

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

14 TCN

TIÊU CHUẨN NGÀNH

14 TCN 130 - 2002

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ ĐÊ BIỂN

47

HÀ NỘI - 2002

**CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**

14 TCN

TIÊU CHUẨN NGÀNH

14 TCN 130 - 2002

**HƯỚNG DẪN
THIẾT KẾ ĐÊ BIỂN**

HÀ NỘI - 2002

LỜI NÓI ĐẦU

Tiêu chuẩn 14 TCN 130 - 2002: “Hướng dẫn thiết kế đê biển” được biên soạn dựa trên cơ sở các tài liệu trong và ngoài nước có liên quan, kinh nghiệm thiết kế và xây dựng đê biển.

Cơ quan biên soạn:

CỤC PHÒNG CHỐNG LỤT BÃO VÀ QUẢN LÝ ĐÊ ĐIỀU

Cơ quan trình duyệt:

VỤ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ VÀ CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM

Cơ quan ban hành:

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

(Theo quyết định số 72/2002/QĐ-BNN, ngày 13 tháng 8 năm 2002 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn).

**QUYẾT ĐỊNH CỦA BỘ TRƯỞNG
BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
Về việc ban hành tiêu chuẩn ngành**

BỘ TRƯỞNG BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

- Căn cứ Nghị định số 73/CP ngày 01 tháng 11 năm 1995 của Chính phủ về chức năng nhiệm vụ, quyền hạn và tổ chức bộ máy của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;
- Căn cứ vào Pháp lệnh chất lượng hàng hóa ngày 24 tháng 12 năm 1999;
- Căn cứ vào Quy chế Lập, xét duyệt và ban hành tiêu chuẩn ngành ban hành kèm theo quyết định số 135/1999-QĐ-BNN-KHCN ngày 01 tháng 10 năm 1999;
- Theo đề nghị của ông Vụ trưởng Vụ Khoa học công nghệ & Chất lượng sản phẩm, Cục trưởng Cục Phòng chống lụt bão và Quản lý đê điều,

QUYẾT ĐỊNH

Điều 1: Ban hành kèm theo quyết định này tiêu chuẩn ngành: 14 TCN 130-2002: **Hướng dẫn thiết kế đê biển.**

Điều 2: Tiêu chuẩn này có hiệu lực sau 15 ngày, kể từ ngày ký ban hành.

Điều 3: Các ông Chánh văn phòng Bộ, Vụ trưởng Vụ Khoa học công nghệ và Chất lượng sản phẩm, Cục trưởng Cục Phòng chống lụt bão và Quản lý đê điều, Thủ trưởng các đơn vị liên quan chịu trách nhiệm thi hành quyết định này.

**KT. BỘ TRƯỞNG BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
THỨ TRƯỞNG**

Nơi nhận:

- Như điều 3;
- Lưu VP Bộ

Đã ký: Nguyễn Đình Thịnh

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ ĐÊ BIỂN

Guideline For Seadyke Design

1. QUY ĐỊNH CHUNG

1.1. Phạm vi áp dụng

1.1.1. Hướng dẫn này dùng để thiết kế đê biển mới, tu sửa đê biển cũ (gồm công trình đê và công trình bảo vệ đê) và công trình bảo vệ bờ biển, bãi biển vùng không có đê.

1.1.2. Đê biển trong hướng dẫn này bao gồm:

- a) Đê bảo vệ vùng dân cư, kinh tế trong vùng bờ biển lở;
- b) Đê lấn biển để mở mang vùng đất mới trong vùng bờ biển bồi;
- c) Đê quây các vùng bờ biển, hải đảo, phục vụ các mục đích: quân sự, khai thác thủy sản, du lịch v.v...;
- d) Đê dọc theo hai bờ đoạn cửa sông (đê cửa sông), để chống lũ sông và chống sự phá hoại của các yếu tố biển.

1.2. Các căn cứ thiết kế

1.2.1. Các tài liệu về quy hoạch vùng dự án đã được duyệt;

1.2.2. Các luật, pháp lệnh, nghị định, văn bản hiện hành có liên quan;

1.2.3. Các chế độ, chính sách, tiêu chuẩn, quy trình, quy phạm, định mức đơn giá hiện hành có liên quan.

1.2.4. Các hồ sơ kỹ thuật, dự án có liên quan.

1.2.5. Các tài liệu, số liệu cơ bản: Được các cơ quan có tư cách pháp nhân lập hoặc xác nhận theo đúng các quy trình, quy phạm, hướng dẫn hiện hành:

- a) Tài liệu về địa hình, địa mạo theo quy định cho giai đoạn thiết kế;
- b) Tài liệu về cấu tạo địa chất và địa chất công trình theo quy định cho giai đoạn thiết kế;
- c) Số liệu về khí tượng thu thập và thực đo (đặc biệt là tài liệu về gió bão, gồm tần suất, cường độ, phân bố theo thời gian và không gian);
- d) Số liệu về thủy hải văn điều tra, thu thập và thực đo: Mức nước, dòng chảy, sóng, chuyển động bùn cát trong vùng công trình và lân cận;
- e) Tình trạng thiên tai và diễn biến: Sạt lở, bồi lắng, thiệt hại đã xảy ra ở vùng công trình;
- f) Hiện trạng và quy hoạch phát triển dân sinh, kinh tế, môi trường và xã hội của vùng dự án v. v...

2. TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ CỦA ĐÊ BIỂN VÀ CÔNG TRÌNH BẢO VỆ ĐÊ BIỂN

2.1. Trị số gia tăng độ cao an toàn (a) của công trình đê và công trình bảo vệ đê: Xác định theo bảng 2.1.

Bảng 2.1. Trị số gia tăng độ cao an toàn (a)

Cấp công trình	Đặc biệt	I	II	III	IV
Trị số gia tăng độ cao an toàn (m)	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3

Ghi chú: Cấp công trình của đê biển và công trình bảo vệ đê biển lấy theo quy định hiện hành.

2.2. Hệ số an toàn ổn định chống trượt (k) của công trình bằng đất: Không được nhỏ hơn các trị số quy định trong bảng 2.2.

Bảng 2.2. Hệ số an toàn ổn định chống trượt (k)

Cấp công trình		Đặc biệt	I	II	III	IV
Hệ số an toàn	Điều kiện sử dụng bình thường	1,30	1,25	1,20	1,15	1,10
	Điều kiện sử dụng bất thường	1,20	1,15	1,10	1,05	1,05

2.3. Hệ số an toàn ổn định chống trượt (k) của công trình thành đứng: không được nhỏ hơn các trị số quy định trong bảng 2.3.

Bảng 2.3. Hệ số an toàn ổn định chống trượt (k) của công trình thành đứng

Tính chất nền		Đá					Đất				
		Cấp công trình					Cấp công trình				
Hệ số an toàn	Điều kiện sử dụng bình thường	Đặc biệt	I	II	III	IV	Đặc biệt	I	II	III	IV
	Điều kiện sử dụng bất thường	1,15	1,10	1,05	1,05	1,00	1,35	1,30	1,25	1,20	1,15
Hệ số an toàn	Điều kiện sử dụng bình thường	1,05	1,05	1,00	1,00	1,00	1,20	1,15	1,10	1,05	1,05
	Điều kiện sử dụng bất thường	1,05	1,05	1,00	1,00	1,00	1,20	1,15	1,10	1,05	1,05

2.4. Hệ số an toàn ổn định chống lật (k) của đê thành đứng: không được nhỏ hơn các trị số quy định ở bảng 2.4.

Bảng 2.4. Hệ số an toàn ổn định chống lật (k) của đê thành đứng

Cấp công trình		Đặc biệt	I	II	III	IV
Hệ số an toàn	Điều kiện sử dụng bình thường	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
	Điều kiện sử dụng bất thường	1,50	1,45	1,40	1,35	1,30

Ghi chú: Các bảng 2.2; 2.3; 2.4:

- Điều kiện sử dụng bình thường là điều kiện thiết kế;
- Điều kiện sử dụng bất thường là điều kiện trong thời kỳ thi công hoặc khi có động đất;
- Các giá trị hệ số an toàn thực tế tính được của công trình không được vượt quá 20% với điều kiện sử dụng bình thường và 10% với điều kiện sử dụng bất thường.

3. TUYẾN ĐÊ BIỂN

3.1. Yêu cầu chung

Tuyến đê biển được chọn trên cơ sở so sánh kinh tế-kỹ thuật các phương án, trên cơ sở xem xét:

- Sự phù hợp quy hoạch tổng thể phát triển toàn vùng;
- Điều kiện địa hình, địa chất;
- Diễn biến cửa sông và bờ biển;
- Vị trí công trình hiện có và công trình xây dựng theo quy hoạch;
- An toàn, thuận lợi trong xây dựng, quản lý, khai thác đê và khu vực được đê bảo vệ;
- Bảo vệ các di tích văn hoá, lịch sử và địa giới hành chính.

3.1.1. Vị trí tuyến đê cần đảm bảo:

- Đi qua vùng có địa thế cao, địa chất nền tương đối tốt;
- Nối tiếp với các vị trí ổn định, tận dụng công trình đã có;
- Đi qua vùng thuận lợi cho bố trí các công trình phụ trợ;
- Không ảnh hưởng đến công trình thoát lũ (đối với đê cửa sông);
- So sánh hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của 2÷3 vị trí tuyến đê để chọn một vị trí đạt hiệu quả tổng hợp tốt nhất;
- Ảnh hưởng của tuyến đê đến hoạt động giao thông bến cảng và vùng đất phía sau, đến bãi tắm, vùng du lịch, di tích lịch sử và danh lam thắng cảnh có thể chấp nhận;
- Vị trí tuyến đê quan trọng cần tiến hành thí nghiệm mô hình thủy lực để xác định.

3.1.2. Hình dạng tuyến cần đảm bảo:

- Bố trí tuyến đê cần đơn giản, tốt nhất là đường thẳng, tránh gãy khúc, ít lồi lõm. Trong trường hợp phải bố trí tuyến đê lồi, cần có các biện pháp giảm sóng hoặc tăng cường sức chống đỡ của đê;
- Thuận lợi trong việc giảm nhẹ tác dụng của sóng và dòng chảy mạnh nhất trong khu vực;
- Không tạo ra mắt xích yếu ở nơi nối tiếp với các công trình lân cận, không ảnh hưởng xấu đến các vùng đất liên quan.

3.2. Tuyến đê quai lán biển, cần đảm bảo:

- Nằm trong quy hoạch tổng thể hệ thống công trình khai thác vùng đất mới cửa sông ven biển cũng như các yêu cầu về thoát lũ, giao thông thủy, môi trường du lịch;
- Thống nhất với quy hoạch hệ thống kênh mương thủy lợi, hệ thống đê ngăn và cống thoát, hệ thống giao thông phục vụ thi công và khai thác;
- Khả thi trong thi công, đặc biệt là hợp long đê, tiêu thoát úng, bồi đắp đất mới quai, cải tạo thổ nhưỡng (thau chua, rửa mặn), cơ cấu cây trồng, quy trình khai thác.v.v...
- Tuyến đê quai phải xác định trên cơ sở nghiên cứu về quy luật bồi xói trong vùng quai đê và các yếu tố ảnh hưởng khác như điều kiện thủy thạch động lực ở vùng nối tiếp, sóng dâng, ngăn chặn dòng bùn cát ven bờ, sự mất cân bằng tải cát ở vùng lân cận.

3.2.1. Cao trình bãi có thể quai đê lán biển

Cần so sánh lựa chọn trên cơ sở kinh tế - kỹ thuật phương án quai đê lán biển trong hai trường hợp sau:

- a) Quai đê ở vùng đất lộ ra ở mức nước biển trung bình triều cao (đồng bằng Bắc Bộ thường lấy mốc +0,5m đến +1,0m, hệ cao độ lục địa theo 14 TCN 102 - 2002).
- b) Quai đê rộng ra các vùng có cao độ thấp hơn, sau đó dùng các biện pháp kỹ thuật xúc tiến quá trình bồi lắng cho vùng bãi trong đê để đạt mục tiêu khai thác.

3.2.2. Các tuyến đê ngăn vùng bãi trong đê quai

Tuyến đê bao ngoài là vành đê chính bảo vệ vùng đất lán biển, trong tuyến đê chính cần bố trí các tuyến đê ngăn, chia toàn vùng ra thành các ô và chia mỗi ô thành nhiều mảnh, thích hợp với điều kiện tự nhiên và yêu cầu khai thác.

3.3. Tuyến đê vùng bãi biển xói (biển lán)

3.3.1. Yêu cầu chung

Ở vùng bãi biển bị xâm thực, tuyến đê bị phá hoại do tác động trực tiếp của sóng vào thân đê, sạt sụt do bãi trước đê bị xói, chân đê bị moi hẫng. Cần nghiên cứu kỹ xu thế diễn biến của đường bờ, cơ chế và nguyên nhân hiện tượng xói bãi, các yếu tố ảnh hưởng khác.v.v... tuyến đê cần gắn liền với các công trình chống xói bãi.

Khi chưa có biện pháp khống chế được hiện tượng biển lán thì tuyến đê không làm vĩnh cửu, cần bố trí thêm tuyến đê dự phòng kết hợp với các biện pháp phi công trình để giảm tổn thất khi tuyến đê chính bị phá hoại.

3.3.2. Tuyến đê chính

Theo điều 3.1 và xét đến các yếu tố đặc thù vùng biển lán để định ra vị trí tuyến đê chính hợp lý như sau:

- Nằm phía trong vị trí sóng vỡ lần đầu (cách một chiều dài sóng thiết kế);
- Song song với đường mép nước khi triều kiệt.

3.3.3. Tuyến đê dự phòng

- Khoảng cách giữa tuyến đê dự phòng và đê chính ít nhất bằng 2 lần chiều dài sóng thiết kế.
- Giữa hai tuyến đê chính và đê dự phòng nên bố trí các đê ngăn, khoảng cách giữa các tuyến đê ngăn nên bằng $3 \div 4$ lần khoảng cách giữa hai đê.

3.4. Tuyến đê vùng cửa sông

Đê vùng cửa sông là đê nối tiếp giữa đê sông và đê biển, chịu ảnh hưởng tổng hợp của yếu tố sông, biển. Tuyến đê cửa sông cần đảm bảo thoát lũ và an toàn dưới tác dụng của các yếu tố ảnh hưởng của sông, biển.

Đối với cửa sông tam giác châu có nhiều nhánh, cần phân tích diễn biến của từng nhánh để có thể quy hoạch tuyến đê có lợi nhất cho việc thoát lũ.

Đối với cửa sông hình phễu, cần khống chế dạng đường cong của tuyến đê (qua tính toán hoặc thực nghiệm) để không gây ra hiện tượng sóng dồn, làm tăng chiều cao sóng, gây nguy hiểm cho bờ sông.

4. THIẾT KẾ MẶT CẮT VÀ KẾT CẤU ĐÊ BIỂN

4.1. Chỉ dẫn chung

4.1.1. Thiết kế mặt cắt đê biển cần tiến hành cho từng phân đoạn. Các phân đoạn được chia theo điều kiện nền đê, vật liệu đắp đê, điều kiện ngoại lực và yêu cầu sử dụng. Mỗi phân đoạn được chọn một mặt cắt ngang đại diện làm đối tượng thiết kế thân đê.

4.1.2. Nội dung thiết kế mặt cắt và kết cấu đê biển bao gồm: Xác định cao trình đỉnh, kích thước mặt cắt, kết cấu đỉnh đê và thân đê.

4.1.3. Mặt cắt và kết cấu đê biển phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật và so sánh kinh tế - kỹ thuật.

4.2. Cao trình đỉnh đê

Cao trình đỉnh đê thông thường xác định theo công thức:

$$Z_d = Z_{tp} + H_{nd} + H_{sl} + a \quad (4-1)$$

Đối với loại đê bố trí cho sóng và lũ tràn hai phía, cao trình đỉnh đê không xét đến yếu tố nước dâng và độ cao gia tăng:

$$Z_d = Z_{tp} + H_{sl} \quad (4-2)$$

Trong đó:

- Z_d - Cao trình đỉnh đê thiết kế, m;
- Z_{tp} - Mực nước biển tính toán, m;
- H_{nd} - Chiều cao nước dâng do bão, m;
- H_{sl} - Chiều cao sóng leo, m;
- a - Trị số gia tăng độ cao an toàn, m;

4.2.1. Xác định mực nước biển tính toán Z_{tp}

Mực nước biển tính toán là mực nước tính toán theo tần suất đảm bảo tại vị trí công trình, bao gồm mực nước triều thiên văn và các giá trị biến thiên do ảnh hưởng của sóng, lũ, địa chấn, giả triều, biến đổi thời tiết, biến đổi mực nước chu kỳ dài v.v... không kể đến nước dâng do bão.

Mực nước biển tính toán Z_{tp} được xác định trên cơ sở phân tích tần suất đảm bảo mực nước biển cao nhất năm ở vị trí công trình (phụ lục A).

Trường hợp không có số liệu thực đo, hoặc sơ bộ tính toán có thể lấy trị số cực đại của mực nước triều thiên văn tính toán theo chu kỳ 19 năm để xác định.

Tần suất đảm bảo mực nước biển tính toán thiết kế đối với cấp công trình quy định ở bảng 4.1.

Bảng 4.1. Tần suất đảm bảo mực nước triều tính toán thiết kế

Cấp công trình của đê	Đặc biệt	I và II	III và IV
Tần suất mực nước biển thiết kế, %.	1	2	5

4.2.2. Xác định chiều cao nước dâng do bão H_{nd}

Chiều cao nước dâng do bão, xác định theo phụ lục C.

Chiều cao nước dâng thiết kế cho các cấp đê quy định trong bảng 4-2.

Bảng 4.2. Chiều cao nước dâng thiết kế cho các cấp đê

Cấp đê Vị trí	Đặc biệt và I	II, III và IV
Bắc vĩ tuyến 16°	Theo tần suất 10% (bảng C-3)	Theo tần suất 20% (bảng C-3)
Từ vĩ tuyến 16° đến vĩ tuyến 11°	1,0m	0,8m
Từ vĩ tuyến 11° đến vĩ tuyến 8°	1,5m	1,0m

4.2.3. Tính toán chiều cao sóng leo H_{sl} : Xác định theo phụ lục D.**4.2.4. Trị số gia tăng độ cao an toàn a :** Quy định trong bảng 2.1.

Ghi chú:

- Trong cùng một tuyến đê, tính toán các phân đoạn có cao trình đỉnh đê khác nhau, thì lấy theo trị số cao nhất.
- Trường hợp ở phía biển của đê có tường chống sóng kiên cố, ổn định, thì cao trình đỉnh đê là cao trình đỉnh tường, nhưng cao trình đỉnh đê đất phải cao hơn mực nước triều thiết kế ít nhất là 0,5 m để đảm bảo mặt đê khô ráo.
- Ngoài tính toán theo công thức (4-1) ra, khi xác định cao trình đỉnh đê thiết kế cho đê đất cần phải xét thêm độ dự phòng do lún. Tùy theo yếu tố địa chất nền đê, chất đất thân đê và độ chặt đất đắp, có thể lấy bằng 3%- 8% chiều cao thân đê. Trong các trường hợp sau, độ lún cần tính toán theo Điều 4-3:
 - Chiều cao đê lớn hơn 10m;
 - Nền đê rất yếu;
 - Thân đê không được đầm chặt;
 - Đất đắp đê có độ nén chặt thấp.

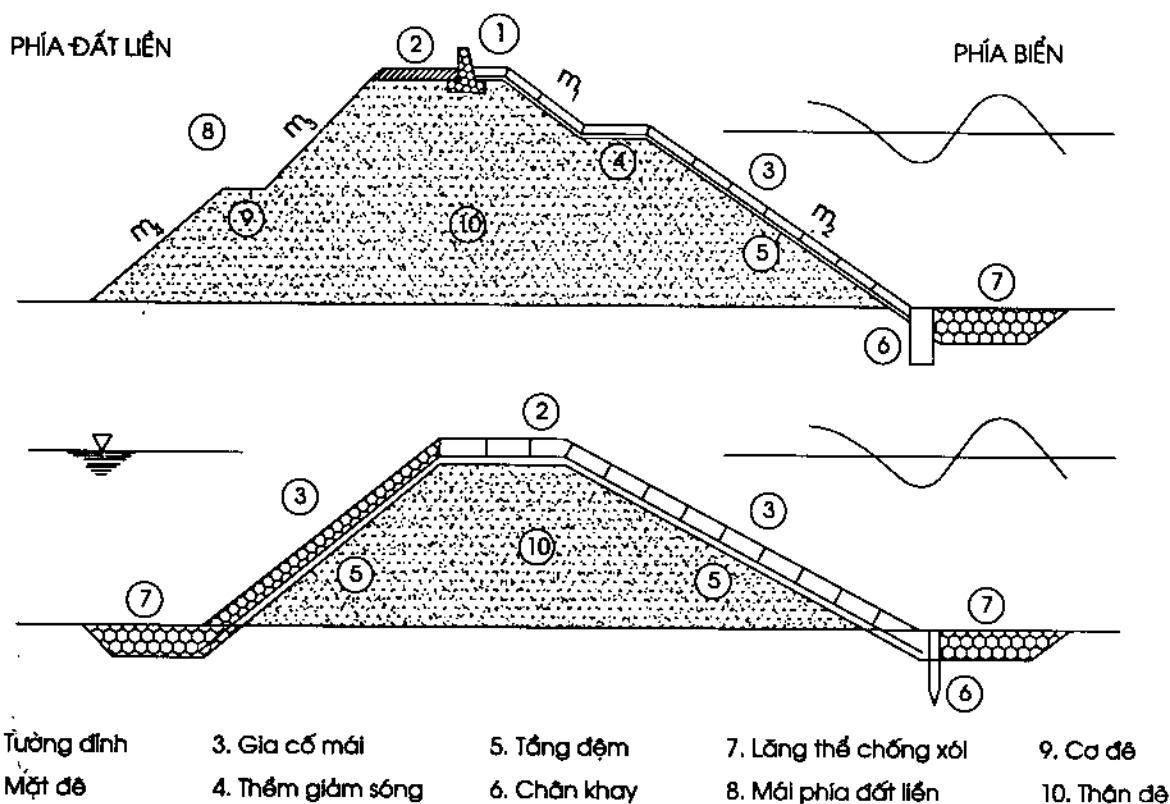
4.3. Thiết kế mặt cắt ngang và kết cấu đê biển**4.3.1. Hình dạng mặt cắt đê và các bộ phận tạo thành**

a) **Đê bằng đất:** Mặt cắt ngang đê biển thường có dạng hình thang (đê mái nghiêng). Trong hướng dẫn thiết kế này chủ yếu cho đê mái nghiêng.

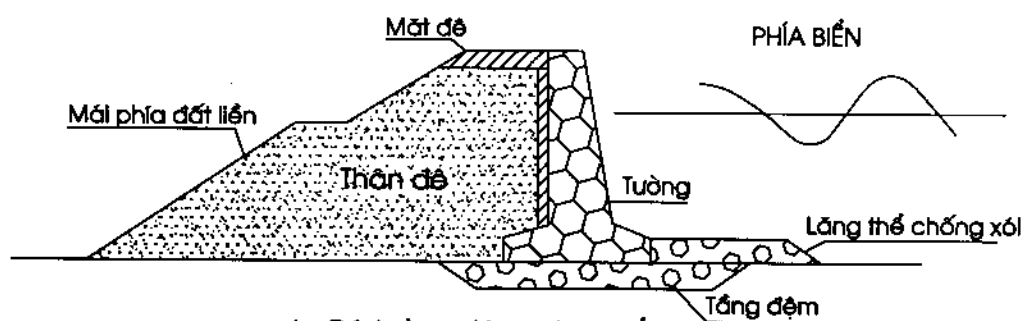
Các yếu tố cấu tạo mặt cắt ngang điển hình thực tế có thể không đủ các bộ phận được thể hiện trên hình 4-1a.

b) **Đê mặt cắt phức hợp:** Do yêu cầu về sử dụng hoặc hạn chế về điều kiện địa hình, địa mạo, thiếu đất đắp v.v... có thể phải sử dụng các dạng mặt cắt phức hợp:

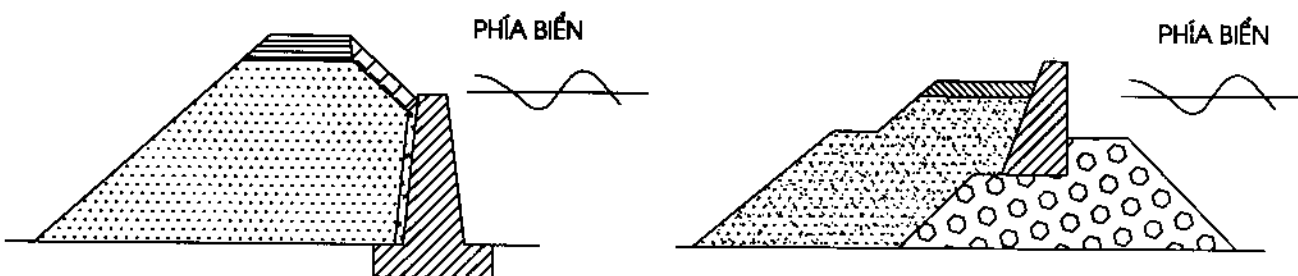
- Đê tường đứng ở phía biển (hình 4-1b);
- Đê tường hỗn hợp nghiêng và đứng ở phía biển (hình 4-1c).



a. Đê mái nghiêng



b. Đê tường đứng phía biển



c. Đê dạng mặt cắt hỗn hợp nghiêng và đứng phía biển

Hình 4.1. Các dạng mặt cắt ngang đê biển

Kết cấu dề tường đứng hoặc tường hỗn hợp nghiêng và đứng ở phía biển: thường là công trình kiểu trọng lực, kết cấu đá xây, khối xếp bê tông; Có nhiệm vụ chắn đất và chắn sóng.

Đối với loại dề có dạng mặt cắt phức hợp: cần xử lý tốt kết cấu nối tiếp giữa tường và khối đất sau tường, đảm bảo cùng làm việc ổn định. Chú ý tác động moi xói chân tường do sóng và dòng chảy biển; nếu cần thì đặt móng tường sâu và bố trí thêm chống xói chân tường.

4.3.2. Chiều rộng và kết cấu đỉnh dề

a) *Chiều rộng đỉnh dề:* Xác định theo cấp công trình, yêu cầu về cấu tạo, thi công, quản lý, dự trữ vật liệu, giao thông (đường quay xe, tránh xe) v.v... nếu cần thì mở rộng cục bộ.

Theo cấp công trình, chiều rộng đỉnh dề qui định như bảng 4.3.

Bảng 4.3. Chiều rộng đỉnh dề theo cấp công trình

Cấp công trình dề	Đặc biệt	I	II	III	IV
Chiều rộng đỉnh dề $B_d(m)$	$6 \div 8$	6	5	4	3

Trường hợp cần mở rộng thêm so với qui định trong bảng 4.3 cần có thoả thuận của cơ quan quản lý dề điều có thẩm quyền.

b) *Kết cấu đỉnh dề:*

- Căn cứ vào mức độ cho phép sóng tràn, yêu cầu về giao thông, quản lý, chất đất đắp dề, mưa gió xói mòn v.v... để xác định theo các tiêu chuẩn mặt đường tương ứng.
- Mặt đỉnh dề cần dốc về một phía hoặc hai phía (độ dốc khoảng 2% - 3%), tập trung thoát nước về các rãnh thoát nước mặt.
- Trường hợp đất đắp dề, mặt bằng đắp dề bị hạn chế, có thể xây tường đỉnh để đạt cao trình đỉnh dề thiết kế.

c) *Tường chống tràn đỉnh dề (gọi tắt là tường đỉnh):*

Tường chống tràn đỉnh dề bố trí ở vai ngoài, mép dề phía biển. Tường chỉ được đặt sau khi thân dề đã ổn định, móng độc lập với công trình gia cố mái. Mặt phía biển của tường nên có dạng mặt cong hắt sóng.

Tường đỉnh không nên cao quá 1,0 m, kết cấu bằng bê tông, bê tông cốt thép, nhưng thông thường bằng đá xây, có khe biến dạng có kết cấu chặn nước cách nhau (10÷20) m đối với tường BTCT, (10÷15) m đối với tường bê tông và gạch đá xây. Ở những vị trí thay đổi đất nền, thay đổi chiều cao tường, kết cấu mặt cắt v.v... cần bố trí thêm khe biến dạng.

Thiết kế tường đỉnh, cần tính toán cường độ, kiểm tra ổn định trượt, lật, ứng suất nền, cũng như yêu cầu chống thấm v.v...

4.3.3. Mái dề

a) *Độ dốc mái dề:* Được thể hiện qua hệ số mái dốc $m = \cot \alpha$, với α là góc giữa mái dề và đường nằm ngang. Độ dốc mái dề được xác định thông qua tính toán ổn định, có xét đến biện pháp thi công, yêu cầu sử dụng khai thác và kết cấu công trình gia cố mái. Thông thường lấy $m = 2 - 3$ cho mái phía đông và $m = 3 - 5$ cho mái phía biển.

b) *Cơ dề trên mái phía đông:* Khi dề có chiều cao lớn hơn 6m, dề phía đông có $m < 3$,

có thể đặt cơ đê ở vị trí cách đỉnh từ (2 - 3) m, chiều rộng của cơ $\geq 1,5$ m. Mái đê phía trên và phía dưới bậc cơ có thể khác nhau, thường mái dưới thoải hơn mái trên.

c) *Thêm giảm sóng trên mái phía biển*: Bố trí ở vùng sóng gió lớn để giảm chiều cao sóng leo, tăng cường độ ổn định cho thân đê; Có thể bố trí thêm giảm sóng ở khoảng cao trình mực nước biển tính toán. Chiều rộng thêm giảm sóng cần lớn hơn 1,5 lần chiều cao sóng và không nhỏ hơn 3m.

Nếu lấy $m_{\text{dưới thêm}} < m_{\text{trên thêm}}$ thì chiều cao sóng leo nhỏ hơn so với trường hợp $m_{\text{dưới thêm}} > m_{\text{trên thêm}}$.

Tại vị trí thêm giảm sóng, năng lượng sóng tập trung, cần tăng cường gia cố, đặc biệt là ở vùng mép ngoài, đồng thời bố trí đủ lỗ thoát nước. Ở những vùng đê biển quan trọng, cao trình và kích thước thêm giảm sóng cần xác định qua thí nghiệm trên mô hình vật lý.

d) *Gia cố mái đê phía biển*: Hướng dẫn chi tiết trong phần 5.

e) *Gia cố mái đê phía đồng*: Được thiết kế trên cơ sở phân tích chất đất, cường độ mưa, mức độ cho phép sóng tràn, chiều cao đê, yêu cầu sử dụng (đường lên xuống, cảnh quan môi trường v.v...).

Thường chỉ nên trồng cỏ. Trường hợp đê chịu sóng và lũ tràn từ hai phía, đê phía đồng cũng cần gia cố như chỉ dẫn mái đê phía biển.

3.4. Thân đê

a) *Nền đê*: Đê mới thường được đắp trực tiếp trên đất tự nhiên, sau khi đã xử lý lớp phủ bề mặt. Nếu tuyến đê đi qua vùng đất yếu, dễ gây ra lún lớn, mạch dùn, sủi v.v... cần có biện pháp xử lý nền trước khi đắp đê.

b) *Vật liệu đắp đê*: Chủ yếu là các loại đất khai thác tại vùng lân cận công trình.

Đối với đê đất đồng chất, nên chọn đất á sét có hàm lượng hạt sét 15% - 30%, chỉ số dẻo đạt 10 - 20, không chứa tạp chất. Chênh lệch cho phép giữa hàm lượng nước của đất đắp và hàm lượng nước tối ưu không vượt quá $\pm 3\%$.

Không nên dùng đất bùn bồi tích, đất sét có hàm lượng nước tự nhiên cao và tỉ lệ hạt sét quá lớn, đất trương nở, đất có tính phân tán để đắp đê.

Nếu nguồn đất đắp đê chỉ có cát hạt rời, thành phần hạt mịn nhỏ hơn 25%, thì phải bọc ngoài một lớp đất thịt với chiều dày không nhỏ hơn 0,5 m.

c) *Tiêu chuẩn về độ nén chặt của thân đê*:

- Độ nén chặt được đánh giá thông qua chỉ tiêu:

+ Đối với đất có tính dính:

$$R_s = \frac{\gamma'_{ds}}{\gamma'_{d\max}} \quad (4-3)$$

Trong đó: R_s - Độ nén chặt thiết kế;

γ'_{ds} - Dung trọng khô thiết kế của đất thân đê;

$\gamma'_{d\max}$ - Dung trọng khô cực đại đạt được trong thí nghiệm nén tiêu chuẩn ở đoạn đê thí nghiệm (xem phần 6).

+ Đối với đất không có tính dính:

$$R_{ds} = \frac{e_{\max} - e_{ds}}{e_{\max} - e_{\min}} \quad (4-4)$$

Trong đó: R_{ds} - Độ nén chặt tương đối thiết kế;

e_{ds} - Hệ số rỗng nén chặt thiết kế;

$e_{\max}, e_{\min}$ - Hệ số rỗng cực đại và cực tiểu đạt trong thí nghiệm tiêu chuẩn.

- Độ nén chặt thân đê bằng đất quy định trong bảng 4.4

Bảng 4.4: Quy định độ nén chặt thân đê bằng đất

Cấp công trình của đê biển	Đặc biệt và I	II và III $\geq 6m$	III $< 6m$ và IV
R_s	$\geq 0,94$	$\geq 0,92$	$\geq 0,90$
R_{ds}	$\geq 0,65$	$\geq 0,62$	$\geq 0,60$

d) Công trình qua thân đê: Công trình cắt qua thân đê phải thiết kế riêng, đặc biệt chú ý xử lý nối tiếp giữa thân đê và công trình, đảm bảo an toàn cho đê và nhiệm vụ của đê.

4.3.5. Hệ thống thoát nước mặt

Các công trình đê đất cao hơn 6m ở vùng mưa nhiều, nên bố trí rãnh tiêu nước ở đỉnh đê, mái đê, chân đê và những chỗ nối tiếp mái đê với bờ đất hoặc với các công trình khác.

Rãnh tiêu nước song song với tuyến trục đê có thể bố trí ở mép trong của cơ đê hoặc chân đê. Rãnh tiêu nước theo chiều đứng ở mái dốc đê, đặt cách nhau 50m đến 100m, liên thông với rãnh tiêu nước dọc theo phương trục đê. Rãnh có thể bằng tấm bê tông hoặc đá xây, kích thước và độ dốc đáy của rãnh cần xác định theo tính toán hoặc theo kinh nghiệm từ công trình đã có ở điều kiện tương tự.

4.4. Tính toán ổn định công trình đê biển

4.4.1. Nội dung tính toán

- Ổn định chống trượt mái đê;
- Lún thân và nền đê;
- Ổn định thấm cho đê (cho đê cửa sông ở vùng có biên độ triều cao, mưa nhiều).

4.4.2. Tính toán ổn định chống trượt mái đê

a) Chọn mặt cắt tính toán: Phải có tính chất đại biểu, được lựa chọn trên cơ sở nhiệm vụ đoạn đê, cấp công trình, điều kiện địa hình địa chất, kết cấu đê, chiều cao thân đê, vật liệu đắp đê v.v...

b) Các trường hợp tính toán:

- Trường hợp bình thường:
 - + Mái đê phía trong ở thời kỳ thấm ổn định hoặc không ổn định, ở thời kỳ triều cao;
 - + Mái đê phía ngoài trong thời kỳ triều rút nhanh.
- Trường hợp bất thường:

+ Mái dề trong và ngoài ở thời kỳ thi công;

+ Mái trong và ngoài dề gặp tải trọng bất thường ở mực nước trung bình nhiều năm.

- Dề ở vùng mưa nhiều: Cần kiểm tra ổn định chống trượt của mái dề trong thời kỳ mưa.

c) *Phương pháp tính toán*: Theo phương pháp trong “Quy phạm thiết kế đập đất đầm nén” (QPTL-11-77) hoặc các phương pháp khác cũng như sử dụng các phần mềm tính toán trên máy tính được cấp có thẩm quyền cho phép.

d) *Hệ số an toàn chống trượt*: Theo hướng dẫn phần 2.

3. *Tính toán lún*

a) *Nội dung*: Xác định độ lún tổng cộng của thân dề và nền dề ở vị trí đường tìm đỉnh dề và các vị trí cần thiết khác.

b) *Mặt cắt tính toán*: Theo điều kiện địa chất của nền dề, lớp đất đắp, mặt cắt thân dề và tải trọng mà chia thành nhiều đoạn, chọn mặt cắt đại biểu để tính toán độ lún.

c) *Độ lún cuối cùng* (tổng cộng) của thân dề và nền dề được tính toán theo công thức:

$$S = m \sum_{i=1}^n \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i$$

Trong đó:

S - Độ lún cuối cùng (tổng cộng), mm;

n - Số lớp đất trong phạm vi chịu nén;

e_{1i} - Hệ số rỗng ứng với ứng suất do trọng lượng bản thân đất ($\sigma = \gamma h_i$) ở giữa lớp thứ i của nền;

e_{2i} - Hệ số rỗng ứng với tổng ứng suất do tác dụng tổng hợp của trọng lượng bản thân trung bình và trọng lượng gia tải trung bình ($\sigma_2 = \gamma h_i + \sigma_1$) ở giữa lớp thứ i của nền;

h_i - Độ dày của lớp đất thứ i (mm);

m - Hệ số hiệu chỉnh: $m = 1,0$ đối với nền thông thường;

$m = 1,3 \div 1,6$ đối với nền dề biển đất yếu.

d) *Độ dày tính toán của phần nền chịu nén được xác định theo điều kiện sau*:

$$\frac{\sigma_z}{\sigma_\beta} = 0,2 \quad (4-6)$$

Trong đó: σ_β - Ứng suất do trọng lượng bản thân của nền dề ở bề mặt lớp tính toán, KPa;

σ_z - Ứng suất của lực gia tải của đất nền ở bề mặt lớp tính toán, KPa.

Độ dày tính lún của nền dề đến vị trí mà ứng suất tăng thêm (gia tải) của đất nền đạt đến 20% ứng suất bản thân chịu tải của đất nền thể hiện ở phần 4-6.

5. CÔNG TRÌNH GIA CỐ MÁI ĐÊ BIỂN

5.1. Dạng kết cấu và thành phần công trình

5.1.1. Dạng kết cấu và điều kiện áp dụng

Dạng kết cấu gia cố mái, tùy khả năng kinh tế, kỹ thuật, có thể lựa chọn căn cứ vào bảng 5.1.

Bảng 5.1. Dạng kết cấu bảo vệ mái và điều kiện sử dụng

TT	Kết cấu lớp gia cố mái	Điều kiện áp dụng
1	Trồng cỏ	- Sóng có $H_s \leq 0,5\text{m}$, dòng chảy có $v < 1\text{m/s}$ hoặc có bãi cây ngập mặn trước đê; - Mái đê có đất mùn để cỏ phát triển.
2	Đá học đổ rời	- Nơi có nguồn đá phong phú; - Mái đê thoải, yêu cầu mỹ quan ít.
3	Đá học lát khan	- Nơi có nguồn đá phong phú, có loại đá đáp ứng yêu cầu; - Nền đê thoát nước tốt.
4	Đá học xây	- Mái đê tương đối tốt; - Sóng lớn, dòng chảy mạnh, loại đá rời không đáp ứng yêu cầu.
5	Thảm rọ đá	- Khả năng cung cấp đá lớn khó khăn; - Sóng lớn, có dòng chảy mạnh; - Có rọ thép chống mặn.
6	Tấm bê tông đúc sẵn, ghép rời	- Sóng lớn, dòng chảy mạnh; - Yêu cầu mỹ quan.
7	Tấm bê tông đúc sẵn, liên kết mảng.	- Sóng lớn, dòng chảy mạnh; - Có yêu cầu mỹ quan; - Mái đê ít lún sụt, ít thoát nước; - Có điều kiện thi công và chế tạo mảng.
8	Hỗn hợp nhiều loại	- Mực nước dao động lớn, mái gia cố dài; - Yêu cầu sử dụng khác nhau.

- *Mái đê phía đông:* căn cứ cường độ mưa, yêu cầu về sóng tràn, chiều cao đê, tính chất đất, yêu cầu về sử dụng v.v... để quyết định hình thức kết cấu gia cố, thường trồng cỏ.
- *Mái đê phía biển:* Căn cứ điều kiện chịu lực, sử dụng, vật liệu xây dựng, thuận lợi cho thi công và duy tu, cần thông qua luận chứng kinh tế - kỹ thuật để xác định.
- *Các dạng kết cấu thường dùng:* hình 5.1:
 - + Đá học lát khan;
 - + Khối bê tông đúc sẵn;
 - + Kết hợp giữa tấm bê tông đúc sẵn (ở mái phần dưới) và đá học lát khan (ở mái phần trên)

Trường hợp có vật liệu nhựa đường phong phú, có thể sử dụng kết cấu thảm bê tông nhựa đường.

1.2. Thành phần công trình kè đê biển

- a) Thành phần chính của kè đê biển: Đỉnh kè, lớp phủ mái, chân khay.
 b) Các thành phần phụ bao gồm: Tầng đệm hoặc tầng lọc, lỗ thoát nước, thêm giảm sóng, mố tiêu sóng, tường hắt sóng, khe biến dạng.

1.3. Yêu cầu đối với vật liệu, cấu kiện của kè đê biển

a) Yêu cầu chung:

- Chống xâm thực của nước mặn;
- Chống va đập dưới tác dụng của sóng, gió, dòng chảy;
- Thích ứng với sự biến hình của bờ, bãi biển;
- Chế tạo, thi công đơn giản.

b) Các yêu cầu đối với đá học:

Đảm bảo kích thước hình học, trọng lượng tính toán qui định cho viên đá và thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Đối với đá phủ ngoài mặt dốc, cường độ đá không thấp hơn 50MPa;
- Đối với đá lớp đệm, cường độ cần đạt trên 30MPa;
- Không sử dụng đá phiến thạch, đá phong hoá và đá có khe nứt;
- Đá học dùng để xây cũng cần có cường độ $\geq 50\text{MPa}$, mác vữa xây ≥ 5 .

c) Các yêu cầu đối với bê tông:

- Đối với cấu kiện bê tông, mác bê tông ≥ 20 ;
- Đối với cấu kiện bê tông cốt thép, mác bê tông ≥ 30 .

5.2. Thiết kế lớp phủ mái

5.2.1. Trọng lượng của vật liệu, cấu kiện phủ mái (khối phủ mái)

Trọng lượng ổn định của khối phủ mái để chịu tác dụng của sóng, gió xác định theo công thức Hudson:

$$G = \frac{\gamma_B \cdot H_{SD}^3}{K_D \cdot \left(\frac{\gamma_B - \gamma}{\gamma} \right)^3 \cdot \text{ctg} \alpha} \quad (5-1)$$

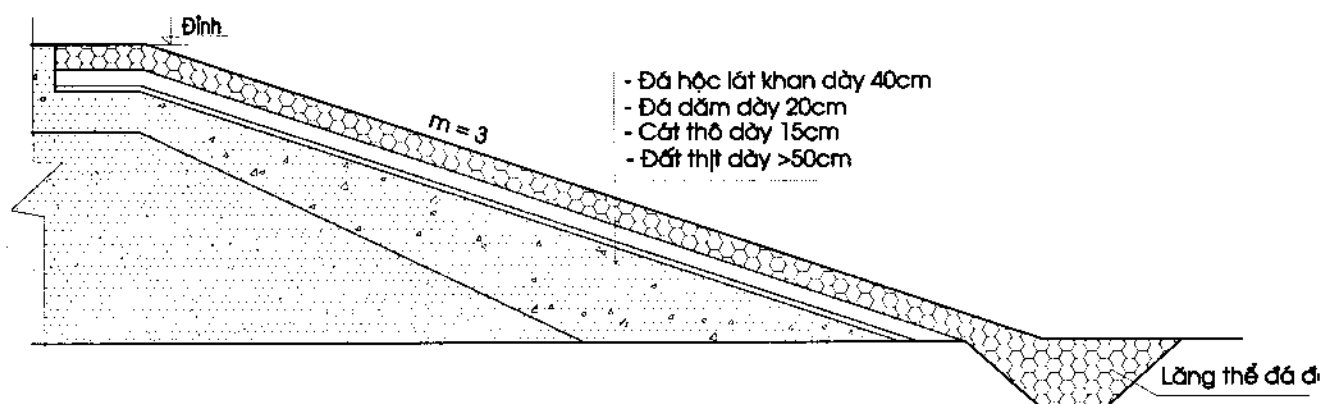
Trong đó:

- G - Trọng lượng tối thiểu của khối phủ mái nghiêng (t);
 γ_B - Trọng lượng riêng trong không khí của vật liệu khối phủ (t/m^3);
 γ - Trọng lượng riêng của nước biển; $1,03 \text{ t/m}^3$;
 α - Góc nghiêng của mái đê so với mặt phẳng nằm ngang ($\text{ctg } \alpha = m$), độ;
 H_{SD} - Chiều cao sóng thiết kế, lấy $H_{SD} = H_{SI/3} = H_{SI3\%}$ (m);
 K_D - Hệ số ổn định, tùy theo hình dạng khối phủ, lấy theo bảng 5.2.

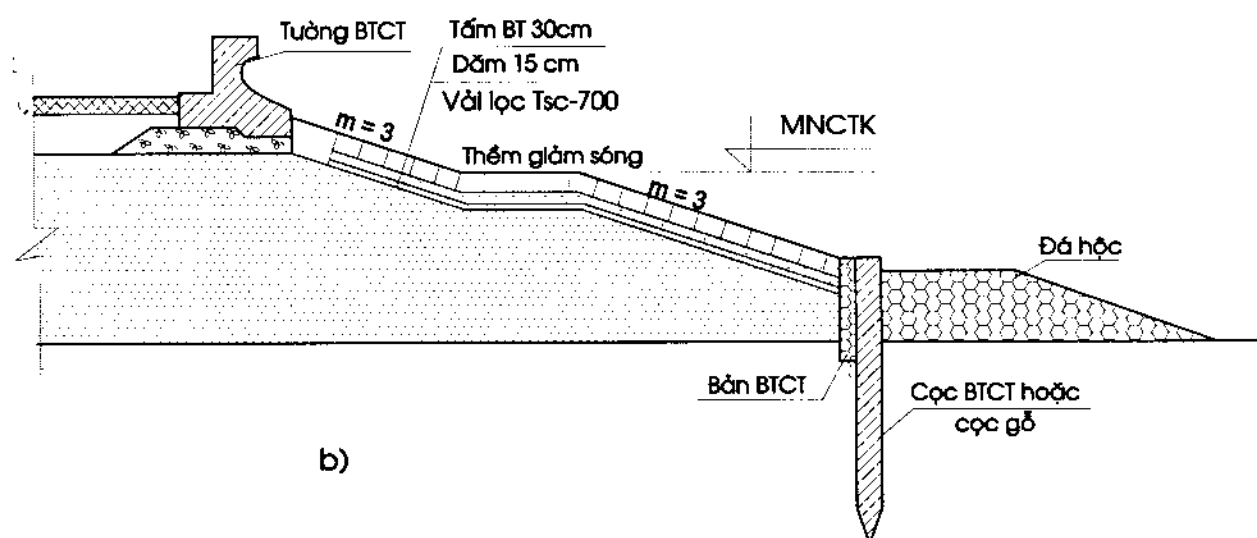
Bảng 5.2. Hệ số ổn định khối phủ mái

Loại khối phủ	Cách xếp	K_D
Đá học	Đổ rời 2 lớp	3
Đá học	Lát khan	4
Tấm bê tông đúc sẵn	Ghép độc lập	3,5
Tấm bê tông đúc sẵn	Tự chèn thành mảng	5 - 6(*)

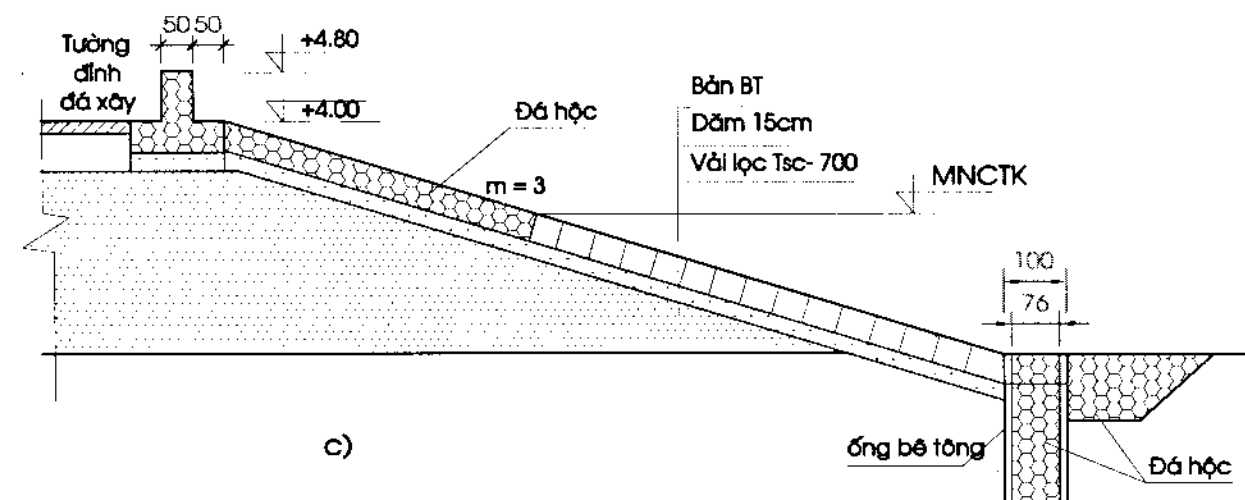
Ghi chú: (*) Cần kiểm định giá trị thực tế đối với từng loại mảng.



a)



b)



c)

Hình 5.1. Mặt cắt ngang một số dạng kết cấu gia cố mái dẽ

a) Đá hộc lát khan; b) Khối bê tông đúc sẵn; c) Kết hợp dạng a và b.

2. Chiều dày lớp phủ mái

a) *Lớp phủ mái bằng đá học lát khan:* Khi $1,5 \leq m \leq 5$ thì độ dày ổn định dưới tác dụng của sóng được tính theo công thức sau:

$$\delta_d = 0,266 \cdot \frac{\gamma}{\gamma_d - \gamma} \cdot \frac{H_s}{\sqrt{m}} \cdot \sqrt[3]{\frac{L_s}{H_s}} \quad (5-2)$$

Trong đó: δ_d - Chiều dày lớp đá học lát (một lớp đá) trên mái dề (m);
 γ_d, γ - Trọng lượng riêng của đá và nước (t/m^3);
 m - Hệ số mái dốc;
 L_s - Chiều dài sóng (m);
 H_s - Chiều cao sóng (m);
 + Khi $h/L_s \geq 0,125$ lấy $H_s = H_{s4\%}$;
 + Khi $h/L_s < 0,125$ lấy $H_s = H_{s1/3} = H_{s13\%}$;

b) *Lớp phủ mái bằng tấm bản bê tông:*

- Tính theo công thức trong quy phạm thiết kế đê Trung Quốc (GB50286- 98):

$$\delta_B = \eta \cdot H_s \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma_B - \gamma} \cdot \frac{L_s}{l_t \cdot m}} \quad (5-3a)$$

Trong đó: δ_B - Chiều dày tấm bản bê tông (m);
 η - Hệ số: $\eta = 0,0075$ đối với bản lát khan; $\eta = 0,10$ đối với bản phân trên lát khan, phân dưới chít mạch;
 H_s - Chiều cao sóng tính toán (m), lấy $H_{s1\%}$;
 L_s - Chiều dài sóng (m);
 l_t - Chiều dài cạnh tấm bê tông theo phương vuông góc với đường mép nước (m);
 m - Hệ số mái dốc;
 γ, γ_B - Trọng lượng riêng của nước và của bê tông (t/m^3).

- Tính theo công thức Pilarczyk, K.W:

$$\delta_B = \frac{H_s}{\varphi} \cdot \frac{\gamma}{\gamma_B - \gamma} \cdot \xi^{\frac{2}{3}} \quad (5-3b)$$

Trong đó: H_s - Chiều cao sóng thiết kế (m), lấy $H_{s1/3}$;

ξ - Hệ số sóng vỡ: $\xi = \frac{\text{tg} \alpha}{\sqrt{\frac{H_s}{L_s}}}$;

φ - Hệ số phụ thuộc vào hình dạng và cách lắp đặt các cấu kiện, lấy theo bảng 5.3.

Các ký hiệu khác như công thức 5-3a.

Bảng 5.3. Hệ số φ theo cấu kiện và cách lắp đặt

Loại cấu kiện và cách lắp đặt	φ
Tấm lát đặt nằm	4 - 4,5
Tấm lát đặt trên lớp geotextile và nền đất sét tốt	5
Tấm lát tự chèn	6
Tấm lát tự chèn trên lớp đệm tốt	8

Tính toán theo công thức 5.3a và 5.3b, chọn kết quả lớn hơn để thiết kế.

5.2.3. Các loại cấu kiện lát mái bằng bê tông đúc sẵn: Thường dùng được thống kê trong bảng 5.4.

Bảng 5.4. Các loại cấu kiện lát mái bằng bê tông đúc sẵn

Loại cấu kiện	Hình dạng	Cấu tạo bề mặt trực tiếp với sóng	Phương thức liên kết	Hình
Tấm lát độc lập	- Chữ nhật - Lục lăng - Chữ T	- Trơn - Khuyết lõm - Mố lồi - Lỗ thoát nước	Ghép cạnh nhau	5.2
Tấm lát liên kết mảng	- Chữ nhật - Lục lăng	- Trơn - Mố lồi - Lỗ thoát nước	- Xâu cáp - Rãnh, hèm - Âm dương	5.3

Trọng lượng tấm bê tông đúc sẵn tính theo công thức 5-1, chiều dày các tấm bê tông đó theo công thức 5-3.

Tấm có hình lục lăng, chữ T thường dùng ở mái dề dốc hơn so với tấm có hình chữ nhật.

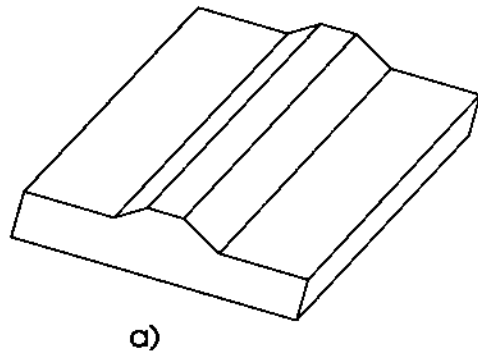
Cách lát: Tấm lục lăng đặt góc nhọn theo chiều mái dốc như hình 5.2e và 5.2f, tấm chữ nhật đặt mạch ghép so le.

Kích thước lỗ thoát nước nhỏ hơn 0,8 đường kính đá lớp đệm, có thể dùng lỗ hình loe (dưới nhỏ, trên to).

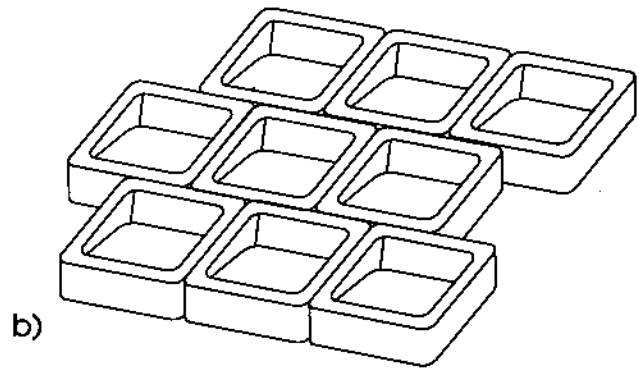
5.2.4. Lỗ thoát nước và khe biến dạng

a) Gia cố mái kín nước: như đá xây, bê tông đổ tại chỗ v.v... phải có lỗ thoát nước ở phần ngập nước, bố trí theo hình hoa mai, đường kính lỗ 5 ÷ 10 cm; Khoảng cách giữa các lỗ từ 2 ÷ 3 m.

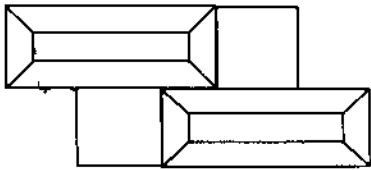
b) Khe biến dạng bố trí cho kết cấu gia cố mái loại kín nước, cách nhau từ 15 ÷ 20m dọc theo hướng trục dề.



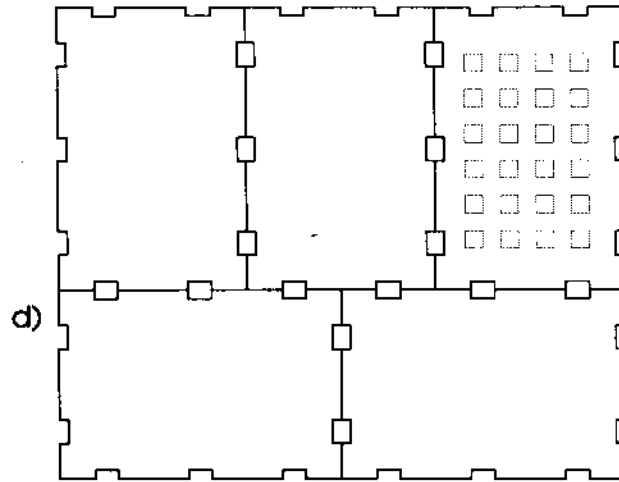
a)



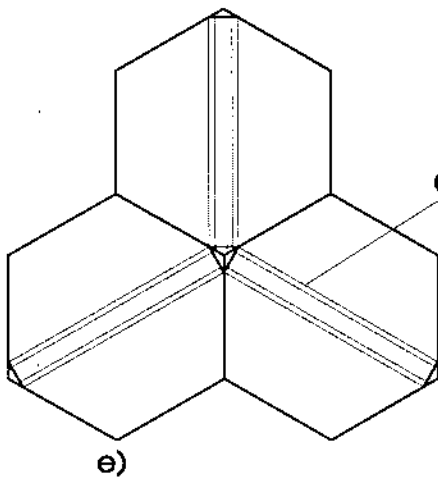
b)



c)



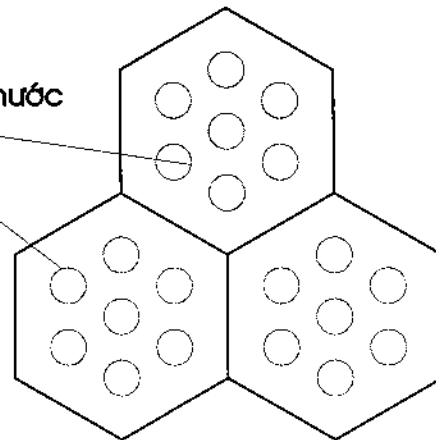
d)



e)

Gờ nhô

Lỗ thoát nước



f)

Hình 5.2. Một số loại bản bê tông đúc sẵn lát độc lập trên mái dề biển

a/ Tấm chữ nhật có gờ nhô;

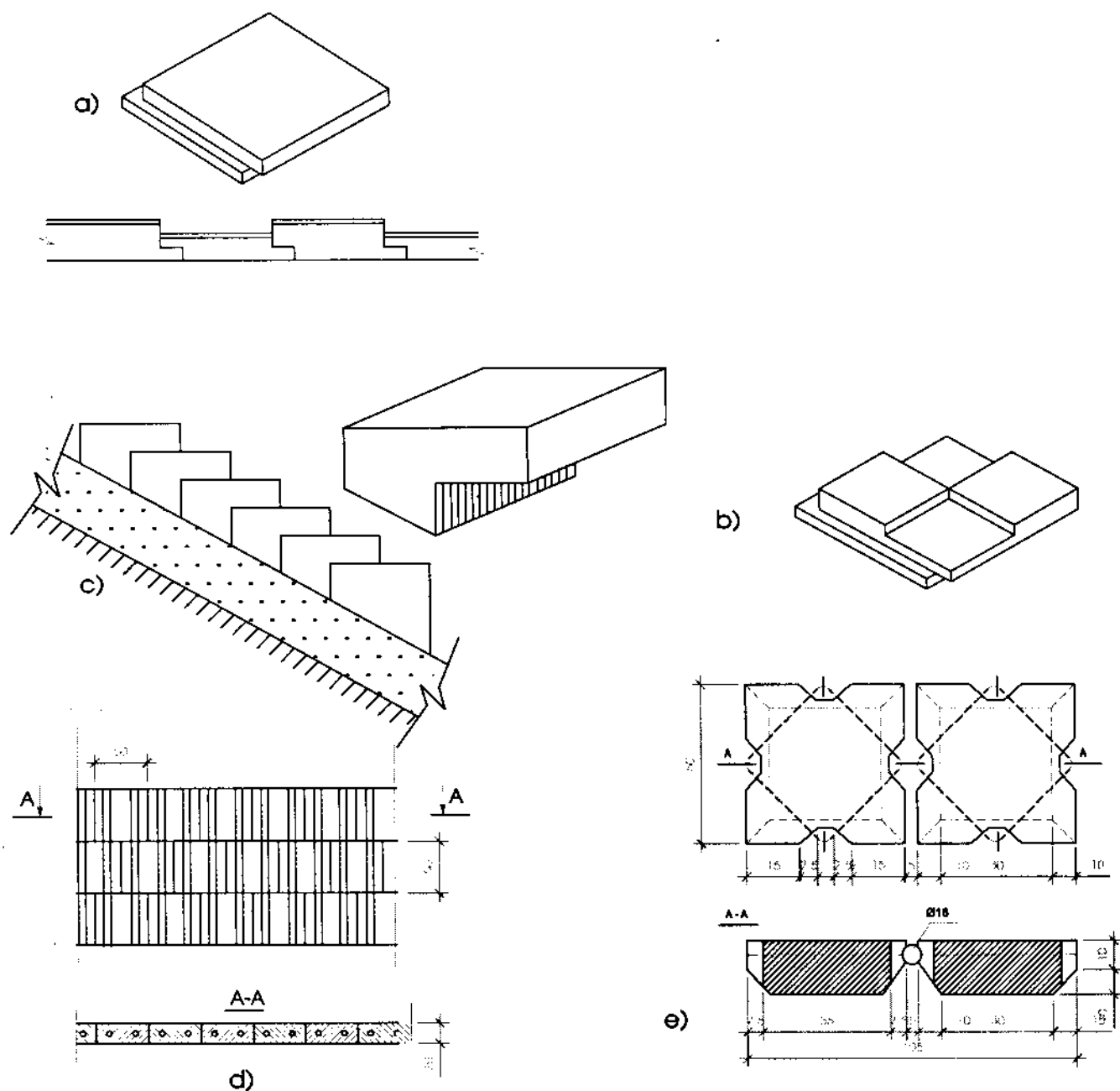
b/ Tấm chữ nhật có khuyết lõm;

c/ Tấm chữ T;

d/ Tấm chữ nhật lỗ mắt cáo;

e/ Tấm lục lăng có gờ nhô;

f/ Tấm lục lăng có lỗ thoát nước.



Hình 5.3. Một số loại bản bê tông đúc sẵn có cơ cấu tự chèn, liên kết mảng

a) Chèn lệch, mặt phẳng;
b) Chèn lệch, mặt có lỗ;
c) Chống bậc thang;

d) Xâu cáp;
e) Móc mang.

5.3. Thiết kế tầng đệm, tầng lọc

Giữa lớp phủ mái và đất thân đê, phải bố trí lớp đệm trong kết cấu gia cố rơ, lớp đệm kết hợp làm nhiệm vụ tầng lọc (tầng lọc ngược) bằng vật liệu truyền thống hoặc sử dụng geotextile.

5.3.1. Tầng lọc ngược truyền thống

- Tầng lọc ngược phải thỏa mãn điều kiện:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d_{15}}{d'_{85}} &> 5 \\ 20 &> \frac{d_{15}}{d'_{15}} > 5 \\ \frac{d_{50}}{d'_{50}} &> 20 \end{aligned} \right\} \quad (5-4)$$

Trong đó: d là đường kính hạt của lớp ngoài, d' là đường kính hạt của lớp trong liền kề:

- + Có đường cong phân bố hạt của các lớp lọc phải gần song song với đường cong phân bố hạt của đất bờ.
- + Trong trường hợp mái đê gia cố bằng các tấm bê tông, lớp trên cùng của tầng lọc ngược cần có $d_{50} > r_D$ với r_D là chiều rộng khe hở giữa các tấm bê tông.

- Chiều dày của mỗi lớp lọc δ_0 được xác định theo công thức:

$$\delta_0 = 50.d_{15} \quad (5.5a)$$

Hoặc lấy theo kinh nghiệm:

- + lớp trong: $\delta_{02} = (10 \div 15) \text{ cm}$;
- + lớp ngoài: $\delta_{01} = (15 \div 20) \text{ cm}$; (5.5b)

5.3.2. Tầng lọc ngược sử dụng geotextile

- Geotextile đặt trực tiếp trên mái đê, cố định ở đỉnh đê và trải xuống tận chân khay, cần có biện pháp chống chọc thủng của rễ cây, sinh vật và nắng mặt trời v.v...
- Lựa chọn loại geotextile thích hợp theo chỉ dẫn thiết kế và sử dụng vải địa kỹ thuật để lọc trong công trình thủy lợi.
- Cần bố trí lớp đá dăm dày $10 \div 15 \text{ cm}$ giữa vải địa kỹ thuật và lớp bảo vệ.

5.4. Thiết kế chân khay

Cần bố trí chân khay ở vị trí nối tiếp chân đê và bãi biển. Loại hình và kích thước chân khay xác định theo tình hình xâm thực bãi biển, chiều cao sóng (H_s) và chiều dày lớp phủ mái δ .

5.4.1. Chân khay nông

Áp dụng cho vùng có mức độ xâm thực bãi biển ít, chân khay chỉ chống đỡ dòng chảy do sóng tạo ra ở chân đê. Các dạng chân khay nông gồm có:

- Dạng thêm phủ cao: Đá hộc phủ phẳng trên chiều rộng từ $3 \div 4,5$ lần chiều cao sóng trung bình, chiều dày từ $1 \div 2$ lần chiều dày lớp phủ mái (hình 5.4a).

- Dạng thêm chôn trong đất: Đá học hình thành chân đế hình thang ngược, thích hợp cho vùng đất yếu (hình 5.4b).
- Dạng mố nhô: Lãng thể đá tạo thành con chạch viền chân đế, có tác dụng tiêu năng sóng, giảm sóng leo, giữ bùn cát, phù hợp cho vùng bãi thấp (hình 5.4c).

5.4.2. Chân khay sâu

Áp dụng cho vùng bãi biển xâm thực mạnh, để tránh moi hổng khi mặt bãi bị xói sâu. Chân khay sâu cắm xuống không nhỏ hơn 1,0 m. Chân khay sâu có nhiều loại, thường dùng các loại sau:

- Chân khay bằng cọc gỗ: hình 5.4 d.
- Chân khay bằng cọc BTCT hoặc bằng ống bê tông cốt thép: hình 5.4e.

5.4.3. Kích thước đá chân khay

- Đá chân khay phải ổn định dưới tác dụng của dòng chảy do sóng tạo ra ở chân đế.
- Vận tốc cực đại của dòng chảy do sóng tạo ra ở chân đế được xác định:

$$V_{\max} = \frac{\pi \cdot H_s}{\sqrt{\frac{\pi \cdot L_s}{g} \cdot \sinh \frac{4\pi h}{L_s}}} \quad (5-6)$$

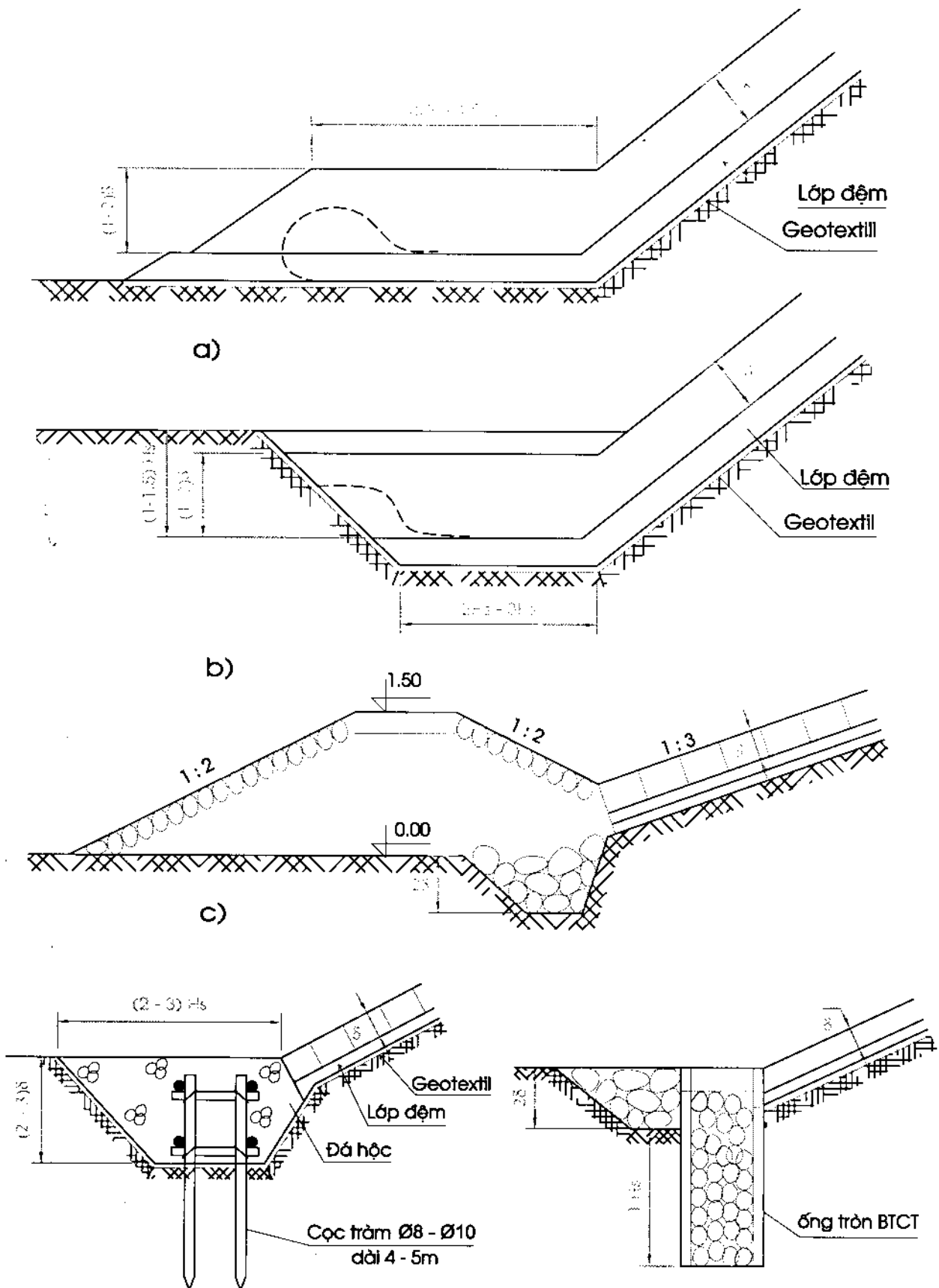
Trong đó:

- $V_{\max}$ - Vận tốc cực đại của dòng chảy (m/s);
- L_s, H_s - Chiều dài và chiều cao sóng thiết kế (m);
- h - Độ sâu nước trước đế (m);
- g - Gia tốc trọng lực (m/s^2);

- Trọng lượng ổn định của viên đá ở chân khay kè mái đê biển G_d được xác định theo bảng 5.5.

Bảng 5.5. Trọng lượng ổn định viên đá theo $V_{\max}$

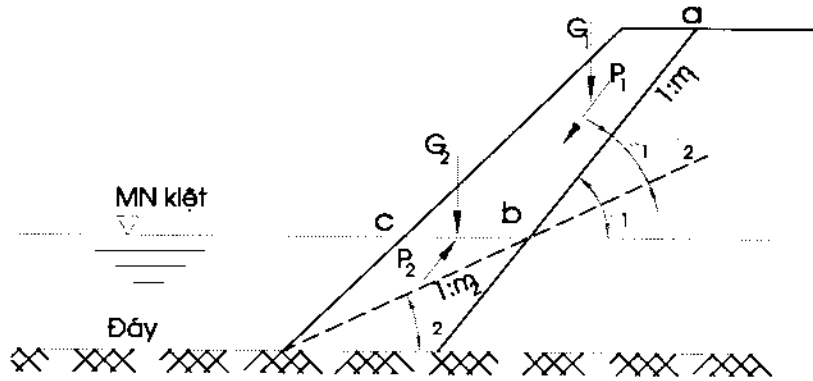
$V_{\max}$ (m/s)	2,0	3,0	4,0	5,0
G_d (kg)	40	80	140	200



Hình 5.4. Cấu tạo chân khay kê mái dề biển

5.5.2. Tính toán ổn định nội bộ lớp gia cố

Kết cấu gia cố không chắc chắn, hoặc chôn sâu khó xuất hiện trượt tổng thể, thì phải ổn định của nội bộ khối công trình gia cố. Khối gia cố và thân đê là vật liệu có cường độ chống cắt khác nhau, khi mực nước thấp thường xảy ra trượt theo mặt tiếp xúc có cường độ chống cắt yếu (hình 5.6).



Hình 5.6. Sơ đồ tính toán trượt nội bộ công trình gia cố mái

Giả thiết mặt trượt đi qua giao điểm giữa mực nước trước công trình và mặt nứt trượt của chân đê. Mặt trượt là mặt gãy abc.

Hệ số ổn định của lớp đá gia cố mái

$$a_1 \cdot f_2^2 - a_2 \cdot f_2 + a_3 = 0 \quad (5-10)$$

Với:

$$a_1 = \frac{n \cdot m_1 \cdot (m_2 - m_1)}{\sqrt{1 + m_1^2}} \quad (5-11)$$

$$a_2 = \frac{m_2 \cdot G_2}{G_1} \cdot \sqrt{1 + m_1^2} + \frac{m_2 - m_1}{\sqrt{1 + m_1^2}} + \frac{n \cdot (m_1^2 \cdot m_2 + m_1)}{\sqrt{1 + m_1^2}} \quad (5-12)$$

$$a_3 = \frac{G_2}{G_1} \cdot \sqrt{1 + m_1^2} + \frac{1 + m_1 \cdot m_2}{\sqrt{1 + m_1^2}} \quad (5-13)$$

Trong đó:

- m_1 - Hệ số mái dốc của đê ở trên điểm b;
- m_2 - Hệ số mái dốc của mặt trượt dưới điểm b;
- n - $n = f_1/f_2$;
- f_1 - Hệ số ma sát giữa lớp gia cố với đất đê;
- f_2 - Hệ số ma sát trong giữa vật liệu gia cố mái.

$$k = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{f_2} \quad (5-14)$$

Trong đó: φ - Góc ma sát của khối gia cố mái;
 f_2 - Trị số hệ số ma sát xác định qua phương trình.

5.5.3. Tính toán ổn định lớp gia cố bờ khi có sử dụng geotextile

Ổn định chống trượt lớp phủ bảo vệ đảm bảo:

$$G_1 < f_1 \times G_2 \text{ hoặc } \frac{G_1}{G_2} = \operatorname{tg} \alpha < F_1 \quad (5-15)$$

6. THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH NGĂN CÁT GIẢM SÓNG GIỮ BÃI

6.1. Chỉ dẫn chung

Khi bãi biển bị xâm thực mạnh bởi sóng và dòng chảy, đe dọa ngoài bảo vệ trực tiếp bằng kè gia cố mái đe cần bảo vệ kết hợp bằng các giải pháp sau:

- Rừng cây ngập mặn trồng trên vùng bãi trước đe;
- Hệ thống mỏ hàn ngăn cát;
- Hệ thống đe giảm sóng;
- Hệ thống công trình kết hợp giữa mỏ hàn ngăn cát và đe giảm sóng.

6.1.1. Rừng cây ngập mặn và điều kiện ứng dụng

a/ Tác dụng của rừng cây ngập mặn

Trồng cây chắn sóng đúng quy cách là một biện pháp kỹ thuật rất có hiệu quả, giảm chiều cao sóng để bảo vệ đe biển, chống sạt lở đe và chống xói bờ biển, bờ sông, tăng khả năng lắng đọng phù sa. Bãi biển được bồi cao dần lên, hình thành các miền đất mới có thể quay đe lấn biển.

b/ Điều kiện để phát triển rừng cây ngập mặn

- *Khí hậu:* Vùng ven biển, thích nghi cho việc trồng cây ngập mặn, ở miền Bắc mùa đông có nhiệt độ thấp hơn nên loài cây ít và cây nhỏ bé hơn rừng ngập mặn ở miền Nam.
- *Lượng mưa:* Rừng ngập mặn cần có nước mưa, đặc biệt trong thời kỳ ra hoa kết trái, nước mưa sẽ pha loãng nồng độ muối trong đất, nhất là những ngày nắng nóng.
- *Thủy triều:* Cần có nước thủy triều lên xuống hàng ngày, lưu thông, nếu ngập úng lâu ngày cây ngập mặn sẽ chết, cần trồng cây ngoài đầm nuôi thủy sản.
- *Độ mặn của đất và nước:* Loài cây như đước, đàng, vẹt, trang phát triển ở những nơi có độ mặn trung bình (1,5 – 2,5)‰; Chịu mặn cao hơn có cây mắm, cây sú.

Một số cây ưa thích nước lợ, có độ mặn thấp, như cây bần chua, cây dừa nước.

- *Địa hình, địa chất:*

- + Rừng ngập mặn phát triển ở bãi lầy bằng phẳng, dốc thoải, vùng ven biển cửa sông có nhiều đảo che chắn, ít chịu ảnh hưởng của gió bão.
- + Mỗi loài cây ngập mặn thích nghi với địa hình khác nhau, như cây mắm, cây bần sống nơi đất thấp, cây tra, cây cóc thường sống nơi đất chỉ ngập lúc nước thủy triều.

- + Cây ngập mặn phát triển tốt ở nước triều có đất phù sa chứa nhiều mùn hữu cơ và khoáng chất. Đối với đất ít phù sa, hạt cát nhiều, cây ngập mặn vẫn có thể sống nhưng chậm lớn, cây thấp bé nhưng cành nhiều.

6.1.2. Các giải pháp công trình ngăn cát, cản sóng

Để chống xói mòn bãi biển thường bố trí hệ thống mỏ hàn theo phương vuông góc với phương chuyển động của dòng bùn cát ven bờ (đường bờ). Tường cản sóng song song và cách một khoảng với đường bờ, Công trình chữ T gọi tắt là kè T (kết hợp cả mỏ hàn ngăn cát và tường cản sóng - hình 6.1).

a/ Chức năng của mỏ hàn ngăn cát:

- Ngăn chặn dòng bùn cát ven bờ, giữ bùn cát lại gây bồi cao cho vùng bãi bị xâm thực.
- Điều chỉnh đường bờ biển, làm cho phương của dòng gần bờ thích ứng với phương truyền sóng, giảm nhỏ lượng bùn cát trôi.
- Che chắn cho bờ khi bị sóng xiên góc truyền tới, tạo ra vùng nước yên tĩnh, làm cho bùn cát trôi bồi lắng lại ở vùng này.
- Hướng dòng chảy ven bờ đi ra vùng xa bờ.
- Giảm dòng ven bờ.

b/ Chức năng của tường cản sóng

- Che chắn sóng cho vùng sau tường, giảm yếu tố tác dụng của sóng vào vùng bờ bãi, chống xâm thực.
- Thu gom bùn cát trôi để hình thành dải bồi tích giữa tường và bờ, làm giảm dòng ven bờ.

c/ Chức năng của công trình dạng chữ T (kè T): Kết hợp chức năng của hai loại trên.

Cần cứ vào các yếu tố sau để chọn loại công trình cho thích hợp:

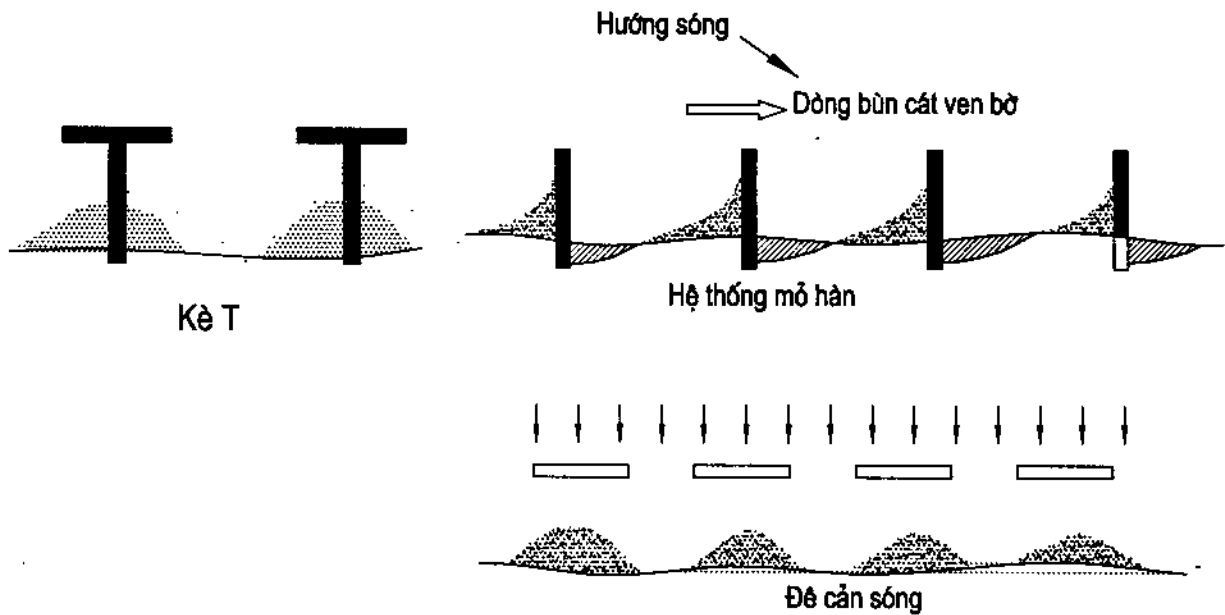
- Ở vùng bờ biển đáy cát tương đối thô, bùn cát trôi bờ biển chiếm ưu thế, vùng bờ biển tương đối nhỏ, độ dốc đáy lớn, sóng truyền xuyên góc vào bờ, dải sóng vỡ hẹp thì sử dụng hệ thống mỏ hàn sẽ có hiệu quả hơn.
- Ở vùng đáy biển thoải, sóng tác dụng vuông góc với đường bờ, dải sóng vỡ rộng, thường sử dụng tường cản sóng hoặc kè T.

Cần so sánh kinh tế - kỹ thuật giữa phương án bố trí mỏ hàn, tường cản sóng và các phương án khác để lựa chọn. Để giảm yếu dòng chảy ven bờ cần sử dụng kè T.

- Đối với công trình theo phương ngang, có thể sử dụng kết cấu khối đặc hoặc kết cấu xếp.

Công trình khối đặc ngăn chặn bùn cát có hiệu quả hơn, nhưng có thể xảy ra phía xói hạ lưu, dễ xảy ra dòng chảy mạnh dọc theo trục đề, dẫn đến xói chân và mũi công trình. Cần lựa chọn kích thước, dạng kết cấu, phương thức bố trí phù hợp.

- Đối với công trình dọc theo phương dọc, nên sử dụng kết cấu khối đặc hoặc kết cấu xếp, có hệ số rỗng nhất định.



Hình 6.1. Các giải pháp bảo vệ đê biển bằng công trình ngăn cát, chắn sóng

6.2. Thiết kế rừng ngập mặn chống sóng

6.2.1. Các loại cây ngập mặn có tác dụng chống sóng, bảo vệ đê

1. Cây sú

- Tên khoa học: *Aegiceras comicalatun*
- Cây bụi, cao 0,5÷3 m, nhiều cành, nhánh, sinh trưởng vùng bãi lầy.
- Thích nghi độ mặn khác nhau, có ở 3 miền Bắc, Trung, Nam.
- Trồng bằng quả, cắm trực tiếp xuống bùn, 1kg có 1.200÷1.500 quả.

2. Cây mắm

- Tên khoa học: *Avicennia alba* (hoặc mắm trắng);
Avicennia alnata (mắm hoặc mắm quăn);
- Cây gốc cao 10÷12 m, sinh trưởng vùng đất bùn chặt;
- Mọc chủ yếu từ Vũng Tàu trở vào;
- Trồng bằng cách rắc quả lên bùn hoặc làm bầu ươm rồi cắm, 1kg có 300÷400 quả.

3. Cây mắm biển

- Tên khoa học: *Avicennia marina*.
- Cây bụi, cao 0,5÷5 m ở đất ít phù sa và 10÷12 m ở đất bùn.
- Mọc nhiều ở các bãi mới bồi ở cửa sông miền Bắc, có ở ba miền Bắc, Trung, Nam.
- Trồng bằng cách cắm quả xuống bùn hoặc làm bầu ươm rồi cắm.

4. Cây vẹt

- Tên khoa học:
 - + *Bruguiera gymnorhiza* (vẹt dù, vẹt rễ lồi);
 - + *Bruguiera cylindrica* (vẹt trụ, vẹt khoang);
 - + *Bruguiera parviflora* (vẹt tách);
 - + *Bruguiera saxangula* (vẹt đen, bông hạt).
- Cây gốc cao từ 5 ÷ 25 m.
- Loại 1: Cây cao từ 5÷8 m, thường mọc ở vùng đất bùn chắc ở miền Bắc và miền Trung. Cây loại 2;3;4: Cây cao hơn, mọc ở vùng từ Vũng Tàu trở ra.
- Trồng bằng cách cắm 1/3 trụ mầm xuống bùn hoặc làm bầu cơm.

5. Cây trang

- Tên khoa học: *Kandelin candel.*
- Cây gỗ cao từ 4÷10 m, mọc ở bùn cát, bùn xốp, có độ mặn thay đổi, chịu được biến đổi nhiệt độ lớn;
- Mọc nhiều ở ven biển, cửa sông 3 miền Bắc, Trung, Nam;
- Trồng bằng cách cắm 1/3 trụ mầm xuống bùn.

6. Cây đước

- Tên khoa học:
 - + *Rhizophora apiculata* (đước, đước đôi);
 - + *Rhizophora styloza* (đước đôi, đước đàng);
 - + *Rhizophora mucronata* (đưng, đước hộp);
 - + *Rhizophora styloza* (đước vôi, đước chằng);
- Cây gốc cao 2÷8 m, có cây cao 20÷30 m, sống ở nơi đất bùn pha cát.
- Loại 3 và 4: Cây thấp nhỏ 2÷8 m có mặt ở cả ba miền Bắc, Trung, Nam. Loại 4 sống chủ yếu ở miền Bắc. Loại 1: Cây cao hơn sống ở miền Nam Trung Bộ và Nam Bộ;
- Trồng bằng cách cắm 1/3 trụ mầm xuống bùn, bùn cát.

7. Cây cóc

- Tên khoa học:
 - + *Lumnitzera littorea* (cóc, cóc đỏ);
 - + *Lumnitzera racemosa* (cóc vàng, cóc trắng);
- Cây cao 5÷15 m ưa sống trên bùn cát chặt, chịu mặn. Đôi khi sống trên cả bờ ruộng muối bỏ hoang. Loại 2: Có mặt ở cả 3 vùng Bắc, Trung, Nam. Loại 1: Phân bố từ Nam Trung Bộ trở vào.
- Trồng cây bằng cách gieo hạt vào bầu ươm, sau 6÷8 tháng mới đem trồng, tỷ lệ sống thấp, đà tăng trưởng chậm.

8. Cây trầm

- Tên khoa học: *Melaleuca cajuputi* (trầm, đước trầm, trầm gió);
- Cây cao 10÷ 15 m, sống ở vùng ngập mặn theo mùa, độ mặn rất thấp, ngọt vào mùa mưa. Cây sống chủ yếu ở vùng Đồng Tháp Mười, U Minh và một số ít ở Miền Trung;

- Trồng cây bằng cách gieo hạt trực tiếp hoặc cấy cây non hoặc ươm cây giống sau một năm mới đem trồng;
- Với chủng loại cây thấp (cây cao dưới 10 m) trồng khoảng cách các cây 1m x 1m, mật độ 10.000 cây/ ha.
- Với cây cao trên 10 m, trồng khoảng cách 2,5 m x 2,5 m, mật độ 1.000 cây/ ha.

9. Cây dừa nước

- Tên khoa học: *Nypa fruticans*;
- Sống ở vùng đất bùn bồi tụ, theo triền sông nước lợ, nước lưu thông (vùng Quảng Nam, Nam Trung Bộ và Nam Bộ);
- Trồng bằng cách trực tiếp ấn quả xuống bùn hoặc ươm cây trong bầu, sau hai tháng đem trồng.

10. Cây bần

- Tên khoa học:
 - + *Sonneratia alba* (bần trắng, bần đắng);
 - + *Sonneratia caseolaris* (bần chua, cây lậu);
 - + *Sonneratia ovata* (bần ổi, bần hôi);
- Cây cao 4 ÷ 15 m, thích sống ở vùng đất bùn dày, nước lợ cửa sông.
- Loại 2: Có cả ở 3 miền Bắc, Trung, Nam; khả năng tái sinh và độ sinh trưởng nhanh. Loại 1 sống ở Miền Nam. Loại 3 sống ở Vũng Tàu trở vào.
- Trồng cây bằng cách gieo ươm hoặc bứng cây.

11. Cây xu

- Tên khoa học:
 - + *Xylocarpus molucensis gratum* (xu ổi);
 - + *Xylocarpus molucensis* (xu sung);
- Cây cao 10÷15 m, thường mọc ở nơi đất bùn cát, chỉ ngập khi triều trung bình đến triều cao;
- Cây xu ổi mọc ở cả ba miền Bắc, Trung, Nam; cây xu sung chỉ mọc từ Nam Trung Bộ trở ra;
- Trồng bằng cách ươm hạt trong bầu, sau 8 ÷ 10 tháng bứng cây non đem trồng.

6.2.2. Quy cách rừng ngập mặn

a/ Mật độ

- Trồng các cây theo hình thức “hoa mai”;
- Với chủng loại cây thấp (dưới 10 m) trồng khoảng cách các cây 1m x 1 m, mật độ 10.000 cây/ ha;
- Với cây cao (trên 10 m) trồng khoảng cách 2,5 m x 2,5 m, mật độ 1.000 cây/ha.

b/ Phạm vi

Chiều rộng rừng cây (B_c) tối thiểu phải lớn hơn 2 lần chiều dài bước sóng. Theo kinh nghiệm $B_c = 40 \div 80$ m đối với đê cửa sông và B_c tối thiểu bằng 120÷200 m đối với đê biển.

6.3. Bố trí và các loại kết cấu công trình ngăn cát, giảm sóng

6.3.1. Cấu tạo mỏ hàn và sơ đồ bố trí

a) Các bộ phận tạo thành mỏ hàn gồm: mũi, thân và gốc: hình 6.2.

Mỏ hàn từ bờ vươn ra biển, làm giảm tác dụng của sóng và dòng chảy vào bờ biển, ngăn chặn bùn cát chuyển động dọc bờ, gây bồi lắng vào giữa hai mỏ hàn, mở rộng và nâng cao thêm bãi củng cố đê, bờ.

b) Bố trí hệ thống mỏ hàn bảo vệ bờ biển và gây bồi bãi biển

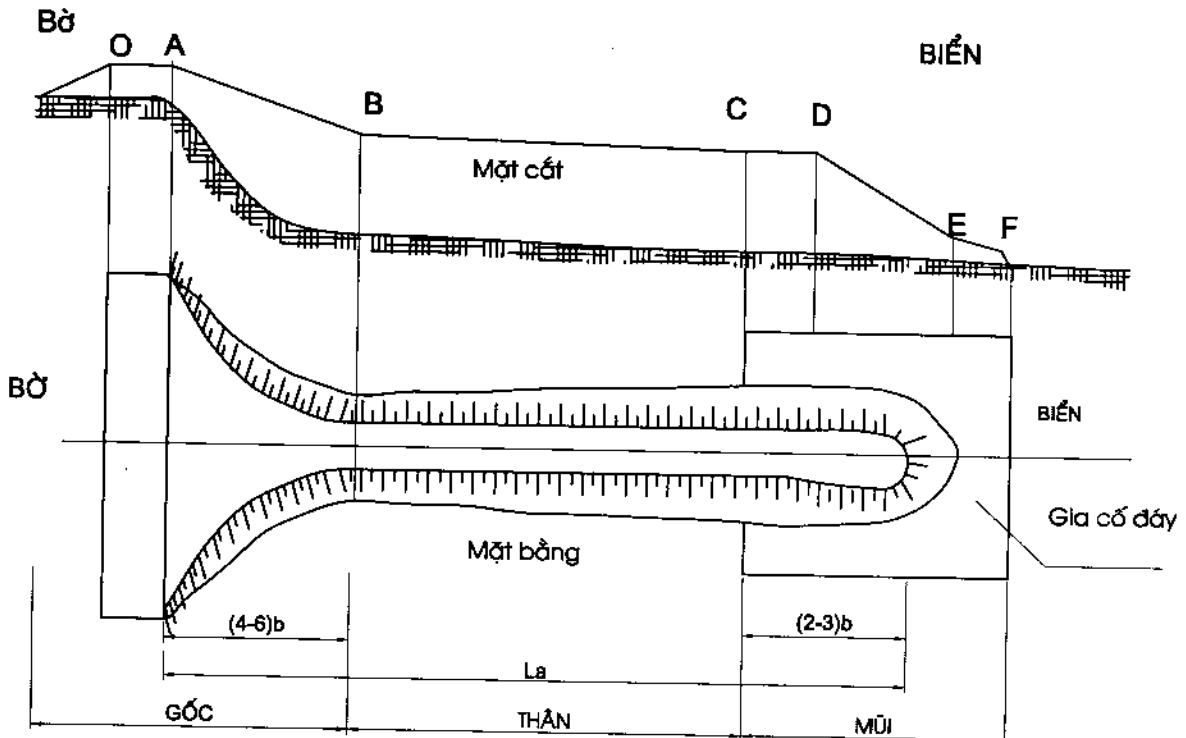
- **Tuyến bố trí:** Cần hoạch định đường bờ mới cho đoạn bờ cần bảo vệ, đường bờ mới này cần trơn thuận, nối tiếp tốt với đường bờ đoạn không có mỏ hàn. Chiều dài của mỏ hàn không quá ngắn, cần ra tới dải sóng vỡ và vùng có dòng ven mạnh.
- **Phương của mỏ hàn:** Đặt vuông góc với đường bờ biển. Nếu hướng sóng ổn định, theo hướng sóng tới bờ để chọn phương của mỏ hàn có lợi nhất cho việc bồi lắng giữa các mỏ hàn.
- **Theo kinh nghiệm:** Nên chọn góc giữa hướng sóng và trục mỏ hàn là $\delta = 100^\circ \div 110^\circ$, không nên lấy $\delta \geq 120^\circ$. Chọn góc α để diện tích tam giác ABC (hình 6-3) đạt cực đại: α và θ cần thoả mãn:

$$\alpha = \frac{\pi + \theta}{2} \quad (7-1)$$

+ Khi $\theta = 30^\circ \div 35^\circ$ thì nên lấy: $\alpha = 110^\circ$;

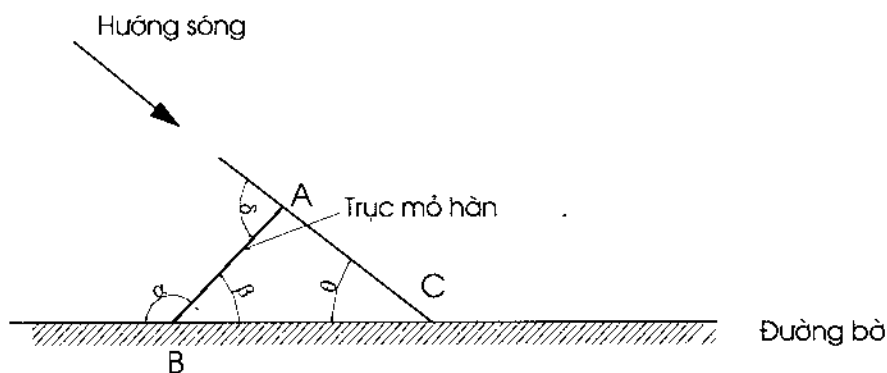
+ Khi $\theta = 60^\circ \div 90^\circ$ thì nên lấy: $\alpha = 90^\circ$;

Có thể dùng mỏ hàn có dạng chữ T, hoặc chữ Z để tăng hiệu quả cản sóng, gây bồi (dạng mỏ hàn này thường có kinh phí cao, khó duy tu, bảo vệ): hình 6.4.

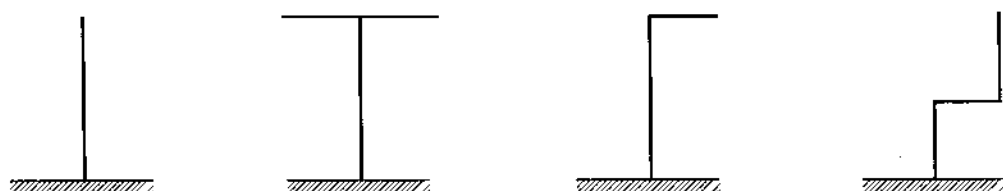


Hình 6.2: Các bộ phận của mỏ hàn

OB: Gốc; BC: Thân; CE: mũi.

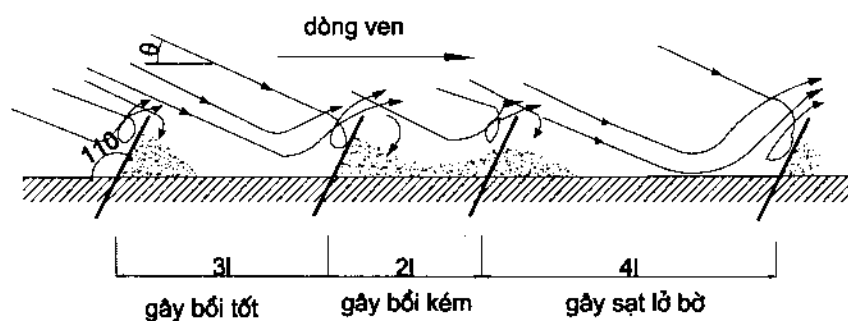


Hình 6.3: Sơ đồ bố trí mỏ hàn



Hình 6.4. Sơ đồ một số dạng mỏ hàn (mặt bằng)

- **Chiều dài mỏ hàn:** Mỏ hàn cần bố trí thành hệ thống, chiều dài mỏ hàn có thể lấy bằng chiều rộng bãi cần bảo vệ cộng thêm 1/5 khoảng cách giữa hai mỏ hàn. Thường lấy bằng 40÷60 m đối với bãi sỏi đá nhỏ, 100÷150 m đối với bãi đất cát.
- **Khoảng cách giữa các mỏ hàn:** Thường lấy bằng 1,5÷2,0 lần chiều dài mỏ hàn, đối với bờ biển sỏi đá; 1,0÷1,5 lần đối với bờ biển đất cát: hình 6-5 và 6-6.



Hình 6.5. Sơ đồ bồi lắng giữa các mỏ hàn trong trường hợp $\theta = 30^\circ \div 55^\circ$

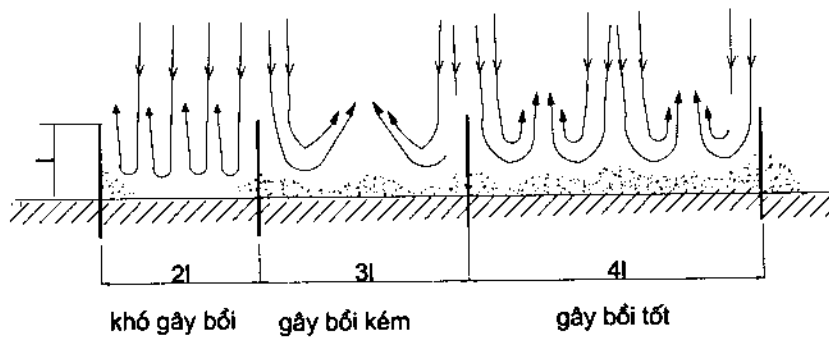
Ghi chú: l - Chiều dài mỏ hàn

Đối với dự án có quy mô lớn, phải bố trí một số mỏ hàn thử nghiệm, tiến hành quan trắc hiện trường rút kinh nghiệm để thiết kế cho phù hợp.

6.3.2. Bố trí và cấu tạo đê giảm sóng

a) Cấu tạo đê giảm sóng

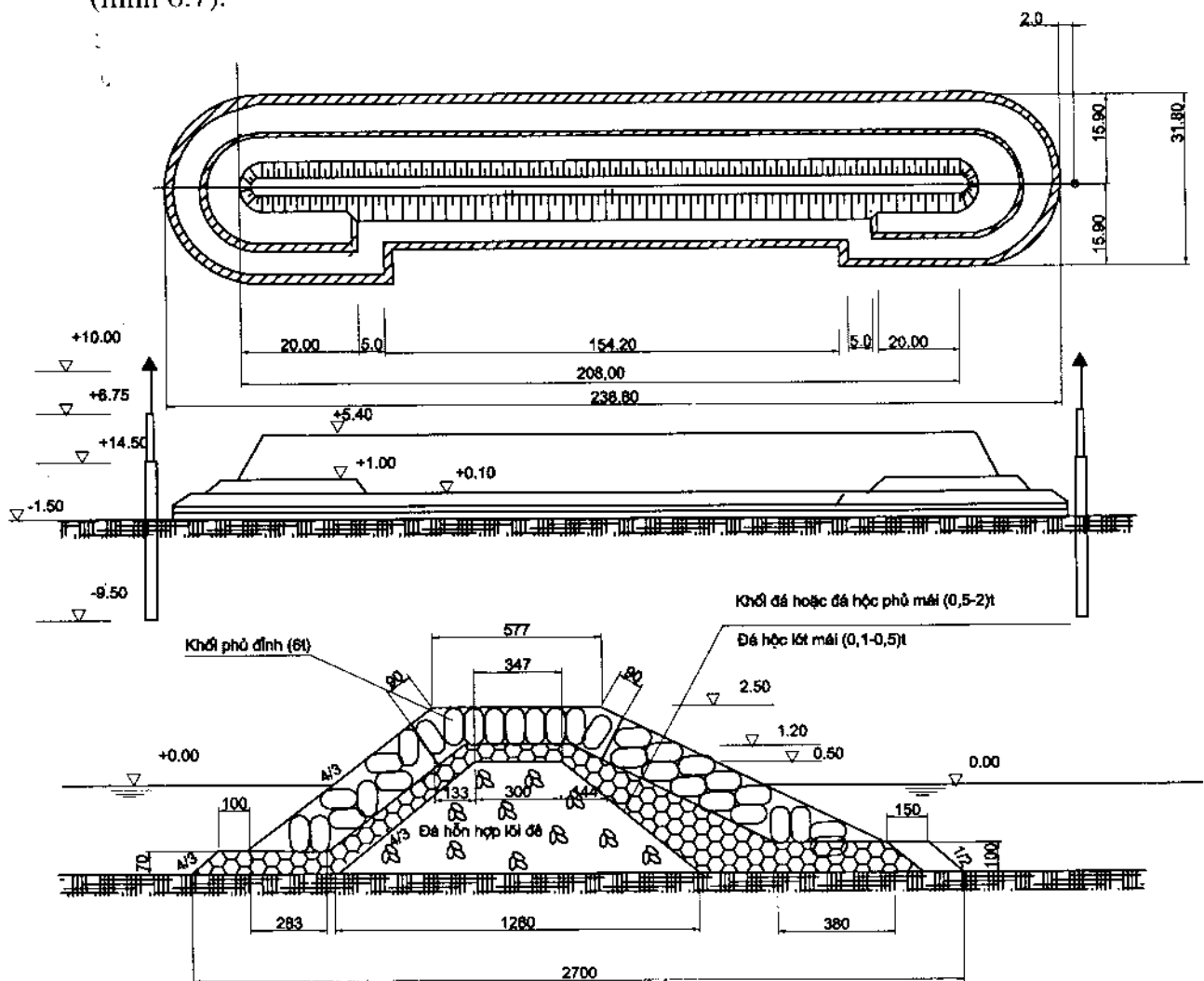
Đê dọc, cách bờ một khoảng cách nhất định, trục đê thường song song với bờ, để giảm sóng, bảo vệ bờ gọi là đê giảm sóng.



Hình 6.6. Sơ đồ bồi lắng giữa các mỏ hàn trường hợp sóng vuông góc với bờ

Ghi chú: l - Chiều dài mỏ hàn

Đê giảm sóng có hai đầu đê và thân đê. Thân đê có một mặt cắt ngang gần như đồng đều trên suốt chiều dài và có 2 phía chịu tải trọng khác nhau: Phía biển và phía bờ (hình 6.7).



Hình 6.7: Sơ đồ cấu tạo đê giảm sóng
a) Mặt bằng; b) Nhìn chính diện từ bờ; c) Cắt ngang

Đê giảm sóng loại đê nhô (cao trình đỉnh đê cao hơn mực nước) hoặc đê ngầm (cao trình đỉnh đê thấp hơn mực nước); Đê liên tục (chạy suốt chiều dài dọc đoạn bờ cần bảo vệ) hoặc đê đứt khúc (từng khúc đặt cách nhau trên cùng một tuyến, quãng đứt giữa 2 khúc gọi là cửa đê).

b) Đánh giá hiệu quả của đê giảm sóng

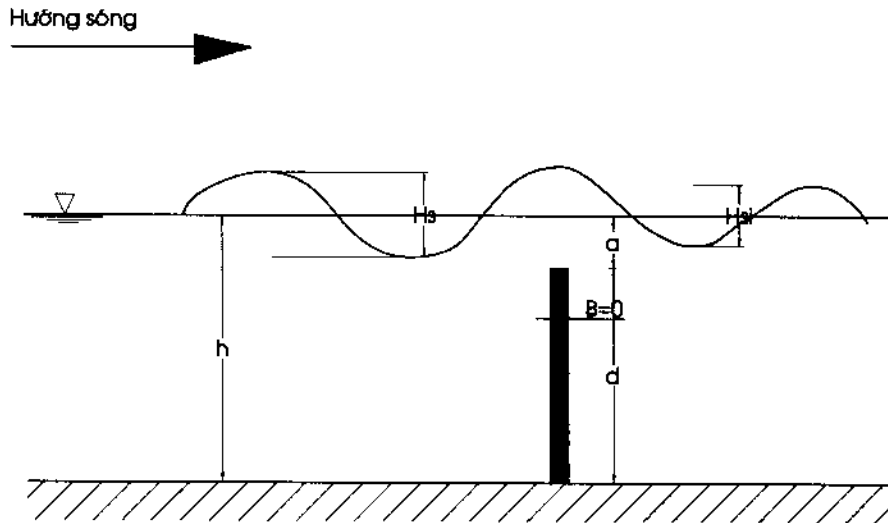
Hiệu quả tiêu sóng của đê ngầm: hệ số tiêu sóng $K_m = H_{si}/H_s$.

- Đối với tường mỏng (hình 6-8):

$$K_m = \frac{H_{si}}{H_s} = 1 - 0,12 \left(1 - \frac{a}{h}\right)^3 \left(\frac{H_s}{L_s}\right)^{\frac{1}{4}} \left(\frac{h}{L_s}\right)^{\frac{1}{14}} \quad (6-1)$$

Trong đó:

- a- Độ sâu nước đỉnh đê;
- B- chiều rộng đỉnh đê;
- H_s/L_s - độ dốc sóng đến;
- h- và độ sâu trước đê;
- d- Chiều cao đê giảm sóng;
- H_{si} - Chiều cao sóng sau đê;
- H_s - Chiều cao sóng trước đê.

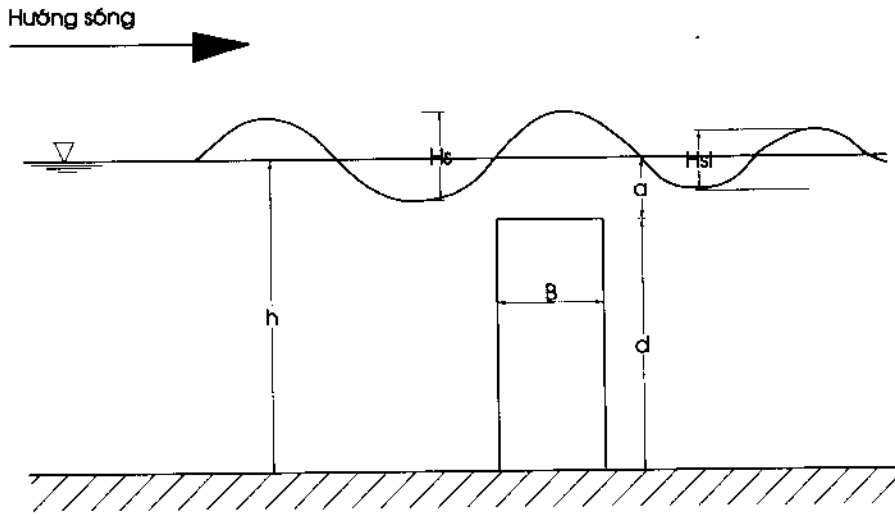


Hình 6.8: Hiệu quả giảm sóng của đê tường mỏng

- Đối với đê tường đứng mặt cắt chữ nhật (hình 6-9):

$$K_m = \frac{H_{si}}{H_s} = 1 - \frac{1}{2} \left(1 - \frac{a}{h}\right)^3 \left(\frac{H_s}{L_s}\right)^{\frac{1}{12}} \left(\frac{h}{L_s}\right)^{\frac{3}{5}} \left(\frac{B}{L_s}\right)^{\frac{2}{5}} \quad (6-2)$$

Công thức 6-1 và 6-2 thích hợp cho trường hợp $0,46 \leq h/d \leq 1,0$. Khi $h/d < 0,7$ tác dụng của đê ngầm không rõ rệt.



Hình 6.9: Hiệu quả giảm sóng của dê mặt cắt chữ nhật

- Đối với dê đá đổ (hình 6-10):

+ Trường hợp $a/H_s \leq 0$ (dê ngầm):

$$K_m = \text{th} \left[0,8 \left(\frac{a}{H_s} + 0,038 \frac{L_s}{H_s} K_b \right) \right] \quad (6-3)$$

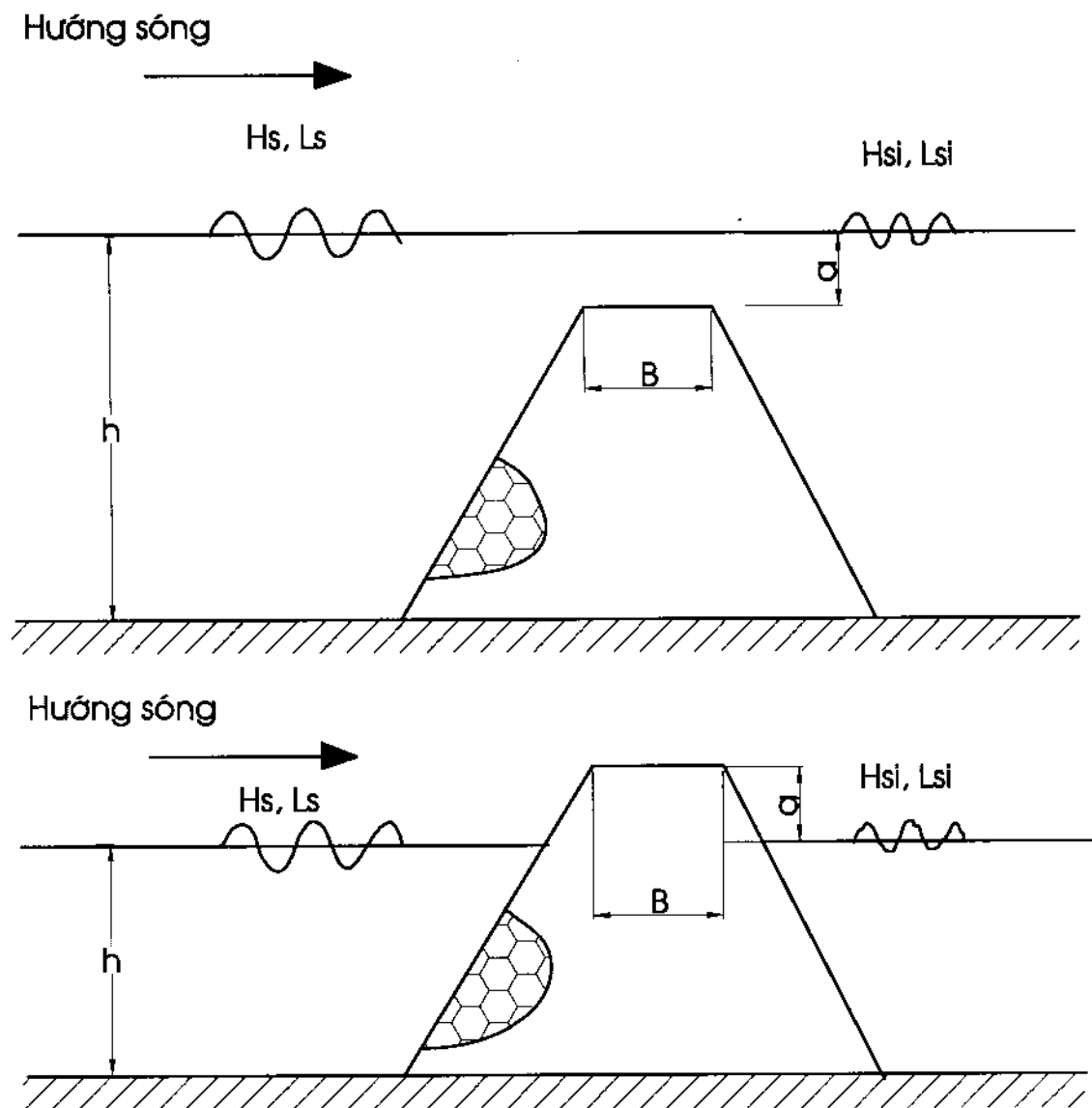
+ Trường hợp $0,25 > a/H_s > 0$ (dê nhô):

$$K_m = \text{th} \left(0,030 \frac{L_s}{H_s} K_b \right) - \text{th} \frac{a}{2H_s} \quad (6-4)$$

$$K_b = 1,5 \exp \left(-0,4 \frac{B}{H_s} \right)$$

Công thức (6-3) thích hợp khi $B = (1 \div 3) H_s$; $L_s/H_s = 10 \div 30$, mái dốc và sau dê đều có $m = 2$; $h/H_s = 2,5$;

Trong đó: H_{sl}, H_{sl} - Chiều cao sóng trước và sau dê, m;
 a - Độ sâu nước trước đỉnh dê m; Dê ngầm a có giá trị âm, Dê nhô a có giá trị dương;
 d - Độ cao dê ngầm (m);
 B - Chiều rộng đỉnh dê (m).



Hình 6.10. Hiệu quả giảm sóng của dè đá đổ

c) Bố trí dè giảm sóng

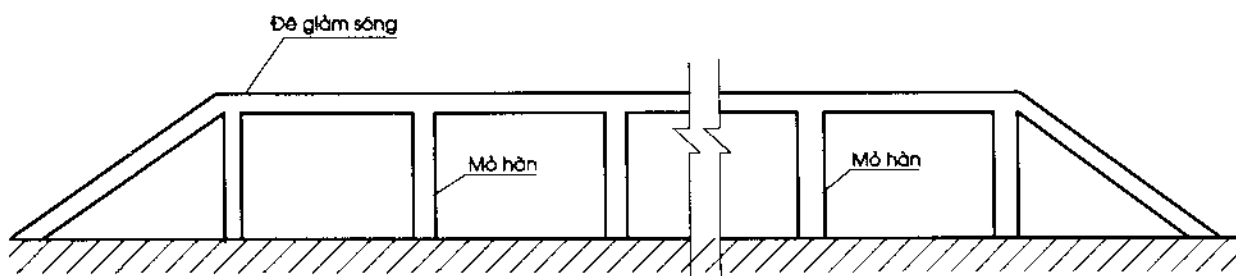
Dè giảm sóng có thể dài liên tục, phủ hết chiều dài bờ bị sạt lở, thường bố trí từng đoạn, để chứa các cửa nhằm trao đổi bùn cát ngoài và trong dè.

- Vị trí đặt dè: Căn cứ vào mục đích khai thác, sử dụng vùng bãi cần được bảo vệ, so sánh hiệu quả kinh tế kỹ thuật các phương án vừa quyết định. Khoảng cách giữa bờ và dè giảm sóng nên lấy khoảng $1,0 \div 1,5$ chiều dài sóng nước sâu.
- Chiều dài đoạn dè giảm sóng dứt khúc lấy bằng $1,5 \div 3,0$ lần khoảng cách giữa dè và đường bờ. Khoảng cách giữa hai đoạn dè dứt khúc (cửa dè) lấy bằng $1/3 \div 1/5$ chiều dài một đoạn dè và bằng hai lần chiều dài sóng.
- Cao trình đỉnh dè: Đối với dè ngầm: có thể lấy bằng $H_{Tp} - 1/2 H_s$ ở vị trí dè + Độ lún;
- Đối với dè nhô: có thể lấy bằng $H_{Tp} + 1/2 H_s$ ở vị trí dè + Độ lún.
- Chiều rộng đỉnh dè giảm sóng: Xác định qua tính toán ổn định công trình, thường lấy lớn hơn độ sâu nước dưới Z_{tp} ở vị trí dè.

6.3.3. Hệ thống công trình phức hợp ngăn cát - Giảm sóng

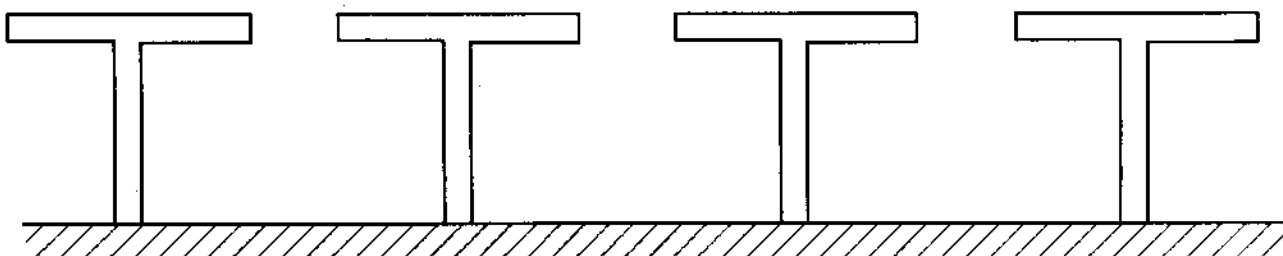
Trong điều kiện thủy hải văn phức tạp, cần kết hợp công trình ngang bờ và công trình dọc bờ, phối hợp hiệu quả chắn cát dọc bờ và giảm sóng, chắn cát ngang bờ. Tùy theo yêu cầu cụ thể có thể bố trí công trình theo 3 sơ đồ sau:

a) *Sơ đồ 1*: kết hợp giữa hệ thống mỏ hàn và đê giảm sóng, tạo thành một tổ hợp đê bao ngăn ô (hình 6.11).



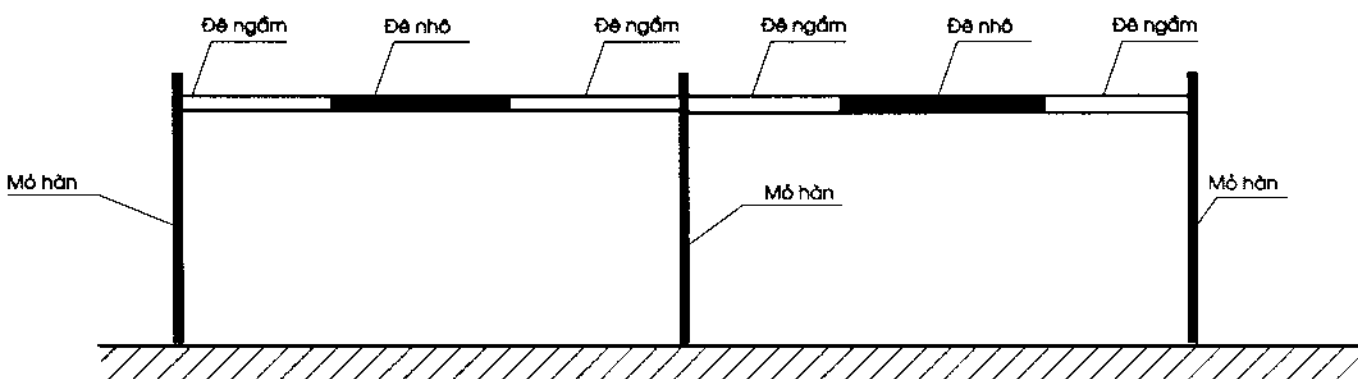
Hình 6.11. Đê bao ngăn ô

b) *Sơ đồ 2*: Hệ thống mỏ hàn (hình 6.12).



Hình 6.12: Hệ thống công trình chữ T

c) *Sơ đồ 3*: Hệ thống công trình phức hợp giữa phương ngang, phương dọc và cao thấp khác nhau (hình 6-13).



Hình 6.13. Hệ thống công trình phức hợp

6.4. Thiết kế đê công trình ngăn cát, cản sóng dạng thành đứng

6.4.1. Các loại kết cấu công trình dạng thành đứng

a) Công trình bằng kết cấu trọng lực: Dùng để ngăn cát, cản sóng vùng gần bờ, bảo vệ đê biển, không cần sử dụng các loại thùng chìm, cọc trụ đường kính lớn, thường sử dụng kết cấu khối chuồng (hoặc cũi) và kết cấu khối xếp.

- Công trình có kết cấu chuồng (hoặc cũi) gỗ hoặc bê tông cốt thép (hình 6.14a). Gỗ tràm dùng đóng chuồng rất tốt, trong chuồng (hoặc cũi) chất bao tải cát, đá học.
- Công trình có kết cấu khối xếp bê tông: Hình dạng đơn giản như (hình 6.11b).

b) Công trình bằng kết cấu cọc, cừ:

- Loại 1 hàng cọc gỗ đơn: Cần đóng thẳng, bố trí dích dắc, so le, có thanh giằng, chiều cao khoảng 1,5 m (hình 6.15 a). Quanh chân cọc rải đá học chống xói: Dùng để ngăn cát ven bờ;
- Loại 2 hàng cọc gỗ: Tạo thành tường vây có liên kết ngang, dọc, chất vật liệu tạo khối giữa 2 hàng cọc (hình 6-15b).
- Cọc bê tông cốt thép đơn hoặc kép: Có bản chắn, sử dụng trong công trình chắn sóng không lớn, thi công đóng cọc bê tông cốt thép thuận tiện (hình 6-15c).
- Công trình cừ thép đơn hoặc kép: Dùng trong vùng sóng lớn, bãi biển tương đối sâu, yêu cầu độ ổn định cao (hình 6-15d).

6.4.2. Cấu tạo công trình thành đứng dạng trọng lực

a) Trọng lượng và kích thước khối xếp

- Trọng lượng khối bê tông không nhỏ hơn các trị số trong bảng 6-1.

Bảng 6.1. Trọng lượng khối bê tông xếp

Chiều cao sóng thiết kế, m:	2,6÷3,5	3,6÷4,5	4,6÷5,5	5,6÷6,0	6,1÷6,5	6,6÷7,0
Trọng lượng khối xếp, tấn:	30	40	50	60	80	100

Có thể dùng các khối có trừ lỗ để sau khi lắp đặt sẽ đổ bê tông bổ sung tăng trọng lượng.

Các khối xếp nên ít chủng loại. Tỷ lệ giữa kích thước cạnh dài và chiều cao ≤ 3 lần, giữa kích thước cạnh ngắn và chiều cao ≥ 1 lần.

Khối bê tông đỉnh cần phủ hết chiều rộng mặt cát ngang, chiều dày $\geq 1,0$ m, có liên kết chặt chẽ với thân đê.

b) Cách xếp khối

- Chiều rộng khe thẳng đứng giữa các khối xếp khoảng 2 cm, bố trí lệch nhau với khoảng cách như bảng 6-2.

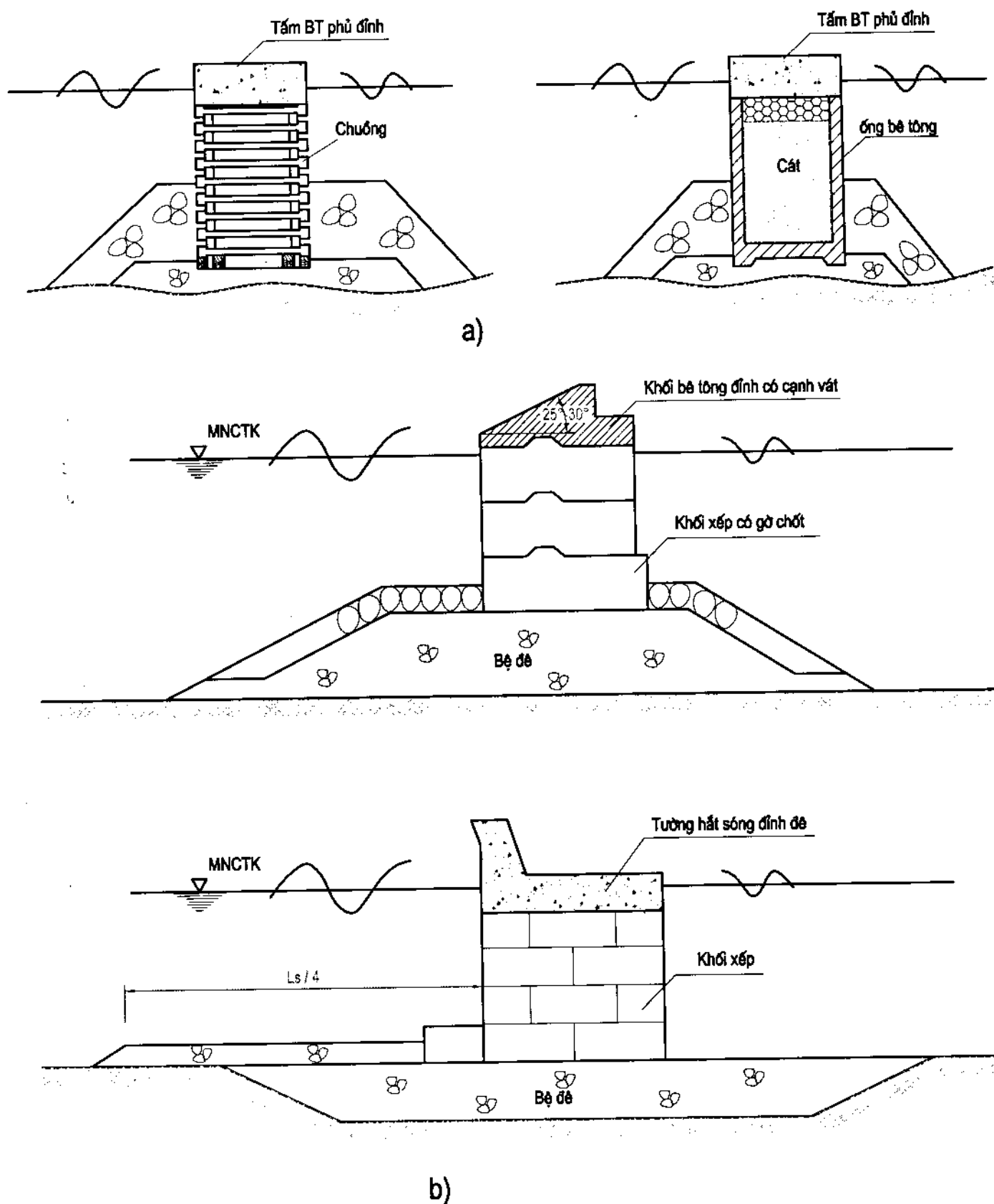
Bảng 6.2. Độ lệch vị trí các khe

Độ lệch vị trí các khe	Trọng lượng khối xếp (tấn)	
	≤ 40	> 40
Trên mặt cắt ngang	$\geq 0,8$ m	$\geq 0,9$ m
Trên phẫu diện dọc hoặc trên mặt bằng	$\geq 0,5$ m	$\geq 0,6$ m

- Trong trường hợp đặc biệt: Khoảng cách chênh lệch giữa các khe biến dạng có thể lấy từ 10 ÷ 30 cm, khe biến dạng liên thông từ đỉnh đến đáy tường rộng từ 2 ÷ 5 cm. Khe biến dạng nên bố trí ở các vị trí có sự thay đổi về dạng kết cấu, chiều cao thân tường hoặc độ dày bệ, tính chất đất nền.

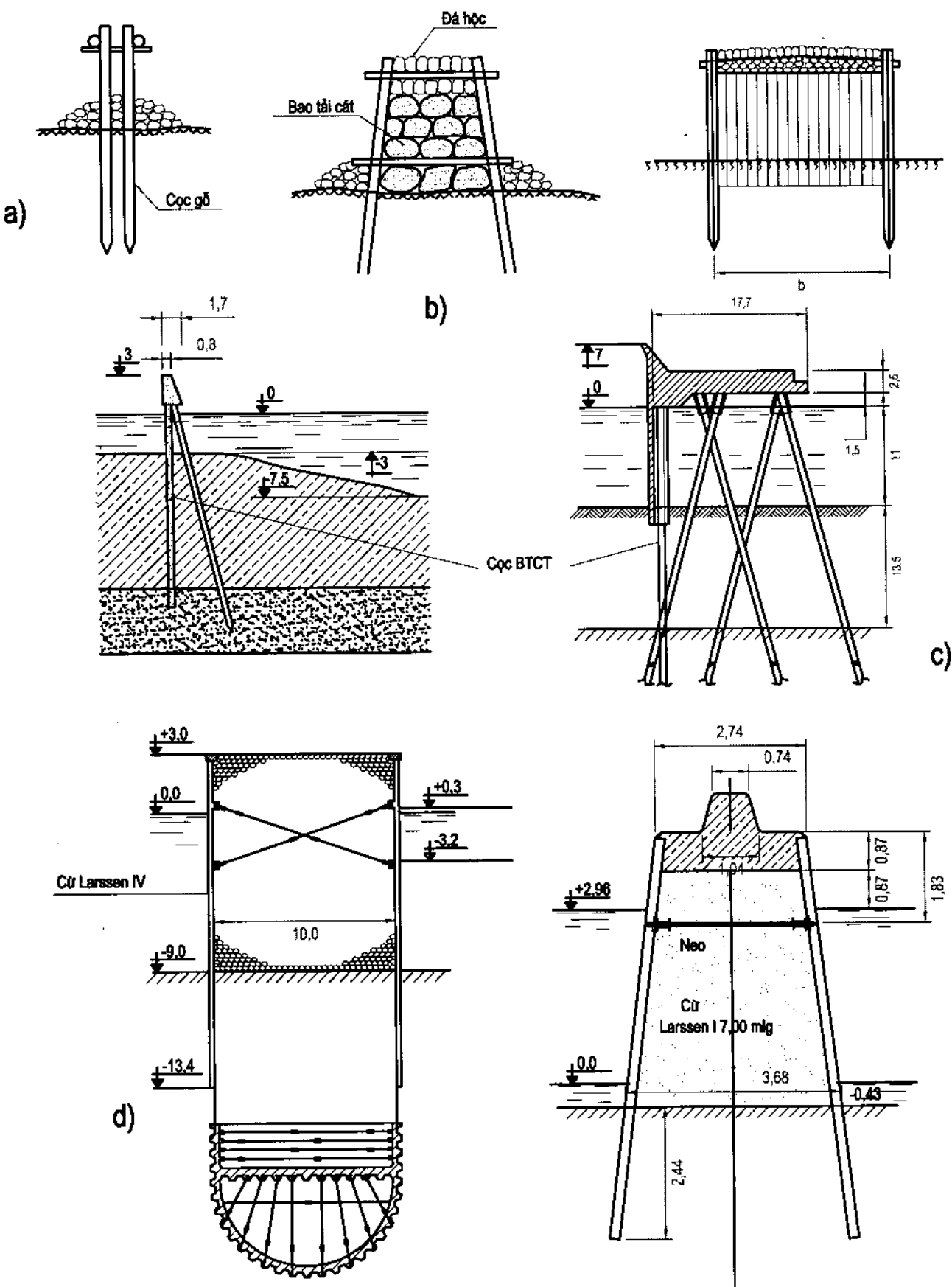
c) Bệ công trình

- Độ dày bệ đá đổ được xác định qua tính toán, nên $\geq 1,0$ m. Đá học đổ bệ có trọng lượng từ 10 ÷ 100 kg. Bệ cần được đầm nện theo yêu cầu đảm bảo kỹ thuật.
- Dọc theo chân bệ, cần có sân gia cố bằng đá học, rộng khoảng 0,25 lần chiều cao sóng thiết kế. Chiều dày lớp gia cố đáy $\geq 0,5$ m, thường dùng 2 lớp đá xác định theo vận tốc dòng chảy do sóng tạo ra ở thành đứng (phụ lục H).



Hình 6.14. Sơ đồ cấu tạo công trình thành đứng dạng trọng lực

a) Bằng chuông gỗ, hoặc bê tông; b) Bằng khối xếp bê tông.



Hình 6.15. Sơ đồ cấu tạo công trình dạng thành đứng có kết cấu cọc cừ

d) *Đoạn đầu mũi*: Quy định là phần ngoài cùng của công trình có độ dài bằng 2 lần chiều rộng đỉnh, cần tăng cường gia cố phần vai bệ bằng các khối bê tông hình hộp lập phương nặng gấp 2÷3 lần khối phủ mái. Nếu là bệ đắp cao, mái bệ cần lấy thoải hơn so với đoạn trong.

e) *Đoạn gốc*: Thường dùng kết cấu mái nghiêng, nối tiếp tốt với bờ, không cần gia cố đặc biệt nếu không có tập trung năng lượng sóng rõ rệt.

6.4.3. *Tính toán công trình thành đứng trọng lực*

a) *Tổ hợp tải trọng*

- Tổ hợp thiết kế: Với các trường hợp sau:

- + Mục nước cao thiết kế và chiều cao sóng lấy chiều cao sóng thiết kế.
- + Mục nước thấp thiết kế và chiều cao sóng thiết kế xác định bằng phương pháp tính toán khúc xạ từ các yếu tố sóng nước sâu trong điều kiện mục nước thấp thiết kế.
- + Trường hợp mục nước cao thiết kế trước công trình có sóng đứng và mục nước thấp thiết kế, sóng bị vỡ, cần phải tính toán theo mục nước gây ra áp lực sóng lớn nhất trong quá trình mục nước thay đổi từ mục nước thấp thiết kế đến mục nước cao thiết kế.

- Tổ hợp kiểm tra: Với các trường hợp sau:

- + Mục nước cao kiểm tra và chiều cao sóng lấy chiều cao sóng thiết kế.
- + Mục nước thấp kiểm tra, không xét đến tác dụng của sóng.

Trong quá trình thiết kế và kiểm tra có thể không xét đến tổ hợp sóng ở cả hai phía trong và ngoài đê, mà coi ở phía khuất sóng có mục nước tĩnh.

b) *Nội dung tính toán, bao gồm:*

- Ổn định chống lật dọc theo đáy đê và theo các khe nằm ngang, khe răng trong thân công trình;
- Ổn định chống trượt theo đáy công trình và theo các khe nằm ngang trong thân công trình;
- Ổn định chống trượt theo đáy bệ;
- Sức chịu tải của bệ và đất nền;
- Ổn định tổng thể;
- Lún nền;
- Trọng lượng ổn định của các viên đá, cấu kiện bệ và gia cố đáy.

Cách tính toán theo phụ lục H.

6.4.4. *Tính toán công trình thành đứng bằng cọc, cừ*

a) *Tổ hợp tải trọng*

- Tổ hợp cơ bản (thiết kế): Chủ yếu là áp lực sóng;
- Tổ hợp đặc biệt: Chủ yếu là các lực xuất hiện trong quá trình thi công.

b) *Áp lực đất và phản lực nền*

- Đối với cọc cứng: Áp lực chủ động và bị động tính theo phương pháp Coulomb.

- Đối với cọc mềm: Áp lực đất cần tính sự tương tác giữa cường độ áp lực đất với biến dạng của tường cọc.

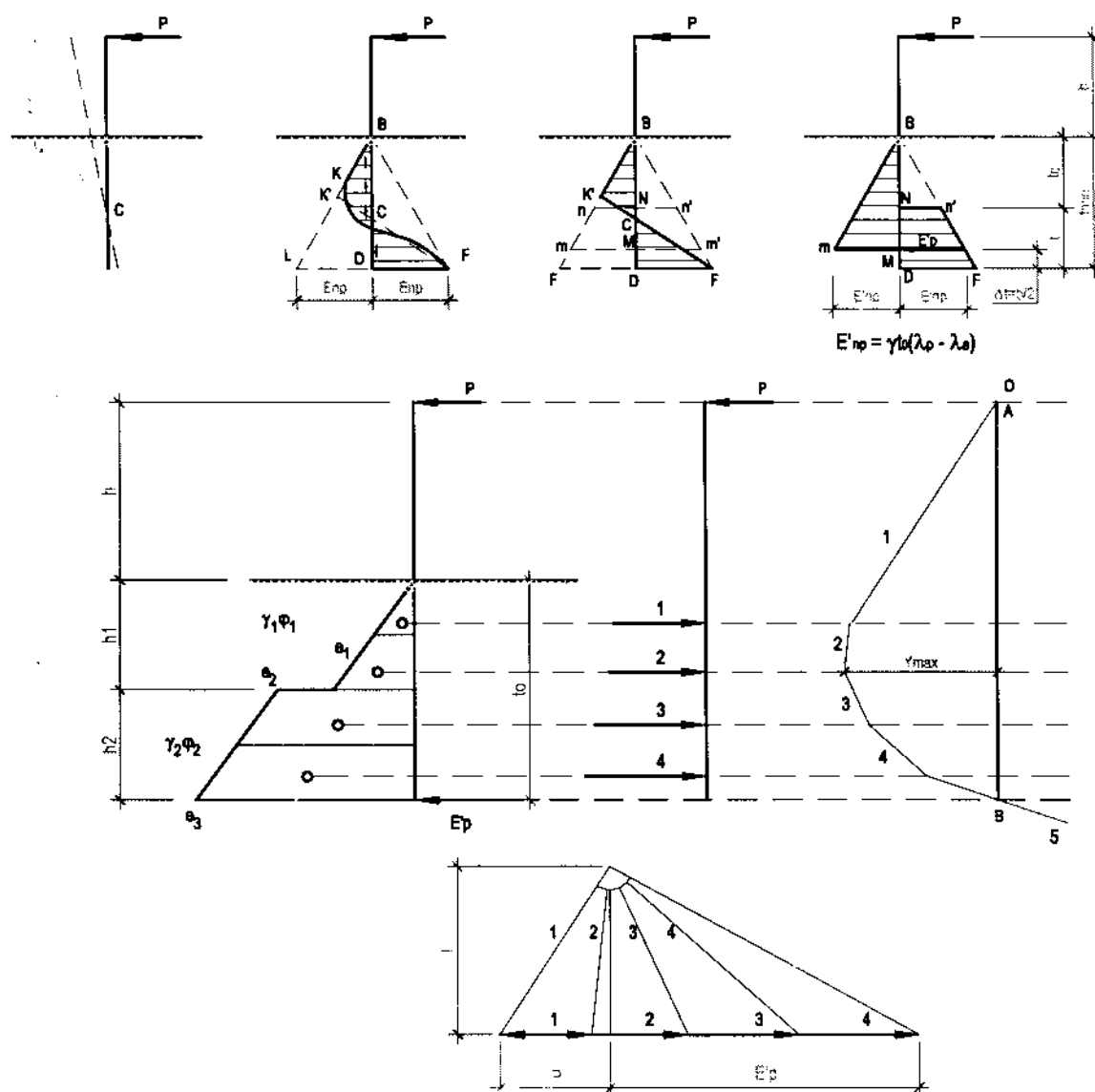
c) *Xác định độ sâu chôn cọc, nội lực trong cọc*

Dùng phương pháp đồ giải, hoặc giải tích theo tiêu chuẩn hiện hành để tính (hình 6-16).

- Chiều sâu chôn cọc, t (m);
- Mô men ở bụng cọc, M (tm);
- Độ võng của cọc, f (mm).

d) *Tính độ bền của cọc và các cấu kiện khác*

- Độ bền của cọc: Xác định theo mục Điều 6.4.4 và những yêu cầu khi thi công, chế tạo. Cần kiểm tra nứt và các yêu cầu khác theo điều kiện làm việc của cọc.
- Các cấu kiện khác như: Thanh neo, dầm mũ, dầm ốp, khối phủ mặt, cọc chống xiên, bản chắn, khối hoặc gờ cản sóng ở đỉnh v.v... phải tính nội lực và độ bền.

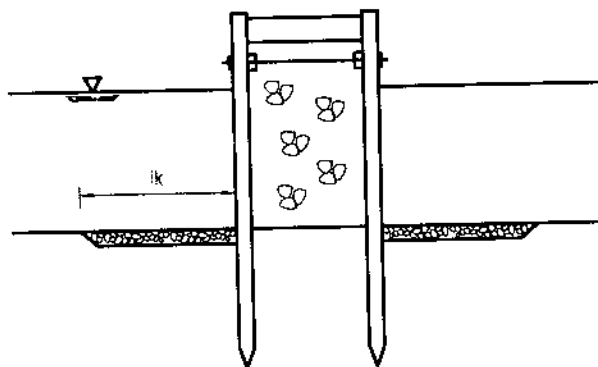


Hình 6.16. Các sơ đồ tính toán cọc đơn (tự do)

e) Phạm vi gia cố chân công trình (hình 6.17)

$$l_k = \frac{L_s}{4} \quad (6-5)$$

Trong đó: l_k - Phạm vi gia cố chân công trình;
 L_s - Chiều dài sóng có ý nghĩa tại chân công trình.



Hình 6.17. Phạm vi gia cố chân công trình bằng cọc, cừ

6.5. Thiết kế công trình ngăn cát, giảm sóng dạng mái nghiêng

6.5.1. Các loại hình mặt cắt ngang đê mái nghiêng

Cấu tạo đê mái nghiêng ngăn cát, giảm sóng bao gồm:

- Thượng tầng: khối tường đỉnh đê;
- Trung tầng: lõi đê, mái đê, lớp phủ mái;
- Hạ tầng: lớp đệm, lăng thể chân đê.

Thường có 4 loại hình mặt cắt (hình 6.18):

a) Loại 6-18a: Lõi đê đá đổ không phân loại, được bọc một lớp đá học lớn xếp khan, lớp phủ mái bằng đá học hoặc khối bê tông, có lăng thể chân đê phía biển.

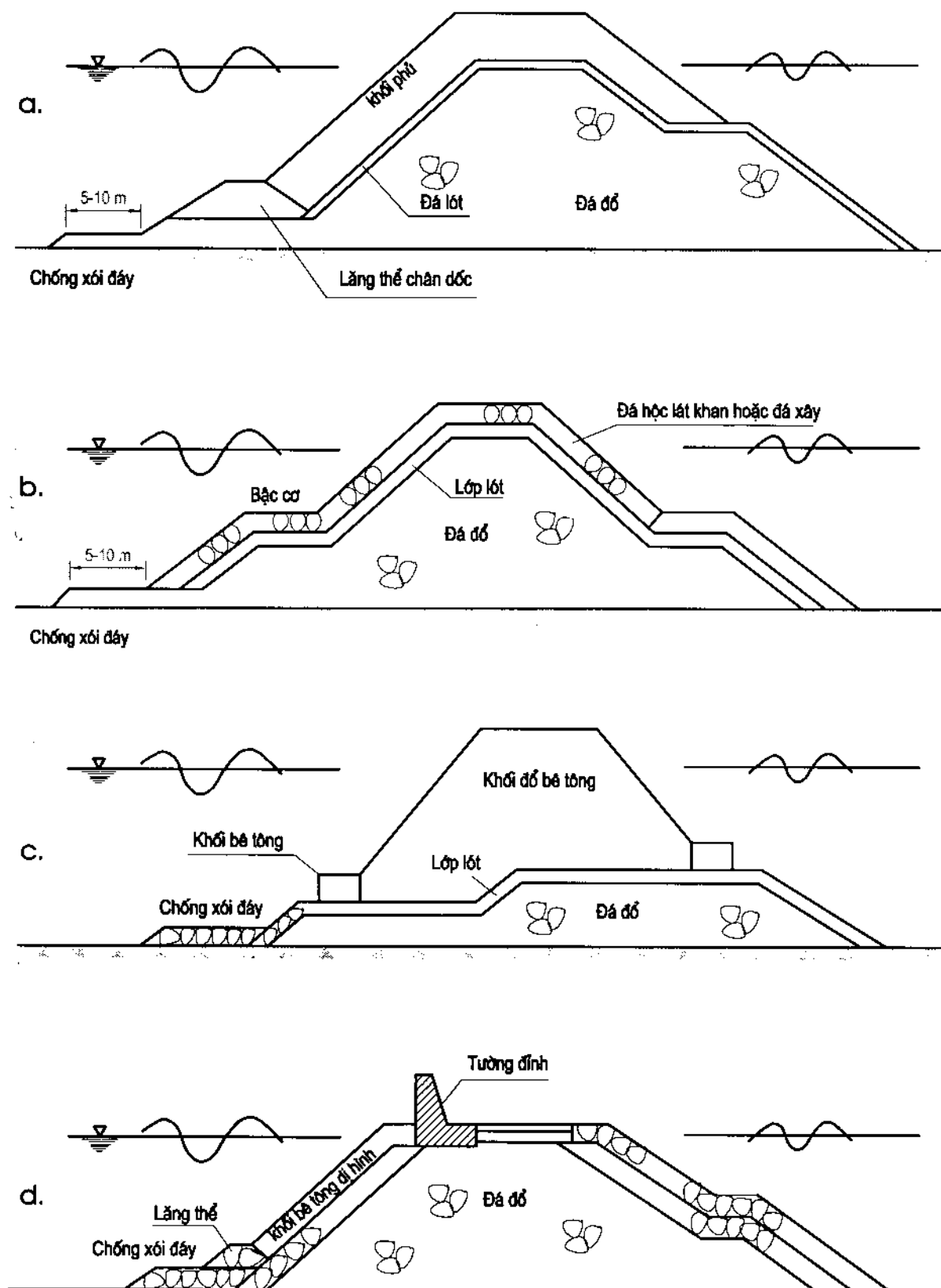
b) Loại 6.18b: Tại mực nước thi công đặt bậc cơ. Mái phía trên bậc cơ là đá lát khan hoặc đá xây.

c) Loại 6.18c: Các khối bê tông hình hộp được chôn trực tiếp trên đệm đá, hình thành thân đê.

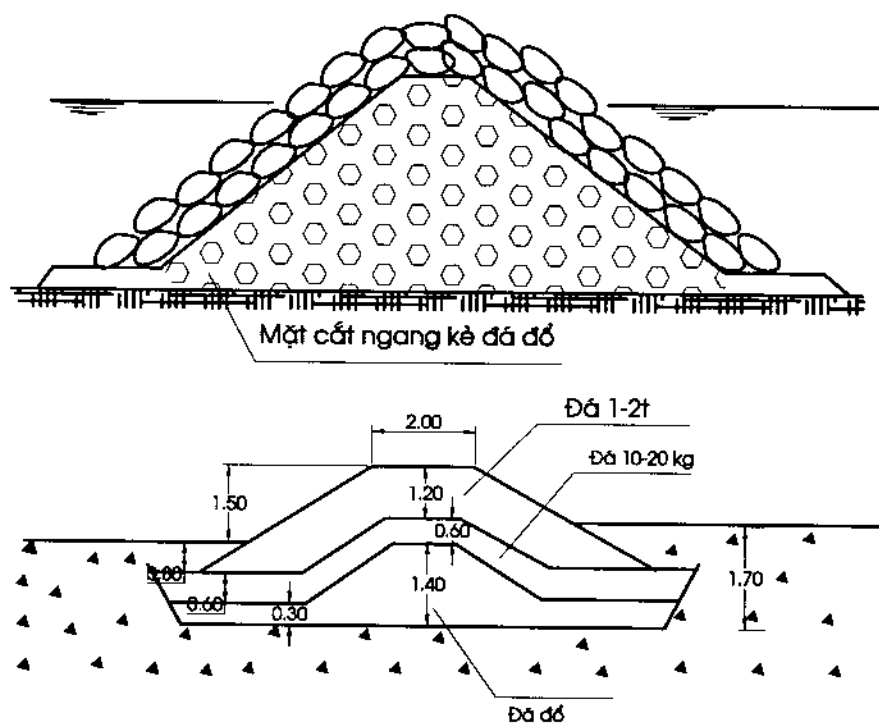
d) Loại 6.18d: Trên đỉnh có đặt khối bê tông dạng tường góc.

Mặt cắt đê cần chọn thích hợp với các điều kiện tự nhiên tại vùng xây dựng. Nên sử dụng các khối bê tông dị hình trong mái đê nghiêng.

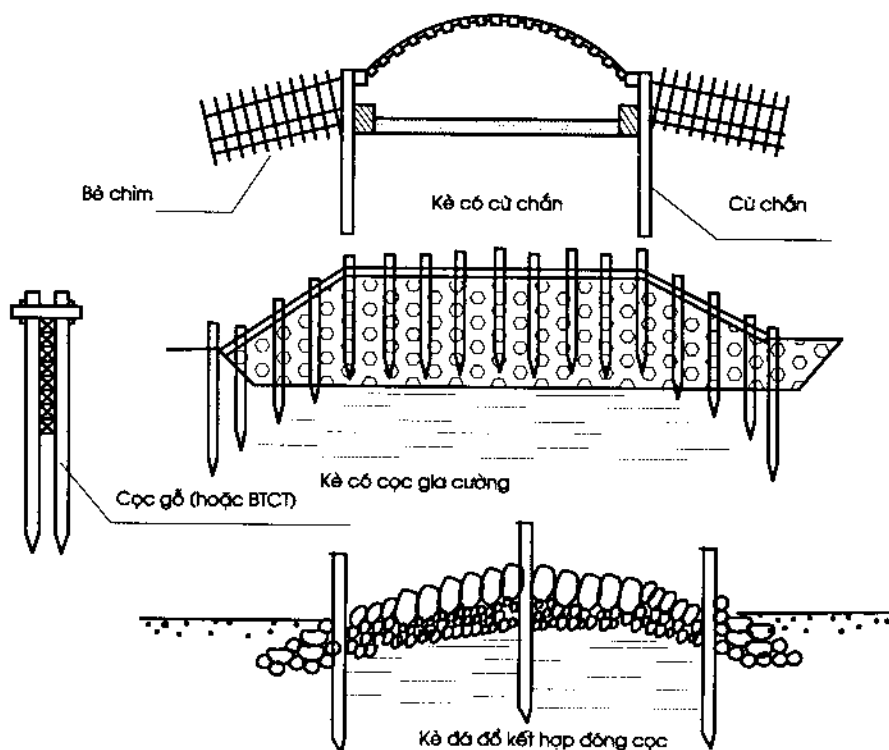
Một số ví dụ: xem ở hình từ 6.19 đến 6.22.



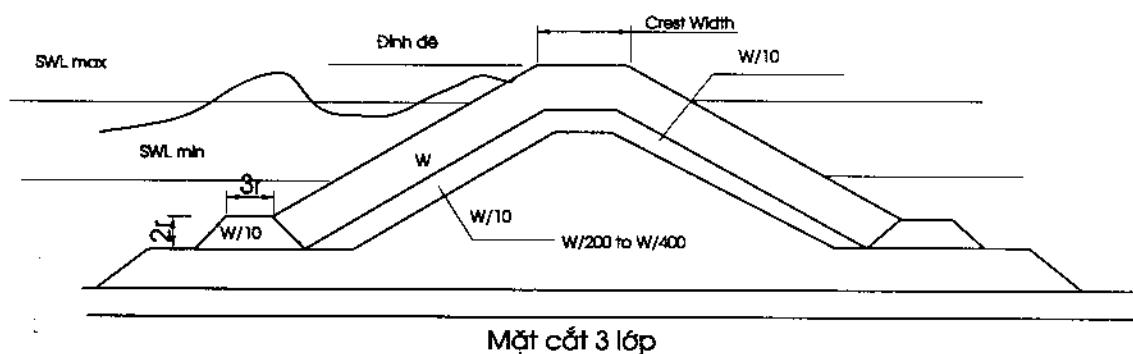
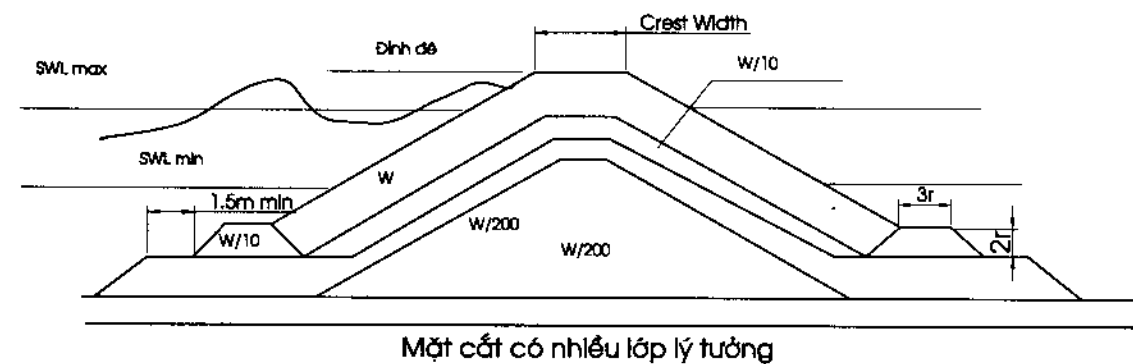
Hình 6.18. Các dạng mặt cắt ngang dè mái nghiêng



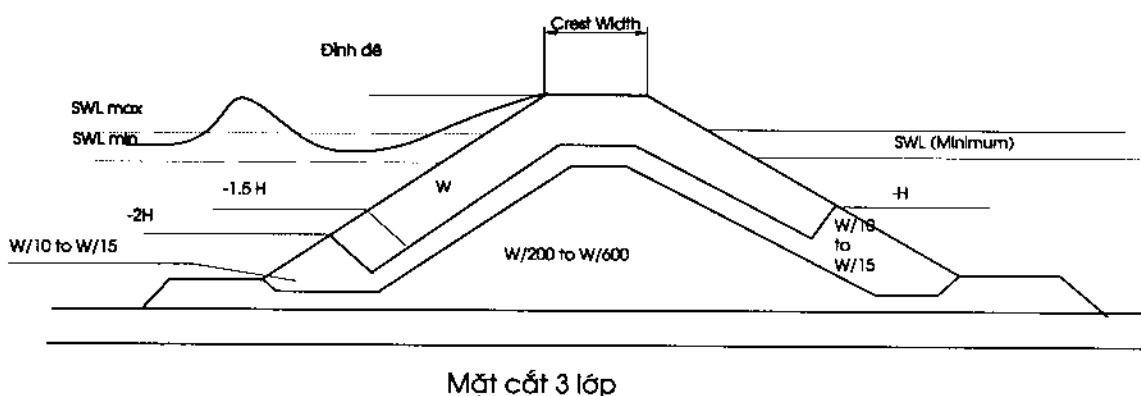
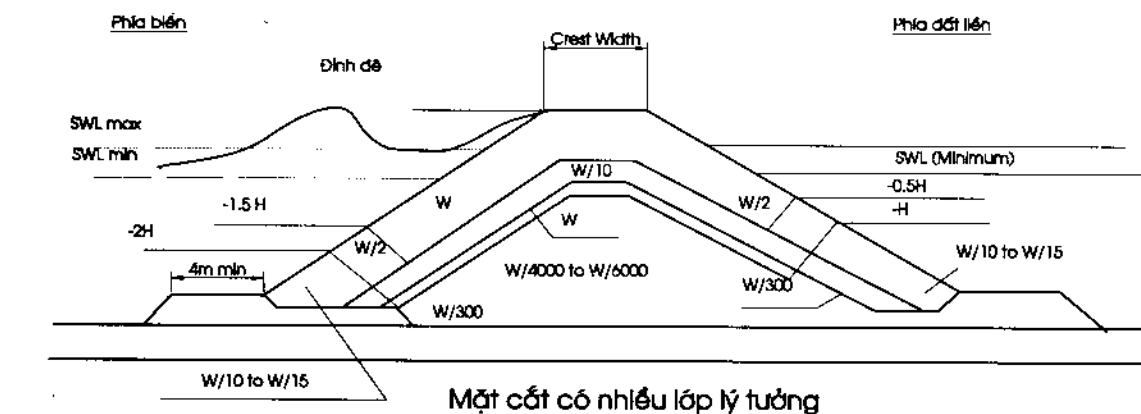
Hình 6.19. Mặt cắt ngang kè mỏ hàn đá đổ (Pháp)



Hình 6.20. Mặt cắt ngang hỗn hợp nhiều loại vật liệu, cấu kiện (Pháp)



Hình 6.21. Mặt cắt ngang dề mái nghiêng có một phần sóng tràn



Hình 6.22. Mặt cắt ngang dề mái nghiêng không (hoặc ít) có sóng tràn

6.5.2. Xác định kích thước mặt cắt ngang

a) *Cao trình và chiều rộng đỉnh công trình:* Căn cứ yêu cầu kỹ thuật về ngăn cát và mức độ giảm sóng cho phía sau công trình để xác định.

- Nếu chỉ ngăn cát, đỉnh công trình chỉ cần ngang với mực nước giờ có tần suất bảo đảm 50%.
- Nếu kết hợp giảm sóng, thì tham khảo phần hiệu quả giảm sóng ở Điều 6.3.2.
- Ngoài ra cần xét thêm các vấn đề sau:
 - + Sóng và dòng chảy khi tràn qua không ảnh hưởng đến diễn biến luồng và sự đi lại của tàu thuyền.
 - + Nhu cầu đi lại, giao thông trên đỉnh trong giai đoạn thi công và khai thác.
 - + Chiều rộng của đỉnh công trình: Mái nghiêng lấy bằng $1,1 \div 1,25$ lần chiều cao sóng thiết kế, có thể lấy bằng chiều sâu nước thiết kế (ở đầu mũi), tối thiểu nên bằng 3 lần chiều rộng khối phủ mái phía biển.

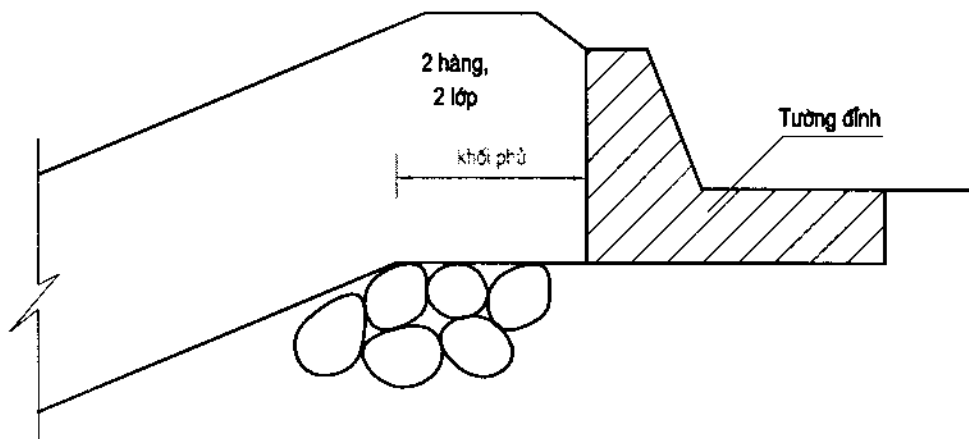
b) *Khối tường đỉnh, nhằm:*

- Tăng độ cao đỉnh mà không mở rộng thân công trình;
- Chống sự phá hoại của sóng tràn;
- Tạo đường giao thông đi lại.

Để chắn sóng, cao trình đỉnh tường không nên đặt thấp hơn so với mực nước cao thiết kế một lần chiều cao sóng thiết kế. Nếu không có yêu cầu cao về chắn sóng thì có thể đặt thấp hơn.

Nếu mái phía biển phủ đá hộc hoặc bê tông khối hình chữ nhật thì đỉnh của mái dốc cần cao hơn mực nước thiết kế từ $0,6 \div 0,7$ lần chiều cao sóng thiết kế. Chân tường đỉnh phải cách mép lõi đá mái nghiêng tối thiểu là 1m. Phần giữa mép lõi đá và chân tường đỉnh gọi là vai phải đủ rộng để lắp đặt được ít nhất một hàng khối phủ.

Nếu mái phía biển được phủ một lớp tetrapod hoặc dolos thì cao trình đỉnh mái không được thấp hơn cao trình đỉnh tường. Vai phải đủ rộng để xếp được 2 hàng, 2 lớp khối phủ (hình 6-23).



Hình 6.23. Sơ đồ vai và tường đỉnh

c) *Lăng thể đá đổ chân mái phía biển*

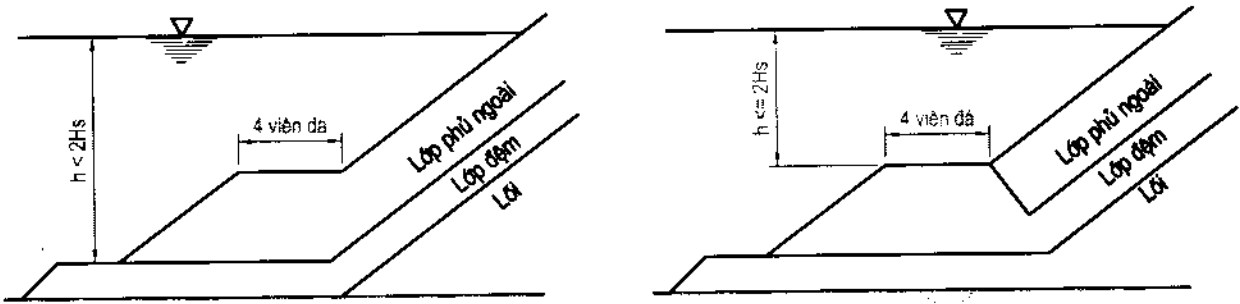
Cao trình đỉnh lăng thể thường thấp hơn cao trình mực nước thấp thiết kế khoảng 1 lần chiều cao sóng thiết kế. Chiều rộng đỉnh mặt lăng thể không nhỏ hơn 1,0 m.

Đối với mặt cắt ngang có bậc cơ, chiều rộng bậc cơ lấy khoảng 2,0 m.

d) *Độ dốc mái*

Thông thường kết cấu đá học thiết kế với mái dốc có $m = 2,0 \div 3,0$. Khối bê tông nhân tạo có thể lắp đặt trên mái dốc $m = 1,5 \div 2,0$.

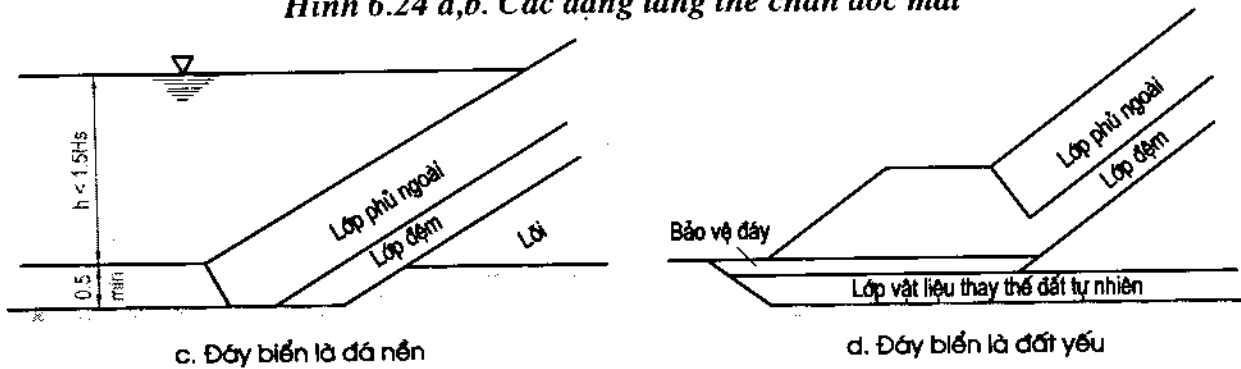
Ghi chú: Đối với mặt cắt dùng khối đổ bê tông trên đệm đá, chiều rộng thân đê tại mực nước thiết kế không được nhỏ hơn 3 lần chiều cao sóng thiết kế.



a. Nước nông

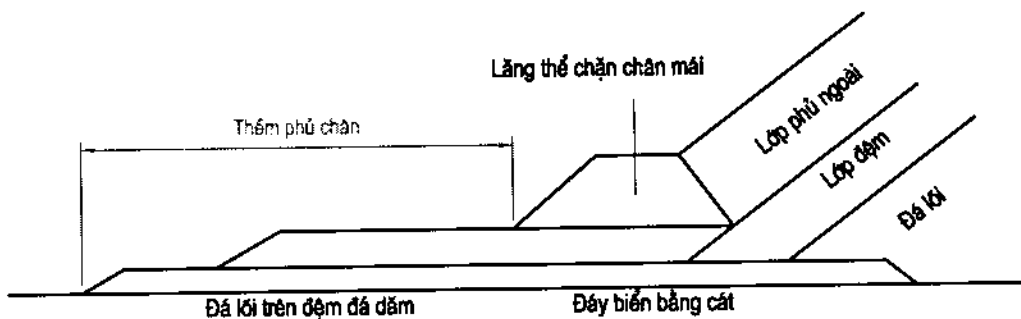
b. Nước sâu

Hình 6.24 a,b. Các dạng lăng thể chân dốc mái



c. Đáy biển là đá nền

d. Đáy biển là đất yếu



e. Có thêm phủ chân chống xói

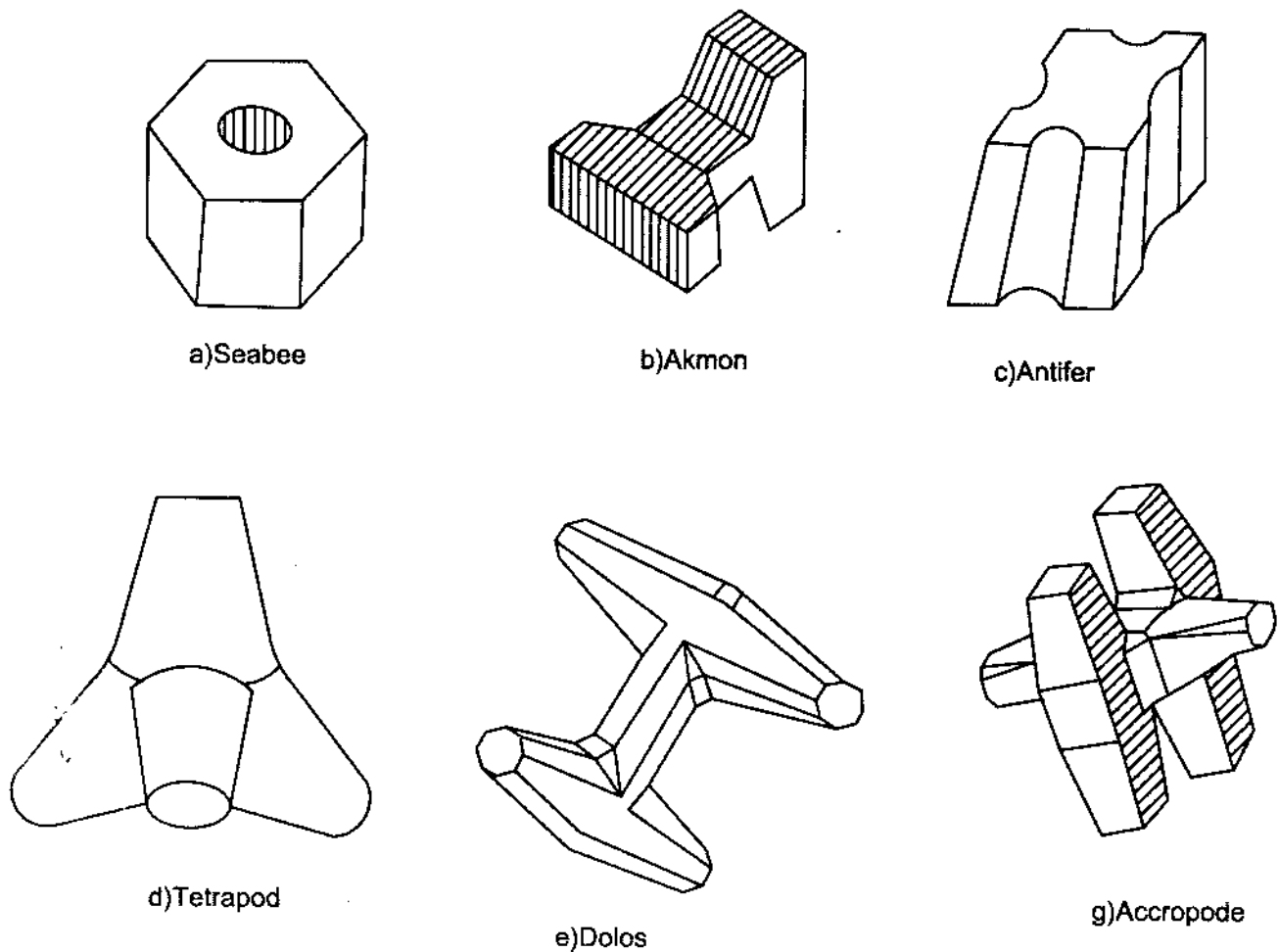
Hình 6.25 c,d,e. Các dạng lăng thể chân dốc mái

6.5.3. *Trọng lượng ổn định của khối phủ mái nghiêng*

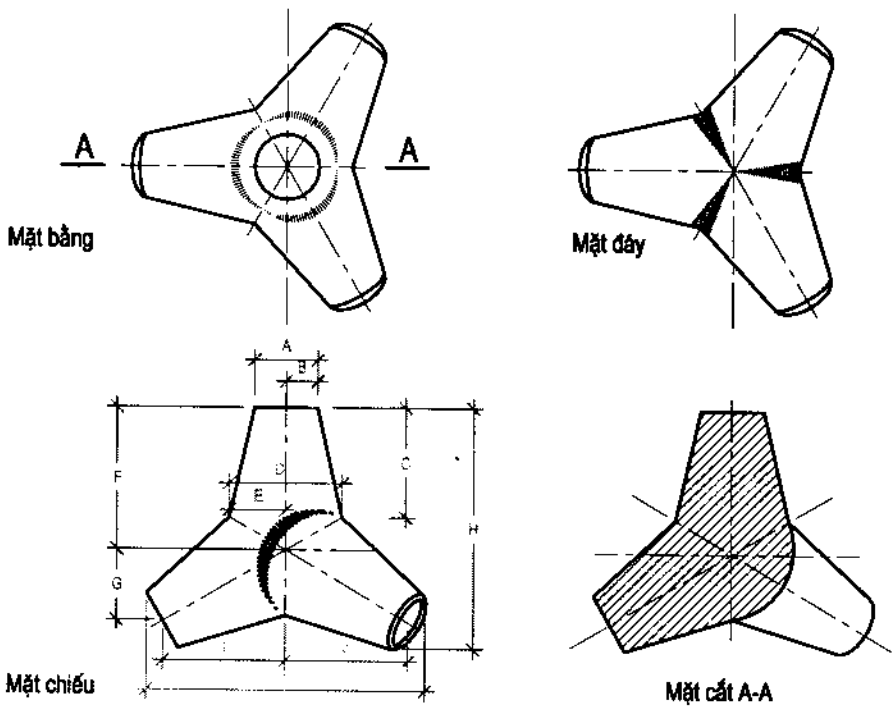
a) *Khối bê tông dị hình phủ mái nghiêng*

Khối bê tông dị hình được sử dụng làm khối phủ mái cho các công trình chịu tác động của sóng lớn, một số loại thường sử dụng giới thiệu trong hình 6-26.

Khối tetrapop (hình 6-27) và dolos (hình 6-28) có thể sử dụng rộng rãi trong công trình mỏ hàn và đê dọc bờ trong hệ thống bảo vệ bờ biển.



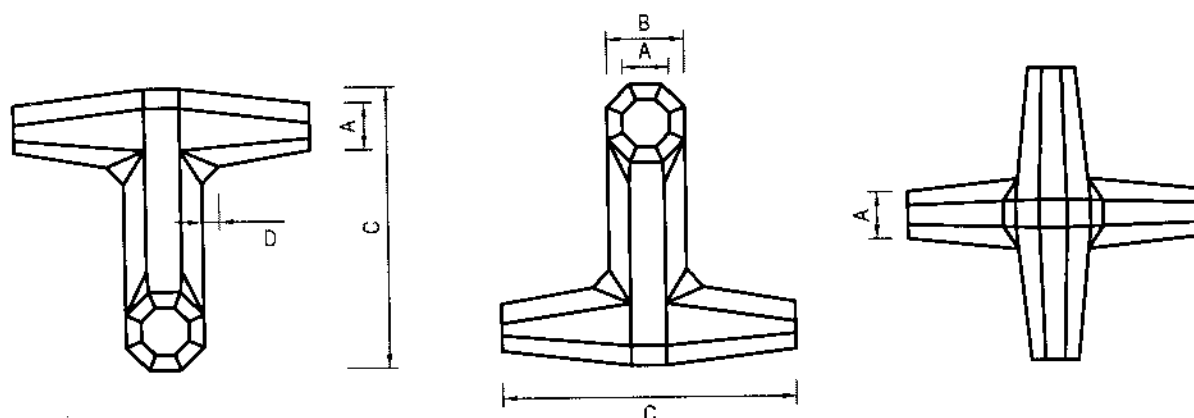
Hình 6.26. Các loại khối bê tông dệ hình thường sử dụng



Hình 6.27. Khối tetrapod

Thể tích khối tetrapod $\{V\} = 0,28 H^3$

Kích thước X	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L
X/H	0,302	0,151	0,477	0,470	0,235	0,644	0,215	0,606	0,303	1,091	1,200



Hình 6.28. Khối dolos

Thể tích khối dolos $\{V\} = 0,16 C^3$

$$A = 0,020$$

$$B = 0,32 C$$

$$D = 0,057$$

$$E = 0,364 C$$

b) Trọng lượng khối phủ

- Trọng lượng ổn định khối phủ trên mái nghiêng của đê mỏ hàn hay đê dọc xa bờ tính toán theo công thức Hudson (5-1), hệ số K_D đối với các khối bê tông dị hình lấy theo bảng 6-3.

Bảng 6.3. Hệ số K_D đối với các khối bê tông dị hình

Cấu kiện	Số lớp	K_D
Tetrapod	2	$6 \div 8$
Dolos	2	$10 \div 12$

- Các trường hợp cần tăng trọng lượng so với tính toán theo công thức Hudson:

- + Cần xét đến tầm quan trọng, tính phức tạp, nguồn tài liệu đầu vào không đủ tin cậy v.v... để tăng lên thích ứng.
- + Đê nằm trong vùng sóng vỡ, trọng lượng khối phủ cần tăng lên từ $10 \div 25\%$ so với vùng sóng không vỡ.
- + Vùng đầu mũi đê, trọng lượng khối phủ cần tăng lên từ $20 \div 30\%$ so với trọng lượng tính toán cho thân đê.

- Các trường hợp xét giảm trọng lượng:

- + Chân mái đê vùng nước sâu: Ở vị trí thấp hơn mực nước thiết kế một khoảng từ $1,0 \div 1,5$ lần chiều cao sóng thiết kế, trọng lượng khối phủ mái phía bờ lấy bằng trọng lượng tính toán cho khối phủ mái phía biển.
- + Phần mái dưới mực nước thấp thiết kế, có thể sử dụng đá có trọng lượng bằng đá lót dưới lớp phủ mái ngoài, nhưng không nhỏ hơn $150 \div 200$ kg, phải kiểm tra theo sóng tính toán ở sau đê.

c) *Trọng lượng khối gia cố đỉnh*: Thường lấy bằng trọng lượng khối phủ mái ngoài tương ứng.

Nếu đỉnh dẹt thấp (trên mực nước cao thiết kế không đến 0,2 lần chiều cao sóng thiết kế), trọng lượng khối gia cố đỉnh (không phải tường đỉnh), thường lấy gấp 1,5 lần trọng lượng khối phủ mái ngoài tương ứng.

6.5.4. Cấu tạo công trình mái nghiêng

a) *Chiều dày lớp phủ mái phía biển δ_f* tính theo công thức:

$$\delta_f = n.C_f \frac{G}{\gamma_B} \quad (6-6)$$

Trong đó:

- δ_f - Chiều dày lớp phủ, m;
- n - Số lớp khối phủ;
- C_f - Hệ số, cho ở bảng 6-4;

Bảng 6.4. Hệ số C_f

Loại khối	Cấu tạo	C_f	P%	P%
Đá học	Đổ 2 lớp	1,0	40	Xếp không theo quy tắc Xếp theo quy tắc
Tetrapod	Xếp hai lớp	1,0	50	
Dolos	Xếp hai lớp	1,2	60	
		1,1	60	
Đá học	Xếp (đứng) 1 lớp	1,3 ÷ 1,4		

b) *Số lượng khối bê tông phủ mái* tính theo công thức:

$$N_K = F.n.C(1-p) \left(\frac{\gamma_B}{G} \right)^{2/3} \quad (6-7)$$

Trong đó:

- N_K - Số lượng khối phủ, chiếc;
- F - Diện tích trung bình lớp phủ mái (tính vuông góc với độ dày), m^2 ;
- n - Số lớp khối phủ;
- p - Hệ số rỗng (%), tra bảng 6-4.

c) *Khối lượng bê tông lớp phủ mái* tính theo công thức:

$$A = N_K \left(\frac{G}{\gamma_B} \right) \quad (6-8)$$

- Trong đó: - A : Khối lượng bê tông, m^3 ;
- Các ký hiệu khác có ý nghĩa như đã giải thích trên.

d) Đá lót dưới lớp phủ mái, lõi dè và lớp đệm

- Lớp đá lót ngay dưới lớp phủ mái: Cần bảo đảm kích thước để không bị sóng moi qua khe giữa các khối phủ và gây lún sụt cho lớp phủ và trong thời gian thi công không bị sóng cuốn đi khi chưa có khối phủ che chở.

Thường trọng lượng viên đá lót lấy bằng $1/10 \div 1/20$ trọng lượng khối phủ lớp ngoài. Chiều dày lớp lót thường lấy bằng 2 lần đường kính viên đá lót.

- Lõi dè: Thường dùng đá hộc có trọng lượng từ $10 \div 100$ kg.

Ở vùng đáy có thể bị xói dưới tác dụng của sóng, khối phủ mái và đá hộc lớn của lãng thể chân mái cũng cần đặt trên lớp đá đệm (loại đá $10 \div 100$ kg), độ dày lớp đệm không nhỏ hơn chiều dày lớp chống xói đáy.

e) Lớp gia cố đáy

Dọc chân dè mái nghiêng, nếu đáy biển dễ xói cần bố trí sân gia cố đáy. Chiều rộng gia cố đáy bằng 0,25 chiều dài sóng ở phía đầu dè và ở mái phía chịu tác dụng sóng lớn, ở những phần khác lấy bằng 2,0 m.

6.5.5. Tính toán ổn định công trình mái nghiêng

a) Đối với khối tường đỉnh

- Áp lực sóng tác động lên khối tường đỉnh (hoặc khối bê tông phủ đỉnh), được xác định theo phương pháp như đối với công trình tường đứng, cần chú ý:
 - + Nếu trước tường, mái chỉ phủ đá hoặc một khối bê tông hình vuông, thì không cần xét đến tác dụng chiết giảm của các khối đó đối với tường.
 - + Khi các khối phủ nhô cao hơn đỉnh tường, và ở vai có hai hàng, hai lớp khối tetrapod hoặc dolos, áp lực sóng đối với tường (áp lực ngang và áp lực đẩy nổi), thì cần nhân với hệ số chiết giảm 0,6.
- Tiến hành kiểm tra ổn định lật, trượt của khối tường theo các phương pháp như đối với công trình tường đứng.

b) Đối với ổn định đất nền

- Công trình mái nghiêng trên nền không phải nham thạch thì kiểm tra ổn định tổng thể theo phương pháp trượt cung tròn, trường hợp có lớp kẹp đất yếu, phải tính theo phương pháp mặt trượt gãy khúc (theo phụ lục G).
- Gia cố nền đất yếu cho công trình mái nghiêng, thường sử dụng lớp đệm cát thoát nước. Khoảng cách thoát nước cố kết theo phương thẳng đứng thường nhỏ hơn 5 m. Độ dày lớp cát đệm thường $1 \div 2$ m. Chiều rộng lớp cát đệm phải rộng hơn chiều rộng đáy dè. Khi lớp đất yếu dày, cần gia cố theo phương pháp thoát nước bằng giếng cát. Khi chiều dày lớp đất yếu mỏng, có thể dùng phương pháp đổ đá hộc để ép trời.

7. YÊU CẦU KỸ THUẬT THI CÔNG ĐÊ BIỂN VÀ CÔNG TRÌNH BẢO VỆ ĐÊ BIỂN

7.1. Yêu cầu kỹ thuật thi công và kiểm tra chất lượng đắp đê

7.1.1. Yêu cầu kỹ thuật đắp đê

a) *Lên ga đảm bảo mặt cắt đê*: Sử dụng cọc và dây lên “ga” ở hiện trường mặt cắt đê theo bản vẽ thiết kế, cách nhau không quá 50 m.

b) *Đo đạc*: Khối lượng đắp đê xác định trên cơ sở đo đạc mặt cắt ngang trước và sau khi đắp đê (toàn bộ hoặc một phần). Cần đo đạc, đảm bảo độ chính xác theo yêu cầu các kích thước và vị trí công trình theo thiết kế.

c) *Chuẩn bị nền đê (đê mới và đê nâng cấp)*

San bằng các lỗ hổng, chỗ trũng v.v...trên thân đê cũ và tiến hành đầm kỹ theo tiêu chuẩn.

Làm ẩm nền đê, đầm kỹ để bề mặt nền đê cũ hoặc đê mới nối tiếp tốt với lớp đất đắp của đê mới. Ngoài ra, cần phải đánh cấp ở mái thân đê cũ, với chiều cao lớn nhất mỗi cấp bằng 2 lần chiều dày lớp đầm (khoảng 30 cm).

d) *Đắp đất*: Phải loại bỏ tất cả rễ cây, bụi cây, cỏ hay tất cả các loại vật liệu dễ bị phân rã khác khỏi thân đê. Đắp đê theo từng lớp liên tục, trước hết đắp theo chiều ngang, sau đó đắp lên dần theo cao độ của đê. Nơi lấy đất phải cách chân đê ít nhất 20 m (nằm ngoài phạm vi bảo vệ).

e) *Công tác đầm nện*: Tùy theo loại đất đắp mà chọn phương pháp đầm thích hợp:

- Đất pha cát hoặc cát: Sử dụng đầm hoặc tưới nước;
- Đất sét ướt: Áp dụng theo phương pháp sau:
 - + Xén, cắt tạo thành những khối đất sét có kích thước đều nhau;
 - + Vận chuyển không làm phá vỡ kết cấu của khối đất sét;
 - + Xếp những khối đất sét theo chiều ngang thành từng lớp đều nhau, giảm tối đa các lỗ hổng giữa các khối đất sét;
 - + Lắp các lỗ hổng bằng đất sét và làm nhẵn mặt tiếp xúc;
 - + Nền chia mỗi nhóm thi công một khối lượng thích hợp (khoảng 10%) chỉ xếp các khối đất sét vào đúng vị trí.

g) *Làm đê thử nghiệm*

- *Đối với đất ít dính kết*: Để xác định số lượt đầm cần để đạt được dung trọng khô thiết kế của đất thì làm đê thử nghiệm như sau:

- + Kích thước đê: 6x2x60 m;
- + Chuẩn bị nền đê thích hợp và dọn sạch cỏ, rác;
- + Khi đắp đê, phải tiến hành đầm từng lớp chiều dày 15 cm;

Sử dụng đất có độ ngậm nước tự nhiên, chia làm 3 phần:

- + Phần 1: diện tích 400 cm², đầm 6 lần;
- + Phần 2: diện tích 400 cm², đầm 8 lần;

- + Phần 3: diện tích 400cm², đầm 12 lần.
- + Ngay sau khi đầm nén xong, lấy mẫu để kiểm tra dung trọng khô tại chỗ của đất.
- + Tiến hành phân tích cấp phối hạt, xác định giới hạn chảy và giới hạn dẻo của cùng một vật liệu đất được dùng.
- + Lấy kết quả tốt nhất để làm tiêu chuẩn cho việc kiểm tra chất lượng sau này.
- + Chọn các mẫu đất có dung trọng khô tối đa xác định được bằng phương pháp làm đê thử nghiệm để tiến hành phân tích độ thấm (bằng phương pháp đo độ thấm và phương pháp nén lún).
- + Dung trọng khô vật liệu đắp phải đạt ít nhất bằng 95% của dung trọng khô tiêu chuẩn, sau khi tiến hành làm đê thử nghiệm.
- + Đối với mỗi loại đất, đều tiến hành làm đê thử nghiệm và kết quả tương ứng sẽ được sử dụng làm tiêu chuẩn kỹ thuật dùng thiết kế và chọn loại đất thích hợp để thi công.

- Cách làm đê thử nghiệm đối với đất dính kết: Với phương pháp đầm nén đối với đất sét ướt đã nêu ở Điều 7.1.1.e chuẩn bị một đoạn đê thử nghiệm, tiến hành xác định dung trọng khô của đất ở các vị trí khác nhau với phương pháp thích hợp, lấy trị số trung bình làm dung trọng khô tiêu chuẩn.

Khi đắp đê, dung trọng khô phải đạt 95% dung trọng khô tiêu chuẩn.

7.1.2. Các quy định về kiểm tra chất lượng

a) Kiểm tra về mặt cắt đê

Khi thi công xong, cứ 100 m phải kiểm tra kích thước hình học mặt cắt đê theo tiêu chuẩn hiện hành.

b) Kiểm tra chất lượng đầm

- Về độ ngậm nước và dung trọng khô cần lấy mẫu thí nghiệm ở khoảng cách đều nhau (1 mẫu/300 m³ đất đắp) với các thiết bị chuyên dụng tiến hành phân tích tại công trường và trong phòng thí nghiệm.
- Loại và số lần thí nghiệm kiểm tra như sau:
 - + Dung trọng và độ ngậm nước của đất tại công trường: Với đất rời, nên thí nghiệm ít nhất 6 mẫu và lấy kết quả trung bình cho mỗi vị trí. Với đất kết dính, sau khi thực hiện đầm nén như nêu ở Điều 7.1.1.e, cần lấy mẫu để kiểm tra dung trọng hiện trường cần lấy mẫu lớn hơn (gồm cả phần tiếp giáp giữa các miếng đất sét) bằng cách lấy mẫu dao vòng trên miếng đất sét mẫu hình khối, bề mặt nhẵn, vuông góc cạnh (kích thước thích hợp mỗi bề là 30 cm hoặc 40 cm).
 - + Phân tích cấp phối hạt: Lấy một lượng mẫu đất thích hợp (ở gần khu vực lấy mẫu thí nghiệm dung trọng của đất) để phân tích cấp phối hạt.
 - + Tiến hành xác định giới hạn chảy và giới hạn dẻo theo tiêu chuẩn hiện hành.

7.2. Yêu cầu kỹ thuật thi công kè gia cố bờ

7.2.1. Kè đá

7.2.1.1. Quy trình kỹ thuật thi công kè đá

- a) Chiều dày kè: Phải đảm bảo độ dày thiết kế.

b) Chất lượng đá: Phải đảm bảo các tiêu chuẩn kỹ thuật của tiêu chuẩn "Công trình thủy lợi - Xây lát đá - Yêu cầu kỹ thuật thi công và nghiệm thu: 14 TCN 12-2002" và các yêu cầu của thiết kế.

c) Cấp phối đá (cách thi công xếp đá)

- Xếp đặt sao cho các viên đá lớn được phân bố đồng đều trên toàn bộ diện tích và đá nhỏ hơn được đặt xen kẽ ở mặt dưới, giữa các viên đá lớn. Bề mặt kè không có khe hở lớn, khe hở phần dưới các viên đá được bịt lấp bằng đá nhỏ, làm cho các viên đá được đặt khít nhau, kè đá có độ dày đồng đều, không có đá dăm trên bề mặt kè.
- Đá xếp bằng thủ công, các viên đá dựng vuông góc với bề mặt của mái dốc.
- Viên đá có một kích thước lớn hơn chiều dày của kè, thì có thể đặt chiều nhỏ hơn vuông góc với mái dề.

d) Đá gắn vữa liên kết thành khối lớn

Có thể gắn các viên đá có trọng lượng $40 \div 50$ kg với nhau bằng vữa thích hợp để đảm bảo yêu cầu về kích thước và trọng lượng tính toán thiết kế. Chọn vật liệu đá và phương pháp ghép đá bằng vữa như sau:

- Đặt khuôn (gỗ hoặc thép) lên bề mặt dề theo tuần tự từ thấp lên cao;
- Đá có chất lượng tốt, sạch, mặt đá được tưới nước và đặt lên mái kè sao cho khoảng cách giữa các viên đá nhỏ nhất, vữa sẽ được phụt vào các khe hở giữa các viên đá.
- Các lớp lọc bằng cát sỏi cần tiến hành đồng thời với việc đặt xếp đá kè.
- Khi đã rải cát, sỏi lọc hoặc vải lọc, trước khi đặt viên đá cần rải một lớp giấy dầu hoặc bao xi măng rồi rải lớp vữa dày 0,10m để tránh vữa xi măng làm giảm tác dụng lọc.
- Khi đá được ghép xong trên toàn bộ các khuôn mới tiến hành phụt vữa xi măng, cần dùng xà beng nạy để vữa nhét hết vào các khe. Vữa dùng để phụt là loại mác 10 đến 12,5 đảm bảo tiêu chuẩn "Vữa thủy công, yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử: 14 TCN 80 – 2001".

7.2.1.2. Kiểm tra chất lượng kè đá sau khi thi công

a) Chất lượng của viên đá: Cần kiểm tra bằng mắt thường và cường độ nén ở phòng thí nghiệm đối với đá có kích cỡ khác nhau nếu có sự khác biệt khi kiểm tra hiện trường.

b) Bề dày và cách xếp đá: Chiều dày kè phải đảm bảo không chênh với thiết kế quá 5%, đảm bảo Tiêu chuẩn 14 TCN 12 - 2002.

c) Cấp phối đá kè

- Chọn lấy diện tích 50 m^2 , tiến hành đo đường kính ngoài của mỗi viên đá (đối với cả các viên đá xi măng), đánh dấu bằng sơn hoặc phấn.
- Xếp các viên đá có cùng kích thước vào trong một nhóm (theo bảng 7.1), tính toán xác định tỷ lệ % cho mỗi nhóm.

Bảng 7.1. Phân nhóm đá

STT	Nhóm	STT	Nhóm
1	0,80÷1,0 m	5	0,30÷0,40 m
2	0,60÷0,70 m	6	0,20÷0,30 m
3	0,50÷0,60 m	7	0,10÷0,20 m
4	0,40÷0,50 m	8	0,05÷0,10 m

Từ các đường kính đo được, xác định diện tích của mỗi viên đá nhân với chiều dày trung bình của kè đá và trọng lượng riêng của đá thuộc mỗi nhóm. Bằng cách này sẽ xác định được sự phân bố của các viên đá có kích thước trung bình trên bề mặt kè đá. Cần đảm bảo sự có mặt của 50% số đá có trọng lượng trung bình (W50), sai số cho phép 10%.

d) *Chất lượng kè đá xây vữa*: Độ sụt đảm bảo 3÷9 cm. Cứ 30 m³ vữa phải lấy 6 mẫu vữa gửi về phòng thí nghiệm để kiểm tra.

7.2.2. Kè bê tông lát mái

a) *Yêu cầu vật liệu*: cát, sỏi, nước, xi măng v.v... dùng chế tạo bê tông lát mái theo 14 TCN 66 - 2002 đến 14 TCN 73 - 2002: Vật liệu làm thủy công - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử.

b) *Kiểm tra chất lượng bê tông*: Theo 14 TCN 63 - 2002 đến 14 TCN 65 - 2002.

7.3. Quy trình thi công và giám sát chất lượng lớp lọc sỏi và cát

7.3.1. *Chiều dày và cách đặt*: Phải đặt đúng vị trí, cấp phối và chiều dày như trong bản vẽ thiết kế. Các lớp lọc, không cần đầm, nhưng phải thi công đảm bảo đều nhau theo chiều dày quy định.

7.3.2. *Cấp phối lớp lọc*: Theo bảng 7.2 và 7.3.

Bảng 7.2. Cấp phối cát hợp lý đối với lớp lọc (theo tiêu chuẩn Mỹ)

Kích thước lỗ sàng	Số sàng N°	Số % trọng lượng giữ trên sàng
4,67 mm	N°4	0
2,38 mm	N°8	5÷15
1,19 mm	N°16	10÷25
0,59 mm	N°30	10÷30
0,297 mm	N°50	15÷35
0,149 mm	N°100	12÷20
Pan		3÷7

Bảng 7.3. Cấp phối sỏi thích hợp với lớp lọc

Kích thước lỗ sàng	Số sàng N°	Số % trọng lượng giữ trên sàng
19-38,1	3/4-11/2	40÷55
9,51-19	3/8-3/4	30÷35
1,19 mm	N°4-3/8	15÷25

7.3.3. Kiểm tra chất lượng lớp lọc: Phải đảm bảo chiều dày thiết kế, cho phép chênh lệch 10%.

- Vật liệu sử dụng để làm lớp lọc đáp ứng yêu cầu chất lượng giới hạn về cấp phối như bảng 7.2; 7.3;
- Theo chiều dài đề, cứ 20 m lấy các mẫu sỏi cát dùng làm lớp lọc để phân tích cấp phối hạt.

7.4. Quy trình kỹ thuật thi công và kiểm tra chất lượng vải lọc geotextile

7.4.1. Đặt vải lọc

- Nếu có thể thì tháo hết nước khu vực đặt vải lọc hoặc thực hiện lúc triều rút thấp.
- Chuẩn bị mặt bằng mái để rải vải lọc: Làm sạch, phẳng chỗ gồ ghề trên mái.
- Ở vùng không có nước thì đào chân khay đến cao trình thiết kế và đặt vải lọc, ghim chặt với chân khay và mái theo chỉ dẫn trong thiết kế.
- Ở vùng có nước, vải lọc đặt vào rãnh khay và ghim neo. Phải rải vải tiếp từ chân lên mái trong điều kiện có nước, chú ý ghim neo cẩn thận phần chân và mái ngập nước, để tránh bị đẩy nổi ra khỏi vị trí tác dụng do nước và sóng.
- Chỗ tiếp giáp giữa hai tấm vải cần chồng mí là $30 \div 50$ cm. Nếu may nối hai tấm thì cường độ chỗ nối phải đạt ít nhất 80% cường độ của vải lọc. Phần đỉnh của tấm vải lọc cần cố định chắc chắn, không cho nước chảy phía dưới và chống phá huỷ do ngoài trời thời gian dài (không quá 5 ngày), không phơi dưới nắng, nóng.

7.4.2. Kiểm tra chất lượng thi công vải lọc: Thực hiện ngoài hiện trường đồng thời kiểm tra kích thước chân khay và xếp đặt đá kè. Chất lượng vải phải đạt yêu cầu thiết kế và kiểm tra theo 14 TCN 91 - 1996 đến 14 TCN 99 - 1996: Vải địa kỹ thuật - Yêu cầu kỹ thuật và Phương pháp thử.

7.5. Quy trình kỹ thuật và kiểm tra chất lượng trồng cỏ mái đề hạ lưu

7.5.1. Quy trình kỹ thuật: Các miếng cỏ tươi kích thước khoảng 30×30 cm, dày $5 \div 10$ cm được ghim neo bằng cọc tre trên mái dốc.

7.5.2. Kiểm tra chất lượng: Bằng mắt, đảm bảo cỏ che phủ bảo vệ mái đề theo thiết kế.

7.6. Quy trình kỹ thuật trồng cây ngập mặn

Đảm bảo phạm vi và mật độ trồng, chất lượng, loại cây theo yêu cầu thiết kế.

7.6.1. Quy trình kỹ thuật

Sú vẹt được trồng phía bãi trước chân đề cần bảo đảm khoảng cách giữa các cây 1×1 m, xen chéo, mật độ 10.000 cây/ha, cách chân đề khoảng 1m. Chiều rộng dải cây bằng $3 \div 5$ lần bước sóng với gió cấp 32 m/s. Trung bình bề rộng dải cây khoảng $30 \div 50$ m.

7.6.2. Kiểm tra chất lượng: bằng mắt thường về phạm vi và mật độ.

Thời gian kiểm tra tiến hành theo quy định của thiết kế.

7.7. Yêu cầu kỹ thuật về thi công đề mở hàn mái nghiêng

7.7.1. Đổ cát xử lý nền

a) Phải nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng như độ sâu, dòng chảy và sóng để khắc phục hiện tượng trôi dạt cát. Nên thí nghiệm xác định vị trí phương tiện neo đậu. Nếu độ sâu lớn, lưu tốc dòng chảy lớn có thể dùng phương pháp rót cát bằng phễu, bơm phun v.v...

b) *Đổ cát*: Cần phân đoạn thi công, sau khi đổ xong từng đoạn phải kịp thời phủ đá. Độ dài phân đoạn tùy theo điều kiện tự nhiên, năng lực thi công để xác định. Yêu cầu về chất lượng đổ cát:

- Đỉnh lớp cát đổ không thấp hơn 0,2 m; Không cao hơn 0,5 m so với cao trình thiết kế.
- Chiều rộng đỉnh lớp cát đổ không nhỏ hơn chiều rộng thiết kế và không vượt quá mỗi phía 3 m.

7.7.2. *Đổ đá và khối bê tông hình hộp*

a) *Phân đoạn thi công*: Căn cứ thiết kế, năng lực thi công và mức độ ảnh hưởng của triều, sóng, dòng chảy đối với các vị trí trên thân đê để xác định trình tự thi công phân đoạn, phân lớp.

b) *Vị trí đổ*: Căn cứ vào độ sâu, vận tốc dòng chảy và sóng để xác định vị trí neo thả của xà lan chở đá.

c) *Trình tự đổ đá trên nền đất yếu*:

- Khi có lớp đá học gia tải, phải thả phân gia tải, sau thả đá thân đê lên trên.
- Khi cần ép trôi đối với nền thì thả đá từ giữa lấn dần ra hai bên.

d) *Thả đá phủ mái dốc và lớp đệm*: Phải đảm bảo độ dày thiết kế, độ dốc đổ đá phủ mái không lớn hơn độ dốc thiết kế.

e) *Sai số cho phép*: Đối với đá đổ tạo đường viền mặt cắt thiết kế của đê ở bảng 7.4.

Bảng 7.4. Sai số cho phép đối với đá đổ đường viền mặt cắt thiết kế của đê

Trọng lượng đá thả (kg)	10÷100	100÷200	200÷300	300÷500	500÷700	700÷1000
Chênh lệch cao cho phép (cm)	±40	±50	±60	±70	±80	±90

f) *Việc san ủi bề mặt đá đổ và lát đá*: Chênh lệch độ cao giữa đường viền thiết kế và mặt cắt thực tế quy định trong bảng 7.5.

Bảng 7.5. Chênh lệch cao độ cho phép giữa đường viền mặt cắt thực tế so với thiết kế

Công việc	Trọng lượng đá (kg)	Chênh lệch độ cao cho phép (cm)
San ủi	10÷100	±20
	100÷200	±30
Xếp đặt	200÷300	±40
	300÷500	±50
	500÷700	±60
	700÷1000	±70

g) *Khống chế đường biên*: Trước lúc đổ khối bê tông hình hộp, nên đặt các khối kê cạnh để khống chế. Đường biên thực tế và đường biên thiết kế không lệch quá 30 cm.

7.7.3. *Chế tạo, lắp đặt và xây các khối phủ*

a) *Cốp pha chế tạo các khối bê tông*: Cần có bề mặt nhẵn, kết cấu kiên cố và không biến dạng, thường được làm bằng kim loại. Thiết kế cốp pha lắp ghép, tháo dỡ hoặc

hỗn hợp (bản đáy bằng bê tông, phần còn lại bằng kim loại).

b) *Cốp pha kín để chế tạo cấu kiện bê tông*: Nếu bề mặt đỉnh có bọt khí, thì trước khi bê tông ngưng kết, dùng vữa trát một lượt, miết vài lần để đảm bảo độ trơn phẳng. Sai số kích thước và khiếm khuyết bề mặt cấu kiện đúc sẵn không được vượt quá các trị số ở bảng 7.6.

Bảng 7.6. Sai số kích thước và khiếm khuyết bề mặt cấu kiện đúc sẵn

Hạng mục		Sai số cho phép (cm)	Ghi chú
Kích thước	- Chiều dài cạnh	$\pm 1,0$	Dùng cho cấu kiện có kích thước hình học quy chuẩn.
	- Đường chéo	$\pm 2,0$	
	- Chiều cao	$\pm 1,0$	
	- Vị trí lỗ	$\pm 2,0$	
Khiếm khuyết bề mặt	- Sứt cạnh	$\leq 5,0$	Dùng cho các loại cấu kiện bê tông.
	- Độ sâu mặt rỗ	$\leq 0,5$	
	- Sai lệch chỗ ghép cốp pha	$\leq 2,0$	

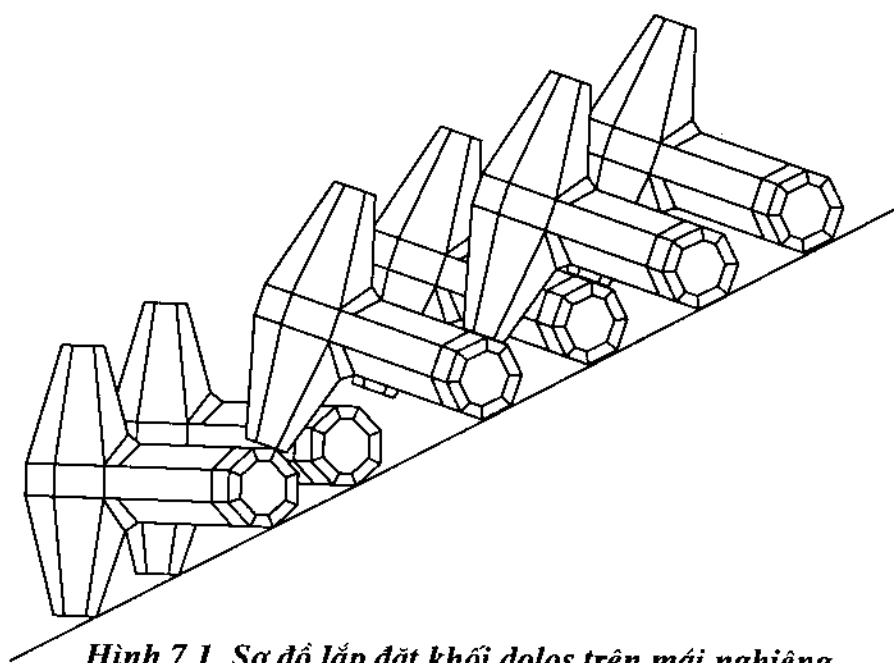
c) *Vận chuyển*: Cường độ bê tông cấu kiện phải đạt các yêu cầu về cường độ khi vận chuyển.

d) *Lắp đặt*: Phải xét đến ảnh hưởng của sóng, tiến độ đảm bảo phủ kín đá lót trước khi bị xói. Trước lúc lắp đặt, cần kiểm tra tu sửa bổ sung độ dốc và tình trạng bề mặt lớp đá lót, cần làm phẳng bằng cách san rải đá nhỏ để lấp các khe lớn. Sai số cho phép, đối với phần thi công trên nước không lớn hơn ± 5 cm, phần dưới nước không lớn hơn ± 10 cm.

e) *Các khối phủ ở cuối dốc*: Đảm bảo tiếp xúc chặt chẽ với lăng thể đá đổ chân dề.

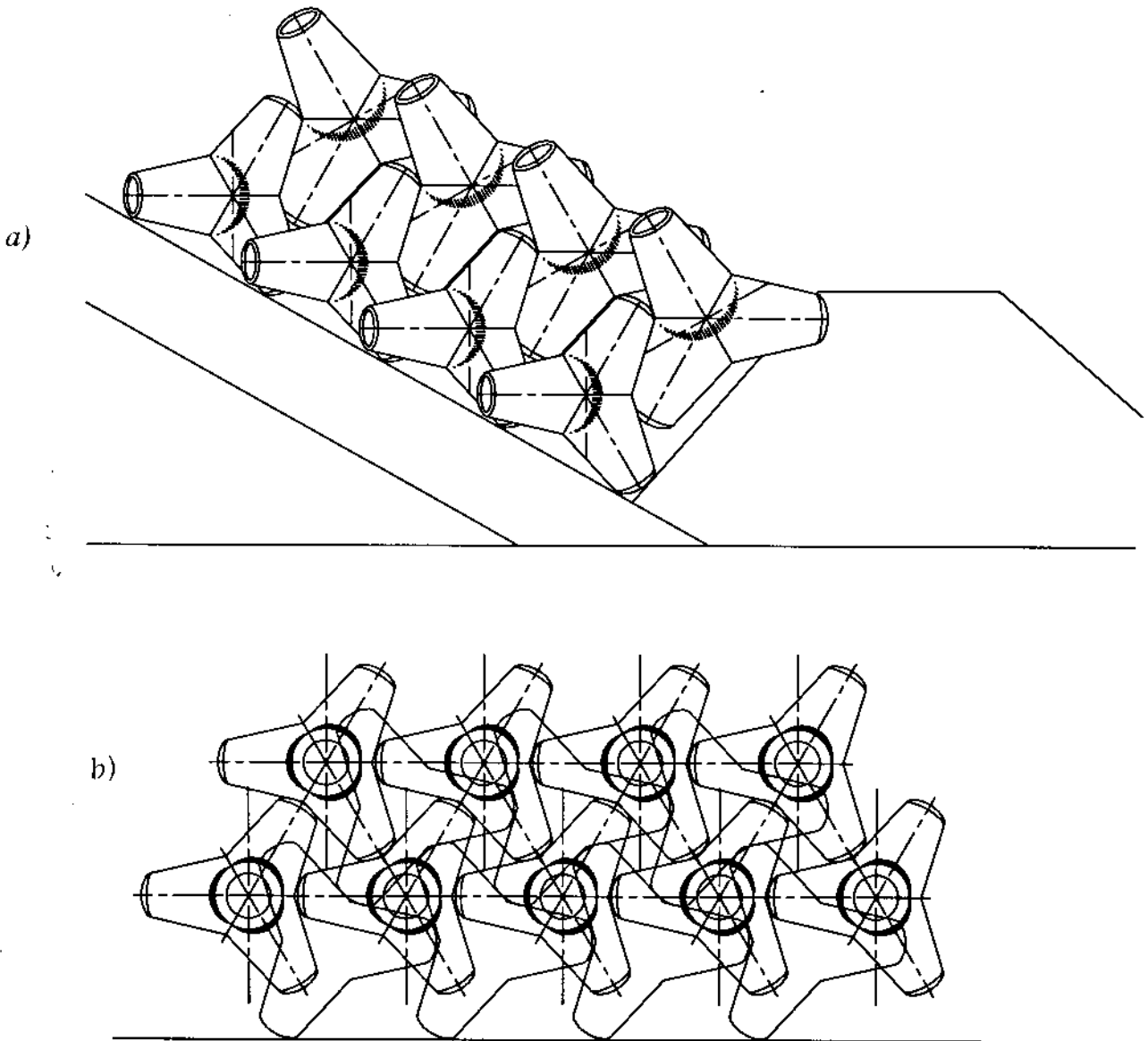
f) *Dùng khối dolos hoặc tetrapod phủ mái*: Đảm bảo mật độ đồng đều trên toàn mái.

- *Cách lắp đặt khối dolos*: Cánh đặt đứng ở phía dưới dốc và dề lên cánh nằm ngang của khối phía dưới, cánh đặt ngang dề lên lớp đá lót mái dề. Thanh nối vượt qua cánh ngang của khối lân cận sao cho đá lót ở dưới không lộ ra (hình 7.1).



Hình 7.1. Sơ đồ lắp đặt khối dolos trên mái nghiêng

- Cách lắp đặt khối tetrapod: hình 7.2.



Hình 7.2. Phương pháp lắp đặt khối tetrapod trên mái nghiêng

a) Mặt cắt ngang, b) Mặt bằng

g) Sai số lắp đặt cấu kiện được quy định như sau:

- Đối với khối dolos và tetrapod: Số lượng lắp đặt thực tế so với thiết kế không sai lệch quá $\pm 5\%$.
- Đối với tấm khối vuông: Chênh lệch độ cao so với khối lân cận không quá 15 cm, khe lát giữa 2 khối không lớn hơn 10 cm.

h) Đối với trường hợp phủ mái bằng đá hộc lát khan: nên chọn viên tương đối gần với hình lăng trụ, chiều dài không nhỏ hơn chiều dày thiết kế. Viên đá đặt dựng đứng, trọng lượng không nhỏ hơn trọng lượng thiết kế. Lớp phủ bằng đá hộc cần đạt các yêu cầu sau:

- Trên 90% diện tích bảo đảm độ dày thiết kế;

- Khe rỗng giữa hai viên đá lát không lớn hơn $\frac{2}{3}$ đường kính bé nhất của đá lát phía dưới, không tồn tại khe liên thông vuông góc với mặt lớp phủ:
 - + Chiều rộng khe ghép cho phép : 3 cm;
 - + Chiều rộng khe tam giác cho phép : 7 cm;
 - + Độ nhấp nhô mặt mái cho phép : 3 cm.
- Đá lát khan cần chèn chặt, đá nhỏ được gài phía dưới, dùng xà beng bẩy lấy một viên đá lớn rời khỏi mái thì 2-3 viên xung quanh cũng bị bẩy lên.
- i) *Mặt mái phủ đá xây vữa*: Các viên đá không trực tiếp chạm vào nhau, mà phải có vữa đầy khe, chít mạch kín. Xây đá cần đạt các yêu cầu cho phép sau:
 - Mạch xây : 4cm;
 - Độ rộng khe tam giác : 8 cm;
 - Độ lồi lõm mặt mái : 3cm.

8. QUẢN LÝ, DUY TU, BẢO DƯỠNG ĐÊ BIỂN

8.1. Quy định chung

8.1.1. Phạm vi bảo vệ của đê biển là từ chân đê trở ra 100 m về phía biển và 200 m về phía đồng.

8.1.2. Đê biển được đầu tư xây dựng xong phải bàn giao cho cơ quan quản lý khai thác sử dụng theo quy định hiện hành.

Đê biển từ cấp III trở lên do lực lượng chuyên trách quản lý, dưới cấp III do lực lượng quản lý đê nhân dân quản lý.

UBND các cấp có nhiệm vụ tổ chức thực hiện hộ đê ở địa phương mình để đảm bảo an toàn cho đê theo tiêu chuẩn kỹ thuật.

8.2. Bảo dưỡng và sửa chữa công trình

Công tác bảo dưỡng và sửa chữa cần tiến hành định kỳ, nhằm đảm bảo chất lượng công trình gồm các bước sau:

8.2.1. *Kiểm tra, giám sát trạng thái làm việc của công trình và sự thay đổi điều kiện thủy lực*

a) *Kiểm tra định kỳ*: Tiến hành một đến 2 lần trong năm trên cơ sở các yếu tố sau:

- Mật độ và cường độ bão có thể xảy ra trong khu vực (dự báo theo tính chất mùa của từng khu vực);
- Tầm quan trọng và vị trí chiến lược chung của công trình;
- Tùy vị trí và tầm quan trọng của bộ phận công trình cần kiểm tra:
 - + Tập trung ở vị trí chịu tác động thường xuyên tác động của tải trọng (như thân mái kè, các vị trí chuyển tiếp v.v...);
 - + Kiểm tra mài mòn, rạn nứt, dịch chuyển hoặc bị phá vỡ của đê dưới tác động của sóng và dòng chảy.
- Đê và mái kè nên kiểm tra và giám sát theo những hạng mục sau:
 - + Chiều cao đỉnh đê, độ lún của thân đê;
 - + Chất lượng bảo vệ mái, thân đê (ổn định mái, hang hốc động vật v.v...);

- + Kích thước hình học mái kè (mặt cắt dọc ngang, chiều dày);
 - + Vị trí các viên đá trên mái kè (chuyển vị so với vị trí ban đầu);
 - + Các tính chất cơ lý của mái kè;
 - + Chất lượng của các công trình chuyển tiếp (chân kè, tầng lọc v.v...);
 - + Sự phát triển của hố xói trước chân đê (nếu có).
- Các bộ phận công trình nằm trên mực nước triều thấp, có thể kiểm tra định kỳ theo thời gian ở bảng 8.1.

Bảng 8.1. Thời gian kiểm tra định kỳ bộ phận công trình nằm trên mực nước triều thấp

Hạng mục	Chu kỳ dài nhất
Hình học mái kè	12 tháng
Vị trí các viên đá trên mái kè	12 tháng
Tính chất cơ lý của đá kè	12 tháng
Sự phát triển của hố xói	6 tháng

- Các bộ phận công trình nằm chìm lâu dài dưới nước, chu kỳ kiểm tra nên ít nhất một lần trong năm.

b) Kiểm tra theo tình huống: Theo tình huống cơn bão, trước khi bão đến (dự báo), nên kiểm tra tình hình đê kè để chuẩn bị đối phó các tình huống có thể xảy ra. Sau cơn bão, cần kiểm tra tình hình hư hỏng của đê, kè để có kế hoạch sửa chữa, khắc phục kịp thời.

c) Điều kiện thủy lực tác động đến công trình: Cần có thiết bị theo dõi sự thay đổi các điều kiện thủy, hải văn để làm cơ sở phân tích đánh giá chiều hướng thay đổi (tốt hay xấu) của các tải trọng lên công trình. Căn cứ vào các tài liệu này có thể đề ra kế hoạch nâng cấp cải tạo đê, kè trong tương lai.

8.2.2. Sửa chữa, thay thế các bộ phận công trình không còn phù hợp

Các hư hỏng thường dễ được nhận thấy trên mái kè, khi có chuyển vị rất lớn cần phải xếp đặt các viên đá lại để có đủ độ dày cần thiết cấu tạo hai lớp đá. Vật liệu đá có thể tái sử dụng nhiều lần như: cần thay thế những viên bị vỡ, bị mài mòn v.v ... Nếu trên mái đê xuất hiện những chỗ trũng với diện tích lớn, chúng tỏ tầng lọc có chất lượng thì công không đạt yêu cầu, gây ra sự rửa trôi của vật liệu thân đê. Trong trường hợp này thân đê và mái kè phải sửa chữa một cách kịp thời.

Chân kè phải bảo dưỡng thường xuyên, đặc biệt trong trường hợp có hố xói phát triển mạnh trước chân đê. Không để hố xói phát triển quá sâu và tiến gần về phía chân kè. Cần bổ sung đá đổ tại hố xói chân kè với kích thước đủ lớn và bề rộng thích hợp.

KT. BỘ TRƯỞNG BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

THỨ TRƯỞNG

Đã ký: Nguyễn Đình Thịnh

Phụ lục A

TÍNH TOÁN MỰC NƯỚC BIỂN THIẾT KẾ

A.1. Tần suất mực nước biển thiết kế

Thường xác định theo tần suất mực nước biển cao nhất năm. Mỗi năm đo được hơn 700 số liệu ứng với đỉnh triều ở vùng bán nhật triều và hơn 360 ở vùng nhật triều xuất hiện dưới tác dụng tổng hợp các yếu tố thiên văn, khí tượng, có tính chất ngẫu nhiên. Số hạng lớn nhất trong liệt đó là mực nước biển cao nhất năm. Với n năm số liệu thực đo mực nước biển, sẽ có n trị số mực nước cao nhất năm. Tần suất xuất hiện của mực nước bằng hoặc cao hơn một trị số nào đó là $P\%$, chu kỳ lặp (Hoàn kỳ hay số năm xuất hiện trở lại) là T (năm):

$$T = \frac{100}{P} \quad (A-1)$$

Nếu thiết kế đê biển cho thời hạn sử dụng N năm, thì trong niên hạn sử dụng, xác suất xuất hiện mực nước nhỏ hơn Z_{50} (chu kỳ lặp $T = 50$ năm, tần suất $P = 2\%$) là:

$$F = (1-P\%)^N \quad (A-2)$$

Với F : là suất an toàn. Trong thời gian sử dụng, suất nguy hiểm có thể gặp Z_{50} là:

$$Q = 1 - (1-P\%)^N \quad (A-3)$$

Khi $N = 50$ năm, từ công thức (A-2) và (A-3) có thể tính ra trong thời hạn sử dụng 50 năm, suất an toàn để đê biển không gặp mực nước Z_{50} (50 năm xuất hiện một lần) chỉ có 36,4 %, còn suất nguy hiểm là 63,6%.

Thường yêu cầu phải có số liệu liên tục mực nước biển cao nhất năm không ít hơn 20 năm và mực nước đặc biệt đã xuất hiện trong lịch sử. Đường cong phân tích tần suất mực nước cao nhất, thường dùng đường cong tần suất lý thuyết phân bố dạng cực trị I (phân bố Gumbel). Ở khu vực cửa sông vùng triều, chịu ảnh hưởng dòng chảy sông thường dùng đường cong tần suất lý thuyết phân bố dạng Pearson III.

- Phương pháp phân tích tần suất dạng cực trị I:

Ví dụ: Có n giá trị mực nước cao nhất năm, xếp thứ tự Z_i , trị số trung bình là:

$$\bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i \quad (A-4)$$

Sai số quân phương của mực nước Z_i trong n năm là:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i^2 - (\bar{Z})^2} \quad (A-5)$$

Trị số mực nước cao Z_p tương ứng với tần suất ($P\%$) là:

$$Z_p = \bar{Z} + \lambda_{pn} S \quad (A-6)$$

Với λ_{pn} là hệ số liên quan đến tần suất $P(\%)$ và số năm có số liệu n , theo bảng A-1.

Tính các trị số Z_p theo công thức (A-6), vẽ lên trên giấy kẻ ô xác suất đường cong tần suất lý thuyết mực nước triều cao, đồng thời chấm lên các điểm tần suất kinh nghiệm

để kiểm tra mức độ phù hợp giữa lý thuyết và thực tế.

Mức nước cao nhất năm Z_i sắp xếp theo thứ tự giảm dần, tần suất kinh nghiệm P của số hạng thứ m được tính như sau:

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (A-7)$$

Quan hệ giữa chu kỳ lặp T (năm) và tần suất năm $P(\%)$ theo công thức (A-1).

- *Phương pháp phân tích tần suất mực nước theo dạng phân bố Pearson III*: theo hướng dẫn hiện hành.

A.2. Tính toán mực nước biến thiết kế khi trong số liệu điều tra có mực nước đặc biệt lớn

Trường hợp ngoài số liệu mực nước biến thực đo n năm, thường qua điều tra có được số liệu mực nước đặc biệt lớn Z_N xuất hiện trong N năm lịch sử, thì tiến hành phân tích tần suất như sau:

- Trị số trung bình: Theo công thức A-8 sau:

$$\bar{Z} = \frac{1}{N} \left(Z_N + \frac{N-1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i \right)$$

- Sai số quân phương: Theo công thức A-8 sau:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \left(Z_N^2 + \frac{N-1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i^2 \right) - \bar{Z}^2}$$

Với Z_p tính theo A-6, nhưng $\bar{Z}$ và S trong công thức đó, được tính theo A-8 và A-9, trị số λ_{pn} tra theo bảng A-1, số liệu là N .

- Tần suất kinh nghiệm của mực nước đặc biệt lớn: $P = \frac{1}{N+1} \times 100\%$; Tần suất kinh nghiệm của các mực nước khác tính theo A-7.

Bảng A-1. Trị số λ_{pn} của quy luật phân bố cực trị loại I

Số năm	Tần suất (%)											
	0,1	0,2	0,5	1	2	4	5	10	25	50	75	90
8	7,103	6,336	5,321	4,551	3,779	3,001	2,749	1,953	0,842	-0,130	-0,897	-1,458
9	6,909	6,162	5,174	4,425	3,916	2,916	2,670	1,895	0,814	-0,133	-0,879	-1,426
10	6,752	6,021	5,055	4,322	2,847	2,847	2,606	1,848	0,790	-0,136	-0,865	-1,400
11	6,622	5,905	4,957	4,238	3,516	2,789	2,553	1,809	0,771	-0,138	-0,854	-1,378
12	6,513	5,807	4,874	4,166	3,456	2,741	2,509	1,777	0,755	-0,139	-0,844	-1,360
13	6,418	5,723	4,802	4,105	3,404	2,699	2,470	1,748	0,741	-0,141	-0,836	-1,345
14	6,337	5,650	4,741	4,052	3,360	2,663	2,437	1,742	0,729	-0,142	-0,829	-1,331
15	6,226	5,586	4,687	4,005	3,321	2,632	2,408	1,703	0,718	-0,143	-0,823	-1,320
16	6,196	5,523	4,634	3,959	3,283	2,601	2,397	1,682	0,780	-0,145	-0,817	-1,308
17	6,137	5,471	4,589	3,921	3,250	2,575	2,355	1,664	0,699	-0,146	-0,811	-1,299

18	6,087	5,426	4,551	3,888	3,223	2,552	2,335	1,649	0,692	-0,146	-0,807	-1,291
19	6,043	5,387	4,518	3,860	3,199	2,533	2,317	1,636	0,685	-0,147	-0,803	-1,283
20	6,006	5,354	4,490	3,836	3,179	2,517	2,302	1,625	0,680	-0,148	-0,800	-1,277
22	5,933	5,288	4,435	3,788	3,138	2,484	2,272	1,603	0,669	-0,149	-0,794	-1,265
24	5,870	5,232	4,387	3,747	3,104	2,457	2,246	1,584	0,659	-0,150	-0,788	-1,255
26	5,816	5,183	4,346	3,711	3,074	2,433	2,224	1,568	0,651	-0,151	-0,783	-1,246
28	5,769	5,141	4,310	3,681	3,048	2,412	2,205	1,553	0,644	-0,152	-0,799	-1,239
30	5,727	5,104	4,279	3,653	3,026	2,393	2,218	1,541	0,638	-0,153	-0,776	-1,232
35	5,642	5,027	4,214	3,589	2,979	2,356	2,153	1,514	0,625	-0,154	-0,768	-1,218
40	5,576	4,968	4,164	3,554	2,942	2,326	2,126	1,495	0,615	-0,155	-0,762	-1,208
45	5,522	4,920	4,126	3,519	2,913	2,303	2,104	1,479	0,607	-0,156	-0,758	-1,198
50	5,479	4,881	4,090	3,491	2,889	2,283	2,086	1,466	0,601	-0,157	-0,754	-1,191
60	5,410	4,820	4,038	3,446	2,852	2,253	2,059	1,446	0,591	-0,158	-0,748	-1,180
70	5,359	4,774	4,000	3,413	2,824	2,230	2,083	1,430	0,583	-0,159	-0,744	-1,172
80	5,319	4,738	3,970	3,387	2,802	2,213	2,022	1,419	0,577	-0,159	-0,740	-1,165
90	5,287	4,709	3,945	3,366	2,784	2,199	2,008	1,409	0,572	-0,160	-0,737	-1,160
100	5,261	4,686	3,925	3,349	2,770	2,187	1,998	1,401	0,568	-0,160	-0,735	-1,155
200	5,130	4,568	3,826	3,263	2,698	2,129	1,944	1,362	0,594	-0,162	-0,723	-1,134
500	5,032	4,481	3,752	3,200	2,645	2,086	1,905	1,333	0,535	-0,164	-0,714	-1,117
1000	4,992	4,445	3,722	3,174	2,623	2,069	1,889	1,321	0,529	-0,164	-0,710	-1,110
∞	4,936	4,395	3,679	3,137	2,592	2,044	1,886	1,305	0,520	-0,164	-0,705	-1,110

A.3. Tính toán mực nước cao thiết kế trong trường hợp tài liệu không đầy đủ

a) Trong khu vực dự định xây dựng công trình không có số liệu mực nước dài kỳ, có thể diễn toán mực nước cao thiết kế theo phương pháp “so sánh cực trị lệch pha” có ít nhất 5 năm số liệu thực đo. Trạm chọn làm trạm tham chiếu cần có số liệu thực đo của không dưới 20 năm liên tục và thỏa mãn các điều kiện tương tự về tính chất triều, vị trí địa lý gần, chịu ảnh hưởng của sóng (bao gồm cả mùa lũ) nước dâng, nước hạ tương tự nhau. Giả thiết hiệu mực nước triều cao thiết kế và mặt phẳng biển trung bình cùng chu kỳ lặp của hai trạm tỷ lệ thuận với hiệu trị số trung bình của mực nước cao nhất năm và mực nước biển trung bình ở hai trạm:

$$\frac{Z_y - A_y}{Z_x - A_x} = \frac{R_y}{R_x} \quad (A-10)$$

Với: Z_x, Z_y - Mực nước cao thiết kế cùng chu kỳ lặp của trạm x (đã biết) của trạm y (cần xác định);

A_x, A_y - Mặt phẳng biển trung bình của trạm x (đã biết) và của trạm y (cần xác định);

R_x, R_y - Hiệu số giữa trị số trung bình mực nước cao nhất năm cùng kỳ và mặt phẳng biển trung bình ở hai trạm x (đã biết) và y (cần xác định).

Do đó:

$$Z_y = A_y + \frac{R_y}{R_x} (Z_x - A_x) \quad (A-11)$$

b) Nếu tại vị trí thiết kế công trình không có số liệu thực đo liên tục trong 5 năm, lúc đó tại trạm y cần tiến hành đo đạc mực nước đồng thời với trạm x trong một thời gian ngắn (khoảng 1 tháng) thì xác định mực nước cao thiết kế của trạm y như sau:

- Sử dụng số liệu quan trắc đồng bộ trong 1 tháng, tìm mặt phẳng biển trung bình đoản kỳ trong thời đoạn chênh lệch chiều cao nhất của tháng đó ở hai trạm (trị số trung bình toán học của mực nước triều thực đo trong thời đoạn đó), biểu thị là A_{sx} và A_{sy} .
- Sử dụng số liệu mực nước thực đo của tháng đó, vẽ đường quá trình mực nước triều của hai trạm, và chập 2 mặt phẳng biển trung bình của hai trạm vào nhau, điều chỉnh sao cho thời gian chân triều và đỉnh triều của hai đường quá trình đó trùng nhau, để so sánh dạng triều và chênh lệch triều của chúng có tương tự nhau không.
- Nếu dạng triều hai trạm tương tự nhau, mực nước hai trạm không bằng nhau là do chênh lệch triều hai trạm không bằng nhau gây ra. Giả thiết rằng hiệu số giữa mực nước cao thiết kế của hai trạm Z_x và Z_y và mặt phẳng biển trung bình nhiều năm A_x và A_y tỷ lệ thuận với chênh lệch triều của hai trạm:

$$\frac{Z_y - A_y}{Z_x - A_x} = \frac{R_y}{R_x} \quad (A-12)$$

Về hình thức, công thức A-12 giống với công thức A-10, nhưng về phải của hai công

thức khác nhau: Tỷ số $\frac{R_y}{R_x}$ ở A-12 biểu thị trị số trung bình của tỷ số chênh lệch triều ở hai trạm, phân biệt tính toán chênh lệch triều R_{yi} và R_{xi} của mỗi ngày (ở vùng bán nhật triều có hai trị số trong một ngày) và $\frac{R_{yi}}{R_{xi}} = \left(\frac{R_y}{R_x} \right)_i$, sau đó tính $\frac{R_y}{R_x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{R_y}{R_x} \right)_i$. Với n là số chênh lệch triều thống kê thực tế trong một tháng thực đo.

- Giả thiết hiệu số giữa mặt phẳng biển trung bình nhiều năm và đoản kỳ ở hai trạm bằng nhau:

$$A_y - A_{sy} = A_x - A_{sx} = \Delta A \quad (A-13)$$

hoặc

$$A_y = A_{sy} + (A_x - A_{sx})$$

Trong đó: ΔA là trị số hiệu chỉnh tháng của mặt phẳng trung bình ở hai trạm.

Tính:

$$Z_y = \frac{R_y}{R_x} (Z_x - A_x) + A_{sy} + (A_x - A_{sx}) \quad (A-14)$$

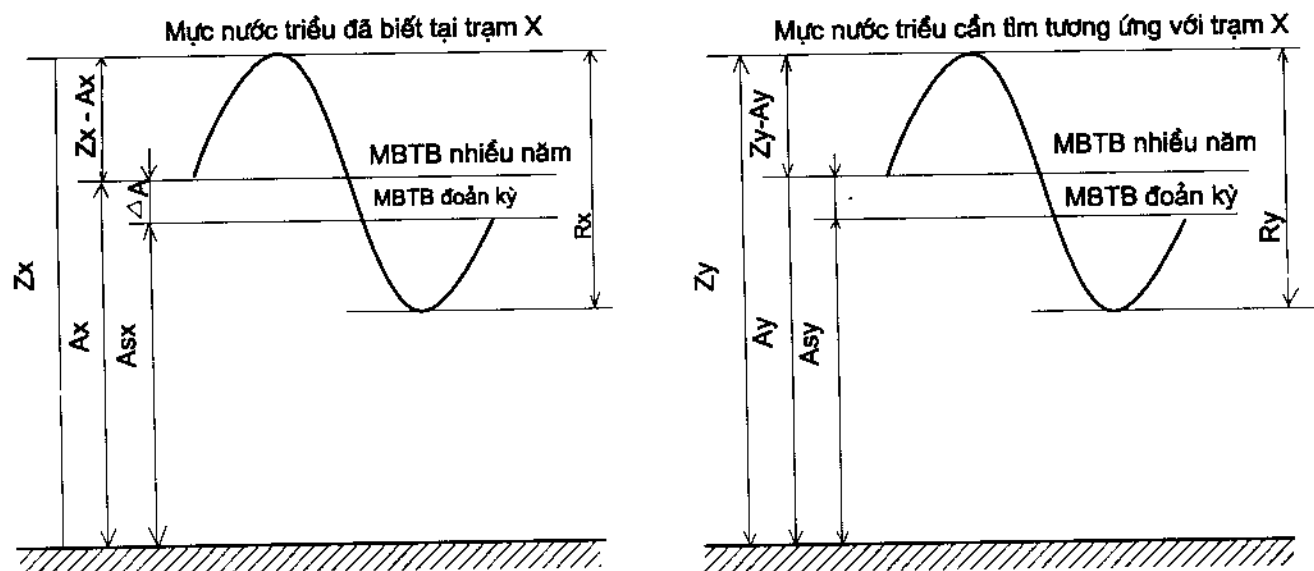
Với:

A_x - mặt phẳng biển trung bình của trạm x (đã biết);

Z_x - mực nước cao thiết kế năm ở một chu kỳ lặp nào đó của trạm x (đã biết);

Z_y - mực nước cao thiết kế cùng chu kỳ lặp ở trạm y (cần xác định).

Biểu đồ quan hệ các mực nước triều đặc trưng công thức A-13 và A-14 trong hình A-1.



Hình A-1. Quan hệ các mực nước triều đặc trưng

A.4: Mực nước triều cực trị tại một số trạm tiêu biểu của Việt Nam

Mực nước triều cực đại và cực tiểu trong chu kỳ 19 năm (1972 ÷ 1990) và mực nước triều cực trị thiên văn của các trạm mực nước tiêu biểu dọc bờ biển Việt Nam trong bảng A-2.

Bảng A-2. Mực nước triều cực đại, cực tiểu và cực trị thiên văn ở các trạm

(Nguồn: Đề tài KHCN-06-10, Phân viện Cơ học Biển, Viện Cơ học Việt Nam)

TT	Tên trạm	Mực nước TB (cm)	Cực trị theo dự báo chu kỳ 19 năm				Cực trị thiên văn	
			Ngày tháng năm	max (cm)	Ngày tháng năm	min (cm)	Mực nước max (cm)	Mực nước min (cm)
1	Hòn Dấu (20°40, 106°49)	191	23/12/1987 15/12/1989	404 404	04/07/1989	-7	401,96	-9,42
2	Hòn Gai (21°57, 107°04)	206	23/12/1987	442	01/01/1987	-5	441,14	-6,58
3	Cửa Ông (21°02, 107°22)	219	23/12/1987	478	14/06/1987	-4	468,51	-14,30
4	Cô Tô (20°58, 107°46)	208	14/06- 23/12/1987	467	22- 23/12/1987	-9	468,62	-11,57
5	Ba Lạt (20°21, 106°38)	192	23/12/1987 01/07/1988	364 364	15/06/1987 23/12/1987	11 11	364,40	10,85
6	Lạch Trường (19°53, 105°56)	184	23/12/1987	341	15/06/1987	-9	343,76	-10,50
7	Lạch Thới (19°06N, 105°40E)	150	01/01/1987	267	14/06/1987 15/06/1987	17 17	271,99	12,67

8	Cửa Hội (18°46', 105°45')	171	25/11/1987	324	15/06/1987	-20	323,61	-11,41
9	Cửa Nhượng (18°15', 106°06')	133	13- 14/06/1987 23/12/1987	241 241	14- 15/06/1987 31/12/1987	00 00	242,36	-1,43
10	Nhật Lệ (17°29', 106°27')	82	13/06/1987 15/11/1989	142 142	03/01/1987	-10	143,74	-10,65
11	Cửa Gianh (17°42', 106°28')	107	23- 24/11/1972 28/10/1988	210 210	13/07/1987	-13	183,25	-1,50
12	Cửa Việt (16°53', 107°10')	60	24/10/1972	103	13/07/1987	2	106,53	2,72
13	Thuận An (16°53', 107°37')	50	05/07/1972	75	23/02/1972	23	76,40	23,50
14	Đà Nẵng (16°07', 108°13')	90	21- 22/11/1972	162	14/06/1987	7	161,95	5,74
15	Dung Quất (15°24', 108°45')	120	14/06/1987	200	13/06/1987	27	200,85	26,50
16	Quy Nhơn (13°45', 109°13')	125	24/11/1987	234	11/07/1987	20	211,73	31,47
17	Nha Trang (12°12', 109°18')	123	21/12/1987 22/12/1987	229 229	12/07/1987	46	203,43	48,57
18	Mũi La Gàn (11°10', 108°42')	186	14/06/1987	282	13/06/1987 01/01/1987 22/12/1987	55 55 55	282,12	54,37
19	Phan Thiết (10°55', 108°06')	200	21/12/1987	314	11/07/1987	52	300,06	59,05
20	Vũng Tàu (10°20', 107°04')	259	01/01/1987 02/01/1987	416 416	12/07/1987	-5	407,31	3,83
21	Cửa Đại (10°12', 106°45')	260	02/01/1987 23/12/1987	435 435	12/07/1987	-8	405,47	14,89
22	Trà Vinh (9°56', 106°25')	265	02/01/1987	436	12/07/1987	0	417,69	12,18
23	Cửa Định An (9°32', 106°22')	275	22/11/1972 23/11/1987	468 468	12/07/1987	-3	445,00	11,84
24	Côn Đảo (8°41', 106°36')	240	01/01/1987	376	01/01/1987	0	376,85	-0,99
25	Cửa Bỏ Đê (8°47', 105°11')	250	12/06/1987	401	01/01/1987	12	402,53	10,74
26	Cửa Ông Đốc (9°02', 104°48')	80	12/06/1987 13/06/1987	134 134	14/06/1987	26	135,37	26,34
27	Rạch Giá (10°00', 105°05')	76	24/11/1987	153	19/07/1987	25	147,43	32,96
28	Hà Tiên (10°22', 104°28')	76	01/01/1989 04/06/1989	140 140	19/07/1986	27	142,14	29,33
29	Phú Quốc (10°13', 103°58')	87	15/05/1987 16/05/1987	128 128	17/05/1987	30	129,09	28,89
30	Trường Sa (8°38', 111°55')	119	01/01/1987	220	01/01/1987	1	221,49	1,03

Ghi chú: Hệ cao độ sử dụng trong bảng trên là hệ cao độ hải đồ (0 hải đồ trùng với mực nước ròng thấp nhất có thể xảy ra, các vùng khác nhau có mực chuẩn khác nhau).

Phụ lục B

TÍNH TOÁN CÁC YẾU TỐ SÓNG DO GIÓ

(Theo kết quả đề tài KHCN – 06 – 10 của Viện Cơ học Việt Nam)

B.1. Chỉ dẫn chung

B.1.1. Các số liệu về gió dùng để tính sóng

a) *Tốc độ gió*: Tốc độ gió tính toán là tốc độ gió lấy trung bình trong 10 phút tự ghi của máy đo gió ở độ cao 10m trên mặt nước:

$$\text{Tính: } W_{10} = k_1 \cdot k_d \cdot k_{10} \cdot W_t \quad (\text{B-1})$$

Trong đó:

W_t - Tốc độ gió thực đo, lấy trung bình trong 10 phút và với tần suất quy định;

k_1 - Hệ số tính lại tốc độ gió đo được bằng máy đo gió:

$$k_1 = 0,675 + \frac{4,5}{W_t} \leq 1$$

k_d - Hệ số tính đổi tốc độ gió sang điều kiện mặt nước:

+ Khi đo trên bãi cát bằng phẳng $k_d = 1$.

+ Khi đo trên các loại địa hình A, B, C trị số k_d lấy theo bảng B-1.

Bảng B-1. Hệ số K_d theo địa hình

Tốc độ gió W_t (m/s)	Giá trị của k_d ở các loại địa hình		
	A	B	C
10	1,10	1,30	1,47
15	1,10	1,28	1,44
20	1,09	1,26	1,42
25	1,09	1,25	1,39
30	1,09	1,24	1,38
35	1,09	1,22	1,36
40	1,08	1,21	1,34

Ghi chú:

- *Dạng địa hình A*: Địa hình trống trải (bờ biển, bờ hồ trống trải, đồng cỏ, đồng cỏ có rừng thưa hay rừng non).
- *Dạng địa hình B*: Vùng thành phố, kể cả ngoại ô, các vùng rừng rậm và các địa hình tương ứng có các vật chướng ngại phân bố đều khắp, với chiều cao chướng ngại vật cao hơn 10m so với mặt đất.
- *Dạng địa hình C*: Khu thành phố với các nhà cao hơn 25m.

k_{10} - Hệ số chuyển đổi sang vận tốc gió ở độ cao 10m trên mặt nước, xác định theo bảng B-2.

Bảng B-2. Hệ số K_{10} chuyển đổi

Khoảng cách giữa máy đo gió và mặt nước, m	5	6	7	8	9	10	11	12
K_{10}	1,14	1,11	1,07	1,04	1,02	1,00	0,98	0,97
Khoảng cách giữa máy đo gió và mặt nước, m	13	14	15	16	17	18	19	20
K_{10}	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89

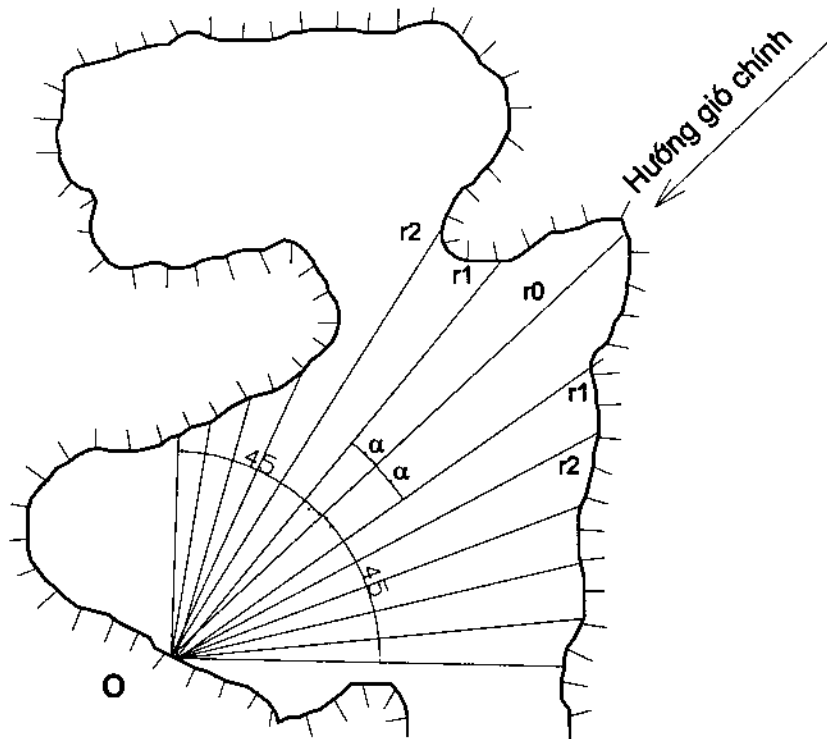
b) *Đà gió*: Xác định theo thực tế ở địa điểm dự báo:

- Nếu là vùng nước hẹp, *đà gió D* xác định theo phương pháp đồ giải "đà gió tương đương" D_e (hình B-1):

$$D_e = \frac{\sum_i r_i \cos^2 \alpha_i}{\sum_i \cos \alpha_i} \quad (\text{B-3})$$

Trước hết, từ vị trí dự báo vẽ một đường thẳng theo hướng gió chính (tia xạ chính). Đường này, có $i=0$, $\alpha=0^\circ$.

Tiếp theo, trong phạm vi $\pm 45^\circ$ của hai phía tia xạ chính, cứ $7,5^\circ$ vẽ một tia xạ, góc của chúng $\alpha_i=7,5i$. Khoảng cách đến trên gió là r_i . *Đà gió tương đương* D_e là trị số trung bình hình chiếu của các trị số r_i lên tia xạ chính.

**Hình B-1. Xác định *đà gió tương đương* D_e**

- Đối với vùng không có yếu tố địa hình hạn chế, giá trị trung bình của *đà gió D* (m), đối với một tốc độ gió tính toán W (m/s) cho trước, được xác định theo công thức:

$$D = 5.10^{11} \frac{v}{W} \quad (\text{B-4})$$

Trong đó: ν là hệ số nhớt động học của không khí, lấy bằng $10^{-5}(\text{m}^2/\text{s})$.

- Giá trị lớn nhất của đà gió $D_{\max}$, theo 22 TCN 222-95, được xác định theo bảng B-3.

Bảng B-3. Giá trị lớn nhất của đà gió

Tốc độ gió tính toán W (m/s)	20	25	30	40	50
Đà gió $D_{\max}$ (km)	1600	1200	600	200	100

Ghi chú:

- Tốc độ gió tính toán khi đà gió nhỏ hơn 100 km, được xác định theo số liệu quan trắc thực tế đối với tốc độ gió cực đại hàng năm, không xét đến độ dài thời gian có gió.
- Khi đà gió lớn hơn 100km, tốc độ gió tính toán phải xác định có xét đến sự phân bố tốc độ gió theo không gian.

B.1.2. Mục nước tính toán sóng: Là mực nước cao nhất năm, có tần suất đảm bảo tương ứng với các cấp công trình, theo bảng B-4.

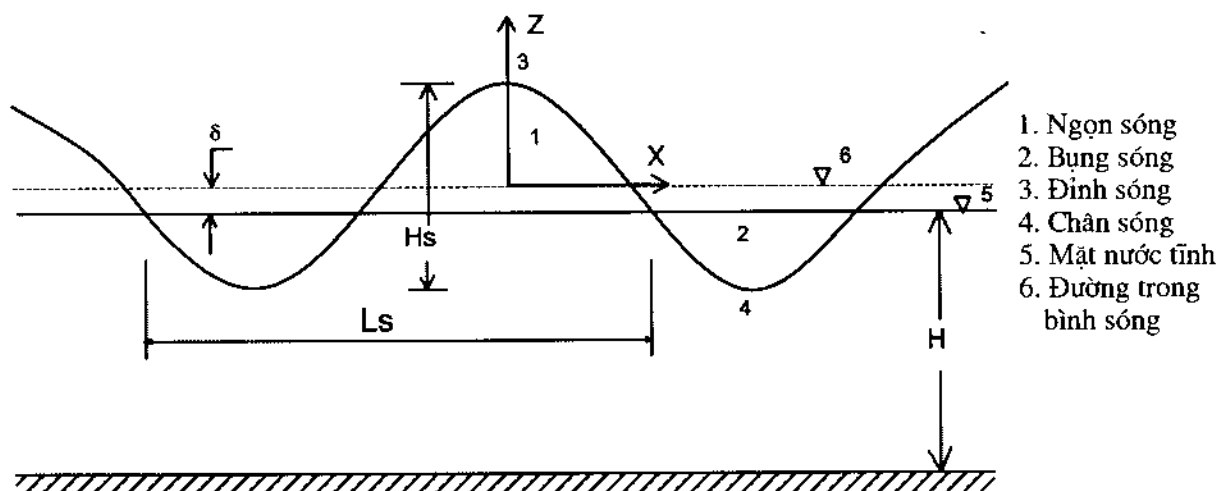
Bảng B-4. Tần suất mực nước tính toán

Cấp công trình	Đặc biệt	I và II	III và IV
Tần suất Mực nước cao nhất năm (%)	2	5	10

Nếu mực nước chưa kể đến chiều cao nước dâng do bão, thì phải cộng thêm trị số nước dâng tính toán vào mực nước tính toán sóng.

B.1.3. Các yếu tố sóng (Hình B.2)

Phần sóng trên mặt nước tĩnh gọi là *ngọn sóng*, điểm cao nhất ngọn sóng là *đỉnh sóng*. Phần sóng dưới mặt nước tĩnh gọi là *bụng sóng*, chỗ thấp nhất của bụng sóng gọi là *chân sóng*. Khoảng cách thẳng đứng giữa đỉnh sóng và chân sóng gọi là *chiều cao sóng* H_s . Khoảng cách nằm ngang giữa hai đỉnh sóng hoặc hai chân sóng kề nhau gọi là *chiều dài sóng* L_s . Tỉ số giữa chiều cao sóng và chiều dài sóng H_s/L_s gọi là *độ dốc sóng*. Đường nằm ngang chia đôi chiều cao sóng gọi là *đường trung bình sóng*.



Hình B-2. Các yếu tố sóng

Đường trung bình sóng thường có vị trí cao hơn đường mặt nước tĩnh, độ cao chênh lệch gọi là *độ dưng*, ký hiệu là δ . Thời gian để thực hiện một lần nhô lên, thụt xuống

của sóng gọi là chu kỳ sóng T_s . Trong quá trình nổi sóng, loại sóng có các yếu tố di chuyển về phía trước gọi là *sóng tiến*. Tốc độ mà ngọn sóng di chuyển theo phương ngang gọi là tốc độ sóng C . Độ cao sóng H_s , chiều dài sóng L_s , độ dốc sóng, tốc độ sóng C và chu kỳ sóng T_s đều là những đại lượng chủ yếu xác định hình thái sóng, gọi chung là các yếu tố sóng.

B.1.4. Các đặc trưng thống kê của sóng

Trên thực tế, sóng là một quá trình ngẫu nhiên, các yếu tố sóng có thể tuân theo một quy luật thống kê nhất định. Vì vậy để dự báo sóng, cần dùng các đặc trưng thống kê của sóng:

a) *Loại 1 là sử dụng giá trị trung bình chiều cao của một bộ phận sóng lớn nào đó trong liệt sóng đo đạc*

Ví dụ:

- Chiều cao sóng trung bình H_{spj} : Cộng chiều cao tất cả các sóng liên tục đo được chia cho tổng số con sóng N :

$$H_{spj} = \frac{1}{N} (H_{s1} + H_{s2} + H_{s3} + \dots + H_{sN}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H_{si} \quad (B-5)$$

- Chiều cao trung bình của 1/3 con sóng lớn $H_{s1/3}$ (còn gọi là sóng có ý nghĩa Significant wave height): Sắp xếp chiều cao N con sóng đo được theo thứ tự lớn đến bé, trích ra $N/3$ con sóng từ trên xuống, tính trị số trung bình của chiều cao số sóng đó:

$$H_{s1/3} = \frac{3}{N} \sum_{i=1}^{\frac{N}{3}} H_{si} \quad (B-6)$$

- Chiều cao trung bình của 1/10 sóng lớn $H_{s1/10}$: Sắp xếp chiều cao của tất cả N con sóng đo được theo thứ tự từ lớn đến bé, lấy ra $N/10$ trị số đầu tiên và tính trung bình của chúng:

$$H_{s1/10} = \frac{10}{N} \sum_{i=1}^{\frac{N}{10}} H_{si} \quad (B-7)$$

b) *Loại 2 là sử dụng chiều cao sóng tần suất lũy tích $H_{sp\%}$.*

Ví dụ:

- Chiều cao sóng có tần suất 1% ($H_{s1\%}$): 1% số con sóng thống kê có chiều cao bằng hoặc lớn hơn trị số đó.
- Chiều cao sóng có tần suất 5% ($H_{s5\%}$): 5% số con sóng thống kê có chiều cao bằng hoặc lớn hơn trị số đó.

Ghi chú: $H_{sp\%}$ chỉ có ý nghĩa về sự phân bố của liệt sóng trong một quá trình sóng gió, không có ý nghĩa hoàn kỳ của chiều sóng (số năm lặp lại).

Một số quan hệ kinh nghiệm giữa $H_{sp\%}$ và $\bar{H}_s$ có thể tính theo B-8, B-9.

$$\begin{aligned} + \text{ Trong vùng nước sâu: } H_{s1\%} &= 2,42 \bar{H}_s \\ H_{s5\%} &= 1,95 \bar{H}_s \end{aligned}$$

$$H_{s13\%} = 1,61\bar{H}_s \quad (B-8)$$

$$H_{s1/3} = 1,60\bar{H}_s \approx H_{s13\%}$$

$$H_{s1/10} = 2,03\bar{H}_s$$

+ Trong vùng nước nông:

$$H_{s1\%} = 2,30\bar{H}_s$$

$$H_{s10\%} = 1,64\bar{H}_s$$

$$H_{s1/3} = 1,53\bar{H}_s \quad (B-9)$$

$$H_{s1/10} = 1,93\bar{H}_s$$

Hoặc theo quy phạm thiết kế đê của Trung Quốc (năm 1998), quan hệ giữa $H_{sp\%}$ và $\bar{H}_s$ trong bảng B-5.

Bảng B-5. Mối tương quan giữa $H_{sp\%}$, $\bar{H}_s$

$\bar{H}_s / h$	P(%)	0,1	1	2	3	4	5	10	13	20	50
0	$\frac{H_{sp}}{\bar{H}_s}$	2,97	2,42	2,23	2,11	2,02	1,95	1,71	1,61	1,43	0,94
0,1		2,70	2,26	2,09	2,00	1,92	1,86	1,65	1,56	1,41	0,96
0,2		2,46	2,09	1,96	1,88	1,81	1,76	1,59	1,51	1,37	0,98
0,3		2,23	1,93	1,82	1,76	1,70	1,66	1,52	1,45	1,34	1,00
0,4		2,01	1,78	1,69	1,64	1,60	1,56	1,44	1,39	1,30	1,01
0,5		2,80	1,63	1,56	1,52	1,49	1,46	1,37	1,33	1,25	1,01

Ghi chú: Chiều cao sóng tính toán không thể lớn hơn $0,78h$ (h là chiều sâu nước tại điểm tính toán) vì ở giới hạn đó sóng sẽ đổ. Theo kinh nghiệm của chuyên gia Hà Lan, ở giai đoạn thiết kế sơ bộ có thể lấy $H_{s1/3} = 0,6h$.

- Chu kỳ sóng không đều có thể biểu thị bằng chu kỳ trung bình của sóng $\bar{T}_s$.

- Chiều dài sóng: Tính theo công thức B-10 hoặc tra bảng B-6.

$$L_s = \frac{g\bar{T}_s^2}{2\pi} \text{th} \frac{2\pi h}{L_s} \quad (B-10)$$

Bảng B-6. Quan hệ $L_s = f(T_s, h)$ (Đơn vị L_s trong bảng là m)

Chu kỳ sóng T_s (s)		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Độ sâu h (m)	1,0	521	668	119	152	184	216	247	279	31,1					
	2,0	604	113	162	209	255	30,1	346	39,1	436					
	3,0	621	126	189	249	30,7	364	420	475	53,1					
	4,0	623	133	208	279	34,7	41,4	479	544	609					
	5,0		13,7	22,1	30,3	38,7	45,6	53,0	60,3	67,6	82,0	96,3	110,	124,	138,
	6,0		139	23,1	32,1	40,8	49,2	57,4	65,5	73,6	89,4	105,	102,	136,	151,
	7,0		139	23,7	33,6	43,2	52,4	61,3	70,2	78,9	96,0	113,	130,	146,	163,
	8,0		140	24,1	34,8	45,2	55,1	64,8	74,2	83,7	102,	120,	138,	156,	174,
	9,0		140	24,4	35,8	46,9	57,6	68,0	78,2	88,4	108,	127,	146,	166,	185,
	10,0		140	24,6	36,5	48,3	59,8	70,8	81,7	92,3	113,	133,	154,	174,	194,
	12,0		140	24,8	37,6	50,7	63,4	75,8	87,8	99,7	112,	145,	168,	190,	212,
	14,0			24,9	38,2	52,4	66,3	79,9	93,1	106,	131,	156,	180,	204,	228,
	16,0			24,9	38,5	53,6	68,6	88,4	97,7	111,	139,	165,	191,	217,	243,
	18,0			24,9	38,7	54,4	70,5	86,3	101,	116,	146,	174,	202,	230,	257,
	20,0				38,8	55,0	72,9	88,7	105,	121,	152,	182,	212,	241,	270,
	22,0				38,9	54,4	73,0	90,8	108,	125,	158,	190,	221,	252,	282,
	24,0				38,9	55,6	73,9	92,5	110,	128,	163,	197,	229,	262,	294,
	26,0				39,0	55,8	78,5	93,5	113,	131,	168,	203,	238,	271,	305,
	28,0				39,0	55,9	75,0	95,0	115,	134,	172,	209,	245,	280,	315,
	30,0				39,0	56,0	75,4	96,0	116,	137,	176,	215,	252,	289,	325,
	32,0					56,0	75,7	96,7	118,	139,	180,	220,	259,	297,	335,
	34,0					56,1	75,9	97,4	119,	141,	184,	225,	266,	305,	344,
	36,0					56,1	76,0	97,9	120,	143,	187,	230,	272,	312,	353,
	38,0					56,1	76,1	98,3	121,	144,	190,	235,	278,	320,	361,
	40,0					56,1	76,2	98,6	122,	146,	193,	239,	283,	326,	369,
	42,0					56,1	76,3	98,9	123,	147,	196,	243,	288,	333,	377,
	44,0					56,1	76,3	99,1	123,	148,	198,	240,	293,	339,	384,
	46,0					56,1	76,3	99,2	124,	149,	200,	250,	298,	345,	391,
	48,0						76,4	99,4	124,	150,	202,	253,	303,	351,	398,
	50,0						76,4	99,5	124,	151,	204,	256,	307,	357,	405,
	55,0						76,4	99,7	125,	152,	208,	264,	317,	370,	421,
	60,0						76,4	99,7	125,	158,	212,	270,	327,	382,	436,
	65,0						76,4	99,8	126,	154,	214,	275,	335,	393,	449,
	70,0							99,85	126,	155,	216,	280,	342,	402,	462,
	Sóng nước sâu	624	240	249	39,0	56,1	76,4	99,8	126,	156,	224,	305,	399,	505,	623,

B.2. Các phương pháp tính toán các yếu tố sóng do gió

B.2.1. Tính toán sóng theo phương pháp Bretshneider

Phương pháp Bretshneider dựa trên giả thiết là sóng sinh ra do gió trong khu vực trong điều kiện bão thiết kế, phù hợp khu vực chịu ảnh hưởng trực tiếp trên hướng gió thổi.

$$\frac{gH_s}{w^2} = 0,283 \tanh \left[0,530 \left(\frac{gh}{w^2} \right)^{0,750} \right] \tanh \frac{0,0125 \left(\frac{gD}{w^2} \right)^{0,42}}{\tanh \left[0,530 \left(\frac{gh}{w^2} \right)^{0,750} \right]} \quad (\text{B-11})$$

$$\frac{gT_p}{w} = 2\pi \cdot 1,2 \tanh \left[0,83 \left(\frac{gh}{w^2} \right)^{0,375} \right] \tanh \frac{0,077 \left(\frac{gD}{u^2} \right)^{0,25}}{\tanh \left[0,833 \left(\frac{gh}{w^2} \right)^{0,375} \right]} \quad (\text{B-12})$$

Trong đó:

- H_s – Chiều cao sóng tính toán (m);
- T_p – Chu kỳ đỉnh sóng tính toán (s);
- D – Đà gió thiết kế (m);
- h – Độ sâu nước trung bình của khu vực (m);
- w – Vận tốc gió thiết kế (m/s).

Sóng được xác định trong điều kiện gió thổi qua khu vực với một vận tốc không đổi trong một khoảng thời gian đủ dài (từ mười lăm phút đến hàng giờ) để sóng có thể đạt được mức phát triển lớn nhất, thích hợp với việc sử dụng tài liệu thống kê gió trung bình hàng giờ của các trạm khí tượng.

Trong tính toán sơ bộ, có thể tham khảo các bảng tính sẵn từ B-7-1 đến B-7-12 được Pilarczyk lập cho một số khoảng vận tốc và đà gió ngắn. Chiều cao sóng tính toán ở đây là chiều cao sóng có ý nghĩa ($H_{S\ 1/3}$).

Bảng B-7. Bảng tra các yếu tố sóng do gió

Bảng B-7-1. Chiều cao sóng tính toán (m), $D \leq 5 \text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/s)			
	$W \leq 10$	$10 < W \leq 15$	$15 < W \leq 20$	$20 < W \leq 25$
$10 < h \leq 15$	≤ 0.50	≤ 0.75	≤ 1.05	≤ 1.35
$5 < h \leq 10$	≤ 0.50	≤ 0.75	≤ 1.00	≤ 1.30
$h \leq 5$	≤ 0.50	≤ 0.70	≤ 0.90	≤ 1.10

Bảng B-7-2. Chu kỳ đỉnh sóng T_p (s), $D \leq 5 \text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/s)			
	$W \leq 10$	$10 < W \leq 15$	$15 < W \leq 20$	$20 < W \leq 25$
$10 < h \leq 15$	≤ 2.5	≤ 3.0	≤ 3.6	≤ 4.5
$5 < h \leq 10$	≤ 2.5	≤ 3.0	≤ 3.6	≤ 4.2
$h \leq 5$	≤ 2.5	≤ 3.0	≤ 3.5	≤ 4.0

Bảng B-7-3. Chiều cao sóng tính toán (m), $5\text{ km} < D \leq 10\text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/ s)			
	$w \leq 10$	$10 < w \leq 15$	$15 < w \leq 20$	$20 < w \leq 25$
$10 < h \leq 15$	≤ 0.60	≤ 1.00	≤ 1.35	≤ 1.70
$5 < h \leq 10$	≤ 0.60	≤ 0.95	≤ 1.30	≤ 1.60
$h \leq 5$	≤ 0.55	≤ 0.80	≤ 1.10	≤ 1.25

Bảng B-7-4. Chu kỳ đỉnh sóng T_p (s), $5\text{ km} < D \leq 10\text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/ s)			
	$W \leq 10$	$10 < W \leq 15$	$15 < W \leq 20$	$20 < W \leq 25$
$10 < h \leq 15$	≤ 3.0	≤ 3.7	≤ 4.2	≤ 4.7
$5 < h \leq 10$	≤ 2.9	≤ 3.6	≤ 4.1	≤ 4.5
$h \leq 5$	≤ 2.8	≤ 3.4	≤ 3.8	≤ 4.2

Bảng B-7-5. Chiều cao sóng tính toán (m), $10\text{ km} < D \leq 15\text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/ s)			
	$w \leq 10$	$10 < w \leq 15$	$15 < w \leq 20$	$20 < w \leq 25$
$10 < h \leq 15$	≤ 0.75	≤ 1.15	≤ 1.55	≤ 1.95
$5 < h \leq 10$	≤ 0.70	≤ 1.10	≤ 1.45	≤ 1.75
$h \leq 5$	≤ 0.60	≤ 0.90	≤ 1.15	≤ 1.30

Bảng B-7-6. Chu kỳ đỉnh sóng T_p (s), $10\text{ km} < D \leq 15\text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/ s)			
	$W \leq 10$	$10 < W \leq 15$	$15 < W \leq 20$	$20 < W \leq 25$
$10 < h \leq 15$	≤ 3.2	≤ 4.0	≤ 4.6	≤ 5.1
$5 < h \leq 10$	≤ 3.2	≤ 3.9	≤ 4.4	≤ 4.9
$h \leq 5$	≤ 3.0	≤ 3.6	≤ 4.1	≤ 4.5

Bảng B-7-7. Chiều cao sóng tính toán (m), $15\text{ km} < D \leq 20\text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/ s)			
	$w \leq 10$	$10 < w \leq 15$	$15 < w \leq 20$	$20 < w \leq 25$
$0 < h \leq 15$	≤ 0.85	≤ 1.25	≤ 1.70	≤ 2.10
$5 < h \leq 10$	≤ 0.80	≤ 1.20	≤ 1.55	≤ 1.90
$h \leq 5$	≤ 0.70	≤ 0.95	≤ 1.15	≤ 1.35

Bảng B-7- 8. Chu kỳ đỉnh sóng T_p (s), $15 \text{ km} < D \leq 20 \text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/ s)			
	$W \leq 10$	$10 < W \leq 15$	$15 < W \leq 20$	$20 < W \leq 25$
$10 < h \leq 15$	≤ 3.5	≤ 4.2	≤ 4.8	≤ 5.3
$5 < h \leq 10$	≤ 3.3	≤ 4.1	≤ 4.6	≤ 5.1
$h \leq 5$	≤ 3.1	≤ 3.7	≤ 4.2	≤ 4.6

Bảng B-7-9. Chiều cao sóng tính toán (m), $20 \text{ km} < D \leq 25 \text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/ s)			
	$w \leq 10$	$10 < w \leq 15$	$15 < w \leq 20$	$20 < w \leq 25$
$10 < h \leq 15$	≤ 0.90	≤ 1.35	≤ 1.80	≤ 2.25
$5 < h \leq 10$	≤ 0.85	≤ 1.25	≤ 1.65	≤ 1.95
$h \leq 5$	≤ 0.70	≤ 1.00	≤ 1.20	≤ 1.40

Bảng B-7-10. Chu kỳ đỉnh sóng T_p (s), $20 \text{ km} < D \leq 25 \text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/ s)			
	$W \leq 10$	$10 < W \leq 15$	$15 < W \leq 20$	$20 < W \leq 25$
$10 < h \leq 15$	≤ 3.6	≤ 4.5	≤ 5.0	≤ 5.6
$5 < h \leq 10$	≤ 3.5	≤ 4.2	≤ 4.8	≤ 5.3
$h \leq 5$	≤ 3.2	≤ 4.0	≤ 4.5	≤ 4.8

Bảng B-7-11. Chiều cao sóng tính toán (m), $25 \text{ km} < D \leq 30 \text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/ s)			
	$w \leq 10$	$10 < w \leq 15$	$15 < w \leq 20$	$20 < w \leq 25$
$10 < h \leq 15$	≤ 0.95	≤ 1.45	≤ 1.90	≤ 2.35
$5 < h \leq 10$	≤ 0.90	≤ 1.30	≤ 1.70	≤ 2.05
$h \leq 5$	≤ 0.75	≤ 1.00	≤ 1.20	≤ 1.40

Bảng B-7-12. Chu kỳ đỉnh sóng T_p (s), $25 \text{ km} < D \leq 30 \text{ km}$

Độ sâu trung bình (m)	Vận tốc gió trung bình (m/ s)			
	$W \leq 10$	$10 < W \leq 15$	$15 < W \leq 20$	$20 < W \leq 25$
$10 < h \leq 15$	≤ 3.7	≤ 4.5	≤ 5.2	≤ 5.7
$5 < h \leq 10$	≤ 3.6	≤ 4.3	≤ 4.90	≤ 5.5
$h \leq 5$	≤ 3.3	≤ 4.0	≤ 4.5	≤ 4.9

B.2.2. Tính toán sóng theo các phần mềm máy tính của các mô hình toán

Được sử dụng các phần mềm máy tính do cơ quan có thẩm quyền cho phép.

Ghi chú: Hiện nay, ở Việt Nam phần mềm ACES ver. 1.06 (1992) được dùng để tính toán các đặc trưng sóng nước sâu từ số liệu gió bão. Các đặc trưng này được lấy làm đầu vào cho một mô hình thứ hai, mô hình truyền sóng tuyến tính RCPWAVE (1986) kết hợp hiệu ứng khúc xạ-

nhiều xạ nhằm tính truyền sóng nước sâu vào khu vực dự án. Mô hình OUTRAY của Viện Thủy Lực Wallingford (Anh) cũng được các nhà tư vấn nước ngoài ứng dụng tính toán cho một số công trình ở Việt Nam.

B.2.3. Tính toán theo biểu đồ Hindcast

B.2.3.1. Tính toán sóng khi không có số liệu thực đo

1. Sóng không bị vỡ

a) Trường hợp sóng nước sâu: ($D > L_0/2$)

Trong đó: D - Độ sâu nước; L_0 - Chiều dài sóng ở vùng nước sâu.

- Có thể sử dụng phương pháp đơn giản để tính các tham số sóng ở biểu đồ B-3. Phương pháp này dùng cho các trường hợp đà gió vừa và gió giả thiết đều, ổn định trên khắp đà gió.

Ghi chú: Khi tra bảng cần tính đại lượng ứng suất gió U_A từ vận tốc gió:

$$U_A = 0,71 U^{1,23}$$

U : Vận tốc gió (m/s)

$$T_{1/3} = 0,95 T_m; H_{1/3} = H_{m0} \text{ (Tại vùng nước sâu).}$$

- + Các tham số sóng thu được phải được hiệu chỉnh bằng hệ số nâng và khúc xạ để thu được giá trị chiều cao sóng có ý nghĩa dùng cho công tác thiết kế. Với các công trình cấp đặc biệt và cấp I cần thí nghiệm trên mô hình vật lý.
- + Đối với các công trình đê biển thông thường (cấp II, III, IV) có thể tính chiều cao sóng thiết kế theo:

$$H_{TK} = H_0 \times K_{sh} \times K_R$$

Trong đó:

H_{TK} : Sóng thiết kế trong điều kiện sóng không vỡ ($D > L_0/2$);

K_{sh} : Hệ số nâng;

K_R : Hệ số khúc xạ.

$$K_{sh} = \sqrt{\frac{1}{\tanh Kd \left(1 + \frac{2Kd}{\sinh 2Kd} \right)}} \quad (B-13)$$

Hệ số K_{sh} : Cũng có thể tính đơn giản theo các tỷ số d/L_0 và d/L ;

L_0 : Chiều dài sóng ở vùng nước sâu;

L : Chiều dài sóng ở vùng có chiều sâu nước = d ;

K : Số sóng = $2\pi/L$;

d : Độ sâu nước trước công trình. Tại mực nước thiết kế:

$$K_R = \sqrt{b_0/b} = \frac{\cos \phi_0}{\cos \phi_1} \quad (B-14)$$

ϕ_0 : Góc giữa đỉnh sóng và đường đẳng sâu ở vùng nước sâu;

ϕ_1 : Góc giữa đỉnh sóng và đường đẳng sâu tại vị trí tính sóng.

Thí dụ 1: Tính sóng trong điều kiện nước sâu: $d > L_0/2$

- Điều kiện: Vận tốc gió: $V = 17 \text{ m/s}$

Thời gian gió thổi: $t_1 = 5 \text{ giờ}$

$t_2 = 2 \text{ giờ}$

Đà sóng: $F = 30 \text{ km}$.

- *Tìm:* Chiều cao và chu kỳ sóng cho hai trường hợp $t_1 = 5 \text{ giờ}$ và $t_2 = 3 \text{ giờ}$.

- *Giải:*

+ Ứng suất gió: $U_A = 0,71 U^{1,23} = 0,71 \times 17^{1,23} = 21,88 \text{ (m/s)}$.

+ Với $t_1 = 5 \text{ giờ}$ theo biểu đồ (1) nếu như đà gió không hạn chế H_s có thể đạt 2,5 (m) nhưng $F = 30 \text{ km}$.

$T_m = 5,5 \text{ (s)} = T_{1/3} = 5,2 \text{ (s)}$ do vậy:

$H_s = 1,95 \text{ (m)}$ – Trường hợp hạn chế về đà gió.

+ Với $t_2 = 3 \text{ giờ}$, $F = 30 \text{ km}$, rơi vào trường hợp hạn chế về thời gian gió thổi. Do vậy các tham số sóng chỉ cần xác định theo U_A và t_2 theo biên độ ta có:

$H_s = 1,40 \text{ (m)}$

$T_m = 4,4 \text{ (s)} \Rightarrow T_{1/3} = 0,95 T_m = 4,18$

b) Sóng thiết kế cho vùng nước nông được xác định theo các biểu đồ B-4 đến B-13,

Các biểu đồ này được xây dựng dựa trên các phương trình:

$$\frac{gH}{U_A^2} = 0,283 \tanh \left[0,530 \left(\frac{gd}{U_A^2} \right)^{\frac{3}{4}} \right] \tanh \left\{ \frac{0,00565 \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{1}{2}}}{\tanh \left[0,530 \left(\frac{gd}{U_A^2} \right)^{\frac{3}{4}} \right]} \right\} \quad (\text{B-15})$$

$$\frac{gH}{U_A} = 7,54 \tanh \left[0,833 \left(\frac{gd}{U_A^2} \right)^{\frac{3}{8}} \right] \tanh \left\{ \frac{0,00379 \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{\frac{1}{3}}}{\tanh \left[0,833 \left(\frac{gd}{U_A^2} \right)^{\frac{3}{8}} \right]} \right\} \quad (\text{B-16})$$

$$\frac{gt}{U_A} = 5,37 \times 10^2 \left(\frac{gt}{U_A} \right)^{\frac{7}{3}} \quad (\text{B-17})$$

- Đối với đáy không đồng nhất phải dùng ảnh hàng không và thí nghiệm mô hình vật lý để tìm thông tin chính xác về khúc xạ.
- Nếu độ sâu không trùng với các biểu đồ, thì nội suy theo các biểu đồ lân cận. Đối với độ sâu d_s trong phạm vi $15 \text{ m} < d_s < 90 \text{ m}$ thì sử dụng các công thức B-14; B-15; B-16.

Thí dụ 2:

- Điều kiện:

- + Đà sóng: $F = 24,4 \text{ km}$;
- + Tốc độ gió: $U = 17 \text{ m/s}$;
- + Độ sâu nước $d = 11 \text{ m}$.

- Tìm: chiều cao sóng H_s ; Chu kỳ sóng T .

- Giải:

Ứng suất gió $U_A = 0,71 U^{1,23} = 0,71 \times 17^{1,23} = 21,88 \text{ m/s}$.

Từ biểu đồ B-10 hoặc công thức B-14; B-15;

$H_s = 1,5 \text{ (m)}$

$T = 4,4 \text{ (s)}$

2. Trường hợp sóng vỡ

Thường nếu công trình ven biển đặt ở độ sâu nước d_s (độ sâu với mực nước thiết kế) sẽ bị tác dụng của sóng vỡ nếu: $d_s \leq 1,3 H$; Với H : Chiều cao sóng thiết kế.

Khi thiết kế công trình trong điều kiện sóng vỡ cần thiết phải tính được chiều cao sóng vỡ cực đại H_b tác động lên công trình theo công thức sau:

$$\beta = \frac{d_b}{H_b} \quad (\text{B-18})$$

$$H_b = \frac{d_s}{\beta - m\tau_p} \quad (\text{B-19})$$

Với: d_s : Chiều sâu nước trước công trình;

β : Tỷ số giữa chiều sâu nước khi sóng vỡ với chiều cao sóng vỡ;

m : Độ dốc bãi biển;

τ_p : Hệ số không thứ nguyên (4,0 – 9,25);

Tính H_b theo biểu đồ B-14 theo tỷ số d_s/gT^2 và d_s .

Thí dụ 3:

- Điều kiện:

a: Chiều sâu nước trước công trình: $d_s = 2,5 \text{ m}$;

b: Độ dốc bãi biển trước công trình: $1: 20 = 0,050$;

c: Chu kỳ sóng trong thiết kế:

$T_1 = 6 \text{ giây}$

$T_2 = 10 \text{ giây}$

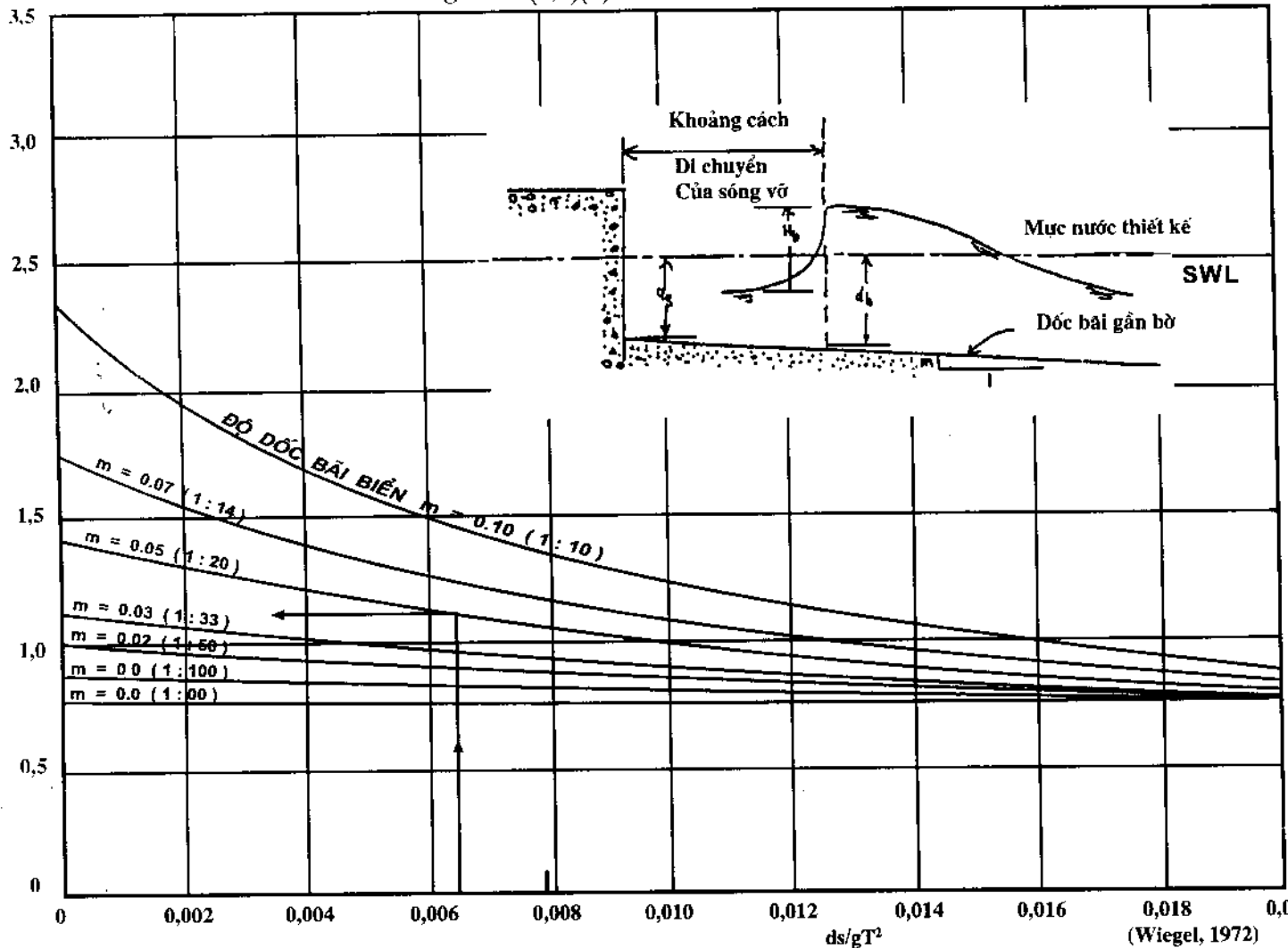
- *Tìm:* Chiều cao sóng vỡ cực đại tác động lên công trình trong trường hợp chu kỳ sóng cực đại và cực tiểu.

- *Giải:*

Với trường hợp $T_1 = 6$ giây.

Tính:

$$\frac{d_s}{gT^2} = \frac{2,5}{(9,8)(6)^2} = 0,0071$$



Biểu đồ B-14. Quan hệ giữa chiều cao sóng vỡ và độ sâu nước trước công trình

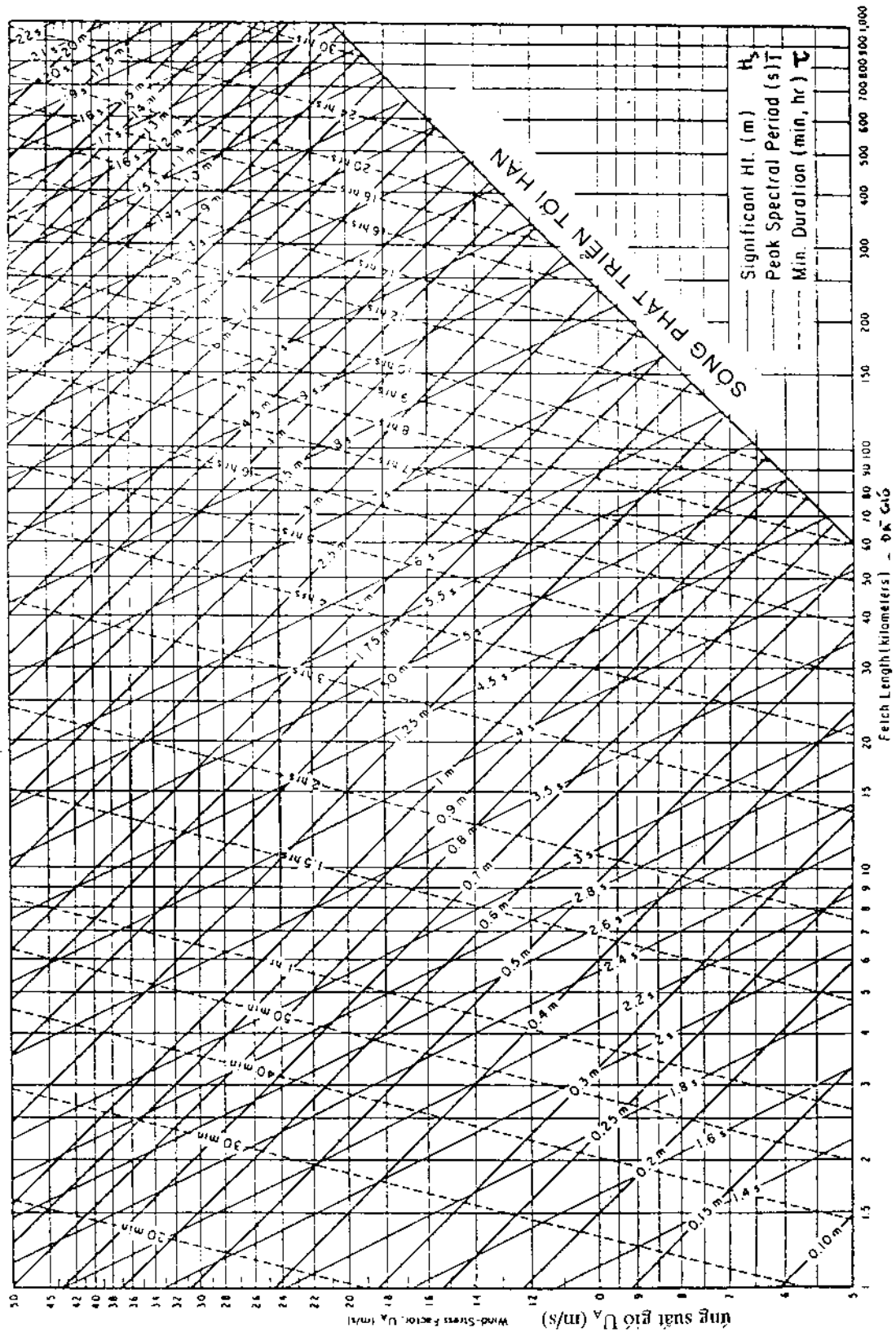
Theo biểu đồ B-14 tương ứng với trị số d_s/gT^2 vừa tính được ta tìm ra trị số H_b/d_s ứng với đường cong độ dốc $m = 0,050$.

$$\frac{d_s}{gT^2} = 0,0071;$$

$$\frac{H_b}{d_s} = 1,1 \Rightarrow H_b = 1,1 \times 2,5 = 2,8(m)$$

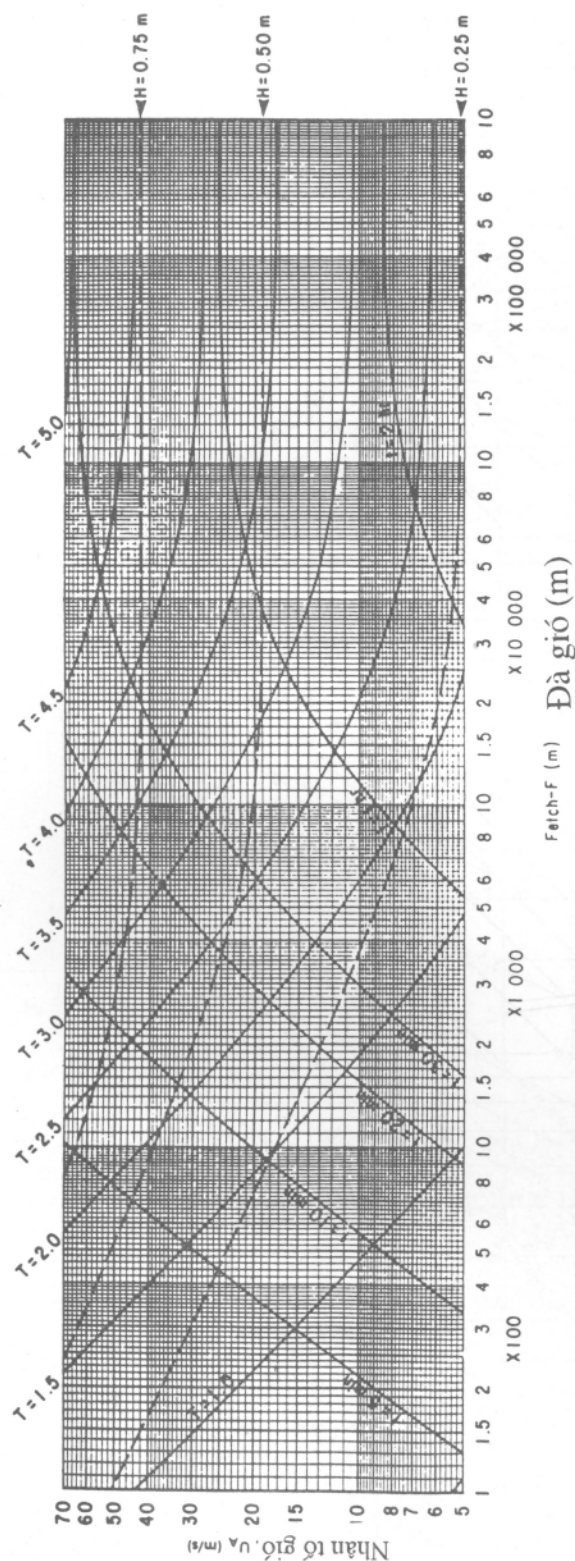
- Với $T_2 = 10$ giây ta có:

$$\frac{H_b}{d_s} = 1,27 \Rightarrow H_b = 1,27 \times 2,5 = 3,2(m)$$

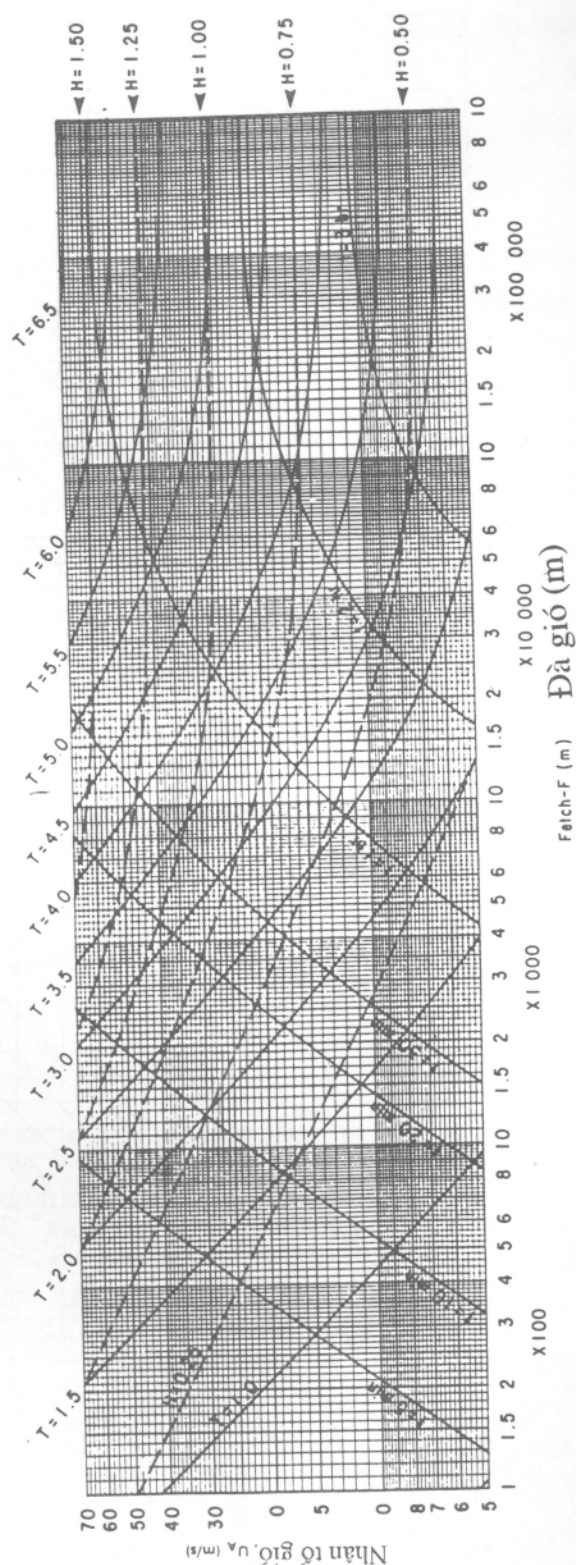


Biểu đồ B-3. Tính sóng có ý nghĩa ở vùng nước sâu

Chú ý: sóng tại nơi có chiều sâu nước 1,5 m với chu kỳ sóng nhỏ hơn 1,4 giây được coi là sóng nước sâu, nghĩa là $\frac{d}{L_T^2} > 0,78$.



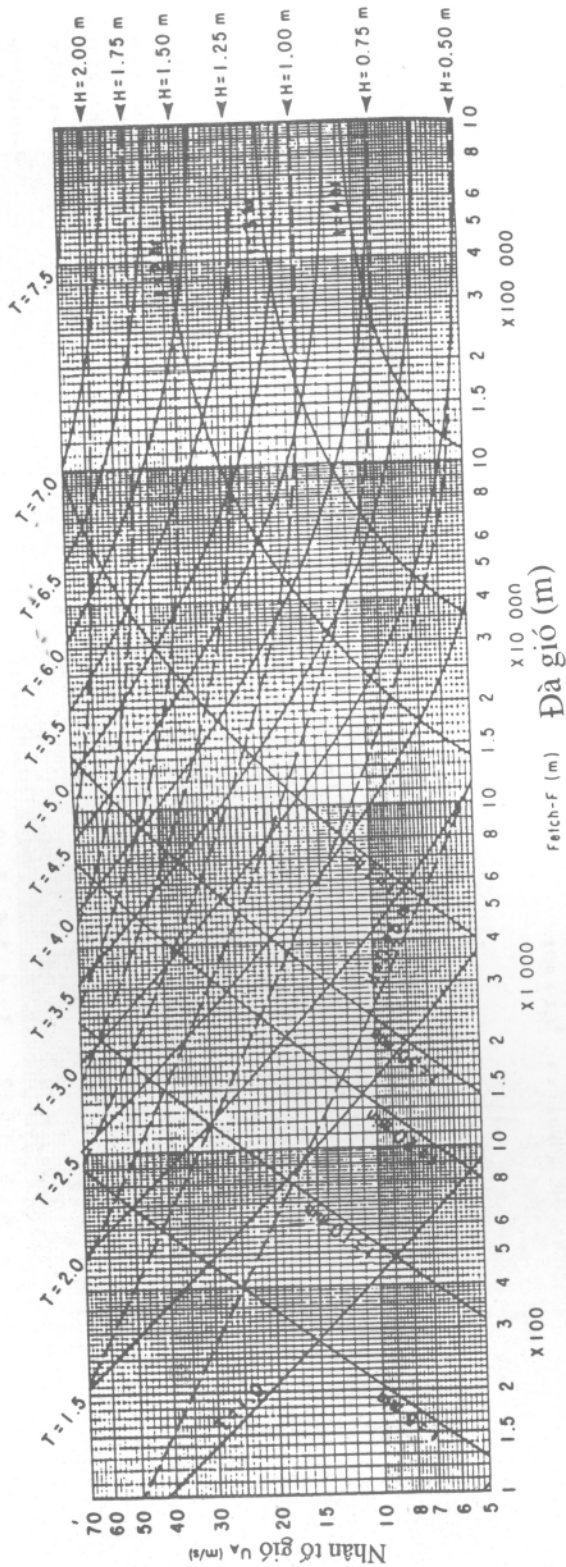
Chú ý: sóng tại nơi có chiều sâu nước 3 m với chu kỳ sóng nhỏ hơn 2 giây được coi là sóng nước sâu, nghĩa là $\frac{d}{L_T^2} > 0,78$.



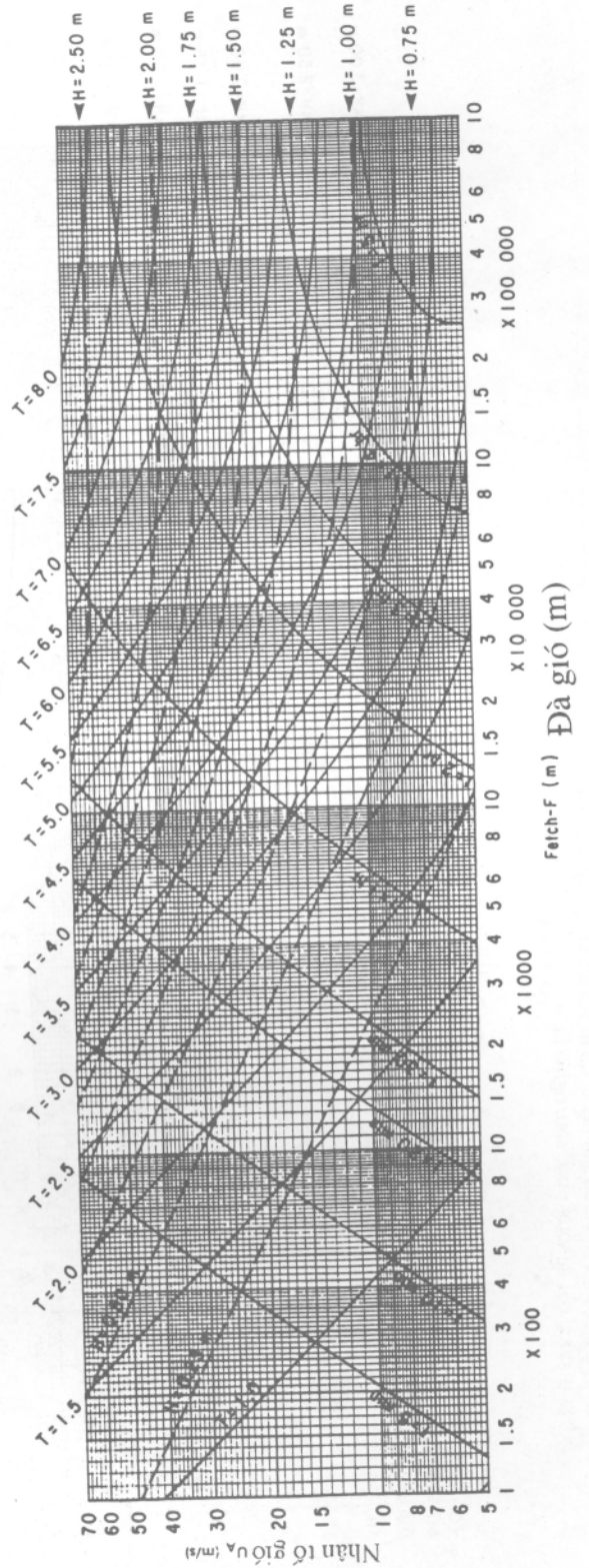
Biểu đồ B-4. Tính sóng vùng nước nông có độ sâu không đổi (1,5m)

Biểu đồ B-5. Tính sóng vùng nước nông có độ sâu không đổi (3,0m)

Chú ý: sóng tại nơi có chiều sâu nước 4,5 m với chu kỳ sóng nhỏ hơn 2,4 giây được coi là sóng nước sâu, nghĩa là $d/L_T > 0.78$.

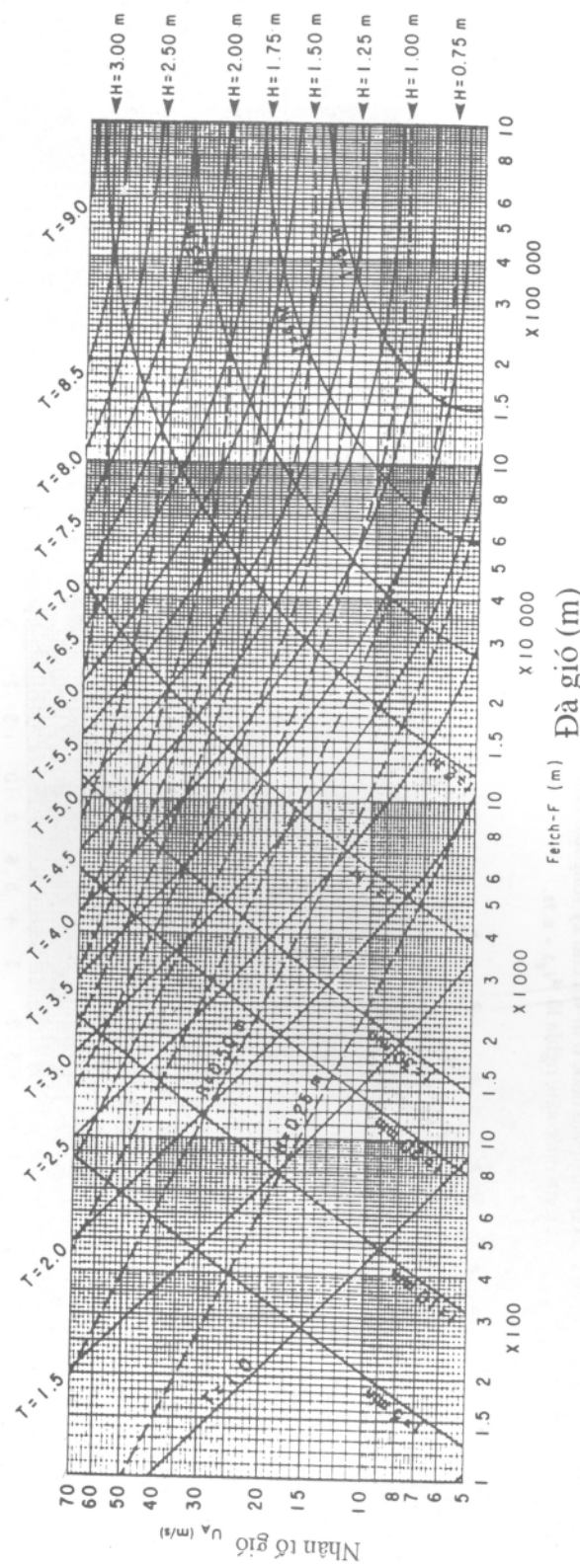


Chú ý: sóng tại nơi có chiều sâu nước 6 m với chu kỳ sóng nhỏ hơn 2,8 giây được coi là sóng nước sâu, nghĩa là $d/L_T > 0.78$.

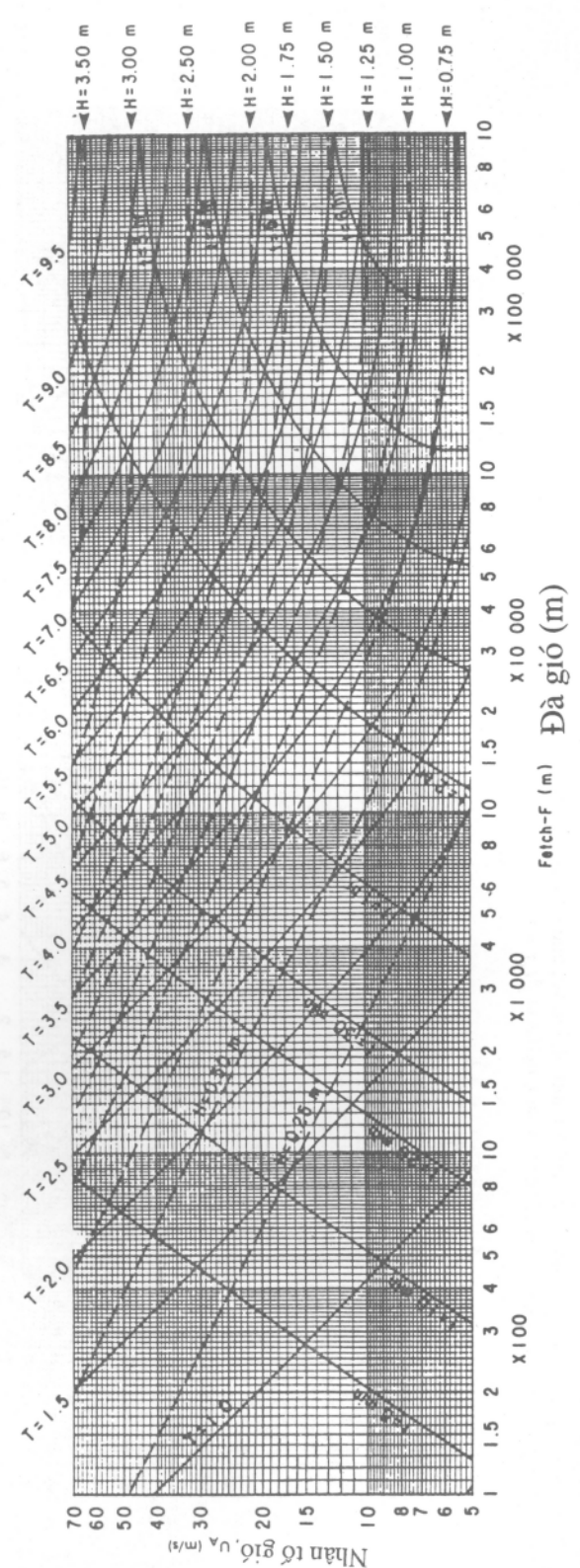


Biểu đồ B-6. Tính sóng vùng nước nông có độ sâu không đổi (4,5m) Biểu đồ B-7. Tính sóng vùng nước nông có độ sâu không đổi (6,0m)

Chú ý: sóng tại nơi có chiều sâu nước 7,5 m với chu kỳ sóng nhỏ hơn 3,1 giây được coi là sóng nước sâu, nghĩa là $d_{/2} > 0,78$.



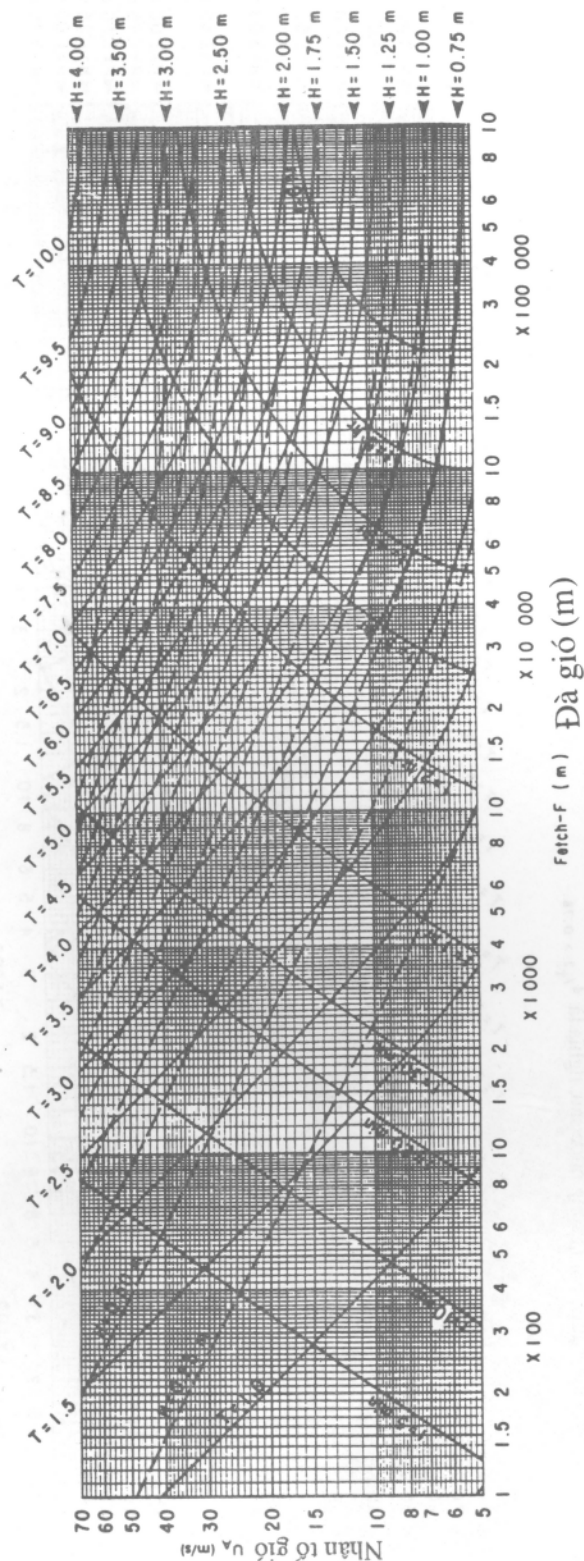
Chú ý: sóng tại nơi có chiều sâu nước 9,0 m với chu kỳ sóng nhỏ hơn 3,4 giây được coi là sóng nước sâu, nghĩa là i.e., $d_{/2} > 0,78$.



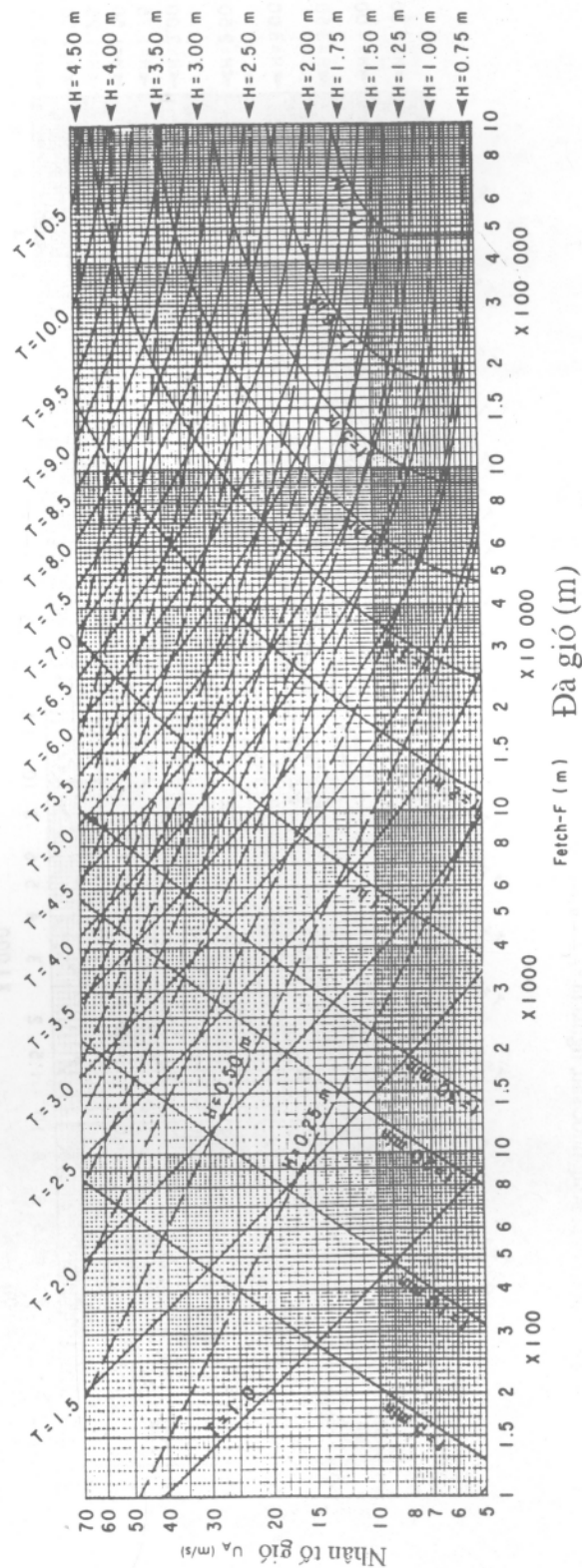
Biểu đồ B-8. Tính sóng vùng nước nông có độ sâu không đổi (7,5m)

Biểu đồ B-9. Tính sóng vùng nước nông có độ sâu không đổi (9,0m)

Chú ý: sóng tại nơi có chiều sâu nước 12,0 m với chu kỳ sóng nhỏ hơn 3,7 giây được coi là sóng nước sâu, nghĩa là $d/L_T^2 > 0,78$.



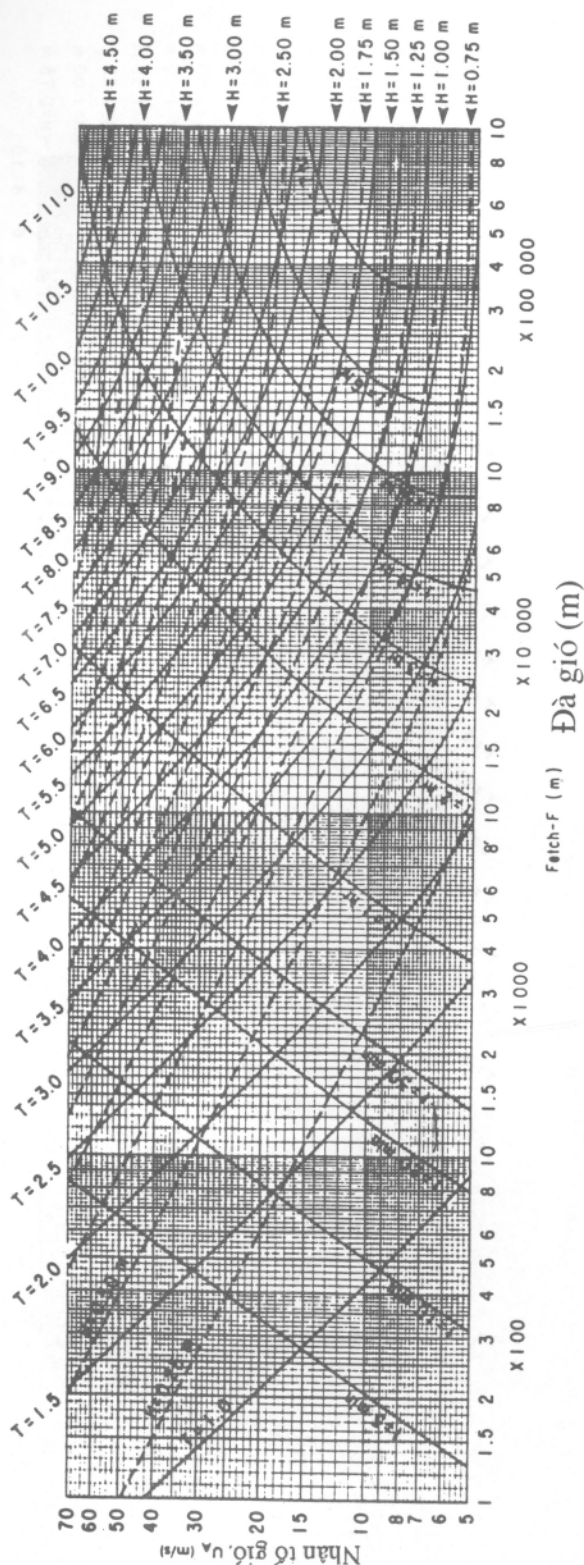
Chú ý: sóng tại nơi có chiều sâu nước 12,0 m với chu kỳ sóng nhỏ hơn 3,7 giây được coi là sóng nước sâu, nghĩa là $d/L_T^2 > 0,78$.



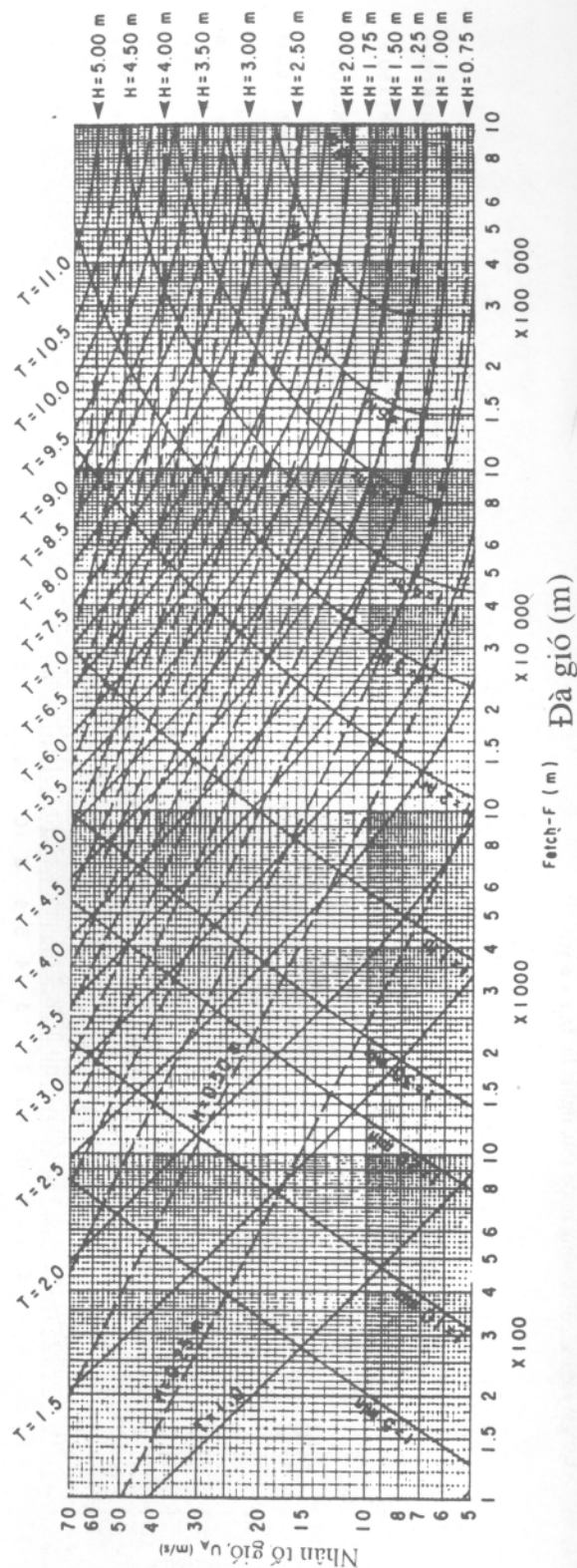
Biểu đồ B-10. Tính sóng vùng nước nông có độ sâu không đổi (10,5m)

Biểu đồ B-11. Tính sóng vùng nước nông có độ sâu không đổi (12,0m)

Chú ý: sóng tại nơi có chiều sâu nước 13,5 m với chu kỳ sóng nhỏ hơn 4,2 giây được coi là sóng nước sâu, nghĩa là $d/T^2 > 0,78$.



Chú ý: sóng tại nơi có chiều sâu nước 15,0 m với chu kỳ sóng nhỏ hơn 4,4 giây được coi là sóng nước sâu, nghĩa là $d/T^2 > 0,78$.



Biểu đồ B-12. Tính sóng vùng nước nông có độ sâu không đổi (13,5m)

Biểu đồ B-13. Tính sóng vùng nước nông có độ sâu không đổi (15,0m)

Phụ lục C

PHÂN BỐ NƯỚC DÂNG DO BÃO DỐC BỜ BIỂN VIỆT NAM

C.1. Các vùng ảnh hưởng bão

C.1.1. Phân vùng ảnh hưởng bão

Thống kê 39 năm (từ 1954 ÷ 1993) vùng bão đổ bộ theo vĩ độ như bảng C-1.

Bảng C-1. Tần số hoạt động của bão phân theo vĩ độ

Vĩ độ bắc	Số cơn bão đổ bộ	P%	Số cơn bão trung bình/ năm
21- 22	29	12,04	0,74
20 -21	39	16,19	1,0
19 -20	34	14,11	0,87
18 -19	29	12,04	0,74
17 -18	16	6,64	0,41
16 -17	9	3,73	0,23
15- 16	23	9,54	0,59
14- 15	23	9,54	0,59
13- 14	11	4,56	0,28
12- 13	9	3,73	0,23
11- 12	10	4,15	0,26
10- 11	4	1,66	0,1
9- 10	3	1,24	0,08
8- 9	2	0,83	0,06
Cộng	241	100%	6,18

Số cơn bão ảnh hưởng vào bờ biển miền Trung và miền Bắc cao hơn nhiều so với miền Nam.

C.1.2. Phân theo thời gian bão

- Thời gian xuất hiện bão thống kê trong bảng C-2.
- Khu vực đổ bộ và ảnh hưởng của bão có xu thế dịch chuyển từ Bắc vào Nam theo thời gian: ở vùng bờ biển Bắc và Trung Bộ vào thời kỳ từ tháng 5 đến tháng 10 và ở Nam Bộ vào thời kỳ từ tháng 10 đến tháng 11. Một số cơn bão xuất hiện không theo quy luật chung.

Bảng C-2. Tần số bão hoạt động phân theo các tháng trong năm

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	39
Số cơn	0	0	2	1	4	23	31	38	46	58	30	4	241
Tần số	0	0	0,05	0,3	0,1	0,59	0,79	1	1,18	1,49	0,77	0,18	6,18

C.2. Trị số nước dâng

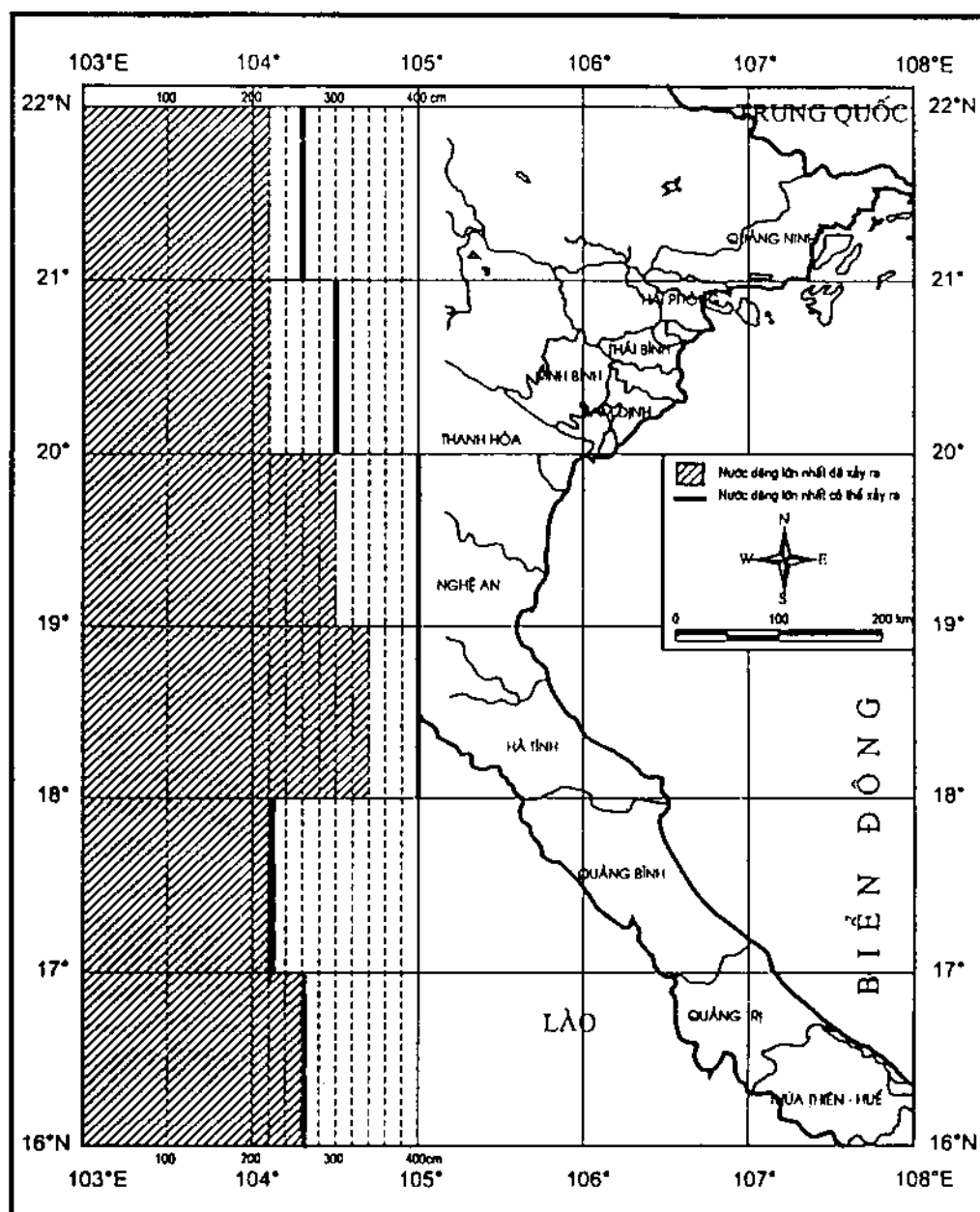
C.2.1. Vùng bờ biển Bắc vĩ tuyến 16

- Trị số nước dâng theo tần suất (%) ở bảng C-3.

Bảng C-3. Chiều cao nước dâng vùng bờ biển Bắc vĩ tuyến 16 theo tần suất %

Vĩ tuyến	Đoạn bờ	Chiều cao nước dâng(m)					
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	> 2,5
Bắc ÷ 21° N	Phía Bắc - Cửa Ông	50	38	5	6	2	0
21°N ÷ 20°N	Cửa Ông - Cửa Đáy	35	38	17	8	3	0
20°N ÷ 19°N	Cửa Đáy - Cửa Vạn	41	34	15	9	1	1
19°N ÷ 18°N	Cửa Vạn - Đèo Ngang	46	37	10	5	2	1
18°N ÷ 17°N	Đèo Ngang - Cửa Tùng	71	19	8	2	1	0
17°N ÷ 16°N	Cửa Tùng - Đà Nẵng	95	4	1	0	0	1

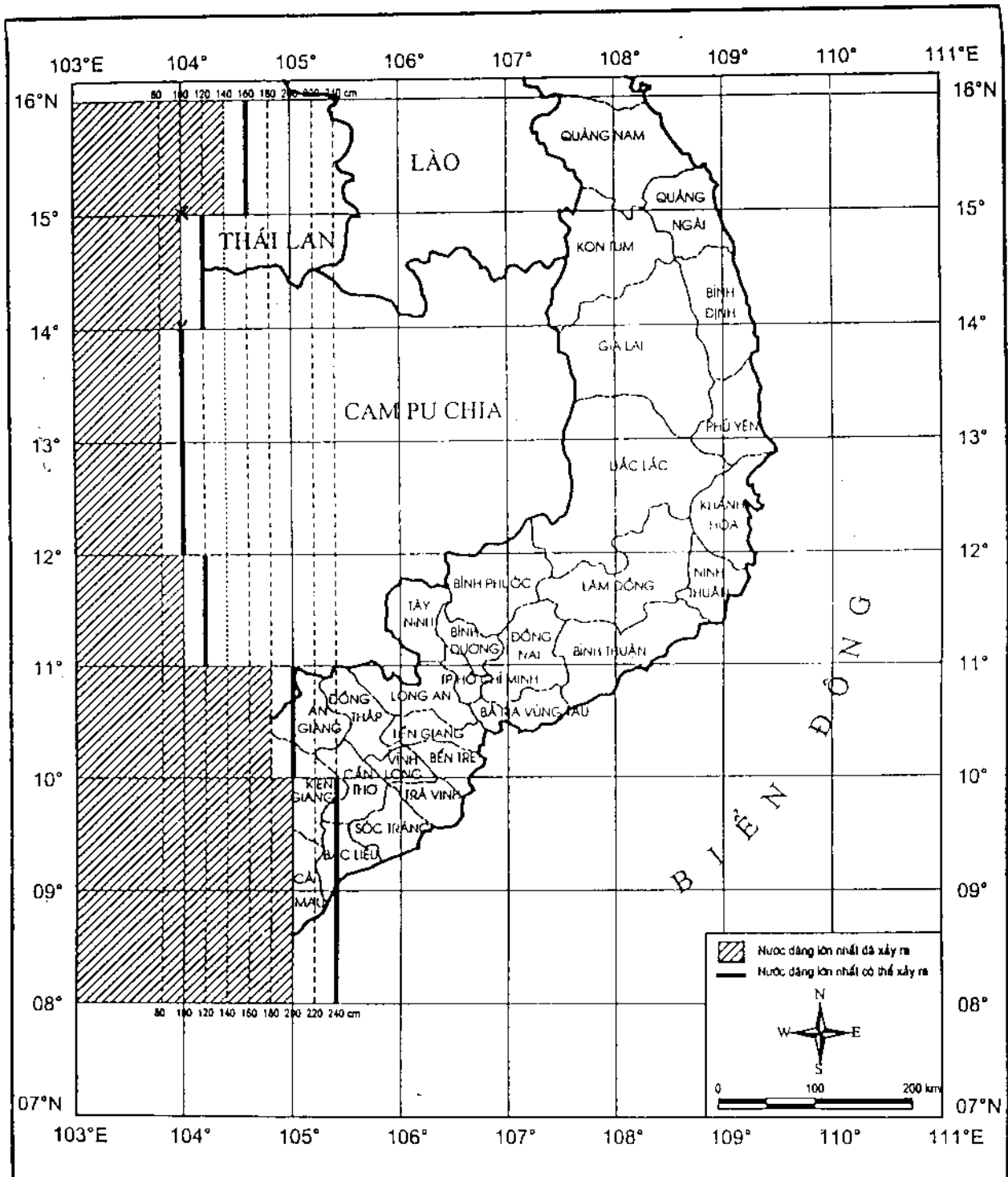
- Nước dâng lớn nhất đã xảy ra và có thể xảy ra: xem hình C-1.



Hình C-1. Nước dâng lớn nhất đã và có thể xảy ra tại vùng bờ biển bắc vĩ tuyến 16 (Nguồn: Phân viện Cơ học biển – Viện cơ học)

C.2.2. Vùng bờ biển Nam vĩ tuyến 16

- Trị số nước dâng lớn nhất đã xảy ra và có thể xảy ra: xem hình C-2.



Hình C-2. Nước dâng lớn nhất đã xảy ra và có thể xảy ra từ vĩ tuyến 16 trở vào
(Nguồn: Phân viện Cơ học biển – Viện cơ học)

Phụ lục D

XÁC ĐỊNH CHIỀU CAO SÓNG LEO

D.1. Trường hợp mái nghiêng chỉ có một độ dốc

Chiều cao sóng leo trên mái nghiêng đơn của sóng đến từ hướng vuông góc với bờ, được xác định theo các trường hợp sau:

D.1.1. Trường hợp hệ số mái dốc $m = 1,5 \div 5,0$

$$R_p = \frac{K_\Delta K_w K_p}{\sqrt{1+m^2}} \sqrt{\bar{H}_s L_s} \quad (D-1)$$

Trong đó:

R_p - Chiều cao sóng leo có tần suất lũy tích là p;

K_Δ - Hệ số nhám và tính thấm của mái nghiêng, dựa vào tính chất của vật liệu gia cố mặt để tra bảng D- 1

K_w - Hệ số kinh nghiệm, tra bảng D-2 theo đại lượng $\frac{W}{\sqrt{gh}}$;

K_p - Hệ số tính đổi tần suất lũy tích của chiều cao sóng leo, xác định theo bảng D -3. Tần suất lũy tích chiều cao sóng leo lấy 2%;

m - Hệ số mái dốc, $m = \cot \alpha$ với α là góc nghiêng của mái dề (độ);

$\bar{H}_s$ - Chiều cao trung bình của sóng trước dề;

L_s - Chiều dài sóng trước dề.

D.1.2. Trường hợp hệ số mái dốc $m \leq 1,25$

$$R_p = K_\Delta \cdot K_\gamma \cdot K_p \cdot R_0 \cdot \bar{H}_s \quad (D-2)$$

Trong đó: R_0 - Chiều cao sóng leo khi không có gió, mặt dốc trơn và không thấm nước ($K_\Delta = 1$). Chiều cao trung bình của sóng $\bar{H}_s = 1m$, trị số R_0 xác định theo bảng D -4.

D.1.3. Trường hợp hệ số mái dốc $1,25 < m < 1,5$

Có thể nội suy chiều cao sóng H_s từ trị số $m = 1,25$ và $m = 1,5$.

Bảng D.1. Hệ số nhám và thấm của mái dốc K_Δ

Loại hình gia cố mái	K_Δ
Trơn phẳng không thấm nước (Bê tông nhựa đường)	1,0
Bê tông và tấm lát bê tông	0,9
Lát cỏ	0,85 ÷ 0,9
Đá xây	0,75 ÷ 0,8
Đá học đổ hai lớp (nền không thấm nước)	0,60 ÷ 0,65
Đá học đổ hai lớp (nền thấm nước)	0,50 ÷ 0,55
Khối vuông 4 chân (lắp đặt 1 lớp)	0,55
Tetrapod (2 lớp)	0,40
Dolos (2 lớp)	0,38

Bảng D - 2. Hệ số kinh nghiệm K_w .

$W/\sqrt{gh}$	≤ 1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	≥ 5
K_w	1	1,02	1,08	1,16	1,22	1,25	1,28	1,30

Bảng D -3. Hệ số tính đổi K_p cho tần suất lũy tích chiều cao sóng leo

$\bar{H}_s/h$	$p(\%)$	0,1	1	2	3	4	5	10	13	20	50
$< 0,1$	$\frac{R_p}{\bar{R}}$	2,66	2,23	2,07	1,97	1,90	1,84	1,64	1,54	1,39	0,96
$0,1 \div 0,3$		2,44	2,08	1,94	1,86	1,80	1,75	1,57	1,48	1,36	0,97
$> 0,3$		2,13	1,86	1,76	1,70	1,65	1,61	1,48	1,40	1,31	0,99

Ghi chú: $\bar{R}$ chiều cao sóng leo trung bình.

Bảng D -4. Trị số R_0

$M = \text{ctg}\alpha$	0	0,5	1,0	1,25
$R_0(m)$	1,24	1,45	2,20	2,50

D. 2. Trường hợp mái dốc phức hợp có thêm giảm sóng (TGS)

Khi mái dốc có TGS, chiều cao sóng leo tính toán theo công thức trong mục D-1, nhưng hệ số mái dốc phải được tính đổi thành hệ số mái dốc tương đương m_e . Trị số m_e được xác định theo các trường hợp sau:

D.2.1. Trường hợp trên và dưới TGS có cùng độ dốc

$$\Delta m = m_D - m_T = 0 \quad (D-3)$$

$$m_e = m_T \cdot \left(1 - 4,0 \cdot \frac{|h_w|}{L_s} \cdot K_b \right) \quad (D-4)$$

Với: $K_b = 1 + 3 \cdot \frac{b_f}{L_s}$

D.2.2. Trường hợp $\Delta m > 0, m_D > m_T$

$$m_e = \left(m_T + 0,3\Delta m - 0,1\Delta m^2 \right) \left(1 - 4,5 \frac{h_w}{L_s} \right) \cdot h_b \quad (D-5)$$

D.2.3. Trường hợp $\Delta m < 0, m_D < m_T$

$$m_e = \left(m_T + 0,5\Delta m + 0,08\Delta m^2 \right) \left(1 + 3,0 \frac{h_w}{L_s} \right) \cdot h_b \quad (D-6)$$

Trong các công thức trên:

m_T, m_D - Hệ số mái dốc phần trên, dưới TGS;

h_w - Độ sâu nước trên TGS;

+ Khi TGS ở dưới mực nước tĩnh thì h_w lấy giá trị dương;

+ Khi TGS ở trên mực nước tĩnh thì h_w lấy giá trị âm.

$|h_w|$ - Biểu thị giá trị tuyệt đối;

b_f - Chiều rộng TGS (m);

L_s - Chiều dài sóng (m).

Ghi chú: Phương pháp độ dốc tương đương thích hợp với điều kiện:

$$m_T = 1,0 \div 4,0; \quad m_D = 1,5 \div 3,0$$

$$\frac{h_w}{L_s} = -0,067 \div +0,067; \quad \frac{b_f}{L_s} \leq 0,25$$

D - 3. Trường hợp hướng sóng đến xiên góc với tuyến tim dề

Khi hướng sóng đến xiên một góc β (độ) với đường tim dề, chiều cao sóng leo R_p tính toán cần nhân với hệ số K_β .

Trường hợp mái dốc có hệ số $m \geq 1$, hệ số K_β xác định theo bảng D.5.

Bảng D.5. Hệ số K_β

β (độ)	≤ 15	20	30	40	50	60
K_β	1	0,96	0,92	0,87	0,82	0,76

D - 4. Trường hợp đặc biệt

Đối với những tuyến dề quan trọng có hình dạng mặt cắt phức tạp, chiều cao sóng leo cần được xác định thông qua thí nghiệm trên mô hình vật lý.

Phụ lục E

TÍNH TOÁN ÁP LỰC SÓNG

E.1. Phân bố áp lực sóng trên mái nghiêng

Đối với mái dốc được gia cố bằng những tấm bê tông lắp ghép hoặc đổ tại chỗ có $1,5 \leq \cot \varphi \leq 5$, biểu đồ áp lực sóng thể hiện trên hình E.1. Trong biểu đồ này, áp lực sóng tính toán lớn nhất p_d (KPa) xác định theo công thức:

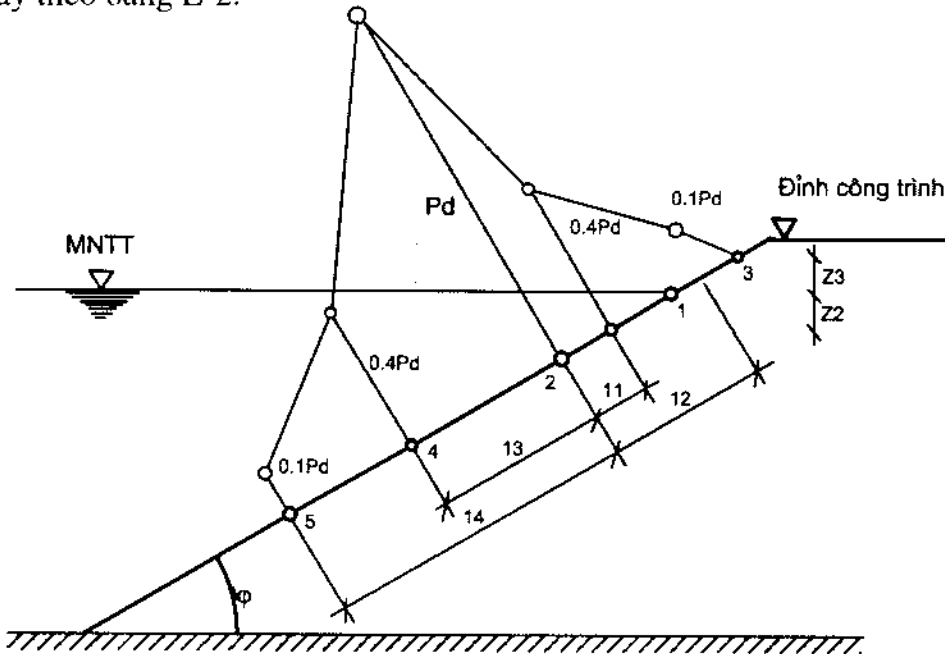
$$p_d = k_s k_t p_{tcl} \rho g H_s \quad (E-1)$$

Trong đó: k_s – Hệ số xác định theo công thức:

$$k_s = 0,85 + 4,8 \frac{H_s}{L_s} + \cot \varphi \left(0,028 - 1,15 \frac{H_s}{L_s} \right) \quad (E-2)$$

k_t – Hệ số lấy theo bảng E-1;

p_{tcl} – Trị số lớn nhất của áp lực sóng tương đối trên mặt dốc tại điểm 2 (Hình E-1) lấy theo bảng E-2.



Hình E-1. Biểu đồ áp lực sóng tính toán lớn nhất tác dụng lên mái dốc được gia cố bằng các tấm bản

Bảng E.1. Hệ số k_t

Độ thoải của sóng L_s/H_s	10	15	20	25	35
Hệ số k_t	1	1,15	1,3	1,35	1,48

Bảng E.2. Hệ số P_{tcl}

Chiều cao sóng H_s/m	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	≥ 4
Trị số lớn nhất của áp lực sóng tương đối P_{tcl}	3,7	2,8	2,3	2,1	1,9	1,8	1,75	1,7

- Tung độ $Z_2(m)$ của điểm 2 (điểm đặt của áp lực sóng tính toán lớn nhất P_d) được xác định theo công thức:

$$Z_2 = A + \frac{1}{\cot g^2 \varphi} \left[1 - \sqrt{2 \cot g^2 \varphi + 1} \right] (A + B) \quad (E-3)$$

Trong đó: A và B là các đại lượng tính bằng m, xác định theo công thức sau:

$$A = H_s \left(0,47 + 0,023 \frac{L_s}{H_s} \right) \frac{1 + \cot^2 \varphi}{\cot^2 \varphi} \quad (\text{E-4})$$

$$B = H_s \left[0,95 - (0,84 \cot g \varphi - 0,25) \frac{H_s}{L_s} \right] \quad (\text{E-5})$$

- Tung độ Z_3 (m) ứng với chiều cao sóng leo lên mái dốc xác định theo phụ lục D. Trên các đoạn mái dốc nằm cao hơn hoặc thấp hơn điểm 2 (xem hình V.1) phải lấy các tung độ P (KPa) của biểu đồ áp lực sóng ở các khoảng cách như sau:

$$P = 0,4 p_d \text{ tại } \begin{cases} L_1 = 0,0125 L_{\varphi} \text{ (m)} \\ L_3 = 0,0265 L_{\varphi} \text{ (m)} \end{cases}$$

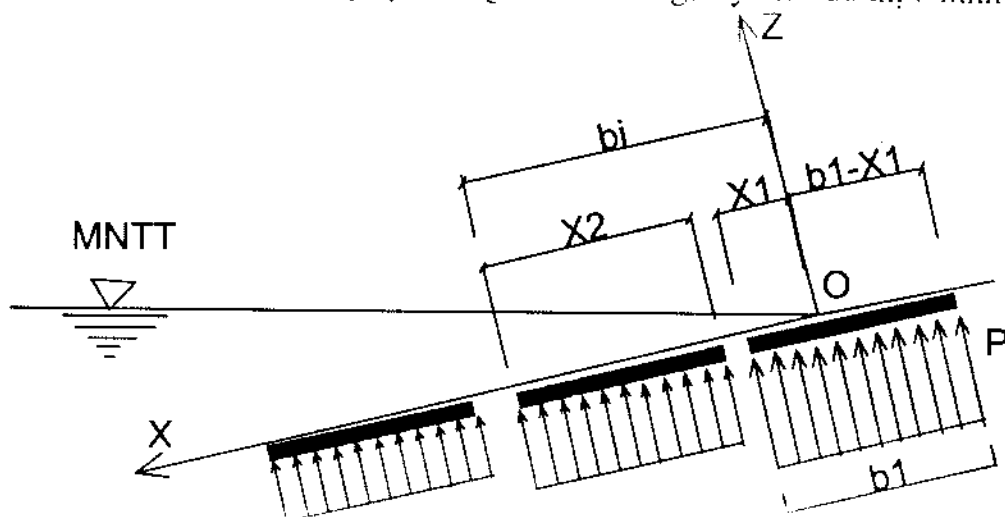
$$P = 0,1 \text{ pda} \quad \begin{cases} L_1 = 0,0325 L_{\varphi} (\text{m}) \\ L_3 = 0,0075 L_{\varphi} (\text{m}) \end{cases}$$

Trong đó:
$$L_{\varphi} = \frac{L_s \cot g \varphi}{\sqrt[4]{\cot^2 g^2 \varphi - 1}} \quad (E-6)$$

- Tung độ p_c của biểu đồ phản áp lực sóng dưới các tấm bản gia cố dề mái dốc phải xác định theo công thức:

$$p_c = k_s k_t p_{\text{crel}} \rho g H_s \quad (\text{E-7})$$

Trong đó: p_{crel} - Phản áp lực tương đối của sóng, lấy theo đồ thị ở hình E-2.



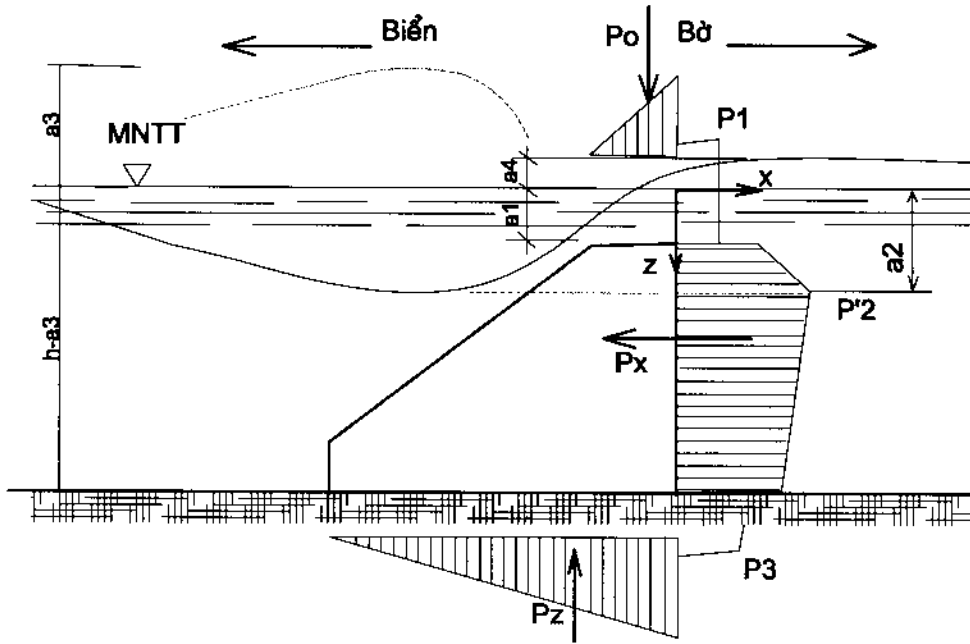
Hình E-2. Đồ thị để xác định phản áp lực của sóng

Đối với các công trình cấp I và cấp II khi chiều cao sóng có tần suất bảo đảm $H_{sp} > 1,5m$, nếu có đủ luận cứ thì được phép xác định tải trọng sóng lên mái dốc có tâm bản gia cố bằng các phương pháp có xét đến tính không điều hoà của sóng do gió. Khi có các bậc cơ hoặc có sự thay đổi độ nghiêng trên từng đoạn mái dốc của công trình thì tải trọng do sóng lên kết cấu gia cố mái phải xác định theo các kết quả nghiên cứu trên mô hình.

E.2. Tải trọng sóng lên các loại công trình bảo vệ đê biển

E.2.1. Đối với tường ngầm cản sóng

Giá trị lớn nhất của hình chiếu theo phương ngang P_z (KN/m) và các hình chiếu theo phương thẳng đứng P_x và P_y (KN/m) của hợp lực tải trọng do sóng tác động trên một tường ngầm cản sóng khi chịu chân sóng, phải tính toán theo các biểu đồ áp lực sóng theo hướng ngang và theo hướng đứng (hình E-3). Trong các biểu đồ này, các giá trị P (KPa) phải xác định có xét đến độ dốc i của đáy theo công thức sau:



Hình E-3. Các biểu đồ áp lực sóng lên một đoạn tường ngầm cản sóng

a) Trường hợp độ dốc đáy $i \leq 0,04$

- Tại độ sâu a_1 :

$$p_1 = \zeta g (a_1 - a_4) \quad \text{Khi } a_1 < a_2 \quad (E-8)$$

$$p_1 = p_2 \quad \text{Khi } a_1 > a_2 \quad (E-9)$$

- Tại độ sâu a_2 :

$$p_2 = \zeta g H_s \left(0,015 \frac{L_s}{h} + 0,03 \frac{h - a_1}{h} \right) - \zeta g a_4 \quad (E-10)$$

$$\text{- Tại độ sâu } a_3 = h \quad P_3 = K_w P_2 \quad (E-11)$$

b) Trường hợp độ dốc đáy $i > 0,04$

- Tại độ sâu a_1 : p_1 xác định theo công thức (E-8) và (E-9)

$$\text{- Tại độ sâu } a_2: p_2 = \zeta g (a_2 - a_4) \quad (E-12)$$

$$\text{- Tại độ sâu } a_3 = h \quad P_3 = P_2 \quad (E-13)$$

Trong đó:

a_1 - Độ sâu từ đỉnh công trình đến mực nước tính toán, m ;

a_2 - Độ sâu từ mực nước tính toán đến chân sóng (m), lấy theo bảng (E-3);

K_w - Hệ số, lấy theo bảng (E-4);

a_4 - Độ sâu từ mặt nước sau đê chắn sóng ngập đến mực nước tính toán (m), xác định theo công thức:

$$a_4 = -k_{th} (a_1 - a_5) - a_1 \quad (E-14)$$

k_{th} - Hệ số, lấy theo bảng (E-3);

a_5 - Độ sâu từ lưng sóng trước đê chắn sóng ngập nước đến mực nước tính toán (m), lấy theo bảng (E-3);

ζ - Hệ số sóng vỡ.

Bảng E-3. Hệ số K_{th}

Chiều cao tương ứng của sóng H_s/h	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Độ hạ thấp tương đối của chân sóng a_2/h	0,14	0,17	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28
Độ vượt cao tương đối của lưng sóng a_3/h	-	-	-	-	-	-	-
	0,13	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,37
Hệ số k_{th}	0,76	0,73	0,69	0,66	0,63	0,60	0,57

Bảng E-4. Hệ số K_w

Độ thoải của sóng L/H_s	8	10	15	20	25	30	35
Hệ số K_w	0,73	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1

E.2.2. Đối với tường chắn sóng xa bờ

Giá trị lớn nhất của hình chiếu theo phương ngang P_z (KN/m) và hình chiếu theo phương đứng P_z (KN/m) của hợp lực tải trọng do sóng vỡ tác động lên tường chắn sóng thành đứng (khi không có đất lấp ở phía bờ) phải xác định các biểu đồ áp lực sóng theo phương ngang và theo phương đứng (hình E.4) trong số các giá trị p (KPa) và η_c (m) phải xác định tùy thuộc vào vị trí công trình:

a) Khi công trình nằm ở độ sâu mà tại đó sóng bị đổ lần cuối cùng (Hình E.4a) thì dùng công thức:

$$p = p_u = \xi_g H_{sd} (0,033 L_s/h + 0,75) \quad (E-15)$$

$$\eta_c = -\frac{P_i}{\xi_g} \quad (E-16)$$

b) Khi công trình nằm ở vùng mép nước (Hình E.4b) thì dùng các công thức:

$$p = p_i = (1 - 0,3a_i/a_u)p_u \quad (E-17)$$

$$\eta_c = -\frac{P_i}{\xi_g} \quad (E-18)$$

c) Khi công trình nằm trên bờ, cao hơn mép nước nhưng còn trong phạm vi sóng leo (hình E.4c) thì dùng công thức:

$$p = p_i = 0,7(1 - a_i/a_r)p_u \quad (E-19)$$

$$\eta_c = \frac{P_i}{\xi_g} \quad (E-20)$$

Trong đó:

η_c - Độ cao lưng sóng so với mặt nước tính toán tại vị trí tường chắn sóng, m;

H_{sb} - Chiều cao sóng tại vị trí sóng đổ lần cuối, m;

a_u - Khoảng cách từ vị trí sóng đổ lần cuối đến mép nước, m;

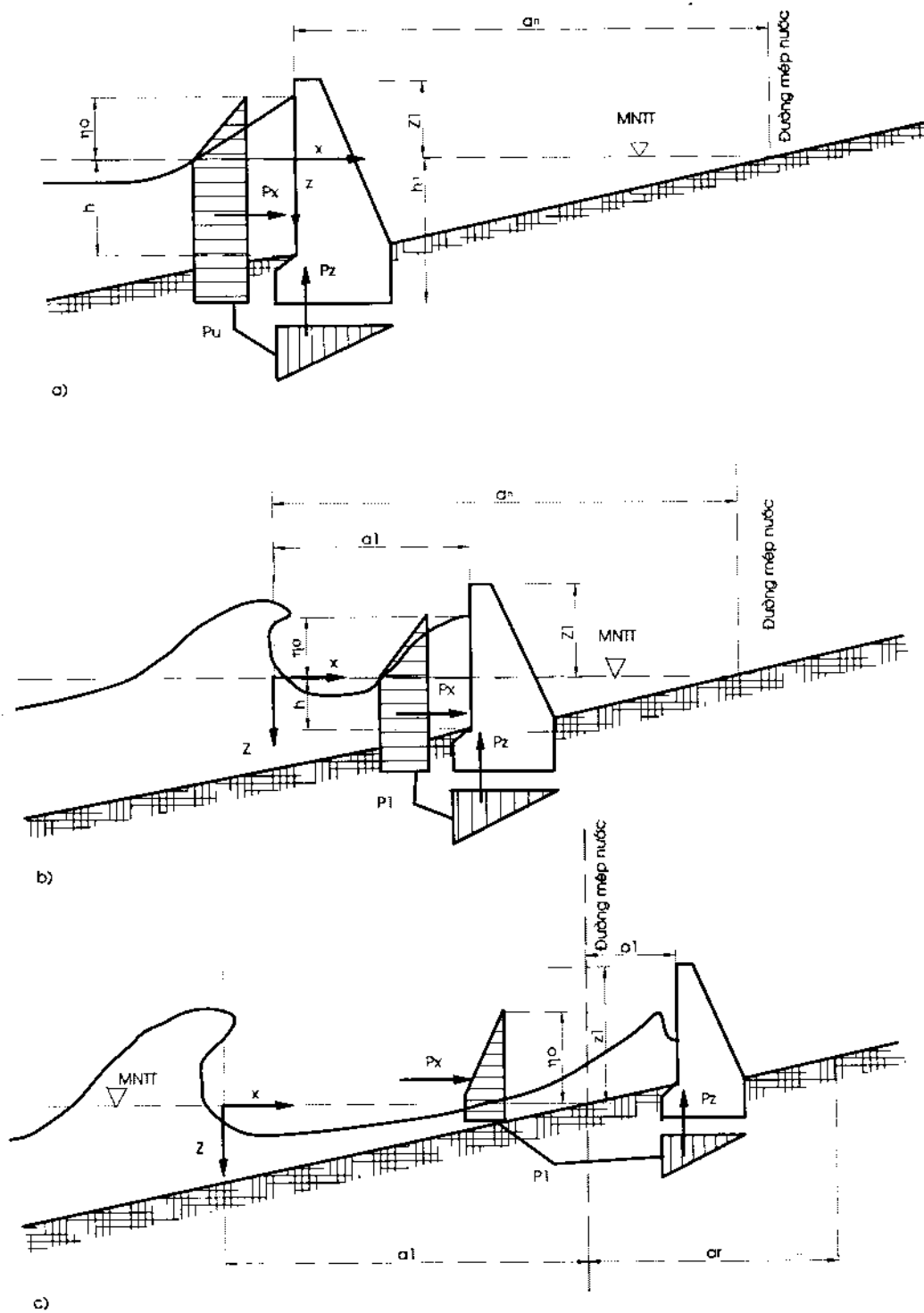
a_i - Khoảng cách từ vị trí sóng đổ lần cuối đến công trình, m;

a_r - Khoảng cách từ mép nước đến công trình, m;

a_r - Khoảng cách từ mép nước đến ranh giới leo bờ của sóng vỡ (khi không có công trình) xác định theo công thức:

$$a_r = R_{s1\%} \cot \varphi \quad (E-21)$$

Ghi chú: Nếu độ cao từ đỉnh công trình đến mực nước tính toán $Z_1 \geq 0,3 H_s$ thì trị số áp lực sóng xác định theo công thức E-15, E-17, E-19 phải nhân với hệ số k_{za} lấy theo bảng E-5.



Hình E.4. Các biểu đồ áp lực sóng lên tường cản sóng thành đứng

Bảng E-5. Hệ số k_{za}

Độ cao từ đỉnh công trình đến mực nước tính toán Z_1 , m	-0,3 H_s	0,0	+0,3 H_s	+0,65 H_s
Hệ số k_{za}	0,95	0,85	0,8	0,5

E.2.3. Đối với tường đứng liền bờ

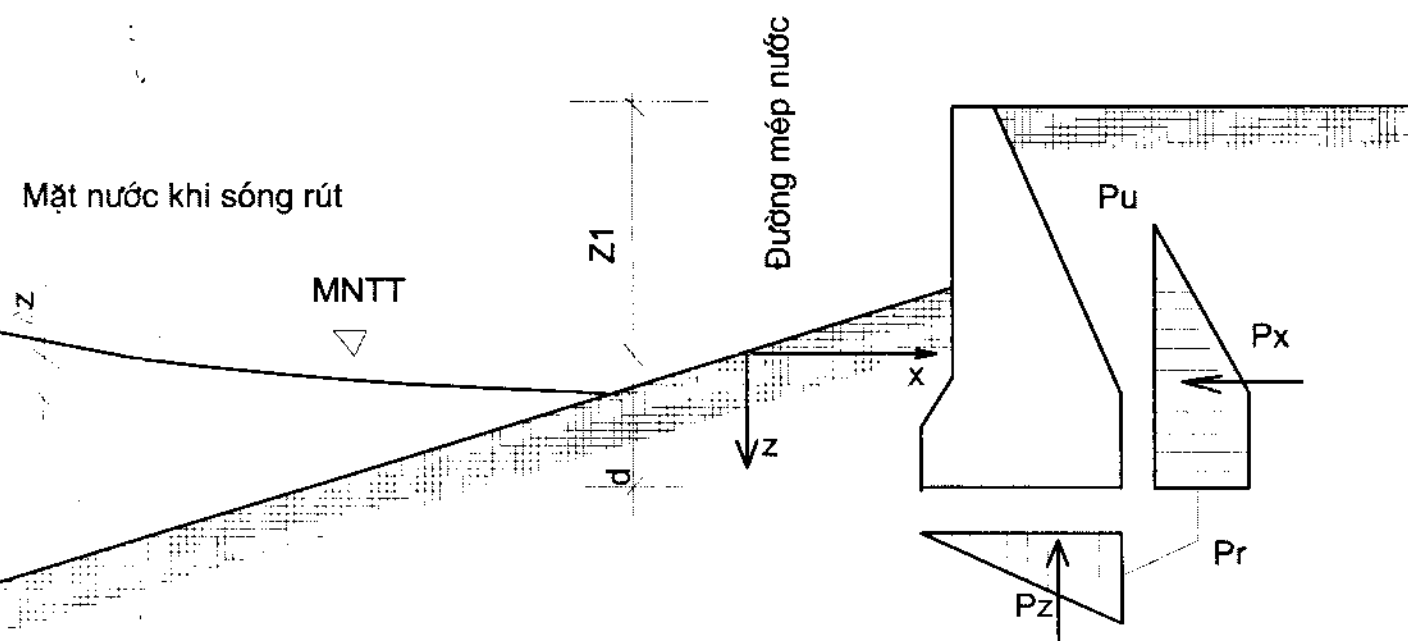
Giá trị lớn nhất của hình chiếu theo phương ngang P_z (KN/m) và hình chiếu theo phương thẳng đứng P_z (KN/m) của tải trọng do sóng vỗ tác động lên tường chắn sóng thẳng đứng (có đất lấp ở phía bờ) khi sóng rút, được tính toán qua các biểu đồ áp lực sóng theo phương ngang và theo phương thẳng đứng (Hình E.5) trong đó giá trị p_r (KPa) xác định theo công thức:

$$p_r = \zeta g(\Delta z_1 - 0,75H_{sb}) \quad (E-22)$$

Trong đó: Δz_1 - Độ hạ thấp của mặt nước so với mực nước tính toán ở phía trước tường thẳng đứng khi sóng rút (m). Tùy vào khoảng cách a_1 từ mép nước đến công trình mà Δz_1 được lấy như sau:

$$Z_r = 0 \quad \text{Khi } a_1 \geq 3H_{sb}$$

$$Z_r = 0,25 H_{sb} \quad \text{Khi } a_1 < 3H_{sb}$$



Hình E-5. Các biểu đồ áp lực sóng lên tường chắn sóng thẳng đứng khi sóng rút

E.2.4. Đối với mỏ hàn

Giá trị lớn nhất của các hình chiếu theo phương ngang $P_{x,ext}$, $P_{x,int}$ (KN) và hình chiếu theo phương đứng P_z (KN) của hợp lực tải trọng sóng trên một đoạn mỏ hàn được tính toán qua các biểu đồ áp lực sóng theo các hướng ngang và hướng đứng (Hình E-6). Trong các biểu đồ này, giá trị áp lực sóng ở mặt ngoài P_{ext} (KPa) và ở mặt khuất P_{int} (KPa) của mỏ hàn và các độ cao tương ứng của lưng sóng η_{ext} (m) và η_{int} (m) phải xác định theo công thức:

$$P_{ext} = k_a \zeta g H_s (1 + \cos^2 \alpha) \quad (E-23)$$

$$\eta_{ext} = P_{ext} / \zeta g \quad \eta_{int} = P_{int} / \zeta g \quad (E-24)$$

$$P_{ext} = k_a \zeta g H_s (1 + \cos^2 \alpha) \quad (E-23)$$

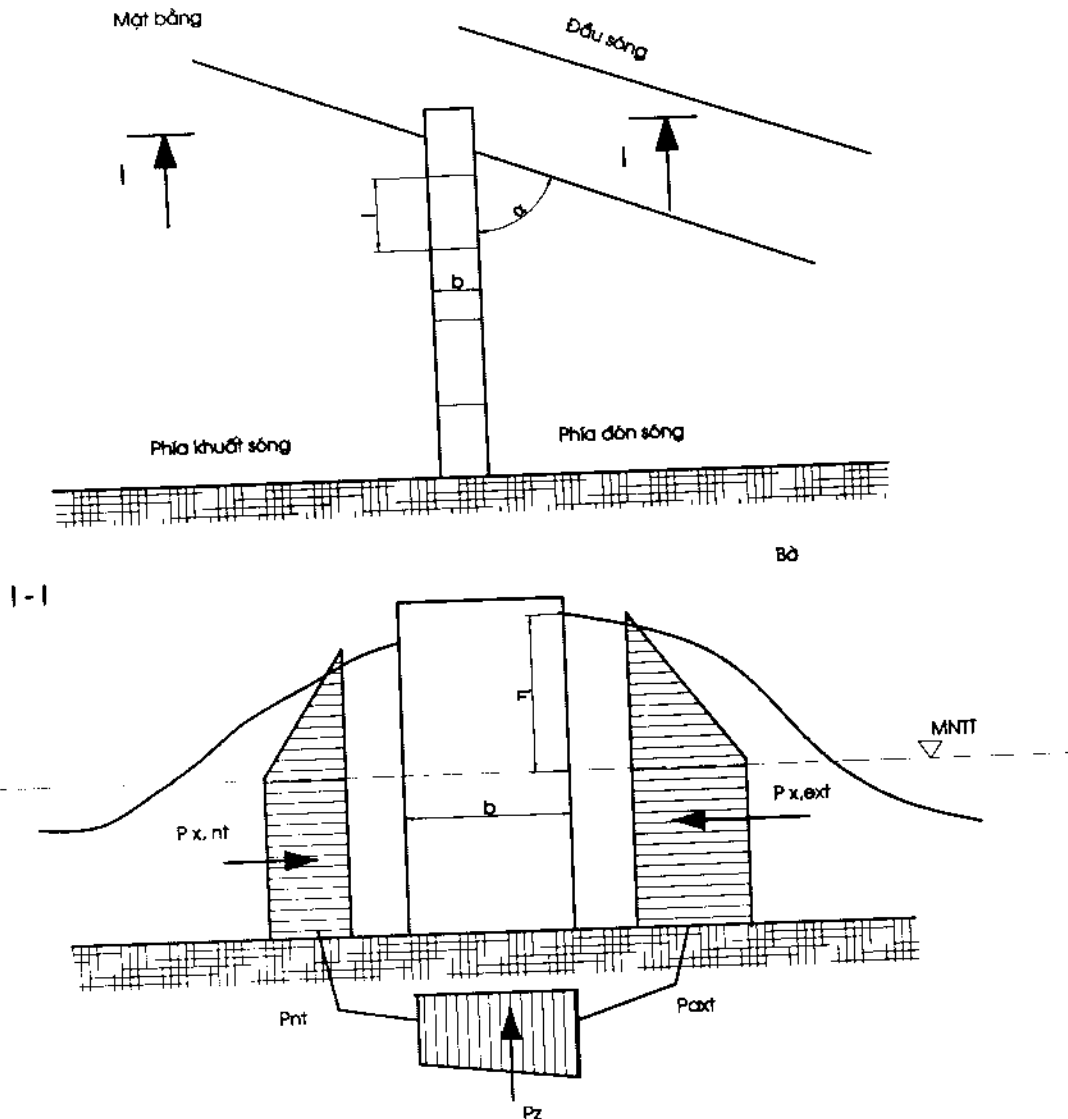
$$\eta_{ext} = P_{ext} / \zeta g \quad \eta_{int} = P_{int} / \zeta g \quad (E-24)$$

Trong đó:

k_α – Hệ số, lấy theo bảng E-6 tùy thuộc góc tới α của đầu sóng khi tiến đến đập có chiều rộng b và chiều dài đoạn mỏ hàn là l .

Bảng E-6. Hệ số K_α

Mặt bên mỏ hàn	$\text{ctg} \alpha$	Hệ số k_α khi l/L_s bằng			
		$\leq 0,03$	0,05	0,1	$\geq 0,2$
Mặt ngoài	-	1,0	0,75	0,65	0,6
	0	1,0	0,75	0,65	0,6
Mặt khuất	0,2	0,45	0,45	0,45	0,45
	0,5	0,18	0,22	0,30	0,35
	1,0	0	0	0	0



Hình E-6. Các biểu đồ áp lực sóng tác động lên một mỏ hàn

TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH ĐÊ MÁI NGHIÊNG

G.1. Tính toán trượt cung tròn theo phương pháp Thụy Điển

Tính toán ổn định mái đê theo phương pháp tổng ứng lực và phương pháp ứng lực hữu hiệu.

Bảng G -1. Phương pháp xác định chỉ tiêu $C_u, \varphi_u, C', \varphi', C'$

Trường hợp làm việc của đê	Phương pháp tính toán	Máy sử dụng	Phương pháp thí nghiệm	Chỉ tiêu cường độ
Thời kỳ thi công	Tổng ứng lực	Cắt thẳng	Cắt nhanh	C_u, φ_u
		Cắt 3 trục	Cắt không thoát nước	
Thời kỳ thấm ổn định	Ứng lực hữu hiệu	Cắt thẳng	Cắt chậm	C', φ'
		Cắt 3 trục	Cắt thoát nước cố kết	
Thời kỳ mức nước hạ thấp	Tổng ứng lực	Cắt thẳng	Cắt nhanh cố kết	C_u, φ_u
		Cắt 3 trục	Cắt không thoát nước cố kết	

G.1.1. Theo phương pháp tổng ứng lực

- Trong thời kỳ thi công:

$$K = \frac{\sum (C_u b \sec \beta + W \cos \beta \tan \varphi_u)}{\sum W \sin \beta} \quad (G-1)$$

- Trong thời kỳ mức nước hạ thấp:

$$K = \frac{\sum [C_{cu} b \sec \beta + (S \cos \beta - U_1 b \sec \beta) \tan \varphi_{cu}]}{\sum W \sin \beta} \quad (G-2)$$

$$W = W_1 + W_2 + \gamma_w Z_b \quad (G-3)$$

G.1.2. Theo phương pháp ứng lực hữu hiệu trong thời kỳ thấm ổn định

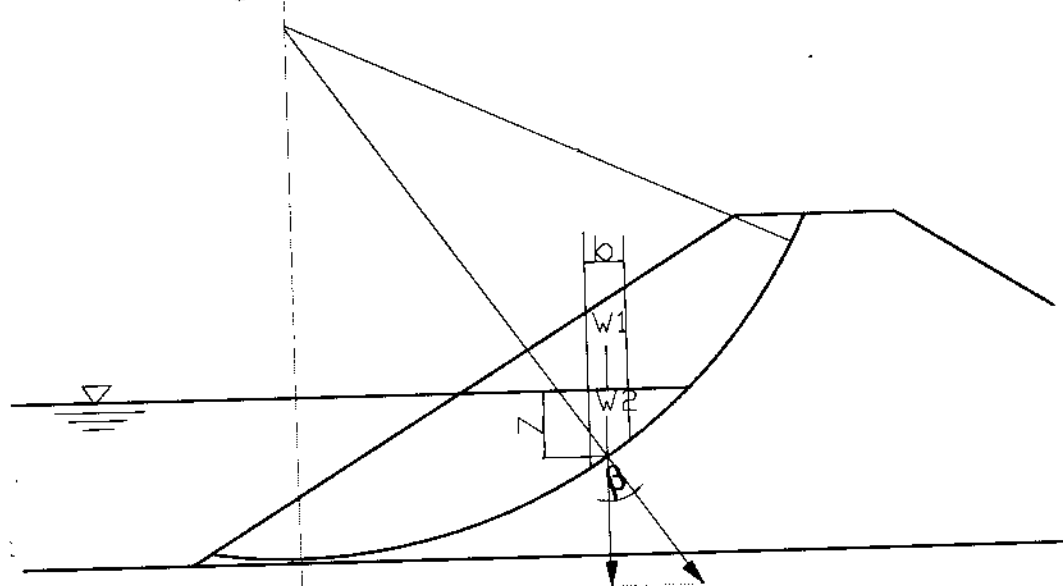
$$K = \frac{\sum \{C' b \sec \beta + [(W_1 + W_2) \cos \beta - (U - Z \gamma_w) b \sec \beta] \tan \varphi'\}}{\sum (W_1 + W_2) \sin \beta} \quad (G-4)$$

Trong đó:

- b - Chiều rộng của dải tính toán trong khối trượt;
- w - Trọng lực của dải đất trượt $w = w_1 + w_2 + \rho_w Z_b$;
- w_1 - Trọng lực của dải ở phần trên mực nước;
- w_2 - Trọng lực của dải ở phần dưới mực nước;
- Z - Khoảng cách từ mực nước đến trung điểm mặt đáy dải tính toán;
- u - Áp lực khe rỗng trong thân đê hoặc nền đê trong thời kỳ thấm ổn định;
- u_1 - Áp lực khe rỗng của thân đê trước khi mực nước hạ xuống;
- β - Góc kẹp giữa tuyến trọng lực của dải với bán kính đi qua trung điểm mặt đáy dải đó (độ);

γ_w - Trọng lượng riêng của nước;

$C_u, \varphi_u, C_{cu}, C', \varphi'$: Các chỉ tiêu cường độ chống cắt của đất, xác định theo bảng G-1.



Hình G-1. Sơ đồ tính toán theo phương pháp trượt cung tròn

G.1.3. Tính toán ổn định mái đê theo phương pháp trượt cung tròn cải tiến

Hệ số ổn định của mái đê được tính toán theo các công thức sau:

$$K = \frac{P_n + S}{P_u} \quad (G-5)$$

$$S = W \tan \varphi + CL \quad (G-6)$$

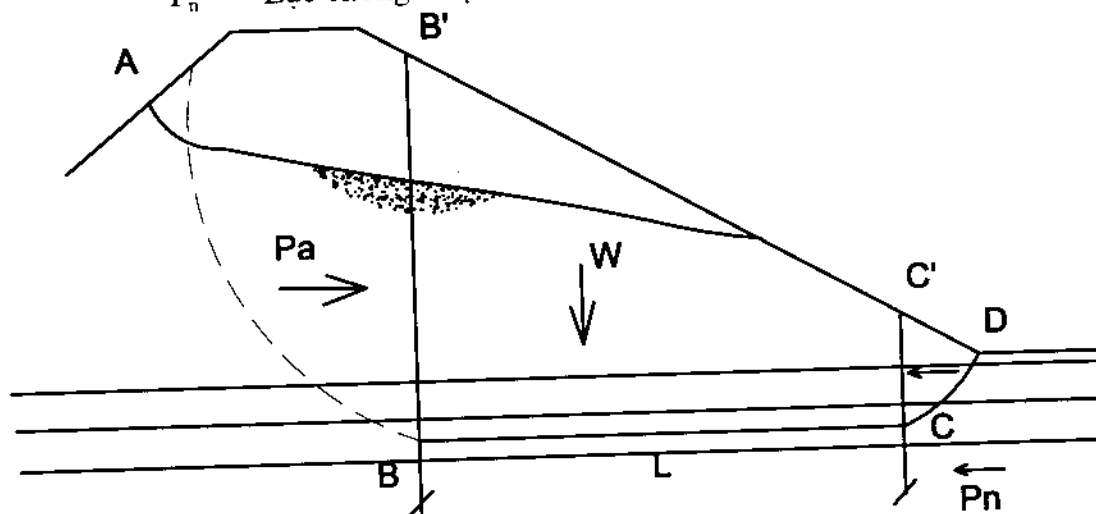
Trong đó:

W - Trọng lượng hữu hiệu của khối đất $B'BCC'$ (hình G-2);

C, φ - Lực dính và góc ma sát trong (độ) của tầng đất mềm yếu;

P_a - Lực gây trượt;

P_n - Lực chống trượt.



Hình G-2. Sơ đồ tính toán theo phương pháp trượt cung tròn cải tiến

G.2. Tính toán ổn định cho tường đỉnh

G.2.1. Ổn định chống trượt

$$K_c = \frac{f \sum W}{\sum P} \quad (G-7)$$

Trong đó:

- K_c - Hệ số an toàn ổn định chống trượt;
- $\sum W$ - Tổng của các lực thẳng đứng tác dụng lên khối tường;
- $\sum P$ - Tổng của các lực đẩy ngang tác dụng lên khối tường;
- f - Hệ số ma sát giữa đáy công trình và nền.

G.2.2. Ổn định chống lật

$$K_o = \frac{\sum M_v}{\sum M_H} \quad (G-8)$$

Trong đó:

- K_o - Hệ số an toàn ổn định chống lật;
- M_v - Momen lực chống lật;
- M_H - Momen lực gây lật.

G.2.3. Kiểm tra ứng suất đất nền

$$\sigma_{\max(\min)} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{\sum X} \quad (G-9)$$

Trong đó:

- $\sigma_{\max(\min)}$ - Ứng suất cực đại (cực tiểu) của đất nền;
- $\sum G$ - Tải trọng thẳng đứng;
- A - Diện tích bản đáy;
- $\sum M$ - Momen của tải trọng đối với trục tâm hình học bản đáy;
- $\sum X$ - Hệ số tiết diện của bản đáy.

Phụ lục H

TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CÔNG TRÌNH DẠNG THÀNH ĐỨNG CÓ KẾT CẤU TRỌNG LỰC

H.1. Ổn định chống lật

Tính ổn định chống lật theo đáy khối thành đứng và theo các khe nằm ngang, khe răng (như khe abcd trong hình H-1) được xác định như sau:

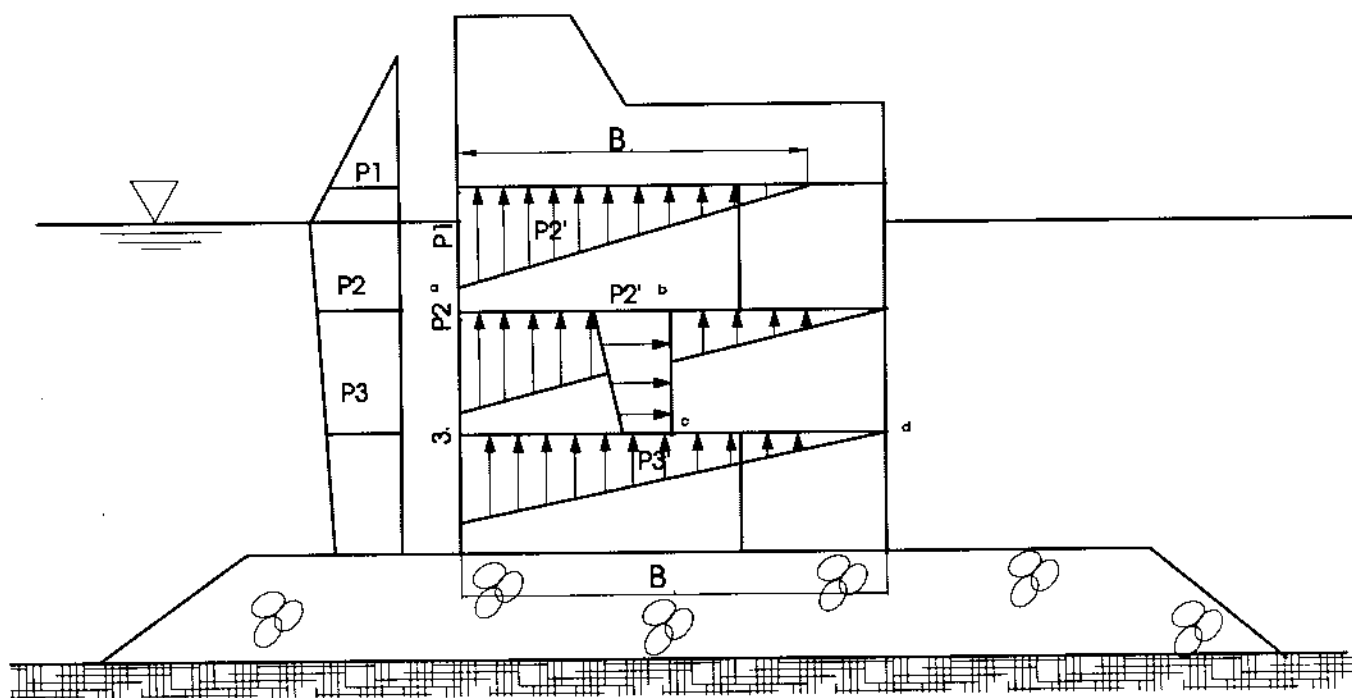
$$K_0 = \frac{M_R}{M_0} \quad (H-1)$$

Trong đó:

K_0 - Hệ số an toàn chống lật, không nhỏ hơn trị số trong bảng (H-1);

M_R - Momen chống lật đối với mép sau của mặt tính toán (khi đỉnh sóng chạm thành) hoặc mép trước của mặt tính toán (khi chân sóng chạm thành);

M_0 - Momen lật đối với mép sau hoặc mép trước của mặt tính toán, trong đó bao gồm cả momen do lực đẩy nổi của sóng gây ra.



Hình H-1. Sơ đồ tính toán lật qua khe răng khối xếp

Ghi chú: Trường hợp đỉnh sóng chạm tường, áp suất đẩy nổi của sóng trong khe khối xếp phân dưới nước của dè có phân bố hình tam giác theo chiều rộng B của dè. Áp lực cực đại của nó là áp lực bên của sóng ở cùng một cao trình. Áp suất bên của sóng trên khe bc trong hình H-1, đối với điểm b và điểm c phân biệt sử dụng áp suất đẩy nổi tại cùng một thời điểm tương ứng.

Giữa 2 điểm b và c, áp lực phân bố đường thẳng.

Áp lực đẩy nổi của sóng tác dụng lên mặt dưới của khối phủ đỉnh (toàn khối hoặc lắp ghép) chỉ phân bố trên một chiều rộng hữu hạn B':

$$B' = B \frac{Z_{\max} - Z_o}{Z_{\max}} \quad (\text{H-2})$$

Trong đó:

$Z_{\max}$ - Độ cao đỉnh sóng trên mặt nước tĩnh (m);

Z_o - Độ cao của mặt đáy tắm phủ đỉnh so với mặt nước tĩnh (m).

Áp lực đẩy nổi của sóng phân bố hình tam giác dựa theo B' , trị số cực đại bằng áp lực bên của sóng ở cùng độ cao. Áp lực đẩy nổi của sóng ở trên mặt đáy của tường được tính toán theo phụ lục E.

Áp lực đẩy nổi của sóng trong khe khối xếp ở phần dưới nước khi chịu tác dụng của chân sóng được tính toán theo nguyên tắc giống như trường hợp chịu tác dụng của đỉnh sóng.

H.2. Ổn định chống trượt

H.2.1. Tính ổn định chống trượt theo đáy khối thành đứng và theo các khe nằm ngang trong thân khối xếp: được xác định như sau:

$$K_s = \frac{G \cdot f}{P} \quad (\text{H-3})$$

Trong đó:

K_s - Hệ số an toàn chống trượt, không nhỏ hơn trị số quy định trong bảng H-1;

G - Hợp lực theo phương thẳng đứng tác dụng lên mặt tính toán, bao gồm cả lực đẩy nổi của sóng;

P - Hợp lực phương ngang trên mặt phẳng tính toán;

f - Hệ số ma sát trên mặt tính toán, trường hợp không có số liệu thực đo, có thể dùng số liệu trong bảng H-2.

Bảng H-1. Hệ số K_o và K_s

Hệ số	Cấp công trình	Tổ hợp thiết kế	Tổ hợp kiểm tra	Tổ hợp đặc biệt
K_o	I-II	1,6	1,5	1,4
	III-IV	1,5	1,4	1,3
K_s	I-II	1,3	1,2	1,1
	III-IV	1,2	1,1	1,0

Bảng H-2. Hệ số ma sát f

Vật liệu		Hệ số ma sát f
Bê tông và bê tông đá xây		0,55
Đá xây và đá xây		0,65
Đáy tường và bệ đỡ đá đổ	Thân đê là BT đúc sẵn hoặc BTCT	0,60
	Thân đê là kết cấu bằng khối đá học xây	0,65
Bệ đỡ đá đổ và đất nền	Đất nền là cát mịn~ cát thô	0,50 ÷ 0,60
	Đất nền là cát bột	0,40
	Đất nền là á cát	0,35 ÷ 0,50
	Đất nền là sét và á sét	0,30 ÷ 0,45

H.2.2. Tính ổn định chống trượt theo đáy bê đá

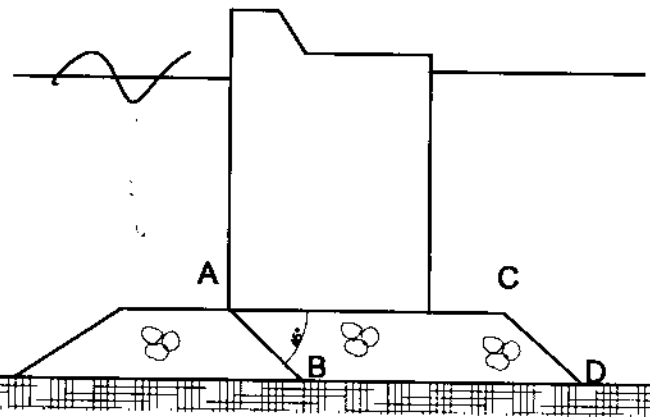
a) Đối với bê đê đắp cao:

Ổn định chống trượt theo mặt ABD (hình H-2a) được tính như sau:

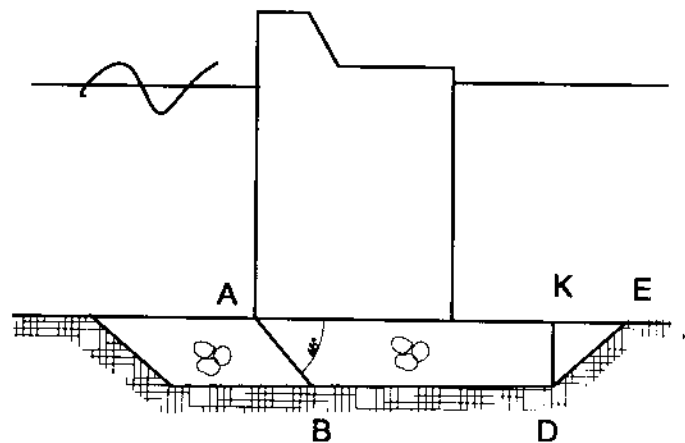
$$K_s = \frac{(G + g_1)f}{P} \quad (H-4)$$

Trong đó:

- G - Hợp lực theo phương thẳng đứng tác dụng lên mặt đáy bê, bao gồm cả lực đẩy nổi của sóng;
- g_1 - Trọng lượng dưới nước của khối bê ABCD;
- P - Hợp lực theo phương ngang phía trên mặt đáy tường;
- f - Hệ số ma sát giữa bê đê đá học và đất nền (xem bảng H-2).



a) Bê đắp cao



b) Bê chân trong đất

Hình H-2. Sơ đồ tính trượt bê đá

Ghi chú: Khi bê có chiều rộng lớn, cần xét đến khả năng trượt nội bộ trong bê đó.

b) Đối với bê chân trong đất:

Tính ổn định chống trượt theo mặt ABDE được tính như sau:

$$K_s = \frac{(G + g_2)f + E_p}{P} \quad (H-5)$$

Trong đó:

- g_2 - Trọng lượng dưới nước của phần bê đê AB DK;
- E_p - Áp lực đất bị động trên mặt KD của đất nền, có thể lấy 30% trị số tính toán. Khối bê tương đối mỏng, đất nền yếu thì có thể bỏ qua.

H.3. Sức chịu tải của khối bê công trình

H.3.1. Ứng suất mặt đỉnh bê công trình

$$\sigma_{\max(\min)} = \frac{G}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) \quad (H-6)$$

Trong đó:

- $\sigma_{\max}; \sigma_{\min}$ - Ứng suất cực đại, cực tiểu của mặt đứng đỉnh bê;
- B - Chiều rộng đáy tường;
- e - Khoảng cách lệch tâm của điểm tác dụng hợp lực trên mặt đáy tường.

$$e = \frac{B}{2} - \xi \quad (H-7)$$

ξ - Khoảng cách từ điểm tác dụng của hợp lực trên mặt đáy tường đến điểm mép sau (nếu chân móng chạm tường là đến điểm mép trước);

$$\xi = \frac{M_R - M_O}{G} \quad (H-8)$$

Khi $\xi < B/3$, ứng suất mặt đỉnh bộ tường được tính như sau:

$$\sigma_{\max} = \frac{2G}{3\xi} \quad (H-9)$$

$$\sigma_{\min} = 0 \quad (H-10)$$

$\sigma_{\max}$ phải nhỏ hơn sức chịu tải cho phép của bộ tường (thường là 600KPa).

H.3.2. Trên mặt đáy thành đứng, khoảng cách từ điểm tác dụng của hợp lực đến điểm mép sau (khi chân móng tác dụng thì lấy mép trước), thường không nhỏ hơn 1/4 chiều rộng đáy khối thành đứng.

H.4. Sức chịu tải của đất nền

H.4.1. Ứng suất bề mặt đất nền

$$\sigma'_{\max} = \frac{B_1 \sigma_{\max}}{B_1 + 2t} + \gamma \cdot t \quad (H-11)$$

$$\sigma'_{\min} = \frac{B_1 \sigma_{\min}}{B_1 + 2t} + \gamma \cdot t \quad (H-12)$$

$$e' = \frac{B_1 + 2t}{6} \frac{\sigma'_{\max} - \sigma'_{\min}}{\sigma'_{\max} + \sigma'_{\min}} \quad (H-13)$$

Trong đó: $\sigma'_{\max}, \sigma'_{\min}$ - Ứng suất cực đại và cực tiểu của bề mặt đất nền;

B_1 - Chiều rộng chịu lực thực tế của mặt đáy công trình;

Khi $\xi > B/3$ thì $B_1 = B$; $\xi < B/3$ thì $B_1 = 3\xi$

t - Chiều dày bộ công trình;

γ - Trọng lượng riêng của đá học bộ công trình;

e - Độ lệch tâm của điểm tác dụng hợp lực trên đáy bộ đá học.

Kiểm tra ứng suất đất nền theo các quy định về thiết kế nền móng.

H.4.2. Đối với công trình thành đứng xây dựng trên nền phi nham thạch, tính ổn định tổng thể của nó thường theo phương pháp trượt cung tròn. Khi có lớp kẹp đất yếu, tính theo phương pháp mặt trượt phi cung tròn.

H.5. Tính toán lún

H.5.1. Tính toán lún theo các phương pháp quy định trong nền móng.

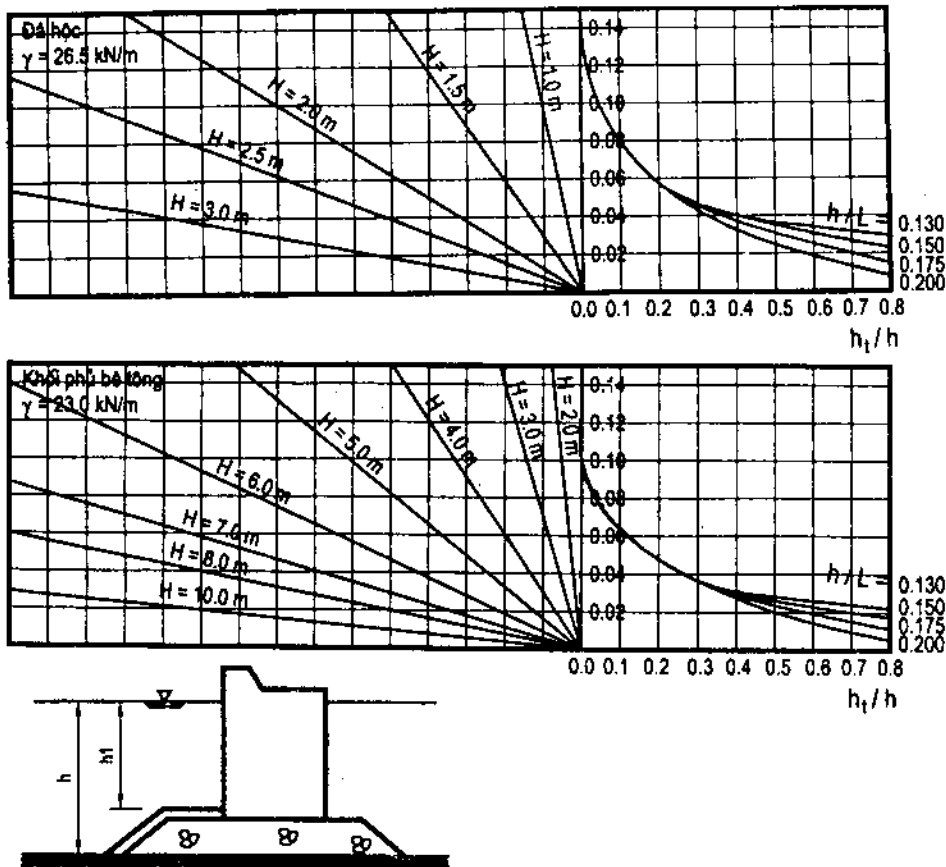
H.5.2. Trị số lún trung bình của công trình thành đứng không được vượt quá trị số: Đối với thùng chìm: 35cm; Đối với khối xếp: 30cm.

Chú ý: Thiết kế cao trình đỉnh công trình thành đúng cân dự phòng độ lún, xác định theo tình hình đất nền và tình hình thi công.

H.6. Trọng lượng ổn định của viên đá bệ công trình

H.6.1. Đá vai bệ và đá lát mái bệ công trình

Trọng lượng ổn định của viên đá được xác định theo biểu đồ trong hình H-3.



Hình H-3. Biểu đồ xác định trọng lượng ổn định của viên đá bệ công trình

Ghi chú:

a) Chiều cao sóng H_s dùng $H_{5\%}$.

b) Cách tra hình:

Từ trị số h_1/h của nửa phải trục hoành, dóng thẳng lên gặp đường cong h/L_s được giao điểm 1. Từ giao điểm 1 dóng ngang sang trái, gặp đường cong H_s được giao điểm 2. Từ giao điểm 2 này dóng xuống nửa trái trục hoành, sẽ tìm được trị số trọng lượng ổn định của khối phủ W .

Có thể từ giao điểm 1 dóng sang trái, thu được trị số K trên trục tung, thay vào công thức $W = K.H_s^3(t)$.

c) Nếu đá học được lát chèn cẩn thận, trọng lượng khối đá có thể lấy bằng 0,6 trọng lượng viên đá thả rời.

Khi mái dốc bệ dẽ bằng 1:1,5, trọng lượng khối đá phủ lấy gần đúng bằng 1,33 lần trị số W trung bình.

H.6.2. Viên đá gia cố đáy trước công trình

a) Lưu tốc đáy cực đại của dòng sông xuất hiện trước công trình thành đứng $U_{\max}$ (m/s) được tính như sau:

- Trường hợp sóng đứng:

$$U_{\max} = \frac{2\pi H_{S5\%}}{\sqrt{\frac{\pi L_s}{g} \sinh \frac{4\pi h}{L_s}}} \quad (\text{H-14})$$

- Trường hợp sóng vỡ xa:

$$U_{\max} = 0,33\sqrt{g(H_{S5\%} + h)} \quad (\text{H-15})$$

- Trường hợp sóng vỡ gần:

$$U_{\max} = \frac{\pi H_{S5\%}}{\sqrt{\frac{\pi L_s}{g} \sinh \frac{4\pi h}{L_s}}} \quad (\text{H-16})$$

b) Trọng lượng viên đá ổn định để gia cố đáy trước công trình quy định trong bảng H-3.

Bảng H-3. Trọng lượng viên đá ổn định gia cố đáy trước công trình

$U_{\max}$ (m/s)	2,0	3,0	4,0	5,0
W (kg)	40	80	140	200

Phụ lục I

CÁC KÝ HIỆU, THÔNG SỐ, ĐẠI LƯỢNG VÀ ĐƠN VỊ ĐO

I.1. Các ký hiệu chính sử dụng

Ký hiệu	Thông số, đại lượng
α	Góc nghiêng giữa mái đê và đường nằm ngang
β	Góc giữa đường bờ và hướng sóng tới
γ, γ_B	Trọng lượng riêng của nước, của vật liệu
γ	Dung trọng khô của đất
ρ, ρ_B	Khối lượng riêng của nước, của vật liệu
δ_d	Chiều dày lớp gia cố bằng đá học
δ_B	Chiều dày lớp gia cố bằng tấm bê tông
δ_f	Chiều dày lớp bảo vệ mái bằng khối phủ
ν	Hệ số nhớt động học
g	Gia tốc trọng trường
n	- Hệ số nhám - Số lần
m	- Hệ số mái dốc, $m = \text{ctg}\alpha$ - Các loại số mũ
x	Khoảng cách theo chiều dòng chảy
t	Thời gian
p	Tần suất
B	Chiều rộng lòng sông
h	Chiều sâu nước
i	Độ dốc đáy
Q	Lưu lượng dòng chảy
V	Vận tốc dòng chảy
H_{sl}	Chiều cao sóng leo
H_{nd}	Chiều cao nước dâng
H_s	Chiều cao sóng
$\overline{H_s}$	Chiều cao sóng trung bình
$H_{s1/3}$	Chiều cao trung bình của 1/3 số con sóng lớn nhất trong liệt số thống kê về chiều cao sóng
$H_{s1\%}$	Chiều cao sóng có tần suất lũy tích là 1%
L_s	Chiều dài sóng
T_s	Chu kỳ sóng
C	- Vận tốc truyền sóng - Hệ số Chezy
W	Vận tốc gió
D	Đà gió

Z_t	Cao trình mực nước triều
Δ	Chênh lệch mực nước triều
Z_d	Cao trình đỉnh đê
a	Trị số gia tăng độ cao an toàn
B_d	Chiều rộng đỉnh đê
b_d	Chiều rộng cơ đê
b_f	Chiều rộng thêm giảm sóng trên mái ngoài của đê
n_k	Số lượng cấu kiện bê tông khối phủ
G	Trọng lượng của cấu kiện khối phủ
A	Khối lượng bê tông
P	Áp lực
e	Hệ số rỗng của đất
S	Độ lún
R_s	Độ nén chặt thiết kế của đất có tính dính
R_{ds}	Độ nén chặt tương đối của đất rời
k	Các loại hệ số an toàn (trong tính toán ổn định công trình)

Ghi chú: Một số ký hiệu sử dụng trong các phụ lục được giải thích rõ trong từng trường hợp cụ thể, không hoàn toàn theo quy định trong bảng trên.

I.2. Thứ nguyên và đơn vị

I.2.1. Các đơn vị chính

a) Hệ MKGS

Loại đơn vị	Đại lượng		Đơn vị	
	Tên gọi	Thứ nguyên	Tên gọi	Ký hiệu
Cơ bản	Chiều dài	L	Mét	m
	Lực	F	Kilôgam lực	kG
	Thời gian	T	Giây	s
Dẫn xuất	Mật độ	FT^2L^{-4}	Kilôgam lực-giây bình phương trên mét lũy thừa 4	$kG.s^2/m^4$
	Khối lượng	FT^2L^{-1}	Kilôgam lực-giây bình phương trên mét	$kG.s^2/m$
	Trọng lượng đơn vị	FL^{-3}	Kilôgam lực-giây bình phương trên mét khối	kG/m^3
	Ứng suất (áp suất)	FL^{-2}	Kilôgam lực-giây bình phương trên mét vuông	kG/m^2
	Nhớt động lực	FTL^{-2}	Kilôgam lực-giây bình phương trên mét vuông	$kG.s/m^2$
	Nhớt động học	$T^{-1}L^2$	Mét bình phương trên giây	m^2/s

b) Hệ SI

Loại đơn vị	Đại lượng		Đơn vị	
	Tên gọi	Thứ nguyên	Tên gọi	Ký hiệu
Cơ bản	Chiều dài	L	Mét	m
	Khối lượng	M	Kilôgam	Kg
	Thời gian	T	Giây	s
Dẫn xuất	Mật độ	L^3M	Kilôgam trên mét khối	Kg/m^3
	Lực	LMT^{-2}	Niu ton	N
	Ứng suất (áp suất)	$L^{-1}MT^{-2}$	Paxcan	Pa
	Mô men lực	L^2MT^{-2}	Niuton- mét	Nm
	Nhớt động lực	$L^{-1}MT^{-1}$	Paxcan- giây	Pa.s
	Nhớt động học	L^2T^{-1}	Mét vuông trên giây	m^2/s

1.2.2. Quan hệ giữa đơn vị của hệ thống MKGS với hệ SI và các đơn vị của hệ thống khác

a) Đơn vị chiều dài

Đơn vị chiều dài	Km	M	cm	inơ (inch)	fut (foot)	Hải lý Anh	Hải lý biển
1km	1	10^3	10^5	$3,94.10^4$	$3,28.10^3$	0,655	0,54
1m	10^{-3}	1	10^2	39,4	3,28	$6,55.10^{-4}$	$5,4.10^{-4}$
1cm	10^{-5}	10^{-2}	1	0,394	32,8	$6,55.10^{-6}$	$5,4.10^{-6}$
1inơ (inch)	$2,54.10^{-5}$	$2,54.10^{-2}$	2,54	1	$8,33.10^{-2}$	$1,655.10^{-5}$	$1,37.10^{-5}$
1fut (foot)	$3,05.10^{-4}$	0,305	30,5	12	1	$0,2.10^{-3}$	$0,165.10^{-3}$
1 hải lý Anh	1,525	1525	$152,5.10^3$	60.10^{-3}	5000	1	0,825
1 hải lý biển	1,8532	1853,2	$185,32.10^3$	$72,9.10^3$	6080	1,23	1

b) Đơn vị góc phẳng

Đơn vị góc	Rad	Độ	Phút	Giây
1Rad	1	57,3	$3,44.10^3$	$2,06.10^5$
1°	$1,75.10^{-2}$	1	60	$3,6.10^3$
$1'$	$2,91.10^{-4}$	$1,67.10^{-2}$	1	60
$1''$	$4,85.10^{-6}$	$2,87.10^{-4}$	$1,67.10^{-2}$	1

c) Đơn vị lực

Đơn vị lực	N	Dyn	kG
1n	1	10^5	$0,10^2$
1dyn	10^{-5}	1	$1,02.10^{-6}$
1kG	9,81	$9,81.10^5$	1

d) Đơn vị áp lực

Đơn vị áp lực	Pa	dyn/cm ²	kg/cm ²	atm (tuyệt đối)
1Pa (N/m ²)	1	10	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$9,87 \cdot 10^{-6}$
1dyn/cm ²	0,1	1	$1,02 \cdot 10^{-6}$	$9,87 \cdot 10^{-7}$
1kG/cm ² (atm)	$9,81 \cdot 10^4$	$9,81 \cdot 10^5$	1	0,968
1atm(tuyệt đối)	$1,01 \cdot 10^5$	$1,01 \cdot 10^6$	1,03	1

e) Đơn vị khối lượng

Đơn vị khối lượng	kg	g	kg.s ² /m	T
1kg	1	10^3	0,102	10^3
1g	10^3	1	$1,02 \cdot 10^4$	10^6
1kg.s ² /m	9,81	$9,81 \cdot 10^3$	1	$9,81 \cdot 10^3$
1T	10^3	10^6	10^2	1

f) Trọng lượng của một m³ các vật chất (ở điều kiện tiêu chuẩn)

Vật chất	KN	T (lực)
Nước ngọt	9,18	1
Nước biển	9,40	1,025
Đá học	24,32	2,65 (*)
Bê tông	22,03	2,40

Ghi chú: (*) Cần xác định cụ thể tại công trình.

Phụ lục K

CÁC TIÊU CHUẨN TRÍCH DẪN (CHỦ YẾU) CÓ LIÊN QUAN

1. Vữa Thuỷ công - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử: 14 TCN 80- 2001;
2. Bê tông thuỷ công và vật liệu làm bê tông thuỷ công - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử: Từ 14 TCN 63 - 2002 đến 14 TCN 73 - 2002;
3. Quy phạm thiết kế đập đất đầm nén: QPTL 11.77;
4. Tải trọng tác động lên công trình: TCVN 2737-78;
5. Nền công trình thuỷ lợi - Tiêu chuẩn thiết kế: TCVN 4253-86;
6. Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thuỷ công - Tiêu chuẩn thiết kế: TCVN 4416-85;
7. Quy phạm thiết kế tầng lọc ngược công trình thuỷ công: QPTC.C5.75 (14 TCN 11-85);
8. Tiêu chuẩn thiết kế tường chắn các công trình thuỷ công: TCXD.57.73;
9. Hướng dẫn thiết kế tường chắn công trình thuỷ lợi: HDTC.C.4-76 (14 TCN 35-85);
10. Chỉ dẫn thiết kế và sử dụng vải địa kỹ thuật để lọc trong công trình thuỷ lợi (Quyết định 1871 NN-KHCN/QĐ ngày 4/11/1996;
11. Công trình thuỷ lợi - Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu kỹ thuật thi công và nghiệm thu: 14 TCN 59 - 2002;
12. Công trình thuỷ lợi - Xây lát đá - Yêu cầu kỹ thuật thi công và nghiệm thu: 14 TCN 12 - 2002;
13. Công trình thuỷ lợi - Xây lát gạch - Yêu cầu kỹ thuật thi công và nghiệm thu: 14 TCN 120 - 2002;
14. Vải địa kỹ thuật - Phương pháp xác định các chỉ tiêu cơ lý: từ 14 TCN 91 - 1996 đến 14 TCN 99 - 1996.

MỤC LỤC

	Trang
1. QUY ĐỊNH CHUNG	5
1.1. Phạm vi ứng dụng	5
1.2. Các căn cứ thiết kế	5
2. TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ CỦA ĐÊ BIỂN VÀ CÔNG TRÌNH BẢO VỆ ĐÊ BIỂN.	6
2.1. Trị số gia tăng độ cao an toàn	6
2.2. Hệ số an toàn ổn định chống trượt của công trình bằng đất	6
2.3. Hệ số an toàn ổn định chống trượt của công trình thành đứng	6
2.4. Hệ số an toàn ổn định chống lật	6
3. TUYẾN ĐÊ BIỂN	7
3.1. Yêu cầu chung	7
3.2. Tuyến đê quai lấn biển	8
3.3. Tuyến đê vùng bãi biển xói (biển lấn)	8
3.4. Tuyến đê vùng cửa sông	9
4. THIẾT KẾ MẶT CÁT VÀ KẾT CẤU ĐÊ BIỂN	9
4.1. Chỉ dẫn chung	9
4.2. Cao trình đỉnh đê	9
4.3. Thiết kế mặt cát ngang và kết cấu đê biển.	10
4.4. Tính toán ổn định công trình đê biển.	14
5. CÔNG TRÌNH GIA CỐ MÁI ĐÊ BIỂN	16
5.1. Dạng kết cấu và thành phần công trình	16
5.2. Thiết kế lớp phủ mái .	17
5.3. Thiết kế tầng đệm, tầng lọc.	23
5.4. Thiết kế chân khay.	23
5.5. Tính toán ổn định công trình gia cố mái đê	26
6. THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH NGĂN CÁT-GIẢM SÓNG GIỮ BÃI	28
6.1. Chỉ dẫn chung.	28
6.2. Thiết kế rừng ngập mặn chống sóng	30
6.3. Bố trí và các loại kết cấu công trình ngăn cát - giảm sóng	33
6.4. Thiết kế công trình dạng thành đứng	40
6.5. Thiết kế công trình dạng mái nghiêng	46
7. CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT TRONG THI CÔNG ĐÊ BIỂN VÀ CÔNG TRÌNH BẢO VỆ ĐÊ BIỂN	56
7.1. Yêu cầu kỹ thuật thi công và kiểm tra chất lượng đắp đê	56
7.2. Yêu cầu kỹ thuật thi công và kê gia cố bờ	57
7.3. Quy trình kỹ thuật thi công và giám sát chất lượng lớp lọc sỏi và cát.	59
7.4. Quy trình kỹ thuật thi công và kiểm tra chất lượng vải lọc	60
7.5. Quy trình kỹ thuật và kiểm tra chất lượng trồng cỏ mái đê hạ lưu	60
7.6. Quy trình kỹ thuật trồng cây ngập mặn	60
7.7. Yêu cầu kỹ thuật về thi công đê mở hàn mái nghiêng.	60
8. QUẢN LÝ, DUY TU, BẢO DƯỠNG ĐÊ BIỂN	64
8.1. Các quy định chung	64
8.2. Bảo dưỡng và sửa chữa công trình	64
PHỤ LỤC A. TÍNH TOÁN MỨC NƯỚC BIỂN THIẾT KẾ	66
A-1. Tính toán mực nước biển thiết kế	66
A-2. Tính toán mực nước biển thiết kế khi trong số liệu điều tra có mực nước đặc biệt lớn	67
A-3. Tính toán mực nước cao thiết kế trong trường hợp tài liệu không đầy đủ	68

A-4.	Mực nước triều cực trị tại một số trạm tiêu biểu của Việt Nam	70
PHỤ LỤC B.	TÍNH TOÁN CÁC YẾU TỐ SÓNG DO GIÓ (THEO KẾT QUẢ ĐỀ TÀI KHKT – 06 – 10 NĂM CỦA VIỆN CƠ HỌC VN)	72
B-1.	Chỉ dẫn chung	72
B-2.	Các phương pháp tính toán các yếu tố sóng do gió	78
PHỤ LỤC C.	PHÂN BỐ NƯỚC DÂNG DO BÃO DỌC BỜ BIỂN VIỆT NAM	91
C-1.	Các vùng ảnh hưởng bão	91
C-2.	Trị số nước dâng	91
PHỤ LỤC D.	XÁC ĐỊNH CHIỀU CAO SÓNG LEO	94
D-1.	Trường hợp mái nghiêng chỉ có một độ dốc	94
D-2.	Trường hợp mái dốc phức hợp có thêm giảm sóng (TGS)	95
D-3.	Trường hợp hướng sóng đến xiên góc với tuyến tìm đề.	96
PHỤ LỤC E.	TÍNH TOÁN ÁP LỰC SÓNG	97
E-1.	Phân bố áp lực sóng trên mái nghiêng	97
E-2.	Tải trọng sóng lên các loại công trình bảo vệ đề biển	99
PHỤ LỤC G.	TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH ĐỀ MÁI NGHIÊNG	104
G-1.	Tính toán trượt cung tròn theo phương pháp Thuy Điển	104
G-2.	Tính toán ổn định cho tường đỉnh	106
PHỤ LỤC H.	TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CÔNG TRÌNH DẠNG THÀNH ĐÚNG CÓ KẾT CẤU TRỌNG LỰC	107
H-1.	Ổn định chống lật	107
H-2.	Ổn định chống trượt	108
H-3.	Sức chịu tải của khối bê công trình	109
H-4.	Sức chịu tải của đất nền	110
H-5.	Tính toán lún	110
H-6.	Trọng lượng ổn định của viên đá bê công trình	111
PHỤ LỤC I	CÁC KÝ HIỆU, THÔNG SỐ, ĐẠI LƯỢNG VÀ ĐƠN VỊ ĐO	113
PHỤ LỤC K	CÁC TIÊU CHUẨN TRÍCH DẪN CHỦ YẾU	117

14 TCN 130 - 2002

HƯỚNG DẪN THIẾT KẾ ĐÊ BIỂN

Chịu trách nhiệm xuất bản:

VỤ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ VÀ CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM

Cơ quan xuất bản:

TRUNG TÂM THÔNG TIN NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN.

In tại xưởng in Trung tâm Thông tin Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn

Địa chỉ: Số 02 - Ngọc Hà - Ba Đình - Hà Nội; Điện thoại: 7332160

