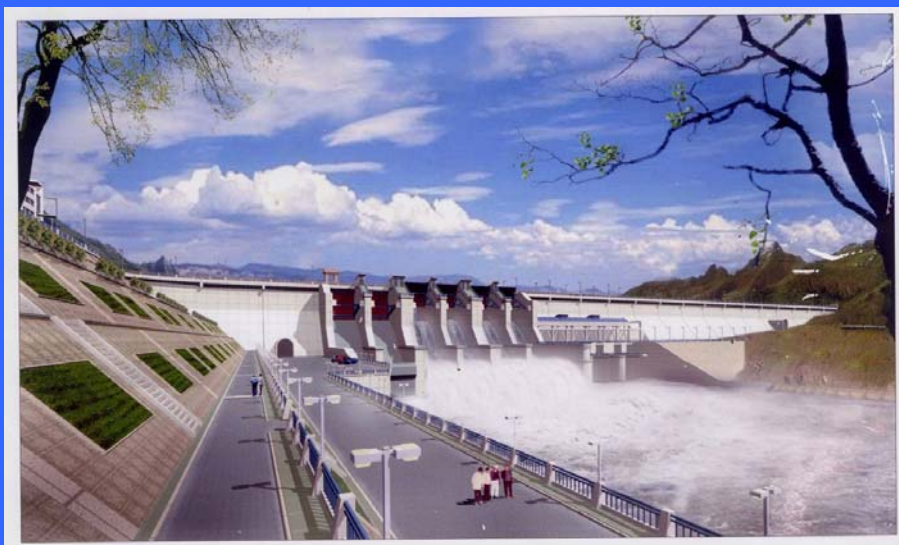


TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI  
BỘ MÔN THỦY CÔNG

ĐỒ ÁN MÔN HỌC  
THỦY CÔNG

*(Tái bản lần thứ hai, có bổ sung, sửa chữa)*



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI  
BỘ MÔN THỦY CÔNG

**ĐỒ ÁN MÔN HỌC**  
**THỦY CÔNG**

*(Tái bản lần thứ hai, có bổ sung, sửa chữa)*

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG**  
**HÀ NỘI - 2004**

## MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU .....	5
LỜI NÓI ĐẦU .....	6
PHẦN I - CÁC ĐỀ BÀI .....	8
ĐỒ ÁN SỐ 1: TÍNH TOÁN LỰC VÀ THẨM .....	8
A - TÍNH TOÁN LỰC TÁC DỤNG LÊN CÔNG TRÌNH .....	8
B - TÍNH THẨM DƯỚI ĐÁY CÔNG TRÌNH.....	12
ĐỒ ÁN SỐ 2 - THIẾT KẾ ĐẬP ĐẤT .....	16
ĐỒ ÁN SỐ 3 - THIẾT KẾ CỐNG NGẦM.....	16
A - TÀI LIỆU CHO TRƯỚC .....	16
B – NỘI DUNG THIẾT KẾ: .....	18
ĐỒ ÁN SỐ 4: THIẾT KẾ ĐẬP BÊ TÔNG TRỌNG LỰC .....	30
A. TÀI LIỆU:.....	30
B. YÊU CẦU VÀ NHIỆM VỤ .....	35
ĐỒ ÁN SỐ 5: THIẾT KẾ CỐNG LỘ THIÊN .....	45
A. TÀI LIỆU .....	45
B. YÊU CẦU ĐỒ ÁN: .....	51
PHẦN II - HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN.....	52
ĐỒ ÁN SỐ 1: TÍNH TOÁN LỰC VÀ THẨM .....	52
§1-1. TÍNH TOÁN LỰC TÁC DỤNG LÊN CÔNG TRÌNH .....	52
§1-2. TÍNH TOÁN THẨM DƯỚI ĐÁY CÔNG TRÌNH .....	59
ĐỒ ÁN SỐ 2: THIẾT KẾ ĐẬP ĐẤT.....	67
§2-1. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG .....	67
§2-2. CÁC KÍCH THƯỚC CƠ BẢN CỦA ĐẬP ĐẤT .....	68
§2-3. TÍNH TOÁN THẨM QUA ĐẬP VÀ NỀN.....	72
§2-4. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH MÁI ĐẬP.....	79
§2-5. CẤU TẠO CHI TIẾT .....	82
§2-6. KẾT LUẬN .....	84
ĐỒ ÁN SỐ 3: THIẾT KẾ CỐNG NGẦM LẤY NƯỚC DƯỚI ĐẬP ĐẤT.....	86
§3-1. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG .....	86
§3-2. THIẾT KẾ KÊNH HẠ LƯU CỐNG.....	87
§3-3. TÍNH KHẤU DIỆN CỐNG.....	88
§3-4. KIỂM TRA TRẠNG THÁI CHẢY VÀ TÍNH TOÁN TIÊU NẮNG.....	92
§3-5. CHỌN CẤU TẠO CỐNG.....	96
§3-6. TÍNH TOÁN KẾT CẤU CỐNG.....	98
§3-7. KẾT LUẬN .....	101
ĐỒ ÁN SỐ 4: THIẾT KẾ ĐẬP BÊ TÔNG TRỌNG LỰC .....	102
§4-1. MỞ ĐẦU .....	102
§4-2. TÍNH TOÁN MẶT CẮT ĐẬP.....	103
§4-3. TÍNH TOÁN MÀN CHỐNG THẨM .....	107
§4-4. TÍNH TOÁN THUỶ LỰC ĐẬP TRÀN .....	109
§4-5. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CỦA ĐẬP.....	112

§4-6. PHÂN TÍCH ỨNG SUẤT THÂN ĐẬP. ....	113
§4-7. CÁC CẤU TẠO CHI TIẾT.....	116
§4-8. KẾT LUẬN. ....	117
ĐỒ ÁN SỐ 5: THIẾT KẾ CÔNG LỘ THIÊN.....	118
§5-1. GIỚI THIỆU CHUNG.....	118
§5-2. TÍNH TOÁN THUYẾT LỰC CÔNG.....	118
§5-3. BỐ TRÍ CÁC BỘ PHẬN CÔNG.....	122
§5-4. TÍNH TOÁN THÂM DƯỚI ĐÁY CÔNG.....	127
§5-5. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CÔNG.....	128
§5-6. TÍNH TOÁN KẾT CẤU BẢN ĐÁY CÔNG.....	130
§5-7. KẾT LUẬN.....	135
PHẦN III - CÁC PHỤ LỤC.....	136
Phụ lục 1. XÁC ĐỊNH CẤP CÔNG TRÌNH VÀ CÁC CHỈ TIÊU THIẾT KẾ. (Theo TCXDVN 285-2002). ....	136
Phụ lục 2 .CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA SÓNG DO GIÓ LÊN CÔNG TRÌNH.....	141
Phụ lục 3: ĐẶC TRƯNG ĐỘ BỀN THÂM CỦA ĐẤT NỀN VÀ ĐẤT ĐẬP ĐẬP .....	146

## LỜI GIỚI THIỆU

*Cuốn “ Đồ án môn học Thủy công” xuất bản lần đầu vào năm 1992. Sách được tái bản, có bổ sung sửa chữa lần thứ nhất vào năm 2001.*

*Trong lần tái bản này (năm 2004), sách giới thiệu những thay đổi về phân cấp công trình và các chỉ tiêu thiết kế trích từ Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 285-2002 (thay cho TCVN 5060 -90). Những sửa đổi chủ yếu bao gồm:*

- *Thay đổi cấp thiết kế của công trình theo năng lực phục vụ.*
- *Bổ sung tiêu chuẩn phân cấp công trình theo dung tích hồ chứa.*
- *Bổ sung tần suất lưu lượng và mực nước lớn nhất kiểm tra công trình thủy.*
- *Thay đổi thời gian tính toán dung tích bồi lắng của hồ chứa bị lấp đầy.*
- *Những quy định chủ yếu về tính toán công trình theo trạng thái giới hạn.*

*Ngoài ra còn có những bổ sung, sửa chữa cần thiết về số liệu đầu bài và phân hướng dẫn, một số hình vẽ và đầu sách tham khảo.*

*Việc bổ sung và sửa chữa sách lần này do PGS.TS Nguyễn Chiến và KS.Lương Thị Thanh Hương đảm nhận.*

*Bộ môn Thủy công trân trọng giới thiệu cùng đọc giả cuốn “ **Đồ án môn học Thủy công**” tái bản năm 2004.*

**Bộ môn Thủy công**

## LỜI NÓI ĐẦU

*Đồ án môn học là một phần nội dung quan trọng của chương trình môn học Thủy công. Nó nối liền giữa lý thuyết và thực tế thiết kế và xây dựng các công trình thủy lợi.*

*Trong những năm qua, các đồ án môn học do bộ môn thủy công biên soạn và hướng dẫn đã phục vụ tích cực cho việc giảng dạy môn Thủy công. Hiện nay do kết quả của việc áp dụng các tiến bộ khoa học kỹ thuật, nhiều phương pháp tính mới ra đời, nhiều qui phạm Nhà nước mới đã được ban hành để thay thế cho các qui phạm thế hệ trước. Điều này đòi hỏi, trong nội dung giảng dạy và hướng dẫn đồ án môn học thủy công cũng phải có những điều chỉnh thích hợp. Ngoài ra cần thể hiện nhất quán những quan điểm tính toán cơ bản trong cả chương trình môn học thủy công. Cuốn "**Đồ án môn học thủy công**" được viết nhằm đáp ứng một phần yêu cầu cấp thiết nêu trên.*

*Cuốn sách cũng nhằm đáp ứng nhu cầu tự học của đông đảo sinh viên các chuyên ngành khác nhau có học môn Thủy công, góp phần nâng cao chất lượng đào tạo và tự đào tạo.*

*Cuốn sách cũng có thể có ích đối với các bạn có nhu cầu tìm hiểu môn Thủy công, bước đầu làm quen với việc thiết kế các công trình thủy lợi.*

*Nội dung cuốn sách gồm có 3 phần:*

*Phần I- Các đề bài: Cho các số liệu cơ bản và các yêu cầu tính toán, bản vẽ.*

*Phần II- Hướng dẫn đồ án: Trình bày các bước làm cụ thể, các sơ đồ và công thức tính toán cơ bản, hướng dẫn sử dụng các tài liệu cần thiết khi làm đồ án.*

*Phần III- Các phụ lục: Trình bày một số bảng biểu đồ thị cần thiết nhất cho việc làm đồ án. Các tài liệu được lấy từ các qui phạm hiện hành và các sách chuyên môn khác.*

*Cuốn sách do các đồng chí Nguyễn Chiến, Nguyễn Văn Hạnh, Nguyễn Cảnh Thái biên soạn và đã được thảo luận thông qua tại bộ môn Thủy công, Trường Đại học Thủy lợi Hà Nội.*

*Chúng tôi chân thành cảm ơn các đồng chí Phạm Ngọc Quý, Lê Gia Vọng đã góp nhiều ý kiến bổ ích cho bản thảo, đồng chí Nguyễn Khắc Xương- Phòng Đào tạo Trường Đại học Thủy lợi đã có những giúp đỡ quý báu để cuốn sách sớm được ra mắt độc giả.*

*Mặc dù các tác giả đã có nhiều cố gắng, nhưng không tránh khỏi thiếu sót. Chúng tôi mong nhận được ý kiến xây dựng của các bạn đồng nghiệp gần xa. Những góp ý xin*

*gửi về Bộ môn Thủy công, Trường Đại học Thủy lợi Hà Nội. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn.*

**Các tác giả**

# PHẦN I - CÁC ĐỀ BÀI

## ĐỒ ÁN SỐ 1: TÍNH TOÁN LỰC VÀ THÂM

### A - TÍNH TOÁN LỰC TÁC DỤNG LÊN CÔNG TRÌNH.

**I. Tài liệu:** Trong thành phần của một cụm công trình đầu mối ở vùng núi có một đập ngăn sông bằng bê tông. Các tài liệu thiết kế như sau:

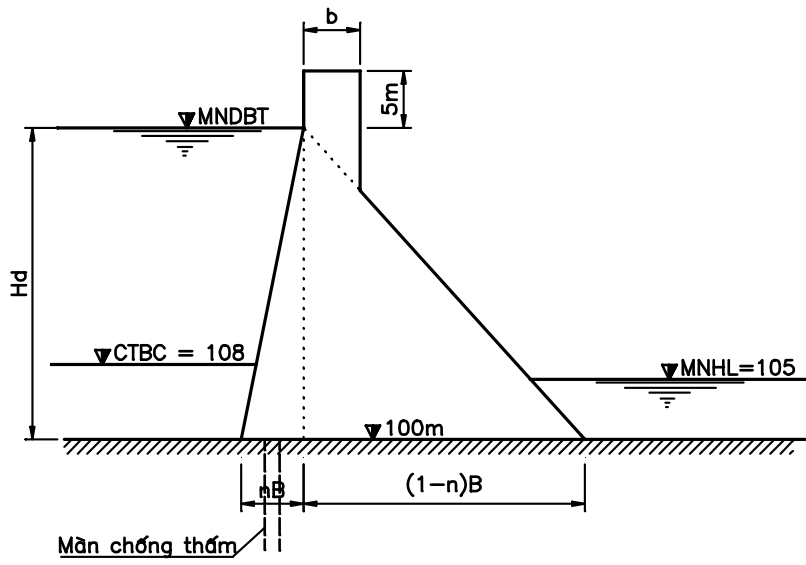
#### 1. Các mực nước và cao trình:

- Cao trình đáy đập (chỗ thấp nhất): +100
- MNDBT của hồ: Xem bảng A
- Cao trình bùn cát lắng đọng: +108
- Mực nước hạ lưu: +105

#### 2. Tài liệu mặt cắt đập (xem hình A)

- Cao trình đỉnh đập = MNDBT + 5m
- Đỉnh của phần mặt cắt cơ bản (hình tam giác) ở ngang MNDBT
- Bề rộng đỉnh:  $b = 5$  (m); đáy  $B = 0,8H_d$   
( $H_d$  - chiều cao mặt cắt cơ bản).
- Phần hình chiếu của mái thượng lưu trên mặt bằng:  $nB$ ,  
trong đó  $n = 0,2$  (xem hình vẽ)
- Đập có màn chống thấm ở sát mép thượng lưu.  
Hệ số cột nước còn lại sau màn chống thấm  $\alpha_1 = 0,5$
- Vật liệu thân đập có dung trọng  $\gamma_b = 2,4$  T/m<sup>3</sup>





*Hình A - Sơ đồ mặt cắt đập*

**Bảng A - Số liệu bài tập phân lực**

<b>Đề số</b>	<b>MNDB T (m)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>D (km)</b>	<b>Đề số</b>	<b>MND BT (m)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>D (km)</b>
1	145	20	4,0	39	147	25	9,0
2	146	25	5,0	40	148	27	10,0
3	147	20	6,0	41	140,5	34	2,0
4	148	22	7,0	42	141,5	32	2,5
5	149	21	8,0	43	142,5	30	3,0
6	150	26	9,0	44	143,5	28	3,5
7	140	31	10,0	45	144,5	26	4,0
8	141	28	9,5	46	145,5	24	4,5
9	142	22	8,5	47	146,5	22	5,0
10	143	27	7,5	48	147,5	20	5,5
11	144	23	6,5	49	148,5	21	6,0
12	145	26	5,5	50	149,5	22	6,5
13	146	25	4,5	51	150	23	7,0
14	147	28	5,0	52	149	24	6,0
15	148	23	6,0	53	148	25	5,0
16	149	24	7,0	54	147	26	4,0
17	150	19	8,0	55	146	27	3,0
18	140	24	9,0	56	145	28	2,0
19	141	20	10,0	57	144	29	2,5
20	142	25	8,0	58	143	30	3,5
21	140	28	4,5	59	142	31	4,5
22	141	30	5,5	60	141	32	5,5
23	142	22	6,5	61	150	32	6,0
24	143	25	7,5	62	149	31	7,0
25	144	28	8,5	63	148	30	6,5
26	145	30	9,5	64	147	29	5,5
27	146	24	10,5	65	146	28	4,5
28	147	25	10,0	66	145	27	3,5
29	148	22	9,0	67	145,5	26	2,5
30	149	24	8,0	68	146,5	25	2,0
31	150	26	7,0	69	147,5	24	4,0
32	140	28	6,0	70	148,5	23	6,0
33	141	30	5,0	71	140,0	33	2,0
34	142	25	4,0	72	140,5	34	2,5
5	143	22	5,0	73	141,0	32	3,0
36	144	24	6,0	74	141,5	30	3,5
37	145	26	7,0	75	142,0	29	4,0
38	146	21	8,0	76	142,5	28	4,5

39	143,0	27	5,0	89	149,0	29	4,0
40	143,5	26	5,5	90	149,5	30	5,0
41	144,0	25	6,0	91	149,5	22	7,0
42	144,5	24	6,5	92	146,0	21	6,5
43	145,0	23	7,0	93	147,0	20	5,5
44	145,5	22	6,5	94	148,0	22	4,5
45	146,0	21	5,5	95	149,0	24	3,5
46	146,5	20	4,5	96	150,0	23	2,5
47	147,0	22	3,5	97	146,5	25	3,5
48	147,5	24	2,5	98	147,5	27	3,5
49	148,0	26	2,0	99	148,5	29	2,5
50	148,5	28	3,0	100	145,5	31	2,0

### 3, Các tài liệu khác:

- Tốc độ gió tính toán:  $V$ ; Chiều dài truyền sóng:  $D$  (ứng với MNDBT): xem bảng A.

- Thời gian gió thổi liên tục: 6 giờ;

- Vùng xây dựng có động đất cấp 8  $\left(K = \frac{1}{20}\right)$ ;

- Các chỉ tiêu bùn cát lắng đọng:  $\gamma_k = 1,0 \text{ T/m}^3$ ;  $n_b = 0,45$ ;  $\varphi_{bh} = 10^0$ .

## II. Các yêu cầu tính toán:

1. Xác định các yếu tố của sóng bình quân và sóng có mức bảo đảm

$$P = 1\% (\bar{h}, \bar{\lambda}, \bar{\tau}, h_{s1\%});$$

Độ dềnh cao nhất của sóng  $\eta_s$ .

2. Vẽ giản đồ áp lực sóng lên mặt đập thượng lưu. Tính trị số áp lực sóng nằm ngang ( $P_{\max}$ ) và mômen của nó với đáy đập ( $M_{\max}$ ) - Tính cho 1 mét dài của đập.

3. Xác định ( trị số, phương chiều, điểm đặt ) và vẽ tất cả các lực tác dụng lên 1 mét dài đập (trường hợp MNDBT, có động đất).

## B - TÍNH THẨM DƯỚI ĐÁY CÔNG TRÌNH.

**I. Tài liệu:** Các cống B và C có sơ đồ và kích thước như trên hình B, hình C và bảng B. Nền cống là đất cát pha (đồng nhất đẳng hướng) có các chỉ tiêu như sau:

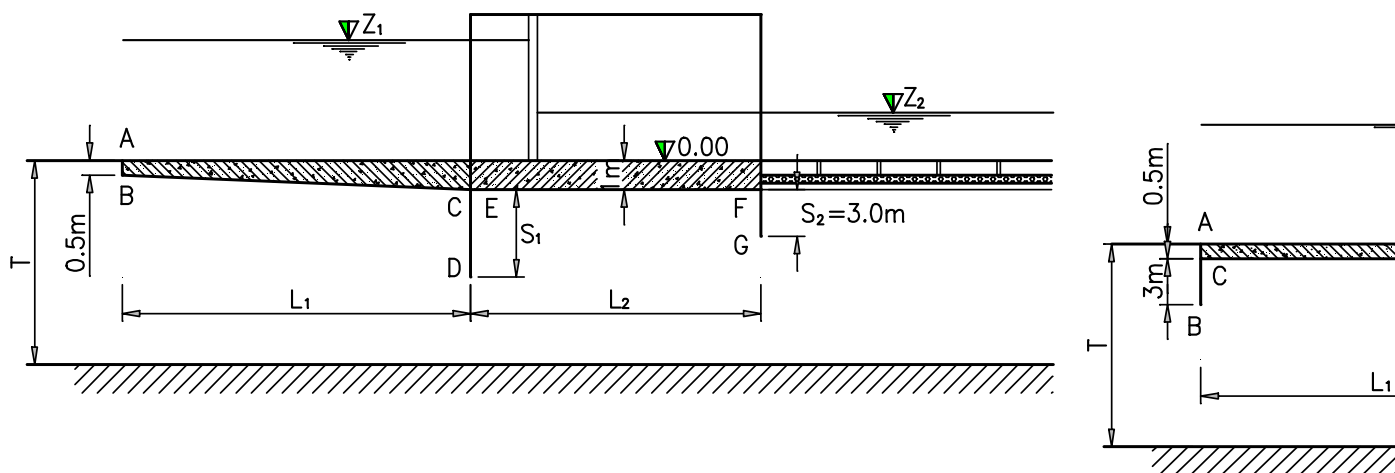
$$\gamma_k = 1,55 \text{ T/m}^3; \quad n = 0,35; \quad K = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}; \quad \varphi = 20^0; \quad C = 0;$$

$$\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}} = 15; \quad d_{50} = 0,15 \text{ mm}.$$

### II. Yêu cầu tính toán.

1. Dùng các phương pháp tính thấm đã học (tỷ lệ đường thẳng, hệ số sức kháng và đồ giải) để xác định lưu lượng thấm  $q$ , vẽ biểu đồ và tính tổng áp lực đẩy ngược lên bản đáy cống, tính gradien thấm bình quân và gradien thấm cục bộ ở cửa ra.

2. So sánh các kết quả giải được bằng các phương pháp nêu trên và cho nhận xét.



3. Kiểm tra khả năng mất ổn định về thấm của nền và nêu biện pháp xử lý (nếu cần).

4. a- Nếu kết cấu đường viền thấm không đổi nhưng hệ số thấm K thay đổi thì các kết quả tính toán trên thay đổi như thế nào?

b- Nếu kết cấu đường viền thấm không đổi nhưng chênh lệch cột nước H thay đổi thì kết quả tính toán trên thay đổi như thế nào?

5. Nếu công xây dựng ở vùng triều (làm việc 2 chiều) khi chênh lệch cột nước đổi chiều (giả sử trị số tuyệt đối của H không đổi) thì các kết quả tính toán nào còn có thể sử dụng được, tại sao? Các kết cấu đường viền thấm có cần thay đổi gì không, tại sao?

**Bảng B - Số liệu bài tập phần thấm**

Đề số	Sơ đồ	$l_1$ (m)	$l_2$ (m)	$S_1$ (m)	$z_1$ (m)	$z_2$ (m)	T( m)
1		15,0	10,0	5,0	6,0	1,0	15,0
2		17,0	11,0	6,0	7,0	1,5	16,0
3		19,0	12,0	7,0	8,5	2,0	17,0
4		21,0	13,0	8,0	10,0	2,5	18,0
5		23,0	14,0	7,5	10,5	3,0	10,0
6		25,0	15,0	7,0	11,0	3,5	11,0
7		20,0	16,0	6,5	10,5	4,0	12,0
8		22,0	17,0	6,0	8,0	1,0	13,0
9		24,0	18,0	5,5	8,5	1,5	14,0
10	B	26,0	19,0	5,0	9,5	2,0	15,0
11		28,0	20,0	6,0	10,0	2,5	16,0
12		16,0	10,0	7,0	8,5	3,0	17,0
13		18,0	11,0	8,0	10,0	3,5	16,0
14		20,0	12,0	7,5	11,0	4,0	15,0
15		22,0	13,0	6,5	9,5	3,0	14,0
16		24,0	14,0	5,5	8,5	2,0	13,0
17		26,0	15,0	4,5	7,5	1,0	12,0
18		16,0	12,0	5,0	7,0	1,5	14,0
19		18,0	14,0	6,0	8,5	2,5	16,0
20		20,0	16,0	5,5	10,0	3,5	15,0
21		15,0	12,0	4,5	5,8	1,0	9,0
22		17,0	14,0	5,0	6,5	1,5	10,0
23		19,0	16,0	5,5	7,5	2,0	11,0
24		21,0	18,0	6,0	8,5	2,5	12,0
25		23,0	20,0	6,5	8,5	3,0	13,0
26		25,0	12,5	7,0	10,0	3,5	14,0
27		20,0	13,0	7,5	10,5	4,0	15,0
28		21,0	14,5	7,0	9,5	3,0	16,0
29		22,0	15,5	6,0	8,0	2,0	17,0

30	C	23,0	16,5	5,0	6,5	1,0	18,0
31		24,0	17,5	4,5	7,0	1,5	19,0
32		25,0	18,5	5,5	8,3	2,5	20,0
33		26,0	19,5	6,5	10,0	3,5	18,0
34		16,0	13,0	7,5	10,0	4,5	16,0
35		18,0	15,0	4,5	9,0	4,0	14,0
36		20,0	17,0	5,0	8,5	3,0	12,0
37		22,0	19,0	6,0	8,0	2,0	10,0
38		24,0	12,0	7,0	7,0	1,0	11,0
39		25,0	14,0	6,5	8,5	2,5	13,0
40		27,0	16,0	7,5	10,0	3,5	15,0
41		20,0	12,0	5,5	8,0	1,0	9,0
42		19,5	13,0	6,0	8,5	2,0	10,0
43		19,0	14,0	6,5	9,0	3,0	11,0
44		18,5	15,0	7,0	9,5	4,0	12,0
45		18,0	15,0	7,5	10,0	3,5	13,0
46		17,5	14,0	8,0	10,5	2,5	14,0
47		17,0	13,0	8,5	11,0	3,0	15,0
48		16,5	12,0	7,5	11,5	3,5	16,0
49		16,0	11,0	6,5	12,0	4,0	17,0
50		15,5	10,0	5,5	11,0	4,0	18,0
51		15,0	9,0	5,0	10,0	3,5	17,5
52		16,0	8,0	6,0	9,0	3,0	16,5
53		17,0	8,5	7,0	8,0	2,5	15,5
54		18,0	9,5	8,0	7,0	2,0	14,5
55	B	19,0	10,5	8,0	9,0	1,5	13,5
56		20,0	11,5	6,0	11,0	1,0	12,5
57		19,5	12,5	6,0	12,0	3,0	11,5
58		18,5	13,5	5,0	10,0	3,5	10,5
59		17,5	14,5	5,0	8,0	4,0	9,5
60		16,5	14,0	7,0	7,5	3,0	10,0
61		15,5	13,0	7,0	8,5	2,0	11,5
62		14,5	12,0	8,0	9,5	2,5	12,0
63		19,0	12,5	6,5	10,0	2,5	12,5
64		18,0	13,0	7,5	9,0	3,5	13,0
65		17,0	14,0	7,5	8,0	3,5	13,5
66		16,0	14,5	6,5	7,0	3,0	14,0
67		15,0	15,0	5,5	7,5	2,0	13,0
68		15,5	14,0	6,0	8,5	1,5	12,0
69		16,5	13,0	7,0	9,0	2,5	11,0
70		17,5	12,0	7,0	10,0	3,5	10,0
71		17,0	10,0	4,0	6,5	0,5	10,0

72		17,5	11,0	4,5	7,5	1,0	12,0
73		18,0	12,0	5,0	8,5	1,5	14,0
74		18,5	13,0	5,5	9,5	2,0	16,0
75		19,0	14,0	6,0	10,5	2,5	17,0
76		19,5	13,0	5,0	11,5	3,0	15,0
77		20,0	12,0	4,0	12,0	3,5	13,0
78	C	20,5	11,0	3,5	11,0	3,5	11,0
79		21,0	10,0	4,0	10,0	3,0	10,5
80		21,5	10,5	6,0	9,0	2,0	11,5
81		22,0	11,5	5,0	8,0	1,0	12,5
82		23,0	12,5	4,0	7,0	1,5	13,5
83		23,5	14,0	5,0	8,0	2,5	15,5
84		24,0	13,0	6,0	9,0	3,0	16,0
85		24,5	12,0	7,0	10,0	4,0	17,5
86		25,0	11,0	7,5	11,0	5,0	18,0
87		25,5	10,0	7,5	12,0	5,0	17,0
88		24,0	10,0	7,0	11,5	4,5	16,0
89		23,0	12,0	6,0	10,5	4,0	15,0
90		22,0	14,0	5,0	9,5	4,0	14,0
91		21,0	12,0	4,0	8,5	5,0	13,0
92		21,5	12,5	5,5	9,0	4,5	12,0
93		22,5	13,5	6,5	10,0	3,5	11,0
94		22,0	14,0	7,5	11,0	2,5	11,5
95		23,0	14,5	6,5	12,5	2,0	12,5
96		23,5	12,5	6,0	12,0	3,0	13,5
97		23,0	12,0	5,5	11,5	4,0	14,5
98		24,0	11,0	5,0	10,5	4,5	15,5
99		23,5	10,5	5,5	9,5	5,0	16,5
100		22,0	10,0	6,0	8,5	5,5	17,5

## ĐỒ ÁN SỐ 2 - THIẾT KẾ ĐẬP ĐẤT

## ĐỒ ÁN SỐ 3 - THIẾT KẾ CỐNG NGẦM

### A - TÀI LIỆU CHO TRƯỚC

**I. Nhiệm vụ công trình. Hồ chứa nước H trên sông S đảm nhận các nhiệm vụ sau:**

1. Cấp nước tưới cho 2650 ha ruộng đất canh tác.
2. Cấp nước sinh hoạt cho 5000 dân.
3. Kết hợp nuôi cá ở lòng hồ, tạo cảnh quan môi trường, sinh thái và phục vụ du lịch.

**II. Các công trình chủ yếu ở khu đầu mối:**

1. Một đập chính ngăn sông.
2. Một đường tràn tháo lũ
3. Một cống đặt dưới đập để lấy nước.

**III. Tóm tắt một số tài liệu cơ bản.**

**1. Địa hình:** cho bình đồ vùng tuyến đập.

**2. Địa chất:** cho mặt cắt địa chất dọc tuyến đập, chỉ tiêu cơ lý của lớp bồi tích lòng sông cho ở bảng 1. Tầng đá gốc rắn chắc mức độ nứt nẻ trung bình, lớp phong hoá dày  $0,5 \div 1\text{m}$ .

**3. Vật liệu xây dựng.**

*a. Đất:* Xung quanh vị trí đập có các bãi vật liệu A (trữ lượng  $800,000\text{m}^3$ , cự ly 800m); B (trữ lượng  $600,000\text{m}^3$ , cự ly 600m); C (trữ lượng  $1,000,000\text{m}^3$ , cự ly 1km). Chất đất thuộc loại thịt pha cát, thấm nước tương đối mạnh, các chỉ tiêu như ở bảng 1. Điều kiện khai thác bình thường.

Đất sét có thể khai thác tại vị trí cách đập 4km, trữ lượng đủ làm thiết bị chống thấm.

*b. Đá:* Khai thác ở vị trí cách công trình 8km, trữ lượng lớn, chất lượng đảm bảo đắp đập, lát mái. Một số chỉ tiêu cơ lý:  $\varphi = 32^0$ ;  $n = 0,35$  (của đồng đá);  $\gamma_k = 2,5 \text{ T/m}^3$



(của hòn đá).

c. Cát, sỏi: khai thác ở các bãi dọc sông, cự ly xa nhất là 3km, trữ lượng đủ làm tầng lọc. Cấp phối như ở bảng 2.

**Bảng 1- Chỉ tiêu cơ lý của đất nền và vật liệu đắp đập**

Chi tiêu Loại	H S r o n g	Độ ẩ m W%	φ (độ)		C (T/m <sup>2</sup> )		γ <sub>k</sub> (T/m <sup>3</sup> )	k (m/s)
			Tự nhiên	Bão hoà	Tự nhiên	Bão hoà		
Đất đắp đập (chế bị)	0, 35	20	23	20	3,0	2,4	1,6 2	10 <sup>-5</sup>
Sét (chế bị)	0, 42	22	17	13	5,0	3,0	1,5 8	4.1 0 <sup>-9</sup>
Cát	0, 40	18	30	27	0	0	1,6 0	10 <sup>-4</sup>
Đất nền	0, 39	24	26	22	1,0	0,7	1,5 9	10 <sup>-6</sup>

**Bảng 2- Cấp phối của các vật liệu đắp đập**

d (mm)			
Loại	d <sub>10</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>
Đất thịt pha cát	0,005	0,05	0,08
Cát	0,05	0,35	0,40
Sỏi	0,50	3,00	5,00

#### 4. Đặc trưng hồ chứa:

- Các mực nước trong hồ và mực nước hạ lưu: bảng 3.

Tràn tự động có cột nước trên đỉnh tràn  $H_{max} = 3m$ ;  $MNLKT = MNLTK + 0,5m$

- Vận tốc gió tính toán ứng với mức đảm bảo P%:

P %	2	3	5	20	30	50
V (m/s)	32	30	26	17	14	12

- Chiều dài truyền sóng ứng với MNDBT: D (bảng 3): ứng với MNLTK:  $D' = D + 0,3\text{km}$ .

- Đỉnh đập không có đường giao thông chính chạy qua.

### **5. Tài liệu thiết kế công:**

- Lưu lượng lấy nước ứng với MNDBT và MNC ( $Q_{tk}$ ): bảng 3.

- Mục nước không chế đầu kênh tưới: bảng 3.

- Tài liệu về kênh chính: hệ số mái  $m = 1,5$ ; độ nhám  $n = 0,025$ ; độ dốc đáy:  $i = (3 \div 5) \times 10^{-4}$ .

## **B – NỘI DUNG THIẾT KẾ:**

### **I. Đập đất.**

#### **1. Thuyết minh:**

- Phân tích chọn tuyến đập, hình thức đập;

- Xác định các kích thước cơ bản của đập;

- Tính toán thấm và ổn định;

- Chọn cấu tạo chi tiết.

#### **2. Bản vẽ:**

- Mặt bằng đập;

- Cắt dọc đập (hoặc chính diện hạ lưu);

- Các mặt cắt ngang đại biểu ở giữa lòng sông và bên thềm sông;

- Các cấu tạo chi tiết.

### **II. Công ngầm:**

#### **1. Thuyết minh:**

- Phân tích chọn loại công và vị trí đặt công;

- Tính toán thủy lực xác định các kích thước cơ bản của cống;
- Chọn cấu tạo các bộ phận cống;
- Phân tích lực để tính toán kết cấu thân cống.

## 2. Bản vẽ:

- Cắt dọc, cắt ngang cống;
- Mặt bằng;
- Chính diện thượng, hạ lưu;
- Các cấu tạo chi tiết.

**Bảng 3 - Tài liệu thiết kế đập đất và cống ngầm**

Đ S Số đồ	Đ S Số đồ	Đặc trưng hồ chứa			Mức nước hạ lưu (m)		Q cống (m <sup>3</sup> /s)		Mức nước đầu kênh (m)
		D (km)	M NC (m)	MN DBT (m)	Bìn h thường	Ma x	Khi MNC (Q <sub>tk</sub> )	Khi MNDB T	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	A	4,0	10,0	30,0	7,0	8,5	3,2	2,8	9,80
2		4,5	12,0	32,5	7,5	9,8	3,6	3,0	11,7
3		5,0	15,0	35,0	8,0	10,0	3,4	3,0	14,7
4		4,0	20,0	37,5	8,5	11,0	3,8	3,2	19,8
5		3,0	23,0	40,0	9,0	11,5	4,0	3,5	22,8
6		2,0	11,0	42,0	9,5	11,7	3,0	2,6	10,8
7		1,5	13,0	31,0	10,0	12,5	3,5	3,0	12,8
8		2,5	14,0	36,0	10,5	12,7	3,3	3,0	13,7
9		3,5	17,0	41,0	11,0	13,0	3,1	2,7	16,7

0	1		,0		0	2			8
1	1		19		11,	13,			18,7
1	1	3,0	,0	32,0	5	8	3,7	3,2	7
1	1		21		12,	14,			20,8
2	1	3,2	,0	37,0	0	3	3,9	3,5	0
2	1		16		12,	14,			15,8
		2,8	,0	33,0	5	7	3,4	2,8	2
3	1		59		57,	59,			58,8
4	1	3,0	,0	76,0	3	5	3,1	2,5	0
5	1		61		58,	60,			61,3
6	1	3,2	,5	74,0	2	0	3,3	2,7	2
7	1		64		59,	62,			63,8
8	1	3,4	,0	82,0	5	0	3,5	2,8	2
9	1		67		61,	63,			67,3
0	1	3,6	,5	86,0	4	4	3,7	3,0	0
1	1		69		62,	64,			69,3
2	1	3,8	,5	89,0	5	5	3,9	3,3	3
3	1		65		62,	64,			65,2
4	1	2,8	,5	87,5	0	5	4,1	3,5	5
5	1		60		60,	62,			59,8
6	2	2,6	,0	77,0	5	8	4,3	3,8	2
7	2		62		61,	63,			61,7
8	2	2,4	,0	78,0	5	7	4,5	3,9	8
9	2		64		58,	60,			64,2
0	2	2,2	,5	80,0	0	3	4,6	4,0	7
1	2		66		59,	61,			65,7
2	2	2,0	,0	82,0	0	4	4,4	4,0	6
3	2		68		60,	62,			67,7
4	2	1,8	,0	84,0	0	2	4,2	3,8	5
			67		61,	63,			60,7
		1,6	,0	85,5	0	0	4,0	3,5	0

**Bảng 3 - Tài liệu thiết kế đập đất và công ngầm (tiếp)**

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
2			11	143,	107	110,			110,7
5		4,0	1,0	0	,5	0	4,1	3,5	8
6			11	137,	109	144,			117,2
7		3,5	7,5	0	,5	5	4,3	3,7	5
8			11	140,	110	111,			119,2
9		3,0	9,5	0	,5	5	4,5	3,9	5
0			12	143,	111	116,			120,2
1		2,5	1,0	0	,5	7	4,7	4,1	5
2			12	146,	112	114,			123,2
3		2,0	3,5	0	,0	2	4,9	4,3	6

3	C	11	144,	108	112,			115,3	
0		1,5	5,5	0	,5	5	5,1	4,5	0
3		11	142,	109	110,			111,2	
1		1,8	1,5	0	,0	5	5,0	4,5	8
3		11	140,	110	112,			112,2	
2		2,5	2,5	5	,0	0	4,8	4,4	7
3		11	139,	111	113,			113,2	
3		3,0	3,5	5	,0	5	4,6	4,3	9
3		11	138,	111	114,			114,3	
4		3,2	4,5	5	,5	0	4,4	4,0	0
3		11	137,	112	114,			115,3	
5		3,4	5,5	5	,0	5	4,2	3,8	1
3		11	135,	108	110,			116,2	
6		2,8	6,5	0	,0	5	4,5	3,9	7
3		85	103,	81,					
7		3,0	,0	0	0	84,0	4,0	3,1	84,77
3		88	106,	84,					
8		5,0	,5	0	5	86,5	4,2	3,3	88,26
3		91	109,	87,					
9		4,0	,0	0	5	89,5	4,4	3,5	90,78
4		95	113,	90,					
0		3,5	,5	0	0	92,5	4,6	3,7	95,29
4		97	117,	92,					
1		3,0	,5	0	0	94,5	4,8	3,9	97,28
4	D	93	111,	88,					
2		2,0	,0	0	0	90,5	5,0	4,1	92,75
4		92	112,	87,					
3		1,5	,0	0	0	89,5	4,9	4,5	91,76
4		90	110,	86,					
4		2,0	,0	0	0	89,0	4,7	4,2	89,77
4		88	108,	85,					
5		2,2	,0	0	0	87,0	4,5	4,0	87,78
4		86	106,	84,					
6		2,4	,0	0	0	87,0	4,3	4,0	85,79
4		84	104,	83,					
7		2,6	,5	0	0	86,0	4,1	3,5	84,30
4		89	108,	82,					
8		2,8	,5	0	0	85,0	4,7	3,9	89,30
4		10							
9		2,8	,0	30,0	7,0	8,6	3,1	3,0	9,70
5		10							
0		3,0	,2	30,2	7,2	8,8	3,2	3,0	9,90
5		10							
1		3,2	,4	30,5	7,4	9,0	3,3	3,0	10,15
5		10							
2		3,4	,6	30,7	7,6	9,2	3,4	3,1	10,35

5			10						
3		3,6	,8	30,9	7,8	9,4	3,5	3,2	10,50
5			11						
4		3,5	,0	31,0	8,0	9,5	3,6	3,3	10,70
5			11						
5		3,3	,2	31,2	7,9	9,3	3,8	3,4	10,90

**Bảng 3 - Tài liệu thiết kế đập đất và công ngầm (tiếp)**

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
5			11						
6		3,1	,4	31,4	7,7	9,2	4,0	3,5	11,05
5			11						
7		3,0	,6	31,6	7,5	9,1	3,9	3,4	11,25
5			11						
8		2,9	,8	31,8	7,3	9,0	3,7	3,3	11,50
5			12						
9		2,8	,0	32,0	7,1	8,9	3,6	3,2	11,70
6			12						
0		2,7	,2	32,2	6,9	8,8	3,5	3,1	11,90
6			12						
1		2,6	,4	32,5	6,7	8,7	3,3	3,0	12,05
6		2,4	,0	60	57,	59,0	3,5	3,2	59,60
2			60	74,5	5				
6		2,3	,5	60	57,	59,2	3,6	3,3	60,10
3			60	75,0	7				
6		2,2	,6	60	57,	59,4	3,7	3,4	60,20
4			60	75,5	9				
6		2,1	,7	60	58,	59,6	3,8	3,5	60,35
5			60	76,0	0				
6		2,0	,8	60	57,	58,5	3,9	3,6	60,50
6			61	76,5	8				
7	B	1,8	,0	61	57,	59,0	3,8	3,6	60,70
6			61	77,0	6				
8		1,7	,2	61	57,	59,0	3,6	3,4	60,90
6			61	76,8	4				
9		1,6	,4	61	57,	58,8	3,4	3,2	61,10
7			61	76,6	2				
0		1,5	,6	61	57,	58,7	3,2	3,0	61,30
7			61	76,4	0				
1		1,6	,8	61	56,	58,5	3,5	3,1	61,50
7			62	76,2	8				
2		1,8	,0	62	56,	57,0	4,0	3,7	61,60
7			61	76,0	6				
3		2,0	,5	61	56,	57,2	3,9	3,5	61,15
7			61	76,5	4				
7		2,2		61	56,	58,5	3,8	3,4	59,70

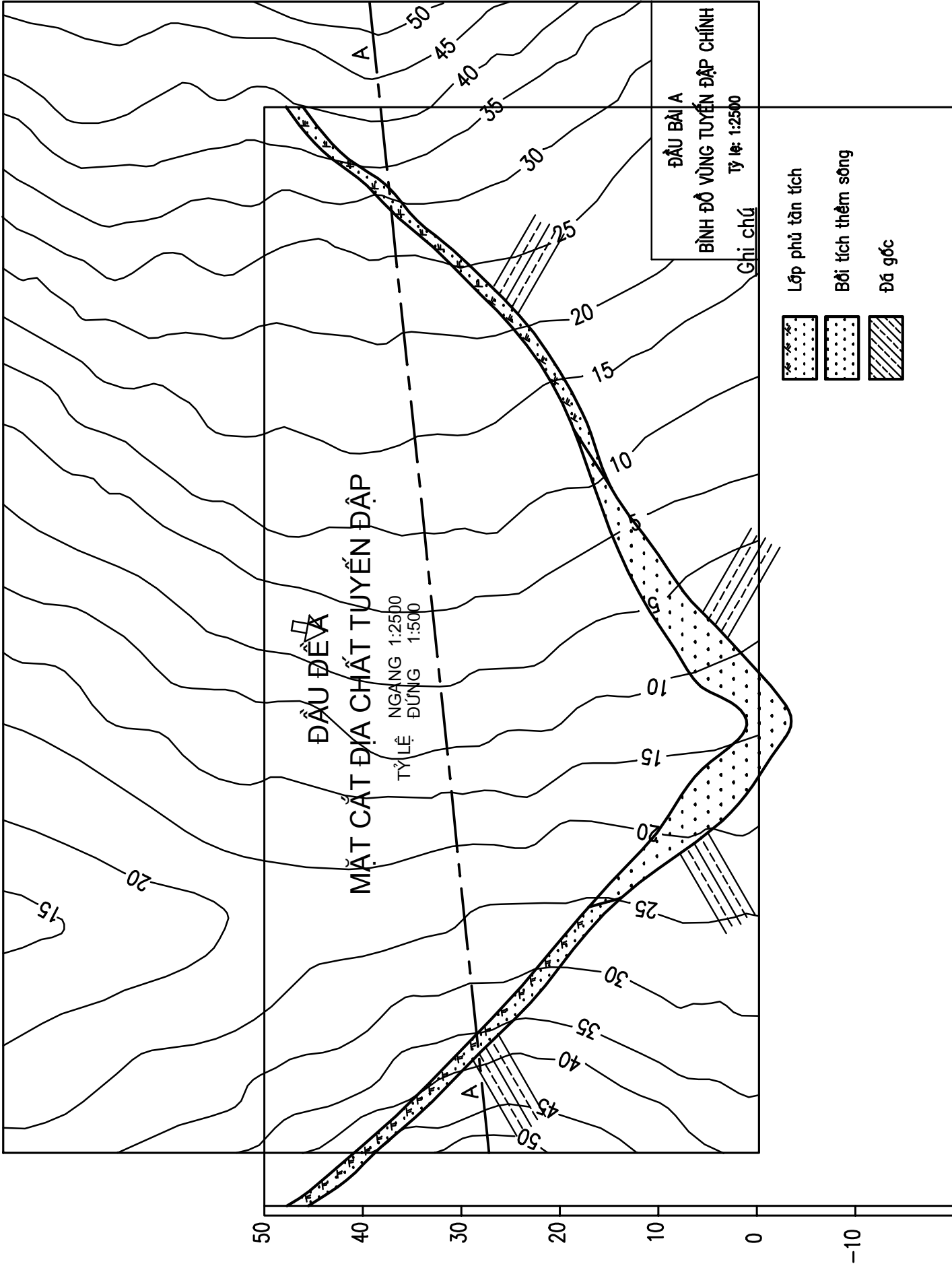
4			,0		8				
7		1,5	11	133,	107	109,	3,8	3,3	111,1
5		1,5	5	134,	107	109,	4,0	3,5	111,6
6		1,6	2,0	0	,3	3	4,1	3,6	112,5
7		1,7	11	135,	107	109,	3,9	3,5	112,7
7		1,7	2,5	0	,1	0	3,7	3,4	113,6
7		1,8	11	136,	106	108,	3,7	3,4	114,6
8		1,8	3,0	0	,9	0	3,3	3,0	115,6
7		1,9	11	137,	107	108,	3,1	2,8	116,6
9		1,9	4,0	0	,0	2			
8	C	2,0	11	138,	107	108,			
0		2,0	5,0	0	,2	4			
8		2,1	11	137,	107	108,			
1		2,1	6,0	5	,4	4			
8		2,2	11	136,	107	108,			
2		2,2	7,0	5	,6	2			

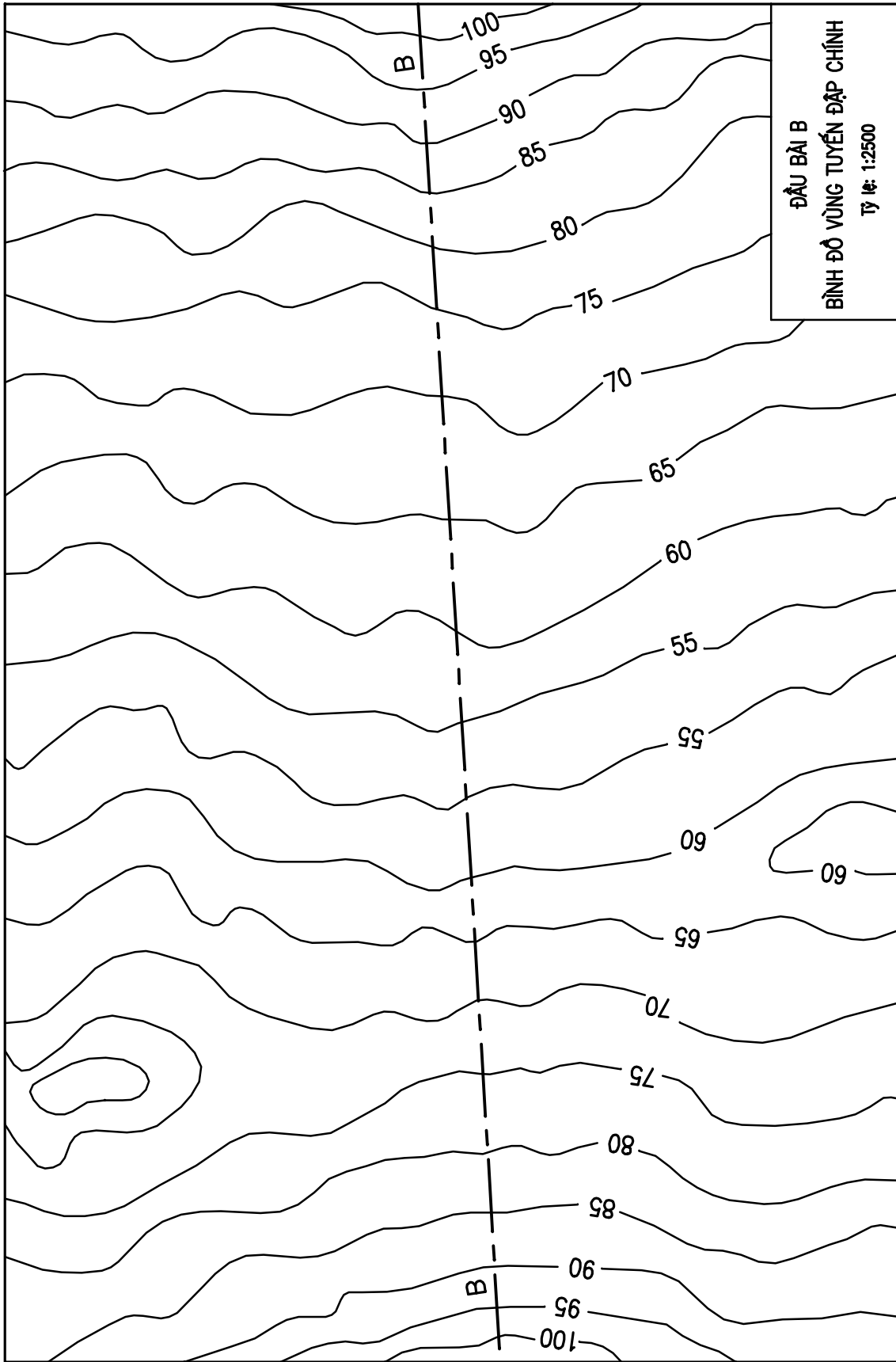
**Bảng 3 - Tài liệu thiết kế đập đất và cống ngầm (tiếp)**

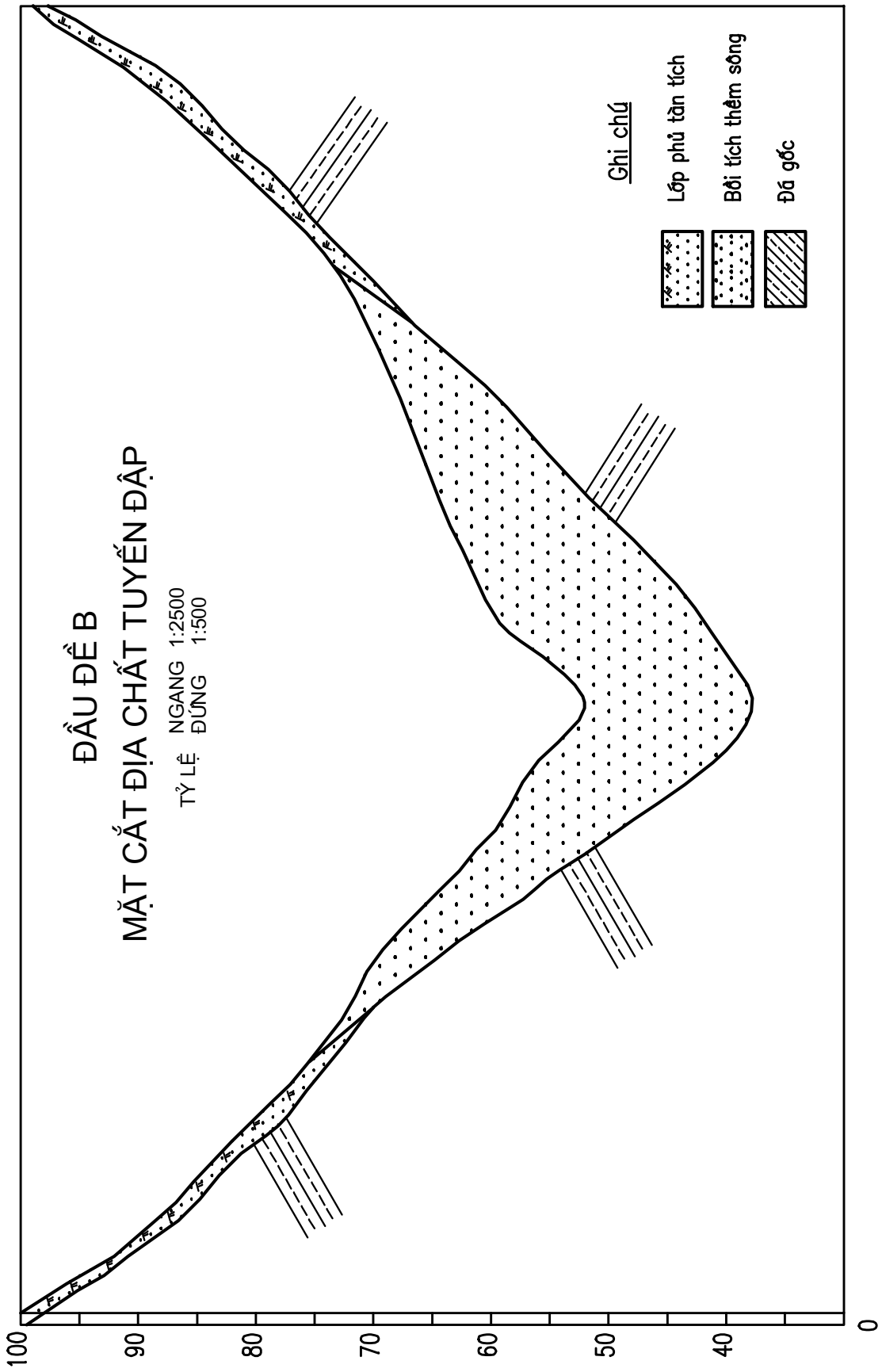
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
8		2,4	11	135,	10	109,	3,2	2,9	117,
3		7,5	5	134,	7,8	109,	3,4	3,0	116,
4		2,6	6,5	5	8,0	0	3,6	3,2	115,
5		2,8	11	133,	10	109,	3,8	3,4	114,
8		2,8	5,5	5	8,1	0	4,0	3,6	113,
6		3,0	11	134,	10	109,	4,0	3,6	113,
8		2,5	11	135,	10	108,			
7		3,5	0	136,	7,7	108,			
8	D	2,4	85,	102,	81,	83,5	3,9	3,6	84,6
8		2,3	0	5	5	82,	3,8	3,5	85,1
9		2,3	5	5	0	84,0	3,7	3,2	85,6
9		2,2	0	5	5	84,5	3,6	3,1	86,1
0		2,2	0	5	5	83,	3,5	3,0	86,7
9		2,1	5	5	0	84,5	3,4	3,0	87,2
1		2,1	5	5	0	83,			
9		2,0	0	5	5	83,			
2		2,0	0	5	5	85,0			
9		1,8	5	5	0	84,			
3		1,8	5	5	0	85,5			

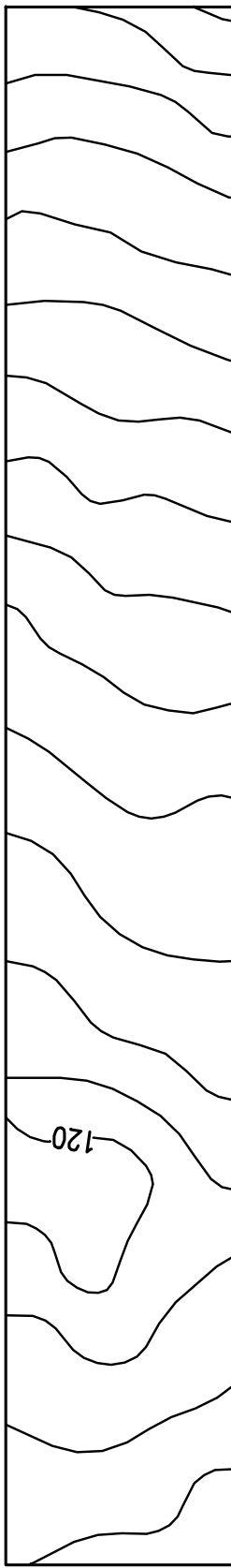
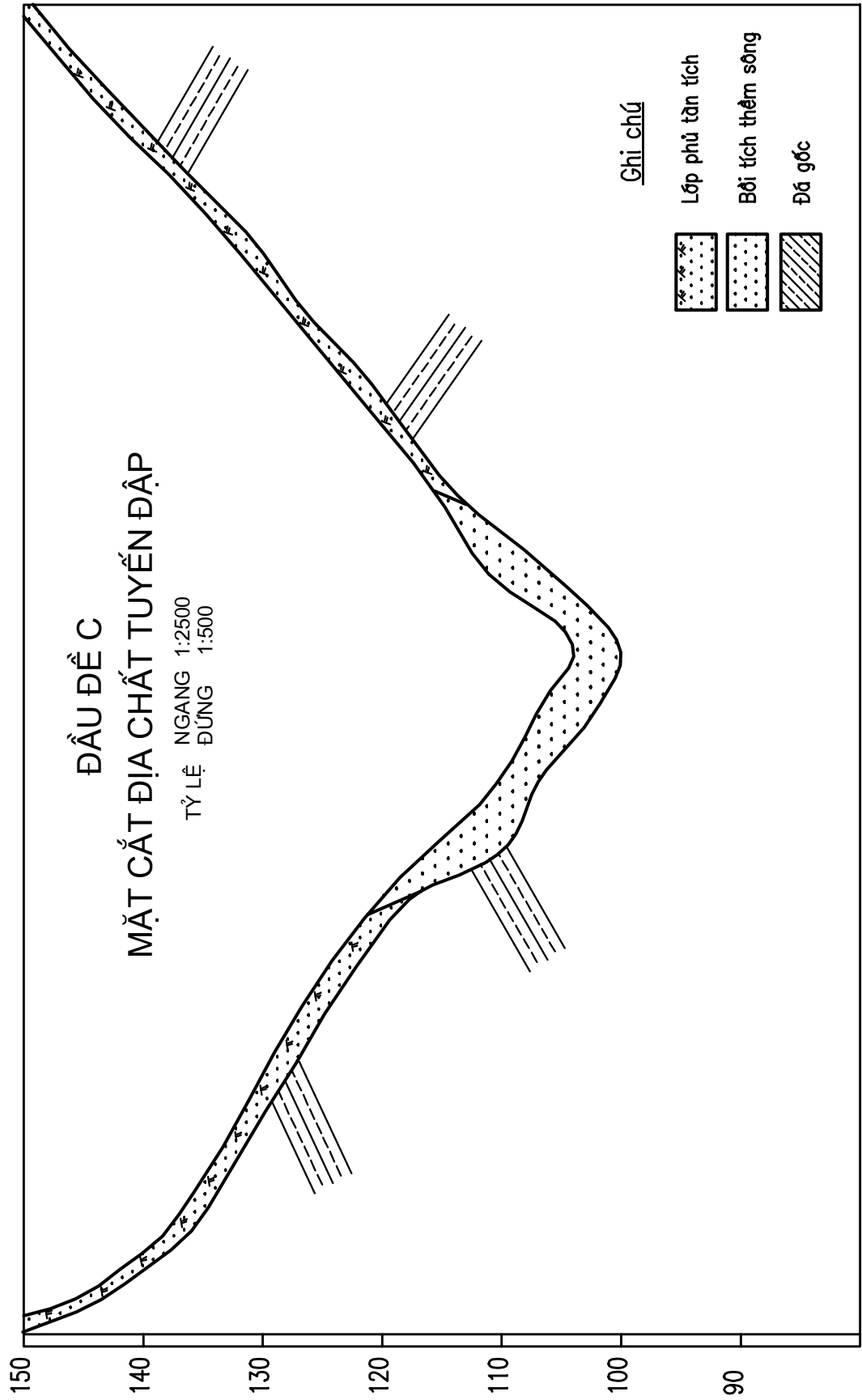
9									
4		1,6	88,	108,	84,	86,0	3,6	3,2	87,7
5		1,4	88,	109,	84,	86,0	3,8	3,4	88,1
6		1,5	89,	109,	84,	85,8	4,0	3,6	88,6
7		1,7	87,	108,	84,	85,9	3,9	3,5	87,0
8		1,9	86,	107,	83,	85,5	3,7	3,4	86,0
9		2,1	85,	106,	83,	85,5	3,5	3,3	85,0
1		2,3	85,	105,	83,	85,5	3,3	3,0	84,7
00									

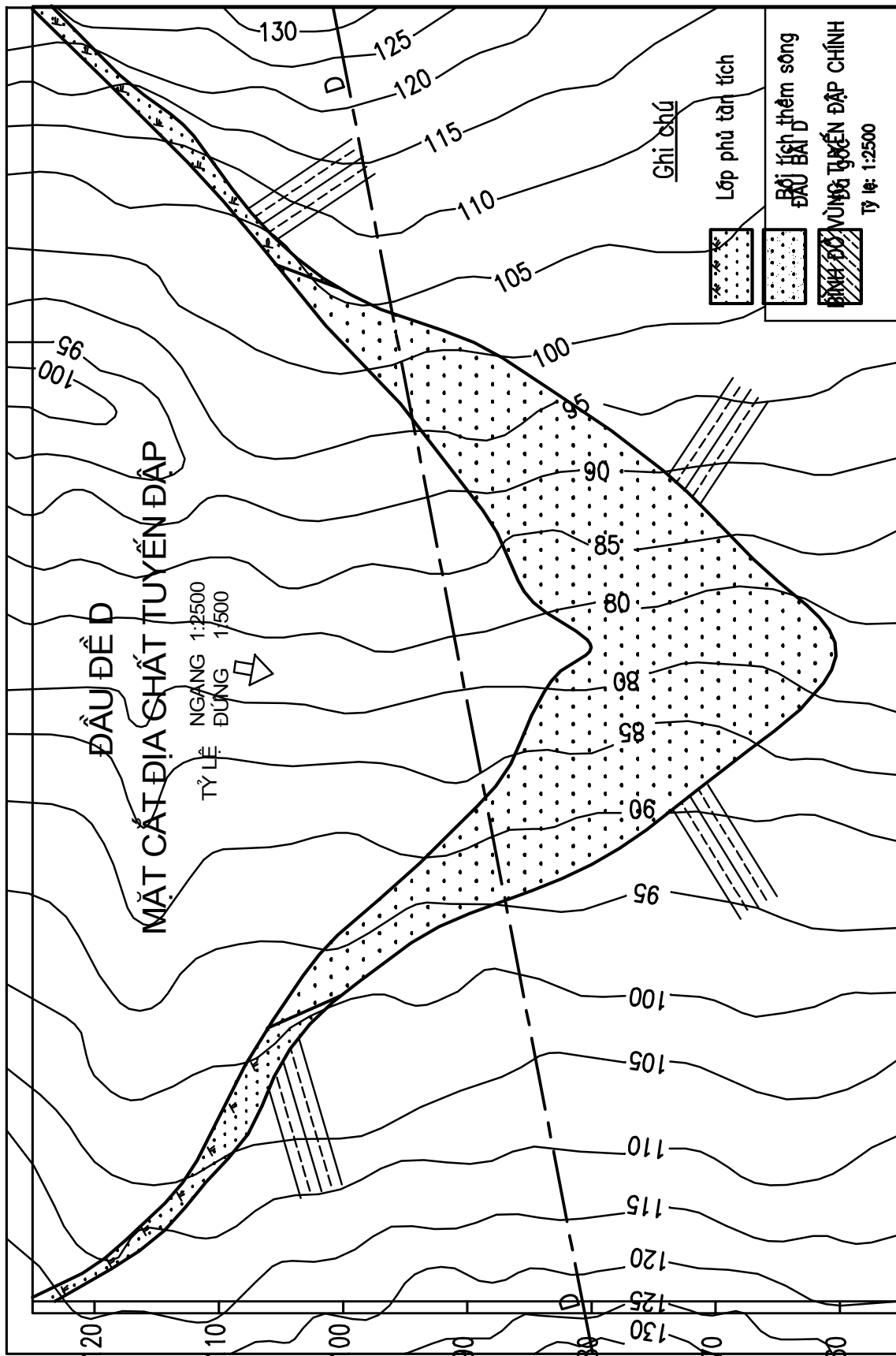












# ĐỒ ÁN SỐ 4: THIẾT KẾ ĐẬP BÊ TÔNG TRỌNG LỰC

## A. TÀI LIỆU:

Theo quy hoạch trị thủy và khai thác sông C, tại vị trí X phải xây dựng một cụm công trình đầu mối Thủy lợi với nhiệm vụ phát điện là chính, kết hợp phòng lũ cho hạ du, điều tiết nước phục vụ tưới, cấp nước sinh hoạt và giao thông trong mùa kiệt.

### I. Nhiệm vụ công trình:

1. Nhiệm vụ chính là phát điện. Trạm thủy điện có công suất  $N = 120,000\text{Kw}$ .
2. Phòng lũ cho hạ du với phạm vi ảnh hưởng mà công trình có thể phát huy là 250,000 ha;
3. Tăng mực nước và lưu lượng sông trong mùa kiệt để có thể tưới cho 150,000 ha ruộng đất và phục vụ giao thông thủy, tạo nguồn cấp nước sinh hoạt cho 1,000,000 người.

### II. Địa hình, địa chất, thủy văn:

**1. Bình đồ khu đầu mối công trình, Tỷ lệ 1/2000:** Tuyến đã được xác định và sơ bộ bố trí các hạng mục công trình đầu mối như sau:

- Đập bê tông trọng lực dâng nước, có đoạn tràn nước;
- Nhà máy thủy điện đặt ở hạ lưu đập về phía bờ trái, nước qua turbin sẽ được trả lại sông để cấp nước cho hạ du. Có 4 đường hầm dẫn nước vào nhà máy thủy điện.
- Công trình nâng tàu (âu tàu) bố trí ở bờ trái, cách xa nhà máy thủy điện.

#### 2. Địa chất khu vực công trình.

a. Nền tuyến đập: Nền sa thạch phân lớp, trên mặt có phủ một lớp đất thịt dày từ 3 đến 5m. Đá gốc có độ phong hoá, nứt nẻ trung bình.

b. Tài liệu ép nước thí nghiệm tại tuyến đập:

Độ sâu (mét):	10	15	20
Độ mất nước (l/ph):	0,05	0,03	0,01

c. Chỉ tiêu cơ lý của đá nền:

- Hệ số ma sát:  $f = 0,65$ ;
- Các đặc trưng chống cắt:  $f_0 = 0,63$ ;  $c = 2\text{kG/cm}^2$ ;
- Cường độ chịu nén giới hạn:  $R = 1600\text{ kG/cm}^2$ .

**3. Vật liệu xây dựng.** Tại khu vực này đất thịt hiếm, cát và đá có trữ lượng lớn, khai thác ngay ở hạ lưu đập, chất lượng đảm bảo tiêu chuẩn dùng làm vật liệu bê tông; gỗ, tre có trữ lượng lớn, tập trung ở thượng lưu.

#### 4. Tài liệu thủy văn:

- Cao trình bùn cát lắng đọng (sau thời hạn phục vụ của công trình):

Đầu đề	I	II	III	IV
Cao trình bùn cát (m)	40,0	138,0	240,0	337,0

- Chỉ tiêu cơ lý của bùn cát:  $n = 0,45$ ;  $\gamma_k = 1,15\text{ T/m}^3$ ;  $\varphi_{bh} = 11^\circ$

- Lưu lượng tháo lũ ( $Q_{tháo}$ ) và cột nước siêu cao trên mực nước dâng bình thường ( $H_t$ ) cho ở bảng 4:

**Bảng 4**

Tần suất P%	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0
$Q_{tháo}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	1330	1230	1190	1120	1080
$H_t$ (m)	5,5	5,1	4,8	4,3	4,0

- Đường quan hệ  $Q \sim Z$  ở hạ lưu tuyến đập:

**Bảng 5**

Z (m) \ Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Đầu đề I	Đầu đề II	Đầu đề III	Đầu đề IV
300	33,5	133,4	233,5	333,4
500	34,4	134,4	234,4	334,3
700	35,2	135,2	235,2	335,2
900	35,8	135,8	235,8	335,8
1000	36,1	136,2	236,1	336,2

1100	36,4	136,4	236,4	336,5
1200	36,6	136,6	236,6	336,7
1550	37,0	137,5	237,3	337,4

### 5. Tài liệu về thủy năng:

- Trạm thủy điện có 4 tổ máy.

- Mức nước dâng bình thường (MNDBT), mức nước chết (MNC), lưu lượng qua 1 tổ máy ( $Q_{TM}$ ) cho trong bảng 6 (mỗi học sinh chép 1 số liệu về MNDBT, MNC và  $Q_{TM}$  do giáo viên hướng dẫn phân);

**Bảng 6 - Tài liệu thủy năng**

Đ ề số	Đ ầu bài	MN DBT (m)	MN C (m)	$Q_T$ $M$ ( $m^3/s$ )	Đ ề số	Đ ầu bài	MN DBT (m)	M NC (m)	$Q_T$ $M$ ( $m^3/s$ )
1		90,0	45,0	110	3		189,1	145,2	124
2		90,5	45,5	112	3		189,3	145,0	122
3		91,0	46,0	114	3		189,5	145,7	120
4		89,5	46,5	116	4		189,7	145,4	118
5		90,0	46,3	118	4		189,9	145,3	116
6		90,2	46,1	120	4		190,2	145,1	114
7		90,4	45,9	125	4	I	189,3	145,9	112
8		90,6	45,7	130	4	I	189,4	146,2	110
9		90,8	45,5	128	4		189,5	146,4	115
0		97,0	45,3	126	4		189,6	145,8	120
1		89,1	45,1	124	4		189,7	145,1	125
1	I	89,3	45,8	122	4		189,8	145,6	112



Đ è số	Đ ầu bài	MN DBT (m)	MN C (m)	Q <sub>T</sub> M (m <sup>3</sup> /s)	Đ è số	Đ ầu bài	MN DBT (m)	M NC (m)	Q <sub>T</sub> M (m <sup>3</sup> /s)
1		89,5	45,	120	4		190,	146	117
3			6		9		0	,5	
1		89,7	45,	118	5		189,	145	122
4			4		0		5	,5	
1		89,9	45,	116	5		290,	146	110
5			2		1		0	,0	
1		89,0	45,	114	5		290,	146	115
6			0		2		5	,5	
1		90,0	46,	112	5		291,	145	120
7			0		3		0	,5	
1		90,3	46,	110	5		289,	145	125
8			2		4		0	,0	
1		90,5	46,	113	5		289,	145	130
9			4		5		2	,2	
2		90,7	46,	115	5		289,	145	128
0			6		6		4	,4	
2		91,0	46,	117	5		289,	145	126
1			5		7		6	,6	
2		89,2	46,	119	5		289,	145	124
2			3		8		8	,8	
2		89,4	46,	121	5		290,	146	122
3			1		9		0	,0	
2		89,6	46,	123	6	I	290,	146	120
4			0		0	II	2	,2	
2		89,8	45,	125	6		290,	146	118
5			9		1		4	,4	
2		189,	145	110	6		290,	145	116
6		0	,0		2		6	,1	
2		189,	145	111	6		290,	145	114
7		2	,5		3		8	,3	
2		189,	146	113	6		291,	145	112
8		4	,0		4		0	,5	
2		189,	145	115	6		289,	145	110
9		6	,9		5		1	,7	
3		189,	145	117	6		291,	145	129
0		8	,7		6		3	,9	
3	II	190,	145	119	6		289,	146	127
1		0	,5		7		3	,1	
3		190,	145	121	6		289,	146	125

2		2	,3		8		5	,3	
3		190,	145	123	6		289,	146	123
3		4	,1		9		7	,5	
3		190,	145	125	7		289,	145	121
4		6	,8		0		9	,0	
3		190,	145	127	7		290,	145	119
5		8	,6		1		1	,5	
3		191,	145	126	7		290,	146	117
6		0	,4		2		3	,0	
Đ	Đ	MN	MN	Q <sub>T</sub>	Đ	Đ	MN	M	Q <sub>T</sub>
ề	ầu	DBT	C (m)	M	ề	ầu	DBT	NC	M
số	bài	(m)		(m <sup>3</sup> /s)	số	bài	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> /s)
7		290,	146	115	8		389,	345	123
3		5	,5		7		9	,1	
7	II	290,	145	113	8		390,	345	121
4	I	7	,7		8		1	,3	
7		290,	145	111	8		390,	345	119
5		9	,3		9		3	,5	
7		390,	345	108	9		390,	345	117
6		0	,5		0		5	,7	
7		390,	345	110	9		390,	345	115
7		2	,7		1		7	,9	
7		390,	345	112	9	I	390,	346	113
8		4	,9		2	V	9	,1	
7		390,	346	114	9		389,	346	111
9		6	,1		3		0	,0	
8		390,	346	116	9		389,	346	109
0		8	,0		4		2	,4	
8	I	391,	345	118	9		389,	346	110
1	V	0	,8		5		4	,6	
8		389,	345	120	9		389,	346	115
2		0	,6		6		6	,8	
8		389,	345	122	9		389,	346	120
3		1	,4		7		8	,2	
8		389,	345	124	9		390,	346	125
4		3	,2		8		0	,0	
8		389,	345	126	9		389,	345	123
5		5	,0		9		5	,5	
8		389,	344	125	1		390,	345	121
6		7	,8		00		5	,0	

**6. Các tài liệu khác.**

- Tốc độ gió ứng với tần suất P(%):

Tần suất P%	2	3	5	20	30	50
V (m/s)	36	34	30	22	20	18

- Chiều dài chuyển sóng  $D = 6$  km (ứng với MNDBT)

$$D' = 6,5 \text{ km (ứng với MNDGC).}$$

- Khu vực xây dựng công trình có động đất cấp 8.
- Đỉnh đập không có giao thông chính đi qua.

## **B. YÊU CẦU VÀ NHIỆM VỤ.**

### **1. Yêu cầu:**

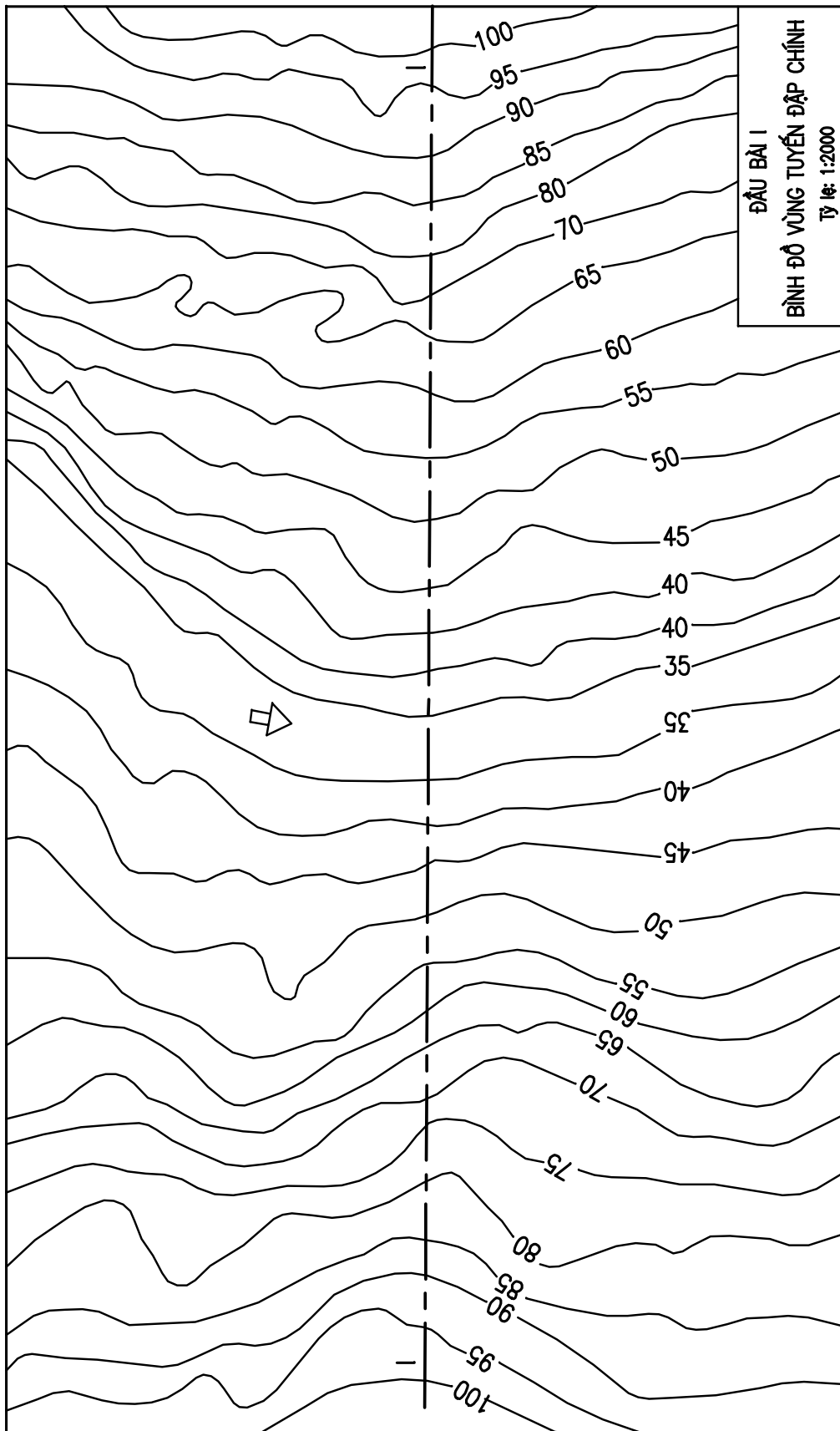
- Hiểu được cách bố trí đầu mối thủy lợi và lý do chọn phương án đập bê tông;
- Nắm được các bước thiết kế đập bê tông trọng lực tràn nước và không tràn nước (trong giai đoạn thiết kế sơ bộ).

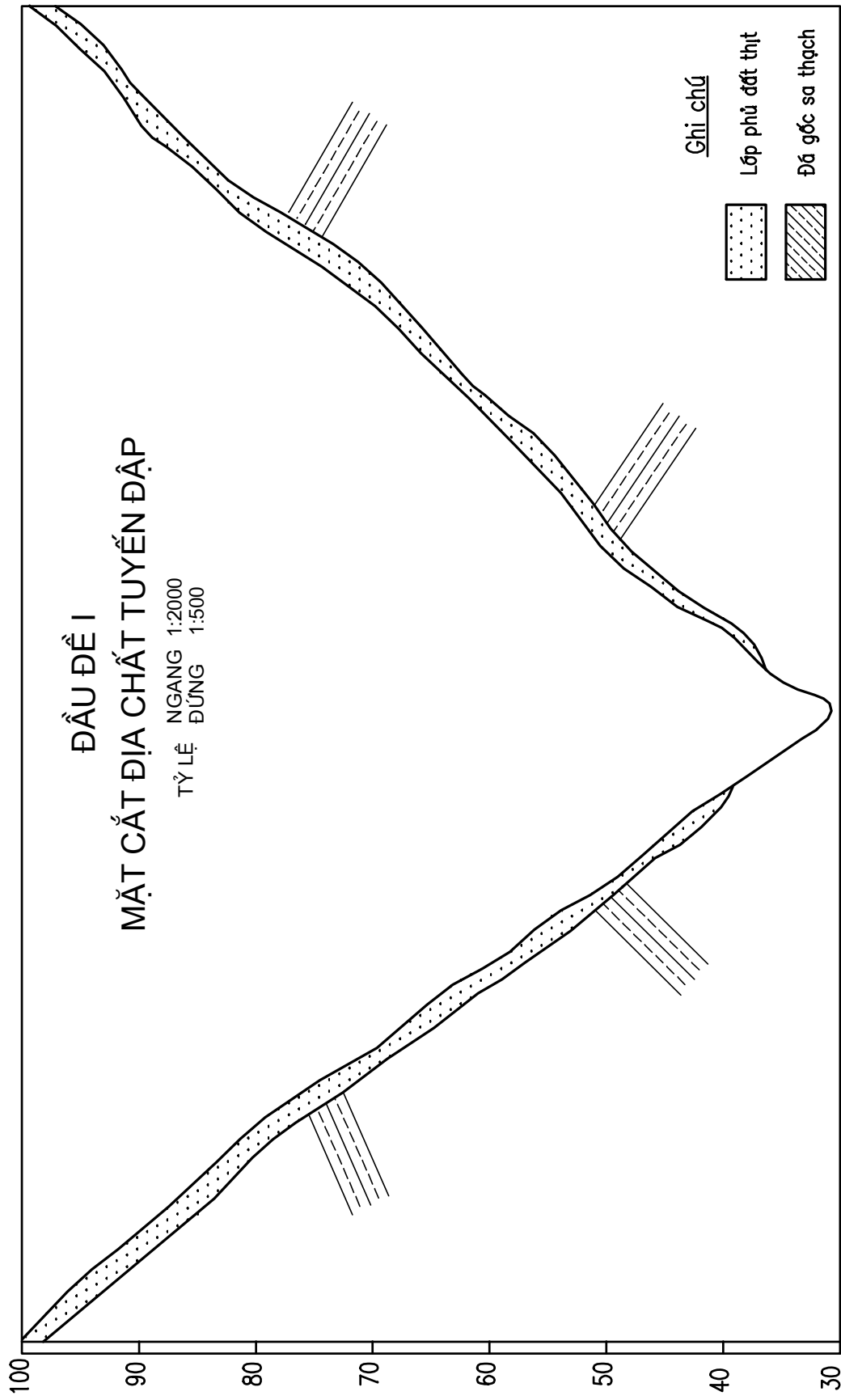
### **2. Nhiệm vụ:**

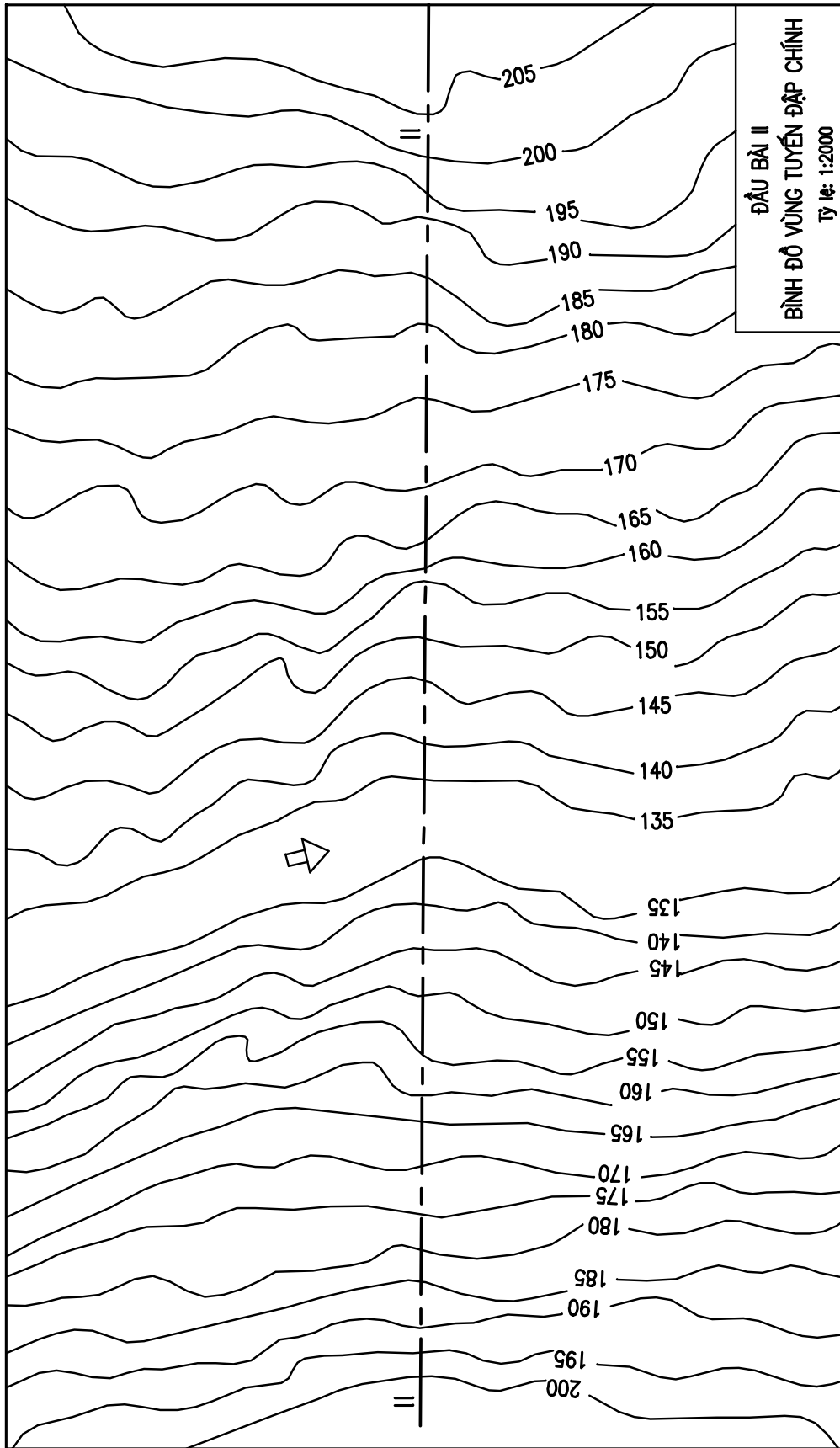
- Bố trí phần đập tràn, không tràn trên tuyến đã chọn;
  - Xác định mặt cắt cơ bản đập;
  - Xác định mặt cắt thực dụng cho phần đập không tràn, đập tràn (bao gồm cả tính toán tiêu năng);
  - Kiểm tra ổn định mặt cắt đập không tràn;
  - Phân tích ứng suất mặt cắt đập không tràn;
  - Chọn cấu tạo các bộ phận: Thoát nước ở thân và nền đập, chống thấm ở nền, xử lý nền, bố trí hệ thống hành lang trong đập.
  - Đồ án gồm một bản thuyết minh và 1 đến 2 bản vẽ khổ A1, trên đó thể hiện:
- + Bình đồ bố trí đập và các công trình lân cận;

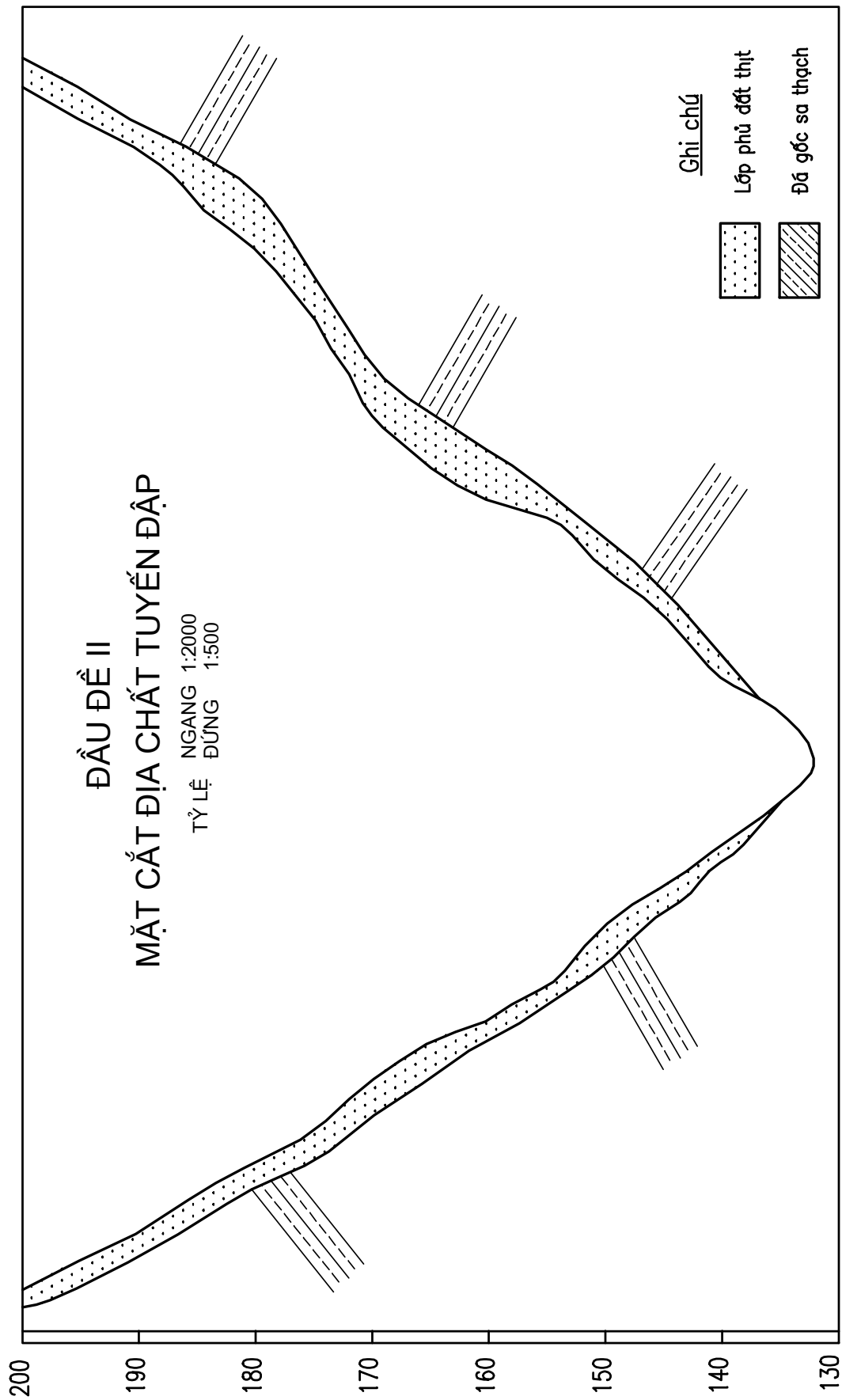
- + Chính diện thượng lưu;
- + Chính diện hạ lưu;
- + 1 mặt cắt qua phần đập không tràn;
- + 1 mặt cắt qua phần đập tràn;
- + Các chi tiết: cấu tạo khớp nối, hành lang, đỉnh đập.

Bản vẽ phải theo đúng các quy định về bản vẽ kỹ thuật.

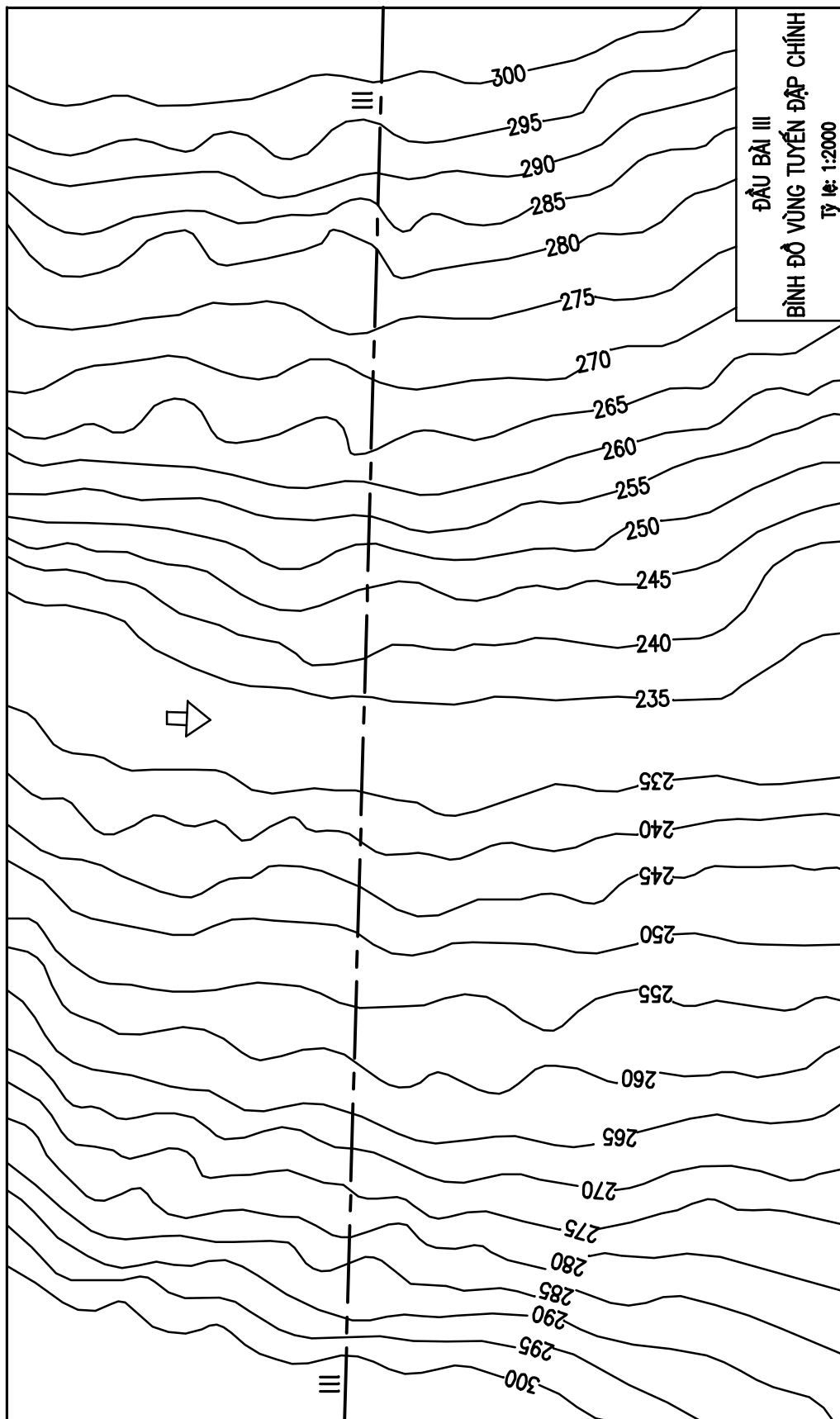


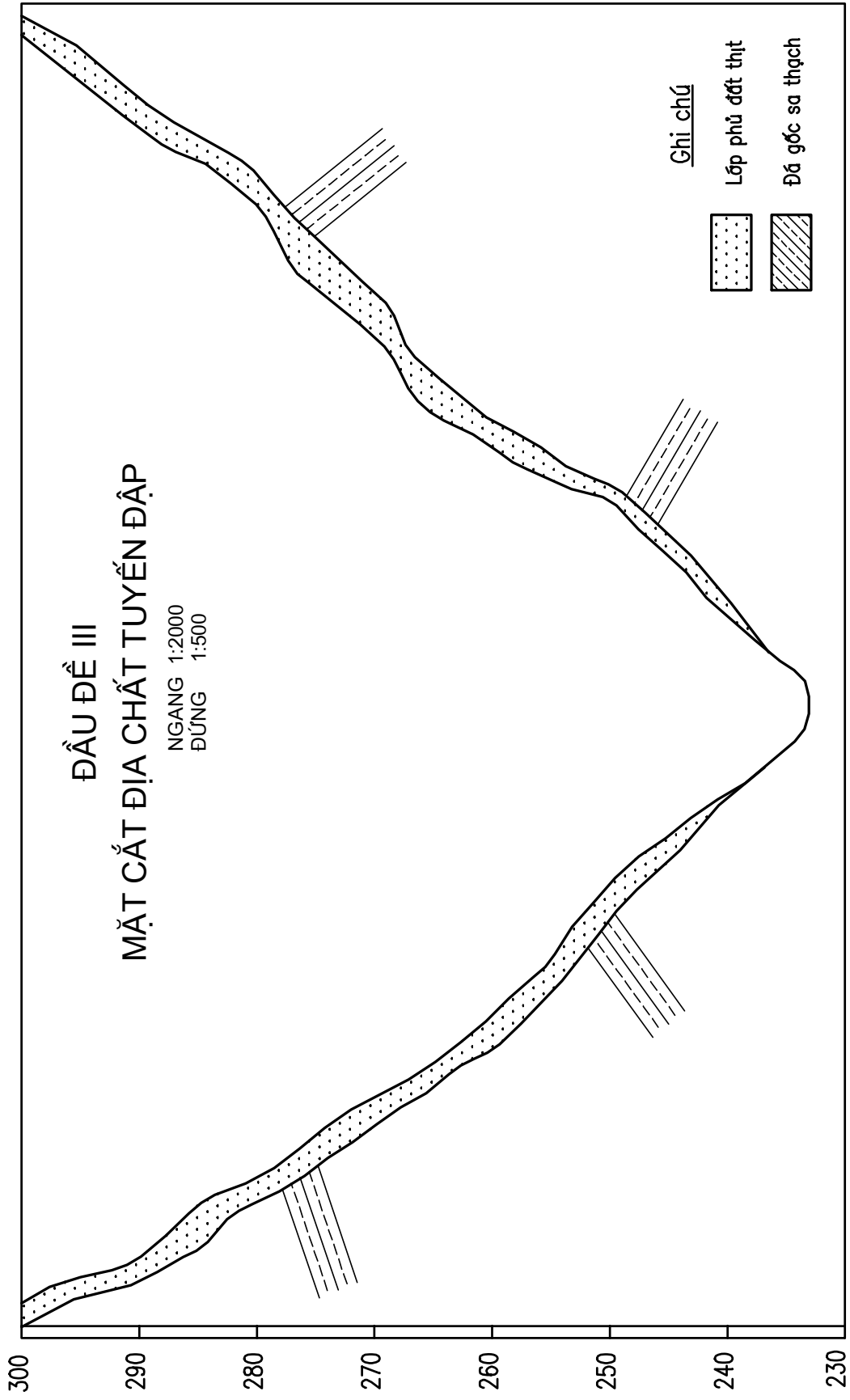


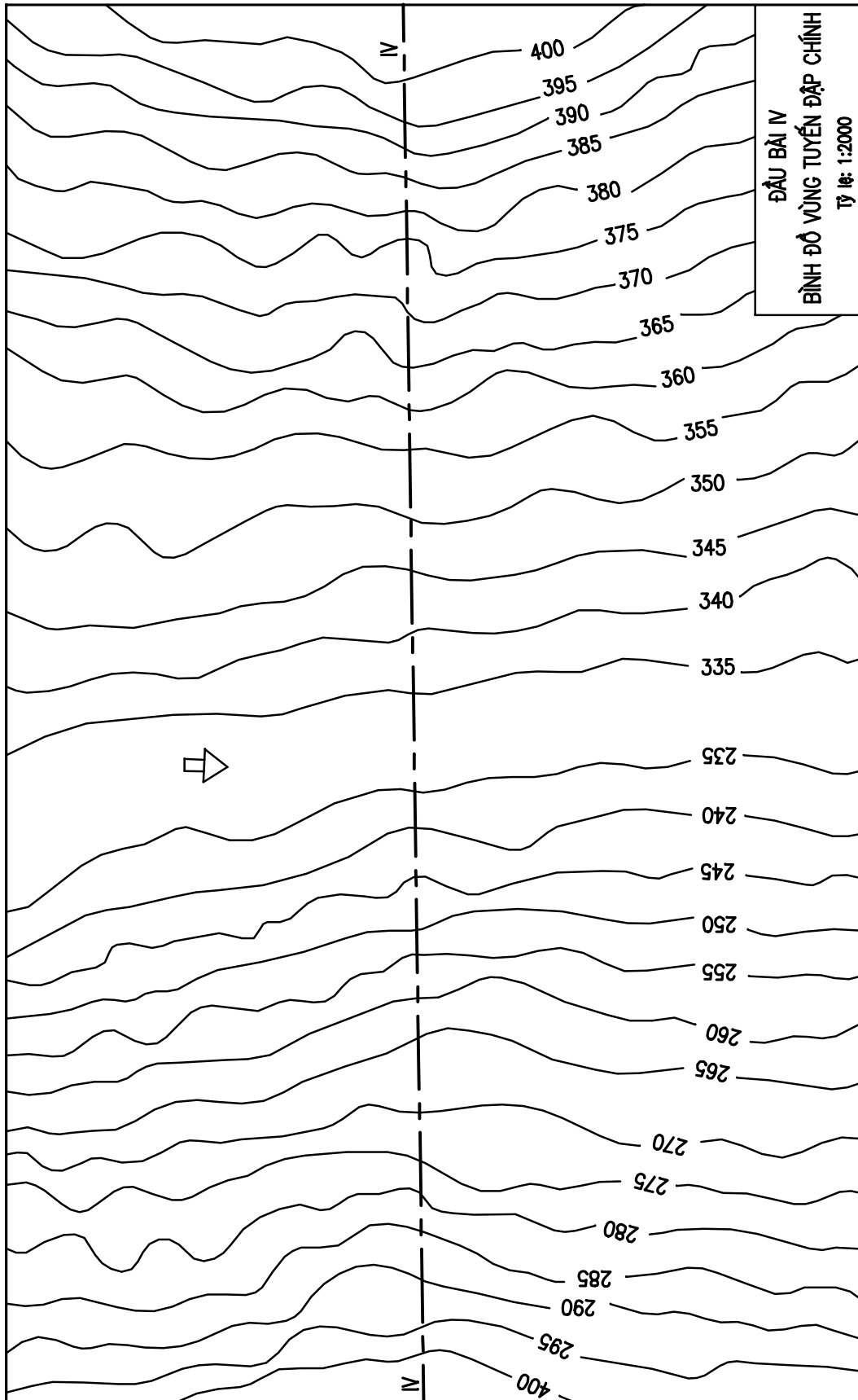


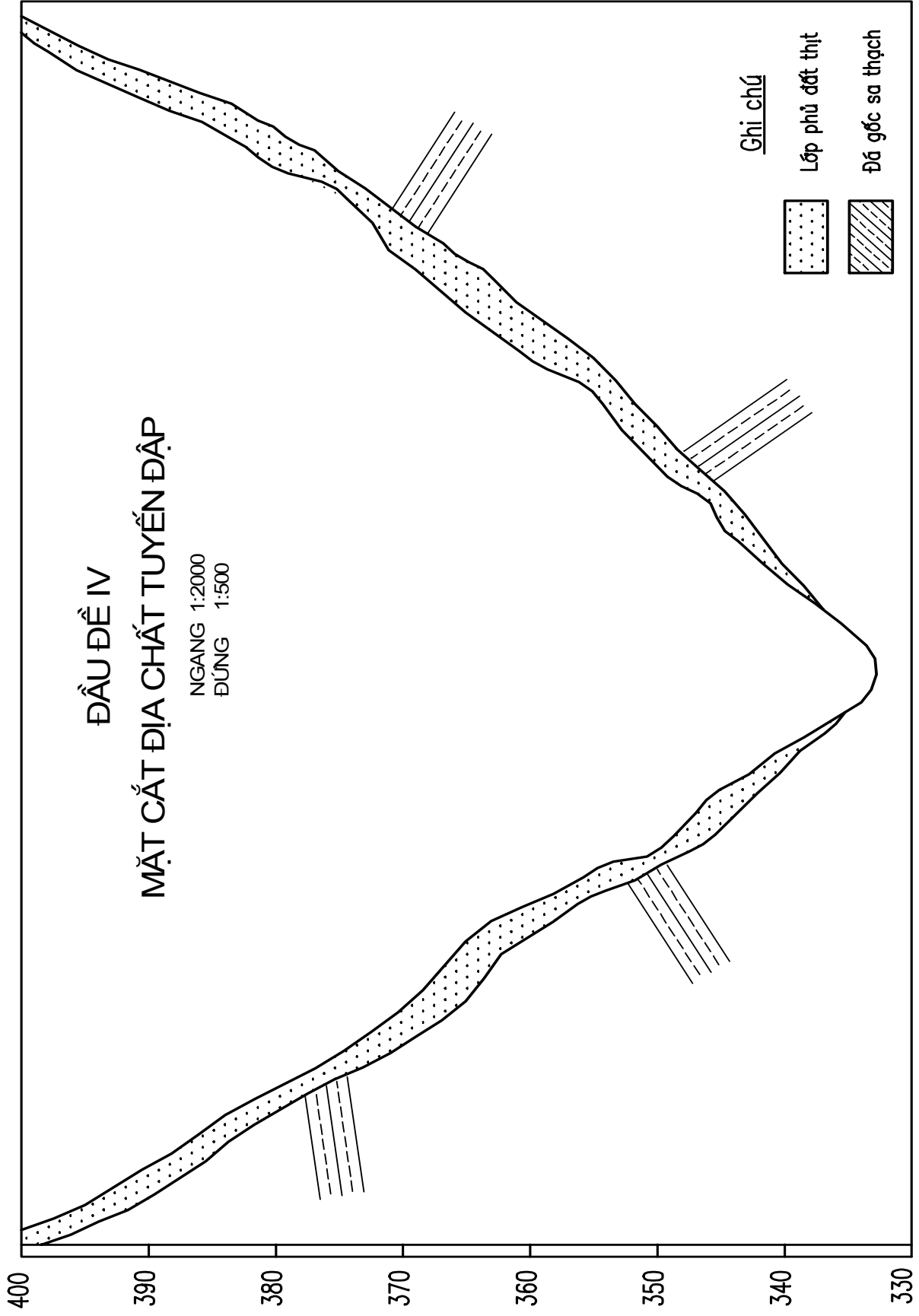












# ĐỒ ÁN SỐ 5: THIẾT KẾ CÔNG LỘ THIÊN

## A. TÀI LIỆU

### I. Công A.

**1. Nhiệm vụ:** Công A xây dựng ven sông X để:

- Lấy nước tưới cho 60,000 ha ruộng;
- Ngăn nước sông vào đồng khi có lũ;
- Kết hợp tuyến đường giao thông với loại xe 8-10 tấn đi qua.

**2. Các lưu lượng và mực nước thiết kế** (bảng A)

**Bảng A - Lưu lượng và các mực nước công A**

1 Trường hợp	Lấy nước				Chống lũ	
	Chi tiêu Đề số	Q <sub>lấy</sub> max (m <sup>3</sup> /s)	Z <sub>đầu</sub> kênh (m)	Z <sub>sông</sub> min (m)	Z <sub>sông</sub> max (m)	Z <sub>sông</sub> ax (m)
1	100	3,50	3,70	7,50	8,60	2,50
2	105	3,45	3,62	7,70	8,40	2,60
3	110	3,52	3,75	7,90	8,20	2,70
4	115	3,60	3,80	7,80	8,30	2,80
5	120	3,45	3,70	7,60	8,50	2,50
6	125	3,40	3,65	7,40	8,70	2,60
7	80	3,43	3,68	7,20	8,60	2,70
8	85	3,47	3,70	7,50	8,40	2,80
9	90	3,30	3,55	7,60	8,50	2,40
10	93	3,32	3,50	7,40	8,60	2,50
11	102	3,35	3,58	7,50	8,70	2,60
12	107	3,38	3,60	7,80	8,80	2,70
13	95	3,41	3,62	7,40	8,60	2,80
14	97	3,42	3,65	7,70	8,30	2,40
15	118	3,45	3,70	7,60	8,50	2,60
16	80	3,40	3,65	7,20	8,25	2,40
17	82	3,40	3,60	7,25	8,50	2,42
18	84	3,42	3,65	7,30	8,40	2,44
19	86	3,44	3,70	7,35	8,30	2,46
20	88	3,46	3,70	7,40	8,20	2,48

21	90	3,48	3,72	7,45	8,10	2,50
22	92	3,50	3,75	7,50	8,50	2,52
23	94	3,45	3,72	7,55	8,15	2,54
24	96	3,40	3,70	7,60	8,25	2,56
25	98	3,35	3,63	7,75	8,35	2,58
26	110	3,30	3,62	7,65	8,45	2,60
27	112	3,31	3,61	7,55	8,55	2,62
28	114	3,33	3,60	7,50	8,65	2,64
29	116	3,35	3,58	7,40	8,75	2,66
30	118	3,37	3,66	7,30	8,80	2,68
31	120	3,39	3,68	7,20	8,70	2,70
32	115	3,41	3,70	7,85	8,90	2,50
33	110	3,43	3,72	7,80	8,85	2,60
34	105	3,45	3,73	7,70	8,75	2,40

### 3. Tài liệu về kênh hạ lưu:

Z đáy kênh = 0,00;

Độ dốc mái m = 1,5; độ nhám n = 0,025;

Độ dốc đáy  $i = 2 \cdot 10^{-4}$ .

### 4. Tài liệu về gió:

Tần suất	2	3	5	20	30	50
P%						
V (m/s)	28,0	26,0	22,0	18,0	16,0	14,0

### 5. Chiều dài truyền sóng:

Trường hợp	Z sông bình thường	Z sông max
D (m)	200	300

### 6. Tài liệu địa chất:

- Đất thịt cao độ +3,5 đến 0,5;
- Đất cát pha từ +0,5 đến -10,0;
- Đất sét từ -10,0 đến -30,0.

Chỉ tiêu cơ lý xem bảng D.

7. Thời gian thi công: 2 năm.

## II. Công B.

1. **Nhiệm vụ:** công B xây dựng ven sông Y (vùng chịu ảnh hưởng thủy triều) để tiêu nước, ngăn triều và giữ ngọt. Diện tích tiêu: 30,000 ha.

Công xây dựng trên tuyến đường giao thông có loại xe 8-10 tấn đi qua.

2. **Các lưu lượng và mực nước thiết kế (bảng B).**

3. **Tài liệu về kênh tiêu:**

- Z đáy kênh = -1,00m;

- Độ dốc mái  $m = 1,5$ ; độ nhám  $n = 0,025$ ;

- Độ dốc đáy  $i = 10^{-4}$ .

4. **Tài liệu về gió và chiều dài truyền sóng:**

Giống như công A.

5. **Tài liệu địa chất:**

- Đất thịt từ cao độ +1,00 đến -1,00;

- Đất cát pha từ -1,00 đến -20,00;

- Đất sét từ -20,00 đến -40,00.

Chỉ tiêu cơ lý xem bảng D.

6. Thời gian thi công: 2 năm.

**Bảng B - Lưu lượng và các mực nước công B**

Trường hợp	Tiêu nước				Ngăn triều	
Chỉ tiêu	$Q_{\text{tiêu}}^{\text{max}}$	$Z_{\text{đồng}}^{\text{không}}^{\text{ché}}$ (m)	$Z_{\text{sông}}^{\text{T}}$ $K$ (m)	$Z_{\text{sông}}^{\text{mi}}$ $n$ (m)	$Z_{\text{sông}}^{\text{ma}}$ $x$ (m)	$Z_{\text{đồng}}^{\text{min}}$ (m)

Đề số	(m <sup>3</sup> /s)					
35	50	3,50	3,32	0,00	6,00	1,00
36	55	3,52	3,38	0,10	6,20	0,95
37	60	3,54	3,36	0,20	6,40	0,90
38	65	3,56	3,38	0,30	6,80	0,85
39	70	3,58	3,42	-0,10	7,00	0,80
40	75	3,60	3,45	-0,05	6,90	0,75
41	80	3,62	3,43	-0,15	6,70	0,70
42	85	3,64	3,47	0,00	6,50	0,82
43	90	3,66	3,49	0,25	6,30	0,92
44	95	3,68	3,50	0,15	6,10	1,02
45	57	3,70	3,54	0,05	6,15	0,07
46	67	3,72	3,55	0,02	6,25	1,10
47	77	3,74	3,58	0,10	6,35	1,12
48	88	3,76	3,58	0,15	6,45	1,18
49	82	3,78	3,62	0,20	6,55	1,20
50	52	3,50	3,30	0,00	6,10	0,50
51	54	3,51	3,30	0,15	6,15	0,60
52	56	3,53	3,32	0,25	6,20	0,70
53	58	3,55	3,33	0,35	6,25	0,80
54	60	3,57	3,35	0,30	6,30	0,90
Trường hợp	Tiêu nước			Ngăn triều		
Chi tiêu Đề số	Q <sub>tiêu</sub> max (m <sup>3</sup> /s)	Z <sub>đòng</sub> ché không (m)	Z <sub>sông</sub> K (m)	Z <sub>sông</sub> mi n (m)	Z <sub>sông</sub> ma x (m)	Z <sub>đòng</sub> min (m)
55	62	3,59	3,38	0,25	6,35	1,00
56	64	3,61	3,40	0,20	6,40	1,10
57	66	3,63	3,42	0,15	6,45	1,20
58	68	3,65	3,43	0,10	6,50	1,15
59	70	3,67	3,45	0,05	6,55	1,05
60	72	3,69	3,47	0,00	6,60	0,95
61	74	3,71	3,49	-0,05	6,65	0,85
62	76	3,73	3,51	-0,10	6,70	0,75
63	78	3,75	3,52	-0,15	6,75	0,65
64	80	3,77	3,56	-0,10	6,80	0,55
65	82	3,80	3,58	-0,05	6,85	0,80
66	84	3,70	3,49	0,00	6,60	0,90
67	86	3,60	3,38	0,10	6,20	1,00



### III. Cổng C.

1. **Nhiệm vụ:** cổng C xây dựng ven sông Z để làm nhiệm vụ dâng nước tưới cho 35,000 ha ruộng, tiêu nước cho khu vực trên và ngăn lũ từ sông vào. Cổng xây dựng trên tuyến đường giao thông có xe 8 - 10 tấn đi qua.

2. **Các mực nước và lưu lượng tiêu: bảng C.**

3. **Tài liệu về kênh tiêu:**

$$Z_{\text{đáy kênh}} = +1,00; \quad \text{Độ dốc đáy } i = 10^{-4} \div 10^{-5};$$

$$\text{Độ dốc mái } m = 1,5; \quad \text{độ nhám } n = 0,025.$$

4. **Tài liệu về gió và chiều dài truyền sóng:**

Giống như cổng A.

5. **Tài liệu địa chất:**

- Đất thịt từ cao độ +2,5 đến 1,0;

- Đất cát pha từ +1,0 đến -15,0;

- Đất sét từ -15,0 đến -35,0.

Các chỉ tiêu cơ lý xem bảng D.

6. **Thời gian thi công:** 2 năm.

**Bảng C - Lưu lượng và các mực nước cổng C**

Trường hợp	Tiêu					Ngăn lũ	
Chỉ tiêu	$Q_{\text{ax}}^{\text{m}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$Z_{\text{đồng in}}^{\text{m}}$ (m)	$Z_{\text{sông TK}}$	$Z_{\text{đồng ax}}^{\text{m}}$ (m)	$Z_{\text{sông min}}$ (m)	$Z_{\text{sông max}}$ (m)	$Z_{\text{đôn g min}}$ (m)
Đề số							
68	80	5,10	4,95	6,50	3,00	6,00	2,00
69	90	5,15	5,00	6,60	3,05	6,10	2,20
70	100	5,20	5,02	6,70	3,10	6,15	2,40
71	110	5,25	5,08	6,80	3,15	6,20	2,60
72	120	5,30	5,14	6,90	3,20	6,25	2,80
73	85	5,35	5,18	7,00	3,25	6,30	3,00

74	95	5,40	5,22	7.10	3,30	6,40	2.10
75	105	5,45	5,25	7,20	3,35	6,45	2,30
76	115	5,50	5,32	7,15	3,40	6,50	2,50
77	125	5,57	5,40	7,05	3,45	6,55	2,70
78	82	5,58	5,42	6,95	3,50	6,60	2,90
79	92	5.10	4,92	6,85	3,55	6,32	2,15
80	102	5,19	5,00	6,75	3,60	6,42	2,25
81	112	5,32	5,15	6,65	3,65	6,52	2,35
82	122	5,45	5,27	6,55	3,70	6,22	2,45
Trường hợp	Tiêu					Ngăn lũ	
Chỉ tiêu Đề số	$Q_{\text{tiêu}}^{\text{m}}$ ax (m <sup>3</sup> /s)	$Z_{\text{đồng}}^{\text{m}}$ in (m)	$Z_{\text{sông}}$ TK	$Z_{\text{đồng}}^{\text{m}}$ ax (m)	$Z_{\text{sông}}$ min (m)	$Z_{\text{sông}}$ max (m)	$Z_{\text{đòn}}$ g min (m)
83	80	5.10	4,90	6,50	3,00	6,20	2,05
84	82	5,20	5,18	6,55	3.10	6,25	2,15
85	84	5,30	5,11	6,60	3,20	6,30	2,25
86	86	5,40	5,22	6,65	3,30	6,35	2,35
87	88	5,50	5,30	6,75	3,40	6,40	2,45
88	90	5,60	5,40	6,85	3,50	6,45	2,55
89	92	5,70	5,50	6,95	3,60	6,50	2,65
90	94	5,65	5,40	7,05	3,70	6,55	2,75
91	96	5,55	5,30	6,80	3,65	6,60	2,85
92	98	5,45	5,25	6,70	3,55	6,52	2,90
93	100	5,35	5,15	6,60	3,45	6,42	2,80
94	102	5,25	5,05	6,50	3,35	6,32	2,70
95	104	5,15	4,95	7,15	3,25	6,22	2,60
96	106	5,20	5,00	7,20	3,15	6,15	2,50
97	108	5,22	5,00	7,05	3,05	6,20	2,40
98	110	5,32	5.10	7.10	3,50	6,30	2,30
99	105	5,42	5,20	7,15	3,70	6,40	2,20
100	120	5,52	5,30	7.10	3,30	6,50	2.10

**Bảng D - Chỉ tiêu cơ lý của đất nền cống**

Loại đất Chỉ tiêu	Thịt	Cát pha	Sét
$\gamma_k$ (T/m <sup>3</sup> )	1,47	1,52	1,41
$\gamma_{tn}$ (T/m <sup>3</sup> )	1,70	1,75	1,69
Độ rỗng n	0,40	0,38	0,45
$\varphi_{tn}$ (độ)	19 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	12 <sup>0</sup>
$\varphi_{bh}$ (độ)	16 <sup>0</sup>	18 <sup>0</sup>	10 <sup>0</sup>
$C_{tn}$ (T/m <sup>2</sup> )	1,50	0,50	3,50
$C_{bh}$ (T/m <sup>2</sup> )	1,00	0,30	2,50
$K_t$ (m/s)	$4 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-8}$
Hệ số rỗng e	0,67	0,61	0,82
Hệ số nén a (m <sup>2</sup> /N)	2,2	2,0	2,3
Hệ số không đều $\eta$	8	9	7

## B. YÊU CẦU ĐỒ ÁN:

1. Xác định cấp công trình và các chỉ tiêu thiết kế.
2. Tính toán thủy lực xác định chiều rộng cống và giải quyết tiêu năng.
3. Chọn cấu tạo các bộ phận cống.
4. Tính toán thấm và ổn định cống.
5. Chuyên đề: tính toán bản đáy cống theo phương pháp dầm trên nền đàn hồi.
6. Bản vẽ: 1 - 2 bản khổ A1, thể hiện được cắt dọc, mặt bằng, chính diện thượng, hạ lưu, mặt cắt ngang cống và các cấu tạo chi tiết.

## PHẦN II - HƯỚNG DẪN ĐỒ ÁN

### ĐỒ ÁN SỐ 1: TÍNH TOÁN LỰC VÀ THÂM

#### §1-1. TÍNH TOÁN LỰC TÁC DỤNG LÊN CÔNG TRÌNH.

##### I. Xác định các yếu tố của sóng.

Có nhiều công thức khác nhau để xác định các đặc trưng của sóng. Ở đây trình bày cách tính theo qui phạm hiện hành QP TL C1-78, theo đó có thể xác định được các yếu tố của sóng trung bình ( $\bar{h}$ ,  $\bar{\tau}$ ,  $\bar{\lambda}$ ) và sóng có mức bảo đảm P% (theo đề ra, ở đây P = 1%).

##### 1. Các yếu tố của sóng trung bình.

Cần phân biệt hai trường hợp: sóng nước sâu ( $H_1 > \frac{\lambda}{2}$ ) và sóng nước nông ( $H_1 \leq \frac{\lambda}{2}$ ).

Vì ban đầu chưa biết  $\lambda$  nên có thể giả thiết là sóng nước sâu để tính.

a. Trường hợp sóng nước sâu: Sử dụng đồ thị hình P2-1 (phụ lục 2).

- Tính các giá trị không thứ nguyên  $\frac{gt}{V}$  và  $\frac{gD}{V^2}$ . Trong đó: g - gia tốc trọng trường ( $m/s^2$ ); t - thời gian gió thổi liên tục (giờ); V - vận tốc gió tính toán (m/s); D - chiều dài truyền sóng (mét).

Tra đồ thị hình P2-1, ứng với đường bao trên cùng xác định được cặp trị số không thứ nguyên  $\frac{g\bar{\tau}}{V}$  và  $\frac{g\bar{h}}{V^2}$  lấy theo cặp giá trị nhỏ trong số 2 cặp giá trị tra được ứng với  $\frac{gt}{V}$  và  $\frac{gD}{V^2}$ ; từ đó xác định được chiều cao sóng trung bình và chu kỳ sóng trung bình  $\bar{\tau}$ .

- Bước sóng trung bình xác định theo công thức: (1-1)

$$\bar{\lambda} = \frac{g\bar{\tau}^2}{2\pi} \quad (1-1)$$

Từ đó kiểm tra được điều kiện sóng nước sâu đã giả thiết ban đầu.

b. Trường hợp sóng nước nông.

Khi độ dốc đáy nhỏ hơn hoặc bằng 0,001: trị số  $\bar{h}$  và  $\bar{\tau}$  cũng được xác định từ đồ thị hình P2-1, theo các đại lượng không thứ nguyên  $\frac{gD}{V^2}$  và  $\frac{gH_1}{V^2}$  ( $H_1$ : độ sâu trong hồ), theo phương pháp đã nêu ở trên.

- Khi độ dốc đáy lớn hơn hoặc bằng 0,002 có thể tham khảo các công thức trong QPTL C1-78, theo đề ra trường hợp này ở đây không xảy ra nên trong hướng dẫn không trình bày chi tiết.

**2. Chiều cao sóng với mức bảo đảm  $i\%$ :** xác định theo công thức:

$$h_{i\%} = k_{i\%} \bar{h} \quad (1-2)$$

Trong đó  $k_{i\%}$  tra theo đồ thị hình P2-2 (phụ lục 2).

**3. Độ dềnh cao nhất của sóng:**

$$\eta_s = k_{\eta_s} \cdot h \quad (1-3)$$

Trong đó  $k_{\eta_s}$  tra đồ thị hình P2-4;  $h$  - chiều cao sóng với mức bảo đảm tương ứng.

## II. Xác định các lực tác dụng lên công trình (theo bài toán phẳng).

**1. Áp lực thủy tĩnh:** tác dụng ở mặt thượng và hạ lưu đập, bao gồm các thành phần thẳng đứng và nằm ngang (xem hình 1-1).

**a. Mặt thượng lưu:**

- Thành phần thẳng đứng:

$$W_1 = \frac{1}{2} \gamma_n n' H_1^2 \quad (1-4)$$

Trong đó:  $n'$  - hệ số mái nghiêng thượng lưu;

$$n' = \text{Cotg}\alpha = \frac{nB}{H_1};$$

$\gamma_n$  - trọng lượng riêng của nước;

- Thành phần nằm ngang:

$$W_2 = \frac{1}{2} \gamma_n H_1^2 \quad (1-5)$$

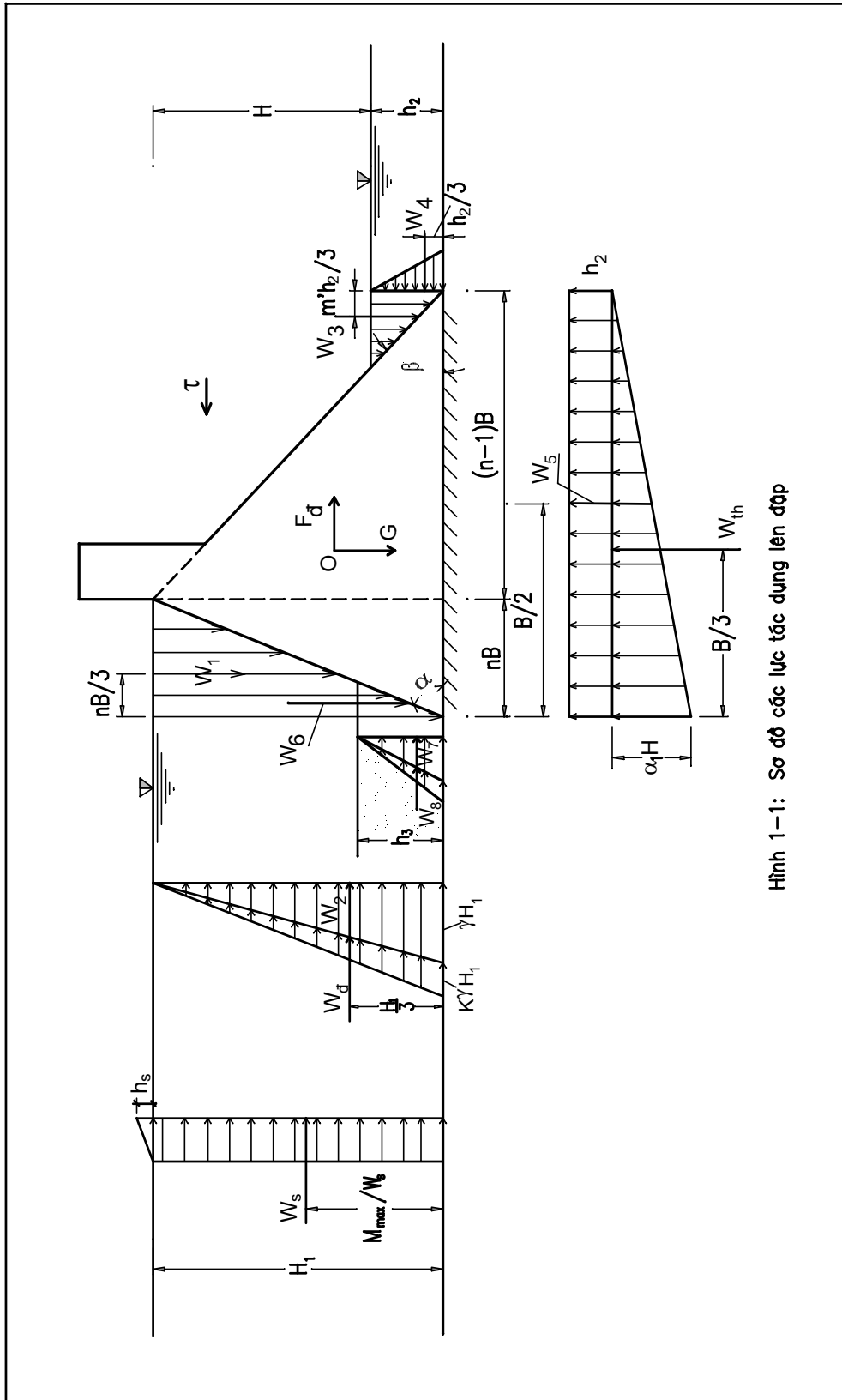
***b. Mặt hạ lưu:***

- Thành phần đứng:  $W_3 = \frac{1}{2} \gamma_n m' h_2^2$  (1-6)

Trong đó:  $m' = \cotg\beta = \frac{(1-n)B}{H_1}$

- Thành phần ngang:  $W_4 = \frac{1}{2} \gamma_n h_2^2$  (1-7)

Điểm đặt các lực này tại trọng tâm biểu đồ phân phối áp lực trên hình 1-1.



Hình 1-1: Sơ đồ các lực tác dụng lên đập

## 2. Áp lực sóng:

Nói chung khi sóng dềnh cao nhất, áp lực sóng lên mái đập không phải là lớn nhất.

Áp lực sóng lớn nhất đạt được ứng với độ dềnh

$$\eta_d = K_{\eta_d} \cdot h \quad (1-8)$$

Trong đó:  $K_{\eta_d}$  có thể xác định đồ thị hình (2-5c), giáo trình thủy công tập I;

$h$  - chiều cao sóng với mức đảm bảo tương ứng.

- Trị số áp lực sóng lớn nhất lên mặt đập xác định theo công thức:

$$W_s = K_d \cdot \gamma_n \cdot h \left( H_1 + \frac{h}{2} \right) \quad (1-9)$$

Trong đó hệ số  $K_d$  tra ở đồ thị hình P2-4c

Các đại lượng khác như đã giải thích ở trên.

- Mômen lớn nhất đối với chân đập do sóng gây ra:

$$M_{\max} = K_m \cdot \gamma_h \cdot h \left( \frac{h^2}{6} + \frac{h \cdot H_1}{2} + \frac{H_1^2}{2} \right) \quad (1-10)$$

Trong đó hệ số  $K_m$  tra ở đồ thị hình P2-4d

## 3. Áp lực nước thấm:

Do có chênh lệch mực nước thượng hạ lưu nên phát sinh dòng thấm từ thượng về hạ lưu công trình, gây nên áp lực thấm dưới đáy của nó. Ngoài ra, do đáy đập ngập dưới mực nước hạ lưu nên đập còn chịu tác dụng của lực đẩy nổi thủy tĩnh.

- Lực thấm đẩy ngược: Biểu đồ phân bố áp lực thấm ngược coi gần đúng là hình tam giác (hình 1-1) có cường độ lớn nhất ở đầu (sau màn chống thấm):

$$P_{\max} = \gamma_n \cdot \alpha_1 H.$$

Trong đó:  $\alpha_1$  - hệ số cột nước thấm còn lại sau màn chống thấm;

$$H - \text{cột nước thấm; } H = H_1 - h_2;$$

Tổng áp lực thấm đẩy ngược sẽ là:



$$W_{th} = \frac{1}{2} \gamma_n \alpha_1 H \cdot B \quad (1-11)$$

- Lực thủy tĩnh đẩy ngược:

$$W_5 = \gamma_n B h_2 \quad (1-12)$$

**4. Áp lực bùn cát:** do khối bùn cát lắng đọng trước đập gây ra. Do mái đập thượng lưu nghiêng nên áp lực bùn cát có 2 thành phần: thẳng đứng và nằm ngang.

- Thành phần thẳng đứng:

$$W_6 = \frac{1}{2} \gamma_{bc} h_3^2 \cdot n' \quad (1-13)$$

Trong đó:  $\gamma_b$  là trọng lượng riêng của bùn cát trong nước (dung trọng đẩy nổi):

$$\gamma_{bc} = \gamma_k - \gamma_n (1 - n_b) \quad (1-14)$$

Ở đây  $\gamma_k$  - trọng lượng riêng khô của bùn cát;

$n_b$  - độ rỗng của bùn cát lắng đọng;

$h_3$  - chiều sâu bùn cát lắng đọng trước công trình.;

- Thành phần nằm ngang:

$$W_7 = \frac{1}{2} \gamma_{bc} h_3^2 \cdot K_a \quad (1-15)$$

Trong đó:  $K_a$  - hệ số áp lực ngang (áp lực chủ động);

$$K_a = \text{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (1-16)$$

Ở đây:  $\varphi$  - góc ma sát của bùn cát bão hoà nước.

### 5. Trọng lượng của thân đập:

Để dễ dàng tính toán lực do trọng lượng bản thân và điểm đặt của nó, mặt cắt đập được chia thành các phần hình tam giác và chữ nhật. Trọng lượng của phần đập có diện tích mặt cắt  $\Omega_i$  sẽ là  $G_i = \gamma_b \cdot \Omega_i$ ; Trọng lượng của toàn đập sẽ là  $G = \sum G_i$ . Điểm mặt của  $G$  được tìm theo quy tắc hợp các lực song song.

**6. Lực sinh ra khi có động đất:** bao gồm các thành phần sau:

a. *Lực quán tính động đất của công trình:*

$$F_d = K \alpha G \quad (1-17)$$

Trong đó: K - hệ số động đất;

$\alpha$  - hệ số đặc trưng động lực của công trình;

G - trọng lượng công trình..

Lực quán tính động đất cùng phương ngược chiều với gia tốc động đất, điểm đặt tại trọng tâm mặt cắt tính toán.

Ở đây chọn chiều bất lợi của lực động đất là chiều từ thượng về hạ lưu đập (phương ngang).

b. *Áp lực nước tăng thêm khi động đất:*

$$W_d = \frac{1}{2} k \gamma_n H_1^2 \quad (1-18)$$

Trong đó các ký hiệu như đã giải thích ở trên.

Điểm đặt của  $W_d$  ở độ cao  $\frac{1}{3} H_1$  so với mặt đáy đập.

c. *Áp lực bùn cát tăng thêm khi có động đất.*

Theo chiều bất lợi đã chọn, động đất làm tăng áp lực chủ động của bùn cát thượng lưu. Trị số áp lực tăng thêm là:

$$W_8 = 2K \operatorname{tg} \varphi \cdot W_7 \quad (1-19)$$

Trong đó: K - hệ số động đất;

$\varphi$  - góc ma sát trong của bùn cát;

$W_7$  - thành phần áp lực đất nằm ngang, như đã xác định ở trên.

Cuối cùng cần tổng hợp tất cả các lực tác dụng lên công trình (bài toán phẳng) và mômen của chúng đối với mép biên hạ lưu đế đập (điểm A) theo bảng sau:

	Trị số	Mômen đối với A
--	--------	-----------------

tự		P ↓(+)	Q →(+)	Tay đòn	M <sub>A</sub> (+)
		ΣP	ΣQ		ΣM <sub>A</sub>

## §1-2. TÍNH TOÁN THẨM DƯỚI ĐÁY CÔNG TRÌNH.

### I. Nhiệm vụ và các phương pháp tính toán.

**1. Nhiệm vụ:** giải bài toán thẩm dưới đáy công trình cần xác định:

- Lưu lượng thấm q;
- Áp lực thấm lên bản đáy công trình;
- Trị số gradien thấm bình quân toàn miền thấm và cục bộ ở cửa ra để kiểm tra độ bền thấm của nền.

### 2. Các phương pháp tính toán:

Theo yêu cầu của đầu bài, ở đây tiến hành tính thẩm theo các phương pháp:

- Tỷ lệ đường thẳng
- Hệ số sức kháng
- Vẽ lưới.

Việc tính toán tiến hành cho bài toán phẳng.

### II. Tính thẩm theo phương pháp tỷ lệ đường thẳng (sơ đồ hình 1-2).

Theo Lence đoạn đường viền thấm thẳng đứng có khả năng tiêu hao cột nước thấm lớn hơn đoạn nằm ngang m lần. Chiều dài tính toán của đường viền thấm xác định theo công thức:

$$L_{tt} = L_d + \frac{L_n}{m} \quad (1-20)$$

Trong đó:

$L_d$  - chiều dài tổng cộng của các đoạn thẳng đứng và các đoạn xiên có góc nghiêng so với phương ngang lớn hơn hoặc bằng  $45^\circ$ .

$L_n$  - chiều dài tổng cộng các đoạn nằm ngang và các đoạn xiên có góc nghiêng nhỏ hơn  $45^\circ$ .

$m$  - hệ số phụ thuộc vào số hàng cừ trong sơ đồ đường viền thấm.

**1. Tính toán lực đẩy ngược lên bản đáy:**

*a. Áp lực thấm:*

Cột nước thấm tại một điểm cách điểm cuối của đường viền thấm một đoạn dài tính toán  $X_{tt}$  ( $X_{tt}$  xác định tương tự như  $L_{tt}$ ) là:

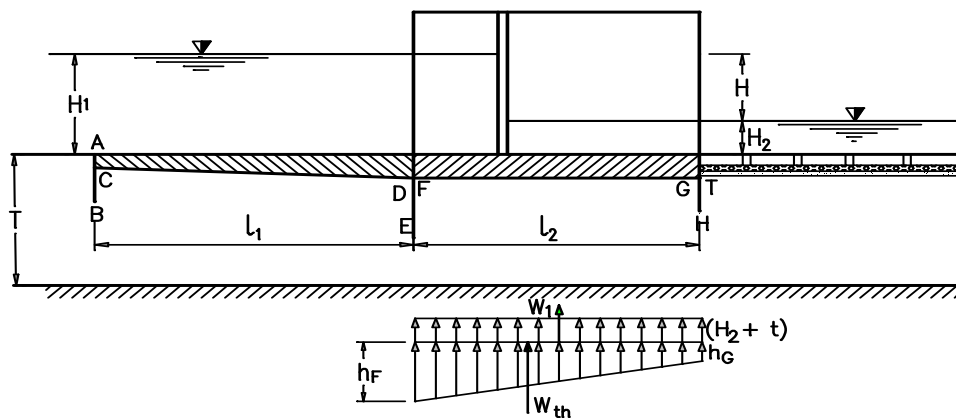
$$h_x = \frac{X_{tt}}{L_{tt}} \cdot H \quad (1-21)$$

Trong đó:  $H$  - cột nước thấm toàn bộ.

Theo sơ đồ công trình như hình (1-2), tổng áp lực thấm lên bản đáy công sẽ là:

$$W_t = \gamma_n \frac{h_F + h_G}{2} \cdot L_2 \quad (1-22)$$

Trong đó:  $h_F, h_G$  tính theo (1-21).



**Hình 1-2.** Sơ đồ tính thấm theo phương pháp tỷ lệ đường thẳng

*. Áp lực thủy tĩnh đẩy ngược:*

$$W_1 = \gamma_n (h_2 + t) L_2 \quad (1-23)$$

2. Tính gradien thấm và lưu tốc thấm bình quân:

- Trên đoạn đường viền thẳng đứng:

$$J_d = \frac{H}{L_u}; \quad V_d = K \cdot J_d \quad (1-24)$$

- Trên đoạn đường viền nằm ngang:

$$J_n = \frac{J_d}{m}; \quad V_n = KJ_n \quad (1-25)$$

**3. Tính lưu lượng thấm:** Khi chiều dài bản đáy khá lớn, có thể tính lưu lượng thấm đơn vị theo công thức:

$$q = K \cdot J_n \cdot T_1 \quad (1-26)$$

Trong đó:  $T_1$  - chiều dày tầng thấm dưới bản đáy công;  $K$  - hệ số thấm.

**4. Kiểm tra độ bền thấm của nền.** Theo phương pháp này chỉ có thể sơ bộ kiểm tra độ bền thấm chung của nền theo công thức:

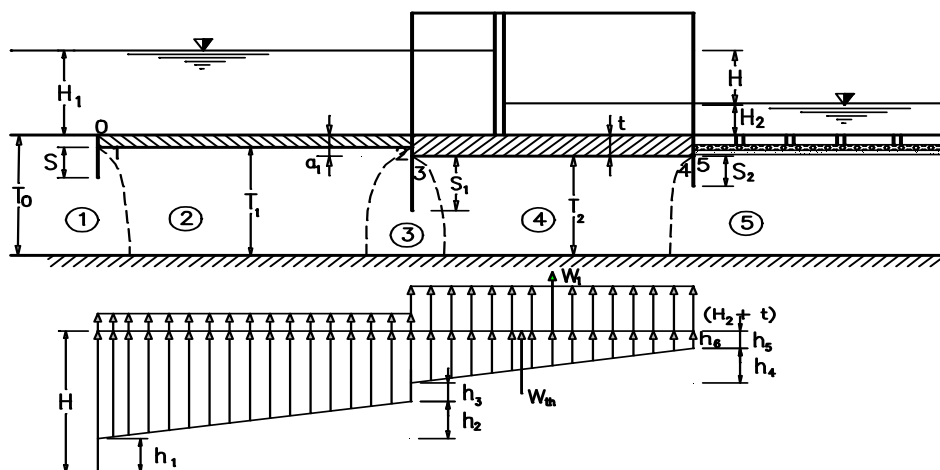
$$L_{tt} \geq C.H \quad (1-27)$$

Trong đó:  $C$  - hệ số phụ thuộc tính chất đất nền, có thể tra bảng P3-1 (phụ lục 3).

Nếu điều kiện (1-27) thỏa mãn nghĩa là chiều dài đường viền thấm đã đủ dài để đảm bảo độ bền thấm chung.

### III. Tính thấm theo phương pháp hệ số sức kháng.

(Sơ đồ hình 1-3).



Hình 1-3. Sơ đồ tính thấm theo phương pháp hệ số sức kháng

**1. Phân đoạn:** Dùng các đường thế đi qua các điểm đường viền chuyển tiếp từ đoạn thẳng đứng sang đoạn nằm ngang hoặc ngược lại để chia miền thẳm thành các miền con (bộ phận) khác nhau (các bộ phận 1, 2, 3, 4, 5 như trên hình 1-3).

**2. Xác định hệ số sức kháng của từng bộ phận:**

a. Bộ phận cửa vào và cửa ra:

$$\xi_{v,r} = 0,44 + \frac{a}{T_0} + 1,5 \frac{S}{T_1} + \frac{0,5 \frac{S}{T_1}}{1 - 0,75 \frac{S}{T_1}} \quad (1-28)$$

Trong đó: a - độ cao của bậc; S - chiều sâu đóng cừ tại bộ phận đang xét;  $T_0, T_1$  - xem hình 1-3.

Nếu bộ phận không có bậc thì  $a = 0$ ;  $T_0 = T_1$ .

Nếu bộ phận không có cừ thì  $S = 0$ .

b. Bộ phận giữa (bộ phận 3 trên hình 1-3).

Với điều kiện:

$$0,5 \leq \frac{T_2}{T_1} \leq 1,0 \quad \text{và} \quad 0 \leq \frac{S}{T_2} \leq 0,8$$

$$\text{thì: } \xi_g = \frac{a_1}{T_1} + 1,5 \frac{S_1}{T_2} + \frac{0,5 \frac{S_1}{T_2}}{1 - 0,75 \frac{S_1}{T_2}} \quad (1-29)$$

Trong đó:  $a_1$  - độ cao của bậc;  $S_1$  - chiều sâu cừ.

c. *Bộ phận nằm ngang:*

- Khi khoảng cách  $l$  giữa 2 hàng cừ  $S_1, S_2$  thoả mãn điều kiện:  $l \geq \frac{S_1 + S_2}{2}$

$$\text{thì: } \xi_n = \frac{1 - 0,5(S_1 + S_2)}{T} \quad (1-30)$$

với  $T$  là chiều dày thấm nằm giữa  $S_1, S_2$ .

- Khi  $l < 0,5(S_1 + S_2)$  thì  $\xi_n = 0$

### 3. *Tính áp lực thấm.*

- Cột nước thấm tổn thất qua mỗi bộ phận xác định theo công thức:

$$h_i = \xi_i \frac{H}{\sum \xi_i} \quad (1-31)$$

Trong đó:  $\xi_i$  - hệ số sức kháng của bộ phận đang xét;  $\sum \xi_i$  - tổng hệ số sức kháng của toàn hệ thống;  $H$  - cột nước thấm.

- Có các  $h_i$  tiến hành vẽ biểu đồ áp lực thấm ngược lên đáy công trình (hình 1-3), từ đó tính được tổng áp lực thấm ngược lên bản đáy.

- Ngoài ra, áp lực thuỷ tĩnh đáy ngược lên bản đáy tính như ở phương pháp trên đã nêu.

**4. *Tính lưu lượng thấm.*** Theo phương pháp này, lưu lượng thấm đơn vị xác định theo công thức:

$$q = K \cdot \frac{H}{\sum \xi_i} \quad (1-32)$$

**5. *Tính gradien thấm.*** Theo phương pháp phân đoạn này, có thể xác định được trị số  $J$  và  $V$  bình quân trong từng đoạn của miền thấm. Còn để tìm  $J$  và  $V$  cục bộ, cần sử dụng phương pháp khác.

## IV. **Tính thấm theo phương pháp vẽ lưới:**

**1. *Xây dựng lưới thấm:*** Lưới thấm có thể được xây dựng bằng phương pháp vẽ đúng dần. Để kiểm tra độ chính xác của lưới thấm cần dựa vào các điều kiện sau:

- Tất cả các đường dòng và đường đẳng thế phải trực giao nhau.
- Các ô lưới phải là các hình vuông cong (các trung đoạn của mỗi ô lưới phải bằng nhau).
- Tiếp tuyến của các đường đẳng thế vẽ từ các điểm góc của đường viền phải trùng với phân giác của góc đó.

- Các giới hạn của lưới thấm:

- + Đường thế đầu tiên: Mặt nền thấm phía thượng lưu;
- + Đường thế cuối cùng: Mặt nền thấm phía hạ lưu;
- + Đường dòng đầu tiên: Đường viền thấm dưới đáy công trình;
- + Đường dòng cuối cùng: Mặt tầng không thấm.

Miền thấm giữa 2 đường thế kế nhau gọi là dải; miền giữa 2 đường dòng kế nhau gọi là ống dòng.

Sơ đồ lưới thấm trên hình (1-4) có 24 dải và 7 ống dòng.

## **2. Xác định áp lực thấm:**

Gọi  $n$  là số dải của lưới thấm: cột nước thấm tổn thất qua mỗi dải sẽ là  $\Delta H = \frac{H}{n}$

Cột nước thấm tại một điểm  $x$  nào đó cách đường thế cuối cùng  $i$  dải ( $i$  có thể là số thập phân khi  $x$  không nằm trên một đường thế của lưới) sẽ là:

$$h_x = i \frac{H}{n} \quad (1-33)$$

Dựa vào (1-33) ta vẽ được biểu đồ áp lực thấm dưới đáy công trình, từ đó tính được tổng áp lực thấm đẩy ngược lên bản đáy.

Phần áp lực thuỷ tĩnh đẩy ngược lên bản đáy xác định như ở mục trên.

## **3. Xác định lưu lượng thấm.**

Gọi  $m$  là số ống dòng của lưới thấm.

Lưu lượng thấm đơn vị sẽ là:



$$q = K \cdot \frac{m}{n} \cdot H \quad (1-34)$$

#### **4. Xác định gradien thấm:**

Gradien thấm tại ô lưới bất kỳ có trung đoạn là  $\Delta S$  sẽ là:

$$J_{TB} = \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{H}{n \cdot \Delta S} \quad (1-35)$$

Dựa vào công thức này sẽ vẽ được biểu đồ gradien thấm tại cửa ra (hình 1-4).

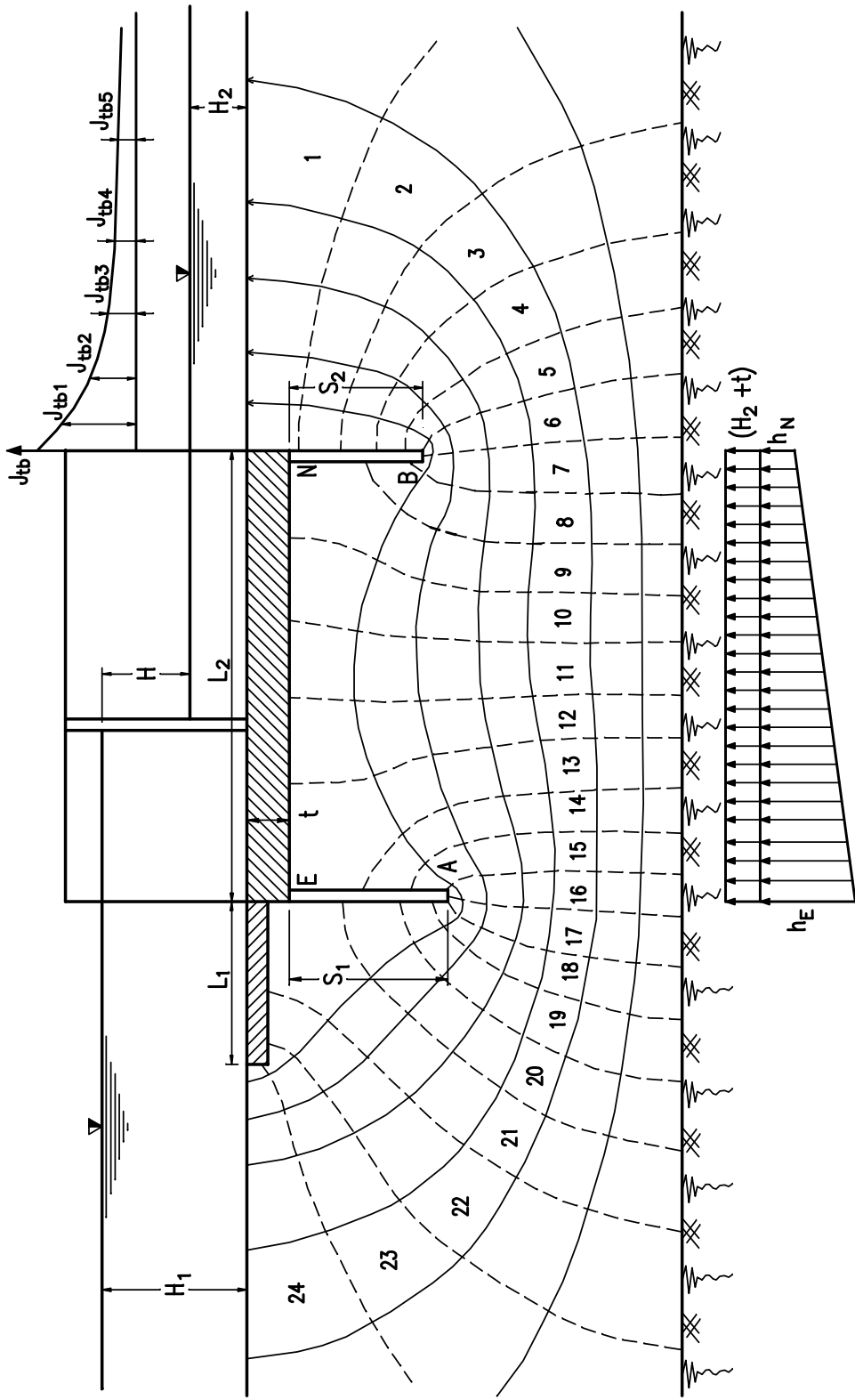
#### **5. Kiểm tra độ bền thấm của nền:**

Có biểu đồ  $J_{ra}$ , sẽ kiểm tra được độ bền thấm cục bộ của nền ở cửa ra. Vì đất nền công là cát pha nên khả năng phá hoại do dòng thấm có thể là xói ngầm cơ học. Điều kiện bền thấm của nền khi đó là:

$$J \leq [J] \quad (1-36)$$

Trong đó  $J$  - gradien thấm cục bộ;  $[J]$  - gradien thấm cho phép không xói ngầm, có thể xác định theo biểu đồ của Ixtômina, theo đó  $[J]$  phụ thuộc vào hệ số không đều hạt của đất  $\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}}$  (xem hình P3-1).

Tại khu vực cửa ra mà điều kiện (1-36) không thoả mãn, cần phải xử lý bằng cách làm tầng lọc ngược (hoặc thay đổi đường viền thấm).



Hình 4-4: Sơ đồ lưới thấm và biểu đồ áp lực ngược lên bản đáy cống.

## **ĐỒ ÁN SỐ 2: THIẾT KẾ ĐẬP ĐẤT**

### **§2-1. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG.**

#### **I. Nhiệm vụ công trình.**

Căn cứ vào tài liệu đã cho, nêu lại nhiệm vụ công trình và các thành phần của công trình đầu mối.

#### **II. Chọn tuyến đập.**

Dựa vào bình đồ khu đầu mối đã cho, phân tích các điều kiện cụ thể (địa hình, địa chất, vật liệu xây dựng...) để chọn tuyến đập hợp lý.

#### **III. Chọn loại đập.**

Căn cứ vào điều kiện địa hình địa chất và vật liệu xây dựng, phân tích để xác định loại đập có thể xây dựng, chọn phương án hợp lý (ở đây là đập đất).

#### **IV. Cấp công trình và các chỉ tiêu thiết kế.**

**1. Cấp công trình:** Xác định từ 2 điều kiện:

a. Theo chiều cao công trình và loại nền (tra bảng P1-1, phụ lục 1). Để xác định chiều cao đập, sơ bộ định cao trình đỉnh đập = MNLTK + d, ở đây có thể lấy  $d = 1,5 \div 3,0$  m.

b. Theo năng lực phục vụ của công trình, tra bảng P1-2, phụ lục 1.

Cấp của đập lấy theo trị số nào quan trọng nhất khi xác định theo 2 điều kiện trên.

**2. Các chỉ tiêu thiết kế:**

Từ cấp công trình xác định được:

- Tần suất lưu lượng, mực nước lớn nhất, (bảng P1-3), hệ số tin cậy  $K_n$ (bảng P1-6).
- Tần suất gió lớn nhất và gió bình quân lớn nhất, các mức bảo đảm sóng (bảng P2-1, phụ lục 2).
- Độ vượt cao của đỉnh đập trên đỉnh sóng. Hệ số an toàn ổn định trượt với tổ hợp lực cơ bản và đặc biệt: theo 14TCN-157-2005.

## §2-2. CÁC KÍCH THƯỚC CƠ BẢN CỦA ĐẬP ĐẤT

### I. Đỉnh đập

**1. Cao trình đỉnh đập:** Xác định từ 2 mực nước: MNDBT và MNDGC.

$$Z_1 = \text{MNDBT} + \Delta h + h_{sl} + a \quad (2-1)$$

$$Z_2 = \text{MNLTK} + \Delta h' + h_{sl}' + a' \quad (2-2)$$

$$Z_3 = \text{MNLKT} + a'' \quad (2-2')$$

Trong đó:  $\Delta h$  và  $\Delta h'$  - độ dâng do gió ứng với gió tính toán lớn nhất và gió bình quân lớn nhất;  $h_{sl}$  và  $h_{sl}'$  - chiều cao sóng leo (có mức bảo đảm 1%) ứng với gió tính toán lớn nhất và gió bình quân lớn nhất;  $a$  và  $a'$ ,  $a''$  - độ vượt cao an toàn.

Cao trình đỉnh đập chọn theo trị số nào lớn nhất trong các kết quả tính theo (2-1), (2-2) và (2-2').

a. Xác định  $\Delta h$  và  $h_{sl}$  ứng với gió lớn nhất  $V$ .

\* Xác định  $\Delta h$ : theo công thức

$$\Delta h = 2 \cdot 10^{-6} \frac{V^2 D}{gH} \cos \alpha_s \quad (\text{mét}) \quad (2-3)$$

Trong đó:  $V$  - vận tốc gió tính toán lớn nhất (m/s);  $D$  - đà sóng ứng với MNDBT (m);  $g$  - gia tốc trọng trường (m/s<sup>2</sup>);  $H$  - chiều sâu nước trước đập (m);  $\alpha_s$  - góc kẹp giữa trục dọc của hồ và hướng gió.

\* Xác định  $h_{sl}$ .

Theo QPTL C1-78, chiều cao sóng leo có mức bảo đảm 1% xác định như sau:

$$h_{sl1\%} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_a \cdot h_{s1\%} \quad (2-4)$$

Trong đó:  $h_{s1\%}$  - chiều cao sóng với mức bảo đảm 1%;  $K_1, K_2, K_3, K_4, K_a$  - các hệ số.

$h_{s1\%}$  xác định như sau (theo QPTL C1-78):

- Giả thiết rằng trường hợp đang xét là sóng nước sâu

$$(H > 0,5 \bar{\lambda}) \quad (2-5)$$

- Tính các đại lượng không thứ nguyên  $\frac{gt}{V}$ ,  $\frac{gD}{V^2}$ , trong đó t - thời gian gió thổi liên tục (sec). Khi không có tài liệu, có thể lấy t = 6 giờ (đối với hồ chứa).

- Theo đường cong bao phía trên ở đồ thị hình P2-1 xác định được các đại lượng không thứ nguyên  $\frac{g\bar{h}}{V^2}$  và  $\frac{g\bar{\tau}}{V}$  (chọn trị số nhỏ trong 2 trị số tra được ở trên), từ đó xác định được  $\bar{h}$  và  $\bar{\tau}$ ; trị số  $\bar{\lambda}$  xác định như sau:

$$\bar{\lambda} = \frac{g\bar{\tau}^{-2}}{2\pi} \quad (\text{m}) \quad (2-6)$$

- Kiểm tra lại điều kiện sóng sâu theo (2-5)

- Tính  $h_{s1\%} = K_{1\%} \cdot \bar{h}$

Trong đó  $K_{1\%}$  tra ở đồ thị hình P2-2 ứng với đại lượng  $\frac{gD}{V^2}$ .

- Hệ số  $K_1, K_2$  tra ở bảng P2-3, phụ thuộc vào đặc trưng lớp gia cố mái và độ nhám tương đối trên mái;

- Hệ số  $K_3$  tra ở bảng P2-4, phụ thuộc vào vận tốc gió và hệ số mái m (ở đây có thể dự kiến trước trị số sơ bộ của m).

- Hệ số  $K_4$  tra ở đồ thị hình P2-3, phụ thuộc vào hệ số mái m và trị số  $\frac{\bar{\lambda}}{h_{s1\%}}$ .

- Hệ số  $K_a$  phụ thuộc vào góc  $\alpha_s$ , tra bảng P2-6.

*b. Xác định  $\Delta h'$  và  $h'_{sl}$  ứng với gió bình quân lớn nhất  $V'$*

- Cách tính tương tự như trên nhưng ứng với  $V', D'$

**2. Bề rộng đỉnh đập B:** xác định theo yêu cầu giao thông, thi công và cấu tạo. Khi không có yêu cầu giao thông, có thể chọn  $B = 5 - 10\text{m}$  với đập cấp III trở xuống,  $10\text{m}$  trở lên với đập cấp I, II.

## II. Mái đập và cơ.

**1. Mái đập:** Sơ bộ định theo công thức kinh nghiệm, sau này trị số mái được chính xác hoá qua tính toán ổn định.

Sơ bộ định hệ số mái như sau:

$$\text{- Mái thượng lưu: } m_1 = 0,05H + 2,00 \quad (2-7)$$

$$\text{- Mái hạ lưu : } m_2 = 0,05H + 1,50 \quad (2-8)$$

Trong đó H - chiều cao đập (mét).

### 2. Cơ đập:

- Khi đập cao trên 10m, nên bố trí cơ ở mái hạ lưu; khoảng cách giữa 2 cơ theo chiều cao chọn từ 10 - 15m; bề rộng cơ chọn theo yêu cầu giao thông và không lấy nhỏ hơn 3m.

- Mái thượng lưu làm cơ nếu hình thức bảo vệ mái và điều kiện thi công đòi hỏi. Khi đập cao, nên làm cơ ở cuối phần gia cố chính.

Trị số mái tính theo (2-7) và (2-8) chỉ là trị số trung bình. Khi đập cao nên chọn mái có độ dốc thay đổi (mái dốc ở gần đỉnh và thoải dần về phía chân), vị trí thay đổi độ dốc mái thường chọn tại các cơ đập.

## III. Thiết bị chống thấm.

Theo tài liệu cho, đất đắp đập và đất nền có hệ số thấm khá lớn nên cần có thiết bị chống thấm cho thân đập và cho nền.

Tài liệu cho tầng thấm có 2 dạng: Tầng thấm tương đối mỏng ( $T \leq 5m$ ) và tầng thấm dày ( $T > 10m$ ). Với mỗi dạng tầng thấm cần chọn thiết bị chống thấm cho đập và cho nền thích hợp. Các sơ đồ đơn giản thường dùng nhất là:

### 1. Khi tầng thấm tương đối mỏng:

- Chống thấm kiểu tường nghiêng + chân răng (cắm xuống tận tầng không thấm);
- Chống thấm kiểu tường lồi + chân răng.

Vật liệu làm tường và chân răng là đất sét (như tài liệu đã cho). Chọn loại này hay loại khác là trên cơ sở phân tích các điều kiện cụ thể về điều kiện khí hậu, thi công, vật liệu xây dựng.

**2. Khi tầng thấm dày:** Hợp lý nhất là dùng thiết bị chống thấm kiểu tường nghiêng + sân phủ.

Trong phần chọn sơ bộ kích thước ban đầu cần xác định:

a. *Chiều dày tường (nghiêng hay lõi)*

- Trên đỉnh: thường  $\delta_1 \geq 0,8\text{m}$ .

- Dưới đáy: thường  $\delta \geq \frac{H}{[J]}$

Trong đó: H là cột nước chênh lệch trước và sau tường; [J] - gradien thấm cho phép của vật liệu làm tường.

b. *Cao trình đỉnh tường (nghiêng hay lõi):* chọn không thấp hơn MNLTK ở thượng lưu.

c. *Chiều dày sân phủ:*

- Ở đầu:  $t_1 \geq 0,5\text{m}$ .

- Ở cuối:  $t_2 \geq \frac{H}{[J]}$ , trong đó H là chênh lệch cột nước ở mặt trên và mặt dưới sân; [J] - gradien thấm cho phép của vật liệu làm sân.

d. *Chiều dày chân răng:* chọn như đối với đáy tường nghiêng hay tường lõi. Ngoài ra còn đảm bảo điều kiện nối tiếp đều đặn (không có đột biến) giữa tường nghiêng (hay lõi) với chân răng.

e. *Chiều dài sân phủ  $L_s$ :* trị số hợp lý của  $L_s$  xác định theo điều kiện không chế lưu lượng thấm qua đập và nền và điều kiện không cho phép phát sinh biến dạng thấm nguy hiểm của đất nền. Sơ bộ, có thể lấy  $L_s = (3 - 5) H$ , trong đó H là cột nước lớn nhất.

#### **IV. Thiết bị thoát nước thân đập.**

Thường phân biệt 2 đoạn (theo chiều dài đập):

**1. Đoạn lòng sông:** Hạ lưu có nước. Khi chiều sâu nước hạ lưu không quá lớn, có thể chọn thoát nước kiểu lãng trụ. Cao trình đỉnh lãng trụ chọn cao hơn mực nước hạ lưu lớn nhất, đảm bảo trong mọi trường hợp đường bão hoà không chọc ra mái hạ lưu (để đạt được điều này, thường độ vượt cao của đỉnh lãng trụ so với mực nước hạ lưu max phải bằng 1- 2m). Bề rộng đỉnh lãng trụ thường  $\geq 2\text{m}$ ; mái trước và sau của lãng

trụ chọn theo mái tự nhiên của đồng đá. Mặt tiếp giáp của lăng trụ với đập và nền cần có tầng lọc ngược.

Khi mực nước hạ lưu thay đổi nhiều ( $h_{\text{hmax}} \geq h_{\text{hmin}}$ ), có thể chọn thiết bị thoát nước kiểu lăng trụ kết hợp với áp mái: (cao trình đỉnh lăng trụ chọn cao hơn mực nước hạ lưu min, còn cao trình đỉnh phần áp mái chọn cao hơn điểm ra của đường bão hoà ứng với trường hợp mực nước hạ lưu max).

**2. Đoạn trên sườn đồi:** ứng với trường hợp hạ lưu không có nước, sơ đồ đơn giản nhất có thể chọn là thoát nước kiểu áp mái. Khi cần thiết phải hạ thấp đường bão hoà có thể chọn thoát nước kiểu gôỉ phẳng hay ống dọc.

## §2-3. TÍNH TOÁN THẨM QUA ĐẬP VÀ NỀN.

### I. Nhiệm vụ và các trường hợp tính toán.

#### 1. Nhiệm vụ tính thẩm:

- Xác định lưu lượng thẩm;
- Xác định đường bão hoà trong đập;
- Kiểm tra độ bền thẩm của đập và nền.

**2. Các trường hợp tính toán.** Trong thiết kế đập đất cần tính thẩm với các trường hợp làm việc khác nhau của đập:

- Thượng lưu là MNDBT, hạ lưu là mực nước min tương ứng; thiết bị chống thấm, thoát nước làm việc bình thường

- Thượng lưu là MNDGC, hạ lưu là mực nước max tương ứng;

- Ở thượng lưu mực nước rút đột ngột.

- Trường hợp thiết bị thoát nước làm việc không bình thường.

- Trường hợp thiết bị chống thấm bị hỏng.

Trong đồ án này chỉ yêu cầu tính thẩm với 1 trường hợp (trường hợp thứ nhất).

**3. Các mặt cắt tính toán:** Yêu cầu tính với 2 mặt cắt đại biểu:

- Mặt cắt lòng sông (chỗ tầng thấm dày nhất);



- Mặt cắt sườn đôi (đập trên nền không thấm).

## II. Tính thấm cho mặt cắt lòng sông.

Sau đây trình bày nội dung tính thấm cho một số sơ đồ thường gặp nhất theo tài liệu đã cho của đồ án này. Theo tài liệu ở mặt cắt lòng sông, hạ lưu có nước, thiết bị thoát nước chọn loại lăng trụ.

**1. Sơ đồ đập có tường nghiêng + sân phủ** (xem hình 2-1). Vì hệ số thấm của tường nghiêng và sân phủ nhỏ hơn rất nhiều hệ số thấm của nền và thân đập nên có thể áp dụng phương pháp gần đúng của Pavolốpski: bỏ qua lưu lượng thấm qua tường nghiêng và sân phủ.

a. Dùng phương pháp phân đoạn, bỏ qua độ cao hút nước  $a_0$ , ta có hệ phương trình sau để xác định  $q$  và  $h_3$ :

$$q = k_n \frac{(h_1 - h_3)T}{0,44T + L_s + mh_3} \quad (2-9)$$

$$q = K_d \cdot \frac{h_3^2 - h_2^2}{2(L - mh_3)} + k_n \cdot \frac{(h_3 - h_2)T}{L - mh_3 + 0,44T - m'h_2} \quad (2-10)$$

Các ký hiệu xem hình (2-1).

b. Phương trình đường bão hoà trong hệ trục toạ độ như trên hình (2-1) có dạng:

$$Y = \sqrt{h_3^2 - \frac{h_3^2 - h_2^2}{L - mh_3} x} \quad (2-11)$$

c. Kiểm tra độ bền thấm.

Với đập đất, độ bền thấm bình thường (xói ngầm cơ học, trôi đất) có thể đảm bảo được nhờ bố trí tầng lọc ngược ở thiết bị thoát nước (mặt tiếp giáp với thân đập và nền). Ngoài ra cần kiểm tra độ bền thấm đặc biệt để ngăn ngừa sự cố trong trường hợp xảy ra hàng thấm tập trung tại một điểm bất kỳ trong thân đập hay nền.

- Với thân đập, cần đảm bảo điều kiện:

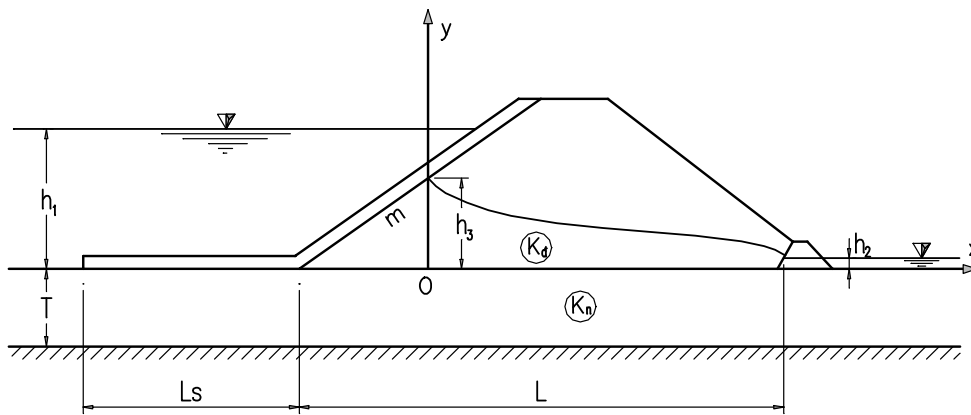
$$J_k^d \leq [J_k]_d \quad (2-12)$$

Trong đó:  $J_k^d = \frac{h_3 - h_2}{L - mh_3} \quad (2-13)$

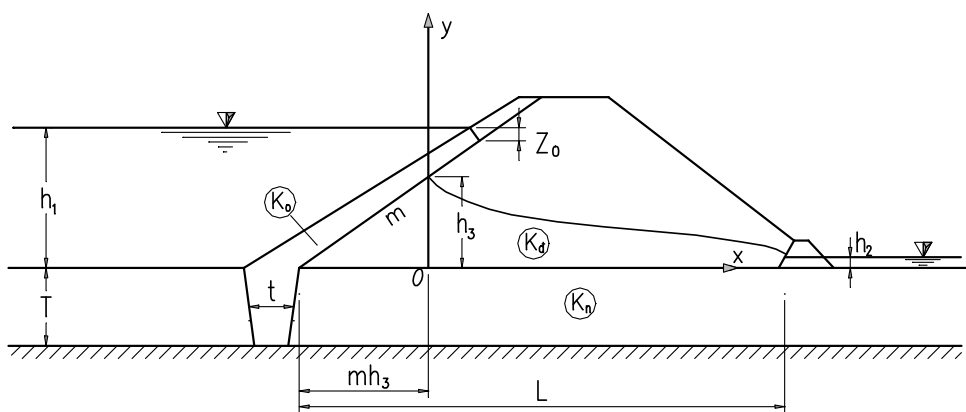
$[J_k]_d$  phụ thuộc loại đất đắp và cấp công trình, có thể lấy theo số liệu của Trugaép (bảng P3-3).

- Với nền đập, cần đảm bảo điều kiện:

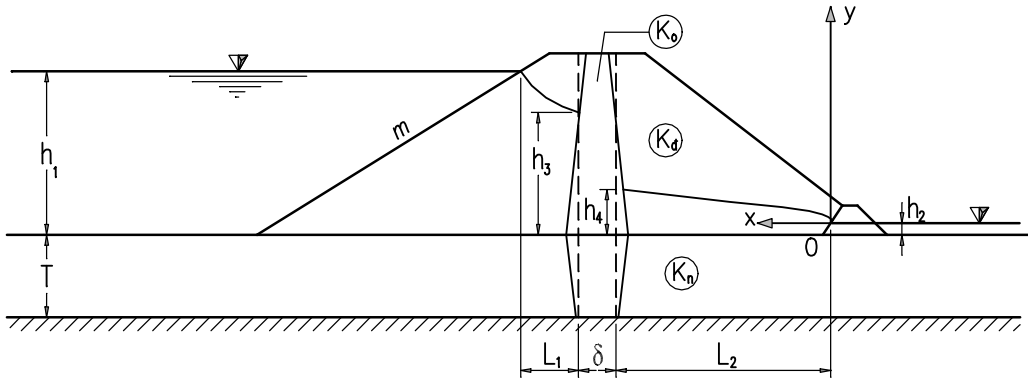
$$J_k^n \leq [J_k]_n \quad (2-14)$$



**Hình 2-1.** Sơ đồ thấm qua đập có tường nghiêng + sân phủ



**Hình 2-2.** Sơ đồ thấm qua đập có tường nghiêng + chân răng



**Hình 2-3.** Sơ đồ tính thấm qua đập có tường lõi + chân răng

Trong đó: 
$$J_k^n = \frac{h_1 - h_2}{L_s + L + 0,88T - m'h_2} \quad (2-15)$$

$[J_k]_n$  phụ thuộc loại đất nền và cấp công trình, có thể lấy theo Trugaép (bảng P3-2).

**2. Sơ đồ đập có tường nghiêng + chân răng** (hình 2-2).

a. *Lưu lượng thấm*: dùng phương pháp phân đoạn để tính. Bỏ qua độ cao hút nước a ở cuối dòng thấm, lưu lượng thấm q và độ sâu h<sub>3</sub> sau tường nghiêng xác định từ hệ phương trình sau:

$$q = K_0 \left( \frac{h_1^2 - h_3^2 - Z_0^2}{2\delta \sin \alpha} + \frac{h_1 - h_3}{t} \cdot T \right) \quad (2-16)$$

$$q = K_d \frac{h_3^2 - h_2^2}{2(L - mh_3)} + k_n \frac{(h_3 - h_2)T}{L - m'h_2 + 0,44T} \quad (2-17)$$

Trong đó:  $\delta$  - chiều dày trung bình của tường nghiêng;

t - chiều dày trung bình của chân răng;

Các ký hiệu khác xem hình (2-2).

b. *Đường bão hoà*: trong hệ trục như trên hình (2-2), phương trình đường bão hoà có dạng như (2-11).

c. *Kiểm tra độ bền thấm*: Độ bền thấm đặc biệt cho đập và nền kiểm tra theo các công thức (2-12) và (2-14), trong đó  $J_k^d$  tính theo (2-13), còn  $J_k^n$  tính như sau:

$$J_k^n = \frac{h_3 - h_2}{L - m'h_2 + 0,44T} \quad (2-18)$$

### 3. Sơ đồ đập có tường lõi + chân răng (hình 2-3).

a. *Lưu lượng thấm*: Dùng phương pháp phân đoạn để tính, bỏ qua  $a_0$ , lưu lượng thấm  $q$  và các độ sâu  $h_3, h_4$  trước và sau tường lõi xác định từ hệ phương trình sau:

$$\left\{ \begin{array}{l} q = K_d \cdot \frac{h_1^2 - h_3^2}{2(L_1 + \Delta L)} + k_n \cdot \frac{(h_1 - h_3)T}{L_1 + mh_1 + 0,44T} \end{array} \right. \quad (2-19)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} q = K_0 \cdot \frac{(h_3 + T)^2 - (h_4 + T)^2}{2\delta} \end{array} \right. \quad (2-20)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} q = K_d \cdot \frac{h_4^2 - h_2^2}{2L_2} + k_n \cdot \frac{(h_4 - h_2)T}{L_2 - m_1'h_2 + 0,44T} \end{array} \right. \quad (2-21)$$

Trong đó:  $\delta$  - chiều dày trung bình của tường lõi và chân răng; các ký hiệu khác xem hình 2-3.

$m'$  - hệ số mái thượng lưu lắng trụ thoát nước.

b. *Đường bão hoà*: ở đoạn sau tường lõi, với hệ trục như trên hình 2-3, phương trình đường bão hoà có dạng:

$$Y^2 = \frac{(h_4 - h_2)^2}{L_2} X \quad (2-22)$$

c. *Kiểm tra độ bền thấm đặc biệt*: tiến hành theo các công thức (2-12) và (2-14), trong đó  $J_k^d$  và  $J_k^n$  tính riêng cho từng đoạn trước tường lõi và sau tường lõi.

### III. Tính thấm cho mặt cắt sườn đồi.

Với tài liệu đã cho, sơ đồ chung của mặt cắt sườn đồi là đập trên nền không thấm, hạ lưu không có nước, thoát nước kiểu áp mái.

#### 1. Sơ đồ đập có tường nghiêng (hình 2-4).

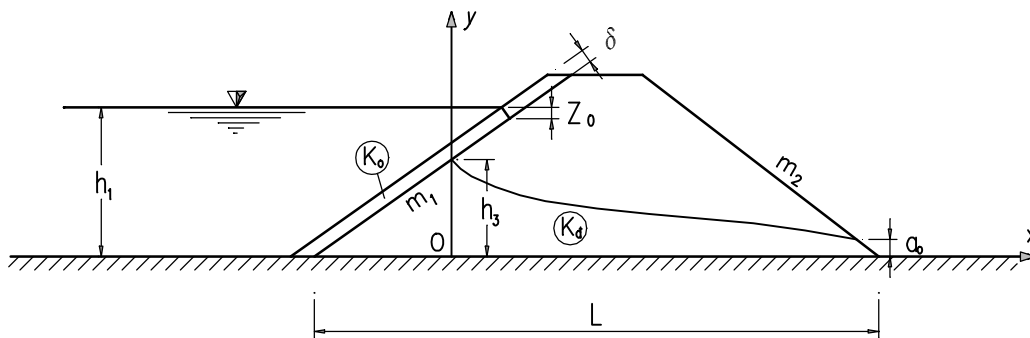
##### a. Lưu lượng thấm.

Theo phương pháp phân đoạn, lưu lượng thấm  $q$  và các độ sâu  $h_3, a_0$  được xác định từ hệ phương trình sau:

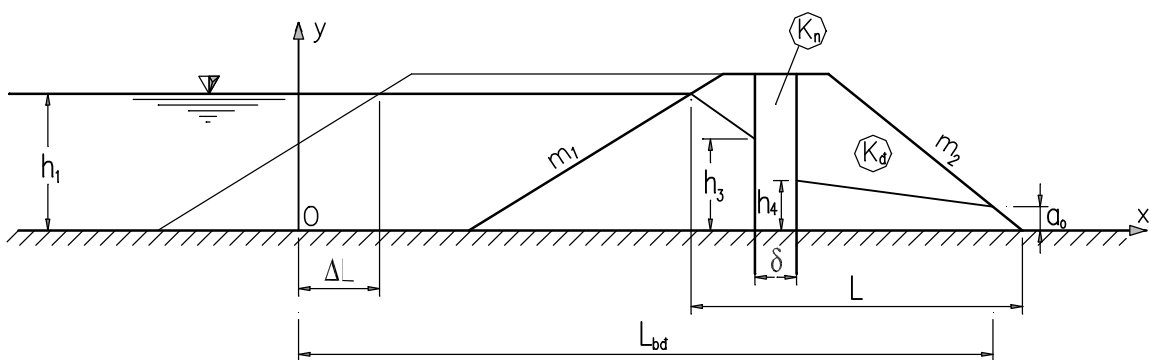
$$q = K_0 \cdot \frac{h_1^2 - h_3^2 - Z_0^2}{2\delta \sin \alpha} \quad (2-23)$$

$$q = K_0 \cdot \frac{h_3^2 - a_0^2}{2(L - m_1 h_3 - m_2 a_0)} \quad (2-24)$$

$$q = K_d \cdot \frac{a_0}{m_2 + 0,5} \quad (2-25)$$



**Hình 2-4.** Sơ đồ tính thấm qua đập có tường nghiêng trên nền không thấm, hạ lưu không có nước



**Hình 2-5.** Sơ đồ tính thấm qua đập có tường lồi trên nền không thấm, hạ lưu không có nước

Cũng có thể giải bài toán thấm này bằng phương pháp biến đổi tương đương: biến đổi tường nghiêng có chiều dày  $\delta$ , hệ số thấm  $k_0$  về một tường mới có chiều dày  $\Delta$ , hệ số thấm  $k_d$  rồi giải bài toán đập đồng chất trên nền không thấm. Khi biến đổi như vậy cần lưu ý rằng khi tỉ số  $k_d/k_0$  khá lớn (điều này thường xảy ra) thì ở sơ đồ tính toán, phương của dòng thấm trong tường biến đổi là gần như nằm ngang, còn ở tường thực, phương dòng thấm gần như vuông góc với mặt tường thượng lưu (cụ thể xem QPTL 6-70).

b. Đường bão hoà: trong hệ trục như hình 2-4, phương trình đường bão hoà có dạng:

$$y = \sqrt{h_3^2 - \frac{2q}{k_d} x} \quad (2-26)$$

c. Kiểm tra độ bền thấm đặc biệt: tiến hành theo công thức (2-12), trong đó:

$$J_{kd} = \frac{h_3}{L - m.h_3} \quad (2-27)$$

## 2. Sơ đồ đập có tường lõi (hình 2-5).

a. Lưu lượng thấm: giải bằng phương pháp biến đổi đồng chất, theo các bước sau:

- Biên lõi có chiều dày  $\delta$ , hệ số thấm  $k_0$  về một lõi mới có chiều dày  $\Delta$ , hệ số thấm  $k_d$ , với

$$\Delta = \frac{k_d}{k_0} \cdot \delta \quad (2-28)$$

Ở đây  $\delta$  là chiều dày trung bình của lõi thực.

- Tính thấm trên đập biến đổi: lưu lượng thấm xác định từ hệ phương trình sau:

$$q = k_d \frac{h_1^2 - a_0^2}{2 \left[ \Delta L + L + \left( \frac{k_d}{k_0} - 1 \right) \delta - m_2 a_0 \right]} \quad (2-29)$$

$$q = \frac{K a_0}{m_2 + 0,5} \quad (2-30)$$

b. Đường bão hoà:

- Trong đập biến đổi (hình 2-5).

$$y = \sqrt{h_1^2 - \frac{2q}{k_d} \cdot x} \quad (2-31)$$

từ (2-31), xác định được các độ sâu  $h_3$ ,  $h_4$  ở trước và sau lõi biến đổi;

- Trong đập thực: giữ lại các đoạn trước và sau lõi.

*c. Kiểm tra độ bền thấm đặc biệt:* Tiến hành theo công thức (2-12), trong đó  $J_{kd}$  tính riêng cho các đoạn trước và sau lõi.

## §2-4. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH MÁI ĐẬP.

### I. Trường hợp tính toán.

Theo quy định của quy phạm, khi thiết kế đập đất, cần kiểm tra ổn định với các trường hợp sau:

#### 1. Cho mái hạ lưu:

- Khi thượng lưu là MNDBT, hạ lưu là chiều sâu nước lớn nhất có thể xảy ra, thiết bị chống thấm và thoát nước làm việc bình thường (tổ hợp cơ bản).

- Khi thượng lưu có MNLTK, sự làm việc bình thường của thiết bị thoát nước bị phá hoại (tổ hợp đặc biệt);

#### 2. Cho mái thượng lưu.

- Khi mực nước hồ rút nhanh từ MNDBT đến mực nước thấp nhất có thể xảy ra (cơ bản).

- Khi mực nước thượng lưu ở cao trình thấp nhất (nhưng không nhỏ hơn 0,2H đập) - tổ hợp cơ bản.

- Khi mực nước hồ rút nhanh từ MNDGC đến mực nước thấp nhất có thể xảy ra (tổ hợp đặc biệt).

Trong đồ án này, chỉ giới hạn kiểm tra ổn định cho một số trường hợp.

### II. Tính toán ổn định mái bằng phương pháp cung trượt.

1. *Tìm vùng có tâm trượt nguy hiểm* (hình 2-6). Sử dụng 2 phương pháp.

a. *Phương pháp Filennit*. Tâm trượt nguy hiểm nằm ở lân cận đường  $MM_1$  như trên hình vẽ. Các trị số  $\alpha, \beta$  phụ thuộc độ dốc mái, tra bảng (4-1), giáo trình thủy công tập I.

b. *Phương pháp Fandêep*: Tâm cung trượt nguy hiểm nằm ở lân cận hình thang cong b c d e như trên hình vẽ. Các trị số bán kính r và R phụ thuộc hệ số mái m và chiều cao đập  $H_d$ , tra ở bảng (4-2), giáo trình thủy công tập I.

Kết hợp cả 2 phương pháp, ta tìm được phạm vi có khả năng chứa tâm cung trượt nguy hiểm nhất là đoạn AB. Trên đó ta giả định các tâm  $O_1, O_2, O_3, \dots$ . Vạch các cung trượt đi qua một điểm  $Q_1$  ở chân đập, tiến hành tính hệ số an toàn ổn định  $K_1, K_2, K_3$  cho các cung tương ứng, vẽ biểu đồ quan hệ giữa  $K_i$  và vị trí tâm  $O_i$ , ta xác định được trị số  $K_{\min}$  ứng với các tâm O trên đường thẳng  $M_1M$ . Từ vị trí của tâm O ứng với  $K_{\min}$  đó, kẻ đường N-N vuông góc với đường  $M_1M$ . Trên đường N-N ta lại lấy các tâm O khác, vạch các cung cũng đi qua điểm  $Q_1$  ở chân đập, tính K ứng với các cung này, vẽ biểu đồ trị số K theo tâm O, ta xác định được trị số  $K_{\min}$  ứng với điểm  $Q_1$  ở chân đập.

Với các điểm  $Q_2, Q_3, \dots$  ở mặt nền hạ lưu đập, bằng cách tương tự, ta cũng tìm được trị số  $K_{\min}$  tương ứng. Vẽ biểu đồ quan hệ giữa  $K_{\min}^i$  với các điểm ra của cung  $Q_i$ , ta tìm được hệ số an toàn nhỏ nhất  $K_{\min\min}$  cho mái đập.

Trong đồ án này, chỉ yêu cầu tìm  $K_{\min}$  ứng với một điểm ra  $Q_1$  ở chân đập.

**2. Xác định hệ số an toàn K cho 1 cung trượt bất kỳ:** Theo phương pháp mặt trượt trụ tròn, có nhiều công thức xác định hệ số an toàn K cho 1 cung trượt. Khác nhau giữa các công thức chủ yếu là cách xác định lực thấm. Sau đây giới thiệu công thức Ghécxêvanốp với giả thiết xem khối trượt là vật thể rắn, áp lực thấm được chuyển ra ngoài thành áp lực thủy tĩnh tác dụng lên mặt trượt và hướng vào tâm (sơ đồ hình 2-7).

Chia khối trượt thành các dải có chiều rộng b như hình vẽ. Ta có công thức tính toán sau:

$$K = \frac{\sum(N_n - W_n)tg\varphi_n + \sum C_n l_n}{\sum T_n} \quad (2-32)$$

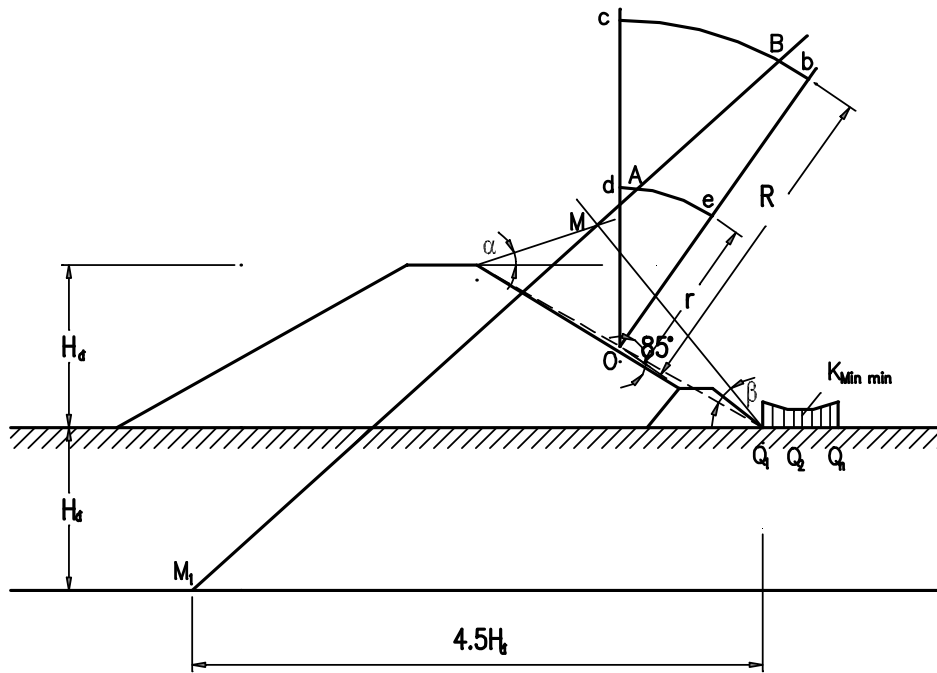
Trong đó:  $\varphi_n$  và  $C_n$  là góc ma sát trong và lực dính đơn vị ở đáy dải thứ n,  $l_n$  - bề rộng đáy dải thứ n.

$W_n$  - áp lực thấm ở đáy dải thứ n.

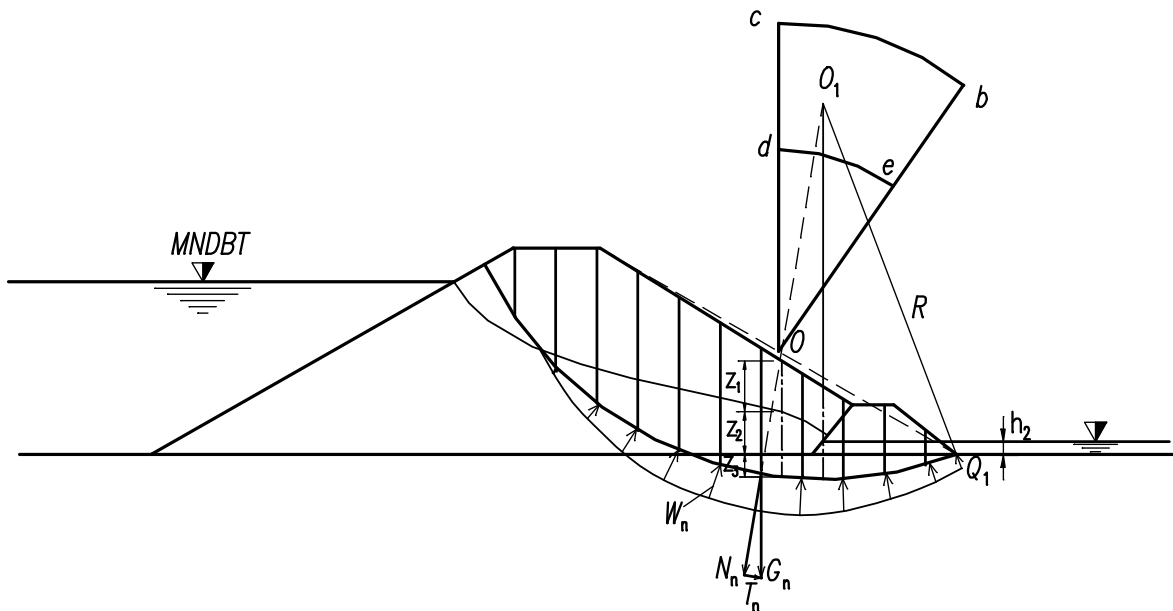
$$W_n = \gamma_n \cdot h_n \cdot l_n \quad (2-33)$$

$h_n$  - chiều cao cột nước, từ đường bão hoà đến đáy dải;





*Hình 2-6. Xác định vùng tâm trượt nguy hiểm của mái đập*



*Hình 2-7. Sơ đồ tính ổn định trượt mái đập đất theo phương pháp Ghécxêvanốp*

$N_n$  và  $T_n$  - thành phần pháp tuyến và tiếp tuyến của trọng lượng dải  $G_n$ ;

$$N_n = G_n \cos \alpha_n; \quad T_n = G_n \sin \alpha_n;$$

$$G_n = b (\sum \gamma_i Z_i)_n; \quad (2-34)$$

Trong đó:  $Z_i$  là chiều cao của phần dải tương ứng có dung trọng là  $\gamma_i$ . Chú ý rằng  $\gamma_i$  với đất ở trên đường bão hoà lấy theo dung trọng tự nhiên, còn đất dưới đường bão hoà lấy theo dung trọng bão hoà nước; qui định này chỉ phù hợp với phương pháp Ghécxêvanốp đang xét.

Trong tính toán, cần tiến hành lập bảng để tiện xác định các đại lượng trong công thức (2-32).

### **3. Đánh giá tính hợp lý của mái.**

Mái đập đảm bảo an toàn về trượt nếu thoả mãn điều kiện:

$$K_{\min} \geq [K] \quad (2-35)$$

Trong đó  $[K]$  phụ thuộc cấp công trình và tổ hợp tải trọng, xem bảng P1-7 (phụ lục I).

Tuy nhiên để đảm bảo kinh tế, cần không chế:

$$K_{\min} \leq 1,15 [K] \quad (2-36)$$

Mái được gọi là hợp lý nếu thoả mãn đồng thời (2-35) và (2-36). Nếu 1 trong 2 điều kiện trên không thoả mãn cần thay đổi lại hệ số mái dốc và kiểm tra đến khi nào thoả mãn cả 2 điều kiện mới thôi. Do khối lượng tính toán lớn việc chọn mái đập hợp lý có thể tiến hành trên máy tính.

## **§2-5. CẤU TẠO CHI TIẾT**

### **I. Đỉnh đập.**

Vì trên đỉnh đập không làm đường giao thông nên chỉ cần phủ một lớp dăm - sỏi dày 15 - 25cm để bảo vệ. Mặt đỉnh đập làm dốc về hai phía với độ dốc  $i = 2 - 4\%$  để thoát nước mưa.

## II. Bảo vệ mái đập.

**1. Mái thượng lưu.** Hình thức bảo vệ mái thượng lưu chủ yếu phụ thuộc vào các yếu tố của sóng và khả năng cung cấp vật liệu.

Khi tính toán lớp bảo vệ mái, cần dựa vào chiều cao sóng lớn nhất (theo tần suất gió và mức bảo đảm sóng lớn nhất được quy định bởi quy phạm).

a. Khi  $h_s \leq 1,25m$ , có thể bảo vệ mái bằng đá đổ, đá lát khan.

Khi dùng đá đổ:

- Trọng lượng cần thiết của hòn đá (theo San-kin)

$$G = A \cdot \gamma_d \left[ \frac{\gamma_n h_s}{\gamma_d - \gamma_n} \cdot \frac{\sqrt{1 + m^2}}{m(m + 2)} \right]^3 \quad (2-37)$$

Trong đó:  $A = 7,2$  khi  $\frac{L_s}{h_s} < 15$

$A = 8,2$  khi  $\frac{L_s}{h_s} > 15$

- Chiều dày lớp đá đổ.

$$t_d > 2,5 \sqrt[3]{\frac{G}{\gamma_d}} \quad (2-38)$$

Khi dùng đá lát khan: chiều dày cần thiết của lớp đá có thể xác định theo công thức Sankin:

$$t = 1,7 \frac{\gamma_n}{\gamma_d - \gamma_n} \cdot \frac{\sqrt{1 + m^2}}{m(m + 2)} \cdot h_s \quad (2-39)$$

Trong các công thức (2-37) đến (2-39),  $\gamma_d$  là dung trọng của hòn đá;  $\gamma_n$  - dung trọng nước;  $m$  - mái thượng lưu;  $h_s$  - chiều cao sóng;  $l_s$  - chiều dài sóng.

Dưới lớp đá đổ hay đá lát cần có tầng đệm cấu tạo theo hình thức lợc ngược.

b. Trường hợp  $h_s > 1,25m$ , nếu dùng đá đổ hay đá lát thì kích thước và trọng lượng hòn đá phải lớn ( $G > 80kg$ ), điều này gây khó khăn cho việc chọn vật liệu (không tận dụng hết đá khai thác ra) và khó khăn cho thi công. Khi đó hợp lý hơn có thể chọn

hình thức bảo vệ mái bằng các tấm đá xây, bê tông hay bê tông cốt thép. Chiều dày tấm xác định theo điều kiện ổn định chống đẩy nổi và lật. Sơ bộ có thể định, chẳng hạn theo công thức Andrâytruc:

$$h_b = \frac{K\gamma_n h_s}{(\gamma_d - \gamma_n) \cos \alpha} \left[ 1 - \frac{3}{4} \left( \frac{B}{L_s} \right)^2 \right] \quad (2-40)$$

Trong đó B - bề rộng tấm;  $\alpha$  - góc nghiêng của mái với mặt nằm ngang; K - hệ số, khi tấm đặt trên lớp lọc liên tục bằng hạt lớn lấy  $K = 0,23$ ; khi lớp lọc không liên tục:  $K = 0,15$ , các ký hiệu khác như đã giải thích ở trên (công thức 2-37).

Trong tính toán cần kiểm tra điều kiện bền của tấm khi chịu áp lực sóng lớn nhất. Theo điều kiện này, với các tấm bê tông và đá xây, nên chọn B không lớn ( $B < 1 - 2m$ ); với các tấm bê tông cốt thép, có thể chọn B lớn hơn.

**2. Mái hạ lưu:** Mái hạ lưu đập cần được bảo vệ chống xói do nước mưa gây ra. Phổ biến nhất là dùng hình thức trồng cỏ. Khi đó trên mái cần đào rãnh nhỏ nghiêng với trục đập góc  $45^0$ , trong rãnh bỏ đá dăm để tập trung nước mưa. Nước từ các rãnh tập trung vào mương ngang bố trí ở cơ, mương ngang có độ dốc về 2 bên bờ để nối với mương dọc dẫn nước về hạ lưu.

### III. Nối tiếp đập với nền và bờ.

**1. Nối tiếp đập với nền.** Về các hình thức chống thấm cho nền đã được nêu ở trên. Ở đây đề cập đến việc xử lý mặt tiếp giáp giữa thân đập và nền. Thường phải bóc một lớp dày 0,3 - 1m trên mặt nền: khi đất thân đập và đất nền khác nhau, cần làm các chân răng. Khi đắp đập trên nền đá có thể làm các răng bằng bê tông hay đá xây.

**2. Nối tiếp đập với bờ.** Nói chung, cần đảm bảo các yêu cầu như nối tiếp đập với nền. Cần chú ý thêm mấy điểm:

- Ở chỗ nối tiếp với bờ, thiết bị chống thấm phải cắm sâu vào đá tốt hoặc đá ít phong hoá. Khi tầng không thấm nằm rất sâu trong bờ, phải cắm thiết bị chống thấm vào bờ một khoảng nhất định.

- Mặt nối tiếp thân đập với bờ không đánh cấp, không làm quá dốc, không cho phép làm dốc ngược.

## §2-6. KẾT LUẬN

Tóm tắt các nội dung đã làm, nêu các kiến nghị cần thiết.

Bản vẽ: Trên 1 bản khổ A1 cần thể hiện:

- Mặt bằng đập.
- Cắt dọc đập.
- 1 mặt cắt ở lòng sông và 1 mặt cắt ở sườn đồi.
- Các chi tiết: đỉnh đập, bảo vệ mái thượng lưu, mái hạ lưu, cơ đập, thiết bị thoát nước thân đập.

### **Các tài liệu để tham khảo**

1. Giáo trình thủy công tập 1
2. TCXDVN 285-2002
3. Quy phạm thiết kế đập đất đầm nén 14TCN-157-2005
4. Quy phạm tải trọng do sóng và tàu QPTL C1-78
5. Thiết kế đập đất (của Nguyễn Xuân Trường).

## ĐỒ ÁN SỐ 3: THIẾT KẾ CÔNG NGẦM LẤY NƯỚC DƯỚI ĐẬP ĐẤT

### §3-1. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG

#### I. Nhiệm vụ, cấp công trình và các chỉ tiêu thiết kế.

1. **Nhiệm vụ:** Căn cứ vào đầu bài đã cho, nêu rõ nhiệm vụ của công.

2. **Cấp công trình:** Xác định theo 2 điều kiện:

- Theo nhiệm vụ;

- Theo cấp chung của cả công trình đầu mối, vì công là một trong những công trình chủ yếu của đầu mối. Cấp của cả công trình đầu mối xác định như ở phần thiết kế đập đất.

3. **Các chỉ tiêu thiết kế:** Từ cấp công trình, dựa vào quy phạm sẽ xác định được các chỉ tiêu cần thiết cho việc thiết kế công (chẳng hạn tần suất mực nước lớn nhất trước hồ, tần suất gió lớn nhất, các hệ số vượt tải, hệ số độ tin cậy...).

#### II. Chọn tuyến và hình thức công.

1. **Tuyến công:** Phụ thuộc vào vị trí khu tưới tự chảy, cao trình khống chế tưới tự chảy, điều kiện địa chất nền và quan hệ với các công trình khác. Ở đây vì đường tràn đổ sang lưu vực khác nên có thể đặt công ở bờ phải hay bờ trái đập đều được. Khi đó việc đặt công ở bờ nào chủ yếu phụ thuộc vị trí khu tưới và điều kiện địa chất. Khi chọn tuyến đặt công cần lưu ý:

- Cố gắng đặt công trên nền đá. Tuy nhiên khi tầng phủ khá dày thì cũng có thể đặt công trên nền đất, khi đó không nên đặt nổi công trên nền, mà phải có một độ chôn sâu nhất định.

- Đáy công ở thượng lưu chọn cao hơn mực nước bùn cát lắng đọng và thấp hơn mực nước chết trong hồ.

2. **Hình thức công:**

- Vì công đặt dưới đập đất, mực nước thượng lưu khi lấy nước thay đổi nhiều (từ MNC đến MNDBT) nên hình thức hợp lý là công ngầm lấy nước không áp.

- Vật liệu làm công là bê tông cốt thép; mặt cắt công hình chữ nhật.

- Dùng tháp van để khống chế lưu lượng. Trong tháp có bố trí van công tác và van sửa chữa. Vị trí đặt tháp sơ bộ chọn ở khoảng giữa mái đập thượng lưu tại vị trí đặt cống.

**3. Sơ bộ bố trí cống:** Từ vị trí đặt cống và mặt cắt đập đất đã có (xem đồ án thiết kế đập đất), sơ bộ bố trí cống để từ đó xác định được chiều dài cống (đoạn trước cửa van, sau cửa van), làm căn cứ cho việc tính toán thủy lực cống sau này. Để sơ bộ xác định chiều dài cống, có thể chọn cao trình đáy cống thấp hơn MNC từ 1 - 1,5m. Cao trình đáy cống sẽ được chính xác hoá bằng tính toán thủy lực sau này.

### §3-2. THIẾT KẾ KÊNH HẠ LƯU CỐNG.

Kênh hạ lưu được thiết kế trước để làm căn cứ cho việc tính toán thủy lực cống.

#### I. Thiết kế mặt cắt kênh.

Mặt cắt kênh được tính toán với lưu lượng thiết kế Q, tức lưu lượng lấy nước lớn nhất (theo tài liệu đã cho).

Dựa vào điều kiện địa chất nơi kênh chạy qua (trong đồ án cho là đất cát pha), sơ bộ chọn được các chỉ tiêu sau:

- Độ dốc đáy kênh (từ 1/3000 đến 1/5000)
- Độ nhám lòng kênh (từ 0,0225 đến 0,025 theo TCVN 4118 - 85).
- Hệ số mái kênh ( $m = 1,5$ )

Tiếp theo cần xác định bề rộng đáy kênh (b) và chiều sâu nước trong kênh (h). Có thể giải theo trình tự sau.

- Sơ bộ xác định vận tốc không xói theo công thức (Xem TCVN 4118-85).

$$V_{KX} = K \cdot Q^{0,1} \quad (\text{m/s}) \quad (3-1)$$

Trong đó Q - lưu lượng của kênh ( $\text{m}^3/\text{s}$ ); K - hệ số phụ thuộc đất lòng kênh, với cát pha,  $K = 0,53$ .

- Sơ bộ định chiều sâu h, theo công thức kinh nghiệm:

$$h = 0,5 (1 + V_{KX})^{\frac{1}{3}} \sqrt{Q} \quad (\text{m}) \quad (3-2)$$

- Có  $Q, h$ , xác định theo  $b$  theo phương pháp đối chiếu với mặt cắt lợi nhất về thủy lực.

- Kiểm tra tỷ số  $b/h$ , thường không chế trong khoảng từ 0,5 đến 2. Nếu vượt ra ngoài khoảng này, nên định lại  $b$  rồi tính  $h$  tương ứng.

## II. Kiểm tra điều kiện không xói.

Vì kênh dẫn nước từ hồ chứa nên hàm lượng bùn cát trong nước nhỏ, không cần kiểm tra điều kiện bồi lắng. Ngược lại cần kiểm tra điều kiện xói lở, tức không chế:

$$V_{\max} < V_{KX} \quad (3-3)$$

Trong đó  $V_{\max}$  - lưu tốc lớn nhất trong kênh, tính với lưu lượng  $Q_{\max} = K \cdot Q$ , ở đây  $Q$  - lưu lượng thiết kế của kênh;  $K$  - hệ số, phụ thuộc  $Q$ , có thể lấy  $K = 1,2$ .

Để xác định  $V_{\max}$  khi đã biết  $Q_{\max}$  và mặt cắt kênh ta phải xác định độ sâu  $h$  tương ứng trong kênh (bằng phương pháp đối chiếu với mặt cắt lợi nhất về thủy lực), từ đó có  $V_{\max} = \frac{Q_{\max}}{\omega}$ , trong đó  $\omega$  tính với độ sâu  $h$ .

Nếu điều kiện (3-3) không thỏa mãn, cần thay đổi độ dốc đáy kênh và tính lại mặt cắt kênh.

## III. Tính độ sâu trong kênh ứng với các cấp lưu lượng.

Trong tài liệu cho một số cấp lưu lượng để tính toán công với các trường hợp khác nhau. Ứng với mỗi cấp lưu lượng cần xác định độ sâu dòng đều tương ứng trong kênh tức xác định quan hệ  $Q \sim h$ . Bài toán này có thể giải theo phương pháp đối chiếu với mặt cắt lợi nhất về thủy lực.

### §3-3. TÍNH KHẨU DIỆN CÔNG.

#### I. Trường hợp tính toán:

Khẩu diện được tính với trường hợp chênh lệch mực nước thượng hạ lưu nhỏ và lưu lượng lấy nước tương đối lớn. Thường tính với trường hợp MNC ở thượng lưu, còn hạ lưu là mực nước không chế đầu kênh tưới  $Z_{kc}$ , chênh lệch mực nước thượng hạ lưu khi đó sẽ là  $[\Delta Z] = MNC - Z_{kc}$ . Lúc này, để lấy đủ lưu lượng thiết kế, cần mở hết cửa van. Sơ đồ tính toán như trên hình (3-1).

Trong đó:

$Z_1$ : tổn thất cột nước ở cửa vào;



$Z_p$ : tổn thất do khe phai (nếu có);

$Z_l$ : tổn thất qua lưới chắn rác;

$Z_v$ : tổn thất qua tháp van;

$Z_2$ : tổn thất ở cửa ra.

## II. Tính bề rộng cống bc:

Bề rộng cống phải đủ lớn để lấy được lưu lượng cần thiết  $Q$  khi chênh lệch mực nước thượng hạ lưu  $[\Delta Z]$  đã khống chế, tức phải đảm bảo điều kiện:

$$\Sigma Z_i \leq [Z] \quad (3-4)$$

Trong đó:  $\Sigma Z_i = Z_1 + Z_p + Z_l + Z_v + Z_2 + iL$  (3-5)

Ở đây  $i$  - độ dốc dọc cống;  $L$  - tổng chiều dài cống. Trị số  $b_c$  được tìm bằng phương pháp đúng dần hay phương pháp đồ thị (xem hình 3-1): tự cho  $b_c$ , xác định các trị số tổn thất  $Z_i$ , sau đó thử lại theo điều kiện (3-4).

Với mỗi trị số  $b_c$ , các tổn thất cột nước được xác định như sau:

**1. Tổn thất cửa ra:** dòng chảy từ bề tiêu năng ra kênh hạ lưu coi như sơ đồ đập tràn đỉnh rộng chảy ngập, khi đó:

$$Z_2 = \frac{Q^2}{2g(\varphi_n b h_h)^2} - \frac{\alpha V_b^2}{2g} \quad (3-5)$$

Trong đó  $b$  - bề rộng ở cuối bề tiêu năng;  $h_h$  - chiều sâu hạ lưu ứng với lưu lượng tính toán  $Q$ ;  $\varphi_n$  - hệ số lưu tốc (trường hợp chảy ngập);  $V_b$  - lưu tốc bình quân trong bề tiêu năng (khi tính toán có thể giả thiết trước chiều sâu bề d).

**2. Tổn thất dọc đường:** coi dòng chảy trong cống là đều với độ sâu  $h_1 = h_n + Z_2$ . Khi đó tổn thất dọc chiều dài cống bằng  $iL$ , với  $i$  là độ dốc dọc cống, xác định như sau:

$$i = \left( \frac{Q}{\omega C \sqrt{R}} \right)^2 \quad (3-6)$$

Trong đó  $\omega$  và  $C\sqrt{R}$  tính với mặt cắt cống có bề rộng  $b_c$ , chiều sâu  $h_1$ .

**3. Các tổn thất cục bộ  $Z_v$ ,  $Z_l$ ,  $Z_p$ :** xác định theo công thức chung:

$$Z_i = \xi_i \cdot \frac{\alpha V_i^2}{2g} \quad (3-7)$$

Trong đó:  $\xi_i$  là hệ số tổn thất, đối với khe phai, khe van, xác định theo quy phạm tính toán thủy lực công dưới sâu; đối với lưới chắn rác, xác định theo cảm nang tính toán thủy lực.

**4. Tổn thất ở cửa vào:** Xác định theo công thức của đập tràn đỉnh rộng chảy ngập:

$$Z_1 = \frac{Q^2}{2g(\varepsilon\varphi\omega)^2} - \frac{\alpha V_0^2}{2g} \quad (3-8)$$

Trong đó  $\varphi$  và  $\varepsilon$  - hệ số lưu tốc và hệ số co hẹp bên ở cửa vào;  $\omega$  - diện tích mặt cắt ướt sau cửa vào;  $V_0$  - lưu tốc tới gần.

Bằng đồ giải như trên hình (3-1), ta tìm được trị số của  $b_c$  vừa đủ để lấy được lưu lượng cần thiết với tổn thất cột nước không chế  $[\Delta Z]$ . Ngoài ra cần lưu ý:

- Theo điều kiện cấu tạo, không chọn  $b_c$  quá nhỏ, thường không chế  $b_c \geq 1 - 1,2m$  để tiện kiểm tra, sửa chữa, đảm bảo điều kiện thi công.

- Khi  $b_c$  quá lớn, có thể chia công ra nhiều khoang theo nguyên tắc phân đều lưu lượng cho các khoang.

- Kích thước lỗ công lấy theo chuẩn quy định trong điều 7,4 của TCXDVN 285-2002

Do khối lượng tính toán nhiều, việc tính toán khẩu diện công có thể thực hiện trên máy tính điện tử.

### III. Xác định chiều cao công và cao trình đặt công.

#### 1. Chiều cao mặt cắt công:

$$H_c = h_1 + \Delta \quad (3-9)$$

Trong đó  $h_1$  - xem trên hình (3-1);  $\Delta$  - độ lưu không, có thể lấy từ 0,5 đến 1m. Ngoài ra  $H_c$  cần thỏa mãn điều kiện cấu tạo, (thường không chế  $H_c \geq 1,6m$  để tiện kiểm tra sửa chữa) và phù hợp với kích thước chuẩn quy định tại TCXDVN 285-2002.

#### 2. Cao trình đặt công:

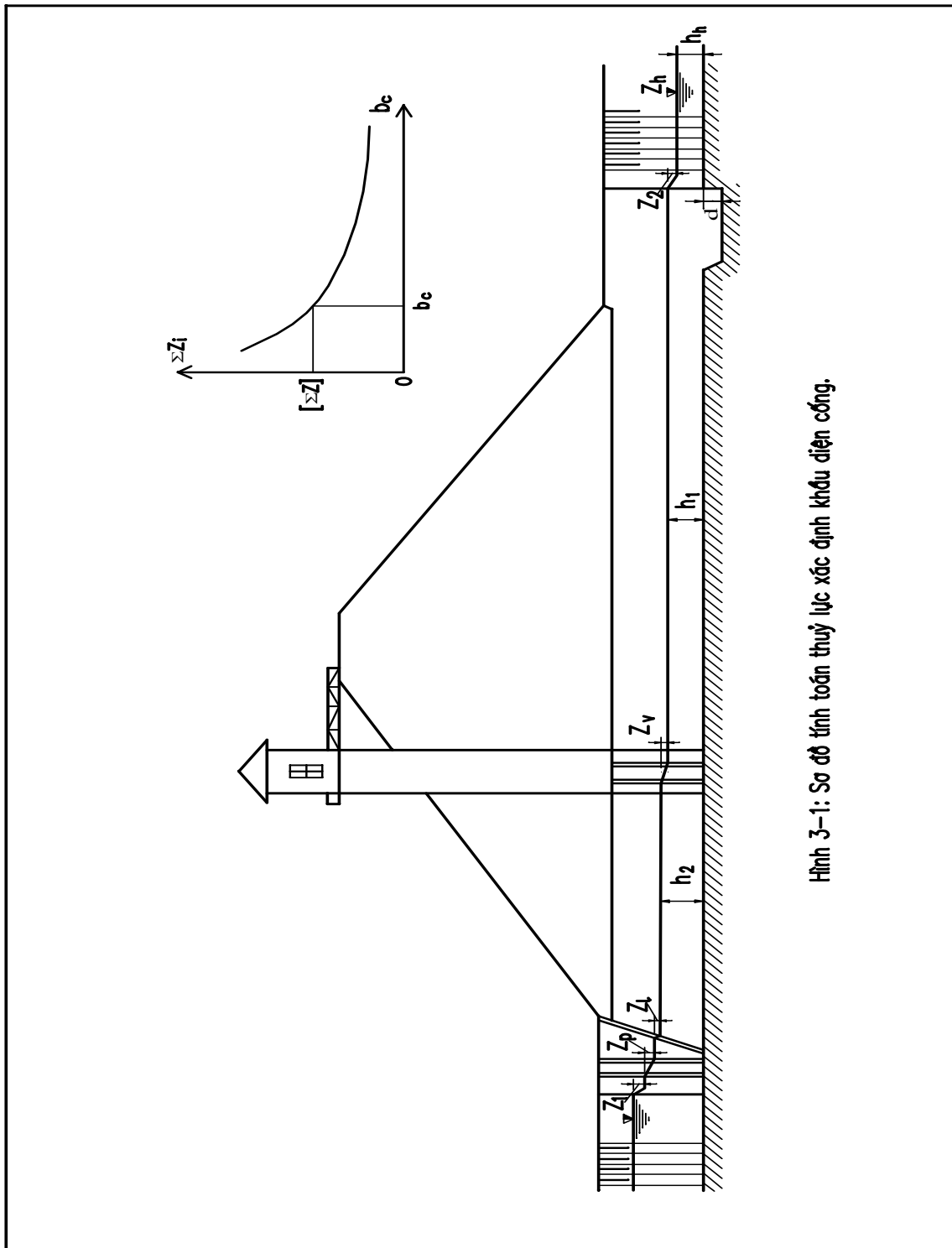
- Cao trình đáy cống ở cửa vào:  $Z_v = MNC - h - \Sigma Z_i$   
(3-10)

Trong đó: h - độ sâu dòng đều trong cống khi tháo  $Q_{tk}$

$\Sigma Z_i$ : tổng tổn thất cục bộ ở cửa vào, khe phai, lưới chắn rác, khe van khi tháo  
 $Q_{tk}$

- Cao trình đáy cống ở cửa vào:  $Z_r = Z_v - iL$ ;

Các ký hiệu như ở trên đã giải thích.



Hình 3-1: Sơ đồ tính toán thủy lực xác định khẩu độ diện cống.

### §3-4. KIỂM TRA TRẠNG THÁI CHẴY VÀ TÍNH TOÁN TIÊU NĂNG.

#### I. Trường hợp tính toán:

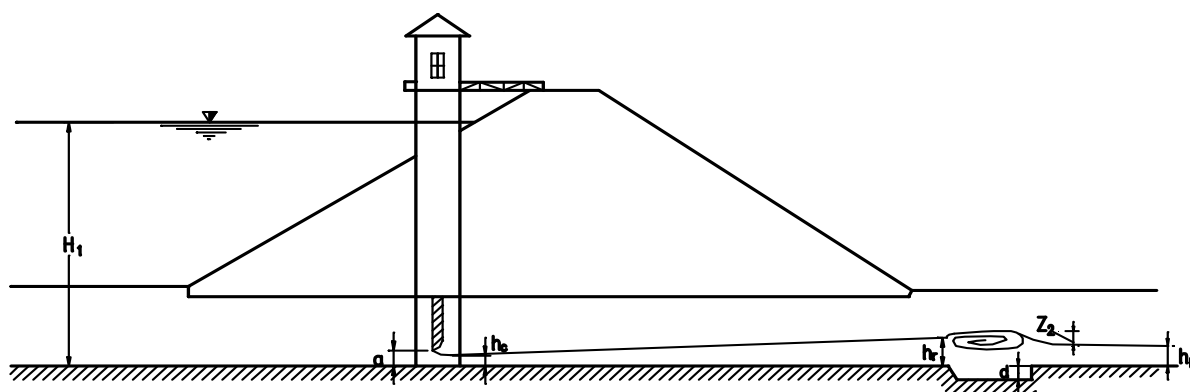
Khi mực nước thượng lưu cao chỉ cần mở một phần cửa van để lấy được lưu lượng cần thiết. Do năng lượng của dòng chảy lớn, dòng chảy ở ngay sau cửa van

thường là dòng xiết. Dòng xiết này nối tiếp với dòng êm ở kênh hạ lưu qua nước nhảy. Do đó cần tính toán để:

- Kiểm tra xem nước nhảy có xảy ra ở trong cống không. Thường với các mực nước cao ở thượng lưu, cần không chế không cho nước nhảy trong cống để tránh rung động bất lợi. Còn với các mực nước thấp ở thượng lưu, nước nhảy trong cống là không tránh khỏi. Tuy nhiên khi đó năng lượng của dòng chảy không lớn nên mức độ rung động nguy hiểm không đáng kể.

- Xác định chiều sâu bể cần thiết để giới hạn nước nhảy ngay sau cửa ra của cống, tránh xói lở kênh hạ lưu.

Trong phần đề ra đã giới hạn việc tính toán cho 2 trường hợp mực nước cao với các lưu lượng tương ứng. Sơ đồ tính toán cho các trường hợp này như hình 3-2.



**Hình 3-2:** Sơ đồ tính toán thủy lực khi mực nước cao ở thượng lưu

## II. Xác định độ mở cống: tính theo sơ đồ chảy tự do qua lỗ.

$$Q = \varphi \cdot \alpha \cdot ab_c \sqrt{2g(H_0' - \alpha a)} \quad (3-12)$$

Trong đó  $\varphi$  - hệ số lưu tốc;  $\alpha$  - hệ số co hẹp đứng;  $H_0'$  - cột nước tính toán trước cửa van;  $H_0' = H_0 - h_w$ , ở đây  $h_w$  là tổn thất cột nước từ cửa vào cho đến vị trí cửa van, còn  $H_0 = H + \frac{\alpha V_0^2}{2g}$ .

Hệ số co hẹp đứng  $\alpha$  phụ thuộc tỷ số  $a/H$ , có thể xác định  $\alpha$  bằng cách sử dụng bảng quan hệ của Jucốpki (xem giáo trình thủy lực tập II) như sau: Tính  $F(\tau_c)$ .

$$F(\tau_c) = \frac{Q}{\varphi b_c H_0'} \quad (3-13)$$

Từ đó theo bảng xác định được trị số  $\frac{a}{H}$  và  $\tau_c$ , theo đó  $a = \left(\frac{a}{H}\right) \cdot H_0'$  và  $h_c = \tau_c \cdot H_0'$ ;  
 $\alpha = \frac{h_c}{a}$

### III. Kiểm tra chảy trong cống:

#### 1. Vẽ đường mặt nước để tìm độ sâu cuối cống $h_r$

a. *Định tính:* cần xác định  $h_c$ ,  $h_0$ ,  $h_k$

- Độ sâu co hẹp sau van:  $h_c = \alpha a$

- Độ sâu phân giới  $h_k$ ; với kênh chữ nhật.

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}}; \quad \text{trong đó } q = \frac{Q}{b_c}$$

- Độ sâu dòng đều  $h_0$ : Tính với  $Q$ ,  $b_c$ ,  $i$  đã biết, có thể tìm  $h_0$  theo phương pháp đổi chiều với mặt cắt lợi nhất về thủy lực.

So sánh 3 trị số  $h_c$ ,  $h_0$ ,  $h_k$  sẽ xác định được dạng đường mặt nước. Thường xảy ra:  $h_c < h_k < h_0$  nên dạng đường mặt nước sau van là đường nước dâng  $C_1$ .

b. *Định lượng:* Xuất phát từ mặt cắt co hẹp C-C vẽ về cuối cống. Mặt cắt C-C thường lấy cách cửa van một khoảng  $1,4a$ .

Có thể dùng phương pháp cộng trực tiếp để vẽ đường mặt nước. Theo phương pháp này, khoảng cách giữa hai mặt cắt có độ sâu  $h_1$ ,  $h_2$  đã biết sẽ là:

$$\Delta L = \frac{\Delta \vartheta}{i - \bar{J}} \quad (3-14)$$

$$\text{Trong đó } \Delta \vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1; \quad \vartheta_2 = h_2 + \frac{\alpha V_2^2}{2g};$$

$$\vartheta_1 = h_1 + \frac{\alpha V_1^2}{2g}; \quad \bar{J} = \frac{J_2 + J_1}{2}$$

$$J_2 = \left( \frac{V_2}{C\sqrt{R_2}} \right)^2 \quad J_1 = \left( \frac{V_1}{C\sqrt{R_1}} \right)^2$$

Bằng cách đó ta xác định được độ sâu cuối cống  $h_r$ .

**2. Kiểm tra nước nhảy trong cống:** nước nhảy không xảy ra trong cống khi thoả mãn đồng thời

$$\left. \begin{array}{l} h_r < h_k \\ h_r < h_h' - P_2 \end{array} \right\} \quad (3-15)$$

Trong đó  $h_h'$  là độ sâu liên hiệp với  $h_h$ ;  $P_2$  :  $\nabla$ đáy cuối cống-  $\nabla$ đáy đầu kênh hạ lưu; trường hợp (3-15) không thoả mãn, sẽ xảy ra nước nhảy trong cống. Khi đó cần xử lý bằng các biện pháp sau:

- Thay đổi độ dốc đáy cống;
- Thay đổi vị trí đặt tháp van;
- Chấp nhận có nước nhảy trong cống và phải tính toán để xác định độ sâu sau nước nhảy đảm bảo không chạm trần cống.

#### IV. Tính toán tiêu năng:

Bài toán đặt ra là xác định chiều sâu bể d để đảm bảo xảy ra nước nhảy ngay sau cửa ra cống (trong phạm vi bể). Muốn vậy cần có:

$$h_b \geq \sigma h_c'' \quad (3-16)$$

Trong đó  $h_b = h_h + d + Z_2$  (xem hình 3-2)

$\sigma$  - hệ số ngập, bằng 1,05 - 1,10

$h_c''$  - độ sâu liên hiệp với độ sâu co hẹp ở đầu bể, tính với năng lượng toàn phần  $E_0$  :

$$E_0 = h_r + \frac{V_r^2}{2g} + d + P_2 \quad (3-17)$$

Ở đây  $h_r$  và  $V_r$  là độ sâu và lưu tốc bình quân của dòng chảy tại mặt cắt cuối cống;

$P_2$  - chênh lệch cao độ đáy mặt cắt cuối cống và đáy đầu kênh hạ lưu.

Bài toán xác định d thường giải bằng thử dần: giả thiết d, tính  $E_0$ , từ đó xác định được  $h_c''$  (theo phương pháp Agorótskin), cuối cùng kiểm tra theo điều kiện (3-16).

Chiều dài bề xác định theo công thức:

$$L_b = L_1 + \beta L_n \quad (3-18)$$

Trong đó:

$L_1$  - chiều dài nước rơi

$\beta$  - Hệ số, = 0,7 - 0,8

$L_n$  - chiều dài nước nhảy, có thể tính theo công thức gần đúng của Saphoranét:

$$L_n = 4,5 h_c'' \quad (3-19)$$

### §3-5. CHỌN CẤU TẠO CÔNG.

#### I. Cửa vào, cửa ra

Cửa vào, cửa ra cần đảm bảo điều kiện nối tiếp thuận với kênh thượng, hạ lưu. Thường bố trí tường hướng dòng hình thức mở rộng dần. Góc chụm của 2 tường hướng dòng ở cửa vào lấy khoảng  $18^0 - 23^0$  hoặc lớn hơn; góc chụm ở cửa ra không vượt quá  $8^0 - 12^0$  để tránh hiện tượng tách dòng. Các tường cách có thể làm hạ thấp dần theo mái. Cấu tạo cửa ra cần kết hợp với việc bố trí các thiết bị tiêu năng. Cuối bề tiêu năng cần có bộ phận chuyển tiếp ra kênh hạ lưu. Sau bề tiêu năng, cần bố trí một đoạn bảo vệ kênh hạ lưu có chiều dài bằng  $L_{sn}$  (xem thuỷ lực II).

#### II. Thân công.

**1. Mặt cắt:** công hộp thường làm bằng bê tông cốt thép, đổ tại chỗ. Mặt cắt ngang có kết cấu khung cứng thường làm vát các góc để tránh ứng suất tập trung. Chiều dày thành công xác định theo điều kiện chịu lực, điều kiện chống thấm và yêu cầu cấu tạo. Theo điều kiện chống thấm, cần đảm bảo:

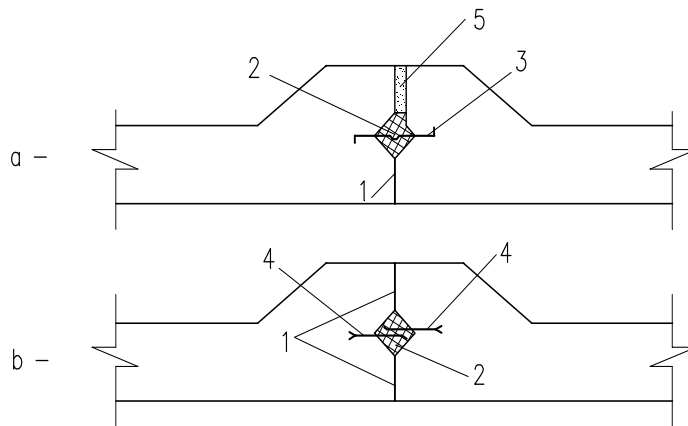
$$t \geq \frac{H}{[J]} \quad (3-20)$$

Trong đó H - cột nước lớn nhất; [J] - gradien cho phép về thấm của vật liệu bê tông; với bê tông cốt thép thông thường, [J] = 10 - 15; khi điều kiện (3-20) không thoả mãn cần có biện pháp sử dụng phụ gia chống thấm.

**2. Phân đoạn công:** khi công dài, cần bố trí khe nối chia công thành từng đoạn để tránh rạn nứt do lún không đều. Chiều dài mỗi đoạn phụ thuộc vào địa chất nền và tải trọng trên công, thường khoảng 10 đến 20 mét.



Tại khe nối cần đặt thiết bị chống rò nước. Thiết bị chống rò bằng tấm kim loại dùng cho tấm ngang và tấm đứng của cống hộp có cấu tạo như trên hình 3-3.



**Hình 3-3:** Sơ đồ khớp nối cống hộp bằng bê tông.

a- Nối tấm ngang      b- Nối tấm đứng

1- Bao tải tấm nhựa đường

2- Đồ nhựa đường.

3- Tấm kim loại hình  $\Omega$

4- Tấm kim loại hình phẳng.

5- Vữa BT đổ sau.

Khi cột nước tác dụng không cao có thể làm thiết bị chống rò tại khớp nối kiểu dây thừng tấm nhựa đường.

**3. Nối tiếp thân cống với nền:** Cống hộp có thể đổ trực tiếp trên nền hay trên lớp bê tông lót dày 10 đến 15cm, khi nền không phải là đá và tải trọng lên cống lớn cần tăng bề rộng đáy cống để hạn chế ứng suất đáy móng.

**4. Nối tiếp thân cống với đập:** Thường dùng đất sét nện chặt thành một lớp bao quanh cống dày 0,5 - 1m. Tại chỗ nối tiếp các đoạn cống, làm thành các gờ để nối tiếp cống với đất đắp được tốt hơn.

### **III. Tháp van.**

Vị trí tháp van được kiểm tra thông qua tính toán thủy lực cống (đảm bảo không sinh nước nhảy trong cống ứng với các mực nước cao) và đảm bảo các yêu cầu khác.

Trong tháp, thường bố trí van công tác và van sửa chữa sự cố, cần bố trí lỗ thông hơi khi cần thiết (khi có nước nhảy trong cống và chiều sâu sau nước nhảy xấp xỉ tới trần cống).

Mặt cắt ngang tháp thường làm dạng chữ nhật. Chiều dày thành cũng xác định theo điều kiện chịu lực, điều kiện chống thấm và yêu cầu cấu tạo. Thường thành tháp có chiều dày thay đổi (kiểu giạt cấp) theo sự thay đổi của áp lực ngoài.

Phía trên tháp có nhà để đặt máy đóng mở và thao tác van; có cầu công tác nối tháp van với đỉnh đập hoặc bờ.

Khi thiết kế tháp van cần chú ý tới yêu cầu kiến trúc, tạo cảnh quan đẹp phục vụ các mục đích dân sinh kinh tế khác.

## **§3-6. TÍNH TOÁN KẾT CẤU CỐNG.**

### **I. Mục đích tính toán:**

Xác định nội lực trong các bộ phận cống ứng với các trường hợp làm việc khác nhau để từ đó bố trí cốt thép và kiểm tra tính hợp lý của chiều dày thành cống đã chọn.

### **II. Trường hợp tính toán:**

Cần tính toán cống với các trường hợp làm việc khác nhau:

- Khi mới thi công xong, trong cống chưa có nước;
- Khi thượng lưu là MNDBT, cống mở để lấy nước;
- Khi thượng lưu là MNDGC, cống đóng;
- Khi có lực động đất v.v...

Trong đồ án này chỉ yêu cầu tính toán ngoại lực tác dụng lên một mặt cắt cống (mặt cắt giữa đỉnh đập), cho một trường hợp đại biểu (chẳng hạn, trường hợp thứ ba). Việc tính toán nội lực và bố trí cốt thép không bắt buộc.

### III. Xác định các ngoại lực tác dụng lên mặt cắt cống (Trường hợp cống hộp, tính cho 1 mét dài).

#### 1. Áp lực đất.

##### a. Trên đỉnh:

$$q_1 = K \cdot \sum \gamma_i Z_i \quad (3-21)$$

Trong đó  $Z_i$  và  $\gamma_i$  tương ứng là chiều dày và dung trọng của các lớp đất đắp trên đỉnh cống (phần trên đường bão hoà tính theo dung trọng tự nhiên; phần dưới đường bão hoà tính theo dung trọng đầy nổi).

K - Hệ số phụ thuộc điều kiện đặt ống:

- Ống chôn trong hào,  $K = f(H/B_0)$ ;

- Ống chôn nổi,  $K = f(H/B)$ .

Trị số của K tra ở các bảng tương ứng (xem "thiết kế cống", hoặc giáo trình thủy công)

##### b. Hai bên: Biểu đồ áp lực bên có dạng hình thang (xem hình 3-4) với:

$$p_1 = q_1 \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right); \quad (\text{trên đỉnh});$$

$$p_1' = q_1' \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right); \quad (\text{dưới đáy}).$$

Ở đây,  $q_1' = q_1 + \gamma_d H$ ,  $\gamma_d$  là dung trọng đất đắp hai bên thành cống, lấy theo dung trọng đầy nổi.

Để tính nội lực, thường phân tải trọng bên thành 2 bộ phận: Bộ phận đều (có cường độ  $p_1$ ) và bộ phận tuyến tính (có cường độ lớn nhất  $p_1' - p_1$ ).

**2. Áp lực nước:** gồm áp lực nước bên ngoài và bên trong cống (nếu có). áp lực nước ngoài cống tác dụng ở trên đỉnh, 2 bên và dưới đáy cống. Áp lực nước bên trong cống tác dụng ở 2 bên và trên đáy cống. Cường độ áp lực nước xác định theo quy luật thủy tĩnh:

- Trên đỉnh:  $q_2 = \gamma_n Z_2$  (xem hình 3-4);

- Hai bên:  $p_2 = \gamma_n Z_2$

$$p_2' = \gamma_n (Z_2 + H);$$

- Dưới đáy:  $q_3 = \gamma_n (Z_2 + H);$

### 3. Trọng lượng bản thân:

a. Tấm nắp:  $q_4 = \gamma_b \cdot t_n$  ( $t_n$ : chiều dày tấm nắp).

b. Tấm bên (phân bố theo phương đứng):

$$q_5 = \gamma_b \cdot t_b \quad (t_b - \text{chiều dày tấm bên})$$

c. Tấm đáy:  $q_6 = \gamma_b \cdot t_d$  ( $t_d$  - chiều dày tấm đáy).

**4. Phản lực nền.** Biểu đồ phân bố phản lực nền phụ thuộc loại nền và cách đặt ống; thường  $r$  phân bố không đều, song trong tính toán xem gần đúng là phân bố đều, khi đó:

$$r = q_1 + q_2 + q_4 + q_6 + q_3 + 2 \frac{q_5 (H - t_d - t_n)}{B} \quad (3-21)$$

### 5. Sơ đồ lực cuối cùng trường hợp trong công không có nước (hình 3-4).

a. Các lực thẳng đứng:

- Phân bố trên đỉnh:  $q = q_1 + q_2 + q_4$

- Phân bố 2 bên thành:  $q_5$

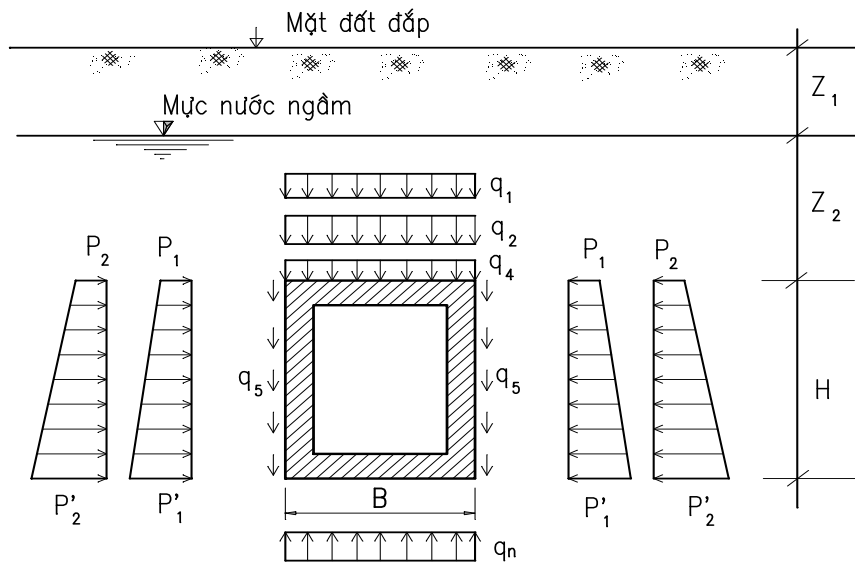
- Phân bố dưới đáy:  $q_n = r - q_6 + q_3$

b. Các lực nằm ngang:

- Bộ phận đều:  $p = p_1 + p_2$

- Bộ phận tuyến tính:  $p_t = p_1' + p_2' - p_1 - p_2$

trong đó các ký hiệu xem hình 3-4.



**Hình 3-4.** Sơ đồ các lực tác dụng lên cống ngầm  
(Tính kết cấu cống theo phương ngang)

### §3-7. KẾT LUẬN

Tóm tắt các nội dung đã làm, nêu các kết luận, kiến nghị.

Bản vẽ: Trên 1 bản khổ A1 cần thể hiện:

- Cắt dọc cống;
- Mặt bằng cống (1/2 hoàn thành, 1/2 khi chưa đắp đất);
- Chính diện thượng lưu, hạ lưu;
- Mặt cắt ngang cống, tháp, các tường cánh thượng, hạ lưu;
- Chi tiết : khớp nối (cho tấm ngang và tấm đứng).

Chú ý: tỷ lệ ngang và đứng trên một hình vẽ phải như nhau.

**Các tài liệu để tham khảo:**

1. Giáo trình thủy công tập II
2. Thiết kế cống (Trịnh Bôn, Lê Hoà Xương)
3. TCXDVN 285-2002
4. Quy phạm tính toán thủy lực cống dưới sâu
5. Giáo trình thủy lực tập I, II.

## ĐỒ ÁN SỐ 4: THIẾT KẾ ĐẬP BÊ TÔNG TRỌNG LỰC

### §4-1. MỞ ĐẦU

#### I. Vị trí và nhiệm vụ công trình.

Dựa vào tài liệu đã cho, thuyết minh tóm tắt về vị trí và nhiệm vụ công trình.

#### II. Chọn tuyến đập và bố trí công trình đầu mối.

**1. Tuyến đập:** Dựa vào bình đồ khu đầu mối và mặt cắt địa chất, nêu những căn cứ để chọn tuyến.

**2. Chọn loại đập:** Dựa vào tài liệu địa chất và vật liệu xây dựng, phân tích để chọn loại đập thích hợp (ở đây là đập bê tông trọng lực).

**3. Bố trí tổng thể công trình đầu mối:** Trên tuyến đã chọn, cần phân tích điều kiện cụ thể để chọn vị trí đập tràn, vị trí nhà máy thủy điện và công trình nâng tàu.

#### III. Cấp công trình và các chỉ tiêu thiết kế.

**1. Cấp công trình:** Xác định theo 2 điều kiện:

- Theo chiều cao đập và loại nền (ở đây là đập bê tông trên nền đá).
- Theo nhiệm vụ (tưới, phát điện, phòng lũ).

Cấp công trình chọn theo trị số nào quan trọng nhất từ các điều kiện trên.

**2. Các chỉ tiêu thiết kế:** Từ cấp công trình và loại đập, xác định được:

- Tần suất lưu lượng và mực nước lớn nhất tính toán;

- Tần suất gió lớn nhất và bình quân lớn nhất tính toán;
- Các hệ số vượt tải, hệ số điều kiện làm việc, hệ số tin cậy;
- Các độ vượt cao của đỉnh đập (tham khảo của đập đất).

## §4-2. TÍNH TOÁN MẶT CẮT ĐẬP

### I. Mặt cắt cơ bản.

**1. Dạng mặt cắt cơ bản.** Do đặc điểm chịu lực mặt cắt cơ bản của đập bê tông trọng lực có dạng tam giác (hình 4-1).

- Đỉnh mặt cắt ở ngang MNDGC, ở đây  $MNDGC = MNDBT + H_t$ , trong đó  $H_t$  là cột nước siêu cao, lấy theo tài liệu đã cho ứng với tần suất lũ thiết kế P%.

- Chiều cao mặt cắt:

$$H_1 = MNDGC - \nabla_{\text{đáy}}$$

Trong đó  $\nabla_{\text{đáy}}$  xác định trên mặt cắt địa chất dọc tuyến đập đã cho, lấy tại vị trí sâu nhất sau khi đã bóc bỏ lớp phủ.

- Chiều rộng đáy đập là B, trong đó đoạn hình chiếu của mái thượng lưu là nB, hình chiếu của mái hạ lưu là (1-n)B. Trị số n có thể chọn trước theo kinh nghiệm (n = 0 - 0,1). Trị số của B xác định theo các điều kiện ổn định và ứng suất.

### 2. Xác định chiều rộng đáy đập:

a. Theo điều kiện ổn định:

$$B = K_c \frac{H_1}{f \left( \frac{\gamma_1}{\gamma_n} + n - \alpha_1 \right)} \quad (4-1)$$

Trong đó:  $H_1$  - Chiều cao mặt cắt;

$f$  - Hệ số ma sát;

$\gamma_1$  - Dung trọng của đập;

$\gamma_n$  - Dung trọng của nước;

$n$  - Trị số đã chọn ở mục trên;

$\alpha_1$  - Hệ số cột nước còn lại sau màng chống thấm. Vì đập cao, công trình quan trọng nên cần thiết phải xử lý chống thấm cho nền bằng cách phụt vữa tạo màng chống thấm. Trị số  $\alpha_1$  xác định theo mức độ xử lý nền sơ bộ có thể chọn  $\alpha_1 = 0,4 - 0,6$ . Trị số  $\alpha_1$  sẽ được chính xác hoá bởi việc tính toán xử lý nền sau này;

$K_c$  - Hệ số an toàn ổn định cho phép. Theo quan điểm tính toán ổn định trong các quy phạm mới, ổn định của công trình trên nền được đảm bảo khi:

$$n_c \cdot N_{tt} \leq \frac{m}{K_n} R \quad (4-2)$$

Trong đó:  $n_c$  - Hệ số tổ hợp tải trọng;

$m$  - Hệ số điều kiện làm việc;

$K_n$  - Hệ số độ tin cậy;

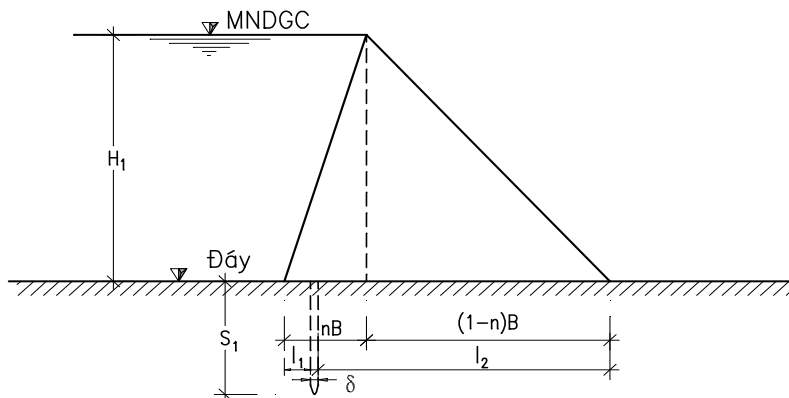
$N_{tt}$  và  $R$  lần lượt là giá trị tính toán của lực tổng quát gây trượt và của lực chống giới hạn.

Có thể viết (4-2) dưới dạng:

$$\frac{R}{N_{tt}} \geq \frac{n_c K_n}{m} \quad (4-3)$$

So sánh với công thức tính ổn định trong quy phạm cũ có thể coi

$$K_c = \frac{n_c \cdot K_n}{m} \quad (4-4)$$



**Hình 4-1.** Sơ đồ tính toán mặt cắt cơ bản của đập



b. Theo điều kiện ứng suất:

$$B = \frac{H_1}{\sqrt{\frac{\gamma_1}{n}(1-n) + n(2-n) - \alpha_1}} \quad (4-5)$$

Trong đó các đại lượng như đã giải thích ở trên.

c. *Chọn trị số B:* Để thỏa mãn đồng thời cả 2 điều kiện ổn định và ứng suất, chọn B là trị số lớn nhất trong 2 trị số đã tính ở trên.

## II. Mặt cắt thực dụng đập không tràn:

Từ mặt cắt cơ bản, tiến hành bổ sung một số chi tiết ta được mặt cắt thực dụng.

### 1. Xác định cao trình đỉnh đập.

Cũng như đập đất, đỉnh đập bê tông phân không tràn xác định từ 2 điều kiện:

$$\nabla_{đ_1} = MNDBT + \Delta h + \eta_s + a; \quad (4-6)$$

$$\nabla_{đ_2} = MNLTK + \Delta h' + \eta_s' + a'; \quad (4-7)$$

Trong đó  $\Delta h$  và  $\eta_s$  xác định với vận tốc gió tính toán lớn nhất;  $\Delta h'$  và  $\eta_s'$  xác định với vận tốc gió tính toán bình quân lớn nhất  $p_{\max}$  (cũng phụ thuộc cấp công trình), tra bảng P2-1 (phụ lục 2).

Cách xác định  $\Delta h$ ,  $\Delta h'$  giống như đã trình bày trong đồ án thiết kế đập đất. Cách xác định  $\eta_s$ ,  $\eta_s'$  như trong đồ án tính toán lực.

Trị số của  $a$  và  $a'$  phụ thuộc vào cấp công trình, có thể tham khảo quy định cho đập đất.

Cao trình đỉnh đập chọn theo trị số lớn nhất theo hai điều kiện (4-6) và (4-7).

**2. Bề rộng đỉnh đập:** Nếu đỉnh đập không có yêu cầu giao thông nên chọn theo điều kiện cấu tạo:  $b \geq 5m$ , nếu có yêu cầu giao thông thì chọn bề rộng theo cấp đường.

**3. Bố trí các lỗ khoét:** các hành lang (lỗ khoét) trong thân đập có tác dụng tập trung nước thấm trong thân đập và nền, kết hợp để kiểm tra, sửa chữa; hành lang ở gần nền để sử dụng phụt vữa chống thấm. Kích thước hành lang chọn theo yêu cầu sử dụng. Hành lang phụt vữa chọn theo yêu cầu thi công (kích thước máy khoan phụt và khoảng không cần thiết khi thi công); các hành lang khác chọn không nhỏ hơn  $1,2 \times 1,6m$ .

Theo chiều cao đập, bố trí hành lang ở các tầng khác nhau, tầng nọ cách tầng kia 15 - 20m. Khoảng cách từ mặt thượng lưu đến mép trước của hành lang chọn theo điều kiện chống thấm:  $l_1 = \frac{H}{J}$ , trong đó H - cột nước tính đến đáy hành lang; J - gradien thấm cho phép của bê tông, J = 20. Khi có sử dụng phụ gia chống thấm, có thể lấy J lớn hơn.

### III. Mặt cắt thực dụng của đập tràn.

**1. Mặt cắt đập tràn:** Chọn mặt tràn dạng Ôphixêrôp không chân không. Loại này có hệ số lưu lượng tương đối lớn và chế độ làm việc ổn định.

Cách xây dựng mặt cắt đập như sau:

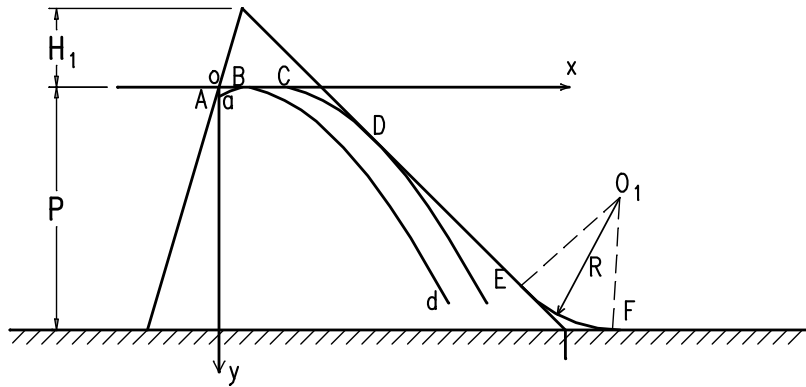
- Chọn cao trình ngưỡng tràn ngang với MNDBT (tràn tự động);
- Chọn hệ trục oxy có: trục ox ngang cao trình ngưỡng tràn, hướng về hạ lưu; trục oy hướng xuống dưới gốc o ở mép thượng lưu đập, ngang cao trình ngưỡng tràn.
- Vẽ đường cong theo toạ độ Ôphixêrôp trong hệ trục đã chọn (đường cong aBd).
- Tịnh tiến đường cong đó theo phương ngang về hạ lưu cho đến khi tiếp xúc với biên hạ lưu của mặt cắt cơ bản tại điểm D.
- Mặt cắt hạ lưu nối tiếp với sân sau bằng mặt cong có bán kính R.

$$R = (0,2 - 0,5) (P + H_t) \quad (4-8)$$

Trong đó P - chiều cao đập;  $H_t$  - cột nước trên đỉnh tràn. Mặt tràn nước cuối cùng sẽ là mặt ABCDEF (xem hình 4-2) trong đó:

- AB - nhánh đi lên của đường cong Ôphixêrôp (khi mặt thượng lưu đập tràn là nghiêng, cần kéo dài đoạn Ba về phía trước cho đến khi gặp mái thượng lưu tại A);
- BC - là đoạn nằm ngang trên đỉnh;
- CD - là một phần của nhánh đi xuống của đường cong Ôphixêrôp;
- DE - là 1 đoạn của mái hạ lưu mặt cắt cơ bản;
- EF - là cung cung nối tiếp với sân sau.

Khi đập chưa thoả mãn điều kiện ổn định, có thể sửa chữa bằng cách thêm hay bớt một phần ở phía thượng lưu.



**Hình 4-2.** Xây dựng mặt cắt đập tràn

**2. Trụ pin và cầu giao thông.** Đỉnh đập không có đường giao thông chính chạy qua, nhưng để đi lại kiểm tra và khai thác công trình, vẫn phải làm cầu giao thông qua đập tràn, trường hợp bề rộng tràn lớn, cần phải làm các trụ pin để đỡ cầu. Mặt trụ thượng hạ lưu cần đảm bảo điều kiện để chảy bao hợp lý. Cao trình đỉnh cầu giao thông chọn ngang đỉnh đập, bề rộng mặt cầu chọn bằng mặt đập.

Trường hợp tràn có cửa van, cần làm cầu công tác để đóng mở van. Chiều cao cầu công tác xác định theo yêu cầu kéo van lên, và độ lưu không cần thiết.

### §4-3. TÍNH TOÁN MÀN CHỐNG THẨM

#### I. Mục đích:

Xác định các thông số cần thiết của màn chống thấm (chiều sâu, chiều dày, vị trí đặt) để đảm bảo được yêu cầu chống thấm đề ra (hạn chế lượng mất nước, giảm nhỏ áp lực thấm lên đáy đập).

#### II. Xác định các thông số của màn chống thấm.

**1. Chiều sâu phụt vữa:**  $S_1$  phụ thuộc vào mức độ nứt nẻ của nền và chiều cao đập: Theo qui phạm Liên Xô CH 123 - 60, chiều sâu xử lý chống thấm xác định như sau:

- Khi  $H < 25\text{m}$ : xử lý đến độ sâu có lượng mất nước  $0,05 \text{ l/ph}$ .
- Khi  $25\text{m} \leq H < 75\text{m}$ : tương ứng đến  $0,03 \text{ l/ph}$ ;
- Khi  $H \geq 75\text{m}$ : tương ứng đến  $0,01 \text{ l/ph}$ .

Trong đó H là cột nước thấm lớn nhất của đập.

Từ tài liệu ép nước thí nghiệm đã cho, ta xác định được chiều sâu màn S<sub>1</sub> (Hình 4-1).

**2. Chiều dày màn chống thấm:** xác định theo điều kiện chống thấm cho bản thân màn:

$$\delta \geq \frac{\alpha H}{[J]} \quad (4-9)$$

Trong đó  $\alpha H$  - cột nước tổn thất qua màn,  $\alpha = 1 - \alpha_1$  trong đó  $\alpha_1$  đã giả thiết trên; [J] - gradien thấm cho phép của vật liệu làm màn, xác định như sau (theo CH 123-60):

Lượng mất nước không chế (l/ph)	[J]
0,05	10
0,03	15
0,01	20

**3. Vị trí màn chống thấm.** Màn chống thấm bố trí càng gần mặt thượng lưu đập càng tốt. Nhưng để chống thấm cho thành phía trước của hành lang phụt vữa cần không chế  $l_1 \geq \frac{H_1}{J_b}$ , trong đó H<sub>1</sub> - cột nước lớn nhất tính đến đáy hành lang; J<sub>b</sub> - gradien thấm cho phép của bê tông, có thể lấy J<sub>b</sub>= 20.

### III. Kiểm tra trị số của $\alpha_1$ .

Trong thiết kế sơ bộ, có thể áp dụng phương pháp của Pavolópki, theo đó:

$$\alpha_1 = \frac{P_2}{P_1}$$

$$\text{Với } p_1 = \gamma_n H; \quad P_2 = \frac{\gamma_n H}{\pi} \arccos \left\{ \frac{1}{a} \left[ \sqrt{1 + \left( \frac{x}{S_1} \right)^2} - b \right] \right\}$$

$$\text{Từ đó } \alpha_1 = \frac{1}{\pi} \arccos \left\{ \frac{1}{a} \left( \sqrt{1 + \left( \frac{x}{S_1} \right)^2} - b \right) \right\} \quad (4-10)$$

trong đó  $x = \frac{\delta}{2}$ ;

$$a = \frac{1}{2} \left[ \sqrt{1 + \left(\frac{L_1}{S_1}\right)^2} + \sqrt{1 + \left(\frac{L_2}{S_1}\right)^2} \right] \quad (4-11)$$

$$b = \frac{1}{2} \left[ \sqrt{1 + \left(\frac{L_2}{S_1}\right)^2} - \sqrt{1 + \left(\frac{L_1}{S_1}\right)^2} \right] \quad (4-12)$$

Trong đó các ký hiệu xem trên hình (4-1)

Trường hợp  $\alpha_1$  tính theo (4-10) không phù hợp với trị số đã giả thiết ở 4-2, cần chọn lại các thông số của màn chống thấm ( $L_1, L_2, \delta$ ), hoặc là tính lại mặt cắt đập theo trị số  $\alpha_1$  mới.

## §4-4. TÍNH TOÁN THUỶ LỰC ĐẬP TRÀN

### I. Tính toán khẩu diện tràn.

**1. Công thức chung:** Tài liệu đã cho cao trình ngưỡng, cột nước lớn nhất trên tràn (ứng với tần suất thiết kế) và lưu lượng cần tháo. Cần xác định bề rộng tràn để tháo được lưu lượng cần thiết.

Sử dụng công thức chung của đập tràn:

$$Q_t = \varepsilon \sigma_n m \Sigma b \sqrt{2g} H_0^{3/2} \quad (4-13)$$

Trong đó  $\varepsilon$  - hệ số co hẹp bên;

$\sigma_n$  - hệ số ngập, trường hợp đập tràn chảy tự do thì  $\sigma_n = 1$ ;

$m$  - hệ số lưu lượng;

$\Sigma b$  - tổng chiều dài tràn nước;

$H$  - cột nước trên đỉnh tràn;

$Q_t$  - lưu lượng tháo qua tràn.

**2. Xác định các thông số:**

a. Trường hợp sử dụng cả các tổ máy thủy điện để tháo lũ,  $Q_t$  xác định như sau:

$$Q_t = Q - \alpha_t Q_0 \quad (4-14)$$

ở đây  $Q$  - lưu lượng tháo lũ lớn nhất (Từ tài liệu đã cho);  $Q_0$  - khả năng tháo lớn nhất của nhà máy thủy điện, lấy trong trường hợp cả 4 tổ máy đều làm việc;  $\alpha_t$  - hệ số lợi dụng, có thể lấy  $\alpha_t = 0,75 - 0,9$ .

b. Hệ số lưu lượng  $m$  của đập tràn:

$$m = \sigma_H \cdot \sigma_{hd} \cdot m_{tc} \quad (4-15)$$

Trong đó  $m_{tc}$  - Hệ số lưu lượng của đập tràn tiêu chuẩn với đập Coriô - Ôphixêrôp loại 1,  $m_{tc} = 0,504$ .

$\sigma_H$  - hệ số sửa chữa do cột nước thay đổi;

$\sigma_{hd}$  - hệ số sửa chữa do thay đổi hình dáng so với mặt cắt tiêu chuẩn.

Trị số của  $\sigma_H$  và  $\sigma_{hd}$  trong các bảng tương ứng của sổ tay thủy lực.

c. Hệ số co hẹp bên  $\varepsilon$  phụ thuộc số khoang và dạng mố, xác định theo công thức:

$$\varepsilon = 1 - 0,2 \cdot \frac{\xi_{mb} + (n-1)\xi_{mt}}{n} \cdot \frac{H_0}{b} \quad (4-16)$$

Trong đó:  $\xi_{mb}$  và  $\xi_{mt}$  lần lượt là hệ số co hẹp của mố trụ và mố bên;  $n$  - số khoang;  $b$  - bề rộng 1 khoang.

d. Cột nước toàn phần:  $H_0 = H + \frac{\alpha V_0^2}{2g}$ , trong đó  $V_0$  lưu tốc tới gần.

### 3. Xác định khẩu diện:

Từ (4-13) rút ra:

$$\Sigma b = \frac{Q_t}{\varepsilon \sigma_n m \sqrt{2g} H_0^{3/2}} \quad (4-17)$$

Trình tự tìm  $\Sigma b$ :

- Giả thiết trị số  $\varepsilon$

- Thay vào (4-17) tìm  $\Sigma b$ .
- Tiến hành phân khoang, chọn loại mố.
- Tính lại  $\varepsilon$  theo (4-16); nếu  $\varepsilon$  khác với trị số đã giả thiết, cần tính lại  $\Sigma b$  với trị số  $\varepsilon$  mới.

## II. Tính toán tiêu năng.

### 1. Chọn hình thức và biện pháp tiêu năng.

a. *Hình thức*: có thể là tiêu năng đáy hoặc phóng xa. Hình thức mặt không thích hợp vì theo tài liệu đã cho, mực nước hạ lưu thay đổi tương đối lớn.

b. *Biện pháp*:

- Khi tiêu năng đáy: Có thể bằng đào bể, xây tường hoặc bể tường kết hợp. Trường hợp nền đá nếu đào bể quá sâu thì không có lợi; xây tường quá cao cũng không kinh tế vì phải xử lý nước nhảy ở sau tường. Hợp lý nhất nên xét làm bể - tường kết hợp.

- Khi tiêu năng phóng xa: cần làm mũi phun cuối đập tràn. Cao trình mũi phun chọn cao hơn mực nước hạ lưu max.

### 2. Tính toán cho hình thức tiêu năng đáy.

a. *Xác định lưu lượng tính toán tiêu năng*: giả thiết các cột nước tràn (từ  $Q - H_{\max}$ ), tính lưu lượng tràn  $Q_t$  (theo 4-13); với cột nước và lưu lượng đó, tính độ sâu liên hiệp với độ sâu co hẹp  $h_c'$  (có thể tính theo phương pháp tra bảng tìm  $\tau_c''$  của Agorótskin).

Độ sâu hạ lưu tìm được từ quan hệ  $Q \sim Z_{h_a}$  với lưu lượng xả  $Q = Q_t + \alpha_t Q_0$

Lưu lượng tính toán tiêu năng là trị số  $Q_t$  nào ứng với  $(h_c'' - h_h)_{\max}$ .

b. *Tính toán kích thước bể tiêu năng*.

Dựa vào hiệu số  $(h_c'' - h_h)_{\max}$  để chọn biện pháp tiêu năng thích hợp. Khi  $(h_c'' - h_h)$  nhỏ, chỉ cần đào bể hoặc xây tường; khi  $(h_c'' - h_h)$  lớn, nên xét làm bể - tường kết hợp. Việc tính toán kích thước thiết bị tiêu năng tương ứng (chiều sâu bể  $d$ , chiều cao tường  $c$ , chiều dài bể  $l_b$ ) tiến hành theo phương pháp đã trình bày trong các giáo trình Thủy lực.

### 3. Tính toán cho hình thức tiêu năng phóng xa.

a. *Tìm góc nghiêng hợp lý của mũi phun*.

Thường chọn trước cao trình mũi phun. Để tìm góc nghiêng hợp lý của mũi phun  $i_m$ , giả thiết các phương án  $i_m$  khác nhau, tính với lưu lượng xả  $Q_{\max}$ , tìm được chiều dài phóng xạ  $l_p$  và chiều sâu xói  $d_x$  tương ứng. Giá trị của  $i_m$  được coi là hợp lý khi tỉ số  $\frac{d_x}{l_p}$  là nhỏ nhất.

Cách xác định  $d_x$  và  $l_p$ : xem các giáo trình thủy lực.

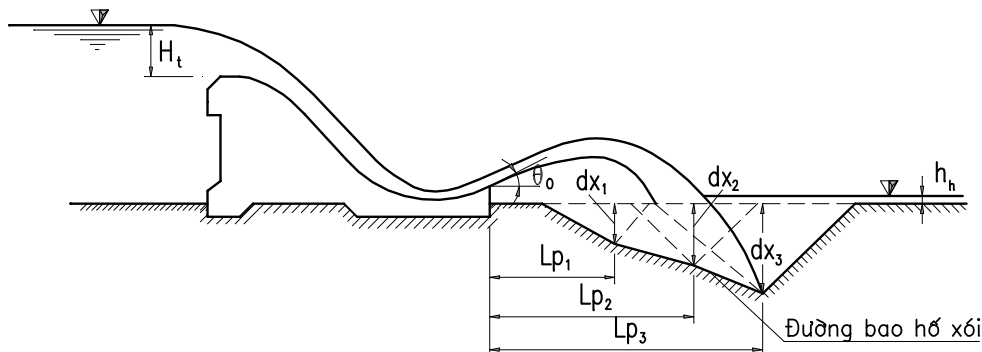
b. Vẽ đường bao hố xói:

Mục đích: xác định mức độ hố xói lan vào chân đập để có biện pháp xử lý thích đáng. Cách vẽ: tính với các cấp lưu lượng xả qua tràn từ 0 đến  $Q_{t\max}$  ( $H_t$  thay đổi từ 0 đến  $H_{t\max}$ ). Với mỗi cấp lưu lượng tính được  $l_p$  và  $d_x$ , chọn hệ số mái của hố xói  $m_x$ , vẽ được hố xói tương ứng. Nối các điểm ngoài cùng của các hố xói ta được đường bao hố xói (hình 4-3).

#### §4-5. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CỦA ĐẬP.

##### I. Mục đích:

Kiểm tra ổn định trượt, lật cho các mặt cắt đập không tràn và đập tràn.



Hình 4-3. Sơ đồ tính tiêu năng kiểu phóng xạ

Trong đồ án này, yêu cầu tính ổn định trượt cho phần đập không tràn (kiểm tra cho mặt cắt có chiều cao lớn nhất của phần này).

##### II. Các trường hợp tính toán.

Cần kiểm tra với các trường hợp làm việc khác nhau của đập:



1. Ứng với MNDBT, các thiết bị chống thấm và thoát nước làm việc bình thường (tổ hợp cơ bản).

2. Ứng với MNDBT, có động đất (đặc biệt).

3. Ứng với MNLTK (đặc biệt).

4. Ứng với MNDBT, các thiết bị chống thấm và thoát nước làm việc không bình thường (đặc biệt)...

Trong đồ án này yêu cầu kiểm tra với các trường hợp 2 và 3.

### III. Kiểm tra ổn định trượt cho các trường hợp:

Theo trình tự sau:

1. Xác định các lực tác dụng lên đập (bài toán phẳng) xem đồ án số 1.

2. Kiểm tra sự an toàn về trượt phẳng (đập nền nền đá), trường hợp mặt trượt nằm ngang: tiến hành theo công thức,

$$K = \frac{\sum G.f_0 + B.C}{\sum P} \geq K_c$$

Trong đó:  $\sum P$  : tổng các lực gây trượt chủ động;

$\sum G$  - tổng hợp lực tác dụng theo phương vuông góc với mặt trượt kể cả lực đẩy nổi.

$f_0$  và  $C$  - đặc trưng chống trượt (theo tài liệu đã cho);

$B$  - Bề rộng mặt trượt.

3. Kết luận về tính hợp lý của mặt cắt đập.

## §4-6. PHÂN TÍCH ỨNG SUẤT THÂN ĐẬP.

### I. Mục đích:

Xác định các đặc trưng phân bố ứng suất trong thân đập (các đường đẳng ứng suất, quỹ đạo ứng suất  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $T$ ) để sử dụng cho việc phân vùng vật liệu, bố trí khe thi công, phân tích ứng suất lỗ khoét...

### II. Trường hợp tính toán:

Cần phân tích ứng suất với các trường hợp làm việc khác nhau của đập (xem Đ4-5).

Trong đồ án này yêu cầu tính với 1 trường hợp (trường hợp 3). Tính cho một mặt cắt đập không tràn (mặt cắt đã kiểm tra ổn định ở trên).

### III. Phân tích ứng suất cho mặt cắt đã chọn.

Sử dụng phương pháp phân tích trọng lực. Trình tự như sau:

**1. Chia lưới:** Chia mặt cắt đập ra các phần bởi 1 lưới vuông, kích thước mắt lưới cỡ  $10 \times 10\text{m}$ .

**2. Tính toán ngoại lực tác dụng lên đập** ứng với các mặt cắt nằm ngang khác nhau (chỉ tính các lực tác dụng lên đập ở phần bên trên mặt cắt ngang đang xét). Các lực cần tổng hợp là  $\Sigma G$  - tổng lực thẳng đứng;  $\Sigma P$  - tổng lực nằm ngang;  $\Sigma M_0$  - tổng mômen đối với tâm mặt cắt.

**3. Tính ứng suất biên trên từng mặt cắt:** (sử dụng các công thức và quy ước đã trình bày trong giáo trình Thủy công tập I).

a. Ứng suất pháp 
$$\sigma_y = \frac{\Sigma G}{B} \pm \frac{6\Sigma M_0}{B^2} \quad (4-19)$$

Trong đó B - bề rộng của mặt cắt nằm ngang đang xét.

b. Ứng suất tiếp  $\tau$

- Biên thượng lưu: 
$$\tau' = (\gamma_n y - \sigma_y') \operatorname{tg} \alpha_1 \quad (4-20)$$

Trong đó  $\gamma_n$  - dung trọng nước; y - chiều sâu nước tính đến mặt cắt ngang đang xét;  $\sigma_y'$  - trị số ứng suất pháp  $\sigma_y$  tại biên thượng lưu;  $\alpha_1$  - góc giữa mái thượng lưu đập và phương thẳng đứng.

- Biên hạ lưu: 
$$\tau'' = \sigma_y'' \operatorname{tg} \alpha_2 \quad (4-21)$$

Trong đó  $\sigma_y''$  - trị số ứng suất pháp  $\sigma_y$  tại biên hạ lưu;  $\alpha_2$  góc giữa mái hạ lưu đập và phương thẳng đứng.

c. Ứng suất pháp  $\sigma_x$ :

- Biên thượng lưu: 
$$\sigma_x' = \gamma_n y - (\gamma_n y - \sigma_y') \operatorname{tg}^2 \alpha_1 \quad (4-22)$$

- Biên hạ lưu: 
$$\sigma_x'' = \sigma_y'' \operatorname{tg}^2 \alpha_2 \quad (4-23)$$

Các ký hiệu như đã nêu trên.

d. Ứng suất chính:

- Biên thượng lưu:

$$N_2' = \gamma_n y \quad (4-24)$$

$$N_1' = \frac{\sigma_y'}{\cos^2 \alpha_1} - \gamma_n y \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha_1 \quad (4-25)$$

- Biên hạ lưu:

$$N_2'' = 0 \quad (4-26)$$

$$N_1'' = \frac{\sigma_y''}{\cos^2 \alpha_2} \quad (4-27)$$

e. Ứng suất cắt chính:

- Biên thượng lưu: 
$$T' = \frac{N_1' - N_2'}{2} \quad (4-28)$$

- Biên hạ lưu: 
$$T'' = \frac{N_1''}{2} \quad (4-29)$$

**4. Tính toán các thành phần ứng suất trong mặt cắt:** (chọn trục x hướng từ hạ về thượng lưu từng mặt cắt).

a. Ứng suất pháp  $\sigma_y$  trên mặt cắt nằm ngang:

$$\sigma_y = \sigma_y'' + \left( \frac{\sigma_y' - \sigma_y''}{B} \right) x \quad (4-30)$$

b. Ứng suất cắt  $\tau$  trên mặt nằm ngang:

$$\tau = a_1 + b_1 x + c_1 x^2 \quad (4-31)$$

Trong đó:  $a_1 = \tau''$

$$b_1 = \frac{1}{B} \left( \frac{6\Sigma P}{B} + 2\tau' + 4\tau'' \right) \quad (4-32)$$

$$c_1 = \frac{1}{B^2} \left( \frac{6\Sigma P}{B} + 3\tau' + 3\tau'' \right)$$

c. Ứng suất pháp  $\sigma_x$  trên mặt nằm ngang (coi  $\sigma_x$  gần đúng là biến đổi tuyến tính theo x):

$$\sigma_x = \sigma_x'' + \frac{\sigma_x' - \sigma_x''}{B} x \quad (4-33)$$

d. Ứng suất chính: Tính theo sức bền vật liệu:

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau^2} \quad (4-34)$$

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau^2} \quad (4-35)$$

- Phương của  $N_1$  ( $N_1 > N_2$ ) làm với trục x (khi  $\sigma_x > \sigma_y$ ) hoặc với trục y (khi  $\sigma_y > \sigma_x$ ) một góc  $\theta_1$  có:

$$\text{Có: } \text{tg}\theta_1 = \frac{(\sigma_x - \sigma_y) \pm \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau^2}}{2\tau} \quad (4-36)$$

Với quy ước góc  $\theta_1$  dương nếu quay từ trục gốc đến phương của  $N_1$  theo chiều thuận kim đồng hồ.

### 5. Vẽ các đường đẳng ứng suất và quỹ đạo ứng suất.

Từ các kết quả tính toán ở trên, tiến hành vẽ được:

- Các đường đẳng ứng suất  $N_1, N_2$ ;
- Các quỹ đạo ứng suất  $N_1, N_2$ .

## §4-7. CÁC CẤU TẠO CHI TIẾT

1. Phân đoạn đập và cấu tạo khớp nối.
2. Cấu tạo đỉnh đập.
3. Thiết bị thoát nước và hành lang trong đập.
4. Nối tiếp phần tràn và không tràn.
5. Nối tiếp đập với nền và bờ.

## **§4-8. KẾT LUẬN.**

Nêu tóm tắt những nội dung đã làm, các kiến nghị và kết luận.

Bản vẽ: trên 1 - 2 bản vẽ khổ A1 thể hiện:

- Mặt bằng bố trí đập;
- Chính diện thượng lưu;
- Chính diện hạ lưu;
- Mặt cắt qua phần đập không tràn;
- Mặt cắt qua phần đập tràn;
- Các chi tiết: Đỉnh đập, khớp nối, hành lang trong đập.

### **Các tài liệu để tham khảo:**

1. Giáo trình thủy công tập I, II;
2. Giáo trình thủy lực tập II;
3. TCXDVN 285-2002 (Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế ).
4. QPTL C1-78 (Quy phạm tải trọng và lực tác dụng lên CT).
5. TCVN 4253 - 86 ( Tiêu chuẩn thiết kế nền các công trình thủy công).
6. Thiết kế đập bê tông và bê tông cốt thép. Tiêu chuẩn thiết kế 14TCN 56-88.

## ĐỒ ÁN SỐ 5: THIẾT KẾ CÔNG LỘ THIÊN

### §5-1. GIỚI THIỆU CHUNG

#### I. Vị trí, nhiệm vụ công trình.

Dựa vào đề bài đã cho, nêu tóm tắt về vị trí nhiệm vụ của công.

#### II. Cấp công trình và các chỉ tiêu thiết kế.

**1. Cấp công trình** (xác định theo TCXDVN 285-2002): dựa vào 2 điều kiện:

- Chiều cao công trình - tra bảng P1-1 so với đối tượng là đập bê tông trên nền đất.
- Nhiệm vụ công trình: tra bảng P1-2, phụ lục 1.

**2. Các chỉ tiêu thiết kế:** Dựa vào cấp công trình xác định được:

- Tần suất lưu lượng, mực nước lớn nhất để tính ổn định, kết cấu;
- Tần suất mực nước lớn nhất ngoài sông khai thác;
- Các hệ số vượt tải, hệ số điều kiện làm việc, hệ số tin cậy.

### §5-2. TÍNH TOÁN THUỶ LỰC CÔNG.

Mục đích: Xác định khẩu diện và tính toán tiêu năng (phần lập quy trình đóng mở cống không yêu cầu trong đồ án này).

#### I. Tính toán kênh hạ lưu.

Có thể chọn độ dốc kênh  $i$  theo tài liệu đã gợi ý. Bài toán ở đây là: có  $i$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $Q$ ,  $h$  (do không chế cao trình đáy và mực nước thiết kế), tìm  $B$ . Có thể giải bằng phương pháp đối chiếu với mặt cắt lợi nhất về thủy lực (xem giáo trình Thủy lực tập 1).

#### II. Tính toán khẩu diện cống.

**1. Trường hợp tính toán:** Chọn khi chênh lệch mực nước thượng hạ lưu nhỏ, cần tháo  $Q$  thiết kế.

**2. Chọn loại và cao trình ngưỡng cống.**

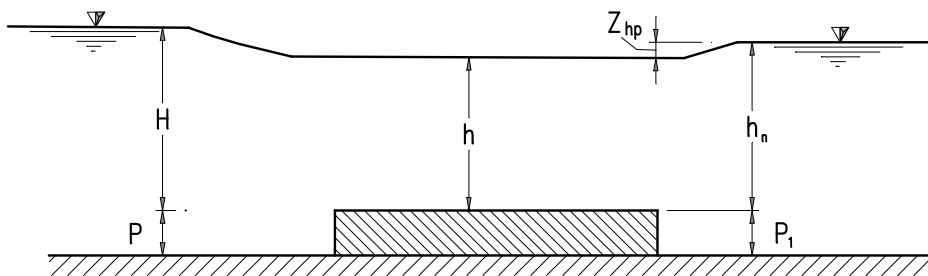
*a. Cao trình ngưỡng:* Có thể chọn bằng hoặc cao hơn đáy kênh. Nói chung đối với cống tiêu và cống lấy nước tưới khi chênh lệch mực nước không chế nhỏ, nên chọn

ngưỡng thấp để tăng khả năng tháo (có thể chọn ngưỡng công ngang với đáy kênh thượng lưu).

*b. Hình thức ngưỡng:*

- Khi ngưỡng thấp: đập tràn đỉnh rộng.
- Khi ngưỡng cao: đập tràn thực dụng (có thể chọn loại mặt cắt hình thang, hoặc mặt cắt hình cong).

**3. Xác định bề rộng cống.** Sau đây trình bày sơ đồ thường gặp là chảy qua đập tràn đỉnh rộng (hình 5-1).



**Hình 5-1.** Sơ đồ tính khẩu diện cống khi ngưỡng đỉnh rộng

*a. Định trạng thái chảy:* Theo QPTL C8-76, đập chảy ngập khi  $h_n > nH_0$ , trong đó  $h_n = h_n - P_1$  (xem hình 5-1);  $H_0 = H + \frac{\alpha V_0^2}{2g}$

$n$  - Hệ số, sơ bộ có thể lấy  $0,75 \leq n \leq (0,83 - 0,87)$ .

Khi chênh lệch mực nước thượng hạ lưu nhỏ, thường xảy ra chảy ngập. Độ cao hồi phục  $Z_{ph}$  thường nhỏ, có thể bỏ qua, khi đó lấy  $h = h_n$ .

*b. Tính bề rộng cống  $\Sigma b$ :* từ công thức của đập tràn đỉnh rộng chảy ngập:

$$Q = \varphi_n \varphi_g \Sigma b \cdot h \sqrt{2g(H_0 - h)} \quad (5-1)$$

Trong đó  $\varphi_n$  - Hệ số lưu tốc, lấy theo trị số của hệ số lưu lượng  $m$  (tra bảng của Cumin - xem QPTL C8-76).

$$\varphi_g - \text{hệ số co hẹp bên, } \varphi_g = 0,5\varepsilon_0 + 0,5 \quad (5-2)$$

Sơ bộ có thể định trước  $\varepsilon_0$  (chẳng hạn từ 0,95 - 1).

Trình tự xác định khẩu diện cống như sau:

- Định trước  $\varphi_n, \varphi_g$  (từ  $m$  và  $\varepsilon_0$ ), thay vào (5-1), xác định được  $\Sigma b$ .
- Tiến hành phân khoang và chọn mô.
- Tính lại  $\varphi_n$  và  $\varphi_g$  theo trị số của  $m$  và  $\varepsilon_0$ .

$$\varepsilon_0 = \frac{\Sigma b}{\Sigma b + \Sigma d} \quad (5-3)$$

Ở đây  $\Sigma d$  - Tổng chiều dày các mô.

$m$  - phụ thuộc chiều cao ngưỡng  $P$ , độ co hẹp  $\frac{b+d}{b}$  và dạng mô, tra theo các bảng của Cumin.

- Thay trị mới của  $\varphi_n$  và  $\varphi_g$  vào (5-1) để tính lại  $\Sigma b$ . Cuối cùng cần kiểm tra lại trạng thái chảy đã định ở trên.

### III. Tính tiêu năng phòng xói.

**1. Trường hợp tính toán:** Khi tháo lưu lượng qua cống với chênh lệch mực nước thượng hạ lưu lớn.

*a. Với cống lấy nước:* Khi  $Z$  sông lớn:  $Z$  đồng phụ thuộc lưu lượng lấy. Chế độ nổi tiếp hạ lưu phụ thuộc quy trình vận hành (chế độ đóng mở cửa van); ở đây yêu cầu tính với trường hợp đơn giản là mở đều các cửa.

*b. Với cống tiêu vùng triều:* Trường hợp mực nước triều hạ xuống thấp nhất (chân triều); ở phía đồng là mực nước đã khống chế. Trường hợp này thường tranh thủ mở hết cửa van để tiêu, lưu lượng tiêu qua cống có thể lớn hơn lưu lượng tiêu thiết kế. Tuy nhiên chế độ đó không duy trì trong một thời gian dài.

*c. Với cống tiêu kết hợp dâng tưới:* Trường hợp mực nước sông nhỏ nhất và mực nước đồng lớn. Nhưng trường hợp này do yêu cầu dâng nước mà không mở hết van, chỉ mở đủ để tháo lưu lượng tiêu thiết kế. Ở đây cũng yêu cầu tính với chế độ mở đều các cửa.

#### 2. Lưu lượng tính toán tiêu năng.



a. Với công lấy nước: Mực nước hạ lưu phụ thuộc lưu lượng lấy (khi  $Z_{\text{sông}}$  đã có). Để xác định lưu lượng tính toán tiêu năng, cần tính với các cấp lưu lượng từ  $Q_{\text{min}}$  đến  $Q_{\text{max}}$ , với mỗi cấp  $Q$ , cần xác định độ mở cửa công  $a$ , độ sâu liên hiệp  $h_c''$  và độ sâu hạ lưu  $h_h$ :  $Q_{\text{tt}}$  là trị số ứng với  $(h_c'' - h_h)_{\text{max}}$ .

b. Với công tiêu vùng triều: Vì công đặt gần sông nên nói chung mực nước hạ lưu công không phụ thuộc lưu lượng tháo qua công. Khi đó  $Q_{\text{tt}}$  là khả năng tháo lớn nhất ứng với các mực nước tính toán đã chọn ở trên.

c. Với công tiêu kết hợp dâng tưới: cũng xét trong trường hợp mực nước hạ lưu công không phụ thuộc lưu lượng tháo qua công. Khi mực nước thượng lưu đã khống chế,  $Q_{\text{tt}}$  chính là lưu lượng tháo thiết kế của công.

Khi đó cần xác định độ mở  $a$  của công theo công thức chảy dưới cửa công:

$$Q = \varepsilon \cdot \varphi \cdot \Sigma b \cdot h_c \sqrt{2g(H_0 - h_c)} \quad (5-4)$$

Trong đó  $\varepsilon$  - hệ số co hẹp bên;  $\varphi$  - hệ số lưu tốc;  $h_c = \alpha a$ , với  $\alpha$  là hệ số co hẹp đúng;

$\alpha = F(a/H)$  có thể tra theo bảng Jucôpxki (bảng 16-1, giáo trình thủy lực tập II).

Khi đã khống chế  $Q$ ,  $a$  được tìm bằng cách như đã nêu trong đề án số 3 (công ngầm).

### 3. Tính toán kích thước thiết bị tiêu năng.

a. Chọn biện pháp tiêu năng: có thể là đào bể, xây tường hoặc bể tường kết hợp. Với công trên nền đất, biện pháp đào bể thường hợp lý hơn. Khi có xây tường kết hợp cần đảm bảo không ảnh hưởng đến khả năng tháo của công ứng với trường hợp tính toán khẩu diện ở trên.

b. Tính toán kích thước bể:

- Chiều sâu bể:  $d = \sigma h_c'' - (h_h + Z_2)$  (5-5)

Trong đó  $\sigma$  - hệ số ngập, chọn bằng 1,05 - 1,10;  $h_c''$  - độ sâu liên hiệp sau nước nhảy, có thể xác định theo phương pháp của Agorótskin, trong đó năng lượng đơn vị  $E_0$  tính đến đáy bể.

$Z_2$  - chênh lệch đầu nước ở cuối bể vào kênh, tính như đập tràn đỉnh rộng chảy ngập:

$$Z_2 = \frac{q_2}{2g\varphi_n^2 h_n^2} - \frac{q^2}{2g(\sigma h_c)^2} \quad (5-6)$$

Theo phương pháp nêu trên, chiều sâu bể d xác định bằng cách tính đúng dần.

- Chiều dài bể tiêu năng:

$$L_b = L_1 + \beta L_n \quad (5-7)$$

Trong đó  $L_1$  - chiều dài nước rơi từ ngưỡng xuống sân tiêu năng, có thể tính theo Trechouxốp:

$$L_1 = 2 \sqrt{h_k (P + 0,35 h_k)} \quad (5-8)$$

$$h_k \approx \frac{2}{3} H_0;$$

$P$  - chiều cao ngưỡng công so với bể;

$L_n$  - chiều dài nước nhảy, có thể tính theo công thức kinh nghiệm:

$$L_n = (4,5 - 5,0) (h_c'' - h_c) \quad (5-9)$$

$\beta$  - hệ số, lấy bằng 0,7 - 0,8.

### §5-3. BỐ TRÍ CÁC BỘ PHẬN CÔNG.

#### I. Thân công:

Bao gồm bản đáy, trụ và các bộ phận bố trí trên đó.

**1. Cửa van:** Có thể chọn van phẳng hay van cung. Van cung thích hợp khi kích thước lỗ công lớn; van phẳng hay dùng với các lỗ công nhỏ hơn. Trong thực tế thường phải thông qua so sánh kinh tế - kỹ thuật để chọn phương án hợp lý. Chú ý rằng, với loại van cung, cần tăng chiều dài thân công để bố trí cửa van; Cần chọn vị trí tâm quay thích hợp để tiện đóng mở và đảm bảo an toàn trong mọi trường hợp (xem chương cửa van, giáo trình thủy công tập II).

**2. Tường ngực:** bố trí để giảm chiều cao van và lực đóng mở.

*a. Các giới hạn của tường ngực:*

- Cao trình đáy tường ngực:

$$Z_{dt} = Z_{tt} + \delta \quad (5-10)$$

Trong đó  $Z_{tt}$  là mực nước tính toán khẩu diện cống, tức cần đảm bảo ứng với trường hợp này, khi mở hết cửa van chế độ chảy qua cống phải là không áp;  $\delta$  - độ lưu không lấy bằng 0,5 - 0,7m.

- Cao trình đỉnh tường ngực: lấy bằng cao trình đỉnh cống xác định như đỉnh đập bê tông, xem đồ án số 4.

*b. Kết cấu tường:* Gồm bản mặt và các dầm đỡ. Khi chiều cao tường không lớn, chỉ cần bố trí 2 dầm đỡ (ở đỉnh và đáy tường); khi chiều cao lớn, cần bố trí thêm các dầm trung gian. Bản mặt đổ liền khối với dầm; chiều dày bản mặt chọn từ 0,1 ÷ 0,3 mét và được chính xác hoá bởi tính toán kết cấu sau này.

**3. Cầu công tác:** là nơi đặt máy đóng mở và thao tác van. Chiều cao cầu công tác cần tính toán đảm bảo khi kéo hết cửa van lên vẫn còn khoảng không cần thiết để đưa van ra khỏi vị trí cống khi cần. Kết cấu cầu bao gồm bản mặt, dầm đỡ và các cột chống. Kích thước các bộ phận có thể tham khảo các công trình đã có (xem các bản vẽ tham khảo) và được chính xác hoá bởi tính toán kết cấu.

**4. Khe phai và cầu thả phai.** Thường bố trí phía đầu và cuối cống để ngăn nước giữ cho khoang cống khô ráo khi cần sửa chữa. Với các cống lớn, trên cầu thả phai cần bố trí đường ray cho cần cầu thả phai; với các cống nhỏ, việc thả phai có thể tiến hành bằng thủ công.

**5. Cầu giao thông:** Cao trình mặt cầu ngang hoặc thấp hơn đỉnh cống; bề rộng và kết cấu cầu chọn theo yêu cầu giao thông (xem bản vẽ tham khảo). Vị trí đặt cầu giao thông cần chọn sao cho không cản trở việc thao tác van và phai.

**6. Mô cống:** Bao gồm mô giữa và các mô bên. Trên mô bố trí khe phai và khe van (khi van phẳng) hoặc bộ phận đỡ trục quay van cung (tai van). Chiều dày mô khi dùng van phẳng cần lớn hơn khi dùng van cung. Chiều dày mô bên cần đủ để chịu áp lực đất nằm ngang. Hình dạng đầu mô giữa cần đảm bảo điều kiện thuận dòng, thường chọn dạng nửa tròn, lưu tuyến hoặc tam giác.

Chiều cao mô có thể thay đổi từ thượng về hạ lưu tùy theo mực nước cao thấp ở mỗi phía.

**7. Khe lún:** Khi cống rộng, cần dùng khe lún phân cống thành từng mảng độc lập. Bề rộng mỗi mảng phụ thuộc điều kiện địa chất nền, thường không vượt quá 15 - 20 mét. Mỗi mảng có thể gồm 1, 2 hay 3 khoang. Các mảng nên bố trí giống nhau để tiện thiết kế, thi công và quản lý.

Khe lún thường bố trí ở mô giữa. Mô có chứa khe lún là mô kép. Trên khe lún cần bố trí thiết bị chống rò nước, lỗ để đổ nhựa đường.

**8. Bản đáy:** Chiều dài bản đáy cần thoả mãn các điều kiện thuỷ lực, ổn định của cống và yêu cầu bố trí kết cấu bên trên. Thường chọn chiều dài bản đáy từ điều kiện bố trí các kết cấu bên trên, sau đó kiểm tra lại bằng tính toán ổn định chống và độ bền của nền.

Chiều dày bản đáy chọn theo điều kiện chịu lực - nó phụ thuộc vào bề rộng khoang cống, tải trọng bên trên và tính chất nền. Thường chọn theo kinh nghiệm, sau đó chính xác hoá bằng tính toán kết cấu bản đáy.

## II. Đường viền thấm:

Bao gồm bản đáy cống, sân trước, các bản cừ, chân khay. Kích thước bản đáy cống như đã chọn ở trên. Kích thước các bộ phận khác có thể chọn như sau:

**1. Sân trước:** Vật liệu làm sân có thể là đất sét, á sét, bê tông, bê tông cốt thép hay bitum. Khi có sẵn vật liệu tại chỗ (đất sét, á sét) nên cố gắng tận dụng.

$$\text{- Chiều dài sân: } L_s \leq (3 - 4)H \quad (5-11)$$

Trong đó H là cột nước tác dụng lên cống.

- Chiều dày: Khi sân bằng đất sét hay á sét thường làm chiều dày thay đổi từ đầu đến cuối sân. Chiều dày ở đầu sân thường lấy theo điều kiện cấu tạo:  $t_1 \geq 0,6m$ . Chiều dày ở cuối sân xác định theo yêu cầu chống thấm:

$$t_2 \geq \frac{\Delta H}{[J]} \quad (5-12)$$

Trong đó  $\Delta H$  - Độ chênh cột nước ở 2 mặt sân (trên và dưới);  $[J]$  - gradien thấm cho phép, phụ thuộc vật liệu làm sân.

### 2. Bản cừ:

*a. Vị trí đặt.* Khi cống chịu tác dụng của đầu nước một chiều, thường đóng cừ ở đầu bản đáy. Trường hợp cống chịu đầu nước 2 chiều, có thể đóng cừ ở phía đầu nước cao hơn: Khi đó cần kiểm tra sự ổn định của cống khi chiều cột nước thay đổi (cừ làm tăng áp lực đẩy ngược dưới bản đáy). Ngoài ra trong nhiều trường hợp có thể không cần đóng cừ. Điều này cần được luận chứng bằng tính toán ổn định cống và kiểm tra độ bền thấm của nền.

*b. Chiều sâu đóng cừ:* Phụ thuộc vào chiều dày tầng thấm, vật liệu làm cừ và điều kiện thi công.

- Khi tầng thấm không dày ( $T < 5 - 10\text{m}$ ) nên đóng cừ cắt ngang tầng thấm (cừ chống).

- Khi tầng thấm dày, có thể làm cừ lơ lửng (cừ treo). Chiều sâu đóng cừ khi đó chọn theo vật liệu làm cừ và điều kiện thi công.

**3. Chân khay:** ở 2 đầu bản đáy cần làm chân khay cắm sâu vào nền để tăng ổn định và góp phần kéo dài đường viền thấm.

**4. Thoát nước thấm:** Các lỗ thoát nước thấm thường bố trí ở sân tiêu năng; dưới sân khi đó phải bố trí tầng lọc ngược. Đường viền thấm được tính đến vị trí bắt đầu có tầng lọc ngược.

Trường hợp công việc với cột nước 2 chiều, có thể sử dụng một đoạn sân tiêu năng không đục lỗ (đoạn giáp với bản đáy). Đoạn này đóng vai trò như một sân trước ngăn khi cột nước đổi chiều.

### **5. Sơ đồ kiểm tra chiều dài, đường viền thấm:**

Theo công thức  $L_{tt} \geq C \cdot H$  (5-13)

Trong đó  $L_{tt}$  - chiều dài tính toán của đường viền thấm tính theo phương pháp của Len (xem đề án số 1);  $H$  - cột nước lớn nhất của cống;  $C$  - hệ số phụ thuộc loại đất nền, có thể tra ở bảng P3-1 (phụ lục 3).

Trường hợp điều kiện (5-13) chưa thoả mãn, cần thay đổi chiều dài sân trước, chiều sâu đóng cừ hoặc đóng thêm hàng cừ phụ ở đầu sân trước.

## **III. Nối tiếp cống với thượng, hạ lưu:**

**1. Nối tiếp thượng lưu:** Góc mở của tường về phía trước, chọn với  $\text{tg}\theta = \frac{1}{3} - \frac{1}{4}$ ; hình thức tường cánh phụ thuộc quy mô cống, có thể là tường thẳng, tường xoắn vỏ ốc hay mặt nón nối tiếp với kênh thượng lưu.

Đáy đoạn nối tiếp thượng lưu cần có lớp phủ chống xói (bằng đá xây khan hoặc xây hồ dày 0,3 - 0,5m). Chiều dài lớp phủ khoảng  $(3-5)H_1$ , trong đó  $H_1$  là chiều sâu nước chảy vào cống. Trường hợp có làm sân phủ chống thấm thì lớp bảo vệ ít nhất phải dài bằng sân chống thấm. Phía dưới lớp đá bảo vệ cần có tầng đệm bằng dăm cát dày 10 - 15cm.

### **2. Nối tiếp hạ lưu.**

- Tường cánh: Hình thức có thể chọn như tường cánh thượng lưu, song góc mở  $\theta_1$  chọn nhỏ hơn, thường  $\text{tg}\theta_1 = \frac{1}{4} - \frac{1}{6}$ .

- Sân tiêu năng: Thường bằng bê tông đổ tại chỗ có bố trí các lỗ thoát nước. Chiều dày sân có thể xác định theo công thức Đômbrốpki:

$$t = 0,15 V_1 \sqrt{h_1} \quad (\text{m}) \quad (5-14)$$

Trong đó  $V_1(\text{m/s})$  và  $h_1(\text{m})$  là lưu tốc và chiều sâu chỗ đầu đoạn nước nhảy.

- Sân sau: làm bằng đá xếp hoặc tấm bê tông có đục lỗ thoát nước, phía dưới có tầng đệm theo hình thức lọc ngược.

Chiều dài sân sau xác định theo kinh nghiệm:

$$L_{ss} = K \sqrt{q\sqrt{\Delta H}} \quad (\text{m}) \quad (5-15)$$

Trong đó  $q$  - lưu lượng đơn vị ở cuối sân tiêu năng ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

$\Delta H$  - chênh lệch cột nước thượng hạ lưu (m) ;

$K$  - hệ số phụ thuộc tính chất lòng kênh;

Loại đất	Trị số K
- Cát, cát pha	10 - 20
- Cát thô, đất có tính dính	8 - 9
- Đất sét cứng	6 - 7

## §5-4. TÍNH TOÁN THẨM DƯỚI ĐÁY CỐNG.

### I. Những vấn đề chung.

**1. Mục đích:** Xác định lưu lượng thấm  $q$ , lực thấm đẩy ngược lên đáy cống  $W_t$  và gradien thấm  $J$ . Ở đây, do đặc điểm của cống, chỉ yêu cầu xác định  $W_t$  và  $J$ .

**2. Trường hợp tính toán:** Nêu các trường hợp cần tính. Trong đồ án chỉ yêu cầu tính thấm với một trường hợp (khi chênh lệch mực nước thượng hạ lưu lớn nhất).

**3. Phương pháp tính.** Có nhiều phương pháp tính thấm dưới đáy công trình. Ở đây yêu cầu dùng phương pháp đồ giải vẽ lưới bằng tay.

### II. Tính thấm cho trường hợp đã chọn.

#### 1. Vẽ lưới thấm.

**2. Dùng lưới thấm xác định các đặc trưng của dòng thấm:**  $W_t$ ,  $J_{ra}$  (xem các công thức đã nêu trong đồ án số 1).

### III. Kiểm tra độ bền thấm của nền (tính toán theo TCVN 4253 - 86).

#### 1. Kiểm tra độ bền thấm chung:

$$J_{tb} \leq \frac{J_k^{tb}}{K_n} \quad (5-16)$$

Trong đó  $J_{tb}$  - gradien cột nước trung bình trong vùng thấm tính toán;  $J_k^{tb}$  - gradien cột nước tới hạn trung bình tính toán, lấy theo bảng 2 của tiêu chuẩn đã nêu;  $K_n$  - hệ số tin cậy.

Trị số  $J_{tb}$  có thể xác định theo phương pháp của Viện VNIIG:

$$J_{tb} = \frac{H}{T_{tt} \sum \xi_i} \quad (5-17)$$

Trong đó  $H$  - cột nước tác dụng;  $T_{tt}$  - chiều sâu tính toán của nền;  $\sum \xi_i$  - tổng hệ số cản của đường viền thấm tính theo phương pháp Trugáep (xem đồ án số 1).

#### 2. Kiểm tra độ bền thấm cục bộ: theo công thức

$$J_r \leq [J] \quad (5-18)$$

Trong đó  $[J]$  - gradien thấm chi phép :  $[J] \leq J_{gh}/m$  ;

$J_{gh}$  - gradien thấm cục bộ tới hạn. Theo tiêu chuẩn đã nêu  $J_{gh}$  cần xác định theo thí nghiệm mô hình hoặc ở hiện trường. Ở đây vì chưa có các tài liệu như vậy nên có thể tham khảo các trị số của Ixtômina (hình P3-1), theo đó trị số  $J_{gh}$  chủ yếu phụ thuộc hệ số không đều hạt  $\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ .

m - hệ số an toàn

## §5-5. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CÔNG.

### I. Mục đích và trường hợp tính toán.

**1. Mục đích:** Kiểm tra ổn định của công về trượt, lật, đẩy nổi. Trong đồ án này chỉ giới hạn phần tính toán trong việc kiểm tra ổn định trượt.

**2. Trường hợp tính toán:** Nêu các trường hợp bất lợi có thể xảy ra. Ở đây yêu cầu tính với 1 trường hợp là khi chênh lệch mực nước thượng hạ lưu cống lớn nhất (trường hợp đã tính thấm ở trên).

Khi công phân thành nhiều mảng bởi các khớp lún, cần kiểm tra ổn định cho tất cả các mảng. Trong đồ án này, yêu cầu tính cho 1 mảng.

### II. Tính toán ổn định trượt cho trường hợp đã chọn.

#### 1. Xác định các lực tác dụng lên mảng tính toán.

**a. Các lực đứng:** Bao gồm trọng lượng cầu giao thông, cầu công tác, cầu thả phai, cửa van, tường ngực, mố cống, bản đáy, nước trong cống (nếu có), phần đất giữa 2 chân khay (trong phạm vi khối trượt) và các lực đẩy ngược (thấm, thủy tĩnh).

**b. Các lực ngang:** Áp lực nước thượng, hạ lưu, áp lực đất chủ động ở chân khay thượng lưu ( $E_{ct1}$ ), áp lực đất bị động ở chân khay hạ lưu ( $E_{bh1}$ ).

#### 2. Xác định áp lực đáy móng: Theo sơ đồ nén lệch tâm:

$$\sigma = \frac{\Sigma P}{F} \pm \frac{\Sigma M_0}{W} \quad (5-19)$$

Trong đó:  $\Sigma P$  - tổng lực đứng;  $\Sigma M_0$  - tổng mômen của các lực tác dụng lên mảng, lấy đối với tâm đáy mảng;  $F$  - diện tích đáy mảng;  $W$  - môđun chống uốn của đáy mảng.



Từ (5-19) xác định được ứng suất đáy móng lớn nhất  $\sigma_{\max}$  và ứng suất đáy móng bình quân  $\sigma_{tb}$ .

**3. Phán đoán khả năng trượt:** Xét 3 điều kiện:

a. *Chỉ số mô hình hoá:*

$$N = \frac{\sigma_{\max}}{B \cdot \gamma_I} \leq N_{\sigma}^{\text{lim}} \quad (5-20)$$

Trong đó B - chiều rộng móng (chiều song song với lực đẩy trượt);  $\gamma_I$  dung trọng đất nền (lấy dung trọng đáy nổi);  $N_{\sigma}^{\text{lim}}$  - chuẩn số không thứ nguyên lấy bằng 1 đối với cát chặt và bằng 3 với các loại đất khác.

b. *Chỉ số kháng trượt:*

$$\text{tg}\psi_I = \text{tg}\varphi_I + \frac{C_I}{\sigma_{tb}} \geq 0,45 \quad (5-21)$$

ở đây  $\varphi_I$ ,  $C_I$  - góc ma sát trong và lực dính đơn vị của đất nền, chỉ số I là tương ứng khi tính toán nền theo nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất.

c. *Hệ số mức độ cố kết:*

$$C_v^0 = \frac{K_t(1+e)t_0}{a \cdot \gamma_n \cdot h_0^2} \geq 4 \quad (5-22)$$

Trong đó  $K_t$  - hệ số thấm (m/s); e - hệ số rỗng của đất tự nhiên;  $t_0$  - thời gian thi công công trình (s); a - hệ số nén của đất ( $\text{m}^2/\text{N}$ );  $\gamma_n$  - dung trọng của nước ( $\text{N}/\text{m}^3$ );  $h_0$  - chiều dày tính toán của lớp cố kết (m), lấy bằng chiều dày của lớp đất có sét  $h_1$  (nhưng không lớn hơn B).

Nếu cả ba điều kiện trên đều thoả mãn thì chỉ cần kiểm tra trượt phẳng. Nếu 1 trong 3 điều kiện không thoả mãn thì ngoài trượt phẳng còn phải xét cả trượt sâu và trượt hỗn hợp. Trong đồ án này chỉ yêu cầu kiểm tra trượt phẳng.

**4. Tính toán trượt phẳng:** ổn định của công về trượt được đảm bảo khi:

$$n_c \cdot N_{tt} \leq \frac{m}{K_n} \cdot R \quad (5-23)$$

Trong đó  $n_c$  - hệ số tổ hợp tải trọng;  $m$  - hệ số điều kiện làm việc;  $K_n$  - hệ số tin cậy;  $N_{tt}$  và  $R$  là giá trị tính toán của lực tổng quát gây trượt và của lực chống giới hạn. Khi mặt trượt nằm ngang các giá trị này xác định như sau:

$$N_{tt} = T_{tl} + E_{ctl} - T_{hl} \quad (5-24)$$

$$R = \Sigma P_t g \varphi_1 + m_1 E_{bhl} + F \cdot C_1 \quad (5-25)$$

Ở đây  $T_{tl}$  và  $T_{hl}$  là tổng giá trị tính toán các thành phần nằm ngang của các lực chủ động tác dụng từ phía thượng và hạ lưu, trừ áp lực chủ động của đất;  $m_1$  - là hệ số điều kiện làm việc, xét đến quan hệ giữa áp lực bị động của đất với chuyển vị ngang của cống, khi không có số liệu thí nghiệm có thể lấy  $m_1 = 0,70$ ;

Các ký hiệu khác như đã giải thích ở trên.

## **§5-6. TÍNH TOÁN KẾT CẤU BẢN ĐÁY CỐNG.**

### **I. Mở đầu.**

**1. Mục đích:** Xác định sơ đồ ngoại lực, tính toán nội lực và bố trí cốt thép trong bản đáy cống. Trong đồ án này chỉ yêu cầu xác định sơ đồ ngoại lực để tính kết cấu bản đáy theo phương pháp dầm trên nền đàn hồi.

**2. Trường hợp tính toán:** Nêu các trường hợp làm việc bất lợi về mặt chịu lực của bản đáy. Trong đồ án này yêu cầu tính với 1 trường hợp - khi chênh lệch mực nước thượng hạ lưu lớn nhất (trường hợp đã tính ổn định ở trên).

**3. Chọn băng tính toán.** Việc tính toán kết cấu bản đáy cần tiến hành cho các băng khác nhau (gọi băng là phần cống có chiều rộng  $b$  - thường bằng 1m - giữa hai mặt cắt vuông góc với chiều dòng chảy qua cống). Trong đồ án này yêu cầu tính cho 1 băng ở sau cửa van.

### **II. Tính toán ngoại lực tác dụng lên băng đã chọn.**

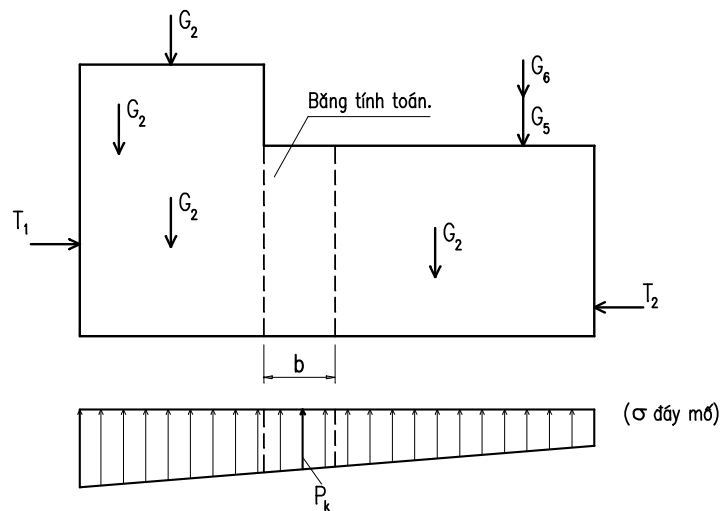
Trường hợp cống gồm nhiều mảng ngăn cách bởi khớp lún thì việc tính kết cấu cũng tiến hành cho từng mảng độc lập. Trên 1 băng của mảng, các ngoại lực tác dụng lên bản đáy bao gồm lực tập trung từ các mố, lực phân bố trên băng và các tải trọng bên.

**1. Lực tập trung truyền từ các mố.** Đây chính là tổng hợp của áp lực đáy các mố trong phạm vi của băng đang xét. Thường xét riêng cho từng mố. Sơ đồ tính toán cho 1 mố như trên hình (5-2). Từ sơ đồ cần xác định.

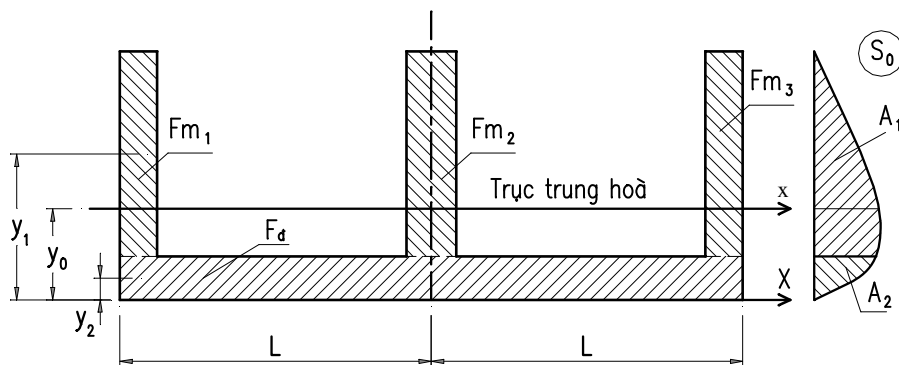
-  $G_1, G_2$ : trọng lượng của các phần của mố;

- $G_3$ : Trọng lượng tường ngực;
- $G_4$ : Trọng lượng cầu công tác;
- $G_5$ : Trọng lượng cầu giao thông
- $G_6$ : Tải trọng do người và xe cộ trên cầu
- $T_1$  và  $T_2$  - áp lực nước ngang từ thượng và hạ lưu truyền qua khe van (khi van đóng).

Các lực  $G_3, G_4, G_5, G_6, T_1, T_2$  tính trong phạm vi phụ trách của mố (nửa nhịp công khi tính cho mố bên, 2 nửa nhịp hai bên khi tính cho mố giữa).



**Hình 5-2.** Sơ đồ tính toán lực của mố truyền cho bản đáy



**Hình 5-3.** Để phân phối lực cắt không cân bằng

Ứng suất thẳng đứng ở đáy mố xác định theo công thức nén lệch tâm:

$$\sigma_m = \frac{\Sigma G}{F_m} \pm \frac{\Sigma M_0}{W_m} \quad (5-26)$$

Trong đó  $G$  - tổng lực đứng,  $\Sigma M_0$  - tổng mômen ngoại lực lấy với tâm đáy móng;  $F_m$  - diện tích đáy móng;  $W_m$  - mômen chống uốn của đáy móng.

Từ biểu đồ ứng suất đáy móng (hình 5-2), xác định được trị số bình quân  $P_K$  ở giữa bằng tính toán ( $K = 1, 2, \dots$  là thứ tự các móng).

Cuối cùng lực của móng truyền cho bản đáy được coi là lực tập trung có trị số như sau:

$$P_K = p_K \cdot b \cdot d \quad (5 - 27)$$

Trong đó:  $b$  - bề rộng của băng tính toán;

$d$  - chiều dày móng ở đáy;

$K$  - thứ tự của móng.

## 2. Các lực phân bố trên băng:

- Trọng lượng nước trong cống:

$$q_0 = \gamma_n h_n b$$

Trong đó  $h_n$  - chiều dày lớp nước tại băng tính toán.

- Trọng lượng bản đáy:  $q_1 = \gamma_b \cdot t \cdot b$

Ở đây  $\gamma_b$  - dung trọng của vật liệu bản đáy;

$t$  - chiều dày bản đáy tại băng tính toán.

- Lực đẩy nổi (lực thấm và lực thủy tĩnh);

$$q_2 = \gamma_n h_{đn} b;$$

- Phản lực nền (sơ bộ coi là phân bố đều);

$$q_3 = p_p \cdot b.$$

Trong đó  $h_{đn}$  là cột nước đẩy nổi tại băng tính toán;  $p_p$  là cường độ áp lực đáy móng tại băng tính toán.

### 3. Lực cắt không cân bằng (Q):

a. Trị số: Xác định từ phương trình cân bằng tĩnh:

$$Q + \Sigma P_k + 2l \sum_{i=0}^3 q_i = 0 \quad (5-28)$$

Trong đó  $2l$  là chiều dài băng đang xét; phép cộng ở vế trái của (5-28) là cộng đại số.

b. Phân phối  $Q$  cho móng và bản đáy (hình 5-3).

- Xác định vị trí trục trung hoà:

$$y_0 = \frac{\Sigma F_m \cdot y_1 + F_d \cdot y_2}{F_m + F_d} \quad (5-29)$$

Trong đó:  $\Sigma F_m$  - Tổng diện tích các móng

$F_d$  - Diện tích phần bản đáy.

$y_1, y_2$  - xem hình (5-3)

Vẽ biểu đồ mômen tĩnh  $S_c$  của băng tính toán:

$$S_c = F_c \cdot y_c \quad (5-30)$$

Ở đây  $F_c$  - phần diện tích bị cắt;  $y_c$  - khoảng cách từ trọng tâm phần diện tích bị cắt đến trục trung hoà.

- Tính diện tích biểu đồ  $S_c$ , phần tương ứng với móng ( $A_1$ ), với bản đáy ( $A_2$ ).

- Phân phối  $Q$  cho móng ( $Q_m$ ) và bản đáy ( $Q_d$ ):

$$Q_m = Q \frac{A_1}{A_1 + A_2} \quad (5-31)$$

$$Q_d = Q - Q_m$$

- Phân  $Q_m$  cho các móng theo tỷ lệ diện tích:

$$P_k' = F_{mk} \cdot \frac{Q_m}{\Sigma F_m} \quad (5-32)$$

Ở đây  $F_{mk}$  - diện tích mô thứ K;  $\Sigma F_m$  - tổng diện tích các mô; K - thứ tự mô.

- Phân  $Q_d$  đều cho bản đáy:

$$q_4 = \frac{Q_d}{2l} \quad (5-33)$$

#### 4. Tải trọng bên.

a. Khi đầu mảng tính toán giáp với bờ đất

- Xác định phạm vi đất đắp (do đào móng);

- Tải trọng đứng:

$$S = \gamma_d \cdot h_d \cdot b \quad (5-34)$$

Ở đây,  $\gamma_d$  và  $h_d$  là dung trọng và chiều cao của cột đất đắp.

- Mômen do áp lực đất nằm ngang gây ra (lấy đối với đáy):

$$M_d = E \cdot y_d \quad (5-35)$$

Trong đó E - áp lực đất ngang;  $y_d$  - khoảng cách từ điểm đặt của E đến đáy băng.

- Tải trọng của xe cộ trên đường:  $q_5$

b. Khi đầu mảng tính toán tiếp giáp với mảng khác: tải trọng bên chính là áp lực đáy móng qua mảng bên cạnh. Nếu các mảng giống nhau thì sơ bộ có thể lấy tải trọng bên bằng phản lực nền của chính mảng đang xét:  $S = q_3$ .

5. Sơ đồ ngoại lực cuối cùng: gồm có:

- Các lực tập trung tại mô:

$$P_k = P_k' + P_k'' \quad (k = 1, 2, \dots)$$

- Lực phân bố đều trên băng:

$$q = q_0 + q_1 + q_2 + q_4$$

- Lực bên từ phía giáp với đất: S,  $M_d$ ,  $q_5$ ;

- Lực bên từ phía giáp với với mảng khác: S.

### **III. Tính toán nội lực và cốt thép:**

Nêu phương hướng, không yêu cầu tính cụ thể.

#### **§5-7. KẾT LUẬN**

Tóm tắt các nội dung đã làm, nêu tồn tại, kiến nghị, kết luận.

Bản vẽ: Trên 1 hoặc 2 bản khổ A1, cần thể hiện:

- Cắt dọc công;
- Cắt ngang công;
- Chính diện thượng lưu, hạ lưu;
- Các chi tiết: khe lún, các mặt cắt tường cách, nối tiếp bản đáy với sân trước, cừ...

Các tài liệu để tham khảo:

- TCXDVN 285-2002
- TCVN 4253 - 86
- QPTL C1 - 78
- Giáo trình Thủy công tập I, II
- Giáo trình Thủy lực tập I II
- Thiết kế công (Trịnh Bôn, Lê Hoà Xương).

## PHẦN III - CÁC PHỤ LỤC

### Phụ lục 1. XÁC ĐỊNH CẤP CÔNG TRÌNH VÀ CÁC CHỈ TIÊU THIẾT KẾ. (Theo TCXDVN 285-2002).

**Bảng P1-1. Cấp thiết kế của công trình theo đặc tính kỹ thuật của các hạng mục công trình thủy.**

Loại công trình thủy	Loại đất nền	Cấp thiết kế				
		I	II	III	IV	V
1.Đập vật liệu đất, đất-đá có chiều cao lớn nhất, m	A	>1 00	>70÷1 00	>25÷ 70	>10 ÷25	≤10
	B	>7 5	>35÷7 5	>15÷ 35	>8÷ 15	≤ 8
	C	>5 0	>25÷5 0	>15÷ 25	>8÷ 15	≤ 8
2.Đập bê tông, bê tông cốt thép các loại và các công trình thủy chịu áp khác có chiều cao, m	A	>1 00	>60÷1 00	>25÷ 60	>10 ÷25	≤ 10
	B	>5 0	>25÷5 0	>10÷ 25	>5÷ 10	≤ 5
	C	>2 5	>20÷2 5	>10÷ 20	>5÷ 10	≤ 5
3.Tường chắn có chiều cao, m	A	>4 0	>25÷4 0	>15÷ 25	>8÷ 15	≤ 8
	B	>3 0	>20÷3 0	>12÷ 20	>5÷ 12	≤ 5
	C	>2 5	>18÷2 5	>10÷ 28	>4÷ 8	≤ 4
4.Hồ chứa có dung tích		>1 000	>200÷1 000	>20÷ 200	>1÷ 20	≤ 1



*Chú thích:*

*Đất nền chia thành 3 nhóm điển hình:*

*Nhóm A – Nền là đá.*

*Nhóm B – Nền là đất cát, đất hòn thô, đất sét ở trạng thái cứng và nửa cứng.*

*Nhóm C – Nền là đất sét bão hoà nước ở trạng thái dẻo.*

*Chiều cao công trình được tính như sau:*

*-Với đập vật liệu đất, đất-đá: Chiều cao tính từ mặt nền thấp nhất sau khi dọn móng ( không kể phần chiều cao chân khay đến đỉnh đập)*

*-Với đập bê tông các loại và các công trình xây đúc chịu áp khác: Chiều cao tính từ đáy chân khay thấp nhất đến đỉnh công trình.*

**Bảng P1-2. Cấp thiết kế của công trình theo năng lực phục vụ**

Loại công trình thuỷ lợi	Cấp thiết kế				
	I	II	III	IV	V
Hệ thống thuỷ nông có diện tích được tưới hoặc diện tích tự nhiên khu tiêu, $10^3$ ha	$\geq$ 50	$>50$ $\div 10$	$>1$ $0 \div 2$	$>2$ $\div 0,2$	0, 2
Nhà máy thuỷ điện có công suất, $10^3$ kW	$\geq$ 300	$>30$ $0 \div 50$	$>5$ $0 \div 5$	$>5$ $\div 0,2$	0, 2
Công trình cấp nguồn nước (chưa xử lý) cho các ngành sản xuất khác có lưu lượng, $m^3/s$	$\geq$ 20	$>20$ $\div 10$	$>1$ $0 \div 2$	$>2$	-

**Bảng P1-3. Lưu lượng, mực nước lớn nhất thiết kế và kiểm tra công trình thủy**

Loại công trình thủy lợi	Cấp thiết kế				
	I	II	II I	I V	V
Cụm đầu mối các loại (trừ công trình đầu mối vùng triều); Hệ thống dẫn thoát nước và các công trình liên quan không thuộc hệ thống tưới tiêu nông nghiệp; Công trình dẫn tháo nước qua sông suối của hệ thống tưới tiêu nông nghiệp.					
-Tần suất thiết kế (%)	>0,1 ÷ 0,2*	0,5	1	1,5	2
(Tương ứng với chu kỳ lặp lại, năm)	(1000 ÷ 500)	(200)	(100)	(67)	(50)
-Tần suất kiểm tra (%)	>0,02 ÷ 0,04*	0,1	0,2	0,5	
(Tương ứng với chu kỳ lặp lại, năm)	(5 000 ÷ 2500)	(1 000)	(500)	(200)	
Công trình đầu mối vùng triều; Công trình và hệ thống dẫn thoát liên quan trong hệ thống tưới tiêu nông nghiệp( trừ công trình dẫn tháo nước qua sông suối đã nói ở điểm 1)					
-Tần suất thiết kế (%)	0,2	0,5	1	1,5	2
(Tương ứng với chu kỳ lặp lại, năm)	(500)	(200)	(100)	(67)	(50)

*Chú thích:*

*\* Tần suất nhỏ áp dụng cho các công trình có dạng lũ phức tạp, thường xuất hiện ở vùng miền núi, trung du. Tần suất lớn áp dụng cho các công trình có dạng lũ ổn định thường xuất hiện ở vùng đồng bằng.*

**Bảng P1-4. Hệ số lệch tải (n) khi tính ổn định và độ bền của công trình**

Tên tải trọng và tác động	n
Trọng lượng bản thân công trình	1,05 (0,95)
Trọng lượng bản thân lớp áo đường hầm	1,20 (0,90)
Áp lực thẳng đứng của trọng lượng đất	1.10 (0,90)
Áp lực bên của đất	1,20 (0,80)
Áp lực bùn cát	1,20
Áp lực đá: - Trọng lượng đá khi tạo vòm	1,50
Áp lực đá nằm ngang	1,20 (0,80)
Trọng lượng đất, đá trên đường hầm	1.10 (0,90)
Áp lực nước tính, áp lực sóng, áp lực thấm ngược	1,00
Áp lực của nước ngầm lên áo đường hầm	1.10 (0,90)
Áp lực nước bên trong đường hầm (kể cả nước va)	1,00
Áp lực mạch động của nước	1,20
Áp lực của vữa khi phụt xi măng	1,20 (1,00)
Tải trọng đứng và ngang của máy nâng, bốc, dỡ, vận chuyển, tải trọng của các thiết bị cố định	1,20
Tải trọng do gió	1,30
Tải trọng do tàu thuyền	1,20
Tác động của nhiệt độ và độ ẩm	1.10
Tác động của động đất	1,00

**Bảng P1-5. Hệ số điều kiện làm việc (m)**

Các loại công trình và loại nền	m
1. Công trình bê tông và bê tông cốt thép trên nền đất và đá nửa cứng	1,00
2. Công trình bê tông và bê tông cốt thép trên nền đá	
a. Khi mặt trượt đi qua các khe nứt trong đá nền	1,00
b. Khi mặt trượt qua mặt tiếp xúc giữa bê tông và đá, hoặc một phần qua đá nguyên khối	0,95
3. Đập vòm và các công trình ngăn chống khác trên nền đá	0,75
4. Các mái dốc tự nhiên và nhân tạo	1,00

**Bảng P1-6. Hệ số tin cậy (K<sub>n</sub>)**

Cấp công trình	I	II	III	IV	V
K <sub>n</sub>	1,25	1,20	1,15	1.10	1.10

**Bảng P1-7. Hệ số an toàn ổn định nhỏ nhất của mái đập đất  $[K_{cp}]$  (Theo 14TCN-157-2005)**

Điều kiện làm việc (Tổ hợp lực tác dụng)	Cấp đập			
	I	II	III	IV-V
Bình thường (cơ bản)	1,50	1,35	1,30	1,25
Đặc biệt	1,20	1,15	1,10	1,05

**Bảng P1-8. Chiều cao an toàn  $a$  khi tính cao trình đỉnh đập đất (Theo 14TCN-157-2005)**

Điều kiện làm việc của hồ chứa	Chiều cao an toàn $a$ theo cấp của đập				
	I	II	III	IV	V
Ở mực nước dâng bình thường	1,5	1,2	0,7	0,5	0,5
Ở mực nước lũ thiết kế	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
Ở mực nước lũ kiểm tra	0,5	0,3	0,2	0,2	0,0

## Phụ lục 2 .CÁC ĐẶC TRƯNG CỦA SÓNG DO GIÓ LÊN CÔNG TRÌNH

**Bảng P2-1. Tần suất gió lớn nhất tính toán khi xác định cao trình đỉnh đập đất(Theo 14TCN-157-2005)**

Trường hợp tính toán	Tần suất gió theo cấp của đập (%)		
	I -II	III - IV	V
Mức nước dâng bình thường	2	4	10
Mức nước lũ thiết kế	25	50	50

*Ghi chú:* Trường hợp mức nước lũ kiểm tra không xét đến sóng leo do gió gây ra

**Bảng P2-2. Mức bảo đảm tính toán của chiều cao sóng  $i\%$  khi tính ổn định và độ bền các công trình ( theo QPTL C1-78)**

Loại công trình	$i\%$
Công trình có biên dạng thẳng đứng	1
Công trình xuyên thông và vật chắn bị nước chảy bao	
Cấp I	1
Cấp II	5
Cấp III - IV	13
Công trình gia cố bờ cấp II	1
III - IV	5
Công trình có biên dạng nghiêng gia cố bằng	
- Các tấm bê tông	1
- Đá đổ	2

**Chú thích:** (của bảng P2-2):

1. Khi xác định các tải trọng lên công trình cần lấy theo chiều cao sóng có mức bảo đảm đã cho  $h_i$  và chiều dài sóng trong phạm vi từ 0,8 tới  $1,4 \bar{\lambda}$ , tương ứng với lực tác dụng lớn nhất do sóng.

2. Cần lấy mức bảo đảm tính toán của sóng trong hệ thống:

- Khi xác định mức độ bảo vệ của vùng nước trước bến của các cảng: 5%;

- Khi xác định sóng leo: 1%

3. Khi định cao trình các công trình xuyên thông xây dựng ở các vùng nước hỏ, được phép lấy mức bảo đảm tính toán của chiều cao sóng trong hệ thống bằng 0,1% khi có luận chứng thích đáng.

**Bảng P2-3. Các hệ số K1, K2 khi tính chiều cao sóng leo 1%( theo QPTL C1-78)**

Đặc trưng lớp gia cố mái	Độ nhám tương đối $\Delta/h_{1\%}$	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>
Bản bê tông (bê tông cốt thép) cuội sỏi, đá hoặc gia cố bằng các khối bê tông (bê tông cốt thép)	-	1	0,9
	< 0,002	1	0,9
	0,005 - 0,01	0,95	0,85
	0,02	0,90	0,80
	0,05	0,80	0,75
	0,10	0,75	0,70
	> 0,20	0,70	0,60
			0,50

**Bảng P2-4. Hệ số K<sub>3</sub> khi tính chiều cao sóng leo 1%( theo QPTL C1-78)**

Hệ số mái $m_\alpha$		0,4	0,4 - 2	3 - 5	> 5
Hệ số K <sub>3</sub>	Khi vận tốc gió > 20m/s	1,3	1,4	1,5	1,6
	Khi vận tốc gió ≤ 10m/s	1,1	1,1	1,1	1,2

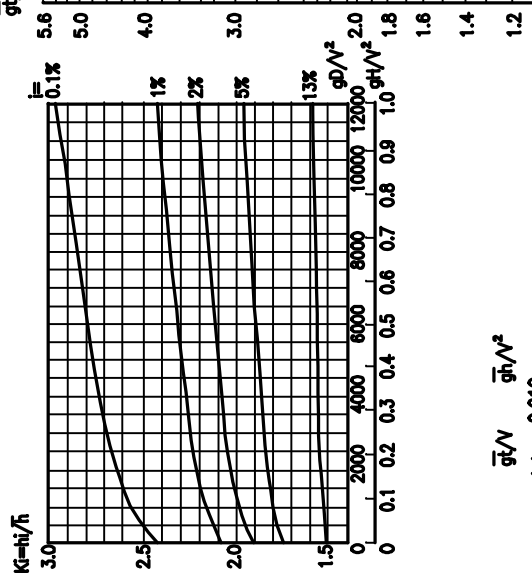
**Bảng P2-5. Hệ số  $K_i$  để tính sóng leo có mức bảo đảm  $i\%$** 

$i\%$	0,1	1	2	5	10	30	50
$K_i$	1,1	1	0,96	0,91	0,86	0,76	0,68

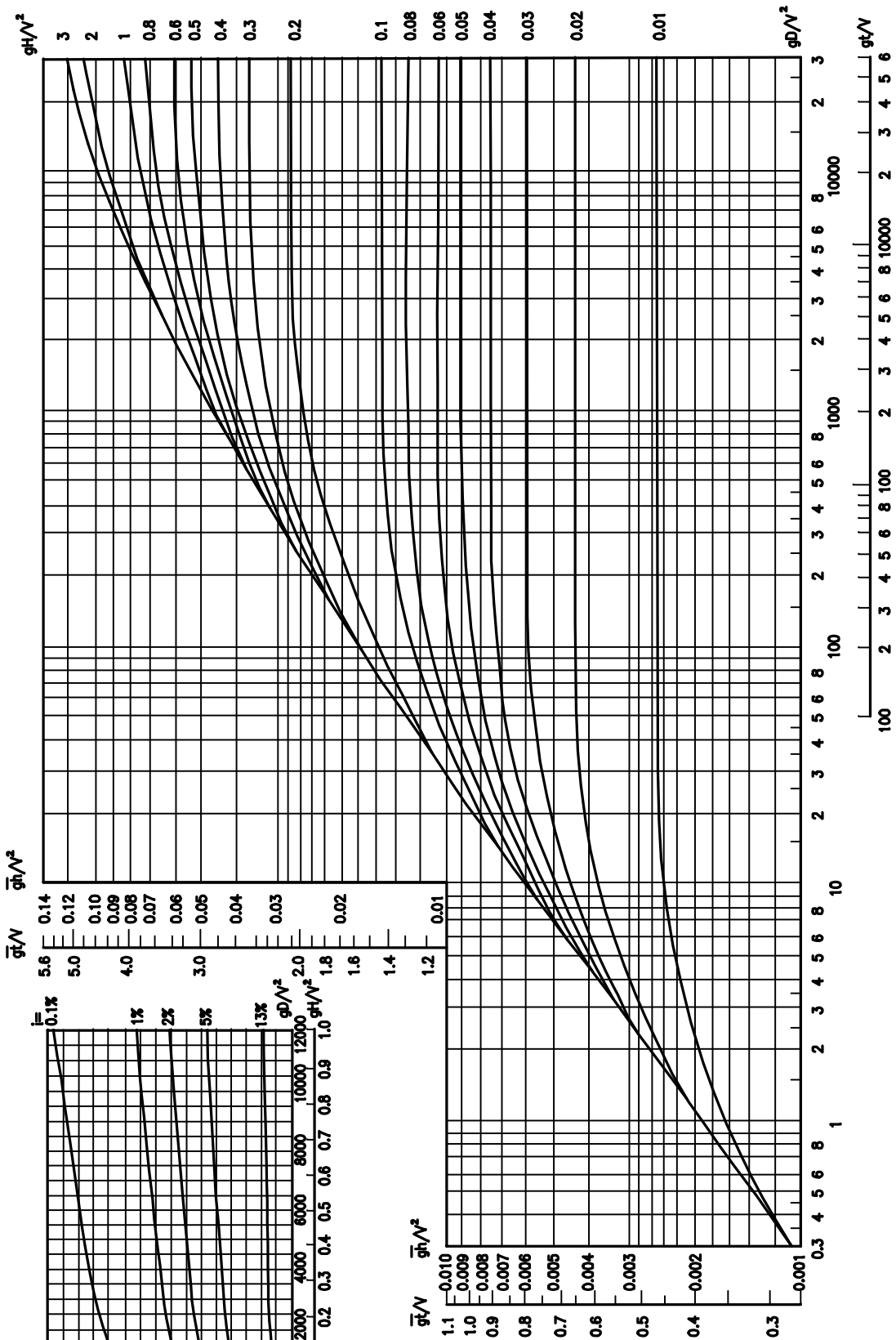
**Bảng P2-6. Hệ số  $K_a$  khi xác định chiều cao sóng leo( theo QPTL C1-78)**

$a_3$ (độ)	0	10	20	30	40	50	60
$K_a$	1	0,98	0,96	0,92	0,87	0,82	0,76

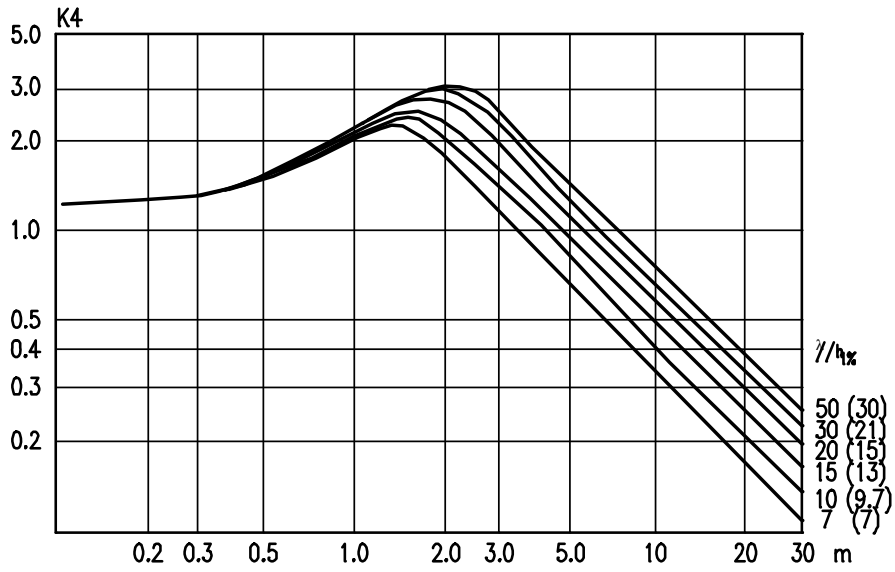
Hình P2-2 Đồ thị xác định Kí



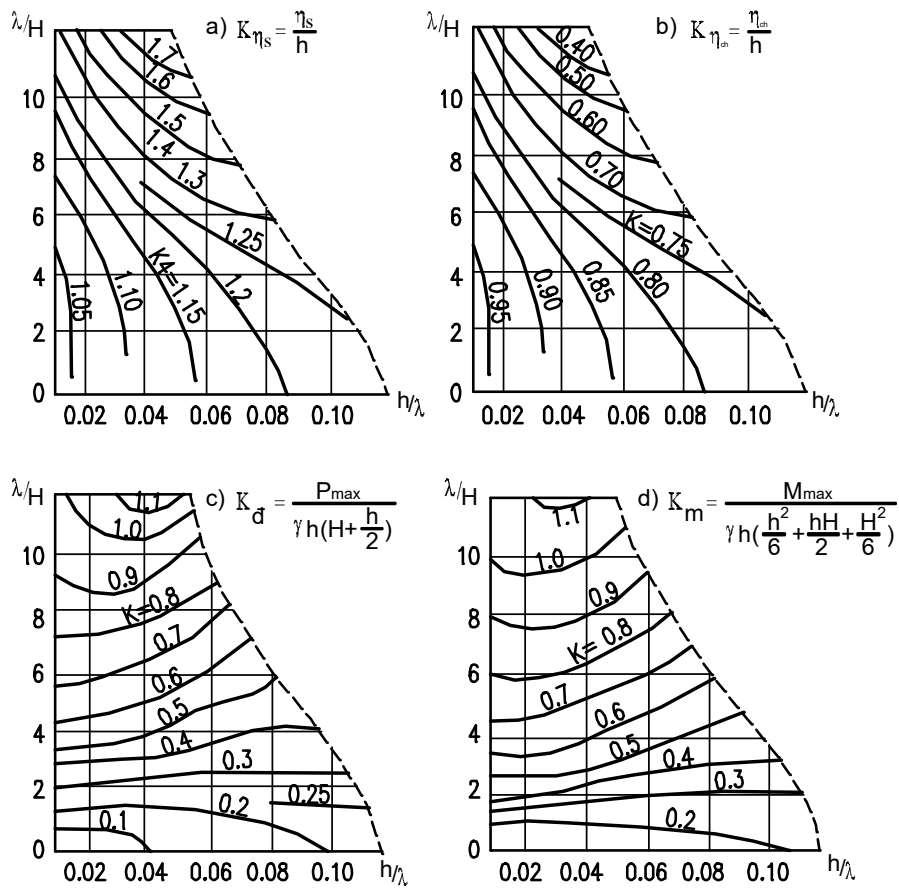
Hình P2-1 Đồ thị xác định các yếu tố của sóng







Hình P2-3 Đồ thị xác định hệ số K4. Các tham số của đường cong là  $h/h_x$  (Tỉ số trong ngoặc đơn là khi  $H \leq 2h_x$ )



Hình P2-4. Các đồ thị xác định đặc trưng tác dụng của sóng gió lên công trình

**Phụ lục 3: ĐẶC TRUNG ĐỘ BỀN THẨM CỦA ĐẤT NỀN VÀ ĐẤT ĐẬP ĐẬP**

**Bảng P3-1. Hệ số C để kiểm tra chiều dài cần thiết của đường viền thấm của công trình**

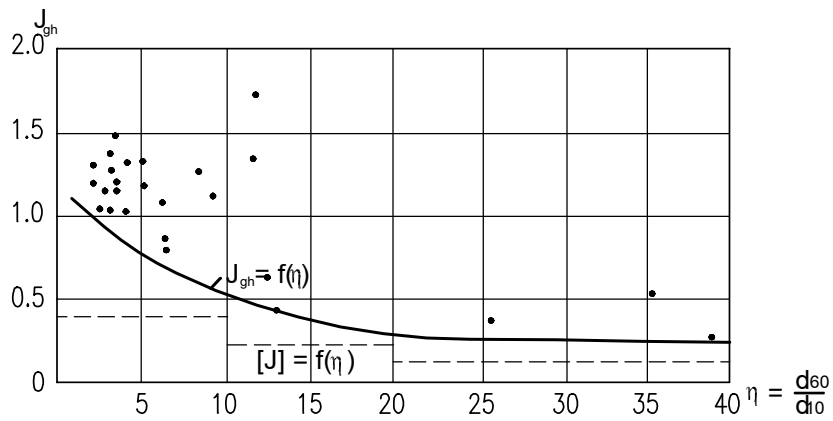
Loại đất nền	C	Loại đất nền	C
Đất sét chặt	1,5	Cuội sỏi hạt nhỏ	3,5
Đất sét chặt vừa	1,7-2,0	Cát hạt lớn	4,0
Đất sét mềm, đất thịt	0,2-2,5	Cát hạt trung bình	5,0
Đá cuội, sỏi hạt lớn	2,5	Cát hạt nhỏ	6,0
Cuội sỏi hạt trung bình	3,0	Cát mịn	7,0

**Bảng P3-2. Gradien thấm cho phép để kiểm tra độ bền thấm đặc biệt của nền đất của đập**

Loại đất nền	J <sub>k</sub> khi công trình cấp			
	I	II	III	IV-V
Đất sét	0,7	0,80	0,90	1,08
Đất á sét	0,35	0,40	0,45	0,54
Cát hạt lớn	0,32	0,35	0,40	0,48
Cát hạt trung bình	0,22	0,25	0,28	0,34
Cát hạt nhỏ	0,18	0,20	0,22	0,26

**Bảng P3-3. Gradien cho phép để kiểm tra độ bền thấm đặc biệt của thân đập đất**

Loại đất nền	J <sub>k</sub> khi công trình cấp			
	I	II	III	IV-V
Đất sét chặt	1,50	1,65	1,80	1,95
Đất á sét	1,05	1,15	1,25	1,35
Cát hạt trung bình	0,70	0,80	0,90	1,00
Cát pha	0,55	0,65	0,75	0,85
Cát hạt nhỏ	0,45	0,55	0,65	0,75



Hình P3-1. Trị số  $J_{gh}$  để kiểm tra xói ngầm cơ học của đất  
(Tài liệu thí nghiệm của V.S. Istômina)

## THÔNG TIN TÁC GIẢ

### **PGS\_TS. Nguyễn Cảnh Thái - Trưởng Bộ môn**



Ngày sinh: 05 - 07 - 1965.

Tốt nghiệp đại học: năm 1987

Thạc sỹ: năm 1997 - Trường Đại học tổng hợp Kyoto - Nhật Bản

Tiến sỹ: Năm 2000 – Trường Đại học tổng hợp Kyoto - Nhật Bản

PGS: Năm 2009 - Hội đồng chức danh nhà nước

Điện thoại: 0913 271 566

Email: [ncanhthai@wru.edu.vn](mailto:ncanhthai@wru.edu.vn)

### **PGS\_TS. Nguyễn Quang Hùng - Phó Trưởng Bộ môn**



Ngày sinh: 31 - 12 - 1975

Tốt nghiệp đại học: Năm 1997 - Trường Đại học Thủy Lợi

Thạc sỹ: năm 2000 - Đại học Thủy Lợi

Tiến sỹ : năm 2004 trường đại học Vũ Hán – Trung Quốc

Điện thoại: 04-8532611, 0915 091 173

PGS: Năm 2010 - Hội đồng chức danh nhà nước

Email: [hungwuhan@wru.edu.vn](mailto:hungwuhan@wru.edu.vn)

### **GS.TS. Nguyễn Chiến - Trưởng Khoa Công Trình**



Ngày sinh: 16 - 08 - 1951

Tốt nghiệp đại học năm 1974- Đại học Thủy Lợi- HN

Tiến sỹ: Năm 1989 - Trường Đại học Thủy lợi Maxcova -

Ngành: Công trình thủy.

PGS: Năm 2009 - Hội đồng chức danh nhà nước

Điện thoại :04-8530293, 0989 097 791

Email: [chienct@wru.edu.vn](mailto:chienct@wru.edu.vn)



**GS.TS. Nguyễn Văn Mạo – Nguyên Trưởng Khoa Công trình**

Ngày sinh: 21 - 02 - 1946

Tốt nghiệp đại học: Năm 1969 Trường Đại học Thủy Lợi

Tiến sĩ: Năm 1987 - Đại học Thủy Lợi

Điện thoại: 04-8532611, 0913 515 377

Email: [maonguyen@wru.edu.vn](mailto:maonguyen@wru.edu.vn)



**TS. Lê Thanh Hùng**

Ngày sinh: 24 - 09 - 1972

Tốt nghiệp đại học: năm 1999- Đại học Thủy Lợi

Tiến sĩ: năm 2003 - Đại học

Email: [hungle@wru.edu.vn](mailto:hungle@wru.edu.vn)



**ThS. Vũ Hoàng Hải**

Ngày sinh: 16 - 03 - 1978

Tốt nghiệp đại học năm 2001 - Đại học Thủy Lợi

Thạc sĩ : năm 2004 - Đại học Thủy Lợi

Điện thoại: 0979 797 155

Email: [vuhai\\_tc@wru.edu.vn](mailto:vuhai_tc@wru.edu.vn)



**ThS. Nguyễn Mai Chi**

Ngày sinh: 15 - 01 - 1978

Tốt nghiệp đại học năm 2000 - Đại học Thủy Lợi

Thạc sĩ: năm 2005 - Đại học Thủy Lợi

Điện thoại: 0915 268 782

Email: [maichi@wru.edu.vn](mailto:maichi@wru.edu.vn)



**ThS. Phạm Thị Hương**

Ngày sinh: 03 - 09 - 1978

Tốt nghiệp đại học: Năm 2001- Đại học Thủy Lợi

Thạc sĩ: 2005 - Đại học Thủy Lợi

Điện thoại: 0989 398 859

Email: [phamhuong@wru.edu.vn](mailto:phamhuong@wru.edu.vn)



**ThS. Hồ Sỹ Tâm**

Ngày sinh: 30 - 07 - 1979

Tốt nghiệp đại học năm 2002- Đại học Thủy Lợi

Thạc sỹ: 2005 - Đại học Thủy Lợi

Điện thoại: 0983 088 567

Email: [tamhs.cctl@wru.edu.vn](mailto:tamhs.cctl@wru.edu.vn)



**ThS. Nguyễn Lan Hương**

Ngày sinh: 18 - 07 - 1979

Tốt nghiệp đại học: Năm 2002- Đại học Thủy Lợi.

Thạc sỹ: 2006 - Đại học Thủy Lợi

Điện thoại: 0913 319 717

Email: [lanhuong@wru.edu.vn](mailto:lanhuong@wru.edu.vn)



**ThS. Lương Thị Thanh Hương**

Ngày sinh: 23 - 02 - 1981

Tốt nghiệp đại học: Năm 2003- Đại học Thủy Lợi

Thạc sỹ: 2006 - Đại học Thủy Lợi

Điện thoại: 0912 567 225

Email: [thanhhuong@wru.edu.vn](mailto:thanhhuong@wru.edu.vn)



**ThS. Lê Văn Thịnh**

Ngày sinh: 02 - 01 - 1981

Tốt nghiệp đại học: Năm 2004 - Đại học Thủy Lợi

Thạc sỹ: 2007 - Đại học Thủy Lợi

Điện thoại: 04-38538427, 0912 859 479

Email: [levanthinh@wru.edu.vn](mailto:levanthinh@wru.edu.vn)



**ThS. Nguyễn Hoàng Long**

Ngày sinh: 12 - 04 - 1982

Tốt nghiệp đại học: Năm 2005 - Đại học Thủy Lợi

Thạc sỹ: 2008 - Đại học Thủy Lợi

Điện thoại: 0904 127 667

Email: [hoanglong@wru.edu.vn](mailto:hoanglong@wru.edu.vn)

**ThS. Nguyễn Phương Dung**

Ngày sinh: 01 - 05 - 1982

Tốt nghiệp đại học: Năm 2006 - Đại học Bách khoa Saint Peterboug - Liên Bang Nga

Thạc sỹ: 2008 - Đại học Bách khoa Saint Peterboug - Liên Bang Nga

Điện thoại: 0982 955 885

Email: [nguyenphuongdungn@wru.edu.vn](mailto:nguyenphuongdungn@wru.edu.vn)



**KS. Trần Hữu Nghị**

Ngày sinh: 19 - 09 - 1983

Tốt nghiệp đại học: Năm 2006 - Đại học Xây Dựng

Đang học Master tại trường Coastal Engineering Lab-Civil Engineering Department-The University of Tokyo - Nhật Bản

Email: [tranhuunghi.vn@gmail.com](mailto:tranhuunghi.vn@gmail.com)



**KS. Phạm Lan Anh**

Ngày sinh: 30 - 11 - 1984

Tốt nghiệp đại học: Năm 2007 - Đại học Thủy Lợi

Đang học Master tại trường Delft University of Technology - Hà Lan

Email: [lananhct@wru.edu.vn](mailto:lananhct@wru.edu.vn)



**ThS. Tô Hữu Đức**

Ngày sinh: 02 - 06 - 1983

Tốt nghiệp đại học : 2007 - Saint Petersburg State Polytechnical University

Tốt nghiệp Thạc sỹ: 2009 - Saint Petersburg State Polytechnical University

Điện thoại: 01669816461

Email : [thduc@wru.edu.vn](mailto:thduc@wru.edu.vn)



