

DỰ THẢO

TCVN : 2021

Xuất bản lần 1

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

(Preliminary survey and assessment process of fluvial and coastal morphology)

HÀ NỘI - 2021

Mục lục

| | Trang |
|---|-------|
| 1. Phạm vi áp dụng | 4 |
| 2. Tài liệu viện dẫn | 4 |
| 3. Giải thích thuật ngữ và các từ viết tắt..... | 5 |
| 4. Nguyên tắc chung | 8 |
| 4.1. Hệ tọa độ | 8 |
| 4.2. Hệ cao độ | 9 |
| 4.3. Thành phần, khối lượng và hồ sơ khảo sát, đánh giá diễn biến lòng sông, bờ biển | 9 |
| 4.3.1. Đề cương khảo sát địa hình..... | 9 |
| 4.3.2. Thành phần, nội dung khảo sát địa hình lòng sông, bờ biển phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông, bờ biển..... | 9 |
| 5. Quy trình khảo sát, đánh giá diễn biến lòng sông | 10 |
| 5.1. Yêu cầu đối với người làm công tác khảo sát đánh giá, diễn biến lòng sông..... | 10 |
| 5.2. Yêu cầu quy trình khảo sát địa hình phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông..... | 10 |
| 5.3. Yêu cầu quy trình đánh giá diễn biến lòng sông..... | 11 |
| 5.4. Nội dung quy trình khảo sát, đánh giá diễn biến lòng sông..... | 11 |
| 5.4.1. Công tác chuẩn bị..... | 11 |
| 5.4.2. Nguyên tắc xác định đoạn sông, tuyến sông trong điều tra khảo sát trực quan hiện trường..... | 12 |
| 5.4.3. Quy trình khảo sát địa hình lòng sông phục vụ đánh giá diễn biến xói, bồi, xói bồi xen kẽ..... | 13 |
| 5.4.4. Quy trình đánh giá diễn biến diễn biến xói, bồi, xói bồi xen kẽ trên cơ sở tài liệu khảo sát địa hình..... | 22 |
| 6. Quy trình khảo sát, đánh giá diễn biến bờ biển..... | 27 |
| 6.1. Yêu cầu đối với người làm công tác khảo sát đánh giá diễn biến bờ biển..... | 27 |
| 6.2. Yêu cầu quy trình khảo sát, đánh giá diễn biến bờ biển..... | 27 |
| 6.2.1. Những quy định chung..... | 27 |
| 6.2.2. Yêu cầu về quy trình khảo sát diễn biến bờ biển..... | 28 |
| 6.2.3. Yêu cầu đo mực nước triều phục vụ hiệu chỉnh sai số khảo sát diễn biến bờ biển..... | 29 |
| 6.2.4. Yêu cầu đo sóng ven bờ phục vụ xác định phạm vi khảo sát diễn biến bờ biển..... | 30 |
| 6.3. Quy trình đánh giá diễn biến bờ biển phải xác định được:..... | 31 |
| 6.4. Nội dung quy trình khảo sát địa hình bờ biển phục vụ đánh giá diễn biến | 32 |
| 6.4.1. Lựa chọn hình thức khảo sát diễn biến bờ biển | 32 |
| 6.4.2. Quy trình khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển cho khu vực khảo sát lần đầu | 32 |
| 6.4.3. Quy trình khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển cho khu vực khảo sát lặp lại hàng năm | 35 |
| 6.4.4. Khảo sát diễn biến bãi biển, phần địa hình dưới nước..... | 36 |
| 6.4.5. Khảo sát diễn biến bãi biển, phần địa hình trên cạn | 36 |
| 6.4.6. Lập lưới khống chế cơ sở và lưới khống chế đo vẽ khi khảo sát diễn biến bãi biển..... | 36 |
| 6.4.7. Quan trắc nước triều phục vụ hiệu chỉnh kết quả đo sâu..... | 37 |
| 6.4.8. Đo đạc xác định vị trí đường bờ | 37 |
| 6.4.9. Đo đạc khảo sát độ sâu đáy biển | 38 |
| 6.5. Nội dung quy trình đánh giá diễn biến diễn biến bờ biển từ tài liệu khảo sát..... | 41 |
| 6.5.1. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi đoạn bờ biển theo phương dọc bờ..... | 41 |
| 6.5.2. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi đoạn bờ biển theo phương ngang bờ..... | 42 |
| 6.5.3. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi cho 1 vùng biển..... | 43 |
| PHỤ LỤC A..... | 44 |
| CÁC THIẾT BỊ VÀ CÔNG NGHỆ KHẢO SÁT ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN LÒNG SÔNG, BỜ BIỂN..... | 44 |
| A.1. Các thiết bị và công nghệ khảo sát đánh giá diễn biến lòng sông..... | 44 |
| A1.1. Công nghệ đo RTK (Real Time Kinematic) | 44 |
| A1.2. Công nghệ DRONE (FLYCAM)..... | 46 |
| A2. Thiết bị khảo sát diễn biến đáy biển | 47 |
| PHỤ LỤC HÌNH VẼ | 49 |
| PHỤ LỤC BẢNG BIỂU..... | 53 |

Lời nói đầu

TCVN : 2021 do Viện Thủy văn Môi trường và Biến đổi khí hậu thuộc 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 process of fluvial and coastal morphology)

1. Phạm vi áp dụng

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

1.2 Đối với các sông có đê từ cấp IV trở xuống và các sông quan trọng nhưng không có đê, khi cần đánh giá diễn biến lòng sông có thể tham khảo áp dụng 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 8303 : 2009 về quy trình sơ họa diễn biến lòng sông;

TCVN 8478 : 2018 : Công trình thủy lợi – thành phần, khối lượng khảo sát địa hình trong các giai đoạn lập dự án và thiết kế

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.

14TCN. 130-2002 Công trình thủy lợi - Hướng dẫn thiết kế đê biển (trong đó có chống xói lở bảo vệ bờ biển)

TCVN 9901:2014 Công trình thủy lợi – Yêu cầu thiết kế đê biển, trong đó có thiết kế công trình chống xói lở bờ biển;

TCVN 8419: 2010 Công trình thủy lợi – Thiết kế công trình bảo vệ bờ sông.

14TCN 141-2005- Quy phạm đo vẽ mặt cắt, bình đồ địa hình công trình thủy lợi.

TCVN 11736:2017 Công trình thủy lợi – Kết cấu bảo vệ bờ biển – Thiết kế, thi công và nghiệm thu;

TCVN 11261:2018 Công trình thủy lợi kết cấu bảo vệ bờ biển – yêu cầu thiết kế hệ thống công trình giữ cát giảm sóng.

TCVN 9902:2013 Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đê sông.

TCVN 10404:2015 về Công trình đê điều – Khảo sát địa chất công trình.

TCVN 10404:2010 về Công trình đê điều – Khảo sát địa hình.

TCVN 5664:2009 về phân cấp kỹ thuật đường thủy nội địa.

TCCS 02:2014/CĐTND Công trình chỉnh trị trên đường thủy nội địa – Yêu cầu kỹ thuật về bảo dưỡng thường xuyên.

TCSC: 2019: Quy trình, phương pháp đo đạc, quan trắc và phân tích, đánh giá diễn biến lòng dẫn sông Hồng, sông Thái Bình.

TCVN 8226:2009 về 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 8224:2009 về Công trình thủy lợi - các quy định chủ yếu về lưới khống chế mặt bằng địa hình

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

TCVN 9401:2012 về Kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong trắc địa công trình

TCVN 9901:2014 về Công trình thủy lợi – Yêu cầu thiết kế đê biển

TCVN 10405:2014 Công trình thủy lợi – Đai cây chắn sóng - khảo sát và thiết kế

TCVN 11736:2017 Công trình thủy lợi – Kết cấu bảo vệ bờ biển – Thiết kế, thi công và nghiệm thu;

TCVN 11261:2018 Công trình thủy lợi kết cấu bảo vệ bờ biển – Yêu cầu thiết kế hệ thống công trình giữ cát giảm sóng.

96 TCN 42:1990 về Thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500 - 1:1000 - 1:2000 - 1:5000 - 1:10000 - 1:25000

QCVN 47: 2012/BTNMT, ban hành tại thông tư 26/2012/TT-BTNMT, ngày 28 tháng 12 năm 2012.

94 TCN 8-2006, ban hành tại Quyết định số 21/2006/QĐ-BTNMT, ngày 31/12/2006

Thông tư số 34/2011/TT-BTNMT, ngày 01/08/2011 Quy định kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1: 100.000 bằng phương pháp đo vẽ trực tiếp.

3. Giải thích thuật ngữ và các từ viết tắt

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và các từ viết tắt sau đây:

3.1.

Đê (Dike)

Công trình ngăn nước lũ của sông hoặc ngăn nước biển, được cơ quan nhà nước có thẩm quyền phân loại, phân cấp theo quy định của pháp luật.

3.2

Đê sông (River embankment)

Công trình ngăn nước lũ của sông, được cơ quan nhà nước có thẩm quyền phân loại, phân cấp theo quy định của pháp luật.

3.3.

Đê biển (Coastal embankment)

Công trình ngăn nước biển, được cơ quan nhà nước có thẩm quyền phân loại, phân cấp theo quy định của pháp luật.

3.4.

Đê cửa sông (Estuary dike)

Đê cửa sông là đê chuyển tiếp giữa đê sông với đê biển hoặc bờ biển

3.5.

Cấp đê (Grade of dike)

Căn cứ để xác định các yêu cầu kỹ thuật bắt buộc phải tuân thủ theo các mức khác nhau phù hợp với quy mô và tầm quan trọng của đê, là cơ sở và căn cứ pháp lý để quản lý đê điều.

Theo quy định 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 cấp V có yêu cầu kỹ thuật thấp nhất.

3.6.

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.

3.7.

Lưu lượng tạo lòng (Floodplain discharge)

Lưu lượng tương ứng với mực nước tràn bãi sông. Là lưu lượng đặc trưng có tác dụng chi phối trong việc hình thành các đặc tính lòng dẫn sông thiên nhiên và kích thích cơ bản của lòng dẫn, tương đương với tác dụng tạo lòng tổng hợp của quá trình lưu lượng trong nhiều năm.

3.8.

Bãi già (River terrace)

Bãi sông hay thềm sông không bị dòng chảy của sông gây xói lở. Về mùa lũ bãi già có thể bị ngập nước.

3.9.

Lòng sông (River-bed)

Lòng sông là phạm vi giữa hai mép bờ sông

3.10.

Bãi sông (River beach)

Bãi sông là vùng đất ven sông được tính từ mép bờ của sông đến biên ngoài của hành lang bảo vệ đê điều đối với các tuyến sông có đê; trường hợp đối với tuyến sông không có đê (trừ các vùng đồng bằng ngập lũ hoặc lũ chảy tràn thường xuyên) thì trên cơ sở đặc điểm của địa hình ven sông và đặc điểm lũ của tuyến sông do cơ quan có thẩm quyền quy định.

3.11.

Diễn biến lòng sông (River morphology)

Là quá trình thay đổi hình thái lòng dẫn do tương tác giữa dòng chảy và lòng dẫn gây ra trong điều kiện tự nhiên hoặc từ các hoạt động của con người.

3.12.

Mặt cắt đo đạc (Measured cross section)

Mặt cắt cố định ngang sông để tiến hành đo đạc sơ họa hàng năm.

3.13.**Đường bờ (Shoreline)**

Đường bờ được định nghĩa là đường phân cách giữa đất liền và biển, hay nói cách khác, đường bờ chính là giao tuyến giữa đường mặt nước với bờ biển.

3.14.**Bãi biển (Beach)**

Dải cát hoặc sỏi lắng đọng dưới tác động của sóng nằm ven bờ biển hoặc bờ cửa sông. Bãi biển thường được tính từ mực nước triều thấp nhất lên đến độ cao có sự thay đổi đột ngột về địa hình như chân dốc đá hoặc chân cồn cát, hoặc tới chỗ có thực vật lâu năm mọc. Trong hình thái học bờ biển, phần diện tích bề mặt chịu ảnh hưởng bởi tác động sóng vỡ cũng được coi là thuộc về bãi biển. Do vậy bãi biển cấu thành phần mặt bãi trên (upper shoreface), với hình dạng mặt cong lõm (Masselink 2003).

3.15.**Mặt cắt ngang bãi biển (Beach profile)**

Giao tuyến giữa bề mặt bãi biển với mặt phẳng đứng cắt ngang bờ. Mặt cắt ngang bãi biển thể hiện sự biến đổi của cao trình mặt bãi biển (kể cả phần trên cạn lẫn phần dưới nước) theo hướng vuông góc với đường bờ.

3.16.**Diễn biến bờ biển (Coastal evolution)**

Biến động của đường bờ hoặc hệ thống bờ biển (theo nghĩa rộng) theo thời gian. Trên quan điểm địa mạo, người ta phân thành 4 quy mô thời gian như sau:

- (a) Tức thời: chẳng hạn diễn biến của các gợn cát ở mép nước
- (b) Biến cố: chẳng hạn diễn biến của một dải cát bị xói lở trong một trận bão
- (c) Kỹ thuật: chẳng hạn diễn biến bồi lắng cát sau công trình đê chắn sóng qua nhiều năm
- (d) Địa chất: chẳng hạn diễn biến một doi cát kéo dài chắn ngang cửa sông và vùng nước phía trong biến thành một đầm nước qua một vài thập kỉ.

3.17.**Thủy triều (tide)**

Quá trình dâng và hạ tuần hoàn của mực nước biển, do lực hấp dẫn từ các thiên thể (Mặt trăng, Mặt trời). Thủy triều có thể là 24 giờ 50 phút (nhật triều; có 1 lần nước cao và 1 lần nước thấp mỗi ngày) hoặc 12 giờ 25 phút (bán nhật triều; có 2 lần nước cao xen kẽ 2 lần nước thấp trong 1 ngày).

3.18.

Dòng triều (tidal current)

Dòng triều là dòng chảy hình thành do thủy triều lan truyền trong cửa sông, các vịnh hẹp hoặc eo biển. Theo quan điểm hình thái học bờ biển, dòng triều đáng kể nhất xảy ra ở những lạch triều. Độ lớn vận tốc dòng triều điển hình tại đây đạt cỡ 1 m/s (Mangor 2003).

3.19.

Dòng chảy do sóng (wave induced current)

Dòng chảy hình thành do lực sóng. Lực sóng có thể được hiểu như gradient của ứng suất phát xạ sóng theo phương nằm ngang, hay gradient ứng suất phát xạ sóng.

3.20.

Dòng chảy dọc bờ (alongshore current)

Dòng chảy hình thành ở trong vùng sóng vỡ do thành phần hướng song song với bờ của lực sóng.

3.21.

Dòng chảy ngang bờ (cross-shore current)

Dòng chảy hình thành hướng vuông góc với bờ. Loại dòng chảy này tồn tại dưới hai hình thức sau:

(a) Dòng phản hồi gần đáy: khi sóng truyền tới bờ, ứng suất phát xạ của sóng giảm và hình thành nên dòng chảy ở lớp nước phía dưới hướng ra ngoài biển gọi là 'dòng phản hồi'.

(b) Dòng tách bờ (rip): là những dòng hẹp, chảy cắt qua dải sóng vỡ về phía biển. Kiểu dòng chảy này chỉ xuất hiện tại những vị trí nhất định, thường là những nơi có sóng vỡ nhỏ và độ cao nước dềnh do sóng là không đáng kể.

3.22.

Chiều cao sóng có nghĩa (significant wave height)

Chiều cao sóng có nghĩa được ước tính bằng trung bình cộng chiều cao các con sóng thuộc nhóm 1/3 những con sóng lớn nhất trong chuỗi số liệu đo đạc, quan trắc được.

3.23.

Độ sâu giới hạn vận chuyển bùn cát (depth of closure)

Độ sâu tại đó coi như không có lượng vận chuyển bùn cát đáng kể theo hướng ngang bờ. Trong hình thái học bờ biển, độ sâu giới hạn vận chuyển bùn cát là ranh giới giữa mặt bãi trên và mặt bãi dưới.

4. Nguyên tắc chung

4.1. Hệ tọa độ

Hệ tọa độ sử dụng là hệ tọa độ Quốc gia VN 2000.

4.2. Hệ cao độ

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

Chuyển hệ HN72 về VN2000 qua chương trình chuyển đổi của Tổng cục địa chính cho phép trong toàn quốc GeoTools 1.2.

Chuyển hệ cao độ theo công thức sau:

$$HM\ddot{u}i\text{ Nai} = HH\ddot{u}n\text{ Dấu} + 0,167m$$

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

4.3.1. Đề cương khảo sát địa hình

- Lập đề cương khảo sát địa hình lòng sông phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông.
- Lập nội dung khảo sát địa hình bờ biển phục vụ đánh giá diễn biến bờ biển.

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

a). Thu thập, phân tích, đánh giá các tài liệu địa hình lòng sông, bờ biển hiện có 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 (độ phân giải phù hợp theo yêu cầu chi tiết của đánh giá diễn biến lòng sông, bờ biển) (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 lập tài liệu địa hình phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông, bờ biển

- Khống chế lưới mặt bằng.
- Khống chế lưới độ cao.
- Đo vẽ bình đồ, bản đồ địa hình lòng sông, bờ biển, mặt cắt ngang, mặt cắt dọc.

c). Thành phần hồ sơ khảo sát địa hình lòng sông, bờ biển phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông, bờ biển.

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

- Tập 1: Thuyết minh địa hình lòng sông, bờ biển, phải thể hiện được nội dung sau:
 - + Căn cứ thành lập tài liệu địa hình lòng sông, bờ biển
 - + Những quy trình, quy phạm áp dụng.

+ Nội dung khảo sát địa hình lòng sông, bờ biển: kế thừa và thực hiện.

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

- 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, bờ biển, các loại mặt cắt dọc, ngang, các bản sơ họa (khi cần thiết).

d). Tất cả hồ sơ địa hình lòng sông, bờ biển 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.

5. Quy trình khảo sát, đánh giá diễn biến lòng sông

5.1. Yêu cầu đối với người làm công tác khảo sát đánh giá, diễn biến lòng sông.

5.1.1 Các đơn vị, cá nhân được giao làm công tác khảo sát đánh giá, diễn biến lòng sông phải khảo sát đánh giá, diễn biến lòng sông theo đúng tiêu chuẩn này.

5.1.2 Phải khảo sát đánh giá, diễn biến lòng sông mở rộng ngoài phạm vi được giao về phía thượng lưu, hạ lưu ít nhất 500 m và đánh giá diễn biến lòng sông, bờ sông, bãi sông.

5.1.3 Các đơn vị, cá nhân làm công tác khảo sát đánh giá, diễn biến lòng sông ở đoạn bờ sông liền nhau, hoặc ở bờ sông phía đối diện phải phối hợp, thống nhất các mặt đo đạc, tuyến đo và thời gian để đảm bảo chất lượng việc nối, ghép tài liệu trên toàn đoạn sông.

5.1.4 Hàng năm các đơn vị, cá nhân làm công tác khảo sát đánh giá, diễn biến lòng sông phải chuyển tài liệu khảo sát đánh giá, diễn biến lòng sông đã được chỉnh lý về cơ quan quản lý chuyên ngành tại địa phương để tổng hợp theo từng đoạn sông.

5.1.5 Cơ quan quản lý chuyên ngành tại địa phương phải gửi các bản báo cáo khảo sát đánh giá, diễn biến lòng sông, tổng hợp diễn biến lòng sông về cơ quan quản lý đề điều vào tháng 12 hàng năm.

5.1.6 Cơ quan quản lý đề điều phải tổng hợp tài liệu khảo sát đánh giá, diễn biến lòng sông theo từng tuyến sông; phân tích, đánh giá, nhận xét và kết luận phục vụ cho công tác quản lý, bảo vệ đề điều, phòng chống lũ lụt và chỉnh trị sông.

5.2. Yêu cầu quy trình khảo sát địa hình phục vụ đánh giá diễn biến lòng sông

5.2.1. Khảo sát trực quan hiện trường đoạn sông, tuyến sông cần khảo sát, đánh giá diễn biến.

5.2.2. Sơ họa hình thái lòng dẫn (thế sông, bãi bồi, công trình, khu vực nhà ở,...).

5.2.3. Quan trắc hiện trạng và xác định bờ sông, bãi sông trên mặt bằng đánh giá sơ bộ trình trạng xói, bồi lòng dẫn.

5.2.4. Khảo sát đo đạc mặt cắt ngang

5.2.5. Khảo sát đo đạc bình đồ lòng sông

5.2.6. Xác định khu vực cần đo vẽ quan trắc đường bờ, bãi sông (phạm vi đo vẽ, tỷ lệ đo vẽ, thời gian đo vẽ, phương pháp kỹ thuật đo vẽ...).

5.2.7. Trường hợp xảy ra sạt lở, bồi lắng lòng bờ bãi sông cục bộ, có thể thực hiện trực tiếp các mục 5.2.4, mục 5.2.5 hoặc 5.2.6 tùy theo yêu cầu của chủ đầu tư và tùy từng trường hợp cụ thể.

5.3. Yêu cầu quy trình đánh giá diễn biến lòng sông.

5.3.1. Đánh giá diễn biến lòng dẫn trong khu vực theo phương ngang; Tình hình xói lở bờ sông.

5.3.2. Đánh giá diễn biến lòng dẫn khu vực theo chiều dọc sông

5.3.3. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi trong khu vực, tác động đến bờ.

5.3.4. Đánh giá bồi, xói tổng thể lòng dẫn trên từng sông, đoạn sông.

5.3.5. Báo cáo tổng hợp kết quả phân tích, đánh giá diễn biến lòng sông

5.4. Nội dung quy trình khảo sát, đánh giá diễn biến lòng sông.

5.4.1. Công tác chuẩn bị

5.4.1.1. Bản đồ gốc

a) 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 đê chính và đê 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.

b) Bản đồ gốc 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....

c) Tỷ lệ bản đồ gốc 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 phải thống nhất đưa về tỷ lệ 1/10 000.

d) Đối với những đoạn sông đặc biệt 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.

5.4.1.2. Xác định tuyến sông cần điều tra khảo sát thực tế hiện trường

a) Xây dựng kế hoạch điều tra khảo sát thực tế hiện trường.

- Xác định được các điểm đo trên đoạn sông điều tra khảo sát, đảm bảo xác định được diễn biến lòng sông.

- 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.

- Lập kế hoạch khảo sát thực tế hiện trường: 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 tiến hành trong mùa cạn hoặc có thể sau một trận lũ xảy ra trên địa bàn.

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

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

+ Sơ đồ hoặc bản đồ địa hình lưu vực sông khảo sát có tỷ lệ lớn hơn hoặc bằng 1:100.000.

+ 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 hoạt động kinh tế - xã hội của đoạn sông khảo sát (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:

+ 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 tư y tế....

+ 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.

5.4.2. Nguyên tắc xác định đoạn sông, tuyến sông trong điều tra khảo sát trực quan hiện trường.

- Các đoạn sông, tuyến sông trong điều tra khảo sát trực quan hiện trường đảm bảo ít nhất một trong các yêu cầu sau:

+ Đoạn sông, tuyến sông thuộc đoạn sông cong;

+ Hạ lưu công trình khai thác sử dụng nước;

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

5.4.3. Quy trình khảo sát địa hình lòng sông phục vụ đánh giá diễn biến xói, bồi, xói bồi xen kẽ.

5.4.3.1. Khảo sát trực quan hiện trường đoạn sông, tuyến sông cần khảo sát, đánh giá diễn biến lòng dẫn.

a) Điều tra, thu thập thông tin sạt lở lòng, bờ, bãi sông

- 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.

b) 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 thỏa mãn các quy định tại mục 5.4.2 Quy định này, 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.

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

d) 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 thế các bãi bồi...

5.4.3.2. Sơ họa hình thái lòng dẫn (thế sông, bãi bồi, công trình, khu vực nhà ở,...).

1) Quy định sơ họa hình thái 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 giữa sông. Công việc sơ họa này thực hiện hàng năm, mỗi năm 2 lần vào trước và sau mùa lũ.
- 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 tháng), hàng 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 tháng), 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 3 hàng năm;

+ Mùa nước trung: dòng chủ lưu của sông được chọn ứng với lưu thượng 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.

2) 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:

$$l_{bd} = l_{tt} \times f \quad (1)$$

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 bờ 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 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.

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:

$$V_{tb} = (l_1 - l_2)/T \quad (2)$$

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_{tb} 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 như mực nước, hướng dòng chủ lưu, độ đục của nước sông v.v.... Cần mô tả rõ hình thức sạt lở khi lở bờ xảy ra mạnh nhất 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 vỉa lở qua quan sát thực tế bờ lở theo ký hiệu địa chất theo mẫu quy định ở phụ lục hình 1;
 - + Khi vẽ sơ đồ cấu tạo địa tầng ở vị trí nào thì phải đánh dấu trên bản sơ họa theo mẫu quy định ở phụ lục hình 2;
 - + Sơ đồ cấu tạo địa tầng được vẽ ở góc trái phía dưới bản đồ sơ họa, trong đó có ghi nhận xét (phụ lục hình 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 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.

- Hàng 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, 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 qui định.

Các ký hiệu chính của bản đồ sơ họa được quy định ở phụ lục hình 4.

5.4.3.3. Quan trắc hiện trạng và xác định bờ sông, bãi sông trên mặt bằng đánh giá sơ bộ trình trạng xói, bồi lòng dẫn.

a) 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, hàng năm có thể bổ sung thêm các tuyến để quan trắc theo dõi.

b) 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.

c) 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 ngắm 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.

d) 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: xem mục 5.3.4.6 và phụ lục công nghệ kỹ thuật khảo sát.

- Phương pháp và kỹ thuật quan trắc bằng hệ thống Flycam: xem mục 5.3.4.6 và phụ lục công nghệ kỹ thuật khảo sát

5.4.3.4. Khảo sát đo đạc mặt cắt ngang.

a). Mặt cắt ngang đo đạc

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 hàng năm. Tùy theo sự thay đổi lòng dẫn và bờ bãi, hàng năm có thể bổ sung thêm mặt cắt để khảo sát địa hình.

b) 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.

c) 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 3 ÷ 5 km/1 MC.

- Khoảng cách giữa các mặt cắt khoảng 500 m, 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 thủy lợi (cống, trạm bơm, kè bảo vệ bờ) 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.

d). 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 chủ dòng 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 gốc. 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 đề điều xác định 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 có hai bờ thuộc hai tỉnh, thành phố 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.

e) Chu kỳ đo đạc khảo sát mặt cắt ngang:

- Chu kỳ đo lặp lại chung cho các mặt cắt ngang khoảng từ 2 -3 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.

- 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 (1 năm /lần hoặc 2 lần/trong năm) 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.

f) Tỷ lệ khảo sát đo vẽ mặt cắt ngang

- Tỷ lệ đo vẽ mặt cắt ngang thường từ 1/100 ÷ 1/500

g). Xác định cao trình mặt nước chuẩn

- Trên mỗi đoạn sông, cả hai bờ sông phải dùng thống nhất một cao trình mặt nước chuẩn, được lấy bằng cao trình mực nước bình quân nhiều năm tại đoạn đó.

- Tài liệu cao trình mặt nước chuẩn của từng đoạn sông thuộc tỉnh hoặc thành phố do cơ quan quản lý chuyên ngành tại địa phương quản lý và giao cho các đơn vị, cá nhân làm công tác khảo sát.

- Nếu các bản khảo sát địa hình vẽ với cao trình mặt nước thực tế khác nhau thì phải vẽ lại theo cao trình mặt nước chuẩn đã qui định.

h) Phương pháp đo vẽ

Tùy theo yêu cầu và tính chất của địa hình tuyến sông cần khảo sát đo đạc, các phương pháp được sử dụng gồm:

- Phương pháp toàn đạc (toàn đạc qua máy quang cơ, toàn đạc qua máy điện tử);

Đo theo phương vuông góc với dòng chảy với mật độ từ (500 đến 1000) m / 1 mặt cắt và theo đường phân giác của góc ngoặt. Độ rộng bằng 2D, tỷ lệ từ 1/100 đến 1/200.

2. Phương pháp ảnh số qua mô hình 3D.

5.3.4.5. Khảo sát đo đạc bình đồ lòng sông

a) Phạm vi khảo sát:

Phạm vi khảo sát đo đạc tổng thể trên toàn tuyến sông hoặc đo đạc 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 đạc bình đồ lòng sông bao gồm đo đạc tổng thể trên toàn hệ thống và đo đạc tại từng khu vực, đoạn sông trọng điểm. Việc đo đạc bình đồ thường rất tốn kém, vì vậy cần tận dụng các số liệu và kết quả đo đạc lòng sông đã có để sử dụng trong việc phân tích đánh giá diễn biến lòng sông. Chỉ đo đạc 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 thế 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).

b) Tỷ lệ khảo sát bình đồ lòng sông

- Tỷ lệ đo vẽ bình đồ địa hình lòng sông tỷ lệ 1/500 ÷ 1/5000

c) Chu kỳ đo đạc khảo sát bình đồ lòng sông:

- Việc đo đạc tổng thể toàn bộ địa hình trên các sông thuộc hệ thống sông cần được thực hiện theo chu kỳ đo đạc lại 10 năm.

- Đối với việc đo đạc ở từng đoạn sông trong điểm với phạm vi cục bộ, chu kỳ đo đạc 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.

- Việc đo đạc bình đồ thường rất tốn kém, vì vậy cần tận dụng các số liệu và kết quả đo đạc từ các nhiệm vụ, dự án khác để sử dụng cho việc phân tích đánh giá diễn biến lòng sông.

d). Phương pháp kỹ thuật đo vẽ

- Phương pháp và quy định kỹ thuật đo đạc

+ 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 tiêu chuẩn 14TCN 22-2002 - Quy phạm khống chế cao độ cơ sở trong các công trình thủy lợi và tiêu chuẩn 14TCN102-2002- Quy phạm khống chế mặt bằng cơ sở trong các công trình thủy lợi.

+ Đo vẽ mặt cắt ngang, bình đồ dưới nước bằng máy đo sâu đơn tia thực hiện theo quy định trong quyết định 96/QĐ/CHHVN-2015 của Cục hàng hải Việt Nam.

+ Đo vẽ mặt cắt ngang, bình đồ trên cạn bằng các máy toàn đạc điện tử thực hiện theo tiêu chuẩn 14TCN 141-2005- Quy phạm đo vẽ mặt cắt, bình đồ địa hình công trình thủy lợi.

- 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.

5.3.4.6. Xác định khu vực cần đo vẽ quan trắc đường bờ, bãi sông

- Công tác quan trắc kết hợp đo đạc để xác định hiện trạng 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, hàng 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:

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;

- 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 GPS RTK, sử dụng các điểm gốc tọa độ và độ cao nhà nước (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.

5.4.4. Quy trình đánh giá diễn biến diễn biến xói, bồi, xói bồi xen kẽ trên cơ sở tài liệu khảo sát địa hình.

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

a) 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 (đối với đoạn sông có đê);
- 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 và tọa độ ...).

b) Tính toán các yếu tố đặc trưng hình thái cơ bản trên mặt cắt ngang

- Các yếu tố và đặc trưng địa hình trên mặt cắt ngang lòng chính cần phân tích, tính toán bao gồm:
 - + Tổng diện tích mặt cắt ngang lòng chính, ký hiệu SMC (m²);
 - + Chiều rộng mặt cắt ngang lòng chính (giữa 2 bờ sông), ký hiệu Bb (m);
 - + Cao độ trung bình bãi sông (tương đương cao độ khu vực mép bãi sông), ký hiệu Zb (m);
 - + Cao độ đáy sông: Cao độ đáy sông thấp nhất (cao độ lạch sâu thực tế), ký hiệu Zđ; Cao độ trung bình đáy sông (tính toán từ các yếu tố S, B ở trên), ký hiệu Ztb (m);
 - + Chiều sâu mặt cắt ngang: Chiều sâu lớn nhất (được tính từ mép bờ sông xuống đến lạch sâu), ký hiệu Hmax (m); Chiều sâu trung bình (được tính toán từ cao độ bãi sông xuống đến cao độ trung bình đáy sông), ký hiệu Htb (m);
 - + Các khoảng cách đặc trưng: Khoảng cách từ 2 tuyến đê 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 đê đến lạch sâu (khoảng cách trên mặt bằng), được ký hiệu là LT (m) - từ bờ trái và LP (m) - từ bờ phải;

c) Các yếu tố cần phân tích

- Diễn biến chiều rộng mặt cắt ngang BMC

- Diễn biến cao độ lạch sâu ($Zđ$) và cao độ trung bình đáy sông (Ztb)

- Diễn biến diện tích mặt cắt ngang, mặt cắt bị xói hay bồi (ΔS);

d) 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 hàng năm 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 ΔBb (m)

+ Phần diện tích bồi - Sb (m^2) và phần diện tích xói - Sx (m^2)

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

+ Chênh lệch cao độ bờ sông (ΔZb), cao độ thấp nhất đáy sông ($\Delta Zđ$) và cao độ trung bình đáy sông (ΔZtb), trong đó ΔZb , $\Delta Zđ$ hoặc ΔZtb có thể (+) hoặc (-);

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

e) 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 trong phụ lục Bảng B1.

- Biểu mẫu bảng phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều ngang trong phụ lục Bảng B2.

- Cách trình bày hình vẽ so sánh diễn biến trên mặt cắt ngang trong phụ lục hình vẽ H5.

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

- Diễn biến chiều rộng mặt cắt ngang

- Diễn biến cao độ lạch sâu và cao độ trung bình đáy sông

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

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

a) Yêu cầu về tài liệu

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

TCVN : 2021

- 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 B1);
- Bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều ngang (bảng phụ lục B2).

b) Các yếu tố cần phân tích

- 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.

c) Phương pháp và trình tự thực hiện

- Từ kết quả tính toán các yếu tố cơ bản trên mặt cắt ngang của mục 5.4.4.1, 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 hàng năm 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 xây dựng hình vẽ mô tả diễn biến lòng dẫn theo chiều dọc sông.

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

- Quy định về mẫu bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều dọc sông xem bảng phụ lục B3.
- Quy định về mẫu hình vẽ kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều dọc sông xem bảng phụ lục H6.

e) 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

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

a) 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, điều vẽ...)
- Ảnh bay chụp khu vực phân tích (đã được phân tích, điều vẽ...)

b) Các yếu tố cần phân tích

- Phân tích diễn biến/sự dịch chuyển của đường 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.

c) 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 5.4.4.1, xác định khoảng cách từ tuyến đề ra đến bờ sông ở cả bờ trái (Bt) và bờ phải (Bp)
- + 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 xung các mặt cắt ngang và cuối cùng xác định khoảng cách từ tuyến đề ra đến bờ sông ở cả bờ trái (Bt) và bờ phải (Bp) 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 5.4.4.2, xác định khoảng cách từ tuyến đề ra đến lạch sâu ở từ đề trái (Lt) và đề phải (Lp)
- + 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.

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

Quy định về mẫu bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình lòng sông trên mặt bằng xem phụ lục bảng B4.

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

- 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.

5.4.4.4. Đánh giá hiện trạng xói, bồi trên từng đoạn sông

a) Yêu cầu về tài liệu

- Bản đồ (sơ đồ chi tiết) vị trí các mặt cắt ngang đo đạc
- Bảng kết quả phân tích và tính toán các yếu tố và đặc trưng địa hình trên mặt cắt ngang (bảng B1);
- Bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều ngang (bảng B2).
- Bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình theo chiều dọc sông (bảng B3).
- Bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến các đặc trưng địa hình lòng sông trên mặt bằng (bảng B4).

b) Các yếu tố cần phân tích

- Phân tích diễn biến xói/bồi tổng thể trên đoạn sông/sông
- Phân tích xu thế diễn biến và mức độ biến động của cao trình đáy sông .

c) Phương pháp và trình tự thực hiện.

So sánh diễn biến diện tích mặt cắt ngang và thể tích lòng sông trung bình cho cả đoạn sông/sông, cụ thể như sau:

- + Tính diện tích mặt cắt ngang trung bình ($Stb-all$) cho cả đoạn sông/sông cho từng năm/từng thời kỳ so sánh.
- + Xác định chênh lệch diện tích mặt cắt ngang trung bình ($\Delta Stb-all$) giữa năm/thời kỳ so sánh, thông thường so sánh với năm chuẩn (năm gốc so sánh)
- + Từ kết quả chiều dài đoạn sông/sông và diện tích mặt cắt ngang trung bình xác định thể tích của lòng sông ở từng năm ($Wtb-all$) tính đến cao độ bờ sông.
- + Xác định chênh lệch về thể tích lòng sông giữa các năm ($\Delta Wtb-all$) hay tổng lượng bồi/ xói so với năm gốc so sánh (hoặc giữa các năm).

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

Quy định về mẫu bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến mặt cắt ngang và thể tích trung bình của toàn đoạn sông xem phụ lục bảng B5.

Quy định về mẫu bảng kết quả phân tích và so sánh diễn biến cao độ đáy sông trung bình của toàn đoạn sông xem phụ lục bảng B6.

e) Báo cáo đánh giá hiện trạng xói, bồi trên từng đoạn sông.

5.4.4.5. Đánh giá tổng hợp diễn biến lòng dẫn sông ngòi

a) Phạm vi đánh giá diễn biến lòng dẫn sông ngòi

b) Thời kỳ đánh giá diễn biến lòng dẫn sông ngòi

c) Mục tiêu, nhiệm vụ phân tích và đánh giá diễn biến

d) Đánh giá tài liệu, số liệu phục vụ phân tích

e) Phân tích, đánh giá diễn biến lòng sông theo phương ngang

f) Phân tích, đánh giá diễn biến lòng sông theo chiều dọc

g) Phân tích, đánh giá diễn biến lòng sông trên mặt bằng

h) Phân tích, đánh giá diễn biến (bồi/xói) tổng thể cho toàn đoạn sông/sông

Phụ lục các bảng tính và hình vẽ minh họa

6. Quy trình khảo sát, đánh giá diễn biến bờ biển

6.1. Yêu cầu đối với người làm công tác khảo sát đánh giá diễn biến bờ biển.

a) Người thực hiện công tác khảo sát hiện trường, công tác nội nghiệp trong phòng phải có trình độ tương ứng với chức danh đăng ký và tuân thủ quy định tại khoản 2, điều 46, NĐCP số 59-2015. Về phạm vi hoạt động phù hợp với khoản 3 của nghị định này.

b) Người trợ lý giúp việc cho các chức danh chính được pháp luật quy định phải có trình độ cao đẳng, đại học tùy thuộc mức độ yêu cầu chuyên môn của công việc và được bồi dưỡng kiến thức liên quan đến công việc đảm nhận.

c) Người trực tiếp đo đạc, ghi chép tài liệu đo đạc phải có chuyên môn, tay nghề phù hợp với yêu cầu công việc và được bồi dưỡng nghiệp vụ, chuyên môn trong công tác đo đạc, sử dụng thiết bị trong đo đạc, trong kiểm định và viết báo cáo kết quả của công việc đảm nhận.

6.2. Yêu cầu quy trình khảo sát, đánh giá diễn biến bờ biển

6.2.1. Những quy định chung

a) Bãi biển, bờ biển, vùng đất cửa sông luôn biến động dưới tác động của sóng theo mùa (sóng gió mùa Đông Bắc và sóng gió mùa Tây Nam), dao động mực nước triều, dòng chảy ven bờ, dòng từ sông đổ ra và đặc biệt là bão, vì thế cần đo đạc diễn biến đường bờ ít nhất 2 lần/năm vào các thời kỳ đại diện cho gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam. Đối với những khu vực bờ biển đang có diễn biến xói lở phức tạp thì cần đo đạc, khảo sát thêm trong thời kỳ mưa bão, vào thời điểm trước và sau các trận bão lớn để có cơ sở đánh giá diễn biến bờ biển.

b) Dải bờ biển Việt Nam chịu sự chi phối mạnh mẽ của chế độ gió mùa, có các đặc điểm địa hình và hướng đường bờ thay đổi liên tục từ bắc vào nam, và đồng thời chịu tác động của nhiều yếu tố

khác như bão, áp thấp, dòng chảy lũ..., do đó tùy thuộc mức độ biến động của đường bờ và đặc điểm biến động của các yếu tố tác động cũng như mục đích đo đạc khảo sát diễn biến đường bờ mà xây dựng kế hoạch đo đạc, khảo sát.

c) Khi đo đạc diễn biến đường bờ, đặc biệt là phần địa hình đáy biển, thì cần phải tiến hành đo đạc đồng thời mực nước triều tại khu vực khảo sát, đo đạc diễn biến đường bờ. Các số liệu đo đạc dao động mực nước triều sẽ được sử dụng để hiệu chỉnh kết quả đo đạc vị trí đường bờ và địa hình đáy biển trong quá trình đo đạc, khảo sát.

d) Có thể tiến hành đơn lẻ hoặc kết hợp nhiều phương pháp, công cụ đo đạc khảo sát diễn biến đường bờ khác nhau như đo đạc mặt cắt ngang bãi biển 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 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 điều tra, khảo sát.

e.) Thiết bị sử dụng trong đo vẽ phải phải được kiểm định độ chính xác, đủ chức năng, thông số kỹ thuật thể hiện. Dụng cụ phục vụ đo vẽ phải đầy đủ, tiện lợi trong đo đạc hiện trường, nội nghiệp trong phòng và thuận tiện trong bảo quản.

f) 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 đề cương và quy định của tiêu chuẩn, quy chuẩn áp dụng. Ngoài báo cáo chính còn có báo cáo chuyên đề, phụ lục tính toán tùy thuộc theo đối tượng thể hiện.

6.2.2. Yêu cầu về quy trình khảo sát diễn biến bờ biển

Quy trình khảo sát diễn biến bờ biển phải xác định được sự thay đổi của bờ biển, gồm:

a) Sự thay đổi của vị trí đường bờ biển do tác động của các trận bão lớn có ảnh hưởng tới khu vực cần khảo sát, do ảnh hưởng của chế độ gió mùa (gió mùa đông bắc và gió mùa tây nam) và theo chu kỳ nhiều năm

b) Sự thay đổi của mặt cắt ngang bãi biển do tác động của bão, do ảnh hưởng của chế độ gió mùa (gió mùa đông bắc và gió mùa tây nam) và theo chu kỳ nhiều năm

c) Sự thay đổi của địa hình đáy biển (bao gồm các cồn ngầm và lạch sâu) do tác động của bão, các hiện tượng thời tiết bất thường và ảnh hưởng của chế độ gió mùa

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

e) Hướng và độ lớn của dòng chảy ở vùng ven bờ chi phối sự thay đổi của bờ biển.

6.2.3. Yêu cầu đo mực nước triều phục vụ hiệu chỉnh sai số khảo sát diễn biến bờ biển.

Khi khảo sát diễn biến đường bờ và bãi biển, do mực nước triều thay đổi liên tục hàng giờ nên việc khảo sát vị trí đường bờ (đường mép nước) và địa hình đáy biển sẽ chịu ảnh hưởng trực tiếp của dao động mực nước triều tại khu vực đo đạc. Do đó việc đo đạc, khảo sát và đánh giá diễn biến đường bờ và bãi biển cần căn cứ vào 1 mực nước chuẩn (mực nước triều trung bình trong thời kỳ đo đạc). Các sai số sinh ra trong quá trình đo đạc diễn biến đường bờ và bãi biển do sự thay đổi liên tục của mực nước triều cần được hiệu chỉnh theo số liệu mực nước triều được đo đạc liên tục từng giờ trong suốt thời gian khảo sát diễn biến đường bờ.

Trường hợp khu vực đo đạc diễn biến đường bờ nằm gần trạm hải văn trong mạng lưới quan trắc hải văn quốc gia do Tổng cục Khí tượng thủy văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường quản lý và không chịu ảnh hưởng của các yếu tố làm thay đổi giá trị mực nước triều như dòng chảy sông, nước dâng do địa hình, nước dâng do gió, .. thì có thể sử dụng số liệu của các trạm hải văn này để hiệu chỉnh các sai số khi đo đạc diễn biến đường bờ và bãi biển.

Trường hợp khu vực đo đạc diễn biến đường bờ nằm xa các trạm hải văn trong mạng lưới quốc gia, hoặc có dao động mực nước triều khác biệt so với dao động mực nước triều của các trạm hải văn lân cận thì cần tiến hành xây dựng các trạm quan trắc mực nước triều tại khu vực đo đạc diễn biến đường bờ, và đo đạc mực nước triều trong suốt thời gian đo đạc diễn biến đường bờ. Trạm quan trắc mực nước triều cần được dẫn cao độ theo hệ cao độ quốc gia.

Các yêu cầu đo đạc mực nước phục vụ đánh giá diễn biến bờ biển bao gồm:

6.2.3.1. Yêu cầu vị trí trạm đo mực nước.

Trạm đo mực nước ở ven biển phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Lưu thông tự do với biển khơi;
- Khá sâu để có thể đo được mực nước triều thấp nhất có thể xảy ra tại nơi quan trắc;
- Được bảo vệ, không để cho thuyền cập bến làm hư hỏng công trình và ảnh hưởng đến độ chính xác của quan trắc;
- Được che chắn sóng;
- Đi lại quan trắc và kiểm tra độ cao của mốc kiểm tra, số "0" thủy chí, đầu cọc tương đối dễ dàng thuận lợi;
- Nền phải ổn định không gây sụt lún đối với các công trình đo mực nước.

Các vị trí đặt tuyến đo mực nước ở cảng, vùng có kè bảo vệ, đập chắn sóng, máy đo mực nước đặt ở trên bờ nối thông với biển bằng ống dẫn hoặc kênh lạch phù hợp với các điều kiện trên.

Nếu bờ biển ở khu vực quan trắc không có khả năng xây dựng các công trình hay tuyến đo mực nước thì cho phép đặt ở cửa sông gần đó, chọn nơi mà tính chất và biên độ dao động mực nước không khác

nhiều so với vùng biển gần đây. Cần quan trắc song song ở vùng biển và vùng cửa sông một thời gian để so sánh.

6.2.3.2. Yêu cầu tần suất, chế độ đo mực nước

a) Nguyên tắc chung là chế độ quan trắc mực nước phải bảo đảm phản ánh được quá trình diễn biến mực nước một cách đầy đủ, khách quan và phải có tính khả thi. Điều đó có nghĩa là quy định chế độ đo cần phải hài hòa giữa yêu cầu kỹ thuật và chi phí đo đạc. Đối với khu vực cửa sông và ven biển, chịu ảnh hưởng nhật triều và ảnh hưởng khá lớn của bán nhật triều, mỗi ngày cần quan trắc 24 lần vào các giờ (tròn): 0, 1, 2, 3,..., 23.

b) Chế độ đo mực nước của các trạm thủy văn trên sông và tại vùng cửa sông phải tuân theo “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quan trắc thủy văn”, mã số QCVN 47: 2012/BTNMT, do Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành và Thông tư 05/2016/TT-BTNMT của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường.

c) Chế độ đo mực nước triều tại các trạm hải văn ở vùng ven biển tuân theo “Quy phạm quan trắc hải văn ven bờ”, mã số 94 TCN 8-2006, do Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành tại Quyết định số 21/2006/QĐ-BTNMT ngày 31/12/2006.

6.2.4. Yêu cầu đo sóng ven bờ phục vụ xác định phạm vi khảo sát diễn biến bờ biển

Sóng là yếu tố quan trọng chi phối diễn biến xói lở, bồi tụ bờ biển. Để tính toán phạm vi xa nhất về phía biển, và độ sâu mà mặt cắt ngang hay địa hình bãi biển có thể thay đổi thì cần biết số liệu thống kê sóng ven bờ trong thời kỳ nhiều năm và đặc trưng của bùn cát trên đáy biển.

Các số liệu sóng có thể thu thập từ trạm hải văn trong mạng lưới quan trắc hải văn quốc gia do Tổng cục Khí tượng thủy văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường quản lý và đảm bảo các tham số sóng đo đạc tại trạm hải văn tương đồng với số liệu sóng tại khu vực khảo sát diễn biến bờ biển.

Trường hợp khu vực đo đạc, khảo sát diễn biến bờ biển không nằm gần trạm quan trắc hải văn quốc gia, hoặc không có sự tương đồng với chiều cao sóng đo đạc tại các trạm này (do ảnh hưởng của địa hình) thì cần tiến hành quan trắc các yếu tố sóng tại khu vực đo đạc diễn biến đường bờ.

6.2.4.1. Yêu cầu về vị trí quan trắc sóng

Địa điểm quan trắc sóng cần thoả mãn các điều kiện:

- + Khu vực ven bờ về phía biển phải thoáng đối với các hướng gió chính, thịnh hành;
- + Độ sâu của biển ở khu vực quan trắc sóng phải sâu nhất trong vùng ven bờ, dù ở trường hợp nào, độ sâu cũng phải lớn gấp 3 lần độ cao của sóng lớn nhất có thể xảy ra và theo lý thuyết phải không bé hơn nửa độ dài của các sóng lớn để cho sóng không bị biến dạng do ảnh hưởng nước nông. Đồng thời, phải tránh nơi bờ quá dốc, những đoạn bờ có hình cong lõm, là nơi có thể xảy ra hiện tượng hội tụ sóng hoặc phản xạ sóng, tạo nên sóng đứng. Đường bờ ở nơi quan trắc nên chọn là đoạn bờ thẳng, không quá khúc khuỷu vì có thể gây ra những biến đổi địa phương về hướng sóng và hình dạng sóng;

+ Không bị đảo, bãi cát nổi, bãi đá ngầm hay các vật chướng ngại khác làm giới hạn hay làm biến dạng sóng từ ngoài khơi truyền vào;

6.2.4.2. Yêu cầu về chế độ, thời gian quan trắc sóng

Các tham số sóng bao gồm chiều cao, chu kỳ và hướng sóng phải được quan trắc liên tục trong suốt thời gian quan trắc với tần suất quan trắc tối thiểu là 1h/1 giá trị. Đối với các thiết bị đo sóng tự động, có thể đặt tần suất quan trắc là 15 phút/1 giá trị. Để đảm bảo tính đại biểu thì mỗi lần đo phải được thực hiện ít nhất trong thời gian 2 phút.

Do bờ biển nước ta chịu sự chi phối mạnh của chế độ gió mùa, nên thời gian đo sóng cũng cần thực hiện ít nhất 2 lần/năm vào các thời kỳ gió mùa Đông Bắc và thời kỳ gió mùa Tây Nam.

Yêu cầu quy trình đánh giá diễn biến bờ biển

6.3. Quy trình đánh giá diễn biến bờ biển phải xác định được:

- Đo đạc được sự dịch chuyển (theo phương ngang) và tốc độ dịch chuyển (theo phương ngang) của vị trí đường bờ cho từng đoạn bờ biển theo mùa (mùa gió Đông Bắc và mùa gió Tây Nam), trước và sau các trận bão lớn, và theo chu kỳ nhiều năm.
- Thể hiện được sự dịch chuyển của đường bờ theo phương ngang trong từng thời kỳ cho từng đoạn bờ biển lên bản đồ diễn biến vị trí đường bờ
- Đo đạc được sự biến đổi hình dạng của mặt cắt ngang bãi biển, xác định được phạm vi bồi tụ, xói lở trên mặt cắt ngang bãi biển, thể tích xói lở, bồi tụ cho 1 đơn vị chiều dài mặt cắt ngang bãi biển và tốc độ xói lở, bồi tụ theo theo mùa (mùa gió Đông Bắc và mùa gió Tây Nam), trước và sau các trận bão lớn, và theo chu kỳ nhiều năm.
- Thể hiện được sự biến đổi của mặt cắt ngang bãi biển theo thời gian trên các bản vẽ mặt cắt ngang bãi biển, chỉ rõ phạm vi và bồi, xói trên các bản vẽ
- Đo đạc được sự biến đổi địa hình đáy của 1 vùng bờ biển, xác định được phạm vi khu vực xói lở, bồi tụ trong vùng khảo sát, thể tích xói lở, bồi tụ trong vùng khảo sát và tốc độ xói lở, bồi tụ theo theo mùa (mùa gió Đông Bắc và mùa gió Tây Nam), trước và sau các trận bão lớn, và theo chu kỳ nhiều năm.
- Thể hiện được sự biến đổi địa hình đáy biển theo thời gian cho vùng bờ biển khảo sát, đánh giá diễn biến bờ biển lên bình đồ địa hình đáy biển. Chỉ rõ được vùng bồi, xói, và mức độ bồi xói trên bình đồ.
- Báo cáo tổng hợp kết quả phân tích, đánh giá diễn biến bờ biển

6.4. Nội dung quy trình khảo sát địa hình bờ biển phục vụ đánh giá diễn biến

6.4.1. Lựa chọn hình thức khảo sát diễn biến bờ biển

Có 3 hình thức khảo sát diễn biến bờ biển: 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. Tùy theo mục đích của việc khảo sát diễn biến bờ biển và tính chất diễn biến bờ biển, hình thái đường bờ mà lựa chọn hình thức khảo sát diễn biến đường bờ.

6.4.1.1. Khảo sát vị trí đường bờ

+ Trường hợp đoạn bờ biển cần khảo sát có diễn biến đường bờ theo mùa 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

6.4.1.2. Khảo sát mặt cắt ngang bãi biển

+ Trường hợp khu vực khảo sát diễn biến bờ biển, có đường bờ biển 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 tối thiểu là 200 m và có thể lấy chi tiết hơn tùy theo yêu cầu của việc đo đạc và mức độ diễn biến xói lở bờ biển. Các mặt cắt ngang phải lấy vuông góc với tuyến khảo sát và đảm bảo không bị che chắn, cản trở bởi các công trình xây dựng trên bãi biển.

6.4.1.3. Khảo sát địa hình đáy biển

+ Trường hợp khu vực khảo sát diễn biến bờ biển, có đoạn 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 khảo sát địa hình cần rộng hơn khu vực cần đánh giá diễn biến bờ biển, mở rộng về mỗi bên ít nhất 500 m dọc theo đường bờ.

6.4.2. Quy trình khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển cho khu vực khảo sát lần đầu

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

6.4.2.1. Thu thập các số liệu, tài liệu có liên quan tới vùng khảo sát

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 diễn biến bờ biển. Xác định sơ bộ lịch sử diễn biến bồi tụ, xói lở ở khu vực cần khảo sát từ các số liệu, tài liệu thu thập được ở trên

6.4.2.2. Khảo sát sơ bộ hiện trường tại khu vực dự kiến tiến hành khảo sát

Khảo sát sơ bộ hiện trường tại khu vực dự kiến tiến hành khảo sát diễn biến bờ biển, tiến hành các công việc sau

- Ghi nhận hiện trạng bờ biển tại thời điểm khảo sát,
- Khảo sát, sơ họa vị trí các công trình đã xây dựng ở ven bờ, bên trong hoặc nằm gần khu vực khảo sát,
- Xác định các mốc cố định, các vật chuẩn có thể sử dụng để bố trí gửi mốc cao độ và tọa độ khi tiến hành khảo sát diễn biến bờ biển,
- Xác định sơ bộ vị trí bố trí trạm đo mực nước triều (nếu khu vực khảo sát không gần các trạm hải văn quốc gia) và trạm đo sóng (nếu cần)

6.4.2.3. Xác định tuyến khảo sát

Tuyến khảo sát được lấy song song với đường bờ trung bình tại khu vực khảo sát, nằm bên trong đất liền, và 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, có thể bố trí các mốc đánh dấu vị trí của các mặt cắt ngang bãi biển sẽ tiến hành khảo sát, đo đạc định kỳ. Các mốc này có thể kết hợp làm mốc cao độ và mốc tọa độ của mặt cắt ngang khảo sát.

6.4.2.4. Xác định phạm vi khảo sát diễn biến bãi biển

- + 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 ít nhất 500 m về cả 2 phía của khu vực cần khảo sát
- + Phạm vi khảo sát về phía đất liền được lấy tới điểm xa nhất về phía đất liền không chịu ảnh hưởng của sóng và mực nước triều. Đối với đoạn bờ có đê biển thì giới hạn về phía đất liền được lấy đến đỉnh đê biển. Đối với đoạn bờ biển tự nhiên thì giới hạn về phía đất liền được lấy tới giới hạn trên cùng của bãi biển, hoặc đỉnh đụn cát ven biển.
- + 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 của địa hình đáy biển hay còn gọi là điểm tương ứng với độ sâu giới hạn vận chuyển bùn cát ở đáy biển hc. Giá trị của hc được xác định căn cứ và chiều cao sóng thống kê thời kỳ nhiều năm và đặc trưng của bùn cát ở đáy biển. Độ sâu giới hạn vận chuyển bùn cát ở đáy biển được tính bằng 1 trong các công thức sau:

$$h_c = 2,28H - 68,5 \frac{H^2}{(gT^2)} \quad (\text{Hallermeier, 1978})$$

$$h_c = 1,57H \quad (\text{Birkmeier, 1981})$$

Trong đó:

H là chiều cao sóng hiểm, với tần suất xuất hiện 12 giờ trong năm (đơn vị m)

T là chu kỳ sóng tương ứng tới chiều cao sóng hiểm (đơn vị: giây)

Đối với bờ biển nước ta, độ sâu giới hạn vận chuyển bùn cát ở đáy biển dao động trong khoảng từ - 10 m đến - 15 m.

6.4.2.5. Tỷ lệ khảo sát và cấp khảo sát địa hình

Tỷ lệ khảo sát và cấp khảo sát địa hình được xác định dựa vào TCVN 8481: 2010. Công trình đề điều, yêu cầu về thành phần, khối lượng khảo sát địa hình..

6.4.2.6. Xác định thời điểm khảo sát diễn biến bờ biển

Bờ biển Việt Nam chịu sự chi phối mạnh của chế độ gió mùa, và thay đổi liên tục giữa các mùa trong năm, do vậy cần đo đạc diễn biến bờ biển ít nhất 2 lần/năm vào các thời kỳ đại diện cho gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam.

Đối với những khu vực bờ biển đang có diễn biến xói lở phức tạp thì cần đo đạc, khảo sát thêm trong thời kỳ mưa bão, vào thời điểm trước và sau các trận bão lớn để có cơ sở đánh giá diễn biến bờ biển.

6.4.2.7. Lập phương án khảo sát diễn biến bờ biển

Phương án khảo sát diễn biến bờ biển, bao gồm các nội dung sau

- + Sơ họa khu vực khảo sát, các địa hình, địa vật quan trọng trong khu vực khảo sát
- + Xác định các tuyến khảo sát, phạm vi khảo sát, số lượng và vị trí các mặt cắt ngang khảo sát (nếu đo đạc mặt cắt ngang), giới hạn khảo sát mặt cắt ngang bãi biển về phía biển và về phía đất liền, vị trí trạm đo mực nước (nếu cần) và trạm đo sóng (nếu cần).
- + Thê hiện vùng khảo sát, tuyến khảo sát, các mặt cắt ngang khảo sát cùng vị trí trạm đo mực nước (nếu cần) và trạm đo sóng (nếu cần) trên bản đồ
- + Tính toán khối lượng khảo sát, tỷ lệ khảo sát và cấp khảo sát địa hình phục vụ lập dự toán
- + Xác định thời điểm khảo sát, dự kiến thời gian tiến hành khảo sát
- + Xác định phương pháp, kỹ thuật, thiết bị sử dụng khảo sát địa hình đáy biển hoặc mặt cắt ngang bãi biển và phương pháp, thiết bị đo đạc mực nước triều (nếu có) và đo đạc sóng (nếu có)

6.4.2.8. Bố trí nhân sự, máy móc, thiết bị và công tác hậu cần phục vụ đo đạc

Bố trí nhân sự, máy móc, thiết bị và hậu cần phục vụ công tác đo đạc. Thông báo tới các cơ quan quản lý của địa phương và bộ đội biên phòng nơi tiến hành khảo sát về nội dung, thời gian, nhân sự tham gia khảo sát

6.4.2.9. Tổ chức khảo sát diễn biến bờ biển tại thực địa

- + Xây dựng hệ thống mốc cao độ và hệ thống mốc tọa độ cho khu vực cần khảo sát dọc theo tuyến khảo sát, dẫn cao độ quốc gia về hệ thống mốc cao độ và lưới tọa độ cho tuyến khảo sát và các mốc này.
- + Đối với khu vực cần đo đạc định kỳ các mặt cắt ngang bãi biển để xác định diễn biến xói lở bờ biển hàng năm thì cần xây dựng các mốc định vị cho các mặt cắt ngang bãi biển cần đo đạc.

- + Trường hợp tại khu vực khảo sát đã xây dựng hệ thống mốc khảo sát và hệ thống mốc định vị các mặt cắt ngang bãi biển cần khảo sát thì không cần thực hiện lại các bước này nữa mà chỉ cần đo đạc, kiểm tra lại cao độ, tọa độ của các mốc này trước khi tiến hành khảo sát
- + Xây dựng trạm đo mực nước triều (nếu cần) trong vùng khảo sát hoặc ở lân cận khu vực khảo sát nhưng phải bảo đảm dao động mực nước ở vị trí này tương tự với dao động mực nước ở vùng khảo sát trong thời gian tiến hành đo đạc.
- + Xây dựng trạm đo sóng (nếu cần) trong vùng khảo sát đối với những khu vực đang có diễn biến xói lở phức tạp và cần phân tích, đánh giá nguyên nhân xói lở.
- + Tiến hành khảo sát địa hình đáy biển hoặc đo đạc các mặt cắt ngang bãi biển theo các quy phạm khảo sát địa hình đã được quy định

6.4.2.10. Xử lý số liệu đo đạc

- + Hiệu chỉnh số liệu đo đạc địa hình đáy biển, đo đạc mặt cắt ngang bãi biển theo số liệu mực nước triều được đo đạc đồng bộ với số liệu địa hình trong vùng khảo sát
- + Kiểm tra, đánh giá sai số có thể xảy ra trong quá trình đo đạc. Chỉnh biên số liệu đo đạc
- + Biên tập các bình đồ khảo sát địa hình, bản vẽ các mặt cắt ngang từ các số liệu đo đạc đã được xử lý, loại bỏ sai số
- + So sánh kết quả đo đạc địa hình, đo đạc các mặt cắt ngang với các số liệu đo đạc thu thập được trong quá khứ (nếu có), xác định rõ phạm vi bồi, xói ; tốc độ bồi, xói và thể tích bồi, xói. Thể hiện các kết quả so sánh này lên bình đồ và bản vẽ mặt cắt ngang
- + Viết báo cáo khảo sát địa hình, xác định các vùng xói, bồi và đánh giá sơ bộ nguyên nhân xói lở, bồi tụ.

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

Đối với khu vực khảo sát, đo đạc diễn biến bờ biển lặp lại hàng năm thì không cần thực hiện đầy đủ các bước trong Quy trình khảo sát nêu ở trên. Có thể bỏ qua các mục từ 6.4.1.1 đến 6.4.1.7, 6.4.1.3; 6.4.1.4 và đơn giản hóa nội dung 6.4.1.8, kế thừa các nội dung đã lập ở các lần khảo sát trước.

Ở nội dung 6.4.1.10- Tổ chức khảo sát diễn biến bờ biển tại thực địa, khi tại khu vực khảo sát đã xây dựng hệ thống mốc khảo sát và hệ thống mốc định vị các mặt cắt ngang bãi biển cần khảo sát thì không cần thực hiện lại việc xây dựng các mốc khảo sát nữa mà chỉ cần đo đạc, kiểm tra lại cao độ, tọa độ của các mốc này trước khi tiến hành khảo sát.

Ở nội dung 6.4.1.11- Xử lý số liệu đo đạc, cần so sánh kết quả đo đạc địa hình, đo đạc các mặt cắt ngang 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. Thể hiện các kết quả so sánh này lên bình đồ và bản vẽ mặt cắt ngang.

6.4.4. Khảo sát diễn biến bãi biển, phần địa hình dưới nước

Địa hình bờ biển, khu vực dự kiến khảo sát diễn biến sẽ gồm 2 phần, phần địa hình trên cạn và phần địa hình dưới nước. Địa hình bờ biển, phần dưới nước là vùng bờ biển nằm từ mép nước trung bình ra tới độ sâu giới hạn vận chuyển bùn cát. Địa hình bờ biển, phần dưới nước, được khảo sát trực tiếp bằng các phương pháp sau:

- Phần địa hình đáy biển được đo vẽ trực tiếp ở thực địa bằng cách sử dụng các máy đo sâu hồi âm đơn tia (SBES), máy đo sâu hồi âm đa tia (MBES) với đầy đủ các máy phụ trợ tạo thành hệ thống thiết bị SBES, MBES và công nghệ định vị, dẫn đường bằng hệ thống vệ tinh toàn cầu;
- Phần diện tích biển sát bờ, chân đảo, bãi cạn lúc chìm lúc nổi, bãi ngầm không thể đo vẽ trực tiếp bằng SBES, MBES thì phải đo sâu bằng sào: sử dụng máy toàn đạc điện tử, GNSS RTK để đo vẽ chi tiết địa hình, địa vật hoặc sử dụng thiết bị GNSS để xác định vị trí điểm đo sâu và độ sâu được xác định bằng sào đo sâu.
- Các máy móc, thiết bị sử dụng trong khảo sát địa hình đáy biển phải đáp ứng yêu cầu độ chính xác của bản đồ và được kiểm tra, kiểm nghiệm hoặc kiểm định theo quy định hiện hành. Các tài liệu kiểm nghiệm hoặc kiểm định máy, thiết bị phải được nộp kèm sản phẩm.
- Khi đo sâu bằng SBES, chỉ được phép tiến hành đo sâu khi độ cao của sóng không vượt quá 0,3m. Khi độ cao sóng lớn hơn 0,3m phải sử dụng máy cải chính sóng (máy cảm biến sóng).
- Khi đo sâu bằng MBES bắt buộc phải trang bị máy cải chính sóng, máy la bàn và máy đo tốc độ âm bề mặt.

6.4.5. Khảo sát diễn biến bãi biển, phần địa hình trên cạn

Trong khảo sát diễn biến bờ biển, địa hình bờ biển, phần trên cạn là vùng bờ biển nằm trên mép nước trung bình tới điểm trên cùng của bãi triều cao.

Phương pháp khảo sát địa hình bãi biển, phần trên cạn tuân thủ theo TCVN 8481: 2010. Công trình đề điều, yêu cầu về thành phần, khối lượng khảo sát địa hình.

Phân cấp địa hình khảo sát diễn biến bãi biển, phần đo ở trên cạn và đo ở dưới nước được lấy theo phụ lục H, TCVN 8478:2018. Khảo sát địa hình công trình thủy lợi.

6.4.6. Lập lưới khống chế cơ sở và lưới khống chế đo vẽ khi khảo sát diễn biến bãi biển

6.4.6.1 Lưới khống chế cơ sở trong đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển bao gồm các điểm khống chế để phát triển lưới khống chế đo vẽ phục vụ đo sâu bằng sào và trạm tĩnh (trạm gốc, trạm Base) khi sử dụng công nghệ RTK. Mật độ điểm khống chế, vị trí các điểm khống chế cơ sở tuân thủ theo Điều 9, Thông tư 63/2017/TT-BTNMT Quy định kỹ thuật đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1:5000.

6.4.6.2 Lưới khống chế đo vẽ được thành lập nhằm tăng dày điểm khống chế phục vụ cho việc đo vẽ địa hình, địa vật ở khu vực đo sâu bằng sào. Lưới khống chế đo vẽ chỉ xây dựng 1 cấp. Các quy định

về xây dựng lưới khống chế đo vẽ và các điểm thuộc lưới khống chế đo vẽ tuân thủ theo Điều 10, Thông tư 63/2017/TT-BTNMT Quy định kỹ thuật đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1:5000.

6.4.7. Quan trắc mực nước triều phục vụ hiệu chỉnh kết quả đo sâu

Thời điểm quan trắc mực nước triều: phải diễn ra trước thời điểm bắt đầu đo đạc, đo sâu kiểm tra thiết bị khảo sát và thời điểm kết thúc quan trắc mực nước phải sau thời điểm kết thúc đo đạc, đo sâu kiểm tra thiết bị khảo sát của mỗi ngày đo, mỗi đợt đo.

Tần suất quan trắc mực nước triều: Cứ 10 phút phải đọc số trên thước đo mực nước một lần vào các thời điểm chẵn giờ, chẵn 10 phút. Mỗi thời điểm đọc số trên thước đo mực nước phải đọc số 2 lần, số đọc đến cm. Số đọc trên thước đo mực nước phải được ghi vào sổ quan trắc mực nước. Mẫu sổ quan trắc mực nước tham khảo tại Phụ lục 3 của Thông tư 63/2017/TT-BTNMT.

Điểm quan trắc mực nước triều được bố trí ở nơi kín gió, ít chịu ảnh hưởng của sóng biển, nước dâng do lũ hoặc gió và thuận tiện trong cả quá trình quan trắc mực nước. Thước đo mực nước có vạch chia đến cm, độ dài thước không được vượt quá 4m (khi dùng mia địa hình) và không vượt quá 5m (khi dùng thước tráng men) nếu đo bằng phương pháp thủ công.

Điểm độ cao của trạm quan trắc mực nước triều phục vụ hiệu chỉnh kết quả đo sâu được đánh dấu trên địa vật kiến trúc ổn định hoặc được đóng cọc chắc chắn ở thực địa (chỉ tồn tại ở thực địa trong suốt thời gian thi công và kiểm tra, nghiệm thu các cấp). Điểm độ cao của trạm quan trắc mực nước triều cần đo nối độ cao bằng đo cao hình học từ điểm thuộc lưới độ cao quốc gia gần nhất.

Đối với khu vực đo vẽ sử dụng thiết bị đo mực nước triều tự động để xác định mức độ biến thiên hàng ngày của thủy triều thì trong hồ sơ lập phương án khảo sát phải quy định chi tiết các nội dung liên quan đến phương án kỹ thuật sử dụng thiết bị đo mực nước triều tự động. Độ chính xác của thiết bị đo mực nước triều tự động phải $\leq \pm 5\text{cm}$.

Biểu diễn kết quả quan trắc mực nước triều: Sử dụng phần mềm Excel để vẽ đồ thị biểu diễn sự biến thiên mực nước hàng ngày.

Quan trắc mực nước phục vụ tính triều cường, triều kiệt. Nếu nhiệm vụ khảo sát diễn biến bãi biển cần xác định đường triều cường, triều kiệt trên bản đồ, bản vẽ mặt cắt ngang bãi biển thì phải tiến hành quan trắc mực nước tại các điểm nghiệm triều liên tục 24/24 giờ trong vòng ít nhất 30 ngày/đêm liên tục. Các quy định về thời điểm đọc số trên thước đo mực nước, số lần đọc mực nước, độ chính xác theo quy định tại Điều 17 Thông tư 63/2017/TT-BTNMT.

6.4.8. Đo đạc xác định vị trí đường bờ

Đường bờ được định nghĩa là đường phân cách giữa đất liền và biển, hay nói cách khác, đường bờ chính là giao tuyến giữa đường mặt nước với bờ biển. Có 3 quan điểm xác định vị trí đường bờ như sau:

a) Xác định theo mực nước tức thời, tức là xác định vị trí đường bờ tại từng thời điểm cụ thể, tương ứng với mực nước triều tại thời điểm đó. Nhược điểm của phương pháp này là vị trí đường bờ liên tục biến động do mực nước triều thay đổi liên tục.

(b) Xác định theo mực nước triều cao hoặc triều thấp bình quân. Cách xác định này chỉ phù hợp với các bờ biển có cấu tạo vách đá hoặc bờ biển kiểu cuội sỏi, nhưng không phù hợp với bờ biển có cấu tạo cát trong điều kiện bão hoặc trường hợp bờ biển xói/bồi theo mùa như ở bờ biển Việt Nam.

(c) Xác định theo đặc điểm địa mạo của bờ biển, vị trí đường bờ được xác định tại chân vách bờ, chân cồn cát ven biển. Khi vách bờ hoặc chân cồn cát ven biển bị xói lở thì vị trí đường bờ cũng bị dịch chuyển.

Vị trí đường bờ sử dụng trong khảo sát, đánh giá diễn biến bờ biển được xác định tương ứng với đường mực nước triều trung bình nhiều năm tại khu vực khảo sát. Cách xác định vị trí đường bờ này sẽ quy chung về 1 mặt chuẩn mực nước là giá trị mực nước triều trung bình trong thời kỳ nhiều năm.

Để xác định được mực nước triều trung bình nhiều năm thì cần chuỗi số liệu đo đạc mực nước triều từng giờ tại điểm khảo sát. Trường hợp khu vực khảo sát có đầy đủ số liệu thì chuỗi số liệu mực nước triều cần có độ dài 18,6 năm. Trường hợp khu vực khảo sát không có số liệu thì có thể xây dựng tương quan mực nước triều giữa điểm khảo sát với 1 trạm đo hải văn trong mạng lưới trạm quan trắc hải văn quốc gia.

Sau khi xác định được mực nước triều trung bình nhiều năm thì cần đo đạc các mặt cắt ngang bãi biển tại khu vực khảo sát và xác định giao tuyến giữa mực nước triều trung bình nhiều năm với mặt cắt ngang đo đạc. Điểm giao tuyến này chính là vị trí đường bờ cần xác định.

Ngoài phương pháp xác định vị trí đường bờ bằng phương pháp đo đạc mặt cắt ngang bãi biển và tính toán mực nước triều trung bình thì có thể xác định vị trí đường bờ bằng các công nghệ mới như công nghệ giải đoán vị trí đường bờ sử dụng ảnh vệ tinh quang học đa phổ, công nghệ giải đoán đường bờ bằng hệ thống video camera hoặc đo đạc và giải đoán đường bờ bằng hệ thống rada.

6.4.9. Đo đạc khảo sát độ sâu đáy biển

6.4.9.1. Xác định vị trí điểm đo sâu khi đo sâu bằng thiết bị đo sâu hồi âm

Vị trí điểm đo sâu được xác định bằng định vị vệ tinh toàn cầu (GNSS, DGNSS) có cải chính vi sai từ tín hiệu của các trạm DGPS ven biển. Đối với khu vực không thu được tín hiệu của các trạm DGPS ven biển thì cải chính vi sai từ tín hiệu thuê bao vệ tinh hoặc được xác định bằng GNSS RTK.

6.4.9.2. Đo đạc mặt cắt ngang hoặc địa hình đáy biển bằng máy hồi âm đơn tia (SBES)

Tuyến đo mặt cắt ngang bãi biển được thiết kế theo hướng vuông góc với đường bờ trung bình hoặc các đường đẳng sâu trên bản đồ địa hình. Khoảng cách giữa 2 mặt cắt ngang bãi biển liên tiếp ở thực địa được xác định tùy theo yêu cầu mục đích đo đạc, và mức độ biến đổi của địa hình đáy biển theo hướng dọc bờ, nhưng không lớn hơn 200m. Khoảng cách giữa 2 điểm xác định độ sâu liên tiếp trên cùng một mặt cắt ngang là 10m ở thực địa;

Các tuyến đo sâu kiểm tra thiết kế theo hướng vuông góc với tuyến đo mặt cắt ngang. Khoảng cách giữa 2 tuyến đo sâu kiểm tra liên tiếp ở thực địa là 400m. Các tuyến đo sâu kiểm tra phải phân bố tương đối đều trên khu vực khảo sát diễn biến đáy biển. Khoảng cách giữa 2 điểm xác định độ sâu liên tiếp trên cùng một tuyến đo sâu kiểm tra không quá 10m ở thực địa;

Số hiệu các tuyến đo mặt cắt ngang được đánh số từ 01 cho đến hết ở mỗi khu vực khảo sát địa hình đáy biển theo chiều tăng dần từ Bắc xuống Nam;

Sử dụng thiết bị đo sâu hồi âm đơn tia có độ chính xác $\leq \pm((10\text{cm}+0,1\% h)$; h là độ sâu tính bằng m) trở lên và phần mềm khảo sát địa hình đáy biển chuyên dụng để tiến hành đo sâu mặt cắt ngang và đo sâu kiểm tra

Đánh giá độ chính xác đo sâu bằng phương pháp nội suy tuyến tính tại vị trí giao nhau giữa 2 cặp điểm gần nhất của tuyến đo mặt cắt ngang và tuyến đo sâu kiểm tra để tìm ra 2 giá trị độ sâu tương ứng, so sánh 2 giá trị này. Số chênh lệch giữa đo sâu và đo sâu kiểm tra tính theo công thức $\Delta = h_{đs} - h_{kt}$.

Trong đó:

- $h_{đs}$ là độ sâu (thu được từ kết quả nội suy tuyến tính của giao điểm giữa tuyến đo sâu và tuyến đo sâu kiểm tra) khi đo sâu;
- h_{kt} là độ sâu (thu được từ kết quả nội suy tuyến tính của giao điểm giữa tuyến đo sâu và tuyến đo sâu kiểm tra) khi đo sâu kiểm tra.

Các sai số cho phép tham khảo tại Điều 6 Thông tư 63/2017/TT-BTNMT.

6.4.9.3. Đo đạc mặt cắt ngang đáy biển bằng sào đo sâu

Sử dụng lưới khống chế cơ sở và lưới khống chế đo vẽ theo quy định tại mục 6.4.6 của Tiêu chuẩn này để làm điểm trạm đo. Khoảng cách từ trạm đo tới điểm đo vẽ chi tiết không vượt quá 500m (khi sử dụng máy toàn đạc điện tử có sai số đo góc $\leq \pm 30''$ và sai số đo cạnh $\leq \pm 0,10\text{m}$), không vượt quá 300m (khi sử dụng máy kinh vĩ quang học). Vị trí điểm được xác định theo phương pháp toàn đạc, độ sâu của điểm được xác định theo phương pháp đo cao lượng giác.

Trong điều kiện cho phép, có thể dùng máy GNSS động để xác định vị trí điểm đo sâu bằng sào theo cách xác định thời điểm định vị bằng tay (manual logging) và ghi lưu tọa độ thành tệp riêng theo định dạng của phần mềm sử dụng. Độ sâu của điểm được xác định bằng sào đo sâu có vạch chia nhỏ nhất đến cm.

Số hiệu điểm đo sâu bằng sào đo sâu được đánh số từ 01 cho đến hết, bắt đầu từ trong bờ ra đến ngoài biển, trên cùng một tuyến đo mặt cắt ngang bãi biển.

6.4.9.4. Đo đạc địa hình đáy biển bằng máy hồi âm đa tia (MBES)

Thiết kế tuyến đo địa hình đáy biển: Địa hình đáy biển phải được quét kín diện tích (100%) bề mặt địa hình; Hướng của tuyến đo địa hình phải song song với hướng của đường đẳng sâu. Độ phủ giữa 2 dải đo liền kề không nhỏ hơn 5% độ rộng của dải quét nhỏ hơn trong 2 dải đo đó. Độ rộng của vệt đo phải

căn cứ vào độ sâu trung bình, chất đáy của khu vực đo và hồ sơ kỹ thuật của MBES để chọn góc mở tối ưu nhất.

Số hiệu tuyến đo địa hình được đánh số từ 01 cho đến hết đối với từng loại tuyến trong cùng một khu vực khảo sát.

Sử dụng các MBES có độ chính xác $\leq \pm((10\text{cm}+0,1\% h)$; h là độ sâu tính bằng m) trở lên và phần mềm khảo sát địa hình đáy biển chuyên dụng để quét địa hình đáy biển;

Độ chính xác đo địa hình đáy biển xác định căn cứ vào số liệu thu được trên phần diện tích phủ nhau giữa 2 dải quét liền kề hoặc số liệu thu được trên phần diện tích chồng nhau giữa dải quét và dải đo kiểm tra;

6.4.9.5. Đo đạc địa hình đáy biển bằng công nghệ RTK

Phải sử dụng thiết bị RTK do các hãng chuyên dụng chế tạo và đã được kiểm nghiệm để đo đạc địa hình đáy biển. Bộ thiết bị đo bao gồm các máy thu tín hiệu vệ tinh GNSS/ DGNS loại thu được trị đo Code và trị đo Phase, 1 tần số hoặc đa tần số, có sai số đo cạnh $\leq \pm(10\text{mm} + 1\text{mm} \times D)$ (D là chiều dài cạnh đo tính bằng km) và thiết bị có chức năng đo GNSS/DGNSS động thời gian thực.

Đối với mỗi trạm đo, sử dụng một trạm Base, cho phép thu được tín hiệu của tất cả các vệ tinh (trong góc ngưỡng 150) có tại mọi thời điểm đo tại khu vực trạm Base và các máy di động (Rover) tiếp cận các điểm cần đo địa hình. Khoảng cách từ trạm Base đến điểm đo không được vượt quá 10km.

Việc đo đạc địa hình đáy biển được thực hiện theo một trong hai phương án sau:

a) Trường hợp sử dụng tàu để di chuyển, người đo sào sẽ ngồi trực tiếp trên tàu, sào đo sẽ được gióng trùng khớp với vị trí ăng ten của máy Rover để tiến hành cắm sào tại các điểm đo khi tàu di chuyển. Sào đo được cắm xuống mặt đáy biển theo phương thẳng đứng, ghi lại số liệu độ cao tương ứng với ăng ten máy Rover để cho số liệu đo sâu chính xác, đồng thời số liệu sẽ được xác định tọa độ và độ sâu tại điểm đó. Thời gian cho mỗi điểm đo chi tiết để đảm bảo chính xác có thể dừng đo từ 2 - 5 giây tùy theo chế độ cài đặt;

b) Trường hợp không thể sử dụng tàu để di chuyển mà phải di chuyển bộ, khi đó ăng ten máy Rover sẽ được tháo lắp trực tiếp trên sào đo, số liệu đo tại các điểm sẽ được ghi lại trực tiếp vào máy Rover, độ cao được xác định theo chiều cao của sào đo. Sào đo được cắm xuống mặt đáy biển theo phương thẳng đứng, ghi lại số liệu độ cao tương ứng với ăng ten định vị máy Rover. Thời gian cho mỗi điểm đo chi tiết để đảm bảo chính xác có thể dừng đo từ 2 - 5 giây tùy theo chế độ cài đặt.

Khi xác định độ cao (độ sâu) bằng thiết bị RTK mà máy Rover cắm trực tiếp xuống mặt đáy biển thì không phải quan trắc mực nước.

6.5. Nội dung quy trình đánh giá diễn biến diễn biến bờ biển từ tài liệu khảo sát

6.5.1. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi đoạn bờ biển theo phương dọc bờ.

Đánh giá xu thế diễn biến bờ biển theo phương dọc bờ nhằm mục đích xác định sự thay đổi vị trí đường bờ theo thời gian, dọc theo bờ biển.

Để đánh giá diễn biến xói lở, bồi tụ bờ biển theo phương dọc bờ, cần bộ số liệu vị trí đường bờ ở 2 thời điểm khác nhau, được đo đạc cùng trên 1 lưới chiếu (lưới chiếu VN2000) và cùng hệ cao độ. Khi chồng vị trí đường bờ tại 2 thời điểm khác nhau lên cùng 1 bản đồ, sẽ xác định được đoạn bờ nào là xói lở, đoạn bờ nào là bồi tụ, trong khoảng thời gian giữa 2 lần đo vị trí đường bờ.

Do bờ biển nước ta chịu ảnh hưởng của chế độ gió mùa nên đường bờ cũng thay đổi theo mùa. Mùa đông, là thời kỳ có sóng, gió mạnh, bờ biển có xu thế bị xói lở, ngược lại vào mùa hè, khi sóng gió nhỏ, bãi biển được bồi tụ lại. Do vậy khi so sánh, đánh giá diễn biến xói bồi theo phương dọc bờ, cần lựa chọn đường bờ đo đạc quan trắc trong cùng 1 mùa. Ví dụ như so sánh đường bờ trong thời kỳ mùa đông của 1 năm nào đó với các đường bờ trong thời kỳ mùa đông ở những năm tiếp theo.

Để đánh giá diễn biến bồi, xói của bãi biển theo phương dọc bờ có thể tính toán mức độ dịch chuyển của đường bờ giữa 2 hay nhiều thời điểm tại nhiều vị trí dọc theo bờ biển. Mức độ dịch chuyển có thể lấy đơn vị là m/năm và được xác định cho từng giai đoạn cụ thể (xem phụ lục Hình 7).

Các bước đánh giá diễn biến xói, bồi bờ biển theo phương dọc bờ bao gồm:

- Thu thập bản đồ vị trí đường bờ tại 2 thời điểm, tương ứng với thời đoạn cần xác định diễn biến xói, bồi bờ biển
- Chồng chập bản đồ vị trí đường bờ tại 2 thời điểm lên cùng 1 bản vẽ
- Vẽ đường cơ sở trên bản đồ vị trí đường bờ đã chồng chập. Đường bờ cơ sở được lấy bám theo đường bờ biển trung bình và nằm bên trong đất liền và cách vị trí đường bờ hiện trạng 100-200m
- Vẽ các đường thẳng trực giao với đường cơ sở và hướng ra phía biển theo thứ tự từ Bắc vào Nam. Mỗi đường trực giao cách nhau từ 50m đến 100 m tùy thuộc vào mức độ dịch chuyển của đường bờ.
- Tại 1 đường trực giao thứ i, xác định các khoảng cách từ đường cơ sở tới các vị trí đường bờ tại các thời điểm khác nhau. Tính toán mức độ dịch chuyển đường bờ (m/năm) tại đường trực giao thứ i theo công thức:

$$\Delta_i = \frac{D_1 - D_2}{t_1 - t_2}$$

Trong đó:

D1 và D2 là khoảng cách từ đường cơ sở tới vị trí đường bờ trên các đường trực giao

t1 và t2 là thời điểm đo đạc vị trí đường tương ứng với các khoảng cách D1 và D2.

Công thức trên biểu diễn mức độ diễn biến trung bình theo thời gian của vị trí đường bờ trong 1 thời đoạn cụ thể tại vị trí của đường trực giao thứ i . Nếu Δi có giá trị dương thì bờ biển ở trạng thái bồi tụ, Nếu Δi có giá trị âm thì bờ biển ở trạng thái xói lở.

Tính toán mức độ dịch chuyển đường bờ cho tất cả các đường trực giao và biểu thị trên biểu đồ có trục hoành có hướng dọc bờ biển (từ Bắc vào Nam), trục tung là mức độ dịch chuyển đường bờ tính toán cho từng đường trực giao (Xem phụ lục Hình 7)

6.5.2. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi đoạn bờ biển theo phương ngang bờ.

Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi đoạn bờ biển theo phương ngang bờ nhằm mục đích xác định sự thay đổi hình dạng mặt cắt ngang bãi biển từ điểm trên cùng của mặt cắt tới độ sâu giới hạn vận chuyển bùn cát.

Để đánh giá diễn biến xói lở, bồi tụ bờ biển theo phương dọc bờ, cần bộ số liệu đo đạc mặt cắt ngang bãi biển tại 2 thời điểm khác nhau, tại cùng 1 vị trí mặt cắt ngang và sử dụng cùng 1 hệ cao độ. Khi chồng chập các mặt cắt ngang được đo đạc tại 2 hay nhiều thời điểm khác nhau lên cùng biểu đồ, sẽ xác định mức độ dịch chuyển vị trí đường bờ, vùng nào trên mặt cắt ngang được bồi tụ, vùng nào trên mặt cắt ngang bị xói lở khoảng thời gian giữa 2 lần đo đạc mặt cắt ngang.

Do bờ biển nước ta chịu ảnh hưởng của chế độ gió mùa nên hình dạng mặt cắt ngang bãi biển bờ cũng thay đổi theo mùa. Mùa đông, là thời kỳ có sóng, gió mạnh, mặt cắt ngang bãi biển có xu thế dốc đứng ở vùng gần bờ và thoải dần ra phía ngoài khơi. Ngược lại vào thời kỳ mùa hè, mặt cắt ngang bãi biển có độ dốc nhỏ và thoải đều. Do vậy khi so sánh, đánh giá diễn biến bờ biển theo phương ngang bờ, cần so sánh các mặt cắt ngang bãi biển được đo đạc trong cùng 1 mùa.

Bão và gió mùa Đông Bắc mạnh cũng là hiện tượng gây diễn biến bãi biển mạnh theo phương ngang bờ, để đánh giá mức độ diễn biến bãi biển của 1 trận bão hay 1 đợt gió mùa Đông Bắc mạnh thì cần đo đạc mặt cắt ngang bãi biển tại thời điểm trước, trong và sau bão (xem phụ lục hình 8).

Các bước đánh giá diễn biến xói, bồi bờ biển theo phương ngang bờ bao gồm:

- 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.
- 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.
- 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 như AutoCAD.
- 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 bờ 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 giới hạn vận chuyển bùn cát.
- 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, 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:

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

Trong đó:

V_{bx} là thể tích bồi, xói của đoạn bờ biển (m³)

L_i là khoảng cách giữa 2 mặt cắt

A_i là diện tích bồi, xói của mặt cắt ngang thứ i

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.

6.5.3. Đánh giá xu thế diễn biến xói, bồi cho 1 vùng biển.

Để đánh giá diễn biến xói, bồi bờ biển cho 1 vùng biển trong 1 thời đoạn, cần thu thập các bình đồ khảo sát địa hình đáy biển tại vùng biển đó tại các thời điểm đầu và cuối thời đoạn cần đánh giá.

Kiểm tra các bình đồ khảo sát địa hình đáy biển xem chúng có sử dụng cùng 1 hệ cao độ và hệ lưới chiếu không? Trường hợp các bình đồ này không sử dụng chung 1 hệ cao độ hay hệ lưới chiếu thì cần chuyển đổi các bình đồ này về cùng 1 hệ cao độ và lưới chiếu

Chồng chập các bình đồ này lên cùng 1 bản vẽ để xác định các vùng bồi tụ và xói lở trong thời đoạn đánh giá diễn biến. Tính toán thể tích các vùng bồi, xói này bằng phần mềm mô hình số độ cao chuyên dụng như ArcGis, Surfer, MapInfo...(xem hình vẽ phụ lục hình 9)

PHỤ LỤC A

CÁC THIẾT BỊ VÀ CÔNG NGHỆ KHẢO SÁT ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN LÒNG SÔNG, BỜ BIỂN

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)

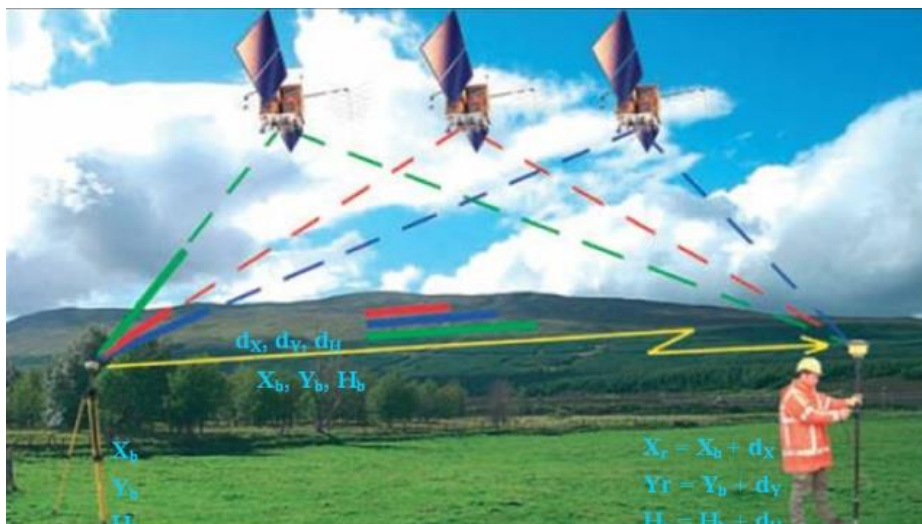
RTK là viết tắt của Real-Time Kinematic (Đo động thời gian thực) – Là một kỹ thuật được sử dụng để tăng độ chính xác của tín hiệu GPS bằng cách sử dụng một máy thu GPS 2 tần số đặt cố định – gọi là trạm tĩnh (Base Station) để thu và gửi tín hiệu đến máy GPS 2 Tần Số đang chuyển động – gọi là trạm động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

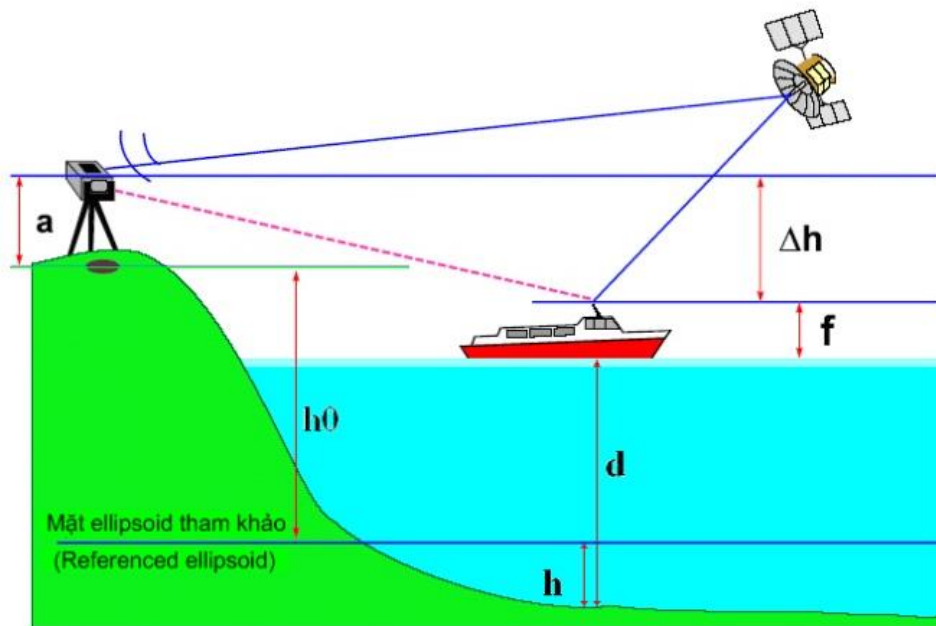


Hình A1-1: Đo bình đồ bằng công nghệ GPS RTK.

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 A1.2: 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: $h_w = h_0 + a - \Delta h - f$ 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: $Svs \geq 4$

+ 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.



Hình A1.3.: Công tác đo RTK bằng máy GPS Pentax tại thực địa

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

DJI Phantom 4 là một trong những mô hình thiết bị bay không người lái mới nhất của hãng DJI. Phantom 4 được lắp đặt camera 20 megapixel và hệ thống định vị vệ tinh (GPS và GLONASS) giúp nâng độ phân giải mặt đất và độ chính xác của không ảnh mặt bằng.

DJI Phantom 4 cất cánh theo phương thẳng đứng, thích hợp để triển khai trong điều kiện địa hình phức tạp. Vận tốc bay của DJI Phantom 4 là 15 m/s giúp cho năng suất làm việc được nâng cao. Mỗi một thiết bị có thể bay chụp khảo sát được hơn 300 ha mỗi ngày.



Hình A1.4. DJI Phantom 4

Công nghệ phần mềm xử lý ảnh chụp từ drone rất đa dạng. Mỗi phần mềm đều có một thế mạnh riêng. Các phần mềm tiêu biểu hiện nay gồm có Pix4D của Mỹ, Agisoft Photoscan của Nga và 3DSurvey của Slovenia. Ngoài ra, còn có Drone Deploy hỗ trợ công nghệ xử lý trực tuyến và xử lý real-time trong suốt quá trình bay chụp.

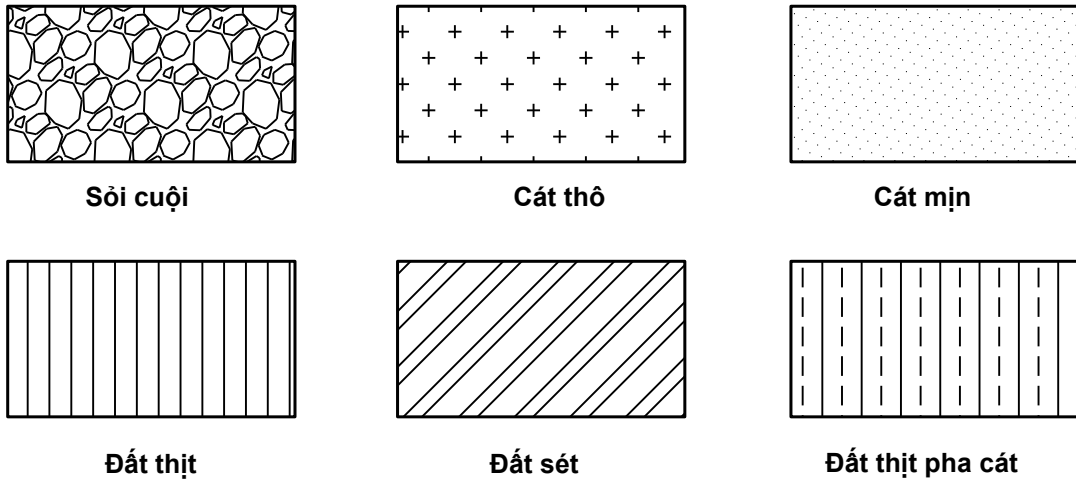
A2. Thiết bị khảo sát diễn biến đáy biển

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) $\leq \pm 0,10\text{m}$.
2. SBES. (Single Beam Echo-sounder): Máy đo sâu hồi âm đơn tia, độ phân giải đo sâu $\leq \pm 3\text{cm}$, độ chính xác đo sâu $\leq \pm (10\text{cm} + 0,1\% h)$. 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 $\leq \pm 3\text{cm}$, độ chính xác đo sâu $\leq \pm (10\text{cm} + 0,1\% h)$. 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 $\leq \pm 5\text{cm}$, dải đo sóng $\geq 5\text{m}$, độ chính xác góc nghiêng $\leq \pm 0,250$, dải đo góc nghiêng ± 300 .
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;

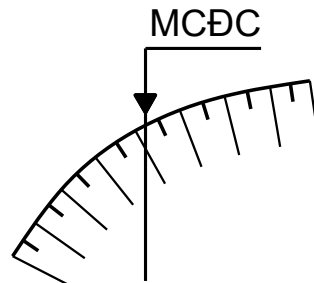
TCVN : 2021

- c) Bộ thiết bị RTK dùng đo GNSS động thời gian thực;
- d) Máy và mia thủy chuẩn;
- đ) Máy toàn đạc điện tử;
- e) Sào đo sâu.

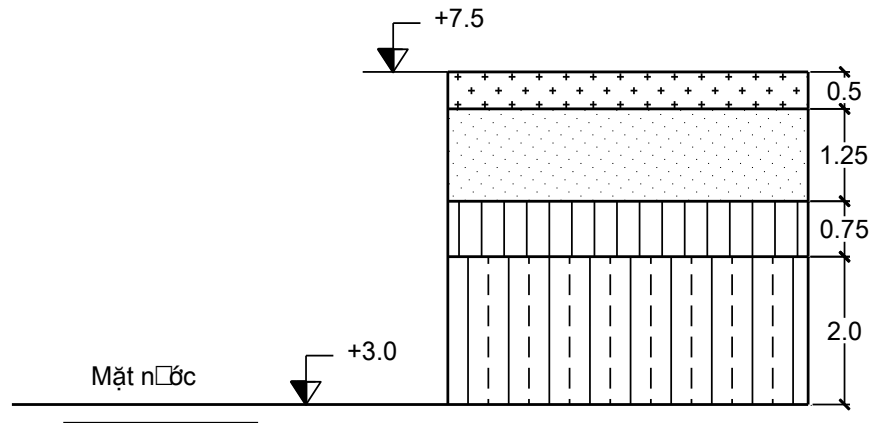
PHỤ LỤC HÌNH VẼ



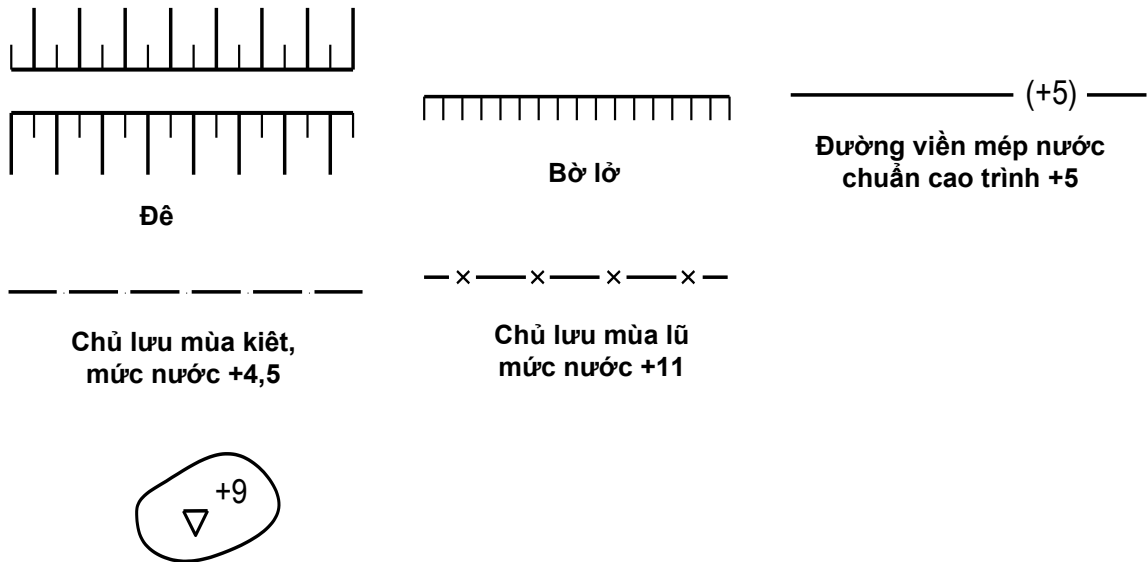
Hình 1- Ký hiệu địa chất sử dụng trong sơ họa diễn biến lòng sông



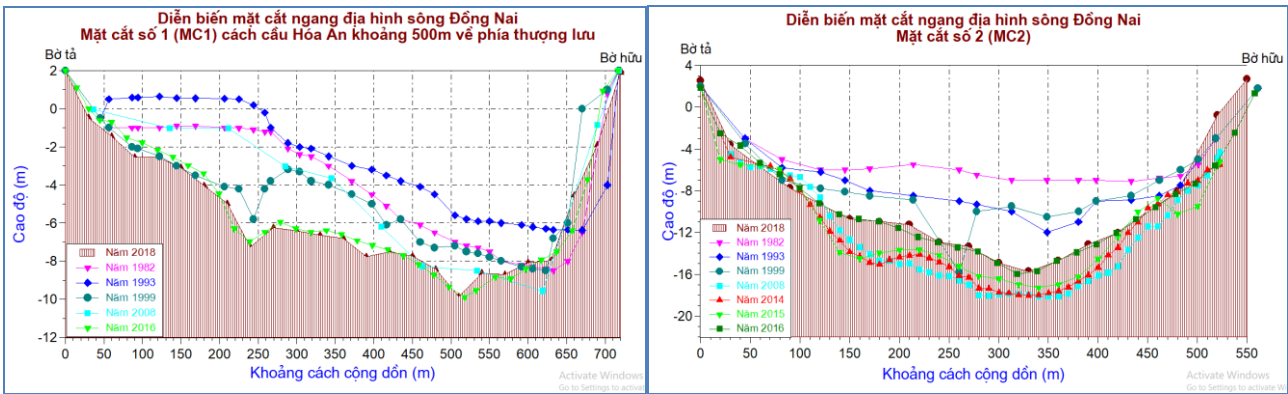
Hình 2 - Vị trí sơ đồ cấu tạo địa chất



Hình 3- Sơ đồ cấu tạo địa tầng

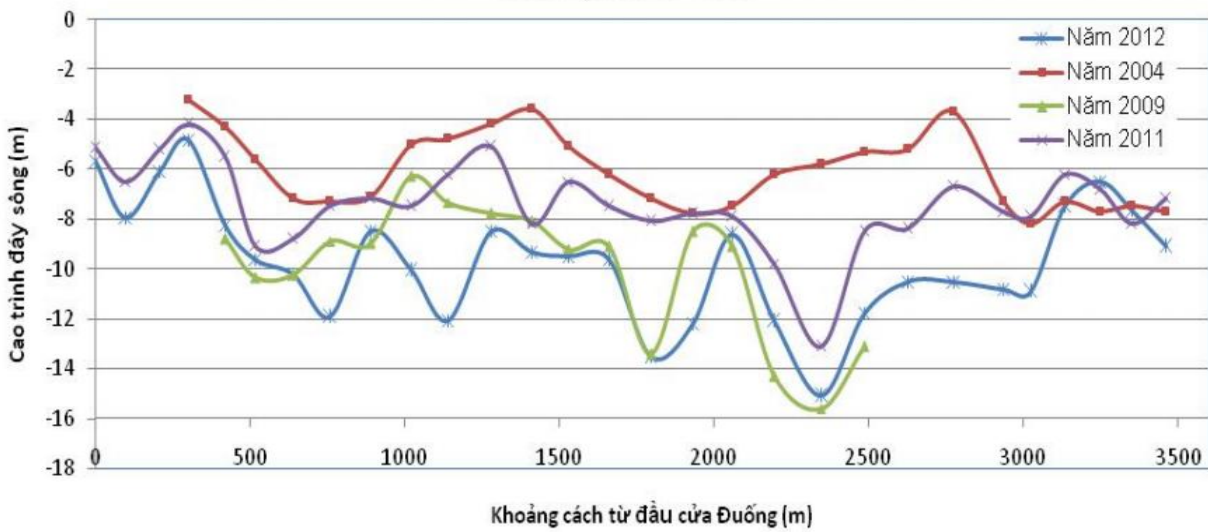


Hình 4 - Các ký hiệu dùng trong bản đồ sơ họa.

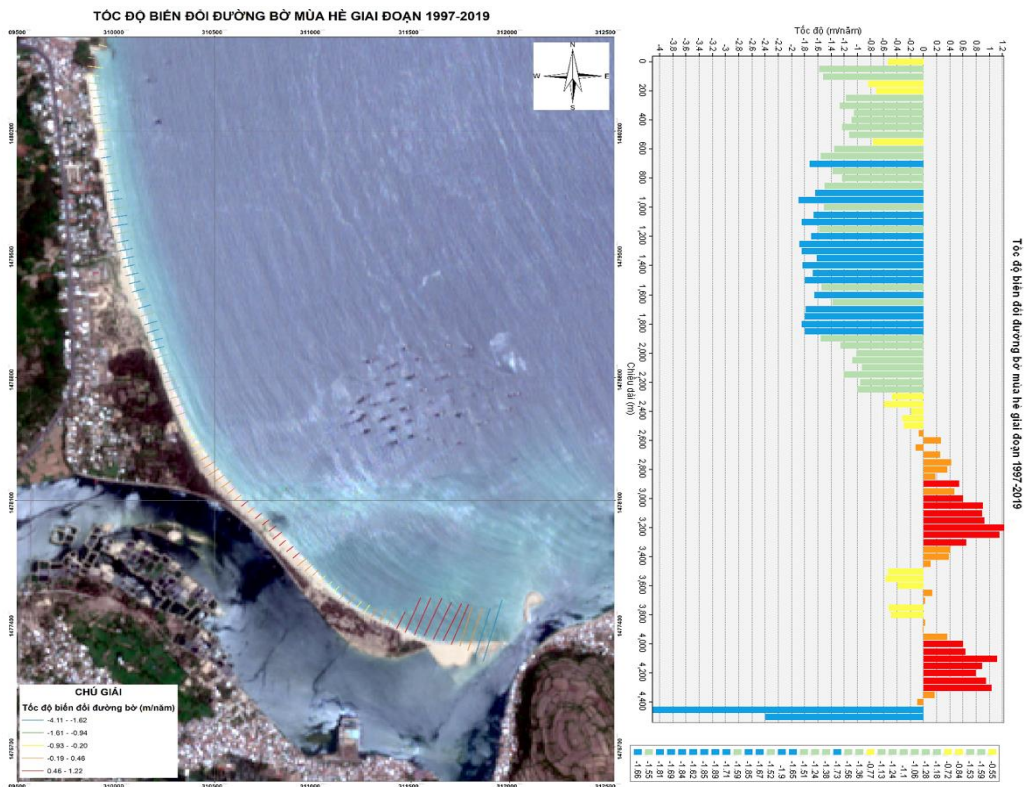


Hình 5 – So sánh diễn biến mặt cắt ngang sông

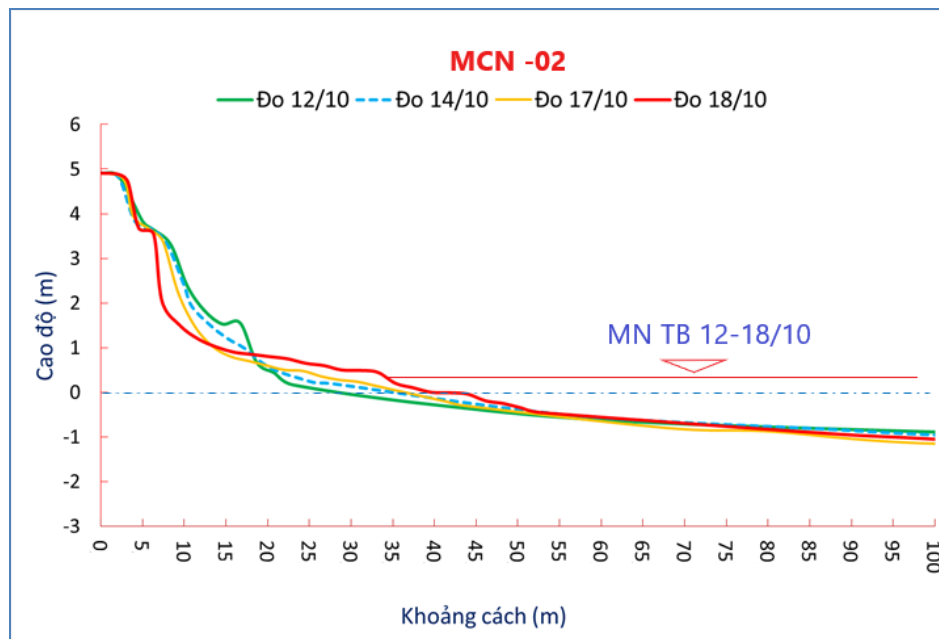
**Biến đổi mặt cắt dọc đoạn cửa vào sông Đuống
Giai đoạn 2004 - 2012**



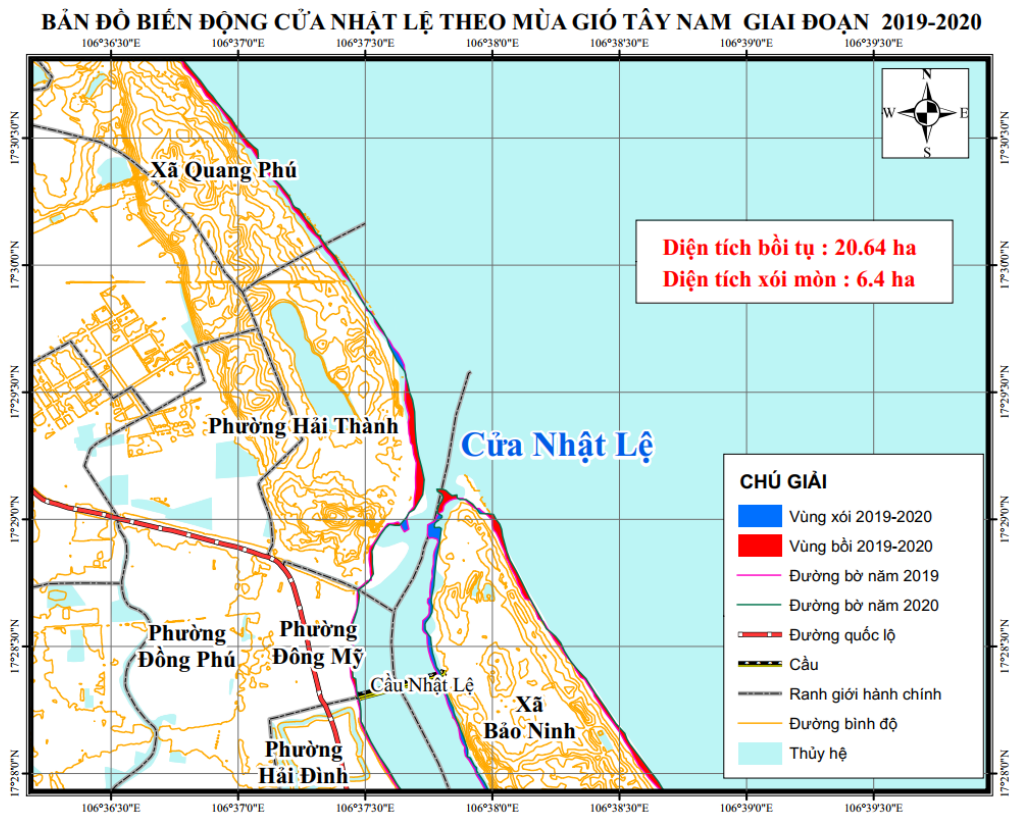
Hình 6: so sánh diễn biến cao độ thấp nhất và trung bình đáy sông theo chiều dọc



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



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



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

PHỤ LỤC BẢNG BIỂU

Bảng B1: 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 B2: 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
- 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_{tb} : Chênh lệch cao độ thấp nhất đáy sông (lạch sâu) và cao độ trung bình đáy sông

Bảng B3: 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 B4: 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 | <u>MC1a</u> | MC2 | <u>MC2a</u> | 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) | | | | | | | |
| 2000 | B_P (m) | | | | | | | |

| Năm/thời kỳ | Các đặc trưng địa hình | Mặt cắt | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|---------|-------------|-------|-------------|-----|-------|-------|
| | | MC1 | MC1a | MC2 | MC2a | MC3 | MC.. | MC.. |
| | 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 đê ra bờ sông (chiều rộng bãi sông) ở bờ phải và bờ trái
- L_P và L_T : khoảng cách từ tuyến đê ra đến lạch sâu ở bờ phải và bờ trái

Bảng B5: 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) <i>so với 2000</i> | | | | |
| ΔS_{tb-all} (m^2) <i>giữa các năm/ giai đoạn</i> | | | | |
| W_{tb-all} ($10^6 m^3$) <i>so với 2000</i> | | | | |
| ΔW_{tb-all} ($10^6 m^3$) <i>giữa các năm/ giai đoạn</i> | | | | |

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 B6: 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... |
| $Z_{\min-all}$ (m) <i>so với 2000</i> | | | | |
| $\Delta Z_{\min-all}$ (m) <i>giữa các năm/ giai đoạn</i> | | | | |
| Z_{tb-all} (m) <i>so với 2000</i> | | | | |
| ΔZ_{tb-all} (m) <i>giữa các năm/ giai đoạn</i> | | | | |

Giải thích ký hiệu:

- $Z_{\min-all}$: Cao độ đáy sông thấp nhất, tính trung bình cho từng năm/từng thời kỳ trên toàn đoạn sông/sông;

- $\Delta Z_{\min-all}$: Chênh lệch cao độ đáy sông thấp nhất, tính trung bình cho từng năm/từng thời kỳ trên toàn đoạn sông/sông;

- Z_{tb-all} : Cao độ trung bình của đáy sông, tính trung bình cho từng năm/từng thời kỳ trên toàn đoạn sông/sông;

- ΔZ_{tb-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 $\Delta Z_{\min-all}$, ΔZ_{tb-all} âm (-): lòng sông bị xói/hạ thấp