

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 8303:2022

Xuất bản lần 2

**QUY TRÌNH KHẢO SÁT, ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN
LÒNG SÔNG, BỜ BIỂN**

*Preliminary survey and assessment procedures of fluvial and
coastal morphology*

HÀ NỘI - 2022

Mục lục

Trang

1. Phạm vi áp dụng	5
2. Tài liệu viện dẫn	5
3. Thuật ngữ và định nghĩa	5
4. Nguyên tắc chung	8
4.1. Hệ tọa độ	8
4.2. Hệ cao độ	8
4.3. Thành phần, khối lượng và hồ sơ khảo sát diễn biến lòng sông	8
4.3.1. Nhiệm vụ khảo sát	8
4.3.2. Thành phần, nội dung khảo sát địa hình phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông	8
4.4. Thành phần, khối lượng và hồ sơ khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông	9
4.4.1. Nhiệm vụ khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông	9
4.4.2. Thành phần, nội dung, hồ sơ khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông	10
5. Quy trình khảo sát diễn biến lòng sông	11
5.1. Yêu cầu đối với công tác đánh giá diễn biến lòng sông.	11
5.2. Quy trình khảo sát diễn biến lòng sông	12
5.2.1. Quy trình khảo sát diễn biến lòng sông cho khu vực khảo sát lần đầu	12
5.2.2. Quy trình khảo sát diễn biến lòng sông cho khu vực khảo sát lặp lại hàng năm	12
5.3. Nội dung khảo sát địa hình lòng sông	12
5.3.1. Sơ họa diễn biến lòng sông (thế sông, bãi bồi, công trình, khu vực nhà ở,...).	12
5.3.2. Khảo sát diễn biến lòng sông	15
6. Quy trình đánh giá diễn biến lòng sông.	23
6.1. Đánh giá hiện trạng xói, bồi trong khu vực theo phương ngang	23
6.1.1. Yêu cầu về tài liệu	23
6.1.2. Tính toán các yếu tố đặc trưng hình thái cơ bản trên mặt cắt ngang	24
6.2. Đánh giá hiện trạng xói, bồi trong khu vực theo chiều dọc sông	25
6.2.1. Yêu cầu về tài liệu	25
6.2.2. Tính toán các yếu tố đặc trưng hình thái cơ bản theo chiều dọc sông	26
6.3. Đánh giá hiện trạng xói, bồi lòng sông trên mặt bằng	27
6.3.1. Yêu cầu về tài liệu	27
6.3.2. Tính toán các yếu tố đặc trưng hình thái cơ bản trên mặt bằng	27
6.4. Đánh giá hiện trạng xói, bồi trên từng đoạn sông	28
6.4.1. Yêu cầu về tài liệu	28
6.4.2. Tính toán đánh giá hiện trạng xói, bồi trên từng đoạn sông	28
6.2.4. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi bằng mô hình toán kết hợp với số liệu khảo sát	29
6.5. Lập báo cáo tổng hợp đánh giá diễn biến lòng sông	29
7. Quy trình khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông	29
7.1. Yêu cầu quy trình khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông	29
7.1.1. Những quy định chung	29
7.1.2. Yêu cầu về nội dung khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông	30
7.1.3. Lựa chọn loại hình khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông	31

7.1.4. Yêu cầu về các số liệu mực nước, sóng, dòng chảy ven bờ, lưu lượng dòng chảy sông tại khu vực khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông.....	32
7.2. Quy trình khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển, cửa sông	32
7.2.1 Quy trình khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển, cửa sông cho khu vực khảo sát lần đầu	32
7.2.2. Quy trình khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển cho khu vực khảo sát lặp lại hàng năm ...	32
7.3. Nội dung khảo sát địa hình bờ biển, cửa sông.....	33
7.3.1 Thu thập tài liệu, chuẩn bị khảo sát hiện trường.....	33
7.3.2 Khảo sát hiện trường.....	33
7.3.3 Sơ họa hình thái vùng khảo sát và đánh giá sơ bộ diễn biến bồi xói.....	34
7.3.4 Xác định phạm vi, thời gian khảo sát	35
7.3.8 Xử lý số liệu sau khi đo đạc và lập báo cáo khảo sát	37
8. Quy trình đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông	38
8.1 Yêu cầu quy trình đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông	38
8.2 Nội dung quy trình đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông	38
8.2.1. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi đoạn bờ biển theo phương dọc bờ	38
8.2.2. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi đoạn bờ biển, cửa sông theo phương ngang bờ.....	39
8.2.3. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi cho 1 vùng bờ biển, cửa sông trên mặt bằng.....	41
8.2.4. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi bằng mô hình toán kết hợp với số liệu khảo sát.....	41
8.2.5. Lập báo cáo tổng hợp đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông	42
PHỤ LỤC A.....	43
CÁC THIẾT BỊ VÀ CÔNG NGHỆ KHẢO SÁT ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN LÒNG SÔNG, BỜ BIỂN ..	43
A.1. Các thiết bị và công nghệ khảo sát đánh giá diễn biến lòng sông	43
A1.1. Công nghệ đo RTK (Real Time Kinematic)	43
A1.2. Công nghệ DRONE (FLYCAM)	45
A2. Thiết bị khảo sát diễn biến đáy biển	45
PHỤ LỤC C	51
PHỤ LỤC BẢNG BIỂU	51

Lời nói đầu

TCVN 8303: 2022 thay thế TCVN 8303: 2009

TCVN 8303:2022 do trường Đại học Thủy lợi biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Quy trình khảo sát, đánh giá diễn biến lòng sông, bờ biển

Preliminary survey and assessment procedures of fluvial and coastal morphology

1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định trình tự và phương pháp thực hiện khảo sát, đánh giá diễn biến bờ biển và lòng sông có đê từ cấp III trở lên.

Đối với các sông có đê dưới cấp III và các sông quan trọng nhưng không có đê, khi cần khảo sát, diễn biến lòng sông có thể tham khảo áp dụng, trong mọi trường hợp không vượt quá quy định của tiêu chuẩn này.

2. Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có):

TCVN 8224:2009 Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về lưới khống chế mặt bằng địa hình

TCVN 8226:2009 Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về khảo sát mặt cắt và bình đồ địa hình các tỷ lệ từ 1/200 đến 1/5000

TCVN 8481:2010 Công trình đê điều - Yêu cầu về thành phần, khối lượng khảo sát địa hình

3. Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ sau đây:

3.1

Cấp đê (Grade of Dike)

Theo quy định hiện hành, đê sông được phân thành 6 cấp gồm cấp Đặc biệt, cấp I, cấp II, cấp III, cấp IV và cấp V. Đê cấp Đặc biệt có yêu cầu kỹ thuật cao nhất và giảm dần ở các cấp thấp hơn. Đê biển phân thành 5 cấp thứ tự I, II, III, IV và V theo mức giảm dần.

3.2

Dòng chủ lưu (Mainstream)

Phần dòng chảy của sông có vận tốc lớn nhất. Dòng chủ lưu thường chảy qua khu vực sâu nhất của mặt cắt ngang sông.

3.3

Lưu lượng tạo lòng (Channel forming discharge)

3.21

Hệ độ cao Hải đồ (Chart datum)

Hệ độ cao sử dụng mặt phẳng "0" Hải đồ là mặt tham chiếu tại vùng biển nào đó để xác định độ sâu, độ cao của điểm.

4. Nguyên tắc chung

4.1. Hệ tọa độ

Hệ tọa độ sử dụng là hệ tọa độ Quốc gia VN 2000. Nếu tài liệu địa hình hiện có ở các giai đoạn trước nằm trong hệ HN72 hoặc hệ độc lập, giả định đều phải chuyển về hệ VN2000 theo phần mềm chuyên dùng của Bộ Tài nguyên và Môi trường (GesTools 1.2).

4.2. Hệ cao độ

Hệ cao độ sử dụng là hệ cao độ Quốc gia, điểm gốc là Hòn Dấu - Hải Phòng.

Chuyển đổi hệ cao độ Hòn Dấu và hệ cao độ Mũi Nai (Hà Tiên) áp dụng theo TCVN 8481:2010.

Chuyển đổi từ Cao độ hải đồ (số "0 hải đồ") sang cao độ lục địa (số "0 lục địa") cần có chuỗi số liệu quan trắc mực nước đã được quy chuẩn về "0" quốc gia. Sử dụng chuỗi số liệu quan trắc mực nước này để phân tích điều hòa và tính mực nước triều cực trị thiên văn (để tính "0" hải đồ). Xác định được chênh lệch giữa số "0 hải đồ" và số "0" quốc gia và dùng giá trị này để chuyển đổi giữa 2 hệ cao độ. Có thể tham khảo Bảng thủy triều của các trạm hải văn để xác định chênh lệch cao độ hải đồ với cao độ lục địa.

4.3. Thành phần, khối lượng và hồ sơ khảo sát diễn biến lòng sông

4.3.1. Nhiệm vụ khảo sát

Nhiệm vụ khảo sát trong tiêu chuẩn này quy định các nội dung hướng dẫn đơn vị tư vấn xây dựng nhiệm vụ khảo sát và trình các cơ quan có thẩm quyền phê duyệt theo quy định của pháp luật. Đề cương nhiệm vụ khảo sát diễn biến lòng sông, bờ biển cần bao gồm các nội dung sau:

- Thông tin về nhiệm vụ
- Căn cứ pháp lý của nhiệm vụ khảo sát
- Sự cần thiết của việc lập nhiệm vụ khảo sát
- Phạm vi, khối lượng, thời gian thực hiện nhiệm vụ khảo sát (bao gồm sơ họa vùng, vị trí khảo sát)
- Các nội dung chính của nhiệm vụ khảo sát
- Phương pháp, kỹ thuật khảo sát, thiết bị khảo sát, các tiêu chuẩn, quy trình, quy phạm cần tuân thủ khi tiến hành khảo sát
- Dự kiến kết quả khảo sát
- Kinh phí khảo sát và dự toán thực hiện nhiệm vụ khảo sát

4.3.2. Thành phần, nội dung khảo sát địa hình phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông

a). Thu thập, phân tích, đánh giá các tài liệu địa hình lòng sông và các tài liệu khác nếu có, bao gồm:

- Hệ thống mốc tọa độ, cao độ Quốc Gia/khu vực;
- Các loại bình đồ mới nhất về địa hình lòng sông, bờ biển cơ bản ở các tỷ lệ từ 1/100.000 đến 1/1000;
- Các loại mặt cắt địa hình (mặt cắt ngang lòng dẫn sông ngòi, mặt cắt dọc sông (lạch sâu) ở các tỷ lệ từ 1/10.000 đến 1/100;
- Tài liệu ảnh viễn thám có độ phân giải phù hợp theo yêu cầu chi tiết của đánh giá diễn biến lòng sông, (nếu có);
- Tài liệu ảnh bay chụp, ảnh chụp thực địa từ thiết bị bay FLYCAM hoặc máy chụp ảnh số mặt đất (nếu có);

b). Thành phần hồ sơ khảo sát địa hình lòng sông phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông.

Hồ sơ khảo sát địa hình lòng sông phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông, bao gồm:

- Tập 1: Thuyết minh địa hình lòng sông phải thể hiện được nội dung sau:

+ Căn cứ thành lập tài liệu địa hình lòng sông

+ Những quy trình, quy phạm áp dụng;

+ Nội dung khảo sát địa hình lòng sông: kế thừa từ các tài liệu khảo sát trong quá khứ và mô tả việc thực hiện khảo sát địa hình lòng sông;

+ Kết luận độ tin cậy của tài liệu khảo sát địa hình phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông

- Tập 2: Tài liệu địa hình lòng sông, bờ biển phải được tập hợp thành các bộ sau:

+ Bộ số liệu: Thống kê, sơ họa và kết quả tính toán bình sai của lưới khống chế mặt bằng và cao độ,...

+ Bộ bản vẽ: Các loại bình đồ, bản đồ địa hình lòng sông, các loại mặt cắt dọc, ngang, các bản sơ họa (khi cần thiết) theo tỷ lệ quy định.

c). Lưu trữ và giao nộp sản phẩm khảo sát

Tất cả hồ sơ địa hình lòng sông đều phải được ghi vào các thiết bị lưu trữ trên máy vi tính như đĩa mềm, CD, ổ cứng... dùng để lưu và nộp cho cơ quan có thẩm quyền.

4.4. Thành phần, khối lượng và hồ sơ khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông

4.4.1 Nhiệm vụ khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông

Nhiệm vụ khảo sát diễn biến bờ biển, vùng cửa sông trong tiêu chuẩn này quy định các nội dung hướng dẫn đơn vị tư vấn xây dựng nhiệm vụ khảo sát và trình các cơ quan có thẩm quyền phê duyệt theo quy định của pháp luật. Đề cương nhiệm vụ khảo sát diễn biến bờ biển, vùng cửa sông cần bao gồm các nội dung sau:

- Thông tin về nhiệm vụ
- Căn cứ pháp lý của nhiệm vụ khảo sát
- Sự cần thiết của việc lập nhiệm vụ khảo sát

TCVN 8303:2022

- Phạm vi, khối lượng, thời gian thực hiện nhiệm vụ khảo sát (bao gồm sơ họa vùng, vị trí khảo sát)
- Các nội dung chính của nhiệm vụ khảo sát
- Phương pháp, kỹ thuật khảo sát, thiết bị khảo sát, các tiêu chuẩn, quy trình, quy phạm cần tuân thủ khi tiến hành khảo sát
- Dự kiến kết quả khảo sát
- Kinh phí khảo sát và dự toán thực hiện nhiệm vụ khảo sát

4.4.2. Thành phần, nội dung, hồ sơ khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông

4.4.2.1 Thành phần, khối lượng khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông

- a) Cơ sở pháp lý, vị trí và đặc điểm địa hình khu dự án.
- b) Thu thập, phân tích, đánh giá tài liệu hiện có (mức độ, tỷ lệ sử dụng).
- c) Lập lưới khống chế mặt bằng, khống chế cao độ.
- d) Đo, vẽ vị trí bản đồ, bình đồ địa hình vùng khảo sát diễn biến;
- e) Đo, vẽ các mặt cắt dọc, ngang bờ biển, cửa sông.
- f) Các công việc khác.

4.4.2.2 Nội dung khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông

- a). Thu thập các tài liệu biến biến bờ biển, cửa sông và các tài liệu khác có liên quan

Tài liệu thu thập bao gồm:

- Hệ thống mốc tọa độ, cao độ Quốc Gia /khu vực trong khu vực dự kiến khảo sát;
- Các bình đồ bờ biển, cửa sông mới nhất ở khu vực khảo sát, với tỷ lệ từ 1/100.000 đến 1/1000;
- Các mặt cắt ngang bãi biển, cửa sông, trắc dọc tuyến luồng tại cửa sông với tỷ lệ từ 1/10.000 đến 1/100;
- Các ảnh viễn thám có độ phân giải ít nhất là 30m tại khu vực dự kiến khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông (nếu có);
- Các ảnh chụp máy bay, ảnh chụp từ thiết bị bay FLYCAM hoặc máy chụp ảnh số mặt đất (nếu có);
- Các báo cáo khảo sát, phân tích, đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông trước đây tại khu vực dự kiến khảo sát
- Đánh giá chất lượng các tài liệu thu thập, được tham khảo để xây dựng nhiệm vụ khảo sát

- b) Thành lập tài liệu địa hình phục vụ đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông, bao gồm:

- Thành lập lưới khống chế mặt bằng (hệ tọa độ VN 2000).
- Thành lập lưới khống chế độ cao (hệ cao độ lục địa quốc gia);
- Đo vẽ vị trí đường bờ, mặt cắt ngang bãi biển, trắc dọc cửa sông, bình đồ địa hình đáy biển ven bờ, bình đồ địa hình vùng cửa sông.

4.4.2.3. Hồ sơ khảo sát địa hình bờ biển, cửa sông phục vụ đánh giá diễn biến

Hồ sơ khảo sát địa hình bờ biển, cửa sông phục vụ đánh giá diễn biến, bao gồm:

Tập 1: Thuyết minh khảo sát địa hình bờ biển, cửa sông

Thuyết minh phải thể hiện được các nội dung sau:

- + Căn cứ pháp lý thực hiện nhiệm vụ khảo sát;
- + Căn cứ thành lập tài liệu địa hình bờ biển, cửa sông;
- + Các tiêu chuẩn, quy trình, quy phạm áp dụng;
- + Các phương pháp, kỹ thuật, thiết bị khảo sát sử dụng;
- + Nội dung, kết quả khảo sát địa hình bờ biển, cửa sông;
- + Kết luận về độ tin cậy của tài liệu khảo sát bờ biển, cửa sông phục vụ đánh giá diễn biến

Tập 2: Tài liệu khảo sát địa hình bờ biển, cửa sông

Tài liệu khảo sát phải được tập hợp thành bộ tài liệu bao gồm:

- + Bộ số liệu: Thống kê, sơ họa và kết quả tính toán bình sai của lưới khống chế mặt bằng và cao độ
- + Bộ bản vẽ: Các bình đồ, bản đồ địa hình đo đạc bờ biển, cửa sông; các mặt cắt dọc cửa sông, mặt cắt ngang bãi biển, cửa sông; các bản đồ vị trí đường bờ, các bản sơ họa (khi cần thiết) theo tỷ lệ quy định.
- + Nhật ký khảo sát, sơ họa các mốc khảo sát, hồ sơ các mốc cao độ, tọa độ do Sở địa chính cung cấp (nếu có), các phiếu kiểm định thiết bị khảo sát (nếu yêu cầu)

4.4.2.4 Lưu trữ và giao nộp sản phẩm khảo sát

Tất cả hồ sơ địa hình bờ biển, cửa sông, ngoài bản cứng, thì các file dữ liệu số phải được ghi vào các thiết bị lưu trữ trên máy vi tính như USB, CD, ổ cứng... dùng để lưu trữ và nộp cho cơ quan có thẩm quyền.

5. Quy trình khảo sát diễn biến lòng sông

5.1. Yêu cầu đối với công tác đánh giá diễn biến lòng sông.

5.1.1. Nội dung khảo sát diễn biến lòng sông phải đảm bảo khoa học, hiệu quả và phản ánh được đúng diễn biến lòng sông, xác định được vị trí, mức độ bồi tụ, xói lở trên mặt bằng, cắt dọc và mặt cắt ngang.

5.1.2. Khảo sát được sự thay đổi của vị trí xói lở, bồi tụ;

5.1.3 Khảo sát được sự thay đổi của mặt cắt ngang lòng sông khu vực bị xói lở, bồi tụ;

5.1.4. Khảo sát được sự thay đổi của địa hình lòng dẫn;

5.2. Quy trình khảo sát diễn biến lòng sông

5.2.1 Quy trình khảo sát diễn biến lòng sông cho khu vực khảo sát lần đầu

Đối với trường hợp khu vực khảo sát, đo đạc diễn biến lòng dẫn thực hiện lần đầu thì cần tiến hành theo các bước sau:

Bước 1: Thu thập tài liệu, xây dựng phương án, kế hoạch triển khai công tác khảo sát phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông.

Bước 2: Khảo sát sơ bộ hiện trường, sơ họa hình thái khu vực khảo sát, đánh giá sơ bộ diễn biến bồi, xói khu vực khảo sát

Bước 3: Lập nhiệm vụ khảo sát (Phạm vi khảo sát, thời điểm và chu kỳ khảo sát diễn biến lòng sông, phương án khảo sát, kỹ thuật, thiết bị khảo sát, tỷ lệ khảo sát và cấp khảo sát địa hình)

Bước 4: Xây dựng hệ thống mốc định vị các mặt cắt ngang, mặt cắt dọc, bình đồ lòng sông khảo sát định kỳ hàng năm, các mốc cao độ, tọa độ gốc trong vùng khảo sát

Bước 5: Xử lý số liệu sau khi khảo sát và lập báo cáo khảo sát. Báo cáo đánh giá diễn biến lòng dẫn.

5.2.2. Quy trình khảo sát diễn biến lòng sông cho khu vực khảo sát lặp lại hàng năm

- Các bước khảo sát diễn biến lòng sông cho khu vực khảo sát lặp lại hàng năm tương tự như các bước khảo sát đã nêu ở mục 5.2.1 nhưng chỉ cần thực hiện lại Bước 4 và 5.

- Trước khi thực hiện Bước 4 trong quy trình khảo sát thì cần kiểm tra các mốc định vị các mặt cắt ngang khảo sát định kỳ hàng năm, kiểm tra các mốc cao độ, mốc tọa độ gốc trong vùng khảo sát trước khi tiến hành khảo sát.

- Bước 5: xử lý số liệu đo đạc đo lặp hàng năm, cần so sánh kết quả đo đạc địa hình, đo đạc các mặt cắt ngang, mặt cắt dọc và đo đạc bình đồ lòng sông với các số liệu đo đạc ở lần trước, hoặc ở mùa trước để xác định rõ phạm vi bồi, xói; tốc độ bồi, xói và thể tích bồi, xói và thể hiện các kết quả so sánh này lên bình đồ và bản vẽ mặt cắt ngang.

5.3. Nội dung khảo sát địa hình lòng sông.

5.3.1. Sơ họa diễn biến lòng sông (thế sông, bãi bồi, công trình, khu vực nhà ở,...).

a) Quy định sơ họa hình thái lòng dẫn

- Sơ họa hằng năm những khu vực có biến động về lòng dẫn.

- Sơ họa sự thay đổi của các bãi bồi trong lòng sông về vị trí, hình dạng, cao độ các bãi cát ven bờ và bãi nổi hoặc cù lao giữa sông. Công việc sơ họa này thực hiện hằng năm, mỗi năm 2 lần vào trước và sau mùa lũ tùy theo khu vực đó có mức độ xói nhiều hay ít.

- Sơ họa tình hình xói, lở bờ sông:

+ Đối với những đoạn bờ sông ít bị xói lở (tốc độ lở ngang bình quân nhỏ hơn 10 m trong một năm), hằng năm sơ họa 2 lần vào trước và sau lũ.

+ Đối với những đoạn bờ sông bị xói lở nhiều (bình quân lớn hơn 10 m trong một năm), thì trong thời gian xói lở nhiều phải tiến hành sơ họa mỗi tháng một lần, cho tới khi xói lở ít.

+ Đối với những đoạn bờ, bãi bị xói lở thẳng đứng, cần sơ họa cấu tạo địa chất của bờ lở trên mức nước thấp nhất trong mùa kiệt trong thời gian sơ họa.

- Sơ họa vị trí và dòng hướng chủ lưu mùa kiệt, mùa nước trung và mùa lũ:

+ Mùa kiệt: dòng chủ lưu của sông được sơ họa vào tháng mùa kiệt hằng năm;

+ Mùa nước trung: dòng chủ lưu của sông được chọn ứng với lưu lượng tạo lòng - ứng với mực nước tạo lòng (mực nước ngang bãi già);

+ Mùa lũ: dòng chủ lưu của sông được chọn là dòng chủ lưu của con lũ lớn nhất trong năm. Cần tiến hành sơ họa dòng chủ lưu của tất cả các con lũ trong năm, sau đó chọn theo con lũ lớn nhất để ghi vào sơ họa.

b) Sơ họa các bãi bồi ven bờ

- Xác định cao trình mặt nước của đoạn sông lúc sơ họa: Cao trình mặt nước của đoạn sông lúc sơ họa được xác định từ cao trình mực nước hoặc mốc cao độ của trạm thủy văn gần nhất hoặc mốc mặt cắt ngang cố định.

- Xác định tuyến đo: mặt cắt ngang, mặt cắt dọc, bình đồ lòng sông;

- Xác định khoảng cách nằm ngang ($i=0$) trên mặt cắt đo đạc từ mốc cố định tới mép nước;

- Thu khoảng cách thực tế về khoảng cách trên bản đồ theo công thức:

$$l_{bd} = l_{tt} \times f \quad (2)$$

trong đó:

l_{bd} là khoảng cách trên bản đồ, cm;

l_{tt} là khoảng cách đo trên thực tế, cm;

f là tỷ lệ bản đồ.

Trên bản đồ, theo tuyến của mặt cắt cố định, chấm điểm cách vị trí mốc cố định một khoảng bằng l_{bd} , chính là một điểm của đường mép nước bãi ven bờ. Với các mặt cắt khác cũng tiến hành tương tự, nối tập hợp các điểm đã xác định được, sơ họa các bãi ven bờ. Sơ họa xong phải quan sát hình dạng thực tế của bãi để kiểm tra.

- Quan sát thực tế để xác định chỗ cao nhất của bãi gần mép nước, dùng phương pháp đo đạc trực tiếp để xác định cao trình bãi bồi ven bờ.

- Dùng mắt quan sát, ước lượng để vẽ thêm một số đường thể hiện địa hình của bãi ven bờ.

c) Sơ họa các bãi nổi hoặc cù lao giữa sông

- Xác định cao trình mặt nước lúc sơ họa;

- Xác định tuyến mặt cắt đo đạc đi qua bãi giữa;
- Trên tuyến đo đạc ngoài thực địa: Xác định khoảng cách từ mốc cố định tới mép nước bờ sông; Xác định chiều rộng nhánh sông, chiều rộng bãi (chiều rộng giữa 2 đường mép nước tại mặt cắt đo đạc);
- Đưa các khoảng cách lên bản đồ;
- Nối các điểm của mặt cắt đã xác định được thành hình dạng của bãi;
- Xác định vị trí và cao độ chỗ cao nhất của bãi;
- Ước lượng vẽ thêm một số đường thể hiện hình dạng địa hình của bãi. Sơ họa hình dạng bãi theo cao độ của bờ sông hoặc một số đường đồng mức.

d) Sơ họa vùng bờ đang bị xói lở, bồi lắng

- Xác định cao trình mực nước sông lúc sơ họa và xác định cao trình bờ lở bằng phương pháp đo đạc đơn giản từ cao trình mặt nước sông.
- Xác định tốc độ xói lở của bờ theo công thức sau:

$$V_b = (l_1 - l_2)/T \quad (3)$$

trong đó:

l_1, l_2 là khoảng cách từ mốc cố định tới mép nước của bờ lở tại mặt cắt đo đạc ở lần đo thứ nhất và lần đo thứ hai, tính theo mét;

T là khoảng cách thời gian giữa hai lần đo (ghi rõ từ tháng nào đến tháng nào), tính theo tháng;

V_b là tốc độ lở trung bình của bờ, tính theo mét trên tháng.

- Phải xác định vị trí có tốc độ lở bờ lớn trên bản sơ họa và tốc độ lở bờ trung bình trên toàn tuyến.
- Cần ghi lại những nhận xét đã quan sát được (ví dụ như mực nước, hướng dòng chủ lưu, độ đục của nước sông v.v....). Cần mô tả rõ hình thức sạt lở khi bờ xảy ra mạnh nhất (ví dụ như sạt, trượt mặt, trượt sâu, vòng cung đứng thành, xói hàm ếch v.v....).
- Sơ họa địa tầng thực hiện theo quy định sau:
 - + Vẽ sơ họa cấu tạo địa tầng của vĩa lở qua quan sát và đo đạc thực tế bờ lở theo ký hiệu địa chất tham khảo hình B.1;
 - + Khi vẽ sơ đồ cấu tạo địa tầng ở vị trí nào thì phải đánh dấu trên bản sơ họa tham khảo hình B.2;
 - + Sơ đồ cấu tạo địa tầng được vẽ ở góc trái phía dưới bản đồ sơ họa, trong đó có ghi nhận xét tham khảo hình B.3.

e) Sơ họa dòng chủ lưu

Chủ lưu của dòng chảy được xác định bằng quan sát thực tế, dựa vào các vật nổi trôi trên sông. Vẽ sơ họa dòng chủ lưu bằng cách ước lượng khoảng cách từ bờ đến điểm trung tâm của dòng chủ lưu trên từng mặt cắt rồi nối các điểm đó lại với nhau. Trong trường hợp không có vật nổi, phải tìm các vật nổi

để thả về phía thượng lưu khu vực cần sơ họa ít nhất 100 m, để có thể vẽ được chủ lưu tương đối chính xác.

f) Chính lý tài liệu và vẽ sơ họa trên bản đồ gốc

- Sau khi quan trắc, thu thập các số liệu, sơ họa bãi bồi, bờ bồi, bờ lở, dòng chủ lưu ở thực địa v.v... thì tiến hành chỉnh lý tài liệu và sơ họa trên bản đồ gốc theo quy định tại các điều từ 8.2 đến 8.7.
- Hằng năm vẽ sơ họa lòng sông hai lần vào tháng 3 và tháng 11 lên cùng một bản đồ bằng hai màu mực khác nhau.
- Cần vẽ đầy đủ các yếu tố đã quan trắc được như bãi ven bờ, bãi giữa, bờ lở, bờ bồi, dòng chủ lưu, sơ đồ cấu tạo địa chất v.v... lên cùng một bản sơ họa.
- Ở vùng bờ lở nhiều, hàng tháng có đo đạc và sơ họa thì vẽ các tài liệu đo đạc trong một mùa lên một bản đồ riêng. Mỗi lần sơ họa, dùng ký hiệu khác nhau để thể hiện tốc độ và hình dáng bờ lở.
- Các đường viền mép bãi khi vẽ vào bản đồ phải vẽ đậm hơn các đường đồng mức khác và phải đưa về cao trình chuẩn đã quy định.

Các ký hiệu chính của bản đồ sơ họa được quy định ở tham khảo hình A4.

5.3.2. Khảo sát diễn biến lòng sông

a) Thu thập tài liệu, xây dựng phương án, kế hoạch triển khai công tác khảo sát phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông

- Xây dựng phương án khảo sát, đánh giá diễn biến lòng sông.
- Xây dựng kế hoạch triển khai công tác khảo sát, đánh giá diễn biến lòng sông.
- Chuẩn bị bản đồ gốc (bản đồ hiện trạng trước khi khảo sát)
 - + Bản đồ gốc dùng trong khảo sát, đánh giá diễn biến lòng sông là bản đồ được khảo sát ở thời gian gần nhất tính tới khi chuẩn bị khảo sát lòng sông, có đầy đủ bãi sông, tuyến đề chính và đề bồi, bãi bồi (nếu có), được lập theo hệ tọa độ VN 2000 và hệ cao độ quốc gia Việt Nam. Các lần khảo sát, đánh giá diễn biến lòng sông tiếp sau, dùng bản đồ lần trước làm bản đồ gốc.
 - + Bản đồ gốc nền cần thể hiện đầy đủ các công trình như đê, kè lát mái, mỏ hàn, cửa lấy nước, công trình trên sông, qua sông... và các vật chuẩn đặc biệt như mốc mặt cắt ngang cố định, nhà thờ, đình, chùa, cột điện cao thế và các công trình đặc thù khác....
 - + Trường hợp chưa có bản đồ gốc (khu vực chưa có khảo sát) cần sơ họa vị trí các công trình (ví dụ như đê, kè lát mái, mỏ hàn, cửa lấy nước, công trình trên sông, qua sông...) có định vị các vị trí trên bản đồ.
 - + Tỷ lệ bản đồ gốc nền quy định là 1/10.000 cho tất cả các đoạn sông. Có thể dùng bản đồ tỷ lệ lớn hơn dùng trong khảo sát, đánh giá diễn biến lòng sông nhưng khi tổng hợp toàn đoạn nên đưa về tỷ lệ tối thiểu 1/10.000 (vì có những trường hợp vùng đo quá nhỏ, cần có tỷ lệ lớn hơn mới nhìn thấy chi tiết).

+ Đối với những đoạn sông đặc biệt (ví dụ như quá cong, dòng chảy xiết, địa hình lòng dẫn diễn biến phức tạp...) nên sử dụng bản đồ có tỷ lệ lớn hơn kèm theo.

b). Công tác chuẩn bị điều tra khảo sát thực tế hiện trường

Hàng năm cần xây dựng kế hoạch điều tra khảo sát thực tế hiện trường theo nhiệm vụ được giao và tình hình thực tế. Kế hoạch điều tra khảo sát thực tế hiện trường phải đầy đủ nội dung khảo sát, bảo đảm khi hoàn thành khảo sát thực địa có đầy đủ thông tin để cấp có thẩm quyền quyết định. Thời gian khảo sát địa hình tiến hành trong mùa cạn hoặc có thể sau một trận lũ xảy ra trên địa bàn. Công tác chuẩn bị điều tra khảo sát thực tế hiện trường gồm:

- Thu thập tài liệu phục vụ điều tra khảo sát:

+ Thu thập bản đồ gốc (lần khảo sát trước); Phương tiện khảo sát trên cạn và dưới nước.

+ Sơ đồ hoặc bản đồ địa hình lưu vực sông khảo sát có tỷ lệ lớn hơn hoặc bằng 1:10.000.

+ Điều kiện tự nhiên khái quát của đoạn sông khảo sát: địa hình, thủy văn, khí hậu, tình trạng xói, bồi lòng sông, tình hình chế độ dòng chảy trong đoạn sông trong những năm gần đây.

+ Tình hình hoạt động kinh tế - xã hội của đoạn sông khảo sát (ví dụ như hiện trạng phát triển cơ sở hạ tầng ven sông, các công trình ven sông, công trình cầu qua sông, giao thông vận tải thủy,...), đặc biệt là hoạt động khai thác bãi sông, lấn chiếm dòng chảy, khai thác cát...

+ Tài liệu điều tra tình hình sạt lở bờ sông của các ngành, cơ quan, đơn vị khác (nếu có).

- Sơ bộ chọn các điểm khảo sát trên sơ đồ hoặc bản đồ địa hình: Căn cứ yêu cầu điều tra và tài liệu đã thu thập, sơ bộ chọn, đánh dấu các điểm khảo sát trên sơ đồ hoặc bản đồ địa hình. Ghi rõ kinh vĩ độ, tên địa phương của các điểm khảo sát đã chọn.

- Kiểm tra tình trạng trang thiết bị, dụng cụ phục vụ điều tra khảo sát thực tế hiện trường bao gồm:

+ Các máy móc thiết bị đo đạc phải có giấy phép kiểm định đo đạc.

+ Sổ sách, biểu mẫu, tài liệu liên quan đến điều tra khảo sát;

+ Trang bị bảo hộ lao động như: mũ, quần áo bảo hộ, giày vải (hoặc ủng cao su), áo phao, áo mưa, khẩu trang, găng tay cao su, đèn pin, đèn hiệu, cờ hiệu, vật tự y tế....

+ Trang thiết bị đảm bảo an toàn lao động.

+ Chuẩn bị các phương tiện khảo sát trên cạn và dưới nước phù hợp với thực tiễn hiện trường khảo sát đo đạc.

+ Đảm bảo đầy đủ nhân lực phục vụ điều tra khảo sát trực quan hiện trường đoạn sông, tuyến sông cần đánh giá diễn biến lòng dẫn.

+ Bố trí nhân công trực quan sát bằng mắt, ống nhòm, trực máy thông tin đối với phương tiện thực hiện khảo sát trong suốt quá trình khảo sát tại hiện trường;

+ Phương tiện cảnh giới làm nhiệm vụ quan sát, cảnh giới và sẵn sàng thực hiện hoạt động hỗ trợ, cứu nạn cho phương tiện thực hiện nhiệm vụ khảo sát hiện trường khi bị sự cố trong quá trình khảo sát trực quan hiện trường.

- Các đoạn sông, tuyến sông trong khảo sát trực quan hiện trường đảm bảo ít nhất một trong các yêu cầu sau để khảo sát đánh giá diễn biến lòng dẫn:

+ Đoạn sông, tuyến sông thuộc đoạn sông cong;

+ Đoạn sông bị thu hẹp dòng chảy;

+ Hạ lưu công trình khai thác sử dụng nước;

+ Đoạn sông có hiện tượng nước tù, chảy quẩn;

+ Đoạn sông có hiện tượng nước xoáy;

+ Đoạn sông có hiện tượng sạt lở, bồi lắng.

+ Đoạn sông có dòng nhập lưu, phân lưu, công trình trên sông: đập, cầu, cống, ngầm, tràn...;

+ Đoạn sông có hoạt động khai thác cát sỏi lòng sông, khu vực bến, bãi, kinh doanh, tập kết, vận chuyển cát, sỏi lòng sông, nạo vét, khơi thông luồng để mở mới, cải tạo, nâng cấp luồng, tuyến giao thông thủy nội địa;

+ Đoạn sông có hoạt động Kè bờ, gia cố bờ sông, trừ công trình kè bờ, chỉnh trị sông để phòng, chống thiên tai; san, lấp, lấn sông, cải tạo cảnh quan các vùng đất ven sông (sau đây gọi tắt là kè bờ, lấn sông);

+ Đoạn sông có xây dựng công trình, vật kiến trúc nổi trên sông, xây dựng cầu, cảng sông, bến tàu, phà tiếp nhận tàu và các công trình thủy khác trong phạm vi hành lang bảo vệ nguồn nước hoặc trong lòng, bờ, bãi sông, hồ (sau đây gọi tắt là xây dựng công trình thủy).

c) Khảo sát trực quan hiện trường đoạn sông, tuyến sông cần khảo sát, đánh giá diễn biến lòng dẫn; công việc bao gồm:

- Thu thập thông tin sạt lở lòng, bờ, bãi sông, thông tin về ảnh hưởng đến an toàn hệ thống đề điều.

+ Thời gian thường xuất hiện sạt lở bờ sông, mức độ sạt lở bờ sông, vị trí sạt lở bờ sông, vị trí các bãi sông, cù lao...

+ Ảnh hưởng của sạt lở lòng, bờ, bãi sông đến đời sống dân sinh và phát triển kinh tế - xã hội tại địa phương.

- Chọn các điểm khảo sát trực quan hiện trường

Điểm khảo sát trực quan hiện trường dự kiến chọn để khảo sát đánh giá diễn biến lòng dẫn cần đối chiếu với các điểm khảo sát đã chọn sơ bộ trên sơ đồ hoặc bản đồ địa hình, nếu khác thì điều chỉnh lại điểm khảo sát cho phù hợp.

- Khảo sát trực quan hiện trường dọc hai bên bờ sông, bãi sông.

- Khảo sát trực quan hiện trường dọc lòng sông từ thượng lưu về hạ lưu đoạn sông, tuyến sông cần khảo sát đánh giá diễn biến lòng dẫn: Dùng tàu, thuyền chạy dọc sông theo hai bờ sông, theo hướng từ thượng lưu về hạ lưu và ngược lại để quan trắc các vị trí sạt lở bờ sông, xác định kiểu xói lở bờ sông, hình thể các bãi bồi...

d). Quan trắc hiện trạng và đánh giá sơ bộ tình trạng xói, bồi lòng dẫn.

- Phạm vi bố trí

+ Công tác quan trắc kết hợp đo đạc để xác định hiện trạng lòng sông trên mặt bằng nói chung cũng như đường bờ sông, bãi sông, bãi bồi... và thường áp dụng trong phạm vi từng đoạn sông hoặc các khu vực sông trọng điểm có biến động mạnh về diễn biến trên mặt bằng (xói lở, bồi lấp...);

+ Thông thường việc quan trắc thực hiện theo các tuyến cố định, tùy theo sự thay đổi lòng dẫn và bờ bãi, hằng năm có thể bổ sung thêm các tuyến để quan trắc theo dõi.

- Chu kỳ quan trắc

+ Đối với phạm vi rộng hơn cho từng con sông hoặc đoạn sông dài chu kỳ quan trắc nên thực hiện theo từng năm, từng mùa trong năm, thông thường 2 đợt quan trắc/năm vào trước và sau mùa lũ;

+ Đối với các khu vực trọng điểm, công tác quan trắc có thể thực hiện quan trắc định kỳ hoặc thường xuyên có sự hỗ trợ của các phương pháp quan trắc hiện đại.

- Quan trắc bằng phương pháp truyền thống

+ Phương pháp này thực hiện quan trắc trong phạm vi không quá lớn và thường thực hiện quan trắc theo các mốc, tuyến cố định.

+ Trang thiết bị sử dụng, bao gồm: bản đồ gốc, thước cuộn (hoặc thước có đánh dấu), cọc tiêu dùng ngầm tuyến thẳng, các cọc mốc, máy GPS (nếu có), máy trắc địa, thước đo góc.

- Phương pháp, kỹ thuật thực hiện:

+ Tuyến quan trắc là tuyến thẳng đi qua các mốc cố định của mặt cắt đo đạc quan trắc theo dõi diễn biến đường bờ, có thể bố trí thêm một hoặc một vài tuyến quan trắc phụ để xác định chính xác hơn hiện trạng lòng dẫn tại các khu vực có diễn biến phức tạp.

+ Xác định cao trình mặt nước của đoạn sông lúc quan trắc được tính từ cao trình mực nước hoặc mốc cao độ của trạm thủy văn gần nhất hoặc mốc mặt cắt ngang cố định;

+ Xác định chiều rộng nhánh sông, chiều rộng bãi (chiều rộng giữa 2 đường mép nước tại mặt cắt đo đạc quan trắc theo dõi diễn biến đường bờ);

+ Xác định khoảng cách từ mốc cố định tới mép nước của bờ lở của từng mặt cắt theo dõi;

+ Sau khi quan trắc, thu thập các số liệu quan trắc theo dõi diễn biến tiến hành chỉnh lý tài liệu và thể hiện trên bản đồ gốc theo quy định.

- Quan trắc bằng phương pháp công nghệ mới

+ Phương pháp và kỹ thuật quan trắc bằng phương pháp công nghệ giám sát hình ảnh video-camera

+ Phương pháp và kỹ thuật quan trắc bằng hệ thống Flycam.

e). Khảo sát đo đạc mặt cắt ngang.

- Mặt cắt ngang đo đạc là mặt cắt cố định ngang sông để tiến hành đo đạc khảo sát địa hình lòng sông phục vụ đánh giá diễn biến xói, bồi, xói bồi xen kẽ hằng năm. Tùy theo sự thay đổi lòng dẫn và bờ bãi, hằng năm có thể bổ sung thêm mặt cắt để khảo sát địa hình.

- Phạm vi khảo sát mặt cắt ngang: Khảo sát mặt cắt ngang trên toàn hệ thống, trên tuyến sông, từ thượng lưu về hạ lưu.

- Mật độ khảo sát mặt cắt ngang: Tại các đoạn sông xuôi thuận, ít có biến động về lòng dẫn trên mặt bằng, đường bờ và bãi sông có thể bố trí các mặt cắt ngang với mật độ khoảng cách thưa, trong khoảng từ 1 + 3 km/1 MC; Khoảng cách giữa các mặt cắt khoảng 500m, nếu địa hình lòng sông có diễn biến phức tạp (phân, nhập lưu, sông cong, vị trí mở rộng, co hẹp đột ngột...) hay có biến động về mặt bằng, đường bờ và bãi sông, thì khoảng cách này có thể điều chỉnh phù hợp với đặc điểm cụ thể tại vùng cần khảo sát đánh giá diễn biến lòng dẫn; Tại khu vực có các công trình cống, kè, trạm bơm với mật độ khảo sát mặt cắt ngang từ 1-3 MC/ khu vực, việc bố trí sẽ phụ thuộc thực trạng biến động của lòng dẫn tại khu vực và mức độ quan trọng của từng công trình để quyết định khối lượng cần khảo sát; Đối với những đoạn sông cong bố trí 03 mặt cắt tại đầu giữa và cuối mỗi đoạn; Đối với những đoạn có đê mở rộng qua chân đê mỗi phía 50m.

- Bố trí các mặt cắt ngang: Việc bố trí các mặt cắt ngang cần có sự cố định về vị trí trong thời gian dài để đảm bảo có thể thực hiện được các phân tích đánh giá diễn biến lòng sông. Trong từng giai đoạn, nếu cần thiết có thể có sự điều chỉnh lại một phần vị trí các mặt cắt ngang để phù hợp với yêu cầu của công tác quản lý dòng sông cũng như các công trình trên sông đồng thời cũng xem xét thực trạng và biến động của dòng sông; Mặt cắt ngang khảo sát cần bố trí qua các vật chuẩn có tính ổn định trên bờ sông như mốc mặt cắt ngang cố định, cột mốc km, nhà thờ, đình chùa, cây cổ thụ, cột điện cao thế.... Mặt cắt được xác định thẳng góc với dòng chủ lưu khi xác định tuyến. Vị trí các mặt cắt đo đạc phải được đánh dấu bằng các cọc mốc cố định và cọc mốc phải cách xa bờ tránh bị xói lở; Vị trí mặt cắt đo đạc phải xác định trên bản đồ nền. Trên thực địa, vị trí các mặt cắt đo đạc phải được đánh dấu bằng các cọc mốc cố định. Đoạn bờ lở nhiều, cọc mốc phải cách xa bờ ít nhất bằng chiều dài bờ bị xói theo chiều ngang trong 1 năm; Đối với những đoạn sông cả 2 bờ đều thuộc địa bàn một tỉnh, thành phố, thì cơ quan quản lý chuyên ngành tại địa phương chỉ đạo cơ quan quản lý để điều chỉnh vị trí mặt cắt và đánh số thứ tự, giao cho các đơn vị, cá nhân có trách nhiệm thực hiện để quan trắc khảo sát địa hình; Đối với những đoạn sông mà hai bờ thuộc các cơ quan, doanh nghiệp, chủ thể quản lý khác nhau thì phối hợp xác định vị trí mặt cắt, đánh số thứ tự, giao cho các đơn vị, cá nhân có trách nhiệm thực hiện để quan trắc khảo sát địa hình.

- Chu kỳ đo đạc khảo sát mặt cắt ngang: Chu kỳ đo lặp lại chung cho các mặt cắt ngang khoảng từ 1 năm/lần, chu kỳ đo đạc tùy thuộc vào yêu cầu của công tác quản lý dòng sông và thực trạng biến động lòng dẫn và có thể do cơ quan quản lý quyết định lựa chọn chu kỳ khảo sát; Trong trường hợp xảy ra các biến động lớn về chế độ dòng chảy trong năm (năm lũ lớn) hoặc dự báo có khả năng xảy ra các

biến động lòng dẫn có thể tiến hành đo đạc với chu kỳ ngắn hơn (2 lần/trong năm gồm trước và sau mùa lũ hoặc bổ sung đo ngay sau khi có sạt lở nghiêm trọng) nhưng cũng chỉ tập trung vào một số khu vực trọng điểm có nguy cơ cao xảy ra sạt lở bờ sông; Theo chu kỳ quy định trên, trên hệ thống các mặt cắt ngang có thể có thể đo đạc không liên tục mà đo xen kẽ các mặt cắt ngang; Đối với giao thông thủy, thì sau mỗi mùa lũ cần đo lại bình đồ lòng sông 1 lần, nhất là tại các vị trí ghềnh cạn.

- Khi thực hiện công tác khảo sát mặt cắt ngang cần bố trí xây dựng mốc hiện trường để phục vụ kiểm tra, đánh giá và theo dõi hàng năm.

- Tỷ lệ khảo sát đo vẽ mặt cắt ngang: Tỷ lệ đứng và tỷ lệ ngang thống nhất cho tất cả các mặt cắt và các lần đo khác để tiện cho việc chồng chập mặt cắt; Tỷ lệ đo vẽ mặt cắt ngang thông thường từ 1/100 +1/500; Tỷ lệ đo 1/500 để thể hiện chính xác địa hình (điểm đo lấy theo đặc trưng biến đổi của địa hình, điểm ở lòng sông lấy dày, ngoài ra điểm đo không thừa quá 20m) Tỷ lệ vẽ tùy thuộc vào mặt cắt rộng nhất của sông để chọn tỷ lệ vẽ phù hợp sao cho khi in ra giấy mặt cắt thể hiện được trong khổ giấy A3 nằm ngang hoặc không vượt quá 2 tờ để thuận tiện khi xem bản vẽ và tỷ lệ này thống nhất cho tất cả các mặt cắt và các lần đo khác.

Quy định tỷ lệ vẽ theo chiều dài mặt cắt lớn nhất L như sau:

$L \leq 200\text{m}$ tỷ lệ vẽ cao 1/500, dài 1/500

$200 < L \leq 500\text{m}$ tỷ lệ vẽ cao 1/500, dài 1/1000

$500 < L \leq 1000\text{m}$ tỷ lệ vẽ cao 1/500, dài 1/2000

$L > 1000\text{m}$ tỷ lệ vẽ cao 1/500, dài 1/5000.

- Xác định cao trình mặt nước tại thời điểm đo đạc lấy theo hệ cao độ Quốc gia, thời điểm đo vẽ khi mực nước dưới báo động 1; Trên mỗi đoạn sông, cả hai bờ sông phải dùng thống nhất một cao trình mặt nước tại thời điểm đo đạc. Cao trình mặt nước thể hiện trên mặt cắt địa hình phải vẽ theo cao trình mặt nước tại thời điểm đo đạc lấy theo cao độ Quốc gia đã qui định. Mực nước tại thời điểm đo làm căn cứ để xác định khối lượng đo vẽ trên cạn và dưới nước.

- Thông thường trong đo vẽ mặt cắt ngang cần thể hiện được những đường nét sau: Đường cao độ đáy sông theo cao độ quốc gia, Từ đề tả sang đề hữu, hoặc từ mốc bờ tả sang mốc bờ hữu; Đường mặt nước tại thời điểm đo đạc theo cao độ Quốc gia; Cao trình mặt đề hay cao trình mốc bờ tả và hữu; Trục đứng có vạch khoảng cách cao độ, trục ngang có vạch khoảng cách theo phương nằm ngang.

- Phương pháp đo vẽ mặt cắt ngang: Tùy theo yêu cầu và tính chất của địa hình tuyến sông cần khảo sát đo đạc, khi sử dụng phương pháp đo và thiết bị đo được cơ quan nhà nước có thẩm quyền quy định, lúc này sẽ đo theo phương vuông góc với dòng chảy và theo đường phân giác của góc ngoặt, tỷ lệ từ 1/100 đến 1/200.

f). Khảo sát đo đạc mặt cắt dọc lòng sông.

- Mặt cắt dọc lòng sông là mặt cắt được tiến hành đo đạc khảo sát địa hình lòng sông phục vụ đánh giá diễn biến xói, bồi, xói bồi lòng dẫn hàng năm.

- Phạm vi khảo sát mặt cắt dọc: Khảo sát mặt cắt dọc trên toàn hệ thống, trên tuyến sông, từ thượng lưu về hạ lưu. Mặt cắt dọc được đo dọc theo lạch sâu của sông, mép bờ tả, bờ hữu và đường mặt nước. Song song với việc đo mặt cắt dọc sông tiến hành đo cao độ đường mực nước.
 - Tỷ lệ khảo sát đo vẽ mặt cắt dọc: Tỷ lệ đứng và tỷ lệ ngang thống nhất cho tất cả các mặt cắt và các lần đo khác để tiện cho việc chồng chập mặt cắt; Tỷ lệ đo vẽ mặt cắt dọc sông: chiều cao 1/50 - 1/100, chiều dài 1/500 - 1/1000; Trên bản vẽ mặt cắt dọc sông phải thể hiện đường mặt nước, hướng nước chảy và cao độ đáy sông.
 - Xác định cao trình mặt nước tại thời điểm đo đặc lấy theo cao độ Quốc gia: Trên mỗi đoạn sông, cả hai bờ sông phải dùng thống nhất một cao trình mặt nước tại thời điểm đo đặc lấy theo cao độ VN2000, được lấy bằng cao trình mực nước bình quân nhiều năm tại đoạn đó; Cao trình mặt nước thể hiện trên mặt cắt địa hình phải vẽ theo cao trình mặt nước tại thời điểm đo đặc lấy theo cao độ VN2000 đã qui định. Mực nước tại thời điểm đo làm căn cứ để xác định khối lượng đo vẽ trên cạn và dưới nước.
 - Thông thường trong đo vẽ mặt cắt dọc cần thể hiện được những đường nét sau: Đường cao độ đáy sông từ phía thượng lưu về hạ lưu theo cao độ quốc gia; Đường mặt nước tại thời điểm đo đặc theo cao độ Quốc gia; Trục đứng có vạch khoảng cách cao độ, trục ngang có vạch khoảng cách theo phương dòng chảy.
 - Phương pháp đo vẽ: Tùy theo yêu cầu và tính chất của địa hình tuyến sông cần khảo sát đo đặc, khi sử dụng phương pháp đo và thiết bị đo được cơ quan nhà nước có thẩm quyền quy định, lúc này sẽ đo theo phương vuông góc với dòng chảy và theo đường phân giác của góc ngoặt, tỷ lệ từ 1/100 đến 1/200.
- g). Khảo sát đo đặc bình đồ lòng sông
- Phạm vi khảo sát: Phạm vi khảo sát đo đặc tổng thể trên toàn tuyến sông hoặc đo đặc tại từng khu vực, đoạn sông trọng điểm tùy theo yêu cầu của công tác đánh giá mức độ chi tiết diễn biến lòng, bờ, bãi sông; Đo đặc bình đồ lòng sông bao gồm đo đặc tổng thể trên toàn hệ thống và đo đặc tại từng khu vực, đoạn sông trọng điểm. Việc đo đặc bình đồ có thể tận dụng các số liệu và kết quả đo đặc lòng sông đã có để sử dụng trong việc phân tích đánh giá diễn biến lòng sông còn độ tin cậy. Khi này chỉ cần đo đặc tại các vị trí sạt lở trọng điểm, cục bộ; Bình đồ địa hình lòng sông cần thể hiện đầy đủ các yếu tố địa hình và địa vật đáy sông, tính chất của đáy sông, các yếu tố đó phải được trình bày thống nhất trong một hệ tọa độ và độ cao cùng với bản đồ địa hình trên mặt đất, các yếu tố của bản đồ liên quan đến đường mép nước vì thể liên quan mực nước (vùng sông không ảnh hưởng triều) và đến thủy triều với sự dao động cao thấp (vùng sông ảnh hưởng triều).
 - Tỷ lệ khảo sát bình đồ lòng sông. (Tùy thuộc vào yêu cầu nghiên cứu,...): Tỷ lệ đo vẽ bình đồ địa hình lòng sông tỷ lệ 1/500 + 1/5000.
 - Chu kỳ đo đặc khảo sát bình đồ lòng sông: Việc đo đặc tổng thể toàn bộ địa hình trên các sông thuộc hệ thống sông cần được thực hiện theo chu kỳ đo đặc lại 5- 10 năm; Đối với việc đo đặc ở từng đoạn sông trọng điểm với phạm vi cục bộ, chu kỳ đo đặc có thể ngắn hơn, tùy thuộc vào yêu cầu của công

tác quản lý dòng sông, hoặc có thể đo đạc sau trận lũ, mùa lũ, khi đoạn sông đó xảy ra diễn biến sạt lở lòng dẫn.

- Phương pháp kỹ thuật đo vẽ:

+ Tọa độ và cao độ các mốc, điểm khống chế được đo dẫn từ mốc cao độ và tọa độ Nhà Nước tại khu vực đo đạc khảo sát (yêu cầu 2 mốc tọa độ và ít nhất một mốc độ cao) tuân thủ theo TCVN 8224:2009.

+ Đo vẽ mặt cắt ngang, bình đồ trên cạn bằng các máy toàn đạc điện tử thực hiện theo TCVN 8226:2009

+ Căn cứ vào các yêu cầu về kỹ thuật và độ chính xác của công tác đo sâu để lựa chọn thiết bị đo, phương pháp đo và ước tính tổng các nguồn sai số của toàn bộ hệ thống, bao gồm các sai số ngẫu nhiên của từng thiết bị thành phần và các yếu tố khác như thủy triều, mớn nước phương tiện đo... Các sai số hệ thống còn tồn tại phải được ước tính và đưa vào tính toán tổng sai số.

+ Cơ sở tọa độ và độ cao phục vụ đo vẽ bao gồm: Số lượng điểm, cách thức bố trí và phương pháp xây dựng lưới khống chế đo vẽ và độ chính xác tương ứng, vấn đề chọn điểm, tiêu mốc.

+ Thiết kế tuyến đo: Căn cứ vào yêu cầu cụ thể hoặc tỷ lệ của bình đồ trong từng công trình, dự án, điều kiện địa hình mặt đáy của khu vực khảo sát, dựa trên các tài liệu bản đồ, hải đồ hiện có và tính năng kỹ thuật của hệ thống thiết bị sẽ sử dụng để thiết kế các tuyến đo và các tuyến đo kiểm tra.

+ Xây dựng cơ sở toán học phép đo: Chọn Ellipsoid tham chiếu, phép chiếu, kinh tuyến trục (hoặc vĩ tuyến chuẩn), hệ số tỷ lệ, các tham số chuyển đổi từ hệ tọa độ quốc tế WGS-84 sang hệ tọa độ VN-2000 hoặc các hệ tọa độ khác theo yêu cầu cụ thể đối với công trình đo vẽ.

h) Đo vẽ quan trắc đường bờ, bãi sông trọng điểm

- Xác định khu vực cần quan trắc trọng điểm.

- Công tác quan trắc kết hợp đo đạc đường bờ sông, bãi sông, bãi bồi ... thường áp dụng trong phạm vi từng đoạn sông hoặc các khu vực sông trọng điểm có biến động mạnh về diễn biến trên mặt bằng (xói lở, bồi lấp...);

- Quan trắc thực hiện theo các tuyến cố định, tùy theo sự thay đổi lòng dẫn và bờ bãi, hằng năm có thể bổ sung thêm các tuyến để quan trắc theo dõi.

- Chu kỳ quan trắc: Đối với phạm vi rộng hơn cho từng con sông hoặc đoạn sông dài chu kỳ quan trắc nên thực hiện theo từng năm, từng mùa trong năm, thông thường 2 đợt quan trắc/năm vào trước và sau mùa lũ; Đối với các khu vực trọng điểm, công tác quan trắc có thể thực hiện quan trắc định kỳ hoặc thường xuyên có sự hỗ trợ của các phương pháp quan trắc hiện đại.

- Phương pháp và kỹ thuật quan trắc bằng phương pháp truyền thống:

+ Trang thiết bị sử dụng: bản đồ gốc, thước cuộn (hoặc thước có đánh dấu), cọc tiêu dùng ngắm tuyến thẳng, các cọc mốc, máy GPS (nếu có), máy trắc địa, thước đo góc.

+ Phương pháp, kỹ thuật thực hiện:

Cần xây dựng tuyến quan trắc chính đi qua các mốc cố định của mặt cắt đo đạc quan trắc theo dõi diễn biến đường bờ, trường hợp lòng dẫn rộng và xói lở phức tạp cần xây dựng thêm các tuyến phụ để xác định chính xác hơn hiện trạng lòng dẫn tại các khu vực có diễn biến phức tạp. Nội dung bao gồm:

Xác định cao trình mặt nước của đoạn sông lúc quan trắc được tính từ cao trình mực nước hoặc mốc cao độ của trạm thủy văn gần nhất hoặc mốc mặt cắt ngang cố định;

Xác định chiều rộng nhánh sông, chiều rộng bãi (chiều rộng giữa 2 đường mép nước tại mặt cắt đo đạc quan trắc theo dõi diễn biến đường bờ);

Xác định khoảng cách từ mốc cố định tới mép nước của bờ lở của từng mặt cắt theo dõi.

Sau khi quan trắc, thu thập các số liệu quan trắc theo dõi diễn biến tiến hành chỉnh lý tài liệu và thể hiện trên bản đồ gốc theo quy định.

- Phương pháp và kỹ thuật quan trắc bằng phương pháp công nghệ giám sát hình ảnh video-camera:

+ Phương pháp này thường áp dụng khi có yêu cầu cần theo dõi liên tục quá trình biến động của lòng sông trên mặt bằng và trong một khu vực hay phạm vi hẹp (vùng cửa sông, khu vực sông phân nhập lưu....).

+ Trang thiết bị sử dụng: các camera có độ phân giải cao kèm theo hệ thống phụ trợ (cáp, giá đỡ, nguồn năng lượng...) và các phần mềm giải đoán hình ảnh.

+ Phương pháp, kỹ thuật thực hiện: Thu nhận hình ảnh từ thiết bị quan trắc camera; Phân tích, xử lý số liệu từ Camera truyền về dựa vào nguyên tắc của hình học ảnh: sau khi phần mềm video-camera nhận diện vị trí đường bờ, bãi sông thông qua phổ màu, kết hợp với các số liệu mực nước thực đo thu thập tại thời điểm nghiên cứu để xác định ra sự thay đổi về địa hình tại các vị trí cần nghiên cứu.

- Phương pháp và kỹ thuật quan trắc bằng hệ thống Flycam.

+ Trang thiết bị sử dụng: Thiết bị bay kèm máy quay hoặc camera chụp ảnh; hệ thống định vị và điều khiển trên mặt đất; các phần mềm chuyên dụng trong việc biên tập bản đồ, hình ảnh...

+ Phương pháp, kỹ thuật thực hiện: Cần xây dựng lưới khống chế ảnh chụp, lưới được thiết kế gồm các điểm được bố trí tại các vị trí đặc biệt trên khu vực quan trắc; Công tác đo nối khống chế ảnh được tiến hành bằng công nghệ RTK trong GPS, sử dụng các điểm gốc tọa độ và hệ cao độ Quốc gia (hệ tọa độ VN2000, múi chiếu quy định); Các thông số kỹ thuật như: độ cao chụp ảnh so với mặt đất, độ phân giải mặt đất, khoảng cách trung bình giữa các tuyến bay, giữa hai ảnh liên tiếp tùy thuộc và yêu cầu và mục đích quan trắc.

6. Quy trình đánh giá diễn biến lòng sông.

6.1. Đánh giá hiện trạng xói, bồi trong khu vực theo phương ngang

6.1.1. Yêu cầu về tài liệu

- Bản đồ (sơ đồ chi tiết) vị trí các mặt cắt ngang đo đạc;

- Bảng số liệu cao, tọa độ các mốc mặt cắt ngang, vị trí Km đề (đối với đoạn sông có đề);
- Số liệu các mặt cắt ngang (thực đo, thu thập) trong khoảng thời gian/chu kỳ dự kiến so sánh, khoảng thời gian/chu kỳ dự kiến so sánh phụ thuộc vào yêu cầu và mục đích của công tác phân tích diễn biến lòng dẫn);
- Xác định tính phù hợp, sự đồng nhất của số liệu phân tích (vị trí, thời điểm đo, hệ cao độ, tọa độ ...).

6.1.2. Tính toán các yếu tố đặc trưng hình thái cơ bản trên mặt cắt ngang

a) Các yếu tố và đặc trưng địa hình trên mặt cắt ngang lòng chính cần phân tích, tính toán:

- Tổng diện tích mặt cắt ngang lòng chính, ký hiệu SMC (m^2) theo các cao trình mực nước thiết kế, mực nước báo động hoặc cao trình bãi sông.
- Chiều rộng mặt cắt ngang lòng chính giữa 2 bờ sông, ký hiệu B_L (m);
- Cao độ trung bình bãi sông (tương đương cao độ khu vực mép bãi sông) tại từng đoạn bãi sông (sự thay đổi tương đối về cao độ nếu có tại các đoạn trên bãi), ký hiệu Z_{b0} (m);
- Cao độ đáy sông: Cao độ đáy sông thấp nhất (cao độ lạch sâu thực tế), ký hiệu Z_d ; Cao độ trung bình đáy sông của đoạn sông hoặc sự thay đổi cao độ nếu có tại các đoạn của đáy sông (tính toán từ các yếu tố S , B ở trên), ký hiệu Z_b (m);
- Chiều sâu mặt cắt ngang: Chiều sâu lớn nhất (được tính từ mép bờ sông xuống đến lạch sâu), ký hiệu H_{max} (m); Chiều sâu trung bình (được tính toán từ cao độ bãi sông xuống đến cao độ trung bình đáy sông), ký hiệu H_b (m);
- Các khoảng cách đặc trưng: Khoảng cách từ 2 tuyến đề đến mép bờ sông (khoảng cách trên mặt bằng), được ký hiệu là BT (m) - từ bờ trái và BP (m) - từ bờ phải hay chính là chiều rộng bãi sông ở bờ trái và bờ phải; Khoảng cách từ 2 tuyến đề đến lạch sâu (khoảng cách trên mặt bằng), được ký hiệu là LT (m) - từ bờ trái và LP (m) - từ bờ phải.

b) Các yếu tố cần phân tích

- Diễn biến chiều rộng mặt cắt ngang BMC ;
- Diễn biến cao độ lạch sâu (Z_d) và cao độ trung bình đáy sông (Z_b);
- Diễn biến diện tích mặt cắt ngang, mặt cắt bị xói hay bồi (ΔS).

c) Phương pháp và trình tự thực hiện phân tích diễn biến theo phương ngang

- Phân tích diễn biến lòng sông theo chiều ngang chính là việc so sánh sự thay đổi của lòng sông trên từng mặt cắt ngang cụ thể;
- Xác định khoảng thời gian, thời kỳ phân tích diễn biến. Khoảng thời gian phân tích diễn biến có thể là liên tục hằng năm hoặc cách một số năm (ví dụ 3 năm/1 lần hoặc 5 năm/lần); thời kỳ phân tích diễn

biến có thể trong các khoảng thời gian từ quá khứ đến hiện tại (ví dụ: thời kỳ từ 2010 – 2015 so sánh với thời kỳ từ 2006 – 2010...);

- Lập bảng phân tích và tính toán các yếu tố so sánh diễn biến trên mặt cắt ngang giữa các năm, giữa các thời kỳ/giai đoạn bao gồm:

+ Chênh lệch chiều rộng mặt cắt ngang ΔB_b (m);

+ Phần diện tích bồi S_b (m^2) và phần diện tích xói S_x (m^2);

+ Chênh lệch hay sự biến đổi về diện tích mặt cắt ngang ΔS (m^2), là hiệu số của S_b và S_x , trong đó ΔS có thể (+) hoặc (-);

+ Chênh lệch cao độ bờ sông (ΔZ_b), cao độ thấp nhất đáy sông (ΔZ_d) và cao độ trung bình đáy sông (ΔZ_{tb}), trong đó ΔZ_b , ΔZ_d hoặc ΔZ_{tb} có thể (+) hoặc (-);

- Xây dựng hình vẽ minh họa kết quả so sánh diễn biến trên mặt cắt ngang.

d) Quy định về trình bày hình vẽ và bảng kết quả phân tích

- Biểu mẫu bảng phân tích và tính toán các yếu tố và đặc trưng địa hình trên mặt cắt ngang tham khảo Bảng C.1.

- Biểu mẫu bảng phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều ngang tham khảo Bảng C.2.

- Cách trình bày hình vẽ so sánh diễn biến trên mặt cắt ngang tham khảo hình vẽ B.5.

f) Báo cáo đánh giá diễn biến theo chiều ngang sông

Báo cáo đánh giá diễn biến chiều ngang của lòng sông cần thể hiện đầy đủ trên cả thuyết minh và bản vẽ các nội dung sau:

- Diễn biến chiều rộng mặt cắt ngang;

- Diễn biến cao độ lạch sâu và cao độ đáy sông;

- Diễn biến diện tích mặt cắt ngang, mặt cắt bị xói hoặc bồi.

6.2. Đánh giá hiện trạng xói, bồi trong khu vực theo chiều dọc sông

6.2.1. Yêu cầu về tài liệu

- Bản đồ (sơ đồ chi tiết) vị trí các mặt cắt ngang đo đạc;

- Bảng số liệu cao, tọa độ các mốc mặt cắt ngang, vị trí Km đê (nếu sông có đê 2 bên);

- Khoảng cách giữa các mặt cắt ngang (khoảng cách theo tuyến sông);

- Bảng kết quả phân tích và tính toán các yếu tố và đặc trưng địa hình trên mặt cắt ngang (bảng phụ lục C1);

- Bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều ngang (bảng phụ lục C2).

6.2.2. Tính toán các yếu tố đặc trưng hình thái cơ bản theo chiều dọc sông

a) Các yếu tố cần phân tích, tính toán:

- Diễn biến cao độ bãi sông (Z_b) theo chiều dọc sông/đoạn sông;
- Diễn biến cao độ lạch sâu (Z_d) theo chiều dọc đoạn sông/sông;
- Diễn biến cao độ trung bình đáy sông (Z_{tb}) theo chiều dọc đoạn sông/sông;
- Diễn biến diện tích mặt cắt ngang (SMC) hoặc chênh lệch diện tích mặt cắt ngang (ΔSMC) theo chiều dọc sông.

b). Phương pháp và trình tự thực hiện

- Từ kết quả tính toán các yếu tố cơ bản trên mặt cắt ngang của mục 5.3.5, xác định các giá trị cao độ bãi sông (Z_b), lạch sâu (Z_d), và trung bình đáy sông (Z_{tb}) ở từng mặt cắt trên phạm vi đoạn sông/sông cần phân tích;
- Xác định chính xác khoảng cách giữa các mặt cắt ngang;
- Xác định khoảng thời gian, thời kỳ phân tích diễn biến: Khoảng thời gian phân tích diễn biến có thể là liên tục hằng năm; thời kỳ phân tích diễn biến và thống nhất cùng khung thời gian xem tại khoản d điều 6.2.1 trên;
- Lập bảng phân tích và xây dựng hình vẽ mô tả diễn biến lòng dẫn theo chiều dọc sông.

c) Trình bày hình vẽ và bảng kết quả phân tích

- Mẫu bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều dọc sông tham khảo bảng C.3.
- Mẫu hình vẽ kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều dọc sông tham khảo bảng B.6.

d) Báo cáo đánh giá diễn biến theo chiều dọc sông

- Đánh giá diễn biến/sự dịch chuyển của đường bờ sông trên mặt bằng qua đó đánh giá quá trình biến động xói bồi đường bờ sông;
- Đánh giá diễn biến/sự dịch chuyển của đường lạch sâu trên mặt bằng qua đó đánh giá xu thế và diễn biến của quá trình dịch chuyển dòng chính;
- Đánh giá quá trình biến động các bãi giữa.

6.3 Đánh giá hiện trạng xói, bồi lòng sông trên mặt bằng

6.3.1. Yêu cầu về tài liệu

- Bình đồ lòng sông qua các thời kỳ đo đạc;
- Ảnh viễn thám khu vực phân tích (đã được phân tích, hình vẽ...);
- Ảnh bay chụp khu vực phân tích (đã được phân tích, hình vẽ...).

6.3.2. Tính toán các yếu tố đặc trưng hình thái cơ bản trên mặt bằng

a) Các yếu tố cần phân tích, tính toán:

- Phân tích diễn biến/sự dịch chuyển của đường bờ lở của bờ sông/bãi sông trên mặt bằng;
- Phân tích diễn biến/sự dịch chuyển của đường lạch sâu trên mặt bằng;
- Phân tích diễn biến các bãi giữa.

b) Phương pháp và trình tự thực hiện

- Phân tích diễn biến đường bờ, bãi sông trên mặt bằng/hay là chiều rộng bãi sông;
- + Từ kết quả tính toán các yếu tố cơ bản trên mặt cắt ngang của mục 5.3.5, xác định khoảng cách từ tuyến đề ra đến bờ sông ở cả bờ trái (B_t) và bờ phải (B_p);
- + Trường hợp khoảng cách giữa các mặt cắt ngang lớn, khi đó hiện trạng đường bờ sông giữa các mặt cắt cần dựa vào các bản đồ/sơ đồ, các bản đồ/sơ đồ là kết quả được xác định từ phân tích ảnh viễn thám, ảnh bay chụp (đã phân tích, điều vẽ lên bản đồ), sau đó xác định bổ sung các mặt cắt ngang và cuối cùng xác định khoảng cách từ tuyến đề ra đến bờ sông ở cả bờ trái (B_t) và bờ phải (B_p) tương tự như trên.
- Phân tích diễn biến/sự dịch chuyển đường lạch sâu trên mặt bằng.
- + Từ kết quả tính toán các yếu tố cơ bản trên mặt cắt ngang của mục 5.3.5, xác định khoảng cách từ tuyến đề ra đến lạch sâu ở từ đề trái (L_t) và đề phải (L_p);
- + Trường hợp khoảng cách giữa các mặt cắt ngang lớn, khi đó cần kết hợp với số liệu đo đạc xác định tuyến lạch sâu (mặc dù trong thực tế rất ít khi có số liệu lịch sử hoặc có điều kiện đo đạc). Do vậy thường dựa vào công tác điều tra nhân dân/cơ quan quản lý để xác định xu thế biến động lạch sâu ở các thời kỳ trước.

c) Về trình bày hình vẽ và bảng kết quả phân tích

Mẫu bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình lòng sông trên mặt bằng tham khảo phụ lục bảng C.4.

d) Báo cáo đánh giá hiện trạng xói, bồi lòng sông trên mặt bằng.

b) Tùy thuộc vào đặc điểm, mức độ, yếu tố gây biến đổi đường bờ và vùng cửa sông cũng như mục đích, đối tượng cần đo đạc, khảo sát mà xây dựng nhiệm vụ đo đạc, khảo sát phục vụ đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông.

c) Tùy thuộc vào mục đích, yêu cầu về độ chính xác của số liệu đo đạc mà có thể thu thập số liệu mực nước triều hay tổ chức đo đạc mực nước triều đồng thời với đo đạc diễn biến. Nếu chỉ khảo sát sơ bộ xu thế diễn biến bờ biển, cửa sông thì có thể sử dụng số liệu mực nước triều thu thập ở khu vực khảo sát hoặc vùng lân cận. Còn khi cần phải đo đạc chính xác vị trí đường bờ, mặt cắt ngang bãi biển; mặt cắt ngang và mặt cắt dọc cửa sông và địa hình đáy vùng cửa sông thì phải đo đạc mực nước triều đồng thời với đo đạc diễn biến để hiệu chỉnh kết quả đo đạc diễn biến theo mực nước triều.

d) Có thể tiến hành đơn lẻ hoặc kết hợp nhiều phương pháp, công cụ đo đạc khảo sát diễn biến bờ biển và cửa sông khác nhau như đo đạc mặt cắt ngang, cắt dọc bằng phương pháp thủ công, dùng mia và máy định vị, khảo sát địa hình dưới nước bằng máy đo sâu hồi âm kết hợp với thiết bị định vị, hay các phương pháp hiện đại quan trắc diễn biến đường bờ, cửa sông bằng ảnh vệ tinh phân giải cao, bằng hệ thống video-camera, bằng hệ thống lidar, không ảnh... để đảm bảo độ chính xác và tin cậy của kết quả khảo sát.

e) Kết quả thể hiện công tác đo đạc phải đảm bảo về khối lượng, chất lượng theo đề cương yêu cầu của đơn vị đặt hàng. Tỷ lệ và số lượng bản vẽ, số trang trình bày phải thỏa mãn yêu cầu của nhiệm vụ khảo sát và tuân thủ các tiêu chuẩn, quy trình, quy phạm. Ngoài báo cáo thuyết minh còn có hồ sơ khảo sát và các phụ lục kèm theo hồ sơ.

7.1.2. Yêu cầu về nội dung khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông

Nội dung khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông phải đảm bảo khoa học, hiệu quả và phản ánh được đúng, đầy đủ và chính xác các diễn biến của bờ biển và cửa sông. Do đó, nội dung quy trình khảo sát bờ biển phải đảm bảo các yêu cầu sau:

a) Khảo sát được sự thay đổi của vị trí đường bờ do tác động của bão, lũ hoặc do sa bồi trong mùa kiệt ở vùng cửa sông, ven biển, hay do ảnh hưởng của chế độ gió mùa;

b) Khảo sát được sự thay đổi của mặt cắt ngang bãi biển do tác động của bão, lũ và do tác động của chế độ gió mùa;

c) Khảo sát được sự thay đổi của địa hình đáy biển ven bờ, địa hình đáy vùng cửa sông (bao gồm các cồn ngầm và lạch sâu) do tác động của bão, lũ, hiện tượng sa bồi ở cửa sông trong mùa kiệt và các hiện tượng thời tiết bất thường khác và do tác động của chế độ gió mùa;

d) Khảo sát được sự thay đổi của địa hình đáy biển ven bờ và vùng cửa sông và vị trí đường bờ vùng cửa sông, ven biển do ảnh hưởng của việc xây dựng các công trình ở cửa sông, ven biển như mỏ hàn, đê ngăn cát, giảm sóng, đê ngầm, đê chắn sóng xa bờ, ...

e) Đánh giá sơ bộ được các tác động của bão, lũ, hiện tượng sa bồi ở cửa sông trong mùa kiệt, gió mùa tới các diễn biến ở vùng cửa sông, bờ biển (trong trường hợp cần thiết).

7.1.3. Lựa chọn loại hình khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông

- Đối với khảo sát diễn biến bờ biển, có 3 loại hình khảo sát sau: 1) Đo đạc vị trí đường bờ biển; 2) Đo đạc mặt cắt ngang bãi biển và 3) Đo đạc bình đồ địa hình đáy biển tại vùng ven bờ.
- Đối với khảo sát diễn biến cửa sông, có 4 loại hình khảo sát diễn biến sau: 1) Đo đạc vị trí đường bờ vùng cửa sông; 2) Đo đạc mặt cắt ngang cửa sông; 3) Đo đạc mặt cắt dọc cửa sông (mặt cắt dọc đi qua lạch chính của cửa sông) và 4) Đo đạc bình đồ địa hình đáy biển vùng cửa sông;
- Tùy theo mục đích, yêu cầu của việc khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông và đặc điểm, tính chất của quá trình diễn biến bờ biển, cửa sông, hình thái vùng cửa sông, bờ biển mà lựa chọn loại hình khảo sát diễn biến cho phù hợp.
- Đối với khảo sát diễn biến bờ biển, cần thu thập, hoặc đo đạc đồng bộ các yếu tố mực nước triều, sóng (chiều cao sóng, chu kỳ sóng, hướng sóng), dòng chảy ven bờ (hướng và vận tốc), đặc trưng của bùn cát ở bãi biển (phần trên bãi biển và phần bên dưới mực nước triều) để phục vụ đánh giá diễn biến bờ biển
- Đối với khảo sát diễn biến cửa sông, ngoài thu thập các yếu tố mực nước, sóng, dòng chảy ven bờ, đặc trưng của bùn cát cửa sông thì còn cần thu thập thêm các số liệu về lưu lượng sông đổ ra cửa sông và đặc trưng bùn cát lơ lửng của dòng chảy sông.
- Trường hợp đoạn bờ biển, vùng cửa sông cần khảo sát có diễn biến xói lở, bồi tụ không lớn và mức độ diễn biến không nghiêm trọng, xu thế diễn biến khá rõ theo thời gian, đường bờ tương đối thẳng, thì chỉ cần khảo sát diễn biến đường bờ thông qua đo đạc vị trí đường bờ biển.
- Trường hợp khu vực khảo sát diễn biến bờ biển, vùng cửa sông có đường bờ tương đối thẳng, không bị che chắn bởi các mũi đá hay đảo, địa hình đáy biển có các đường đồng mức song song với đường bờ, bãi biển biến đổi hình dạng rõ rệt theo mùa (dạng bãi ngang ở các bờ biển miền Trung) thì có thể tiến hành khảo sát diễn biến bờ biển thông qua đo đạc các mặt cắt ngang bãi biển theo chu kỳ mùa. Khoảng cách giữa các mặt cắt ngang được xác định tùy thuộc vào tính chất xói lở, mức độ thay đổi hình dạng của mặt cắt ngang dọc theo tuyến đo và theo yêu cầu của việc đo đạc. Các mặt cắt ngang bãi biển phải vuông góc với tuyến khảo sát và đảm bảo không bị che chắn, cản trở bởi các công trình xây dựng trên bãi biển.
- Trường hợp khu vực bờ biển cần khảo sát diễn biến có đường bờ khúc khuỷu, bị che chắn bởi các mũi đá hoặc đảo, có địa hình đáy biển phức tạp, có các cồn ngầm, bãi cạn hoặc những khu vực đang có diễn biến bờ biển phức tạp thì cần khảo sát diễn biến bờ biển thông qua đo đạc bình đồ địa hình đáy biển vùng ven bờ.
- Trường hợp khu vực cửa sông cần khảo sát diễn biến có địa hình thay đổi phức tạp, lạch chính qua cửa sông thường xuyên thay đổi, dịch chuyển, thì cần khảo sát diễn biến vùng cửa sông thông qua đo đạc bình đồ địa hình vùng cửa sông.

7.1.4. Yêu cầu về các số liệu mực nước, sóng, dòng chảy ven bờ, lưu lượng dòng chảy sông tại khu vực khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông

Để đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông, ngoài việc đo đạc, khảo sát vị trí đường bờ, mặt cắt ngang, địa hình đáy biển ven bờ vùng cửa sông, bờ biển thì cần có các số liệu đồng bộ về mực nước triều, sóng, dòng chảy ven bờ, đặc trưng của bùn cát, lưu lượng dòng chảy sông. Các số liệu này có thể thu thập hoặc được đo đạc đồng bộ với đo đạc, khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông. Thời gian và tần suất đo đạc cần cứ vào yêu cầu của nhiệm vụ đánh giá diễn biến theo quy định hiện hành.

7.2. Quy trình khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển, cửa sông

7.2.1 Quy trình khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển, cửa sông cho khu vực khảo sát lần đầu

Đối với trường hợp khu vực khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển, cửa sông thực hiện lần đầu thì cần tiến hành theo các bước sau:

Bước 1: Thu thập các số liệu, tài liệu có liên quan tới vùng khảo sát

Bước 2: Khảo sát sơ bộ hiện trường tại khu vực dự kiến tiến hành khảo sát

Bước 3: Sơ họa hình thái khu vực khảo sát, đánh giá sơ bộ diễn biến bồi, xói khu vực khảo sát

Bước 4: Xác định, phạm vi khảo sát, thời điểm và chu kỳ khảo sát diễn biến bờ biển.

Bước 5: Xác định tỷ lệ khảo sát và cấp khảo sát địa hình

Bước 6: Lập nhiệm vụ khảo sát (phương án khảo sát, kỹ thuật, thiết bị khảo sát)

Bước 7: Xây dựng hệ thống mốc định vị các mặt cắt ngang khảo sát định kỳ hàng năm, các mốc cao độ, tọa độ gốc trong vùng khảo sát

Bước 8: Tổ chức khảo sát diễn biến bờ biển, cửa sông

Bước 9: Xử lý số liệu sau khi khảo sát và lập báo cáo khảo sát

7.2.2. Quy trình khảo sát đo đạc diễn biến bờ biển cho khu vực khảo sát lặp lại hàng năm

- Các bước khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển, cửa sông cho khu vực khảo sát lặp lại hàng năm tương tự như các bước khảo sát đã nêu ở mục 7.3.1 nhưng chỉ cần thực hiện lại Bước 8 và 9.

- Trước khi thực hiện Bước 8 trong quy trình khảo sát thì cần kiểm tra các mốc định vị các mặt cắt ngang khảo sát định kỳ hàng năm, kiểm tra các mốc cao độ, mốc tọa độ gốc trong vùng khảo sát trước khi tiến hành khảo sát.

- Bước 9, xử lý số liệu đo đạc đo lặp hàng năm, cần so sánh kết quả đo đạc địa hình, đo đạc các mặt cắt ngang, mặt cắt dọc và đo đạc vị trí đường bờ với các số liệu đo đạc ở lần trước, hoặc ở mùa trước để xác định rõ phạm vi bồi, xói; tốc độ bồi, xói và thể tích bồi, xói và thể hiện các kết quả so sánh này lên bình đồ và bản vẽ mặt cắt ngang.

7.3. Nội dung khảo sát địa hình bờ biển, cửa sông

7.3.1 Thu thập tài liệu, chuẩn bị khảo sát hiện trường

- Thu thập các số liệu, tài liệu, bản đồ, bình đồ, mặt cắt ngang bãi biển, vị trí đường bờ, ảnh vệ tinh trong quá khứ có liên quan tới diễn biến bờ biển tại khu vực dự kiến khảo sát để phục vụ công tác xác định sơ bộ lịch sử diễn biến xói lở, bồi tụ của khu vực dự kiến khảo sát.
- Thu thập, phân tích sơ bộ các số liệu mực nước triều, sóng, dòng chảy ở khu vực khảo sát, số liệu dòng chảy sông ở vùng cửa sông.
- Trước khi khảo sát trực quan tại hiện trường, cần nghiên cứu các văn bản liên quan đến nhiệm vụ khảo sát, xác định trên bản đồ các điểm khống chế chủ yếu của nhiệm vụ khảo sát (điểm đầu, điểm cuối, các điểm trung gian bắt buộc, các vùng cấm, vùng tránh v.v...).
- Xác định sơ bộ các phương án tuyến khảo sát lên bản đồ tỷ lệ từ 1:25000 đến 1:50000
- Sơ bộ phân đoạn khảo sát theo đặc điểm tự nhiên và đặc điểm diễn biến hình thái của từng đoạn bờ biển, vùng cửa sông.

Tuyến khảo sát diễn biến cửa sông, bờ biển

- Tuyến khảo sát ở vùng cửa sông, bờ biển được bố trí song song với đường bờ trung bình tại khu vực khảo sát, nằm bên trong đất liền. Tuyến khảo sát phải đảm bảo không chịu ảnh hưởng của hiện tượng xói lở, bồi tụ cũng như các hoạt động dân sinh ở khu vực khảo sát.
- Trên tuyến khảo sát, cần tiến hành phân đoạn khảo sát theo đặc điểm tự nhiên và đặc điểm diễn biến hình thái của bờ biển và vùng cửa sông.
- Trên tuyến khảo sát cần bố trí các mốc cao độ, mốc tọa độ, mốc cố định đánh dấu vị trí của các mặt cắt ngang bãi biển sẽ tiến hành khảo sát, đo đạc định kỳ hàng năm.

7.3.2 Khảo sát hiện trường

- Nhiệm vụ của khảo sát hiện trường là đối chiếu bản đồ với thực địa, bổ sung thêm các thông tin về các yếu tố địa hình, địa mạo, thủy hải văn, các công trình ở vùng cửa sông, ven biển trong khu vực dự án cũng như các khu vực lân cận, cũng như cập nhật các thiếu sót của bản đồ, qua đó lựa chọn phương án tuyến khả thi để tổ chức khảo sát. Các nội dung chính của khảo sát hiện trường bao gồm:
 - Ghi nhận hiện trạng bờ biển, vùng cửa sông tại thời điểm khảo sát
 - Tìm hiểu tình hình dân cư dọc theo tuyến khảo sát, tìm hiểu về lịch sử diễn biến bờ biển, cửa sông đã xảy ra trong quá khứ, thu thập thông tin về các công trình ven bờ đã xây dựng trong khu vực dự án khảo sát (thời điểm xây dựng, mục đích xây dựng, quy mô, kích thước công trình, các tác động do công trình gây ra ở vùng lân cận...)
 - Xác định ranh giới bãi biển phần trên bờ, xác định phạm vi bãi biển vào mùa hè và mùa đông.

- Xác định các mốc cố định, các vật chuẩn có thể sử dụng để bố trí gùi mốc cao độ và mốc tọa độ khi tiến hành khảo sát diễn biến bờ biển hàng năm.
- Quan sát và phát hiện vị trí các cồn cát ngầm, các bãi cạn, các bãi bồi, các lạch sâu tại hiện trường, so sánh đối chiếu với bản đồ.
- Xác định vị trí các công trình, hạ tầng ven biển quan trọng ở khu vực dự kiến khảo sát và sơ họa lên bản đồ tuyến khảo sát
- Trao đổi với chính quyền địa phương về mục đích của việc khảo sát, thu thập các số liệu có liên quan
- Lập báo cáo khảo sát hiện trường kèm theo các tư liệu, hình ảnh thu nhận được trong quá trình khảo sát.

7.3.3 Sơ họa hình thái vùng khảo sát và đánh giá sơ bộ diễn biến bồi xói

7.3.3.1 Sơ họa hình thái vùng khảo sát

- Từ phương án tuyến khảo sát đã được thể hiện trên bản đồ, kết hợp với kết quả khảo sát tại hiện trường, tiến hành sơ họa hình thái bờ biển, vùng cửa sông. Đánh dấu các phân đoạn khảo sát theo đặc điểm tự nhiên và đặc điểm hình thái của bờ biển, vùng cửa sông.
- Sơ họa các ranh giới của bờ biển và vùng cửa sông (ranh giới dọc bờ, ranh giới về phía đất liền, ranh giới về phía biển, và ranh giới trong vùng cửa sông).
- Đánh dấu vị trí mực nước cao nhất và thấp nhất lên bản sơ họa hình thái bờ biển
- Xác định sơ bộ hướng đường bờ, phạm vi bãi biển vào mùa hè và mùa đông của từng phân đoạn bờ biển (xác định từ bản đồ địa hình thu thập được và từ kết quả khảo sát hiện trường).
- Đánh dấu vị trí có thể bố trí làm mốc cố định để tiến hành khảo sát diễn biến hàng năm
- Đánh dấu, khoanh vùng các cồn ngầm, các bãi cạn, các bãi bồi, các lạch sâu quan sát được trong quá trình đi khảo sát hiện trường.
- Đánh dấu vị trí các công trình, các hạ tầng xây dựng ở vùng cửa sông, ven biển như đê biển, đê bao, cống, kè bảo vệ bờ, cầu cảng, đê ngăn cát, giảm sóng, mỏ hàn, cầu tàu, ... quan sát được trong quá trình khảo sát hiện trường lên bản sơ họa hình thái bờ biển, cửa sông.

7.3.3.2 Đánh giá sơ bộ diễn biến xói lở, bồi tụ khu vực khảo sát

Căn cứ vào các tài liệu, số liệu thu thập được, và qua khảo sát tại hiện trường, tiến hành đánh giá sơ bộ diễn biến xói lở, bồi tụ tại khu vực cần khảo sát. Nội dung đánh giá sơ bộ diễn biến bao gồm:

- Đánh giá sơ bộ diễn biến vùng cửa sông, ven biển theo mùa (mùa gió mùa đông bắc, mùa gió mùa tây nam, mùa khô, mùa lũ). Xác định phạm vi, ranh giới về phía đất liền của bãi biển, vùng cửa sông theo mực nước triều cao, mực nước triều thấp. Xác định sơ bộ sự thay đổi của cao trình bãi biển về mùa hè và mùa đông.

- Đánh giá sơ bộ diễn biến vùng cửa sông, ven biển trước và sau các trận bão, hoặc các trận lũ lớn. Xác định sơ bộ phạm vi, vị trí, mức độ thay đổi của bờ biển, vùng cửa sông gần với các hiện tượng lũ, bão.
- Đánh giá sơ bộ diễn biến vùng cửa sông, ven biển thời kỳ nhiều năm (chu kỳ 5, 10, 20 năm hoặc dài hơn nữa nếu có tài liệu) từ các tài liệu, số liệu thu thập được hoặc từ các ảnh viễn thám thu thập được với độ phân giải tối thiểu là 30m. Xác định những khu vực có thay đổi lớn về hình dạng, vị trí.
- Các nội dung đánh giá sơ bộ diễn biến xói lở, bồi tụ khu vực khảo sát sẽ được đưa vào báo cáo đánh giá diễn biến cửa sông, bờ biển.

7.3.4 Xác định phạm vi, thời gian khảo sát

7.3.4.1 Phạm vi khảo sát bờ biển

- Phạm vi khảo sát diễn biến bờ biển bao gồm phần bãi biển trên cạn và phần bãi biển ngập nước và được xác định như sau:

a) Phạm vi khảo sát theo hướng dọc bờ biển phải lấy rộng hơn so với khu vực cần khảo sát diễn biến bờ biển, mở rộng về cả 2 phía của khu vực cần khảo sát, tới vị trí mà tại đó bãi biển không xảy ra hiện tượng bồi hoặc xói trong những năm trước.

b) Phạm vi khảo sát về phía đất liền được lấy tới điểm gần nhất về phía đất liền không chịu ảnh hưởng của sóng và mực nước triều. Đối với đoạn bờ có đê biển, hoặc có tuyến đường giao thông ven biển thì giới hạn về phía đất liền được lấy đến đỉnh đê biển, hoặc tới mặt đường giao thông, phía biển. Đối với đoạn bờ biển tự nhiên thì giới hạn về phía đất liền được lấy tới giới hạn trên cùng của thềm bãi, nơi có thực vật lâu năm mọc, hoặc đỉnh cồn cát ven biển.

c) Phạm vi khảo sát về phía biển được lấy tới điểm xa nhất trên mặt cắt ngang về phía biển mà tại đó, không có sự thay đổi lớn của đáy biển. Điểm này được cách bờ 1 khoảng bằng 2 lần chiều rộng của dải sóng vỡ (L_b) tương ứng với chiều cao sóng trung bình thời kỳ nhiều năm (H_s) tại khu vực khảo sát diễn biến bờ biển. Đối với những khu vực có diễn biến xói lở bờ biển phức tạp, bãi biển có độ dốc lớn ($> 1/30$) thì có thể mở rộng vùng khảo sát ra phía biển 1 khoảng bằng từ 3 đến 4 lần chiều rộng của dải sóng vỡ (L_b).

d) Chiều rộng của dải sóng vỡ (L_b) là khoảng cách nằm ngang, tính từ mép nước tới điểm sóng bị vỡ do ma sát với đáy biển. Độ sâu tương ứng với điểm sóng bị vỡ gọi là độ sâu sóng vỡ (h_b). Có thể lấy gần đúng độ sâu tại đó sóng bị vỡ (h_b) bằng 0,7 lần chiều cao sóng vỡ H_b ($h_b = 0.7 \times H_b$). Biết độ sâu tại đó sóng bị vỡ (h_b), mực nước biển trung bình và từ hình vẽ mặt cắt ngang bãi biển, thì có thể xác định được chiều rộng của dải sóng vỡ (L_b). Chiều cao sóng vỡ H_b được xác định gần đúng theo công thức của Komar và Gaughan (1972) như sau:

$$H_b = 0,39 \times g^{1/5} (TH_s^2)^{2/5} \quad (4)$$

Các bước đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi bờ biển, cửa sông theo phương ngang bờ

- 1) Thu thập các số liệu đo đạc mặt cắt ngang bãi biển tại 2 hay nhiều thời điểm khác nhau, tương ứng với thời đoạn cần xác định diễn biến bờ biển theo phương ngang.
- 2) Kiểm tra, đánh giá sai số, chỉnh lý các số liệu được thu thập, hoặc được đo đạc để phục vụ đánh giá diễn biến theo phương ngang bờ
- 3) Vẽ các mặt cắt ngang bãi biển lên cùng 1 biểu đồ, xác định đường mực nước trung bình trong thời kỳ đo đạc các mặt cắt ngang bãi biển và thể hiện lên biểu đồ (xem hình B.8).
- 4) Chia mặt cắt ngang bãi biển thành các đoạn tương ứng với các vùng bồi tụ và xói lở. Xác định diện tích bồi xói của từng vùng và trên toàn bộ mặt cắt ngang. Có thể tính toán diện tích bồi xói bằng phương pháp thủ công (ví dụ như phương pháp chia ô, xác định diện tích của từng ô nhỏ) hoặc bằng phần mềm vẽ kỹ thuật chuyên dụng (ví dụ như AutoCAD).
- 5) Xác định phạm vi xói lở, bồi tụ trên mặt cắt ngang theo hướng ngang bờ và giới hạn xa nhất về phía biển mà bãi biển không bị thay đổi.

Trường hợp khi so sánh các mặt cắt ngang trên cùng 1 biểu đồ mà điểm xa nhất của mặt cắt ngang về phía biển vẫn có sự thay đổi thì cần xem xét mở rộng vùng đo đạc mặt cắt ngang về phía biển để đảm bảo mặt cắt ngang đã được đo đạc tới độ sâu không còn diễn biến bồi, xói trên mặt cắt ngang.

Trường hợp cần tính toán thể tích bùn cát bồi xói cho 1 đoạn bờ biển từ số liệu đo đạc mặt cắt ngang trong 1 thời kỳ nào đó thì cần tiến hành đo đạc 1 loạt các mặt cắt ngang, với khoảng cách giữa các mặt cắt ngang tối thiểu là 200 m. Các mặt cắt ngang này cần được đo đạc tại 2 thời điểm đầu và cuối trong thời kỳ cần xác định diễn biến bờ biển.

Công thức tính thể tích bồi, xói cho đoạn bờ biển từ số liệu đo đạc các mặt cắt ngang như sau:

$$V_{bx} = \sum_{i=1}^n L_i \times \frac{(A_i + A_{i+1})}{2} \quad (6)$$

Trong đó:

V_{bx} là thể tích bồi, xói của đoạn bờ biển (m^3);

L_i là khoảng cách giữa 2 mặt cắt (m);

A_i và A_{i+1} là diện tích bồi, xói của mặt cắt ngang thứ i và $i+1$; (m^2)

n là số mặt cắt ngang đo đạc.

Công thức này áp dụng cho đoạn bờ biển có diễn biến mặt cắt ngang tương đối đồng đều, đường bờ thẳng, không có địa hình đáy dị thường. Đối với những đoạn bờ có diễn biến bãi biển và địa hình đáy phức tạp, thì cần khảo sát địa hình đáy biển để xác định thể tích bồi xói.

6) Đánh giá sơ bộ diễn biến bồi, xói mặt cắt ngang theo mùa và theo thời kỳ nhiều năm (tùy thuộc vào mức độ chi tiết của số liệu đo đạc, thu thập được) cho từng đoạn bờ trong khu vực cần đánh giá diễn biến

7) Phân tích sơ bộ các nguyên nhân diễn biến bồi xói của các mặt cắt ngang và của từng đoạn bờ trong khu vực cần đánh giá diễn biến.

8.2.3. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi cho 1 vùng bờ biển, cửa sông trên mặt bằng

- Để đánh giá xu thế diễn biến xói lở, bồi tụ cho 1 vùng cửa sông, vùng bờ biển trên mặt bằng trong 1 thời đoạn nào có thì cần phải thu thập hoặc đo đạc các bình đồ khảo sát địa hình đáy biển tại vùng biển đó vào các thời điểm đầu và cuối của thời đoạn cần đánh giá.

- Các bình đồ sử dụng để đánh giá diễn biến bồi xói cho 1 vùng bờ biển, cửa sông nên có cùng tỉ lệ, phạm vi đo đạc cũng như sử dụng thống nhất cùng 1 hệ lưới chiếu (lưới chiếu quốc gia VN 2000) và sử dụng cùng 1 hệ cao độ.

Các bước đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi cho vùng bờ biển, vùng cửa sông trên mặt bằng

1) Thu thập các số liệu đo đạc bình đồ khảo sát địa hình đáy biển tại 2 hay nhiều thời điểm khác nhau, tương ứng với thời đoạn cần xác định diễn biến cho vùng bờ biển, vùng cửa sông.

2) Kiểm tra, đánh giá sai số, chỉnh lý các bình đồ địa hình được thu thập, hoặc được đo đạc để phục vụ đánh giá diễn biến

3) Chồng chập các bình đồ này lên cùng 1 bình đồ để xác định vị trí, phạm vi bồi tụ và xói lở trên bình đồ trong thời đoạn đánh giá diễn biến (xem hình B.9).

4) Tính toán thể tích các vùng bồi, xói này bằng phần mềm mô hình số độ cao chuyên dụng (ví dụ như ArcGis, Surfer, MapInfo...). Có thể tính toán thể tích bồi xói gần đúng bằng phương pháp thủ công (ví dụ như phương pháp chia vùng bồi xói có cùng cao độ bồi, xói; xác định diện tích bồi, xói của từng vùng và tính thể tích bồi, xói).

5) Đánh giá sơ bộ diễn biến bồi, xói cho vùng bờ biển, vùng cửa sông theo chu kỳ mùa (mùa gió Đông Bắc, mùa gió Tây Nam đối với vùng bờ biển hoặc mùa kiệt, mùa lũ đối với vùng cửa sông) và theo thời kỳ nhiều năm (tùy thuộc vào mức độ chi tiết của số liệu đo đạc, thu thập được)

6) Phân tích sơ bộ các nguyên nhân diễn biến bồi xói của vùng bờ biển, vùng cửa sông.

8.2.4. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi bằng mô hình toán kết hợp với số liệu khảo sát

Đối với những khu vực bờ biển có diễn biến xói, bồi phức tạp, cần đánh giá chi tiết các nguyên nhân, quy luật xói lở thì có thể sử dụng kết hợp Mô hình toán thủy động lực, hình thái với bộ số liệu đo đạc diễn biến bờ biển đã có để tính toán, phân tích đánh giá diễn biến, quy luật xói lở. Mô hình toán thủy động lực, hình thái có thể được hiệu chỉnh, kiểm định bằng bộ số liệu khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển đã có hoặc bằng bộ số liệu diễn biến vị trí đường bờ giải đoán từ ảnh vệ tinh phân giải cao.

8.2.5. Lập báo cáo tổng hợp đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông

- a) Phạm vi đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông;
- b) Thời đoạn đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông;
- c) Mục tiêu, nhiệm vụ đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông;
- d) Mô tả các tài liệu, số liệu phục vụ đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông;
- e) Phân tích, đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông theo chiều dọc;
- f) Phân tích, đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông theo phương ngang (theo mặt cắt ngang);
- g) Phân tích, đánh giá diễn biến bờ biển, cửa sông trên mặt bằng;
- h) Phân tích, đánh giá diễn biến tổng thể cho toàn đoạn bờ biển/vùng cửa sông và Phụ lục các bảng tính và hình vẽ minh họa.

PHỤ LỤC A**(Tham khảo)****CÁC THIẾT BỊ VÀ CÔNG NGHỆ KHẢO SÁT ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN LÒNG SÔNG, BỜ BIÊN****A.1. Các thiết bị và công nghệ khảo sát đánh giá diễn biến lòng sông****A1.1. Công nghệ đo RTK (Real Time Kinematic)**

RTK là viết tắt của Real-Time Kinematic (Đo động thời gian thực) – Là một kỹ thuật được sử dụng để tăng độ chính xác của tín hiệu GPS bằng cách sử dụng một máy thu GPS 2 tần số đặt cố định – gọi là trạm tĩnh (Base Station) để thu và gửi tín hiệu đến máy GPS 2 Tần Số đang chuyển động – gọi là trạm động (Rover Station).

Nguyên lý hoạt động của phương pháp RTK (Real – Time Kinematic):

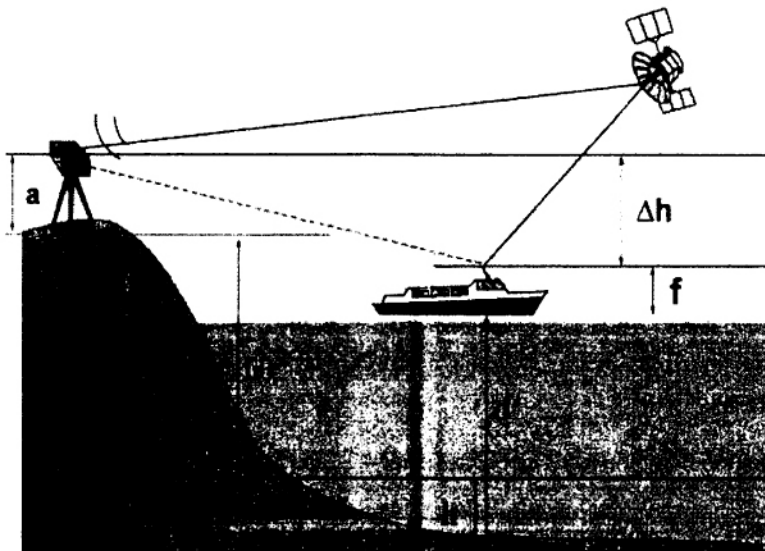
Bộ máy GPS gồm 01 máy tĩnh (BASE) đặt tại điểm gốc (điểm mốc địa chính nhà nước hoặc đường chuyền hạng IV trong công trình), được cài đặt tọa độ điểm gốc (VN-2000) và các tham số tính chuyển từ hệ tọa độ quốc tế WGS-84 về hệ tọa độ VN-2000, có thể một hay nhiều máy động (ROVER) đặt tại điểm cần xác định tọa độ.

Cả hai loại máy đồng thời thu tín hiệu từ vệ tinh, riêng máy tĩnh có hệ thống Radio link liên tục phát ra tín hiệu cải chính giữa hệ tọa độ WGS-84 và hệ tọa độ VN-2000, các ROVER sẽ thu nhận tín hiệu cải chính này để cải chính tọa độ điểm cần xác định trên hệ VN-2000.

Đây là phương pháp đo động xử lý tức thời trên nguyên tắc sử dụng một trạm cơ sở BASE thông qua việc thu định vị vệ tinh nhân tạo tính toán ra một số nguyên đa trị N (có thể hiểu đơn giản là số gia cải chính). Số gia cải chính này sẽ được phát ra và mang tới vị trí đặt các máy di động ROVER nhằm mục đích hiệu chỉnh vị trí các máy di động để đạt được độ chính xác cao.

Đo đạc khảo sát bình đồ cho đoạn sông, cửa sông, bãi sông, bờ biển và cù lao bằng công nghệ RTK nhận thấy thời gian đo ngoài thực địa được rút ngắn, cách đo vẽ bằng công nghệ RTK rất đơn giản, khả năng đo chi tiết ở khoảng cách khá lớn, trạm máy ít phải di chuyển nên tốc độ đo nhanh hơn, nhân lực và chi phí về nhân lực giảm mang lại hiệu quả lớn về mặt kinh tế. Sự ưu việt của công nghệ GPS RTK với những phương pháp đo đạc truyền thống trước đây đặc biệt trong điều kiện địa hình bị khó đi lại mà các thiết bị đo đạc thông thường gặp rất nhiều khó khăn.

Hiện nay, kỹ thuật đo RTK được ứng dụng trong lĩnh vực đo sâu hồi âm dùng kỹ thuật DGPS, trị đo pha sóng tải. Kỹ thuật RTK cung cấp cả vị trí mặt bằng và độ cao chính xác của anten ở ngay thời điểm đo. Điều này giúp tránh được những khuyết điểm của quá trình xác định độ sâu bằng đo mực nước và nâng cao đến mức tối đa độ chính xác của quá trình khảo sát bình đồ.



Hình A1: Đo sâu kết hợp với RTK

Trong đó:

- + Δh là độ chênh cao giữa hai anten trạm cơ sở và trạm động, được xác định bằng RTK với độ chính xác vài cm.
- + a là chiều cao anten của trạm cơ sở so với mốc, được đo bằng thước với độ chính xác khoảng 5mm.
- + h_0 là độ cao của mốc so với mặt ellipsoid tham khảo (giả sử không sai số).
- + f là chiều cao anten của trạm động so với đầu đo của máy đo sâu hồi âm, được đo bằng thước với độ chính xác cm.
- + d là độ sâu của đáy, đo được bằng máy đo sâu hồi âm.
- + h là độ cao đáy sông, được tính theo công thức: $h = h_w - d$
- + Với: $h_w = h_0 + a - \Delta h - f$
- + h_w là độ cao tức thời của mực nước tại thuyền ở thời điểm đo.

Các quy định khi sử dụng phương pháp RTK:

- Điểm khởi đo (trạm tĩnh) của lưới phải có độ chính xác từ ĐC trở lên. (Nên chọn điểm khởi đo ở vị trí cao, thông thoáng, thuận tiện cho việc đặt máy).
- Khoảng cách từ trạm tĩnh đến điểm cần xác định tọa độ (trạm động) không lớn hơn 12 km.

Các thông số kỹ thuật phải đảm bảo:

- + Số vệ tinh: $S_{vs} \geq 4$
- + Chế độ trạng thái (lời giải) Status: Fixd

– Đối với các khu vực đo chi tiết áp dụng công nghệ RTK thì không cần thành lập lưới đo vẽ các cấp. Kết quả đo được trút vào máy tính và lưu file làm kết quả đo chi tiết.

A1.2. Công nghệ DRONE (FLYCAM)

Các thiết bị drone hiện nay có thể bay được ở nhiều độ cao khác nhau. Và với khả năng bay chụp ở độ cao dưới từ 300 mét trở xuống, ảnh chụp từ drone sẽ đạt được độ phân giải cao (từ 12 cm đến 3 cm cho mỗi pixel).

Không ảnh chụp từ drone cũng không bị vướng mây, nhược điểm mà ảnh vệ tinh hay mắc phải.

Thuật toán xử lý không ảnh từ drone luôn được phát triển và đổi mới, giúp cho các kết quả ảnh mặt bằng đạt được độ chính xác cao (lên đến 5cm) phù hợp với các tiêu chuẩn đo vẽ bình đồ địa hình mặt đất.

Công nghệ phần mềm xử lý ảnh chụp từ drone rất đa dạng. Mỗi phần mềm đều có một thế mạnh riêng.

A2. Thiết bị khảo sát diễn biến đáy biển

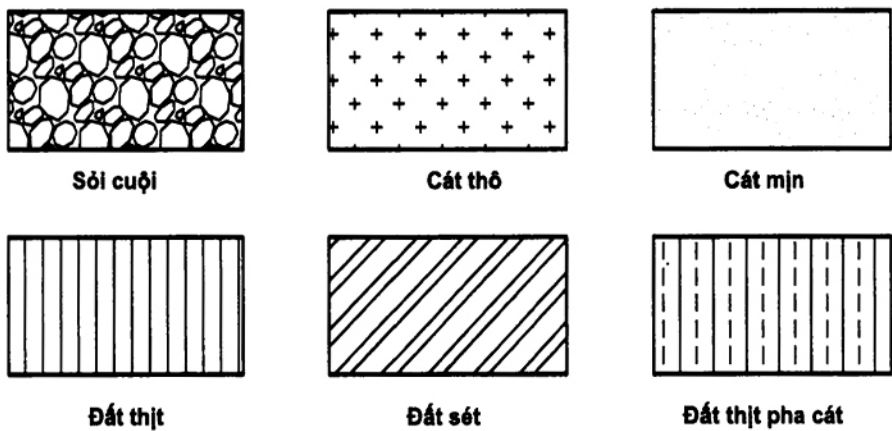
1. Máy GPS/GNSS hoặc RTK: độ chính xác mặt bằng $\leq \pm 3\text{m}$, độ chính xác độ cao (khi xác định độ cao bằng công nghệ RTK) $\leq 0,10\text{m}$.
2. SBES. (Single Beam Echo-sounder): Máy đo sâu hồi âm đơn tia, độ phân giải đo sâu $\leq 3\text{cm}$, độ chính xác đo sâu $\leq (10\text{cm} + 0,1\% h)$. Trong đó: h là độ sâu tính bằng m.
3. MBES. (Multi Beam Echo-sounder): Máy đo sâu hồi âm đa tia, độ phân giải đo sâu $\leq 3\text{cm}$, độ chính xác đo sâu $\leq (10\text{cm} + 0,1\% h)$. Trong đó: h là độ sâu tính bằng m. Góc tia đảm bảo được vệt quét tại đáy biển phân biệt được vật có kích thước $\geq 2,5\text{m}$.
4. Máy cảm biến sóng: độ chính xác đo sóng $\pm 5\text{cm}$, dài đo sóng $\geq 5\text{m}$, độ chính xác góc nghiêng $\leq 0,25^\circ$, dài đo góc nghiêng $< 0,30^\circ$.
5. Máy đo tốc độ âm thanh: khoảng đo từ 1350m/s đến 1900m/s, độ chính xác $\pm 0,25\text{m/s}$.
6. Máy đo tốc độ âm thanh bề mặt (khi sử dụng MBES);
7. La bàn: độ chính xác đo hướng $\pm 0,20$.
8. Máy tính chuyên dụng: cấu hình tối thiểu phải thỏa mãn các yêu cầu của phần mềm khảo sát, có đủ số cổng để kết nối thiết bị.
9. Phần mềm chuyên dụng.
10. Các thiết bị phụ trợ liên quan:
 - a) Máy định vị vệ tinh dùng đo GNSS tĩnh;
 - b) Máy định vị vệ tinh dùng đo GNSS động;
 - c) Bộ thiết bị RTK dùng đo GNSS động thời gian thực;
 - d) Máy và mia thủy chuẩn;

TCVN 8303:2022

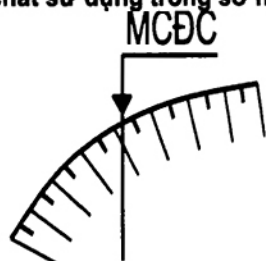
đ) Máy toàn đạc điện tử;

e) Sào đo sâu.

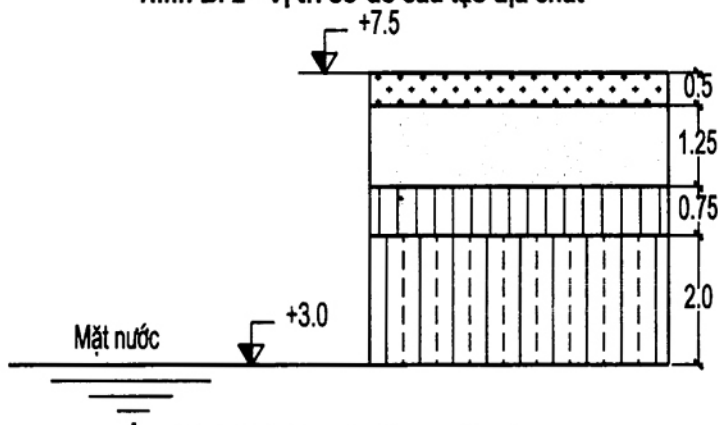
PHỤ LỤC B
(Tham khảo)
HÌNH VẼ



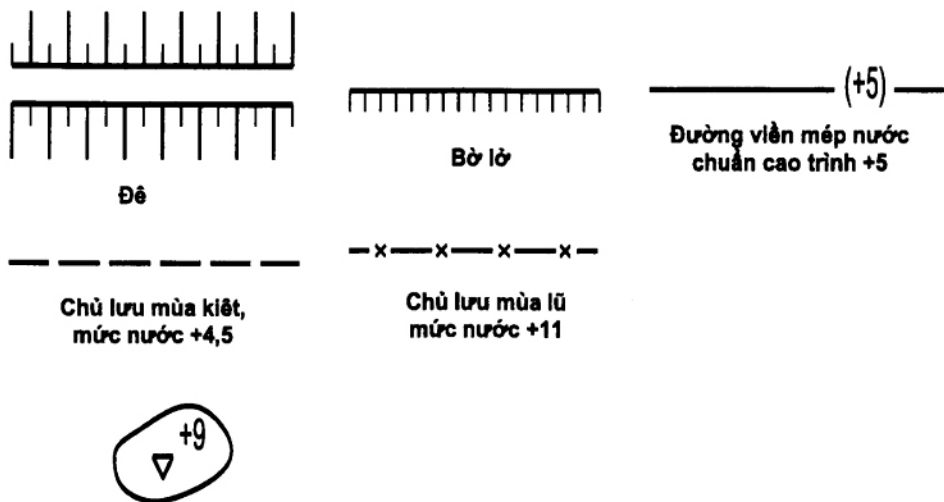
Hình B.1- Ký hiệu địa chất sử dụng trong sơ họa diễn biến lòng sông



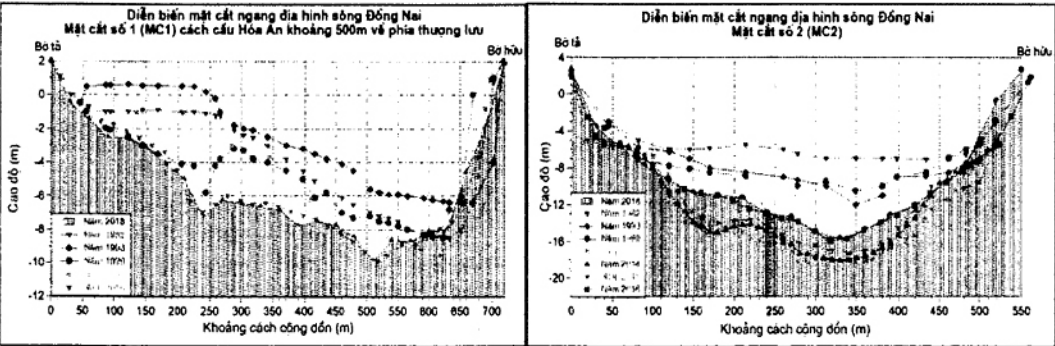
Hình B. 2 - Vị trí sơ đồ cấu tạo địa chất



Hình B.3- Sơ đồ cấu tạo địa tầng

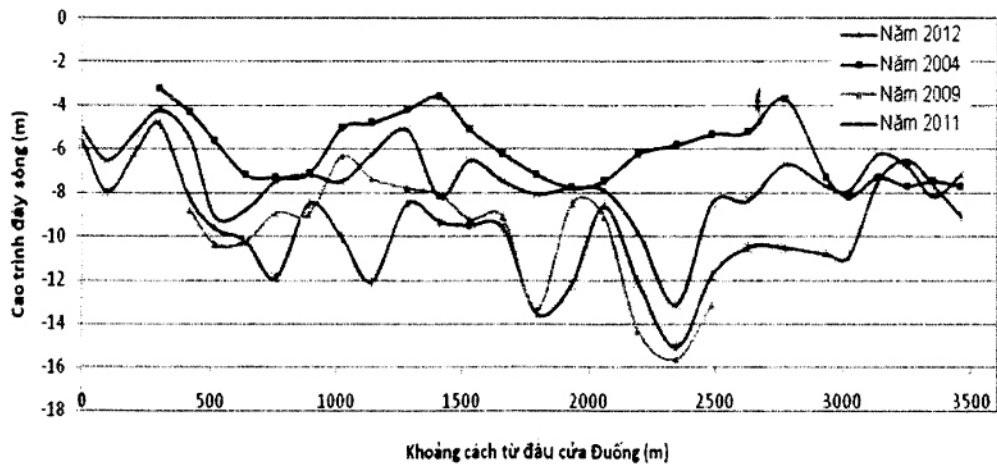


Hình B.4 - Các ký hiệu dùng trong bản đồ sơ họa.

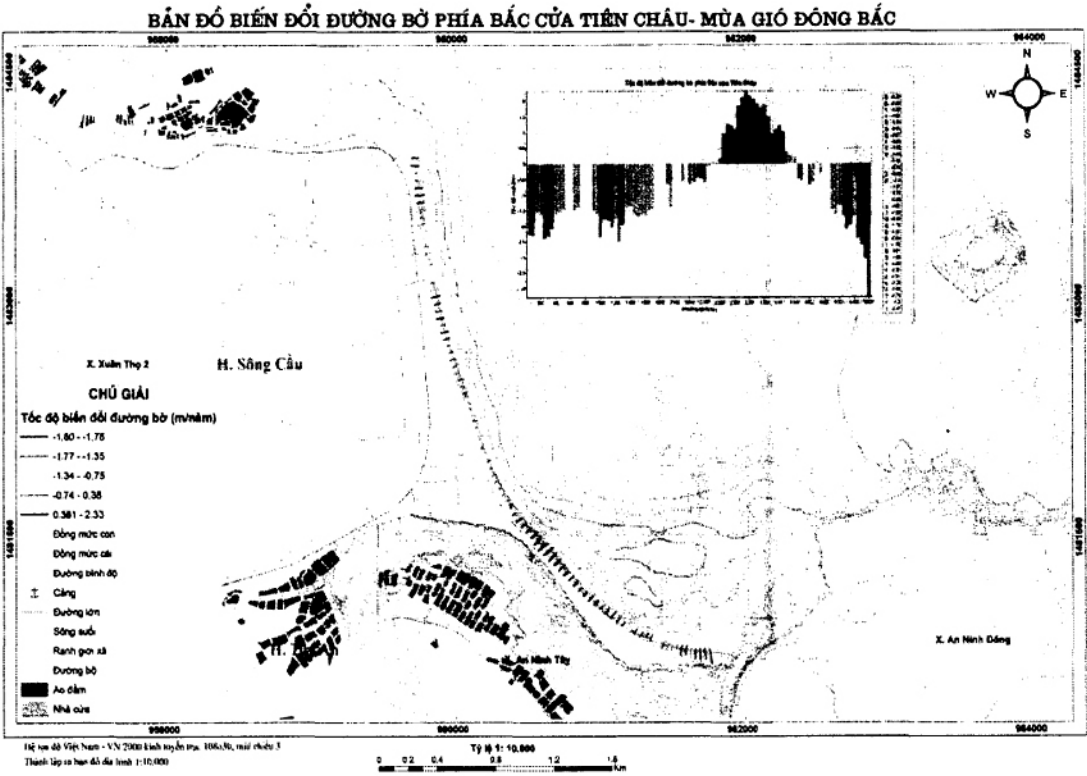


Hình B.5 – So sánh diễn biến mặt cắt ngang sông

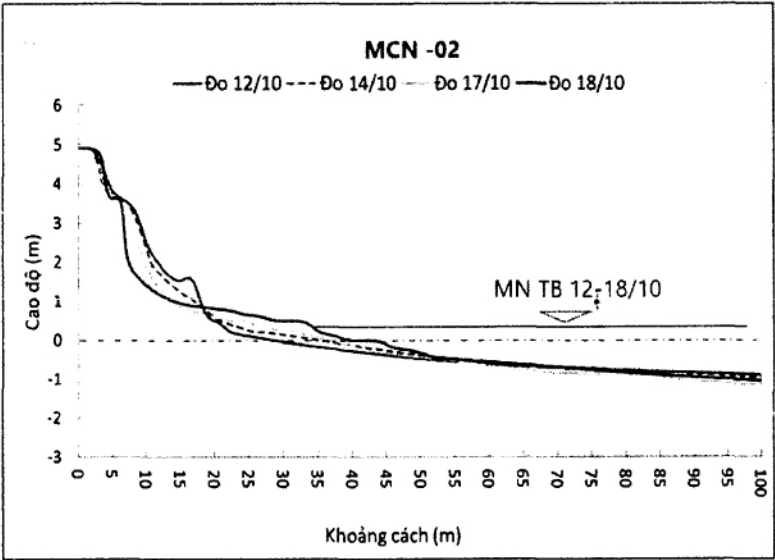
Biến đổi mặt cắt dọc đoạn cửa vào sông Đuống
Giai đoạn 2004 - 2012



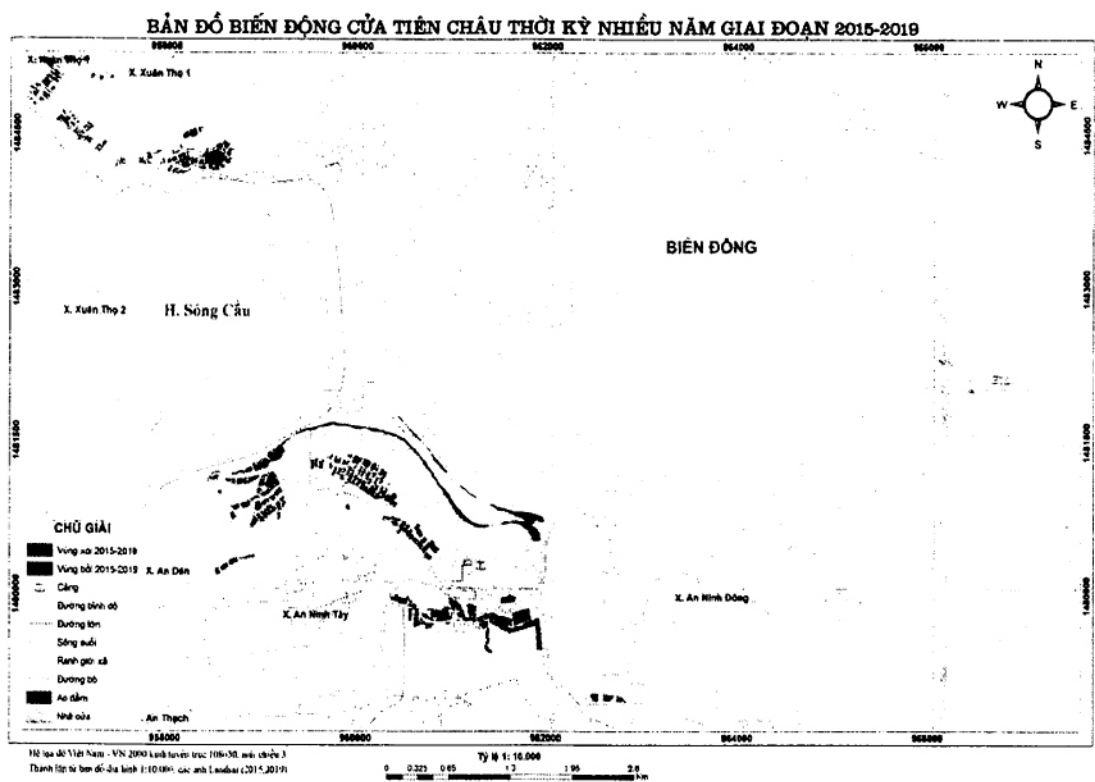
Hình B.6: So sánh diễn biến cao độ thấp nhất và trung bình đáy sông theo chiều dọc



Hình B.7. Bản đồ thể hiện mức độ dịch chuyển của đường bờ (đơn vị là m) dọc theo bờ biển.



Hình B.8. Đánh giá diễn biến bờ biển theo phương ngang bờ trước và sau 1 trận bão



Hình B.9. Bản đồ thể hiện vùng bồi, xói dọc theo bờ biển.

PHỤ LỤC C
(Tham khảo)
BẢNG BIỂU

Bảng C1: Mẫu bảng phân tích và tính toán các yếu tố và đặc trưng địa hình trên mặt cắt ngang

Sông / Mặt cắt	Năm đo	S_{MC}	B_b	Z_b	Z_d	Z_{tb}	H_d	H_{tb}	L_T	L_P	D_P	D_T
		(m^2)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
MC1	2005											
	2010											
	2015											
MC2	2005											
	2010											
	2015											

Giải thích ký hiệu:

- MC1: Mặt cắt đo đặc cố định
- S_{MC} : Tổng diện tích mặt cắt ngang lòng chính;
- B_b : Chiều rộng mặt cắt ngang lòng chính (giữa 2 bờ sông);
- Z_b : Cao độ bờ sông (tương đương cao độ khu vực mép bãi sông);
- Z_d : Cao độ đáy sông thấp nhất;
- Z_{tb} : Cao độ trung bình đáy sông;
- H_{max} : Chiều sâu lớn nhất;
- H_{tb} : Chiều sâu trung bình;
- L_T và L_P : Khoảng cách từ bờ trái và bờ phải sông đến lạch sâu;
- D_T và D_P : Khoảng cách từ đê trái và đê phải sông đến lạch sâu.

Bảng C2: Mẫu bảng phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều ngang

Sông / Mặt cắt	Năm đo	B_b	ΔB_b	S_{MC}	S_b	S_x	ΔS	Z_b	ΔZ_b	Z_d	Z_{tb}	ΔZ_d	ΔZ_{tb}
		(m)	(m)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m^2)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
MC1													
MC2													

Giải thích ký hiệu:

- MC1: Mặt cắt đo đặc cố định
- ΔB_b : Chênh lệch chiều rộng mặt cắt ngang

TCVN 8303:2022

- S_b và S_x : Phần diện tích bồi và phần diện tích xói;
- ΔS : Chênh lệch hay sự biến đổi về diện tích mặt cắt ngang giữa các năm/thời kỳ
- ΔZ_b : Chênh lệch cao độ bờ sông
- ΔZ_d và ΔZ_b : Chênh lệch cao độ thấp nhất đáy sông (lạch sâu) và cao độ trung bình đáy sông

Bảng C3: Mẫu bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều dọc sông

Năm/thời kỳ	Các đặc trưng địa hình	Mặt cắt				
		MC1	MC2	MC3	MC..	MC ..
2000	Z_b (m)					
	Z_d (m)					
	Z_{tb} (m)					
	S_{MC} (m ²)					
2002	Z_b (m)					
	Z_d (m)					
	Z_{tb} (m)					
	S_{MC} (m ²)					
2004	Z_b (m)					
	Z_d (m)					
	Z_{tb} (m)					
	S_{MC} (m ²)					
Khoảng cách cộng dồn (km)		0	l_1	l_2	l_3	l_n

Giải thích ký hiệu:

- MC1: Mặt cắt đo đạc cố định
- Z_b : Cao độ bờ sông
- Z_d : Cao độ lạch sâu
- Z_{tb} : Cao độ trung bình đáy sông
- S_{MC} : Diện tích mặt cắt ngang
- l_n : Khoảng cách cộng dồn tính từ mặt cắt đầu tiên

Bảng C4: Mẫu bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình lòng sông trên mặt bằng

Năm/thời kỳ	Các đặc trưng địa hình	Mặt cắt						
		MC1	MC1a	MC2	MC2a	MC3	MC..	MC..
2000	B_P (m)							
	B_T (m)							
	L_P (m)							
	L_T (m)							
2000	B_P (m)							
	B_T (m)							
	L_P (m)							
	L_T (m)							

Bảng C.4- Kết thúc

Năm/thời kỳ	Các đặc trưng địa hình	Mặt cắt						
		MC1	MC1a	MC2	MC2a	MC3	MC..	MC..
2000	B_P (m)							
	B_T (m)							
	L_P (m)							
	L_T (m)							
Khoảng cách cộng dồn (km)		0	l_1		l_2	...	l_3	l_n

Giải thích ký hiệu:

- MC1: Mặt cắt đo đạc cố định
- MC1a: Mặt cắt xác định bổ xung (từ kết quả phân tích diễn biến trên mặt bằng dựa trên phân tích số liệu viễn thám và ảnh bay chụp hoặc các quan trắc khác...).
- B_P và B_T : khoảng cách từ tuyến đề ra bờ sông (chiều rộng bãi sông) ở bờ phải và bờ trái
- L_P và L_T : khoảng cách từ tuyến đề ra đến lạch sâu ở bờ phải và bờ trái

Bảng C5: Mẫu bảng phân tích diễn biến mặt cắt ngang và thể tích trung bình của toàn đoạn sông/sông

Yếu tố	Năm/ giai đoạn			
	2000	2005	2010	2015...
S_{tb-all} (m^2) so với 2000				
ΔS_{tb-all} (m^2) giữa các năm/ giai đoạn				
W_{tb-all} ($10^6 m^3$) so với 2000				
ΔW_{tb-all} ($10^6 m^3$) giữa các năm/giai đoạn				

Giải thích ký hiệu:

- S_{tb-all} : Diện tích mặt cắt ngang trung bình cho từng năm/từng thời kỳ trên toàn đoạn sông/sông;
- ΔS_{tb-all} : Chênh lệch diện tích mặt cắt ngang trung bình (ΔS_{tb-all}) giữa năm/thời kỳ so với năm chuẩn trên toàn đoạn sông/sông;
- W_{tb-all} : Thể tích lòng sông cho từng năm/từng thời kỳ so sánh trên toàn đoạn sông/sông;
- ΔW_{tb-all} : Chênh lệch về thể tích lòng sông giữa các năm (ΔW_{tb-all}) hay tổng lượng bồi/ xói so với năm gốc so sánh trên toàn đoạn sông/sông;
- Khi giá trị ΔS_{tb-all} , ΔW_{tb-all} âm (-): lòng sông bị xói

Bảng C6: Mẫu bảng phân tích diễn biến cao độ đáy sông trung bình trên toàn đoạn sông/sông

Yếu tố	Năm/giai đoạn			
	2000	2005	2010	2015
$Z_{\min-\text{all}}$ (m) so với 2000				
$\Delta Z_{\min-\text{all}}$ (m) giữa các năm/ giai đoạn				
$Z_{\text{tb}-\text{all}}$ (m) so với 2000				
$\Delta Z_{\text{tb}-\text{all}}$ (m) giữa các năm/ giai đoạn				

Giải thích ký hiệu:

- $Z_{\min-\text{all}}$: Cao độ đáy sông thấp nhất, tính trung bình cho từng năm/từng thời kỳ trên toàn đoạn sông/sông;
- $\Delta Z_{\min-\text{all}}$: Chênh lệch cao độ đáy sông thấp nhất, tính trung bình cho từng năm/từng thời kỳ trên toàn đoạn sông/sông;
- $Z_{\text{tb}-\text{all}}$: Cao độ trung bình của đáy sông, tính trung bình cho từng năm/từng thời kỳ trên toàn đoạn sông/sông;
- $\Delta Z_{\text{tb}-\text{all}}$: Chênh lệch cao độ trung bình của đáy sông, tính trung bình cho từng năm/từng thời kỳ trên toàn đoạn sông/sông;
- Khi giá trị $\Delta Z_{\min-\text{all}}$, $\Delta Z_{\text{tb}-\text{all}}$ âm (-): lòng sông bị xói/hạ thấp

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] QCVN 11:2008/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới độ cao.
- [2] QCVN 04 : 2009/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới tọa độ.
- [3] QCVN 47:2012/BTNMT: Quan trắc thủy văn
- [4] 14 TCN 4-2003 Tiêu chuẩn thành phần nội dung, khối lượng điều tra khảo sát và tính toán khí tượng thủy văn các gia đoạn lập dự án và thiết kế công trình thủy lợi.
- [5] QCVN 11:2008/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về Xây dựng lưới độ cao
- [6] 94 TCN 8-2006: Quy phạm quan trắc hải văn ven bờ.
- [7] TCVN 8303 : 2009 về quy trình sơ họa diễn biến lòng sông
- [8] 24/2010/TT-BTNMT: Quy định về đo đạc, thành lập bản đồ địa hình đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm đa tia.
- [9] 68/2015/TT-BTNMT Quy định kỹ thuật đo đạc trực tiếp địa hình phục vụ thành lập bản đồ địa hình và cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 do Bộ trưởng Bộ tài nguyên và môi trường ban hành
- [10] 63/2017/TT-BTNMT: Quy định kỹ thuật đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1:5000
- [11] 1790/QĐ-BTNMT: Ban hành và công bố danh mục các điểm có giá trị đặc trưng mực nước triều vùng ven biển và 10 đảo, cụm đảo lớn của Việt Nam; bản đồ đường mép nước biển thấp nhất trung bình trong nhiều năm và đường ranh giới ngoài cách đường mép nước biển thấp nhất trung bình trong nhiều năm một khoảng cách 03 hải lý vùng ven biển Việt Nam.
- [12] Sổ tay Hướng dẫn khảo sát, thiết kế và thi công các mẫu thiết kế và phương pháp lựa chọn công trình bảo vệ bờ, sản phẩm của Đề tài KHCN 'Nghiên cứu đánh giá các giải pháp công nghệ chống xói lở bờ biển đã được áp dụng và đề xuất các giải pháp công nghệ phù hợp cho một số vùng trọng điểm miền Trung'.
- [13] Đề tài tiềm năng KC08.TN04/11-15: Nghiên cứu đề xuất công nghệ quan trắc, đo đạc diễn biến theo mùa cho các cửa sông khu vực Miền Trung Việt Nam.
- [14] Đề tài hướng dẫn khảo sát, phân tích diễn biến lòng dẫn sông Hồng Thái Bình do phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia chủ trì.
- [15] Giới thiệu về phương pháp đo đạc RTK (Real Time Kinematic) của một số công ty thiết bị và tư vấn khảo sát của Việt Nam, 2013 – 2017.