀ ' :	m	18,96
Độ sâu tại mặt cắt co hẹp h _c :	m	0,97
Độ sâu liên hiệp sau nước nhảy h _c " :	m	7,68
Chênh lệch cột nước ở cửa ra của bê ΔZ:	m	1,07
Tính lại chiều sâu bê d ₁ :	m	3,40
Kiểm tra d ₀ và d ₁ :		Chấp nhận kết quả
Chiều dài bê L _b :	m	24,20

Kết luận: Từ các kết quả tính toán chọn chiều sâu bê tiêu năng $d_b = 3,5m$; chiều dài bê $L_b = 25m$