BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
CHƯƠNG TRÌNH KC.08/16-20

"Nghiên cứu khoa học và công nghệ phục vụ bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai"

---📖---

ĐỀ TÀI

NGHIÊN CỨU DỰ BÁO DIỄN BIẾN SẠT LỞ, ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP ĐỂ ỔN ĐỊNH BỜ SÔNG VÀ QUY HOẠCH SỬ DỤNG VÙNG VEN SÔNG PHỤC VỤ MỤC TIÊU PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI

Mã số: KC.08.28/16-20

BÁO CÁO TỔNG HỢP

Hà Nội, 2020

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

CHƯƠNG TRÌNH KC.08/16-20

"Nghiên cứu khoa học và công nghệ phục vụ bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai"

---------- ----------

ĐỀ TÀI

NGHIÊN CỨU DỰ BÁO DIỄN BIẾN SẠT LỞ, ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP ĐỂ ỔN ĐỊNH BỜ SÔNG VÀ QUY HOẠCH SỬ DỤNG VÙNG VEN SÔNG PHỤC VỤ MỤC TIÊU PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI

Mã số: KC.08.28/16-20

BÁO CÁO TỔNG HỢP

Cơ quan thực hiện: **Viện Thủy văn, Môi trường và Biến đổi khí hậu – Trường Đại học Thủy lợi**

Địa điểm : **175 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội**

Chủ nhiệm đề tài : **GS. TS. Phạm Thị Hương Lan**

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI **VIỆN TRƯỞNG**

GS. TS. Phạm Thị Hương Lan

Hà Nội, 2020

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ĐỀ TÀI 18
I. Thông tin chung về đề tài: 18
1. Tên đề tài:..... 18
2. Mục tiêu đề tài..... 18
3. Chủ nhiệm đề tài 18
4. Tổ chức chủ trì nhiệm vụ: 18
5. Tổng kinh phí thực hiện: 7.980 triệu đồng. 18
6. Thời gian thực hiện theo Hợp đồng: 19
7. Danh sách thành viên chính thực hiện nhiệm vụ nêu trên gồm: 19
II. Nội dung tự đánh giá về kết quả thực hiện đề tài:..... 19
1. Về sản phẩm khoa học: 19
1.1. Danh mục sản phẩm đã hoàn thành: 0
1.2. Danh mục sản phẩm khoa học dự kiến ứng dụng, chuyển giao (nếu có): . 0
1.3.Danh mục sản phẩm khoa học đã được ứng dụng (nếu có):..... 1
2. Về những đóng góp mới của đề tài: 1
3. Về hiệu quả của đề tài: 2
3.1. Hiệu quả kinh tế 2
3.2. Hiệu quả xã hội. 2
III. Cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu và kỹ thuật sử dụng nghiên cứu của đề tài: 2
IV. Sản phẩm khoa học công nghệ chính của đề tài: 7
V. Các nội dung hoạt động khác của đề tài: 8
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN NỘI DUNG CỦA ĐỀ TÀI 9
1.1. Sự cần thiết nghiên cứu của đề tài 9
1.2. Các vấn đề nghiên cứu diễn biến lòng dẫn, chỉnh trị ổn định bờ sông.... 14
1.3. Các phương pháp nghiên cứu dự báo sạt lở bờ sông 23
1.4. Các giải pháp khoa học công nghệ chỉnh trị sông, bảo vệ ổn định bờ sông. 26
1.4.1. Sử dụng giải pháp kỹ thuật "mềm" (giải pháp thô sơ, dân gian):..... 27
1.4.2. Sử dụng giải pháp kỹ thuật cứng "công trình gia cố bờ":..... 28
1.4.3. Các giải pháp khoa học công nghệ bảo vệ ổn định bờ sông đã ứng dụng trong nước để bảo vệ bờ. 30
1.4.4. Phân tích đánh giá công trình gia cố bờ 35
1.5. Vấn đề quản lý dòng sông 36
1.5.1. Trên thế giới 36
1.5.2. Trong nước 38

1.7. Xu thế mới trong chỉnh trị sông, bảo vệ bờ kết hợp khai thác cảnh quan ven sông..... 39
1.8.Định hướng nghiên cứu của đề tài 40
1.8.1.Những hạn chế, tồn tại trong nghiên cứu dự báo sạt lở, diễn biến lòng dẫn và các giải pháp ổn định bờ trong thời gian qua:..... 40
1.8.2.Những thách thức và định hướng trong nghiên cứu dự báo sạt lở, diễn biến lòng dẫn và các giải pháp ổn định bờ..... 41
CHƯƠNG II: CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU..... 49
2.1. Giới thiệu hệ thống sông khu vực nghiên cứu 49
2.1.1. Vị trí địa lý. 49
2.1.2. Đặc điểm địa hình. 50
2.1.3. Thổ nhưỡng 51
2.1.4. Thảm phủ thực vật rừng và hệ thực vật 51
2.1.5. Hệ thống sông ngòi 52
2.1.6. Đặc điểm lũ thượng nguồn..... 54
2.1.7. Biến động dòng chảy năm..... 57
2.1.8. Đặc điểm thủy văn vùng hạ du: 59
2.1.9. Đặc điểm mực nước trên các sông chính 60
2.1.10. Đặc điểm dòng chảy kiệt..... 61
2.1.11. Đặc điểm thủy triều biển Đông 61
2.2. Cơ sở dữ liệu phục vụ tính toán 62
2.2.1. Số liệu thu thập..... 62
2.2.2. Số liệu điều tra, khảo sát 63
2.2.3. Số liệu, tài liệu kế thừa..... 63
2.3. Phương pháp nghiên cứu..... 64
2.3.1. Phân tích, đánh giá hiện trạng và diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo tài liệu khảo sát địa hình và theo điều tra khảo sát hiện trường..... 64
2.3.2. Phương pháp giải đoán ảnh viễn thám 66
2.3.3. Tính toán mức độ sạt lở bờ sông theo công thức kinh nghiệm và từ tài liệu thực đo, xây dựng công thức kinh nghiệm tính toán cho hệ thống sông Đồng Nai 72
2.3.4. Phương pháp mô hình toán 80
2.4. Kịch bản tính toán. 129
2.5. Yêu cầu tài liệu đầu vào phục vụ tính toán dự báo diễn biến sạt lở, đề xuất các giải pháp để ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai. ... 133
2.5.1. Tài liệu vận hành điều tiết của các hồ chứa phía thượng nguồn..... 133
2.5.2. Xác định lưu lượng tạo lòng 136
2.5.3. Các công trình cầu trên sông..... 138
2.5.4. Các công trình chống ngập khu vực thành phố Hồ Chí Minh 139

2.5.5. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng vùng lưu vực sông Đồng Nai 147
CHƯƠNG III: PHÂN TÍCH HIỆN TRẠNG VÀ NGUYÊN NHÂN, CƠ CHẾ SẠT LỞ BỜ SÔNG VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI 151
3.1. Hiện trạng sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai. 151
3.1.1. Tình hình sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai 151
3.1.2. Các dạng sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai. 155
3.2. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng xói lở bờ sông hạ du Đồng Nai – Sài Gòn 157
3.2.1. Nhóm do tác động của các hoạt động của con người trên lưu vực..... 157
3.2.2. Nhóm do tác động do yếu tố dòng chảy, biến đổi khí hậu. 166
3.2.3. Nhóm do tác động do yếu tố tự nhiên, địa hình, địa chất, quy luật vận động tự nhiên của lòng dẫn, khai thác nước ngầm..... 169
3.3. Các công trình xây dựng trên hạ du hệ thống sông Đồng Nai..... 176
3.3.1. Trên sông Đồng Nai:..... 176
3.3.2. Trên sông Sài Gòn..... 178
3.4. Ảnh hưởng của xói lở bờ sông đến sự phát triển kinh tế, xã hội và môi trường trong vùng, đặc biệt vùng không gian ven sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai..... 181
3.4.1. Ảnh hưởng đến phát triển kinh tế xã hội..... 181
3.4.2. Ảnh hưởng đến môi trường..... 182
3.5. Nguyên nhân, cơ chế gây sạt lở bờ sông..... 182
3.5.1. Cơ chế gây sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai 182
3.5.2. Phân tích các nguyên nhân, cơ chế gây nên sạt lở bờ sông khu vực nghiên cứu vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai 183
3.5.3. Tổng hợp phân tích các nguyên nhân và cơ chế sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai..... 232
CHƯƠNG VI: QUAN HỆ HÌNH THÁI LÒNG DẪN VÀ ĐẶC TRƯNG DIỄN BIẾN..... 247
4.1. Các đặc trưng hình thái 247
4.1.1. Phân đoạn dòng chảy. 247
4.1.2. Các đặc trưng hình thái sông..... 250
4.2. Tỷ lệ phân lưu 254
4.3. Đánh giá biến động chế độ dòng chảy vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai. 256
4.4. Xây dựng quan hệ thủy văn, thủy lực vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai. 265
4.4.1. Xu thế biến đổi mực nước..... 265
4.4.2. Quan hệ thủy văn – thủy lực 270

4.4.3. Quan hệ giữa chiều rộng, chiều sâu và các yếu tố thủy lực bùn cát ... 272
4.5. Nhận xét chung ... 275
CHƯƠNG V: NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN DỰ BÁO SẠT LỞ BỜ SÔNG VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI - SÀI GÒN ĐIỀU KIỆN HIỆN TẠI VÀ CÓ XÉT ĐẾN PHÁT TRIỂN KINH TẾ XÃ HỘI VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU – NƯỚC BIỂN DÂNG ... 276
5.1. Phương pháp và kịch bản tính toán ... 276
5.2. Đánh giá diễn biến, sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai theo tài liệu khảo sát địa hình và theo điều tra khảo sát hiện trường ... 277
5.2.1. Đánh giá diễn biến, sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai theo tài liệu khảo sát địa hình ... 277
5.2.2. Đánh giá diễn biến, sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai theo điều tra thực địa, tham vấn cộng đồng. ... 289
5.3. Nghiên cứu tính toán tốc độ sạt lở bờ sông theo phương pháp kinh nghiệm ... 290
5.4. Đánh giá độ ổn định lòng dẫn đoạn sông vùng hạ du sông Đồng Nai .. 291
5.5. Đánh giá mức độ sạt lở bờ sông theo phương pháp viễn thám và GIS . 296
5.5.1. Thành lập bình đồ ảnh ... 296
5.5.2. Thành lập bản đồ hiện trạng và diễn biến đường bờ của các thời kỳ bằng ảnh vệ tinh ... 298
5.7. Kết quả mô phỏng diễn biến lòng dẫn vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai Sài Gòn ... 303
5.7.1. Kết quả mô phỏng diễn biến lòng dẫn theo chiều dọc sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai ... 303
5.7.2. Kết quả mô phỏng diễn biến lòng dẫn theo chiều ngang vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai ... 309
5.7.3. Kết quả tính toán dự báo biến hình lòng dẫn sông Sài Gòn khu vực bán đảo Thanh Đa ... 315
5.8. Phân vùng nguy cơ xói lở bờ sông ... 320
5.8.1. Cơ sở lý thuyết xây dựng thang phân cấp mức độ xói lở sông ngòi... 320
5.8.2. Phân vùng nguy cơ xói lở bờ sông theo các chỉ số sạt lở bờ sông 324
CHƯƠNG VI: ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP KHOA HỌC CÔNG NGHỆ VÀ QUẢN LÝ PHỤC VỤ PHÒNG CHỐNG SẠT LỞ, QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG, KHAI THÁC SỬ DỤNG CÓ HIỆU QUẢ KHÔNG GIAN VEN SÔNG VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI 341
6.1. Các yêu cầu kinh tế-xã hội-môi trường đối với đoạn sông nghiên cứu. 341
6.1.1. Yêu cầu về phòng chống lũ, ngập ... 341
6.1.2. Yêu cầu về giao thông thủy ... 343
6.1.3. Yêu cầu về cống thoát nước ... 344

6.1.4. Yêu cầu về xây dựng thành phố các khu dân cư 344
6.1.5. Yêu cầu về môi trường và cảnh quan 345
6.2. Định hướng quy hoạch chỉnh trị tổng thể cho khu vực sông nghiên cứu 346
6.2.1. Quan điểm quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội của các tỉnh vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai 346
6.2.2. Nguyên tắc quy hoạch chỉnh trị sông bảo vệ bờ và quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội của các tỉnh vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai. 346
6.2.3. Định hướng đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ và quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội của các tỉnh vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai. 347
6.2.4. Đề xuất các giải pháp khoa học-công nghệ để ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội ... 348
6.3. Quy hoạch chỉnh trị trên đoạn từ ngã ba rạch Vĩnh Bình đến ngã ba rạch Thị Nghè 360
6.3.1. Tuyến chỉnh trị 360
6.3.2. Mặt cắt chỉnh trị 362
6.3.2. Bố trí công trình 368
6.4. Phân tích lựa chọn phương án 372
6.5. Các giải pháp thi công 387
CHƯƠNG VII: THIẾT KẾ SƠ BỘ CÔNG TRÌNH CHỐNG SẠT LỞ KHU VỰC TRỌNG ĐIỂM TRÊN SÔNG SÀI GÒN ĐOẠN TỪ NGÃ BA RẠCH VĨNH BÌNH ĐẾN NGÃ BA RẠCH THỊ NGHÈ 388
7.1. Những căn cứ đề nghiên cứu, lập thiết kế sơ bộ công trình chống sạt lở khu vực trọng điểm 388
7.1.1. Các văn bản pháp lý 388
7.1.2. Các tiêu chuẩn tính toán – thiết kế 388
7.1.3. Các tài liệu, số liệu sử dụng trong tính toán 389
7.2. Mục tiêu xây dựng dự án công trình chống sạt lở bờ khu vực bán đảo Thanh Đa đoạn khu vực cầu Bình Quới và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội. 389
7.3. Đặc điểm địa hình, địa chất khu vực dự án 390
7.3.1. Đặc điểm địa hình 390
7.3.2. Đặc điểm địa chất 390
7.4. Quy mô và các thông số kỹ thuật của công trình kè bảo vệ bờ. 393
7.5. Phân tích lựa chọn kết cấu kè 393

7.6. Đánh giá tính ổn định và hiệu quả kinh tế của các công trình chỉnh trị bảo vệ bờ. 396
7.6.1. Tính toán ổn định tổng thể của công trình 396
7.6.2. Tính toán ổn định trượt sâu: 397
7.6.3. Tính toán kiểm tra chuyển vị của kè: 405
7.7. Khái toán kinh phí đầu tư xây dựng công trình 406
7.8. Đánh giá sơ bộ tác động của dự án đến môi trường và các ngành kinh tế xã hội của khu vực. 408
7.8.1. Đánh giá hiệu quả kinh tế của công trình. 408
7.8.2. Phân tích, đánh giá tác động đến kinh tế xã hội 409
7.8.3. Phân tích, đánh giá tác động đến môi trường, cảnh quan sinh thái ven sông. 411
CHƯƠNG VIII: QUẢN LÝ CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ KIẾN NGHỊ CÁC NGUYÊN TẮC QUẢN LÝ PHỤC VỤ MỤC TIÊU PHÁT TRIỂN KINH TẾ XÃ HỘI VÙNG VEN SÔNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI - SÀI GÒN 412
8.1. Phân tích, lựa chọn phần mềm xây dựng cơ sở dữ liệu 412
8.2. Thiết kế các mô đun chương trình cho phần mềm quản lý và khai thác cơ sở dữ liệu của đề tài: 414
8.3. Xây dựng phần mềm quản lý, khai thác dữ liệu 416
CHƯƠNG IX: XÂY DỰNG SỔ TAY HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ, SỬ DỤNG HÀNH LANG VÀ BẢO VỆ BỜ SÔNG, SUỐI, KÊNH RẠCH CÓ SỰ THAM GIA CỦA CỘNG ĐỒNG 427
LỜI NÓI ĐẦU 427
PHẦN I: HƯỚNG DẪN CHUNG 428
1.1. Phạm vivà đối tượng áp dụng 428
1.2. Một số thuật ngữ 428
1.3. Nguyên tắc xác định, quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch 429
PHẦN II: HƯỚNG DẪN XÁC ĐỊNH HÀNH LANG BẢO VỆ BỜ SÔNG SUỐI, KÊNH RẠCH 432
2.1. Phạm vi hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch 432
2.2. Lập Hồ sơ, phê duyệt; cắm mốc, biển báo phạm vi hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch 439
PHẦN III: HƯỚNG DẪN NỘI DUNG QUẢN LÝ, SỬ DỤNG HÀNH LANG BẢO VỆ BỜ SÔNG SUỐI, KÊNH RẠCH 441
3.1. Nguyên tắc 441
3.2. Nội dung quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch . 443

3.3.Trách nhiệm quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch 443
Phụ lục A 446
Phụ lục B 447
Phụ lục C 449
Việc nghiên cứu dự báo diễn biến sạt lở bờ sông được xem xét trong điều kiện hiện trạng và có xét đến yếu tố ảnh hưởng của BĐKH, tác động của phát triển kinh tế xã hội trên lưu vực. Tuy nhiên một số vấn đề cần tiếp tục được nghiên cứu như sau: 452
PHỤ LỤC 462
Danh mục các công trình kè trên sông Sài Gòn 491
Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE3 – Đồng Nai 494

MỤC LỤC HÌNH

Hình 1: Phương pháp tiếp cận MOTA. 6
Hình 1- 1: Lưu vực hệ thống sông Đồng Nai 12
Hình 1- 2: Ví dụ sạt lở dạng phiến 16
Hình 1- 3: Ví dụ sạt lở dạng hàm ếch 17
Hình 1- 4: Nguyên nhân gây xói lở bờ sông theo cách tiếp cận từ trên xuống 20
Hình 1- 5: Nguyên nhân gây xói lở bờ sông theo cách tiếp cận từ dưới lên 20
Hình 1- 6: mái kè sau khi hoàn thiện xếp đặt bao (trái) Mái kè sau 1tháng trồng cỏ (phải) 32
Hình 1- 7: Thảm túi cát và kè bằng thảm túi cát ở bờ sông Sài Gòn 33
Hình 1- 8: Bờ kè kênh Tham Lương, TP Hồ Chí Minh sử dụng sản phẩm của Busadco. 33
Hình 1- 9. Bảo vệ bờ bằng cừ 34
Hình 1- 10. Sơ đồ nghiên cứu và cách tiếp cận của đề tài. 48
Hình 2- 1: Lưu Vực Sông Đồng Nai (DNRB) 49
Hình 2- 2: Bản đồ địa hình lưu vực sông Đồng Nai-Sài Gòn 51
Hình 2- 3: Các sông chính hệ thống sông Đồng Nai 54
Hình 2- 4: Đường quá trình lũy tích chuẩn sai dòng chảy trung bình năm một số trạm 57
Hình 2- 5: Bản đồ Đặc trung modul dòng chảy lưu vực sông Đồng Nai-Sài Gòn 58
Hình 2- 6: Bản đồ đặc trưng dòng chảy năm lưu vực sông Đồng Nai-Sài Gòn 59
Hình 2- 7: Sơ đồ tư liệu ảnh viễn thám sử dụng 68
Hình 2- 8: Bình đồ ảnh vệ tinh 69
Bảng 2- 6**:** Tóm tắt các bước xử lý ảnh, xác định đường bờ bằng công cụ Landsat Toolbox 69
Hình 2- 9: Quy trình thành lập bản đồhiện trạng và biến động 72
Hình 2- 10: Phân bố ứng suất sạt lở bờ sông 78
Hình 2- 11: Sơ đồ thủy lực mạng sông Đồng Nai – Sài Gòn 81
Hình 2- 12: Các trạm khí tượng trên lưu vực sông Đồng Nai Sài Gòn được xem xét trong mô hình MIKE11 84
Hình 2- 13: Phân chia lưu vực tính toán trong mô hình SWAT để tính toán lượng vận chuyển bùn cát trên lưu vực 90
Hình 2- 14: Quan hệ lưu lượng nước – lưu lượng bùn cát tại trạm Phước Hòa trận lũ X/2000 (đường xanh là thực đo, đường đen là tính toán) 94
Hình 2- 15: Quan hệ lưu lượng nước – lưu lượng bùn cát tại trạm Phước Hòa trận lũ X/2007 (đường xanh là thực đo, đường đen là tính toán) 94

Hình 2- 16: Lưới mô phỏng tính toán đoạn sông nghiên cứu trên dòng chính sông Đồng Nai.....101
Hình 2- 17: Địa hình mô phỏng đoạn sông nghiên cứu.....103
Hình 2- 18: Mô phỏng địa hình 3D đoạn sông nghiên cứu.....104
Hình 2- 19: Phân giải theo chiều sâu dòng chảy của mô hình MIKE3.....105
Hình 2- 20: Sơ đồ vị trí các mặt cắt hiệu chính, kiểm định trong mô hình.....106
Hình 2- 21: File tạo lưới đường kính hạt bùn cát mô phỏng trong mô hình.....112
Hình 2- 22: Phân bố lưu tốc lúc 17h00 ngày 15/6/2016 theo kết quả tính toán bằng mô hình.....115
Hình 2- 23: Phân bố lưu tốc lúc 17h00 ngày 15/6/2016 theo kết quả tính toán bằng mô hình tại mặt cắt T2.....115
Hình 2- 24: Phân bố lưu tốc lúc 17h00 ngày 15/6/2016 theo kết quả đo đạc ADCP tại mặt cắt T2.....116
Hình 2- 25: Phân bố lưu tốc lúc 18h00 ngày 17/6/2016 theo kết quả tính toán bằng mô hình.....116
Hình 2- 26: Phân bố lưu tốc lúc 18h00 ngày 17/6/2016 theo kết quả tính toán bằng mô hình tại mặt cắt T4.....117
Hình 2- 27: Phân bố lưu tốc lúc 18h00 ngày 17/6/2016 theo kết quả tính toán bằng mô hình tại mặt cắt T4.....117
Hình 2- 28: Kết quả hiệu chỉnh bùn cát lơ lửng tháng 10/2016.....118
Hình 2- 29: Lưới mô phỏng tính toán đoạn sông nghiên cứu trên dòng chính sông Sài Gòn.....120
Hình 2- 30: Địa hình mô phỏng đoạn sông nghiên cứu.....121
Hình 2- 31: Mô phỏng địa hình 3D đoạn sông nghiên cứu.....122
Hình 2- 32: Sơ đồ vị trí các mặt cắt hiệu chính, kiểm định trong mô hình.....123
Hình 2- 33: Phân bố lưu tốc lúc 1h00 ngày 28/5/2019 theo kết quả tính toán bằng mô hình tại mặt cắt T2.....128
Hình 2- 34: Phân bố lưu tốc lúc 1h00 ngày 28/5/2019 theo kết quả đo đạc ADCP tại mặt cắt T2.....128
Hình 2- 35: Kết quả hiệu chỉnh bùn cát lơ lửng tháng 6/2019.....129
Hình 2- 36: Sơ đồ các phương pháp và kịch bản tính toán dự báo sạt lở bờ sông phục vụ quy hoạch sử dụng vùng ven sông phát triển KTXH vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.....130
Hình 2- 37: Tỷ lệ phân phối lũ các sông tương ứng với lũ lớn nhất hạ du các thời đoạn.....132
Hình 2- 38: Sơ đồ vận hành đóng mở các cống ngăn triều.....146

Hình 2- 39: Vị trí đóng mở công trình cống ngập 147
Hình 3- 1: Hình ảnh sạt lở khu vực cù lao Rùa tại đất của ông Mai Văn Cường 153
Hình 3- 2: Hình ảnh sạt lở bờ sông Phường Thái Hòa 10/2016 154
Hình 3- 3: Vị trí một số điểm sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai 155
Hình 3- 4: Quan hệ lưu lượng xả hồ Trị An, Phước Hòa và mực nước Biên Hòa, Phú An 162
Hình 3- 5: Đường quá trình xả lũ hồ Dầu Tiếng và mực nước trạm Phú An trên sông Sài Gòn trong một số năm. 162
Hình 3- 6: Hình ảnh khai thác cát tại Lâm Đồng trên sông Đồng Nai 165
Hình 3- 7: Khai thác cát trái phép trên sông Đồng Nai ngày 8/6/2016 đoạn qua phường Bửu Long, TP Biên Hòa (Nguồn: http://nld.com.vn/chinh-tri/vay-rap-cat-tac-tren-song-dong-nai-trong-dem) 165
Hình 3- 8: Đường quá trình mực nước lũ tháng 10 trạm Phú An và Biên Hòa 167
Hình 3- 9: Quan hệ giữa vận tốc cho phép không xói và đường kính hạt bùn cát đáy khu vực sông Sài Gòn.....168
Hình 3- 10: Cừ tràm chống sạt lở bờ sông Cù Lao Rùa 176
Hình 3- 11. Đè cọc kết hợp tấm đan bê tông cốt thép chống sạt lở bờ sông Cù Lao Rùa 178
Hình 3- 12: Kè bằng tường bê tông, đá xây kiên cố 178
Hình 3- 13: Cơ chế sạt lở bờ sông 183
Hình 3- 14. Kết quả phân bố lưu tốc trên mặt bằng tính toán từ mô hình 3 chiều MIKE3FM trên sông Đồng Nai khu vực nghiên cứu 185
Hình 3- 15. Kết quả phân bố lưu tốc trên mặt cắt ngang tại vị trí MC1 và MC2 186
Hình 3- 16. Kết quả phân bố lưu tốc trên mặt bằng tính toán từ mô hình 3 chiều MIKE3FM trên sông Sài Gòn khu vực nghiên cứu 187
Hình 3- 17. Kết quả phân bố lưu tốc trên mặt cắt ngang tại vị trí MC1 và MC2 188
Hình 3- 18. Dòng chảy qua khúc sông cong.....189
Hình 3- 19: Phân bố vận tốc và hướng dòng chảy tại căc đoạn sông cong trên sông Đồng Nai khu vực nghiên cứu.....191
Hình 3- 20: Kết quả mô phỏng mức độ bồi xói lòng sông giai đoạn hiện trạng khu vực sông Đồng Nai 192
Hình 3- 21: Kết quả mô phỏng mức độ bồi xói lòng sông giai đoạn hiện trạng khu vực sông Sài Gòn.....193
Hình 3- 22. Cung trượt nguy hiểm vị trí sạt lở khi không có tải trọng đỉnh bờ bằng mô hình Slide 197

Hình 3- 23. Cung trượt nguy hiểm vị trí sạt lở khi có tải trọng đỉnh bờ bằng mô hình Slide 197
Hình 3- 24: Mô phỏng mặt cắt trong Seep/W 197
Hình 3- 25: Kết quả tính toán mô phỏng đường bão trong Seep/W 198
Hình 3- 26: Mô phỏng mặt cắt tính toán trong công cụ Slope/W 198
Hình 3- 27: Kết quả tính toán mô phỏng cung trượt trong Slope/W 198
Hình 3- 28: Mực nước lớn nhất và nhỏ nhất tại trạm thủy văn Biên Hòa trong thời gian từ 1977 - 2017 (Ghi chú: HA là hệ số biến động thủy văn, High: Đối với mực nước lớn nhất; Midle: Mực nước lũ trung bình; Low: mực nước thấp nhất; RVA high Boundary, Mean, RVA low Boundary: Giới hạn phạm vi biến đổi lớn nhất, trung bình và nhỏ nhất). 212
Hình 3- 29: Biến đổi mực nước trung bình tháng lớn nhất với biên độ lệch tương đối RVA.....212
Hình 3- 30: Mực nước lớn nhất và nhỏ nhất tại trạm thủy văn Phú An trong thời gian từ 1977 - 2017.....212
Hình 3- 31: Biến đổi mực nước trung bình tháng lớn nhất với biên độ lệch tương đối RVA.....213
Hình 3- 32. Phân bố lưu tốc dòng chảy tại vị trí đoạn sông cong khu vực cù lao Phố trong mùa kiệt năm 2016 khi không có hồ và có hồ xả lũ 215
Hình 3- 33. Phân bố lưu tốc dòng chảy tại vị trí đoạn sông cong khu vực cù lao Phố trong mùa lũ năm 2016 khi có hồ và không có hồ xả lũ 216
Hình 3- 34. Hoạt động khai thác cát trên sông Đồng Nai, xã Thanh Sơn, Định Quán 218
Hình 3- 35. Một số phương tiện khai thác cát trên địa bàn tỉnh Đồng Nai - Quy hoạch thăm dò và khai thác cát trên địa bàn tỉnh Đồng Nai. 220
Hình 3- 36. Sơ đồ hình thành vùng xói lở phía thượng nguồn và hạ nguồn khi khai thác cát1, 2 – mặt nước thủy tĩnh trước và sau khi khai thác; 3, 4 - vùng chuyển động xoáy tại ranh giới khai trường phía thượng nguồn và phía hạ nguồn; 5,6 – vùng xói lở phía thượng nguồn và phía hạ nguồn khai trường; ABCD – hình dạng khai trường thiết kế; A1A2B1C1D3D1 – hình dạng khai trường thực tế sau khi kết thúc khai thác. 223
Hình 3- 37: Nguyên nhân gây mất ổn định bờ sông do nạo vét, khai thác cát 223
Hình 3- 38: Vị trí khai thác cát khu vực sông Đồng Nai 224
Hình 3- 39: Địa hình đoạn sông khi khai thác cát.....226
Hình 3- 40: Mật độ tàu thuyền đi lại trên sông khu vực sông Đồng Nai (hình ảnh ngày 14/1/2015).....228
Hình 3- 41: Tàu thuyền đi lại trên sông Đồng Nai 229

Hình 3- 42: Tàu thuyền đi lại trên sông Sài Gòn 229
Hình 3- 43: Sự tạo thành sóng tàu.....230
Hình 3- 44: Ví dụ phạm vi xác định tính toán tác động của sóng tàu.....230
Hình 4- 1: Quan hệ lưu lượng xả các hồ với mực nước hạ du hồ chứa 271
Hình 4- 2: Quan hệ Hmax Phú An và Biên Hòa 272
Hình 5- 1: Sơ đồ các phương pháp và kịch bản tính toán dự báo sạt lở bờ sông phục vụ quy hoạch sử dụng vùng ven sông phát triển KTXH vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai 276
Hình 5- 2: Vị trí các mặt cắt vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai khu vực nghiên cứu 277
Hình 5- 3: Hiện trạng kè đoạn từ cầu Hóa An đến Sở Giáo dục.....280
Hình 5- 4: Vị trí các mặt cắt vùng hạ du hệ thống sông Sài Gòn khu vực nghiên cứu 287
Hình 5- 5: Phỏng vấn các hộ gia đình về tình hình sạt lở bờ sông 290
Hình 5- 6: Kết quả tỉnh toán tốc độ xói lở sông Đồng Nai đoạn từ thượng lưu cầu Hóa An đến cầu Đồng Nai giai đoạn 1982-2018. 291
Hình 5- 7: Bình đồ ảnh vệ tinh khu vực dự án chụp năm 1995, năm 2015 298
Hình 5- 8: Sơ đồ tính toán đường bờ 299
Hình 5- 9: Vị trí các mặt cắt để tính toán diễn toán đường bờ giai đoan 1990-2018 khu vực nghiên cứu 300
Hình 5- 10: Kết quả tính toán đường bờ khu vực nghiên cứu 301
Hình 5- 11: Kết quả tính toán đường bờ khu vực Cù lao Phố và khu Thanh Đa....301
Hình 5- 12: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai trận lũ tháng 10/2000 304
Hình 5- 13: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai trận lũ tháng 10/2007 305
Hình 5- 14: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai kịch bản lũ 1% 306
Hình 5- 15: Diễn biến lòng dẫn năm 2000 306
Hình 5- 16: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 1 năm 307
Hình 5- 17: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 3 năm 307
Hình 5- 18: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 5 năm 308
Hình 5- 19: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 7 năm 308
Hình 5- 20: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 10 năm 309

Hình 5- 21: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 20 năm 309
Hình 5- 22. Sơ đồ thành tạo các khúc uốn của sông a-Bình đồ; b-Mặt cắt ngang thung lũng sông. RM:Mực nước sông vào mùa lũ; PO:Mực nước sông mùa khô. 1-Trầm tích của thung lũng sông (bồi tích); 2-Đá gốc. (Sarugin,1962) 326
Hình 5- 23. Sơ đồ về sự phát triển của khúc uốn sông (A) và sự hình thành hồ sót (B) a-Pha uốn khúc đầu tiên, b-Tuần tự các pha tiếp sau, HS-Hồ sót (Theo E.Haug) 327
Hình 5- 24: Bản đồ phân vùng NCXL bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai 334
Hình 6- 1: Vết lũ năm 1952 tại nhà ông Nguyễn Hảo Thoại 67/CMT8 (số cũ 145C khu phố 3).....342
Hình 6- 2: Ví dụ về các giải pháp bảo vệ bờ kết hợp quy hoạch khai thác sử dụng vùng ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội.....348
Hình 6- 3: Sơ hoạ bố trí các mốc quan trắc xói lở bờ và bãi sông.....351
Hình 6- 4: Minh hoạ bố trí các mốc quan trắc xói lở bờ.....352
Hình 6- 5: Các vị trí quan trắc xói lở khu vực nghiên cứu 353
Hình 6- 6: Mô phỏng hoạt động hệ thống quan trắc xói lở bờ tự động 355
Hình 6- 7: Sạt lở bờ sông Đồng Nai khu vực cù lao Rùa (11/2012).....356
Hình 6- 8: Sạt lở bờ sông Đồng Nai khu vực phường Thái Hòa 10/2016 357
Hình 6- 9: Đường tần suất mực nước lũ lớn nhất trạm Phú An.....373
Hình 6- 10: Xu thế biến đổi mực nước lớn nhất trạm thủy văn Phú An và phương án khai thác cảnh quan ven sông.....374
Hình 6- 11: Kè 2 lớp bảo vệ bờ sông kết hợp khai thác cảnh quan ven sông.....375
Hình 6- 12: Kè 3 lớp bảo vệ bờ sông kết hợp khai thác cảnh quan ven sông.....375
Hình 6- 13: Quy hoạch sử dụng đất khu vực nghiên cứu 381
Hình 7- 1. Cắt ngang chi tiết tại vị trí bậc thang của kè 396
Bảng 7- 4. Bảng thông số các phần tử Plate trong plaxis.....405
Hình 7- 2. Kết quả chuyển vị tổng thể 405
Hình 7- 3. Kết quả chuyển vị của đất theo phương thẳng đứng.....406
Hình 8- 1. Tổng quan về WEBGIS và mộ số ứng dụng webgis 413
Hình 9- 1: ví dụ xây dựng mốc quan trắc mức độ xói lở bờ.....435
Hình 9- 2: Ví dụ minh họa về các giải pháp bảo vệ bờ kết hợp quy hoạch khai thác sử dụng vùng ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội. 436

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2- 1: Tổng hợp độ dốc địa hình 50
Bảng 2- 2: Lưu lượng và module đỉnh lũ bình quân và lớn nhất thực đo tại 1 số vị trí 56
Bảng 2- 3: Lưu lượng trung bình các tháng mùa khô tại Biên Hòa.....61
Bảng 2- 4: Tọa độ vị trí các mặt cắt khu vực nghiên cứu trên sông Đồng Nai 64
Bảng 2- 5: Dữ liệu sử dụng để phân tích diễn biến đường bờ 67
Bảng 2- 7: Các thông số thiết kế các hồ chứa phòng lũ trên lưu vực sông Đồng Nai được xem xét trong mô hình thủy lực MIKE11 82
Bảng 2- 8**:** Một số trạm thủy văn dùng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực 86
Bảng 2- 9. Đánh giá mức độ chính xác của kết quả mô hình theo các chỉ số NSE và PBIAS theo bước thời gian tháng (Moriasi và nnk (2007)) 87
Bảng 2- 10**:** Kết quả hiệu chỉnh mô hình tại một số trạm theo trận lũ 2000 88
Bảng 2- 11: Kết quả kiểm định mô hình theo trận lũ 2007.....88
Bảng 2- 12: Kết quả xác nhận mô hình tại một số trạm theo trân lũ IX/2008.....89
Bảng 2- 13: Đường kính hạt bùn cát trung bình d50 tại một số vị trí lấy mẫu trên lưu vực Đồng Nai.....92
Bảng 2- 14: Kết quả tính toán mức độ sai số trong quá trình hiệu chỉnh trận lũ tháng X/2000 93
Bảng 2- 15**:** Vị trí các mặt cắt hiệu chỉnh và kiểm định mô hình với địa hình hiện trạng 2016 106
Bảng 2- 16**:** Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 6/2016).....113
Bảng 2- 17**:** Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 6/2016).....113
Bảng 2- 18**:** Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 10/2016).....113
Bảng 2- 19**:** Kết quả kiểm định mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 10/2016).....113
Bảng 2- 20: Vị trí các mặt cắt hiệu chỉnh và kiểm định mô hình với địa hình hiện trạng 2016 123
Bảng 2- 21**:** Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 6/2019).....126
Bảng 2- 22**:** Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 6/2019).....126

Bảng 2- 23**:** Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 10/2019) 126
Bảng 2- 24**:** Kết quả kiểm định mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 10/2019) 127
Bảng 2- 25: Tổ hợp các trận lũ lớn xảy ra trong tháng 10 trên lưu vực sông Đồng Nai 131
Bảng 2- 26: Kết quả tính Qmaxp=1% , 2% đến hồ Trị An 134
Bảng 2- 27: Qxả max hồ Trị An 134
Bảng 2- 28: Kết quả tính Qmaxp=1% đến hồ Dầu Tiếng 134
Bảng 2- 29: Qxả max hồ Dầu Tiếng 135
Bảng 2- 30: Mức thay đổi lượng mưa năm so với thời kỳ 1986-2005 theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 (theo kịch bản 2016 - Bộ TNMT) 147
Bảng 2- 31: Mức thay đổi lượng mưa theo mùa so với thời kỳ 1986-2005 theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 (theo kịch bản 2016- Bộ TNMT) 147
Bảng 2- 32: Nước biển dâng (cm) theo các kịch bản RCP4.5; RCP 6.0 và RCP8.5 (theo kịch bản 2016- Bộ TNMT) 150
Bảng 3- 1: Đặc trưng thống kê mực nước trạm Biên Hòa trước và sau khi có hồ Trị An 160
Bảng 3- 2: Các trị số đặc trưng của mực nước trạm Biên Hòa trước và sau khi có Nhà máy thủy điện Trị An 160
Bảng 3- 3: Các đặc trưng địa lý thuỷ văn trên dòng chỉnh vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai 170
Bảng 3- 4: Tổng hợp khả năng xả của các hồ chứa thời kỳ lũ chính vụ 200
Bảng 3- 5. Các đơn vị được cấp phép khai thác cát trên địa bàn tỉnh Đồng Nai 219
Bảng 3- 6: Thống kê các mỏ cát trên địa bàn tỉnh Đồng Nai 220
Bảng 3- 7. Quy hoạch khai thác cát xây dựng giai đoạn 2016 – 2020, tầm nhìn đến 2030 221
Bảng 3- 8: Tình hình vi phạm khai thác cát trên địa bàn tỉnh Đồng Nai 2011-2015 221
Bảng 3- 9. Tính toán sóng tàu khu vực nghiên cứu 230
Bảng 3- 10. Bảng tổng hợp và tổ hợp các yếu tố chính gây ra hiện tượng sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai 233
Bảng 4- 1: Thống kê các đặc trưng hình thái lòng sông hệ thống sông Đồng Nai-Sài Gòn 250
Bảng 4- 2: Chỉ số biến đổi thủy văn qua các giai đoạn, thời kỳ điều tiết so với thời kỳ tự nhiên 262

Bảng 5- 1: Kết quả tính toán các chỉ số quan hệ hình thái sông 292
Bảng 5- 2: Ước tính quy mô, tốc độ sạt lở tại khu vực nghiên cứu giai đoạn từ năm 1990-2018 302
Bảng 5- 3: Phân loại mức độ sạt lở bờ sông 321
Bảng 5- 4: Bảng so sánh cặp thông minh của AHP 323
Bảng 5- 5: Ma trận so sánh các yếu tố phát sinh/ ảnh hưởng đến XLBS. 323
Bảng 5- 6: Các đặc tính bờ sông phục vụ cho thiết lập các chỉ số BEHI 328
Bảng 5- 7: Phân loại và thang điểm chỉ số tải trọng bờ sông 330
Bảng 5- 8: Phân loại và thang điểmchỉ số công trình bảo vệ bờ.....330
Bảng 5- 9: Ma trận so sánh các yếu tố phát sinh/ ảnh hưởng đến XLBS vùng hạ du sông Đồng Nai 331
Bảng 5- 10. Bảng tổng hợp điểm số các lớp và trọng số các nhân tố gây XLBS vùng hạ du sông Đồng Nai. 332
Bảng 5- 11. Bảng thống kê nguy cơ xói lở (NCXL) khu vực hạ du sông Đồng Nai. 333
Bảng 5- 12: Tiêu chí phân loại xói lở bờ vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai 339
Bảng 6- 1: Cao trình mực nước lũ ở các vị trị theo mức lũ lịch sử 1952.....343
Bảng 6- 2 Lưu lượng và module đỉnh lũ bình quân và lớn nhất thực đo tại 1 số vị trí 343
Bảng 6- 3: Chiều rộng xói lở bờ cực hạn/ chiều rộng hành lang an toàn khu vực nghiên cứu 367
Bảng 6- 4: Tỷ trọng lũ theo các cấp báo động 373
Bảng 7- 1: Chỉ tiêu cơ lý đặc trưng của các lớp đất.....391
Bảng 7- 2: Diễn giải sức chịu tải của đất nền theo kết quả xuyên SPT 392
Bảng 7- 3**:** Kết quả thí nghiệm nén CU 392
Bảng 9- 1: Các tiêu chí nhận diện rủi ro sạt lở bờ sông.....436

MỞ ĐẦU: GIỚI THIỆU CHUNG VỀ ĐỀ TÀI

I. Thông tin chung về đề tài:

1. Tên đề tài:

Nghiên cứu dự báo diễn biến sạt lở, đề xuất các giải pháp để ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

Thuộc: Chương trình KC.08.28/16-20

2. Mục tiêu đề tài

- Mục tiêu chung:

+ Đánh giá được hiện trạng, nguyên nhân, cơ chế và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông hạ du hệ thống sông Đồng Nai và dự báo trong tương lai

+ Đề xuất được các giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông.

- Mục tiêu cụ thể:

+ Xác định được hiện trạng, nguyên nhân, cơ chế, quy luật và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông Đồng Nai.

+ Xác định được các quan hệ thủy văn, thủy lực, quan hệ hình thái lòng dẫn trong điều kiện hiện tại vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

+ Dự báo được mức độ sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng

+ Đề xuất được các giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông.

3. Chủ nhiệm đề tài

GS.TS. Phạm Thị Hương Lan

4. Tổ chức chủ trì nhiệm vụ:

Viện Thủy văn Môi trường và Biến đổi khí hậu.

5. Tổng kinh phí thực hiện: 7.980 triệu đồng.

Trong đó, kinh phí từ ngân sách SNKH: 7.980 triệu đồng.

Kinh phí từ nguồn khác: triệu đồng.

6. Thời gian thực hiện theo Hợp đồng:

Bắt đầu: 7/2018

Kết thúc: 12/2020

7. Danh sách thành viên chính thực hiện nhiệm vụ nêu trên gồm:

Số TT	Họ và tên	Chức danh khoa học, học vị	Cơ quan công tác
1	Phạm Thị Hương Lan,	GS.TS	Đại học Thủy lợi
2	Ngô Lê Long	PGS.TS	Đại học Thủy lợi
3	Hồ Việt Cường	PGS.TS	Trung tâm động lực sông – Phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển – Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
4	Huỳnh Thị Lan Hương	PGS.TS	Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và BĐKH – Bộ Tài nguyên Môi trường
5	Trần Kim Châu	PGS.TS	Đại học Thủy lợi
6	Đặng Quang Minh	NCS	Tổng cục phòng chống thiên tai, Bộ Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn
7	Vũ Thanh Tú	TS	Trường Đại học Thủy Lợi
8	Đỗ Văn Khánh	TS	Trường Đại học Thủy Lợi
9	Nguyễn Tiến Thành	TS	Trường Đại học Thủy Lợi
10	Nguyễn Thanh Thủy	TS	Trường Đại học Thủy Lợi

II. Nội dung tự đánh giá về kết quả thực hiện đề tài:

1. Về sản phẩm khoa học:

1.1. Danh mục sản phẩm đã hoàn thành:

Số TT	Tên sản phẩm	Số lượng			Khối lượng			Chất lượng		
		Xuất sắc	Đạt	Không đạt	Xuất sắc	Đạt	Không đạt	Xuất sắc	Đạt	Không đạt
1	Báo cáo Kết quả phân tích tổng hợp quá trình diễn biến lòng dẫn, nguyên nhân và cơ chế sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai		X			X			X	
2	Báo cáo Kết quả phân tích, xây dựng các quan hệ thủy văn, thủy lực, quan hệ hình thái lòng dẫn trong điều kiện hiện tại vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai		X			X			X	
3	Báo cáo kết quả dự báo sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai điều kiện hiện tại và có xét đến ảnh hưởng của BĐKH-NBD		X			X			X	
4	Bản đồ về các khu vực có nguy cơ sạt lở cao tỷ lệ 1:5000÷1:10000		X			X			X	
5	Báo cáo đề xuất giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng		X			X			X	

Số TT	**Tên sản phẩm**	**Số lượng**			**Khối lượng**			**Chất lượng**		
		Xuất sắc	Đạt	Không đạt	Xuất sắc	Đạt	Không đạt	Xuất sắc	Đạt	Không đạt
	chống sạt lở, quy hoạch phát triển bền vững, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông									
6	Thiết kế sơ bộ công trình chống sạt lở cho khu vực trọng điểm		X			X			X	
7	01 Bài báo khoa học đăng trên tạp chí Quốc tế	X			X				X	
8	02 Bài báo khoa học đăng trên các tạp chí trong nước	X			X				X	

1.2. Danh mục sản phẩm khoa học dự kiến ứng dụng, chuyển giao (nếu có):

Số TT	Tên sản phẩm	Thời gian dự kiến ứng dụng	Cơ quan dự kiến ứng dụng	Ghi chú
1	Báo cáo Kết quả phân tích tổng hợp quá trình diễn biến lòng dẫn, nguyên nhân và cơ chế sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai	2021-2025	Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn các tỉnh Đồng Nai, Tp.Hồ Chí Minh, Bình Dương.	
2	Báo cáo Kết quả phân tích, xây dựng các quan hệ thủy văn, thủy lực, quan hệ hình thái lòng dẫn trong điều kiện hiện tại vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai	2021-2025	Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; Sở Tài nguyên và Môi trường các tỉnh Đồng Nai, Tp.Hồ Chí Minh, Bình Dương.	
3	Báo cáo kết quả dự báo sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai điều kiện hiện tại và có xét đến ảnh hưởng của BĐKH- NBD	2021-2025	Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; Sở Tài nguyên và Môi trường các tỉnh Đồng Nai, Tp.Hồ Chí Minh, Bình Dương.	
4	Bản đồ về các khu vực có nguy cơ sạt lở cao tỷ lệ 1:5000÷1:10000	2021-2025	Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; Sở Tài nguyên và Môi trường các tỉnh Đồng Nai, Tp.Hồ Chí Minh, Bình Dương.	
5	Báo cáo đề xuất giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển bền vững, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông	2021-2025	Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; Sở Tài nguyên và Môi trường các tỉnh Đồng Nai, Tp.Hồ Chí Minh, Bình Dương.	

Số TT	Tên sản phẩm	Thời gian dự kiến ứng dụng	Cơ quan dự kiến ứng dụng	Ghi chú
6	Thiết kế sơ bộ công trình chống sạt lở cho khu vực trọng điểm	2021-2025	Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; Sở Tài nguyên và Môi trường các tỉnh Đồng Nai, Tp.Hồ Chí Minh, Bình Dương.	
7	02 Bài báo khoa học đăng trên tạp chí Quốc tế			
8	04 Bài báo khoa học đăng trên các tạp chí trong nước			

1.3.Danh mục sản phẩm khoa học đã được ứng dụng (nếu có):

Số TT	Tên sản phẩm	Thời gian ứng dụng	Tên cơ quan ứng dụng	Ghi chú
1	Sổ tay hướng dẫn quản lý, sử dụng hành lang và bảo vệ bờ sông, suối, kênh rạch có sự tham gia của cộng đồng	2021	Các cơ quan ở địa phương thuộc và cộng đồng dân cư ven sông thuộc vùng hạ du Đồng Nai – Sài Gòn.	

2. Về những đóng góp mới của đề tài:

Những đóng góp mới:

1) Phân cấp mức độ xói lở bờ sông, bồi lắng lòng dẫn theo các loại hình xói lở bờ, xác định được khu vực sạt lở trọng điểm, cấp đặc biệt nguy hiểm để có giải pháp cấp bách và cấp sạt lở nguy hiểm để có giải pháp lâu dài.
2) Xây dựng công cụ/phần mềm đánh giá nhanh mức độ sạt lở bờ dựa trên mặt cắt hình học sông (chiều cao bờ, góc nghiêng của bờ, địa chất lớp bờ, góc nghiêng đáy bờ…)
3) Xây dựng được bộ tiêu chí cho việc xây dựng các giải pháp công trình bảo vệ bờ kết hợp với quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội kết hợp cảnh quan môi trường sinh thái bổ sung cho các quy phạm, tiêu chuẩn hiện hành về việc xây dựng đô thị và khu dân cư vùng ven sông.
4) Các giải pháp về công nghệ và quản lý có tính khả thi phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế xã hội, khai thác có hiệu quả vùng không gian ven sông.
5) Xây dựng được Sổ tay hướng dẫn quản lý, sử dụng hành lang và bảo vệ bờ sông,

suối, kênh rạch có sự tham gia của cộng đồng.

Những kết quả nghiên cứu:

1) Kết quả ***phân tích tổng hợp quá trình diễn biến lòng dẫn, nguyên nhân và cơ chế sạt lở*** bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai
2) ***Kết quả phân tích, xây dựng các quan hệ thủy văn, thủy lực, quan hệ hình thái lòng dẫn*** trong điều kiện hiện tại vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai
3) ***kết quả dự báo sạt lở bờ sông vùng hạ du*** hệ thống sông Đồng Nai điều kiện hiện tại và có xét đến ảnh hưởng của BĐKH- NBD
4) ***Đề xuất giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý*** phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển bền vững, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông.

3. Về hiệu quả của đề tài:

3.1. Hiệu quả kinh tế

- Đem lại hiệu quả có lợi cho sự phát triển các ngành kinh tế xã hội khai thác sông, tạo điều kiện phát triển bền vững cho khu vực, ngành.

- Cải tạo rõ rệt môi trường nhờ ổn định được lòng dẫn, tránh sạt lở, bồi lắng khai thác có hiệu quả vùng không gian ven sông, phát triển kinh tế xã hội một cách bền vững.

- Tạo điều kiện để tăng trưởng kinh tế một cách bền vững vùng không gian ven sông.

3.2. Hiệu quả xã hội.

Nâng cao nhận thức cộng đồng trong việc quản lý, bảo vệ, khai thác sử dụng vùng ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội.

III. Cách tiếp cận, phương pháp nghiên cứu và kỹ thuật sử dụng nghiên cứu của đề tài:

3.1. Cách tiếp cận

Để hoàn thành mục tiêu đề ra, đề tài sử dụng các cách tiếp cận như sau:

Tiếp cận từ thực tế (đo đạc, quan sát, đánh giá thực tế, điều tra dân gian, thu nhận cập nhật các thông tin thường xuyên từ các địa phương:

Phải đi thực tế trên phạm vi rộng ở toàn hệ thống, nắm bắt hiệu quả thực tế của hiện trạng sạt lở bờ xảy ra hàng năm ở các địa phương vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai, các công trình bảo vệ bờ đã xây dựng. Trao đổi với cơ quan quản lý thủy lợi, thiên tai ở từng địa phương thuộc vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai về công tác quản lý lòng sông nói chung và các hệ thống công trình chỉnh trị sông nói riêng. Trong quá trình đi thực tế cũng sẽ thu thập các dữ liệu liên quan ở các dạng khác nhau (báo cáo, hình ảnh …) để có căn cứ phân tích đánh giá. Từ công tác điều tra và trao đổi thực tế sẽ rút ra được các kinh nghiệm thành công, bài học thất bại, những tồn tại trong các khâu từ nghiên cứu, quy hoạch chi

tiết (nếu có), thiết kế, thi công và quản lý về quy hoạch, quản lý, sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội.

Tiếp cận mang tính chất tổng hợp, vĩ mô:

Các tiếp cận nàythông qua việc nghiên cứu, phân tích các luật, văn bản pháp quy, các quyết định, các kế hoạch, các qui hoạch (hệ thống sông, qui hoạch ngành, qui hoạch vùng…) mới được ban hành từ 2010 đến nay có liên quan đến công tác quản lý, khai thác dòng sông nói chung và cho hệ thống sông Đồng Nai nói riêng, đặc biệt trong vấn đề quản lý, quy hoạch sử dụng vùng ven sông.Thông qua cách tiếp cận này sẽ nắm được các chủ trương lớn, kế hoạch lớn trong việc khai thác tiềm năng kinh tế, phòng chống thiên tai, phát triển bền vững của Nhà nước, của ngành và từng địa phương để có căn cứ xác định đúng nhiệm vụ khai thác sử dụng hiệu quả không gian ven sông.

Tiếp cận, phối hợp các phương pháp và công cụ hiện đại, phù hợp để đáp ứng tốt các yêu cầu tính toán, nghiên cứu của đề tài:

- Trong công tác nghiên cứu thực địa cần sử dụng các thiết bị và phương pháp mới (đo, phân tích số liệu) để đảm bảo chất lượng số liệu đầu vào ở mức tốt nhất.

Có nhiều hướng tiếp cận để đánh giá xói lở bờ sông (XLBS). Trong nghiên cứu này sử dụng cách tiếp cận trực tiếp và cách tiếp cận hệ thống, tiếp cận đa chỉ tiêu.

Cách tiếp cận trực tiếp: Các biểu hiện XLBS là một thực thể hiện hình ngay trên bề mặt. Chính vì vậy, việc trực tiếp khảo sát, đo vẽ chi tiết ngoài thực địa xác định các thông số cơ bản về hiện trạng XLBS, xác định các yếu tố tác động phát sinh là cơ sở quan trọng trong nghiên cứu đánh giá hiện trạng, khoanh vùng cảnh báo nguy cơ và đề xuất giải pháp phòng tránh nguy cơ XLBS. Trên cơ sở điều tra khảo sát thực địa, tham vấn cộng đồng vệ hiện trạng xói lở bờ sông (vị trí, chiều dài cung xói, độ cao vách xói, kiểu XLBS, hướng dòng chảy, đặc tính thổ những địa chất bờ sông, đặc điểm các yếu tố gây XLBS...) dọc hai bên bờ sông, đánh giá quy mô, cường độ, tần xuất và vai trò của từng yếu tố ảnh hưởng đến XLBS.

Cách tiếp cận hệ thống: XLBS là kết quả của sự tác động tương hỗ của các yếu tố nội sinh, ngoại sinh và nhân sinh. XLBS chủ yếu phát sinh do yếu tố động lực dòng chảy, sự uốn khúc của sông, yếu địa chất cấu tạo bờ, yếu tố hoạt động nhân sinh,... XLBS được hình thành và phát triển trong một hệ thống mở, chịu sự tác động tương tác của các yếu tố thành phần. Mỗi yếu tố thành phần có tính đặc thù, mức độ tác động phát sinh XLBS khác nhau. Trên cơ sở đánh giá hiện trạng xói lở bờ sông và đối sánh với mỗi yếu tố trong hệ thống mở đó, cho phép tiến hành đánh giá nguy cơ XLBS theo các yếu tố thành phần và phân vùng cảnh báo nguy cơ XLBS.

- Cập nhật phiên bản mới của các công cụ mô hình số (thủy lực, hình thái) đặc biệt mô hình 3D.

- Trong nghiên cứu sẽ phối hợp đồng thời các phương pháp: phân tích thực tế, mô hình toán, viễn thám và GIS để kết quả đề xuất từ nghiên cứu có căn cứ khoa học và thực tiễn để phục vụ công tác quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế

xã hội, khai thác sử dụng hiệu quả không gian ven sông;

Tiếp cận các chuyên gia, đơn vị chuyên môn trong và ngoài nước:

- Tìm hiểu và kế thừa các thông tin nghiên cứu, kinh nghiệm rất lớn từ các chuyên gia và tổ chức khoa học ngoài nước thông qua hợp tác quốc tế. Qua đó, đề tài sẽ thu thập kết quả nghiên cứu, ứng dụng thực tế mới nhất ở ngoài nước về vấn đề tính toán dự báo diễn biến sạt lở và các giải pháp khoa học công nghệ phòng chống sạt lở (cách tiếp cận, kỹ thuật và phương pháp...) để phân tích, đánh giá khả năng áp dụng trong nghiên cứu.

- Kế thừa các kết quả nghiên cứu gần đây, sử dụng các hội thảo, hội nghị theo một số chuyên đề nghiên cứu chính để lấy ý kiến các chuyên gia, các nhà quản lý, địa phương ở trong nước để sản phẩm có thể được ứng dụng trong công tác chỉnh trị sông bảo vệ bờ phục vụ nhiệm vụ quản lý dòng sông của ngành thủy lợi và các địa phương có sông.

Tiếp cận nguồn thông tin, nắm bắt các phương pháp mới, công nghệ hiện đại, kỹ thuật tiên tiến được giới thiệu trên thế giới

Tiếp cận từ cơ sở lý thuyết cơ bản về tính toán sạt lở bờ (những nguyên lý, các phương trình, các công thức cơ bản

Tiếp cận từ các công trình bảo vệ bờ được ứng dụng thực tế

3.2. Phương pháp nghiên cứu, kỹ thuật sử dụng:

Phương pháp kế thừa, phân tích - tổng hợp có chọn lọc thông tin

Đề tài thực hiện mang tính kế thừa, phân tích, tổng hợp có chọn lọc các kết quả nghiên cứu và phương pháp luận chung về hoạt động xói - bồi sông ngòi, các đặc điểm về kinh tế xã hội và kỹ thuật cũng như các nghiên cứu về hoạt động thủy địa động lực của sông Đồng Nai từ trước đến nay. Đây là nguyên tắc cơ bản trong nghiên cứu khoa học, tiết kiệm được thời gian, công sức và kinh phí. Các tài liệu kế thừa chính được ghi rõ trong nội dung nghiên cứu của đề tài khi thực hiện.

Phương pháp chuyên gia

Việc nghiên cứu hoạt động thủy địa động lực sông ngòi là vấn đề hết sức phức tạp. Nó vừa có tính tổng hợp vừa mang tính chuyên sâu do đó rất cần sự tham vấn, đóng góp của nhiều nhà khoa học, chuyên gia thông qua các hội nghị khoa học, hội thảo với sự tham gia của nhiều chuyên ngành khác nhau. Bên cạnh đó, việc thu thập và tranh thủ các ý kiến của đồng nghiệp, cộng đồng dân cư tại khu vực nghiên cứu cũng là điều hếtsức cần thiết và bổ ích cho đề tài. Xin ý kiến của các nhà khoa học có trình độ chuyên môn, có kinh nghiệm về những lĩnh vực nghiên cứu của đề tài, để nhận được sự đóng góp ngay từ đầu cho đến khi kết thúc đề tài.

Phương pháp phân tích hệ thống, tổng hợp các số liệu thức nghiệm

Phương pháp này bắt đầu từ các số liệu, dữ liệu, yếu tố, hiện tượng gần như rời rạc, song bản chất có quan hệ với nhau và được phân tích, tổng hợp lại trên quan điểm hệ thống. Từ đó đi đến phân tích, đánh giá định lượng các yếu tố tác động khác nhau gây biến đổi lòng dẫn, gây sạt lở bờ. Đây là phương pháp giúp giải quyết rất hiệu quả các vấn đề phức

tạp, có nhiều mối quan hệ (phương diện) để xem xét, so sánh và lựa chọn khi thông tin không đầy đủ.

Phương pháp phân tích ảnh viễn thám và hệ thông tin địa lý (GIS)

Trên cơ sở sử dụng bản đồ không ảnh, bản đồ địa hình, ảnh vệ tinh, ảnh ra đa vệ tinh v.v... ở các thời điểm khác nhau, với sự trợ giúp của phần mềm GIS, các thế hệ bản đồ địa hình được chuyển về cùng một hệ quy chiếu thống nhất. Các ảnh vệ tinh cũng được liên kết, nắn chỉnh và đưa về cùng hệ tọa độ. Sau đó tiến hành chồng ghép các bản đồ, ảnh vệ tinh để đánh giá biến động lòng dẫn qua các thời kỳ ở khu vực nghiên cứu, đồng thời tính toán được tốc độ xói lở và bồi lấp trong các thời đoạn khác nhau.

Phương pháp xác suất thống kê

Ngoài việc sử dụng xử lý thống kê kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của đất đá và số liệu đo đạc khí tượng thủy văn để xác định các trị tiêu chuẩn, trị tính toán và tính toán các thông số đặc trưng cho độ hạt trầm tích lòng sông, xác lập mối tương quan, xác định các thông số phục vụ tính toán thủy văn, phương pháp này còn cho phép nghiên cứu sự phân bố và các qui luật phát sinh - phát triển quá trình xói - bồi sông ngòi. Đây là phương tiện quan trọng để dự báo sạt lở, diễn biến lòng dẫn.

Phương pháp kiểm toán ổn định trượt bờ sông bằng lý thuyết ổn định mái dốc

Thực tế nghiên cứu cho thấy rất khó phân định rõ ràng về sự mất ổn định bờ sông do xói lở bờ hay trượt trọng lực mà chỉ có thể nhận biết được qua cách thức biểu hiện của nó. Nếu như hiện tượng xói lở bờ thường xảy ra khi lũ lớn trên các đoạn sông uốn khúc, quanh co thì hiện tượng trượt trọng lực có thể xảy ra ở bất kỳ thời điểm nào, với cường độ mạnh hơn nhiều và mang tính tai biến khi bờ dốc bị mất hẳn cân bằng trọng lực. Do vậy, để làm sáng tỏ vai trò của quá trình trượt đất trong sự biến dạng bờ sông, tiến hành kiểm toán độ ổn định trượt bờ sông bằng mô hình SLOPE/W DEFINE Version 5.11 của Công Ty GEO-SLOPE International Ltd nhằm đánh giá nguy cơ mất ổn định bờ sông vùng nghiên cứu.

Phương pháp quan hệ thủy văn - hình thái lòng dẫn.

Sự hình thành lòng dẫn sông ngòi và hoạt động xói -bồi của sông không diễn tiến vào mùa khô mà chỉ xảy ra mạnh mẽ trong mùa lũ. Quá trình biến dạng lòng dẫn là kết quả tương tác của lòng dẫn, tức là đất đá cấu tạo lòng và hình thái sông (chiều rộng, chiều sâu, bán kính cong, độ dốc đáy sông) với dòng chảy (mực nước lũ, triều thời gian duy trì đỉnh lũ, triều, độ đục, thành phần phù sa, đường kính hạt, độ dốc mặt nước, nhất là lưu lượng dòng chảy...).

Các yếu tố này có quan hệ nhất định với nhau theo dạng hàm số. Cho nên, dựa vào các chỉ số quan hệ hình dạng với dòng chảy như: chỉ số ổn định theo chiều dọc và ngang, cũng có thể đánh giá quá trình biến dạng lòng dẫn sông ngòi đã và đang xảy ra.

Phương pháp mô hình toán thủy động lực

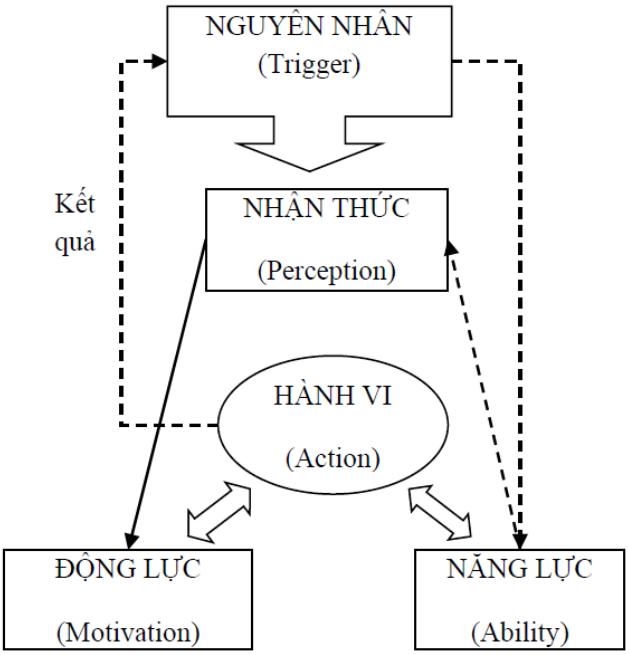
Do chế độ thủy động lực sông ngòi rất phức tạp và phụ thuộc quá nhiều các yếu

tố nên trạng thái của địa hệ sông trong tương lai sẽ là một hàm số có nhiều biến số tác động, làm biến đổi trạng thái của hệ thống. Để dự báo hoạt động xói - bồi sông ngòi trên thế giới đã sử dụng nhiều mô hình toán thuỷ lực khác nhau như: WASP, WENDY, MIKE 11, MIKE 21, MIKE 31, HEC 6, HEC - RAS, CH2D, 3D v.v...Đề tài sử dụng họ mô hình để liên kết và xem xét quan hệ lẫn nhau giữa các biến số trong dự báo xói bồi lòng dẫn đặc biệt sử dụng mô hình MIKE3 để tính toán xem xét theo chiều ngang và chiều sâu, nghiên cứu dòng chảy, nghiên cứu chuyển động bùn cát và nghiên cứu biến hình lòng dẫn theo phương ngang và phương đứng.

Phương pháp lập trình cơ sở dữ liệu trên ngôn ngữ Webgis

Ngoài các phương pháp chủ yếu nêu trên, đề tài cònsử dụng một số phương pháp nghiên cứu của những ngành khoa học khác có liên quan.

Nghiên cứu các phương án công trình bảo vệ bờ, quy hoạch quản lý khai thác sử dụng hợp lý có hiệu quả vùng đất ven sông và các nước tiên tiến trên thế giới đã và đang áp dụng, vận dụng cụ thể cho vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai. Để nâng cao tính khả thi cho dự án cải tạo đô thị, khung MOTA (Motivation – Ability), Phương pháp tiếp cận "động lực – năng lực", được áp dụng giúp xác định các động lực và nguồn lực thực thi, khi thất bại thị trường (Market Malfunction) được khắc phục thông qua cơ chế tài chính hợp lý và xác định yếu tố cải thiện động lực tham gia của các đối tác (Stakeholders). Phương phap tiếp cận "động lực – năng lực" (MOTA: motivation – ability) (Hồ Long Phi va nnk 2015; Nguyễn Hồng Quân và nnk, 2019) được xây dựng cho nghiên cứu như hinh vẽ sau. Sau quá trình đánh giá nhận thức, động lực và năng lực là các sự can thiệp các giải pháp để nâng cao động lực, năng lực thích ứng để đối tượng nghiên cứu có hành vi tốt hơn.



Hình 1: Phương pháp tiếp cận MOTA.

Nguyên nhân (Trigger): chỉ xác định nguyên nhân chinh yếu gây ra ngập lụt đo thị (vd: đô thị hóa, cơ sở hạ tầng thoát nước đô thị lỗi thời). Nguyên nhên sẽ tác động lên nhận thức (perception) của đối tượng bị ảnh hưởng bởi nguyên nhân đó, đồng thời nguyên nhân

cũng gây ảnh hưởng gián tiếp đến năng lực do hậu quả mà nó gây ra đối với các bộ năng lực. Điều quan trọng phải lưu ý rằng cùng một nguyên nhân (trigger) có thể đưa đến các hệ quả khác nhau về động lực và năng lực cho các đối tượng khác nhau.

• Nhận thức (Perception): Đánh giá nhận thức (Perception) của đối tượng về các nguyên nhân: Bao gồm hai yếu tố dẫn đến nhận thức về ngập lụt đo thị (cơ hội hoặc thách thức). Nếu là thách thức: đối tượng khác nhau sẽ có ngưỡng nhận thức khác nhau, va mức thách thức cho đối tượng càng cao sẽ tạo ra nhận thức càng mạnh; Nếu là cơ hội: cơ hội không chia đều cho tất cả các đối tượng, và các cơ hội khác nhau sẽ quyết định nhận thức về vấn đề khac nhau.

• Động lực (Motivation): Nhận thức khác nhau thể hiện động lực để hành động của đối tượng cũng khác nhau, động lực cho tương lai như thế nao phụ thuộc vao nhận thức đo la cơ hội hay thách thức. Nhận thức, động lực va năng lực co mối liên hệ với nhau va quyết định hành vi của con người.

Năng lực (Ability): Đánh giá năng lực (Ability) của việc triển khai thực hiện thực tế các giải phap: Các nghiên cứu khác nhau đưa ra bộ năng lực khac nhau, tuy nhiên theo cach tiếp cận MOTA thi năng lực của việc triển khai thực hiện thực tế các giải phap gồm 4 năng lực la năng lực tai chinh (fanancial), năng lực kỹ thuật (technical), năng lực thể chế (institutional) va năng lực xa hội (social).

• Hành vi (Action): chịu tác động bởi yếu tố động lực va năng lực mà đối tượng đang có. Các động lực, năng lực khác nhau dẫn đến các hành vi khác nhau. Các mức độ của động lực khác nhau dẫn đến cac hành động không đồng bộ; Các năng lực khác nhau sẽ có các cách thực hiện khac nhau

IV. Sản phẩm khoa học công nghệ chính của đề tài:

- Báo cáo Kết quả phân tích tổng hợp quá trình diễn biến lòng dẫn, nguyên nhân và cơ chế sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.
- Báo cáo Kết quả phân tích, xây dựng các quan hệ thủy văn, thủy lực, quan hệ hình thái lòng dẫn trong điều kiện hiện tại vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai
- Báo cáo kết quả dự báo sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai điều kiện hiện tại và có xét đến ảnh hưởng của BĐKH- NBD
- Bản đồ về các khu vực có nguy cơ sạt lở cao tỷ lệ 1:5000÷1:10000
- Báo cáo đề xuất giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển bền vững, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông.
- Thiết kế sơ bộ công trình chống sạt lở cho khu vực trọng điểm.
- Sổ tay hướng dẫn quản lý hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch có sự tham gia của cộng đồng.

V. Các nội dung hoạt động khác của đề tài:

Hoạt động hội thảo khoa học : Đề tài đã tổ chức các buổi hội thảo khoa học có sự tham gia của nhiều nhà chuyên môn, của các cơ quan. Chính từ các cuộc hội thảo này, đề tài đã nhận được nhiều sự đóng góp ý kiến góp ý của các nhà khoa học.

Đăng báo sản phẩm của đề tài: ***Đã đăng 2 bài báo trên tạp chí*** *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **(**IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **272** (2019) 022221) và 05 bài đăng tạp chí trong nước.

Công tác đào tạo: Từ nội dung nghiên cứu có liên quan của đề tài, đã có 04 thạc sĩ và hiện có 1 nghiên cứu sinh làm luận án liên quan đến nội dung của đề tài. Sắp tới sẽ có thêm các học viên chọn nội dung của đề tài và phát triển thành các luận văn thạc sĩ.

Chuyển giao phần mềm: Đào tạo các khóa học sử dụng phần mềm MIKE11ST, MIKE3FM cho sinh viên các khóa 56, 57, 58 và cho các cán bộ thuộc viện Thủy văn Môi trường và Biến đổi khí hậu.

Công tác lưu trữ và chuyển giao sản phẩm nghiên cứu: Các tài liệu, số liệu được sắp xếp một cách khoa học, lưu trữ theo ngân hàng dữ liệu trong đĩa CD, do đó dễ dàng và thuận tiện cho việc chuyển giao sản phẩm nghiên cứu cho các cơ quan hữu quan.

Qua báo cáo này, nhóm thực hiện đề tài xin bày tỏ lòng cảm ơn đến Bộ Bộ Khoa học Công nghệ, Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, trường Đại học Thuỷ lợi, các cơ quan liên quan, các chuyên gia đầu ngành trong lĩnh vực thủy lợi đã giúp đỡ nhóm chúng tôi trong quá trình thực hiện đề tài.

Xin chân thành cảm ơn những sự giúp đỡ quý báu đó!

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN NỘI DUNG CỦA ĐỀ TÀI

1.1. Sự cần thiết nghiên cứu của đề tài

Theo quy luật tự nhiên của dòng chảy "*Dòng sông bên lở bên bồi*" đã được ông cha ta đúc kết. Quy luật tự nhiên đó bị chi phối bởi tác động của con người. Dòng sông bao giờ cũng mang hai mặt của nó, đó là lợi ích to lớn như: cấp nước, nuôi trồng thủy sản, phát triển giao thông và cả một vùng kinh tế phát triển đa dạng. Mặt khác lũ lụt, xói lở bờ sông, bồi tụ cũng đã gây thiệt hại lớn ảnh hưởng đến quy trình phát triển kinh tế - xã hội của khu vực. Một nhà triết học cổ Hy Lạp đã nói *"không ai tắm hai lần trong cùng một dòng sông"*. Đúng vậy, dòng sông luôn luôn biến đổi khôn lường theo một qui luật riêng của nó, nếu hiểu và nắm vững qui luật vận động của chúng thì con người mới có thể tác động một cách có phương pháp khoa học, mới mong chinh phục được dòng sông để phục vụ con người.

Sông ngòi là nguồn tài nguyên quí giá khai thác, sử dụng để phát triển thủy điện, thủy lợi, giao thông thủy... và các ngành kinh tế quốc dân khác. Các hoạt động khai thác các công trình này mang lại những lợi ích thiết thực cho kinh tế - dân sinh, song cũng có một số hoạt động khai thác chưa được như ý muốn, thậm chí còn gây tác động xấu, nhất là sự diễn biến sạt lở bờ sông gây phá vỡ môi trường sinh thái. Do vậy,muốn khai thác và sử dụng hợp lý dòng sông cần hiểu rõ bản chất sông ngòi, các qui luật diễn biến cũng như các tác động tiêu cực của nó để khai thác hiệu quả.

Sạt lở bờ không phải là hiện tượng cá biệt của Việt Nam mà đã và đang xảy ra ở nhiều nơi trên thế giới. Hội Kỹ sư Công chánh Hoa Kỳ năm 1981 đã ước tính trong tổng số hơn 5,63 triệu km chiều dài sông suối ở nước này thì đã có khoảng 925.000 km đường bị sạt lở chiếm 16%. Ở Việt Nam, trong những năm gần đây, tình hình sạt lở bờ sông, bờ biển trên phạm vi cả nước đang có xu thế gia tăng và diễn biến ngày càng phức tạp gây ra những thiệt hại không nhỏ đến dân sinh, kinh tế. Theo con số thống kê, trên các lưu vực sông suối cả nước, hiện có trên 737 điểm sạt lở với tổng chiều dài trên 1257km. Trong đó, miền Bắc có 165 điểm với chiều dài 252 km, miền Trung có 307 điểm với chiều dài 555km và miền Nam có 265 điểm với chiều dài 450 km.

Theo con số thống kê, trên các lưu vực sông suối cả nước, hiện có 2.229 điểm sạt lở với tổng chiều dài trên 2.837 km, trong đó:

- Các tỉnh Bắc Bộ va Thanh Hóa: 439 điểm/394 km;
- Các tỉnh ven biển miền Trung từ Nghệ An đến Bình Thuận: 815 điểm/1.200 km;
- Các tỉnh Tây Nguyen: 388 điểm/394 km;
- Các tỉnh Đông Nam Bộ: 117 điểm/ 160 km;
- Các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long: 470 điểm/689 km.

Trong số các điểm sạt lở nêu trên, theo tiêu chí về phân loại sạt lở bờ sông, bờ biển quy định tại Quyết định số 01/2011/QĐ-TTg ngay 04/01/2011 của Thủ tướng Chinh phủ, hiện có:

- 96 điểm sạt lở đặc biệt nguy hiểm (sạt lở gay nguy hiểm trực tiếp đến an toàn khu tập trung dân cư va cơ sở hạ tầng quan trọng), tổng chiều dài 197 km.

+ Các tỉnh Bắc Bộ va Thanh Hóa: 28 điểm/52 km;

+ Các tỉnh ven biển miền Trung từ Nghệ An đến Bình Thuận: 26 điểm/51 km;

+ Các tỉnh Tây Nguyen: 9 điểm/14 km;

+ Các tỉnh Đông Nam Bộ: 8 điểm/5 km;

+ Các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long: 25 điểm/74 km.

- 651 điểm sạt lở nguy hiểm, tổng chiều dài 1.007 km.

- 1.482 điểm sạt lở bình thường, tổng chiều dài 1.633km.

Cùng với các công trình xây dựng không theo các qui hoạch của thành phố thì nạn lấn chiếm bờ sông, khai thác các nguồn lợi ven sông như khai thác cát hay chặt phá cây cối ven sông, xây dựng nhà cửa lấn chiếm bờ sông đa làm cho lòng dẫn của sông bị thay đổi, làm lệch hướng dòng chảy va nhất là làm cho đường bờ chịu những tải trọng rất lớn vượt qua mức cho phép cho nên rất nhiều nơi dọc theo hệ thống sông khu vực hạ du Đồng Nai-Sai Gòn bị sạt lở nghiêm trọng và trong những năm vừa qua gây ra rất nhiều thiệt hai về tinh mạng và tài sản vật chất của nhân dân.

Quá trình đô thị hóa, các công trình dần dần che khuất các dòng sông, thậm chí do quá trình chiếm dụng đất hai bên sông làm cho nhiều đoạn sông không còn có thể tiếp cận đối với mọi người. Tp Hồ Chi Minh vốn là một đô thị sông nước cũng đang nằm trong tinh trạng đó. Ngoài nguy cơ bị xói lở theo quy luật tự nhiên của dòng chảy, dải đất dọc bờ sông còn có nguy cơ bị chiếm dụng va xây dựng tuy tiện, quỹ đất va mặt nước bị lãng phí,

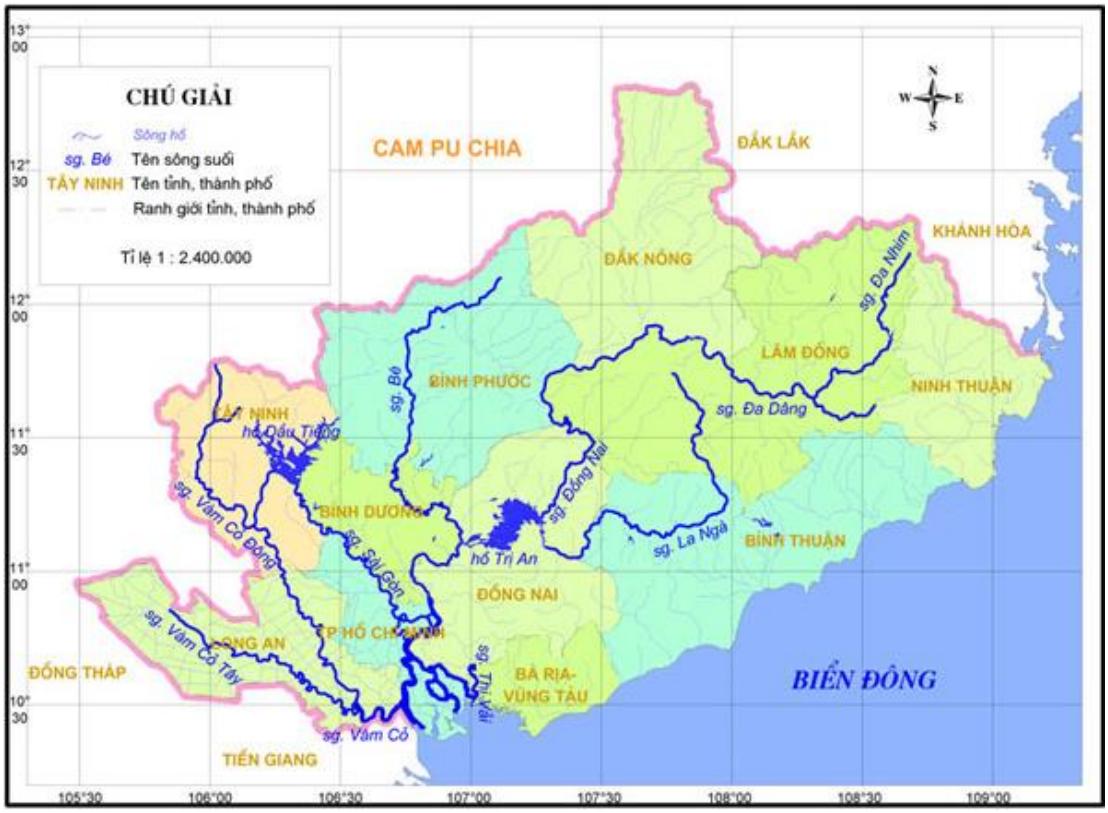
cảnh quan sông nước bị hủy hoại, môi trường bị o nhiễm và cộng đồng dân cư thành phố mất cơ hội tiếp cận không gian rộng lớn tươi đẹp của sông nước.

Do không có đường dọc bờ sông, nên mặc dù nằm bên sông Sai Gòn, nhưng dân chung thanh phố chỉ có thể tiếp cận bờ sông một đoạn ngắn dọc công viên Bạch Đằng Q.1. Chỉ những nơi chưa có công trinh như khu vực Binh Quới Thanh Đa, Cần Giờ hay Hóc Môn, Củ Chi mới có thể nhin thấy dòng sông từ trên bờ. Mặc dù đã có những dự án cải tạo môi trường nước và đô thị lớn, chi phí hàng tỷ USD, đa thay đổi bộ mặt Thành phố dọc theo các kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè, Tàu Hủ - Bến Nghé, Lo Gốm – Tan Hoa, v,v... nhưng tình trạng nhà trên kênh rạch có từ trước Giải phóng vẫn còn tồn tại, không những che khuất dòng kênh ma con gây ô nhiễm và làm mất mỹ quan đô thị. Theo Chương trinh đột phá chỉnh trang đô thị, hanh lang các bờ sông, kênh, rạch sẽ được giải tỏa, tạo ra cơ hội chỉnh trang bộ mặt đô thị va khai thác có hiệu quả quỹ đất hai ben bờ sông kênh rạch của Thành phố.

Trên thế giới, dòng sông còn được coi như biểu tượng bộ mặt của đô thị, tượng trưng cho văn hóa, thổ nhưỡng của khu vực đó. Do đó, cần phải nhận thức rằng việc cải tạo dòng sông liên quan đến sự phát triển thịnh vượng, bền vững của thành phố.

Vùng ven sông có nhiều tiềm năng va điều kiện thuận lợi cho phát triển kinh tế. Do đó cac khu vực kinh tế, khu dân cư đông đúc thường tập trung ở vung ven sông. Vì vậy khi sạt lở bờ sông gây ra mất ổn định khu vực thi những tac động của nó nhạy cảm hơn, ảnh hưởng mạnh hơn và liên quan tới nhiều mặt, nhiều lĩnh vực của kinh tế xã hội.

Sông Đồng Nai là hệ thống sông lớn thứ 3 của Việt Nam, sau hệ thống sông Hồng-Thái Bình và sông Mê Công, là hệ thống sông nội địa lớn nhất nước ta. Hệ thống sông Đồng Nai chảy qua địa phận hành chính của 11 tỉnh/thành phố là Lâm Đồng, Đắc Nông, Đồng Nai, Bình Phước, Bình Dương, Tây Ninh, Long An, Bình Thuận, Bà Rịa-Vũng Tàu và thành phố Hồ Chí Minh. Đây là hệ thống sông có vai trò rất quan trọng trong cấp nước phục vụ công cuộc phát triển kinh tế-xã hội các tỉnh miền Đông Nam bộ.



Hình 1- 1: Lưu vực hệ thống sông Đồng Nai

Trong những năm gần đây, tình hình diễn biến sạt lở hệ thống sông ĐNSG hiện nay diễn ra theo chiều hướng khá phức tạp, hàng năm hai bên bờ sông bị lấn vào bờ khá lớn gây nguy hại cho dân cư sống hai bên bờ sông. Nó ảnh hưởng trực tiếp tới đời sống và sinh hoạt của người dân,tính ổn định của công trình ven sông,công trình trên sông , gây thiệt hại nặng nề cho các hoạt động dân sinh kinh tế vùng ven sông như gây mất đất nông nghiệp, hư hỏng nhà cửa, chết người, thậm chí có thể hủy hoại toàn bộ một khu dân cư, đô thị, ảnh hưởng đến các hoạt động kinh tế ven bờ, cụ thể hiện trạng sạt lở bờ sông Đồng Nai trong những năm gần đây phải kể đến như sau: Theo tài liệu của Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Đồng Nai, dọc theo bờ phải khu vực các đoạn bị sạt lở trên sông Đồng Nai thuộc địa phận các xã Tân Hạnh và Hóa An thuộc TP. Biên Hòa người dân đã xây bờ kè bằng đá hộc, cừ tràm nên đoạn này đã tương đối ổn định,tuy nhiên tháng 9/2016 đã xảy ra sạt lở phần đất trống dài 4m vào đất nhà ông Tân và bà Lê Thị Tại.Đoạn đường bờ trái sông Đồng Nai từ trạm kiểm soát giao thông thủy thuộc phường Bửu Long đến cầu Hóa An có nhiều đoạn sạt lở nhẹ, nhưng người dân đã thả đá hộc, đóng cừ tràm và một số nơi còn thả các rọ đá để bảo vệ nhà cửa,ruộng vườn của họ.

Phía bờ hữu trên địa bàn xã Hóa An và phường Bửu Hòa có khoảng 900m đường bờ bị sạt lở. Bên bờ tả thuộc phường Hòa Bình và Quyết Thắng có khoảng 400m đường bờ bị sạt lở đều ở mức độ nhẹ, từ 0,5÷3,0m/năm. Trên cồn Gáo trước đây vẫn có nhà dân (dài 70-80 m rộng khoảng 20 m) và đã bị xói mất sau những đợt lũ lụt khoảng sau năm 1980. Đồng thời, trong thời gian nhiều năm gần đây thì việc bơm hút cát từ lòng sông diễn ra với quy mô cao, tạo nên các hố sâu. Tốc độ xói mòn bờ sông cũng có khuynh hướng tăng ở dọc bờ tả (cù lao Phố) so với bờ hữu. Ngày 26/10/2017, tại khu phố Ba Đình, phường Thái Hòa, TX.Tân Uyên xuất hiện điểm sạt lở kéo dài hàng chục mét làm nhiều

phần đất bị đổ xuống sông Đồng Nai. Sáng sớm 27/6/2017, tại khu vực sông Kinh Lộ thuộc Ấp 3, xã Hiệp Phước, huyện Nhà Bè, TPHCM, đã xảy ra một vụ sạt lở bờ sông làm 5 căn nhà bị sập đổ và 3 căn nhà lân cận bị ảnh hưởng. tổng diện tích khu vực sạt lở dài 50m, sâu 20m; còn tổng diện tích nhà bị thiệt hại hiện xã đang thống kê. Hiện có 5 hộ bị sạt lở và 3 hộ có nguy cơ bị sạt lở. Địa phương đã di dời 8 hộ ra khỏi khu vực sạt lở.

Hình ảnh sạt lở bờ sông Phường Thái Hòa ngày 26/10/2016

Khu vực bờ sông Kinh Lộ, xã Hiệp Phước, huyện Nhà Bè bị hàm ếch khoét sâu vào gây sạt lở nhà dân (ngày 27/6/2017)

Dòng sông gồm 02 yếu tố cơ bản cấu thành đó là lòng dẫn và dòng nước chảy trên nó. Hai yếu tố này thay đổi theo không gian và thời gian và giữa chúng không ngừng tác động lẫn nhau thông qua lực cơ học, lý học và hóa học. Dưới tác động của dòng nước, lòng dẫn bị thay đổi về hình dạng, kích thước, độ lớn. Ngược lại sau khi lòng dẫn đã thay đổi lại có tác động trở lại dòng nước làm thay đổi trạng thái, kết cấu của dòng nước….Điều này chứng tỏ rằng hiện tượng xói bồi, biến hình lòng dẫn sông là một hiện tượng tự nhiên mà nguyên nhân chính là do sự tác động qua lại không ngững giữa dòng chảy và lòng dẫn. Hiện nay, dưới tác động của biến đổi khí hậu, các hoạt động khai thác, sử dụng nước và phát triển KTXH trên lưu vực đã làm cho tình hình sạt lở bờ sông ngày càng diễn biến phức tạp gây ảnh hưởng lớn đến các hoạt động dân sinh kinh tế vùng ven sông. Bên cạnh đó nhu cầu khai thác sử dụng vùng ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội ngày càng nhiều. Trước thực tế đó, việc chủ động phòng chống và đưa ra được những giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế xã hội, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông thực sự cấp thiết.

Đã có một số nghiên cứu về diễn biến lòng dẫn, đề xuất các giải pháp khoa học công nghệ để ổn định lòng dẫn hạ du hệ thống sông Đồng Nai phục vụ phát triển kinh tế xã hội, tuy nhiên các nghiên cứu chuyên sâu về vấn đề sạt lở bờ, đánh giá hiện trạng, nguyên nhân và cơ chế, các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông, giải pháp công nghệ bảo vệ bờ có tính khả thi là chưa nhiều, đặc biệt liên quan đến việc quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai. Các nghiên cứu trước đây còn rời rạc, chưa tìm ra đầy đủ các nguyên nhân, cơ chế và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông hạ du hệ thống sông Đồng Nai và dự báo trong tương lai có xét ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, cũng như chưa có được

những giải pháp tổng thể mang tính bền vững và thực tiễn về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển bền vững, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội.

Vì vậy cần thiết phải nghiên cứu dự báo diễn biến sạt lở để đánh giá một cách tổng hợp hiện trạng, xác định các nguyên nhân, cơ chế và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông cũng như đề xuất được các giải pháp khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển bền vững, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông vùng hạ du sông Đồng Nai. Và đây vẫn là chủ đề nóng, cần phải tiếp tục nghiên cứu, giải quyết để đáp ứng các nhu cầu về phát triển kinh tế xã hội.

Để đạt được mục tiêu đặt ra của bài toán, các vấn đề sau cần được xem xét khi đánh giá tổng quan tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước liên quan đến lĩnh vực nghiên cứu của đề tài:

- Thứ nhất cần tìm hiểu phân tích về các dạng sạt lở bờ sông, diễn biến lòng dẫn hiện nay, phân loại các loại hình xói lở, nguyên nhân và cơ chế gây sạt lở bờ sông, các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông và tác động của sạt lở bờ sông đến hoạt động dân sinh kinh tế.

- Thứ hai cần phân tích, đánh giá về những công trình nghiên cứu khoa học về diễn biến sạt lở bờ, lòng dẫn, định hướng cho nghiên cứu của đề tài trong việc tiếp cận những công nghệ mới, phương pháp mới, công cụ mới, phân tích những tồn tại và hướng cần giải quyết của đề tài

- Thứ ba cần phân tích yêu cầu của các ngành KT-XH và môi trường đối với ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội.

- Thứ tư cần phân tích, đánh giá những giải pháp để ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội, khai thác ổn định dòng sông như nào của các nước tiên tiến, định hướng áp dụng cho nghiên cứu của đề tài.

1.2. Các vấn đề nghiên cứu diễn biến lòng dẫn, chỉnh trị ổn định bờ sông

Hiện nay, để nghiên cứu chỉnh trị sông, bảo vệ bờ, ổn định lòng dẫn và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội, các nghiên cứu thường tập trung vào các vấn đề chính sau:

- Cơ chế xói lở bờ sông, nguyên nhân và các yếu tố ảnh hưởng, các tác động của xói lở bờ sông.

- Nghiên cứu dự báo sạt lở bờ sông, diễn biến lòng dẫn.

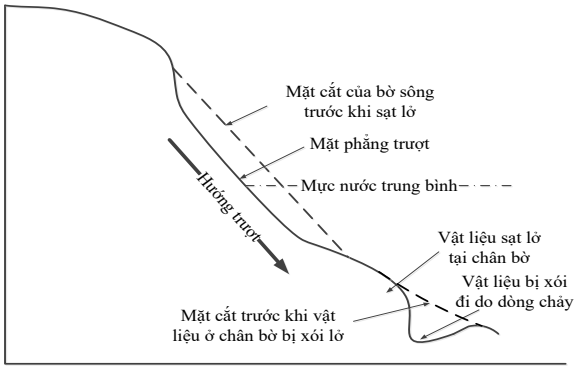
- Các giải pháp khoa học công nghệ bảo vệ ổn định bờ sông.

Sạt lở bờ sông đã và đang là mối nguy hiểm cho đời sống của con người ở nhiều nước trên thế giới. Những nước có địa hình phân dị mạnh mẽ, cấu trúc địa chất, kiến tạo hiện đại phức tạp, lại nằm trong những miền khí hậu có mưa nhiều, cường độ lớn, như: Trung Quốc, Ấn Độ, Nhật Bản, các nước ở khu vực Alpơ, Bắc Mỹ, Nam Mỹ là những nước thường xuyên xảy ra hiện tượng xói lở bờ sông, diễn biến lòng dẫn nói riêng. Nhận

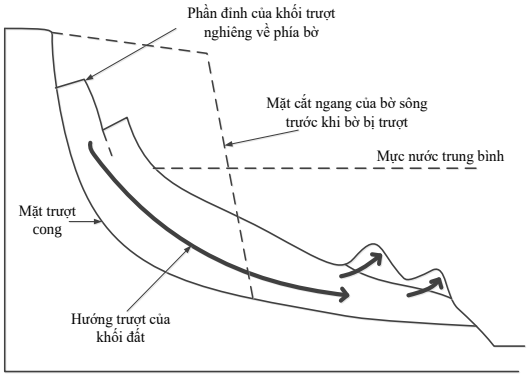
thức được mối hiểm hoạ này, hầu hết các nước như: Mỹ, Nga, Ấn Độ, Nhật Bản, Trung Quốc đã tập trung nghiên cứu dự báo diễn biến xói lở bờ sông, lòng dẫn đưa ra các giải pháp phòng chống, phòng tránh, giảm đến mức thấp nhất thiệt hại do chúng gây ra, mang lại hiệu quả thiết thực cho đời sống của con người. Do đó, những nghiên cứu về diễn biến sạt lở bờ, lòng dẫn ở các nước nói trên đã đạt được những thành tựu to lớn, thực sự đã làm giảm nhẹ và phòng tránh tai biến có hiệu quả.

a) Các dạng sạt lở bờ sông

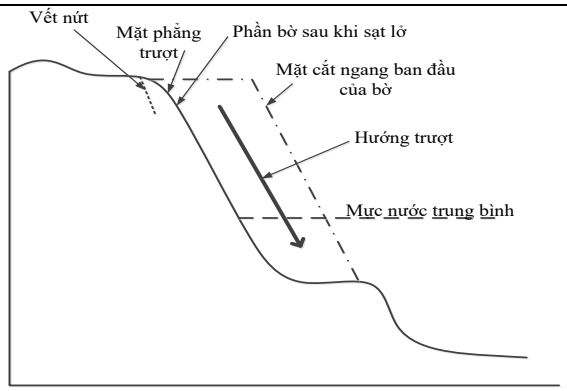
Environment Agency(1999) đã chỉ ra các dạng sạt lở bờ sông như sau:



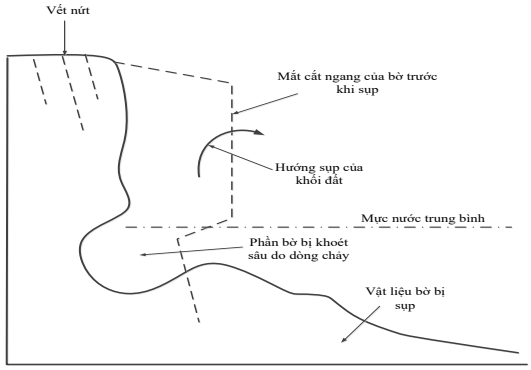
Trượt nông (Shallow slides)



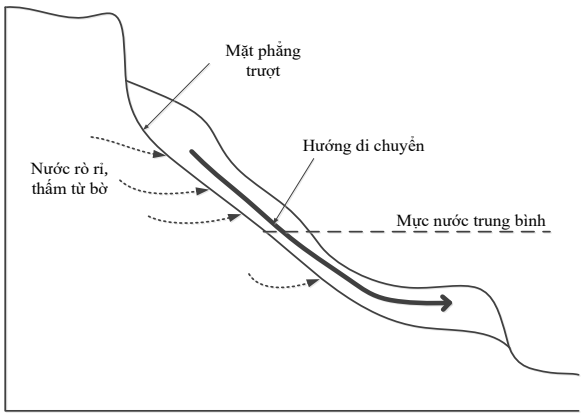
Trượt xoay (Rotational failures)



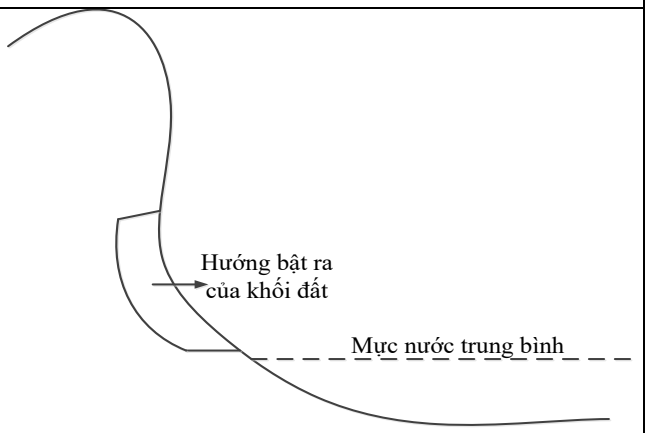
Sạt lở phiến (Slab failure)



Sụp bờ dạng hàm ếch (Cantilever failure)



Sạt lở thành dòng (Wet Earthflow)



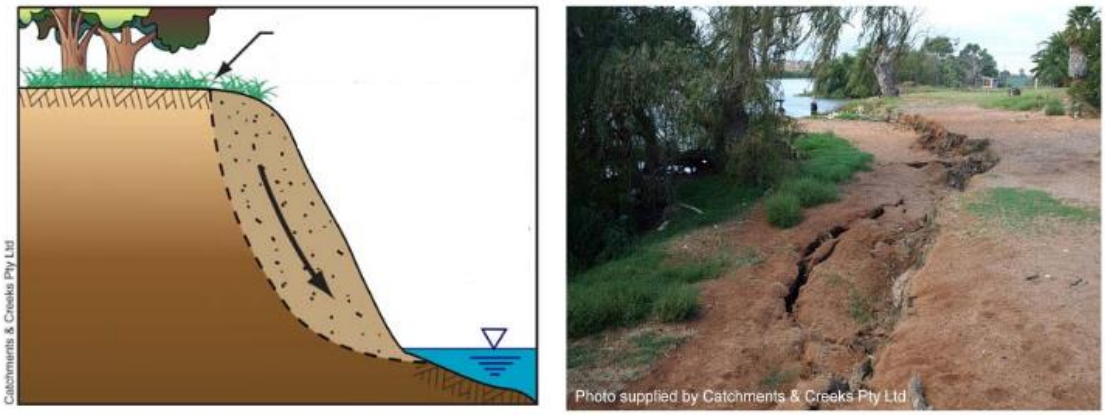
Sạt lở bờ dạng bật ra (Popout failure)

Sạt lở dạng trượt nông (Shallow slides)còn được gọi là trượt theo dạng mặt phẳng. Với dạng trượt này thì các lớp vật liệu di chuyển dọc theo mặt phẳng bề mặt của bờ dưới tác dụng của tải trọng. Đây là kiểu điển hình cho loại đất với độ kết dính thấp,

thường xảy ra khi góc nghiêng của bờ lớn hơn góc ma sát trong của vật liệu bờ. Kiểu trượt nông này thường xảy ra ở những bờ có độ dốc trung bình. Trượt nông thường xảy sau khi các kiểu trượt xoay (rotaiton slides) hoặc trượt phiến (slab slides) xảy ra (Thorne, 1998). Các kiểu sạt lở này làm mất đi một lượng lớn trầm tích góc của bờ ở những vị trí mà dễ dàng bị cuốn đi bởi tác động của dòng chảy thông thường (Environment Agency, 1999).

Sạt lở dạng trượt xoay (Rotational failures) là sự di chuyển của vật liệu nằm sâu ở dưới theo cả hai chiều: xuống dưới và hướng ra ngoài dọc theo mặt trượt cong, thường phổ biến ở bờ có vật liệu kết dính và độ dốc nhỏ hơn 60^0. Sau khi trượt phần đỉnh của khối trượt thường nghiêng hướng về phía bờ. Chúng thường gắn liền với những vết nứt thẳng đứng bên trong cấu trúc của bờ. Trượt xoay thường có khối lượng lớn hơn trượt phiến (Dapporto và cộng sự, 2003) và đây cũng thường là kết quả của việc xói mòn chân bờ hoặc/và áp suất nước trong lỗ rỗng cao trong vật liệu bờ. Thường thường trượt xoay xảy ra trong suốt quá trình rút nhanh chóng của lũ.

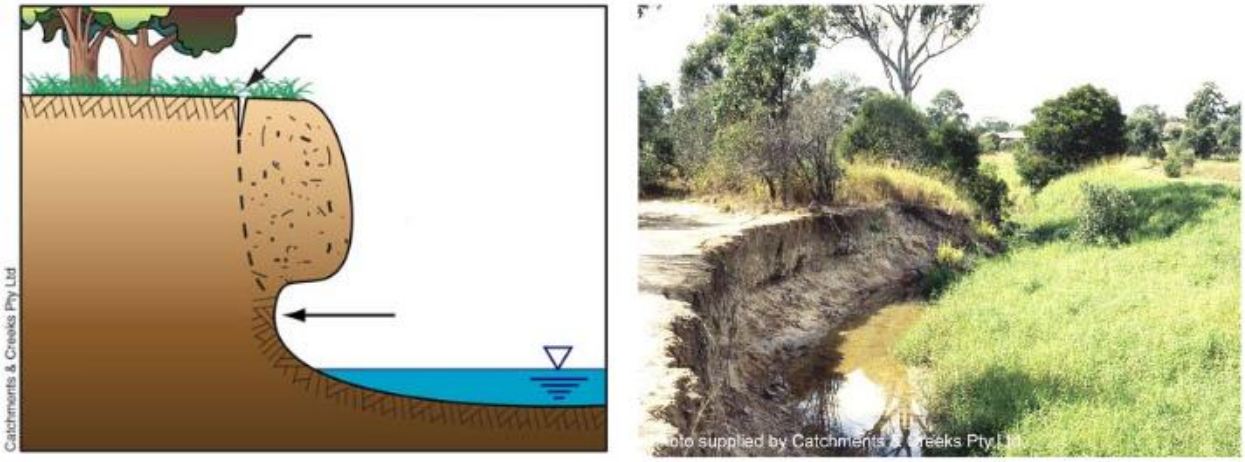
Sạt lở phiến (Slab failure) là kiểu trượt mà khối vật liệu bờ sẽ có xu hướng lật xuống dòng sông. Chúng liên quan đến độ dốc, độ cao bờ thấp, sự gắn kết các hạt mịn của vật liệu bờ và thường xảy ra trong điều kiện dòng chảy thấp. Sạt lở phiến là kết quả kết hợp của xói lở ở chân bờ, áp lực nước lỗ rỗng trong vật liệu bờ và sự phát triển của các vết nứt ở trên bờ. Dưới những điều này thì sự ổn định của bờ phụ thuộc vào sức bền kéo của vật liệu bờ (Environment Agency, 1999). Sự bồi tụ của các khối đất bị sụp có thể tạm thời bảo vệ được phần chân bờ khỏi xói lở trong thời gian ngắn. Khả năng xảy ra trượt phiến đặc trưng bởi các vết nứt hình thành cách đỉnh bờ sông một đoạn nhỏ. Sự khô hạn và ứng suất căng làm cho các khe nứt nhanh chóng được hình thành. Các khe nứt hình thành có thể làm nước từ dòng chảy bề mặt hoặc dòng chảy dưới bề mặt xâm nhập vào bờ, làm tăng áp lực thấm và thường làm giảm tính ổn định của bờ, tác động và làm các khối vật liệu bờ trượt xuống và hướng ra phía lòng sông như kiểu sạt lở khối (Simons và Li, 1982).



Hình 1- 2: Ví dụ sạt lở dạng phiến

Sạt lở bờ dạng hàm ếch (Cantilever failure) là kiểu sạt lở của của khối vật liệu nhô ra bên ngoài phía dòng chảy, thường xảy ra sau khi chân bờ bị khoét sâu vào dưới tác động của dòng chảy. Chúng có xu hướng xảy ra nơi các vật liệu thô và mịn trộn lẫn với nhau, và xảy ra trong điều kiện dòng chảy thấp. Ở nhiều nơi, rễ thực vật của cây giúp tăng độ kết dính vật liệu của khối đất nhô ra. Những khối vật liệu tạo ra do quá trình sạt lở này có thể

bị phá vỡ, tác động và bị cuốn đi bởi các tác động thủy lực của dòng chảy. Nhưng khi các khối đất sạt lở này đang nằm lại ở dưới chân thì chúng có tác dụng bảo vệ bờ khỏi sự xói mòn (Watson 2006).

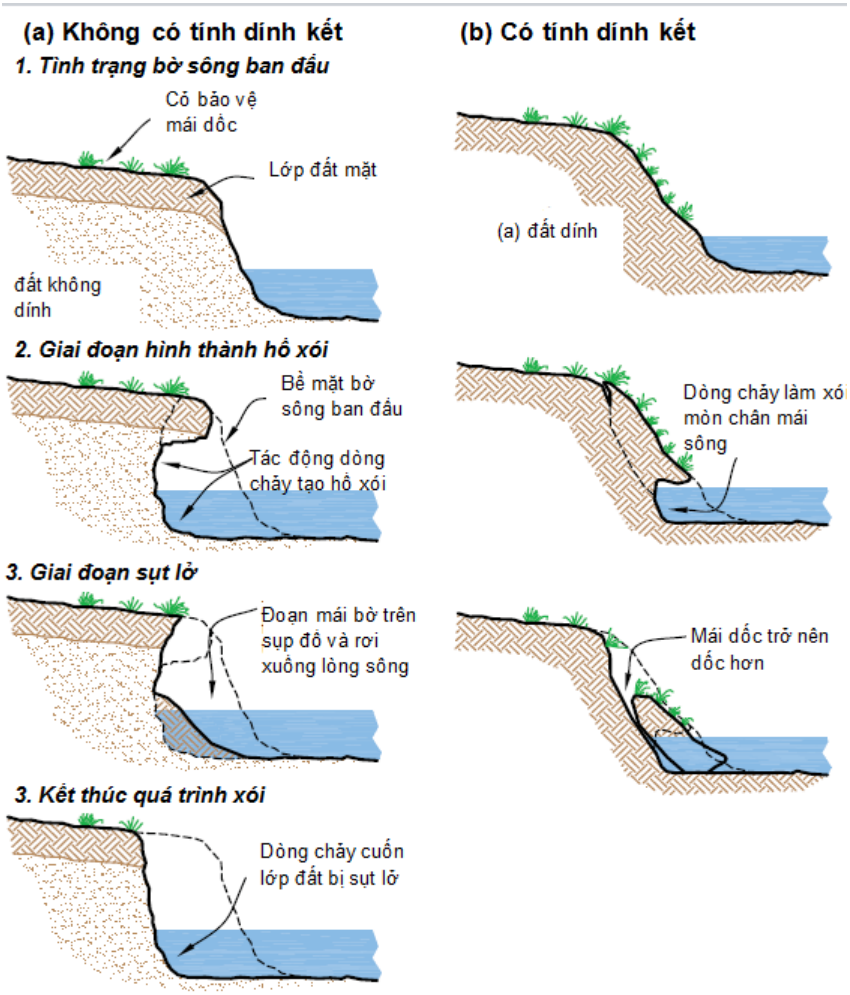


Hình 1- 3: Ví dụ sạt lở dạng hàm ếch

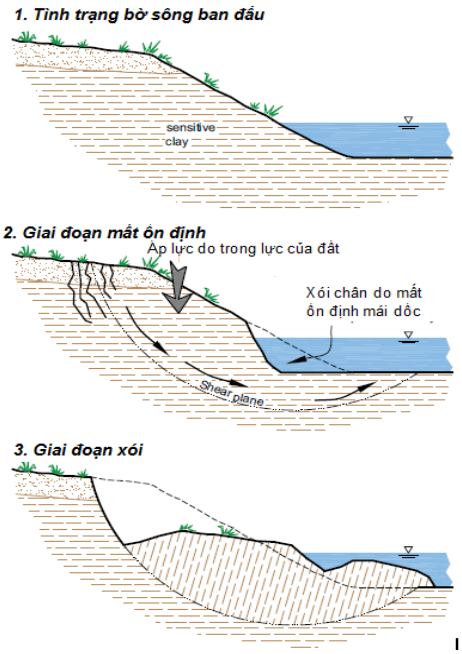
Sạt lở thành dòng (Wet Earthflow) xảy ra ở các vị trí mà bờ yếu, do việc tăng khối lượng và sự giảm sức bền vật liệu bờ đến một thời điểm mà vật liệu bờ chảy lỏng ra thành dòng và có độ nhớt cao. Loại sạt lở này xảy ra ở bờ có góc dốc thấp và làm dòng vật liệu chảy xuống và tạo thành các thùy ở phần chân của bờ. Các loại vật liệu này rất yếu và dễ bị loại bỏ thậm chí là dòng chảy nhỏ (Thorne, 1998).Dòng hoàng thổ xảy ra ở các bờ có độ thấm lớn và thoát nước kém. Thường thì chúng xảy ra do mưa lớn, tuyết tan hoặc là do sự hạ thấp mực nước nhanh chóng của dòng chảy.

Popout failure – sạt lở bờ dạng bật ra là một định nghĩa dùng để chỉ các quá trình sạt lở bờ có các khối vật liệu với kích thước từ nhỏ đến trung bình bị đẩy ra ngoài ở gần hoặc ở tại lớp đáy của bờ sông. Nguyên nhân là do áp suất nước trong lỗ hổng bị thừa và bị sức ép quá mức. Một khối vật liệu dạng phiến ở phía dưới của bờ (gần chân bờ) sẽ rơi ra ngoài và hình thành các hốc. Dạng sạt lở bờ này thường là sự kiết hợp giữa bờ dốc và các vật liệu bờ kết dính bị bão hòa, điều này làm tăng áp suất nước trong lỗ hỗng và/hoặc rò rĩ mạnh trong cấu trúc đó. Phần nhô ra tại hốc có thể sụp đổ xuống như một dạng sụt bờ hàm ếch. Bằng chứng cho dạng sạt lở này gồm có: vật liệu kết dính, bờ dốc với các vùng rò rỉ nằm ở vị trí thấp của bờ và các hốc ở bề mặt của bờ sông (Thorne, 1998).

Bentrup (1998) phân tích quá trình sạt lở bờ sông đối với (a) đất không dính và (b) đất kết dính dước tác động của dòng chảy như sau:



Nghiên cứu của Luc Lemieux (2005) cho thấy sự sạt lở bờ sông xảy ra khi các vật liệu tạo thành các bờ sông không còn khả năng chống lại lực hấp dẫn nữa.Cơ chế này xảy ra chủ yếu ở các loại đất kết dính mà có xuất hiện dòng thấm, cộng với trọng lượng của bờ sông và làm giảm lực kết dính giữa các thành phần hạt. Kết quả là mái bờ sông bị sụt lở. Khi độ dốc hoặc chiều cao của bờ tăng lên, trọng lượng của đất cuối cùng vượt quá lực kết dính giữ nó lại với nhau, phần trên cùng của các khe nứt tách rời ra và trượt xuống lòng dẫn. Trong đất kết dính, bề mặt bị sạt lở có hình dạng hình cung tròn. Nếu cấu tạo bờ là đất ít có tính dính thì dễ bị sạt lở bờ. Sạt lở thường xảy ra sau khi mưa lớn hoặc trong thời kỳ bờ sông đã đạt trạng thái bão hòa nước.

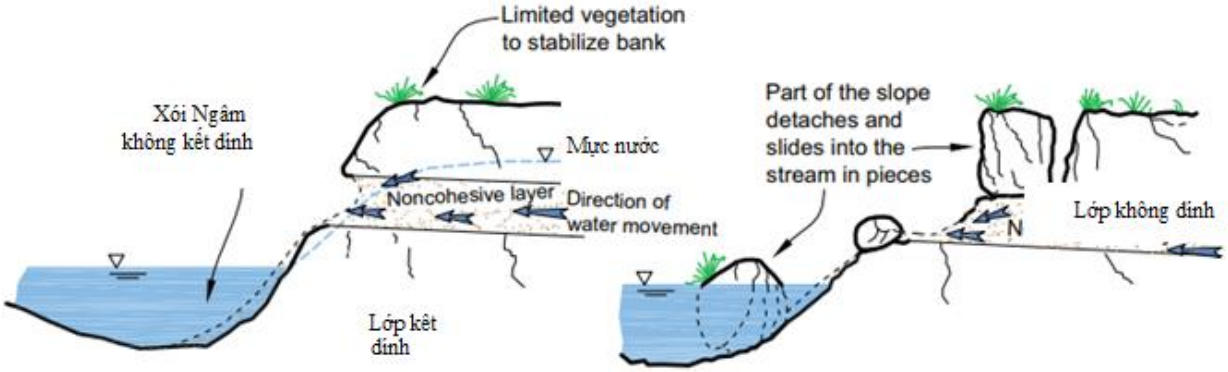


Couper (2001) đã nghiên cứu chỉ ra các loại hình tương ứng với tình hình xói lở

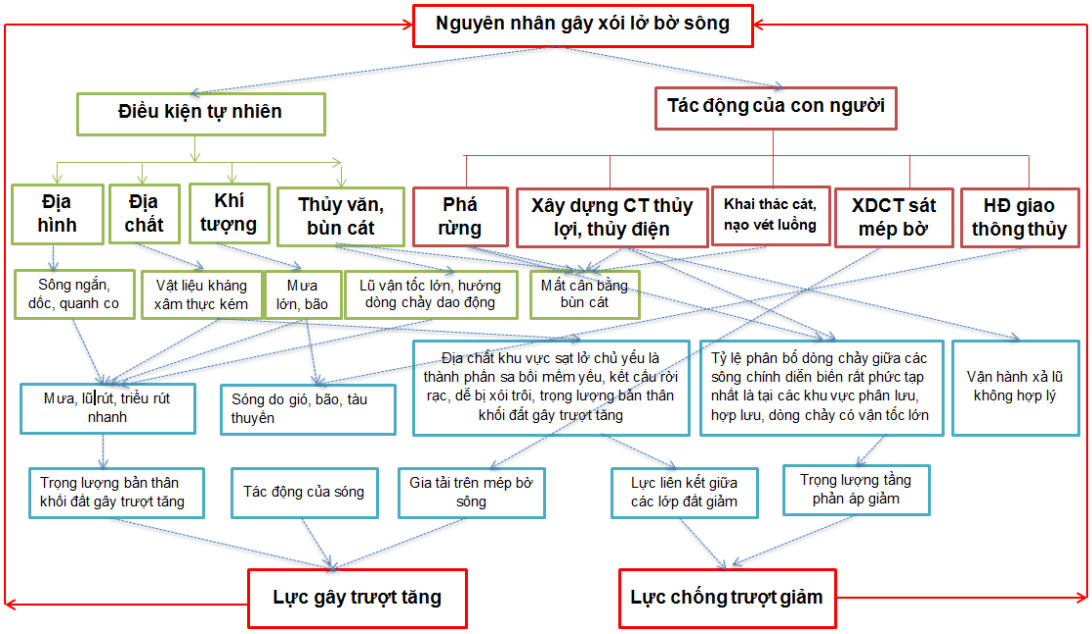
như sau: xói lở bờ ở bờ sông cong có các hố xói cục bộ sát bờ; xói lở bờ ở đầu và đuôi các bãi giữa, xói lở bờ ở vùng sông phân lạch không ổn định và xói lở bờ ở những đoạn sông vùng cửa sông do ảnh hưởng của triều.

b) Nguyên nhân gây sạt lở bờ sông

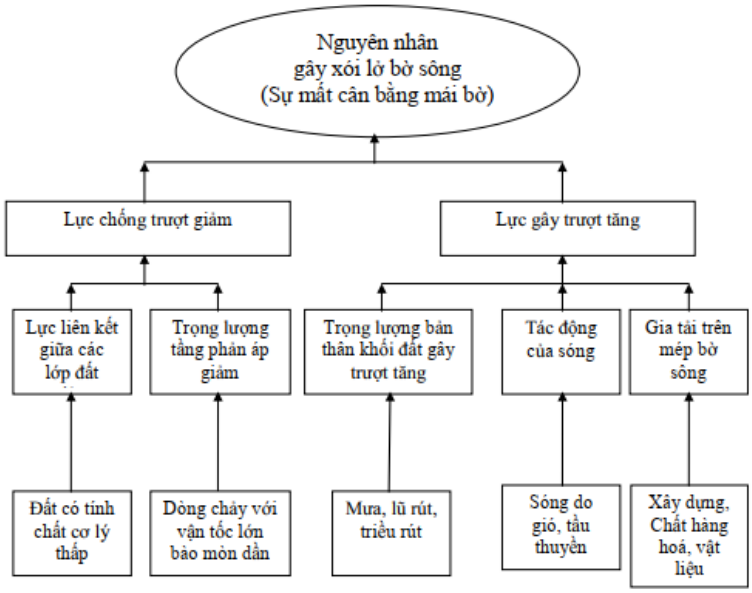
Sạt lở bờ sông, bồi lắng lòng dẫn trong sông thiên nhiên là hiện tượng tự nhiên, tất yếu, thông qua việc tạo ra các hố xói sâu, các cồn bãi, các đoạn sông uốn thành bờ lõm, bờ lồi, lòng dẫn dần dần tiến tới hình thành một dạng ổn định mới. Do đó, sạt lở bờ sông, bồi lắng lòng dẫn là một quy luật tất yếu của tự nhiên. Hiện tượng xói lở bờ sông diễn ra rất phức tạp và đa dạng do nhiều nguyên nhân gây ra. Theo phân tích của các nhà khoa học thì có nhiều cách để tiếp cận: Tiếp cận theo các nguyên nhân khách quan và chủ quan, tiếp cận theo yếu tố nội sinh và ngoại sinh. Sạt lở bờ là biến hình ngang của lòng dẫn, xảy ra do tổ hợp của quá trình xói lòng dẫn và lở bờ, trong đó xói lòng dẫn là tiền đề còn lở bờ là kết quả. Xói lòng dẫn là một quá trình tương tác giữa dòng chảy và lòng dẫn mà kết quả là các hạt bùn cát bị tách ra khỏi lòng dẫn và được vận chuyển đi nơi khác. Còn lở bờ là do sự mất cân bằng của các lực cơ học, mất cân bằng khối đất bờ (lực gây trượt hoặc lật lớn hơn lực chống trượt hoặc lật), kết quả dẫn đến khối đất mái bờ sông bị trượt hoặc sạt lở từng mảng xuống sông.



Các yếu tố làm gia tăng lực gây trượt chính là các yếu tố tác động lên khối đất gây trượt, làm gia tăng trọng lượng khối đất này, còn các yếu tố làm giảm lực chống trượt là những yếu tố làm trọng lượng khối đất chống trượt nhỏ đi, làm lực liên kết giữa khối đất với bờ giảm đi. Khi phân tích đầy đủ các yếu tố khách quan và chủ quan, các yếu tố nội sinh và ngoại sinh chúng ta sẽ có được sơ đồ tổng hợp khá đầy đủ các nguyên nhân gây sạt lở bờ được thể hiện theo sơ đồ như sau:



Hình 1- 4: Nguyên nhân gây xói lở bờ sông theo cách tiếp cận từ trên xuống



Hình 1- 5: Nguyên nhân gây xói lở bờ sông theo cách tiếp cận từ dưới lên

Từ hình trên, dễ dàng nhận thấy rằng có hai nhóm nguyên nhân chính gây nên sạt lở bờ sông.

- Nhóm thứ nhất, là các nhân tố làm giảm lực chống trượt, cho khối đất phản áp giữ ổn định cho mái bờ.

- Nhóm thứ hai là tổ hợp các yếu tố tác động làm tăng lực gây trượt mái bờ.

c) Các yếu tố ảnh hưởng đến xói lở bờ sông:

Có rất nhiều các yếu tố, các quá trình gây ra xói lở bờ, đó là: yếu tố thời tiết - khí hậu, thủy văn (bao gồm: mưa lớn, gió bão, Lũ vận tốc lớn, hướng dòng chảy dao động…), yếu tố vật lý bề mặt (bao gồm: địa hình, địa chất, thảm phủ, thổ nhưỡng, hình dạng sông ngòi, vật liệu bờ, nước ngầm,độ ẩm trong đới bờ...), cuối cùng là yếu tố con người (bao

gồm: các hoạt động kinh tế xã hội của con người, các công trình do con người xây dựng như hồ chứa, khai thác vật liệu lòng sông...).Cụ thể như sau:

Vật liệu bờ:Vật liệu các vùng bờ được chia thành 3 dạng: không gắn kết, gắn kết và phân tầng. Vật liệu bờ không gắn kết thường là các hạt tương đối thô và thoát nước tốt. Vì thế áp suất nước trong các lỗ rỗng không phải vấn đề đáng kể (Thome và Tovey, 1981). Tỉ lệ các hạt vật liệu bị loại bỏ chịu tác động bởi các nhân tố như: thẩm thấu, mao dẫn, cường độ, hướng và sự biến động của vận tốc dòng chảy ven bờ. Các nhân tố này thường tác động cộng gộp với nhau. Vật liệu gắn kết có thể bị xói mòn nhanh bởi sự di chuyển khối. sạt lở xảy ra do các khối vật liệu bờ trượt xuống dốc do chịu lực tác dụng mạnh của trọng lực và chịu lực đẩy của áp suất nước trong các lỗ rỗng. Bởi bì các vật liệu kết dính có khả năng thoát nước kém, nên áp suất nước trong các lỗ rỗng có thể phát triển trong quá trình hạ thấp dòng chảy (Thome và Tovey, 1981). Tính ổn định của bờ kết dính cũng bị ảnh hưởng vởi sự hiện diện của các ứng suất nứt. Bờ càng yếu đi khi mà nước theo các khe nức xâm nhập vào bên trong đó làm tăng nguy cơ xẩy ra trượt theo vết nứt. Vật liệu phân tầng thường là sản phẩm bồi tụ của sông qua các giai đoạn lịch sử, nó bao gồm các lớp vật liệu với các kích cỡ khác nhau, tính thấm và độ kết dính vật liệu tùy thuộc vào sự trộn lẫn của 2 dạng vật liệu kết dính và vật liệu không kết dính (Simon và Li, 1982; Feral interagency Stream Restoration Work Group, 2001). Các lớp vật liệu không gắn kết sẽ bị xói mòn nhanh hơn và kiểu địa hình hình thành là các dải tương đối lồi lõm hoặc tương đối bằng. Xói lở bờ là nguồn đáng kể bổ sung lượng bùn cát cho lòng sông. Nghiên cứu vận chuyển bùn cát trên sông Sacramento cho thấy 11,5 triệu tấn tổng số vận chuyển bùn cát vào sông có 6,8 triệu tấn (59%) do xói lở bờ đưa vào (Odgaard, 1987)

Hình thái bờ: Chiều cao và độc dốc của bờ là hai nhân tố quan trọng trong đánh giá nguy cơ sạt lở bờ và đặt biết khi xem xét đới các bờ là vật liệu kết dính (Rosgen, Dapporto và cộng sự, 2003). sạt lở do xói mòn bờ và đáy dưới tác động cảu dòng chảy ở ven bờ sẽ làm tăng chiều cao và độ dốc của bờ, và vào thời điểm nào đó bờ sẽ mất đi sự ổn định (A. J. Watson and L. R. Basher ,2006).

Tác động của dòng chảy: Khi dòng chảy có vận tốc lớn hơn vận tốc khởi động bùn cát của lòng dẫn sẽ làm cho lòng dẫn bị đào xói, khối đất phản áp của mái bờ bị suy giảm dần. Đến một thời gian nhất định mái bờ sẽ bị mất ổn định và sạt lở sẽ xảy ra. Xói lở dạng này thường xảy ra vào thời gian đầu mùa mưa, thời điểm mực nước kiệt. Các đợt sạt lở xảy ra ngắt quãng và có chu kỳ dài hơn so với dạng sạt lở do sóng thuyền bè gây ra. Tuy nhiên khối đất mỗi một đợt sạt lở thường lớn hơn và nguy hiểm hơn.

Tác động của con người:

Việc sử dụng các xe cộ, xây dựng nhà cửa, đường xá có thể làm ảnh hưởng đến thực vật trên bờ và tác động đến bề mặt đất. Đất bị đè nén làm giảm khả năng thấm của đất, khi mưa xuống các dòng chảy được hình thành nhanh chóng và dễ làm xói lở bờ. Lúc này khối đất bờ sẽ không còn khả năng kháng trượt. Điều này đặc biệt nguy hiểm khi kết hợp với sự xuất hiện của các yếu tố khách quan khác trong tự nhiên: lũ xuống, triều rút làm tăng trọng lượng khối đất bờ hay giảm áp lực thay nổi, mưa làm bão hòa khối đất

bờ và phát sinh áp lực thấm… khiến bờ sông bị gia tải quá mức. Điều này lý giải cho hiện tượng sạt lở mạnh ở các khu vực có nhiều nhà cửa, cơ sở hạ tầng được xây cất ven sông,…

Khai thác vật liệu trên song không có quy hoạch, đào luồng, lạch cho tàu bè đi,… dẫn đến đất bờ mất ổn định và sụp lở.

Nạn phá rừng gây nên cường suất lũ gia tăng, làm tăng đáng kể hàm lượng bùn cát trong dòng chảy, gây nên hiện tượng lắng đọng bùn cát ở các hồ thượng nguồn làm giảm khả năng điều tiết lũ của các hồ chứa đó. Việc mất cân bằng của bùn cát sẽ làm gia tang khả năng xói lở lòng dẫn và sạt lở bờ

Việc gia tăng hoạt động đi lại tàu thuyển trên song gây song va đập bờ song gây sạt lở bờ

Xây dựng các công trình trên sông chưa đảm bảo kỹ thuật cũng là nguyên nhân gây sạt lở bờ sông

Tổng hợp những phân tích ở trên cho thấy sạt lở bờ thường xảy ra ở những đoạn sông hội tụ đủ các yếu tố sau:

Có dòng chảy ngang hoặc xiên góc với đường bờ mạnh (yếu tố ngoại sinh).

Cấu tạo bờ yếu (yếu tố nội sinh).

Yếu tố tác động của con người.

Shofiul Islam (2008) đã phân tích những yếu tố thủy động lực học và bùn cát cần xem xét trong quá trình đánh giá diễn biến sạt lở bờ sông như sau:

1. Thủy lực (Mực nước – lưu lượng, kết cấu dòng chảy, lưu lượng dòng chảy, vận tốc dòng chảy gần bờ lớn nhất, phân bố ứng suất cắt, dòng thứ cấp và độ rối, sự thay đổi đổi mực nước…).

2. Hình thái (biến dạng đáy sông bằng cách tính toán ứng suất đáy, địa hình lòng sông, hình dạng sông, sự hình thành các bãi giữa…)

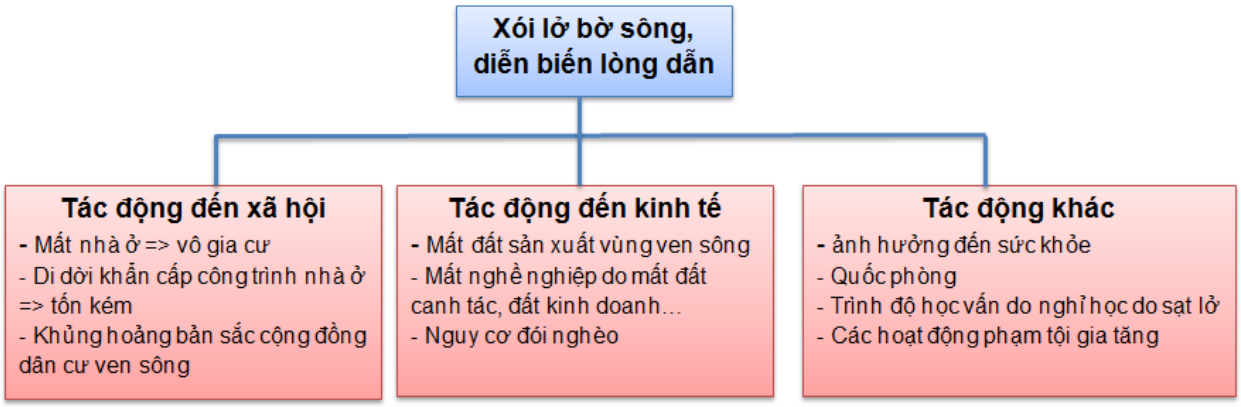
3. Vận chuyển bùn cát (bùn cát đáy, bùn cát lơ lửng, chất tạo lòng và chất không tạo lòng).

4. Độ ổn định của bờ sông và cấu trúc bờ sông (lớp phủ thực vật, mái dốc sông, chiều cao bờ sông ….)

5. Đặc tính bùn cát (kích thước , thành phần hạt, thành phần trầm tích sông, mật độ, góc ma sát, tính dính kết…)

d) Tác động của xói lở bờ sông, diễn biến lòng dẫn

Có nhiều nghiên cứu của các nhà khoa học trên thế giới chỉ ra tác động của xói lở bờ sông như sau:



Iqbal (2010) đã chỉ ra tác động của xói mòn bờ sông rất đa dạng: tác động đến xã hội, kinh tế, y tế, giáo dục và đôi khi chính trị. Tác động đầu tiên và quan trọng nhất là xã hội, nghĩa là dân cư sống tại các vùng bị xói lở bờ sông sẽ bị mất nhà cửa, diện tích đất canh tác….Những hộ dân thuộc diện phải di dời phải chịu đựng khủng hoảng kinh tế, mất việc làm và mất mát tài sản, và họ có nguy cơ đói nghèo và đôi khi tham gia vào các hoạt động tội phạm.

Subarna Chatterjee (2013), Mistri (2012)đã nghiên cứu tác động của sự xói lở bờ sông vào cuộc sống con người: Nghiên cứu điển hình tại Shantipur Block, Nadia, Tây Bengal. Nghiên cứu đã phân tích tác động của sự xói lở bờ sông đến đời sống kinh tế xã hội của người dân nghèo, số hộ phải di dời do xói mòn, khả năng phục hồi và nhận thức của họ về các nguyên nhân gây ra xói lở bờ sông và các giải pháp phòng chống xói lở bờ sông.

1.3. Các phương pháp nghiên cứu dự báo sạt lở bờ sông

Nghiên cứu tính toán dự báo sạt lở bờ sông là một phần rất quan trọng trong nghiên cứu diễn biến lòng sông, quy luật hình thái sông và có ý nghĩa thực tiễn, đặc biệt đối với hệ thống sông chịu tác động của thượng nguồn và chịu tác động của thủy triều. Xác định tốc độ xói lở bờ sông thực chất là xác định tốc độ biến hình ngang của lòng sông, thông qua mối tương tác giữa các yếu tố thủy thạch động lực và tác động của con người

Qua phân tích các nghiên cứu trên thế giới cũng như trong nước cho thấy, hiện nay để nghiên cứu đánh giá diễn biến sạt lở bờ sông, diễn biến lòng dẫn thường thực hiện theo các phương pháp như sau:

- (1) **Phương pháp đo đạc, thu thập phân tích các tài liệu thực đo:** Sử dụng các tài liệu về địa hình, các tài liệu không ảnh, viễn thám, các số liệu có được trong nhiều năm tiến hành phân tích vị trí, quy mô, tốc độ xói, bồi trên mặt bằng, trên mặt cắt dọc, mặt cắt ngang, tìm ra quy luật thống kê và xu thế phát triển của đoạn sông nghiên cứu. Đối với phương pháp này cần có những thiết bị đo đạc hiện đại, nhanh chóng chính xác. Xác định được trường vận tốc dòng chảy ở các độ sâu khác nhau, xác định được độ sâu lòng dẫn theo các tọa độ địa lý mong muốn tuy nhiên đòi hỏi đầu tư về thời gian, kinh phí thực hiện.

Đây là phương pháp truyền thống, đã có từ lâu; nó cũng là phương pháp tốn kém tiền của và thời gian. Nội dung chính của phương pháp này bao gồm:

+ Tiến hành khảo sát, đo đạc các yếu tố địa hình, thủy văn, hải văn, đặc trưng bùn cát…, tại khu vực nghiên cứu .

+ Xử lý các số liệu đo đạc.

+ Phân tích diễn biến trong khu vực khảo sát.

+ Phán đoán xu thế bồi xói.

+ Thiết lập mối quan hệ giữa các yếu tố bồi xói với các yếu tố động lực chủ yếu.

Tuy là phương pháp cổ điển nhưng kết quả của phương pháp khảo sát đo đạc đóng vai trò quan trọng trong đánh giá tổng hợp nguyên nhân xói lở bờ, cung cấp các điều kiện biên, điều kiện ban đầu cho mô hình số trị thủy động và là cơ sở kiểm chứng các kết quả phân tích, tính toán theo những phương pháp khác như viễn thám, mô phỏng toán học các quá trình động lực …

- (2) **Phương pháp công thức kinh nghiệm:** Từ những số liệu thực tế đo đạc hiện trường và trong phòng thí nghiệm thiết lập các công thức kinh nghiệm và bán kinh nghiệm để sử dụng các công thức kinh nghiệm để tính toán dự báo sạt lở bờ sông, diễn biến lòng dẫn. Phương pháp này đơn giản nhưng áp dụng cho những vùng nghiên cứu có nhiều số liệu đo đạc khảo sát hàng năm.

- (3) **Phương pháp viễn thám và GIS**: Sử dụng một loại thiết bị kỹ thuật chuyên dụng, đặt cách xa mục tiêu để đo đạc và ghi chép các đặc tính của mục tiêu quan trắc, thông qua truyền dẫn, xử lý cung cấp cho hệ thống sử dụng những thông tin cần thiết về đối tượng nghiên cứu. Đó là kỹ thuật Viễn thám. Chụp ảnh từ máy bay, từ vệ tinh chuyên dụng là phương pháp được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật Viễn thám. Ảnh hàng không, ảnh vệ tinh chụp được toàn cảnh lũng sông, cho phép phát hiện các dấu vết của lòng sông cũ, ở dưới đất không thấy được. Dựa vào các dấu vết này có thể phục hồi được vận động của lòng sông trong một khoảng thời gian dài, giúp đắc lực cho việc phân loại sông và các đặc điểm vận động của lòng sông.

Phương pháp Viễn thám và GIS có thể mô phỏng được xu thế diễn biến lòng dẫn theo chiều ngang nhưng không mô phỏng được diễn biến lòng dẫn theo chiều sâu. Phương pháp này đòi hỏi số liệu phải cùng thời kỳ quan trắc, và phải qua các thời kỳ khác nhau, đòi hỏi lựa chọn các nguồn tư liệu ảnh phải được cân nhắc, hơn nữa giá thành của ảnhvệ tinh hiện nay còn cao. Mặc dù Việt Nam đã có trạm thu ảnh vệ tinh phân giải cao và trong tương lai sẽ có các hệ thống vệ tinh viễn thám (quang học và radar), kết quả dự báo xu thế diễn biến đường bờ phụ thuộc vào khả năng khai thác thông tin ảnh.

- (4) **Phương pháp mô hình toán:** Dựa vào các hệ phương trình toán mô tả quy luật của dòng chảy và bùn cát tại đoạn sông nghiên cứu, xác định các điều kiện biên, điều kiện ban đầu hợp lý, tìm các lời giải giải tích, lời giải số trị cho các vấn đề nghiên cứu. Phương pháp này, với sự giúp đỡ của máy tính điện tử đã cho phép mô tả những gì xảy ra trong quá khứ, những gì xảy ra trong tương lai với những điều kiện thay đổi theo các kịch bản khác nhau, nhưng phương pháp này chỉ có độ tin cậy khi số liệu đầu vào phải có đủ độ tin cậy. - *Ưu điểm:* Cho kết quả nhanh, độ ch nh xác tương đối cao, bản chất vật lý và

cơ chế của quá trình diễn biến đường bờ được mô tả rõ ràng. Mặt khác, phương pháp này thường có kinh phí thực hiện thấp nhất so với các phương pháp khác. Ngoài ra còn dễ dàng, nhanh chóng khi cần thay đổi các phương án mô phỏng mà không đòi hỏi phải đầu tư thêm kinh ph . - *Nhược điểm:* Độ tin cậy mô hình phụ thuộc nhiều vào các số liệu đầu vào để kiểm định mô hình nhưng nhiều khi các số liệu này cũng không có đầy đủ. Mặt khác, trong mô hình mô phỏng thường phụ thuộc vào các giả thiết của người lập mô hình, khi đó người sử dụng cần hiểu và nắm rõ những loại hình mô hình nào được áp dụng.

- (5) **Phương pháp mô hình vật lý:** Mô phỏng thu nhỏ đoạn sông nghiên cứu lại trong một khu vực có trang thiết bị thí nghiệm, tái diễn dòng chảy trong sông thiên nhiên theo các định luật tương tự để quan sát, đo đạc và từ các số liệu đo đạc tìm ra quy luật diễn biến của đoạn sông. Phương pháp mô hình vật lý có hạn chế là rất khó thỏa mãn các điều kiện tương tự, nhất là các điều kiện tương tự về bùn cát nên có thể có những sai lệch nhất định giữa mô hình và nguyên hình, đặc biệt trong điều kiện nước ta hiện nay. Tuy nhiên phương pháp này đòi hỏi kinh phí lớn nhưng mô phỏng được ít kịch bản. *Ưu điểm:* Phương pháp này cho kết quả có độ tin cậy cao. Với những dự án quan trọng, có vốn đầu tư lớn, phương pháp này thường được dùng để kiểm chứng lại các kết quả của phương pháp khác. *Nhược điểm:* Xây dựng mô hình vật lý để mô phỏng lại các diễn biến đường bờ trong phòng thí nghiệm nên hết sức tốn kém và phức tạp. Yêu cầu nơi xây dựng và thí nghiệm mô hình phải được trang bị đầy đủ các thiết bị thí nghiệm, các thiết bị đo đạc, xử lý, phân tích số liệu đồng bộ và hiện đại, phải có đội ngũ chuyên gia và các kỹ thuật viên lành nghề và có chuyên môn cao.

Ngoài ra, hiện nay với tốc độ phát triển khoa học công nghệ, ứng dụng công nghệ thông tin trong tính toán xói lở bờ sông có các phương pháp khác như ứng dụng ***công nghệ quét tia laze, công nghệ Rada Lidar, công nghệ địa vật lý gần bờ*** để tính toán xác định tốc độ xói lở bờ sông.

Các phương pháp này không thể thiếu và phải hỗ trợ cho nhau nhằm đưa ra kết quả chính xác. Mỗi phương pháp khi áp dụng vào bài toán thực tế đều có những ưu, nhược điểm riêng. Ví dụ, phương pháp hiện trường đòi hỏi nhiều năm quan trắc một cách có hệ thống; phương pháp mô hình vật lý là cơ sở để xây dựng các công thức kinh nghiệm và có khả năng mô phỏng chính xác nhất đoạn sông cần nghiên cứu... Tùy theo nhu cầu và khả năng kinh tế mà sử dụng các phương pháp phù hợp.

Dự báo sạt lở đất bờ sông phải dựa trên cơ sở nghiên cứu quy luật của dòng chảy, lòng dẫn và cấu trúc địa chất bờ sông [9, 13]. Trong đó phải coi cấu trúc địa chất bờ sông là nội lực và là yếu tố biến đổi theo thời gian với tốc độ biến đổi nhanh hay chậm tuỳ thuộc vào tác động của ngoại lực gây ra [3, 8, 10]. Nếu coi dự báo sự thay đổi dòng chảy, lòng dẫn là dài hạn thì các nghiên cứu đánh giá hiện trạng cấu trúc địa chất bờ sông là xếp vào dự báo ngắn hạn. Nếu biết được cấu trúc trầm tích gần mặt đất bờ sông một cách chi tiết, ta có thể tìm ra được nguồn gốc của chúng và góp phần quan trọng vào việc dự báo khả năng sạt lở góp phần thích ứng với biến đổi khí hậu hiện nay. Phần lớn, các nghiên cứu từ trước đến nay đều dựa chủ yếu vào tài liệu các lỗ khoan địa chất công trình và quan sát địa hình, địa mạo trên mặt [6, 14]. Bằng cách này, muốn đạt được những mặt cắt cấu trúc địa

chất chi tiết thì phải tiêu tốn nhiều kinh phí và thời gian. Để khắc phục tình trạng này, chúng tôi đã nghiên cứu lựa chọn tổ hợp các phương pháp địa vật lý đo vẽ trên mặt đất để giải đoán hiện trạng cấu trúc địa chất bờ sông. Trong đó, phải kể đến công nghệ Georadar (GPR) kết hợp với phương pháp điện từ tần số rất thấp (VLF), các phương pháp điện trở như: đo sâu điện đối xứng (VES), đo sâu mặt cắt điện (EP), đo ảnh điện, đo mặt cắt điện đa cực 2D, 3D,… [16, 19]. Phân tích tổng hợp các tài liệu đo vẽ bằng địa vật lý và địa chất đã đưa ra những mặt cắt cấu trúc địa chất tầng nông chi tiết với độ chính xác cao.

1.4. Các giải pháp khoa học công nghệ chỉnh trị sông, bảo vệ ổn định bờ sông.

Quá trình nghiên cứu các giải pháp bảo vệ bờ sông trên Thế giới đã được thực hiện liên tục trong hàng thập kỷ qua. Nhiều giải pháp công nghệ bảo vệ bờ sông chống xói lở đã được đưa ra và đạt được những hiệu quả nhất định trong việc hạn chế xói lở, bảo vệ an toàn cho dân cư và hạ tầng cơ sở ven sông. Cho đến nay, việc nghiên cứu các giải pháp công nghệ mới, cải tiến giải pháp công nghệ cũ nhằm nâng cao hơn nữa công tác bảo vệ bờ sông chống sạt lở vẫn đang được tiếp tục. Việc lựa chọn hình thức kết cấu như thế nào phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện tự nhiên, quy luật diễn biến lòng dẫn của từng khu vực.

Md. Mosiur RAHMAN et al.. (2012) đã so sánh đánh giá hiệu quả bảo vệ của các loại hình công trình bảo vệ bờ ở Bangladesh. Các nghiên cứu về chỉnh trị sông ở Bangladesh đã được thực hiện từ những năm 1960, chủ yếu theo giải pháp xây dựng công trình bảo vệ bờ, thực hiện trên sông Ganges sông Jamuna, tuy nhiên các công trình bảo vệ bờ được xây dựng với kinh phí lớn nhưng hiệu quả không cao do thường xuyên bị sạt lở, gây hư hỏng công trình. Md. Mosiur RAHMAN và các cộng sự đã nghiên cứu 5 loại hình công trình bảo vệ bờ ở các vùng có địa hình hình thái khác nhau. Công trình kè đá hộc bảo vệ bờ ở Sirajgonj thuộc sông Jamuna, kè lát mái ở Chandpur thuộc sông Padma, Godagari thuộc sông Ganges, Titporal thuộc sông Jamuna. Công trình đập mỏ hàn bảo vệ đoạn Kalitala ở sông Jamuna. Công trình đập hướng dòng RCC ở Chapai Nawabgonj thuộc sông Ganges. Công trình Bandals ở thượng lưu cầu trên sông Jamuna ở bờ bên trái. Qua phân tích, điều tra tham vấn cộng đồng theo phương pháp PRA, Md. Mosiur RAHMAN et al.. (2012) đã chỉ ra rằng các đoạn sông nghiên cứu trên có địa chất với vật liệu bờ là bùn, cát và lượng rất nhỏ đất sét nên rất dễ bị xói mòn. Bên cạnh đó, dòng chảy có lưu tốc rất lớn, độ sâu dòng chảy lớn, đặc biệt tại các đoạn sông cong của của sông Ganges. Chính vì vậy, việc sử dụng công trình kè đá hộc và kà lát mái tại Sirajgonj thuộc sông Jamuna và Chandpur thuộc sông Padma là phù hợp. Với những đoạn sông có lưu tốc dòng chảy nhỏ hơn, gần công trình cầu thì nên dùng kết hợp cả giải pháp kết hợp trồng cây, cỏ để bảo vệ bờ, tăng cảnh quan sinh thái.

Các giải pháp khoa học công nghệ bảo vệ bờ hiện nay trên thế giới có rất nhiều, sau đây là một số giải pháp bảo vệ bờ chống xói lở ứng dụng công nghệ mới thường được sử dụng trên thế giới như sau:

1.4.1. Sử dụng giải pháp kỹ thuật "mềm" (giải pháp thô sơ, dân gian):

- *Bảo vệ bờ bằng thảm cỏ nhân tạo:* Sử dụng các loại thực vật bảo vệ bờ sông có những lợi ích sau: Cải thiện môi trường sống của động vật hoang dã và cá sinh sản; Tạo cảnh quan môi trường; Có chi phí đầu tư thấp. Điển hình là sử dụng cỏ Vetiver. Cỏ vetiver có bộ rễ ăn sâu 1 – 4m, khả năng chịu tác động của môi trường ven sông tốt, tốc độ tăng trưởng nhanh nhưng không gây hại đến các loại cây khác xung quanh.

- *Sử dụng vải địa kỹ thuật/túi địa kỹ thuật (Geotube)/bao địa kỹ thuật Soft Rock RS:* Vải địa kĩ thuật được chọn để thay thế tầng lọc ngược truyền thống, có thể xúc tiến nhanh tiến độ thi công, tiết kiệm đầu tư, đồng thời vải địa kĩ thuật được sản xuất công nghiệp hóa nên đảm bảo chất lượng lọc của công trình. Khi các công trình kè gia cố mái, mỏ hàn bằng đất đắp có chiều cao đất đắp lớn, có thể dẫn đến khả năng trượt mái hoặc chuyển vị ngang của đất đắp, vải địa kĩ thuật có thể đóng vai trò cốt gia cường cung cấp lực chống trượt theo phương ngang nhằm gia tăng ổn định của mái dốc. Trong trường hợp này vải địa kỹ thuật có chức năng gia cường công trình. Đối với các công trình bảo vệ bờ vải ĐKT phải đáp ứng đồng thời các yêu cầu sau: Chặn đất tốt, thấm nước tốt, chống tắc, độ bền thi công, tuổi thọ cao. Lợi ích khi sử dụng vải địa kỹ thuật là : Cho phép tăng cường lớp đất đắp bằng việc tăng khả năng tiêu thoát nước; Giảm chiều sâu đào vào các lớp đất yếu; Giảm độ dốc mái lớp đất đắp yêu cầu và tăng tính ổn định của chúng; Giữ được tốc độ lún đều của các lớp đất, đặc biệt trong vùng chuyển tiếp; Cải thiện các lớp đất đắp và kéo dài tuổi thọ công trình. Công nghệ gia cố bờ kè bằng các tấm bê tông bọc vải địa kỹ thuật được phát triển đầu tiên ở Mỹ, bắt đầu từ những năm 80 của thập kỷ trước. Đây là công nghệ mới, nhưng nhanh chóng được ứng dụng rỗng rãi trên toàn thế giới. Tại Mỹ đã có hàng triệu mét vuông bờ kè được ứng dụng phương pháp bê tông bọc vải địa kỹ thuật và đã đạt được những thành tựu to lớn. Chúng mở ra một tương lai mới thay thế những công nghệ truyền thống bộc lộ những nhược điểm nhất định. Các nhà sản xuất sẽ cung cấp sản phẩm theo một khuôn mẫu với độ dày dao động từ 100mm, 150mm, 200mm tùy từng loại ứng dụng. Bao địa kỹ thuật dùng để chuyển đổi các vật liệu dễ bị xói mòn thành một hệ thống chống xói mòn bằng lớp vải địa kỹ thuật không dệt Terrafix hoặc Secutex. Bao địa kỹ thuật loại Soft Rock RS có thêm lớp bảo vệ bên ngoài rất thích hợp cho việc chống xói mòn các công trình ở khu vực bờ sông, trong công tác cải tạo bờ biển, bảo cệ kết cấu chống xói lở, xây dựng bãi đá ngầm nhân tạo và rất nhiều ứng dụng khác có yêu cầu về độ bền chắc, mềm dèo để tương thích với các địa hình không bằng phẳng và hiệu suất hoạt động lâu dài.

- *Gia cố nền, mái bờ sông bằng công nghệ NeowebTM* NeowebTM là công nghệ phân tách, ổn định và gia cố nền đất bằng mạng lưới các ô ngăn hình mạng dạng tổ ong, được đục lỗ và tạo nhám từ chất liệu polyme tổng hợp[20]. Các ô ngăn hình mạng được liên kết chặt chẽ với nhau, phân bố tải trọng trên một diện tích rộng, có cường độ chịu uốn và độ cứng cao. Lớp đệm này làm giảm độ lún thẳng đứng trong nền đất yếu, cải thiện sức chống cắt, tăng cường độ chịu tải của kết cấu. Khi chèn lấp vật liệu tạo thành một kết cấu liên hợp bao gồm các vách ngăn và vật liệu được tạo ra với các đặc t nh cơ lý địa kỹ thuật được tăng cường. ***Ưu điểm*** - *Về mặt kỹ thuật:* Là một kết cấu linh động, chịu được sự biến

đổi lớn của nhiệt độ môi trường, độ bền cao. Làm việc ổn định, không làm thay đổi tính chất cơ lý của đất và vật liệu chèn lấp, tạo ra sự phân bố tải trọng rộng trên nền đất yếu, hạn chế sự nở hông, giữ cường độ và độ bền ổn định trong môi trường thay đổi. Liên kết vật liệu tốt nhờ các thành ô được đục lỗ và tạo nhám và cũng thoát nước hiệu quả, chống xói, sạt, trượt. - *Về mặt kinh tế:* Giảm vật liệu xây dựng, giảm chi phí sản xuất, tính toán thiết kế, giảm thời gian thi công nên giảm giá thành xây dựng. Giảm chi phí duy tu, bảo dưỡng. Tận dụng vật liệu địa phương, vật liệu tại chỗ, giúp giảm thiểu công vân chuyển làm giảm giá thành xây dựng. Sử dụng đươc nguồn nhân lực địa phương, không yêu cầu chuyên gia trình độ cao nên giảm chi ph đào tạo và chuyển giao công nghệ. ***Nhược điểm:*** Giá thành tương đối cao do phải nhập khẩu hệ thống ô vách ngăn. Khó khăn khi thi công trong điều kiện ngập nước và có dòng chảy.

- *Gia cố bảo vệ bờ, mái dốc bằng lưới địa kỹ thuật Tensar* Lưới địa kỹ thuật được sản xuất đầu tiên ở Anh bởi công ty Nelton. Lưới địa kỹ thuật Tensar được làm bằng vật liệu nhựa tổng hợp tỷ trọng cao (HDPE) và polypropilen (PP) đảm bảo hiệu quả hoạt động tối ưu trong môi trường có t nh ăn mòn cao. + ***Ưu điểm:*** Giảm bề dày lớp vật liệu nên giảm giá thành và giảm chi ph đầu tư. Tăng tuổi thọ công trình, giảm chi phí duy tu bảo dưỡng. Tăng khả năng chịu lực của nền đất, giảm chi ph đào đắp. Sức chịu kéo lớn, thích hợp với mọi loại đất đá. Thi công dễ dàng, nhanh chóng, không cần máy móc. Độ an toàn cao, bền vững với môi trường, ít bị hủy hoại bởi thời tiết, tia tử ngoại hay đất có tính axít, kiềm và các chất độc hại khác. Bền với các tác động lý hóa. Tận dụng vật liệu tại chỗ. Có thể thiết kế, thi công tường chắn có chiều cao lớn.

- *Các công trình thô sơ kết hợp vật liệu địa phương*: Công trình lấn ra sông làm giảm năng lượng sóng vào bờ. Dạng phổ biến là các hàng cây dừa nước, bần, đước, bình bát… trồng ở mái sông khu vực bị xói lở bờ hay đóng các cọc nhỏ quây xa bờ, phía trong hàng cọc thả lục bình, có nơi còn neo cột các cây nhiều cành lá ở mép sông, để phá sóng. Hoặc sử dụng cọc tràm hay thân dừa đóng sát bờ, liên kết với nhau rồi neo vào bờ, hoặc gồm nhiều hàng cọc, phía trong xếp bao tải cát hoặc đất làm giảm tốc độ xói lở bờ.

1.4.2. Sử dụng giải pháp kỹ thuật cứng "công trình gia cố bờ":

- *Sử dụngcác loại thảm bảo vệ mái và chống xói đáy:* Thảm bê tông FS thường được sử dụng bảo vệ bờ ở các nước tiên tiến như Hà Lan, Nhật Bản…để chống xói đáy và bảo vệ mái bờ. Thảm có kết cấu gồm các viên bê tông cốt thép đúc sẵn (có diện tích mặt trên 0,125 m2, nặng 24 – 35 kg/viên) ghép sát nhau bằng tự chèn 3 chiều đan cài trên lưới thép, dài khoảng 100m. Thảm sẽ được thả xuống bờ sông, kè để giữ ổn định bảo vệ bờ tránh sạt lở. Thảm khi đưa xuống vị trí bờ cần bảo vệ sẽ tự động nén và bám chặt vào nền, chống trượt nhờ vào hệ thống chân đanh dưới mặt thảm bê tông. Thảm bê tông FS được cấu tạo bởi túi và sợi tổng hợp, bền trong điều kiện tự nhiên. Sau khi túi được trải và định vị trên mái bờ cần bảo vệ, tiến hành bơm vữa bê tông ó khả năng ngưng kết vào trong túi. Sau đó bê tông ngưng kết mái bờ được bọc một lớp mỏng có khả năng chống xói lởi do tác động của dòng chảy. Ưu điểm của phương pháp này là thích hợp với nền mềm yếu do phân bố lực đều, vữa tông được trải che kín nền, trải liên tục từ dưới lên trên. Diện tich được bảo

vệ lớn thi công nhanh, ít ảnh hưởng đến môi trường. Nhược điểm của phương pháp, giá thành cao, công nghệ thi công phức tạp, thiết bị thi công chuyên dụng lớn.

- *Sử dụng Rọ đá* (Gabion) hay thảm đá (Revet Mattresses hay Reno mattresses): là các hệ thống hình lưới có liên kết thành các khối hình học và phía trong là đá xếp dùng để bảo vệ bờ sông, bờ biển....Thảm rọ đá được sử dụng ở nhiều nơi trên thế giới, trong đó nổi bật có sản phẩm thảm rọ đá của hãng Maccaferri. Kết cấu rọ đá có thể chịu được các áp lực do đất và sóng tác động. Lưới bện kép hình sáu cạnh cho phép kết cấu chịu được lún không đều khá lớn mà không bị gẫy đứt. Đặc điểm này đặc biệt quan trọng khi kết cấu được đặt trên nền đất không ổn định ở vùng có thể bị xói ngầm do sóng hoặc do dòng chảy tràn qua. Tuy nhiên sử dụng rọ đá có nhược điểm là phức tạp khi thi công, dễ sai lệch vị trí do có dòng chảy tác động.

- *Công nghệ cừ bản BTCT dự ứng lực*: Từ trước đến nay, giải pháp truyền thống thông thường sử dụng là cọc bê tông cốt thép (BTCT) và tường chắn để gia cố bảo vệ bờ, hố móng công trình, nhưng do khối lượng vật liệu lớn, thời gian thi công dài, chi phí cao dẫn đến hiệu quả đầu tư không cao. *Công nghệ cừ bản BTCT dự ứng lực*là tiến bộ kỹ thuật mới được ứng dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới, Sử dụng công nghệ này có thể thi công trong điều kiện ngập nước, không xử lý nền móng rút ngắn thời gian thi công ở hiện trường, yêu cầu bố trí mặt bằng công trường nhỏ nên hạn chế đền bù giải toả. Công nghệ thi công bằng ép rung kết hợp bơm nước thuỷ lực xói nền làm giảm ảnh hưởng chấn động phá hoại các công trình lân cận. Ngoài ra các ứng dụng cừ bản BTCT dự ứng lực cho phép giảm tiết diện cừ thiết kế, tiết kiệm vật liệu (bêtông + sắt thép) do vậy giảm chi phí đầu tư so với các công nghệ cừ BTCT truyền thống. Cừ bản BTCT ứng suất trước có kích thước cơ bản: chiều rộng cừ bản: 9,96m, chiều chiều dày 0,06m – 0,12m, chiều cao 0,6m, chiều dài 3-21m

- *Công trình bảo vệ bờ bằng thảm thanh bê tông xâu cáp:* Thảm thanh bê tông xâu cáp được sử dụng rộng rãi trên sông Mississippi của Mỹ. Loại thảm này được tạo thành bằng 20 bản BT lưới thép, có kích thoịớc 120x36x7,6cm, tạo thành một đơn nguyên, có kích thước 7,62x1,22m. Trên hiện trường liên kết nhiều đơn nguyên để tạo thảm với kích thước theo ý muốn (hình 3.10). 20 tấm bê tông có liên kết theo phương dọc là 3 sợi thép xuyên qua toàn bộ đơn nguyên, hai đầu uốn lại thành vòng khâu, để nối tiếp với các đơn nguyên khác. Theo phương ngang, các tấm bê tông phải chừa ra cốt thép để nối với các đơn nguyên còn lại. Giữa các bản bê tông có khe hở dùng dây thép nối lại với nhau, do đó giữa các bản có kết cấu mềm, dễ thích ứng địa hình lồi lõm của bờ sông. Bảo vệ phần dưới nước sông Mississippi, sử dụng các tấm liên kết tạo mảng 42,7x7,62 và dùng sà lan chuyên dụng thi công lắp đặt phủ từ trên bờ. Dùng cốt thép phía trên buộc vào trụneo trên bờ, cố định thảm vào bờ. Sau đó, dịch chuyển sà lan ra ngoài để thả thảm xuống. Nhưng mép cuối của mảng vẫn còn giữ trên sà lan, để nối tiếp với mảng sau. Cứ như thế lắp đặt các thảm bê tông đến hết phạm vi thiết kế, lúc đó cắt đứt dây cáp, đưa sà lan kéo ngược lên thượng lưu 40m, lại bắt đầu lắp đặt thảm khác. Giữa hai tấm thượng và hạ lưu có phần chồng lấn nhau.

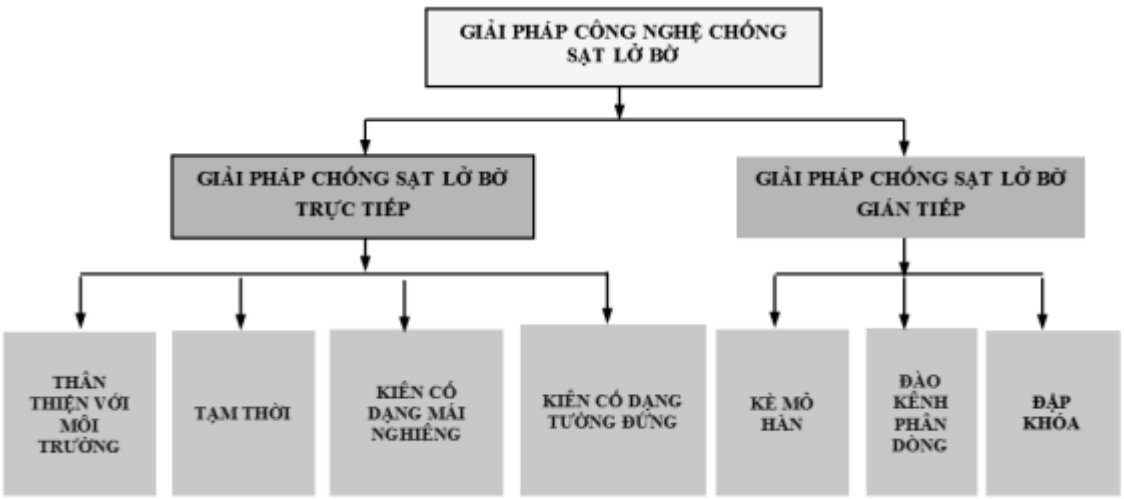
- *Bảo vệ bờ bằng đất xi măng:* Đất xi măng là một sản phẩm vật liệu xây dựng được tạo bởi hỗn hợp giữa đất và xi măng trộn theo một tỷ lệ nhất định. Đất xi măng có những ưu điểm là vật liệu dễ tìm, thi công đơn giản, kinh tế và bền, duy tu thuận tiện, là một loại vật liệu có nhiều tiền đồ phát triển. Từ năm 1917, nước Anh là nơi đầu tiên sử dụng đất xi măng. Đến nay đất xi măng đã có chiều dày lịch sử mấy chục năm. Năm 1933, nước Mỹ sử dụng đất xi măng trong xây dựng đường ô tô, sân bay, đường phố và công trình dân dụng khác. Năm 1951, Cục khai khẩn của Mỹ đã sử dụng đất xi măng làm vật liệu xây dựng đập nước ở phía đông của bang Conorado. Sau đó, đất xi măng được nhiều nước trên thế giới đi sâu nghiên cứu và ứng dụng đồng thời đã biên soạn thành qui trình qui phạm và tích lũy được nhiều kinh nghiệm trong thiết kế và thi công. Ở Trung Quốc, đất xi măng mới được phát triển rộng rãi trong những năm gần đây. Từ năm 1960, Uỷ ban sông Trường Giang đã tiến hành thí nghiệm dùng đất xi măng cho việc gia cố các kênh dẫn nước. Đến những năm 70, đất xi măng đã được ứng dụng ở Tân Cương, Sơn Đông, Bắc Kinh, Thiên Tân, Quảng Đông v.v… Đã tiến hành nhiều nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và ngoài hiện trường. Những năm 80 của thế kỷ 20; khi gia cố bờ của bãi giữa Thiên Hương trên sông Trường Giang ở Vũ Hán đối với phần bờ ở giữa thảm bê tông nhô ra khỏi mặt nước và phần bờ trên mặt nước mùa lũ, đều phủ một lớp vữa đất xi măng, hình thành công trình bảo vệ bờ hoàn chỉnh. Đó là công trình chỉnh trị sông có qui mô lớn lần đầu tiên ứng dụng đất xi măng.

1.4.3. Các giải pháp khoa học công nghệ bảo vệ ổn định bờ sông đã ứng dụng trong nước để bảo vệ bờ.

Trong những năm gần đây, với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học công nghệ, nhiều nghiên cứu mới ứng dụng các thành tự khoa học công nghệ tiến tiến trong các ngành vật liệu, kết cấu xây dựng để tăng cường hiệu quả bảo vệ bờ sông đã được tiến hành, thử nghiệm và đưa vào sử dụng rộng rãi, thay thế, bổ sung cho các giải pháp truyền thống. Một số ít trong đó đã được ứng dụng thử nghiệm ở Việt Nam. Vì vậy việc nghiên cứu cập nhật, ứng dụng các công nghệ mới trong công trình bảo vệ bờ sông chống lũ vào điều kiện thực tế ở Việt Nam là một yêu cầu cấp bách và có ý nghĩa thực tiễn cao.

Để bảo vệ bờ và khai thác dải đất ven bờ sông kênh rạch hiện nay nhiều giải pháp bảo vệ bờ đã được ứng dụng. Việc áp dụng các giải pháp bảo vệ bờ sẽ phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên, điều kiện kinh tế, nhiệm vụ công trình…

Tổng hợp các giải pháp bảo vệ bờ sông được chỉ ra trong hình vẽ sau:



Hình 1. 1: Tổng hợp các giải pháp bảo vệ bờ sông

Qua sơ đồ trên cho thấy có cho thấy giải pháp công nghệ chống sạt lở bờ sông đã xay dựng ở nước ta có thể phân ra làm hai nhóm giải pháp chính:

- Chống sạt lở bờ trực tiếp: Nhóm giải pháp chống sạt lở bờ trực tiếp hay còn gọi là giải pháp bị động, là các loại giải pháp "mặc cho bờ sông một lớp ao mới bằng một loại vật liệu có khả năng chống chịu tác động của sông, của dòng chảy … tốt hơn vật liệu cấu tạo lòng sông, bờ sông".

- Chống sạt lở bờ gián tiếp: Giải pháp công trình bảo vệ bờ gián tiếp hay còn gọi la giải pháp chủ động, là những giải pháp tác động trực tiếp vào dòng chảy có vận tốc lớn, sông có sức công pha lớn (tác nhân gây ra sạt lở bờ sông) nhằm thay đổi độ lớn hay hướng di chuyển. Nhóm các giải pháp công trinh bảo vệ bờ gián tiếp hay chủ động rất đa dạng có thể kể đến là: (1) Các loại mỏ hàn (vườn goc, tạo với bờ sông một góc nào đó hay song song với bờ, ke mỏ hàn hoàn lưu); Các loại đập ngầm, nâng cao trình hố xói sau, đập lai dòng, đập khoa …phân bố lại dòng chảy, giảm bớt lưu lượng, làm chệch hướng dòng chảy hay ngăn dòng chảy tác động vào đoạn bờ đang bị tổn thượng; (3) Đào kênh mới, mở rộng lòng dẫn v.v.

Giải pháp bảo vệ bờ trực tiếp kiên cố mái nghiêng: Công trình kiên cố bảo vệ bờ trực tiếp dạng mái nghiêng được ứng dụng khá rộng rãi. Về kết cấu của kè bảo vệ bờ dạng mái nghiêng kiên cố thường có 3 bộ phận chân kè, thân kè và đỉnh kè. Thông số kỹ thuật của từng bộ phận kè cho một số dạng mặt cắt ngang kè được quy định trong Quyết định số 72/2002/QĐ-BNN tiêu chuẩn ngành. Khi ứng dụng tùy theo điều kiện cụ thể từng vị trí xây dựng công trình bảo vệ bờ mà chọn dạng mặt cắt ngang có cơ hay không có cơ, vật liệu có thể là bê tông hay đá xây và dạng cấu kiện có thể là bê tông đổ tại chỗ, đúc sẵn ở nhà máy, cấu kiện bê tông tự chèn, thảm bê tông.

Giải pháp bảo vệ bờ trực tiếp kiên cố dạng tường đứng: Giải pháp công trình bảo vệ bờ trực tiếp kiên cố dạng tường đứng, là một trong những loại công trình chỉnh trị sông được ứng dụng nhiều ở các khu vực thành phố, thị xã, nơi tập trung dân cư, nhà cửa, cơ sở hạ tầng, cơ sở kiến trúc, văn hóa… quan trọng sát mép bờ sông. Do áp lực đất sau lưng tường rất lớn (đặc biệt la khi tường cao) do vậy giải pháp công trình bảo vệ bờ trực tiếp

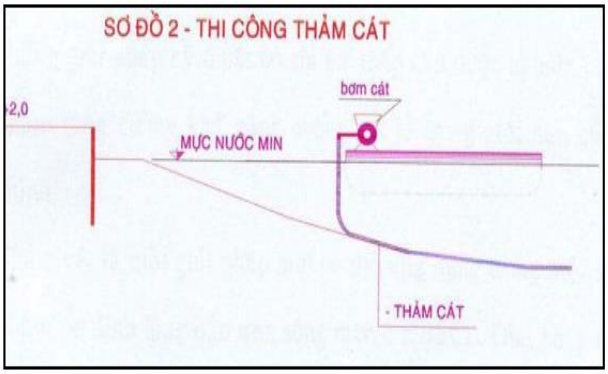
dạng tường đứng cần kết cấu vững chắc, nhiều trường hợp phải bố tri hang neo, giữ tường không bị chuyển vị, nghiêng ra phía sông. Với đất cấu tạo lòng sông, bờ sông trên nền đất yếu có tính chất cơ lý thấp thi cần xử ly hệ cọc chịu lực xuống tầng đất lớn do đó chi phí mong công trình lớn. Tuy vậy từ khi cọc bản bê tông ứng suất trước với cường độ cao, cọc bê tông ly tâm và một số cấu kiện bê tông đúc sẵn, thi giải pháp công trinh bảo vệ bờ trực tiếp tường đứng kiên cố được ứng dụng ngay một phổ biến hơn trên hệ thống sông có nền địa chất yếu như Tp. Hồ Chi Minh hay Đồng bằng sông Cửu Long.

Giải pháp bảo vệ bờ trực tiếp kiên cố dạng hỗn hợp: Trong một số trường hợp để giảm bớt chiều cao tường đứng của công trình nhưng vẫn tận dụng được không gian bên sông, các nhà thiết kế đa kết hợp hai dạng mái nghiêng và tường đứng cho các điều kiện cho phép. Trong đó phần dưới là dạng mái nghiêng, phần trên là dạng kè tường đứng hay ngược lại tuy điều kiện cụ thể.

Trần Hoàng Bá (2014) đã sử dụng các bao cát sinh thái bảo vệ bờ sông ở Tiền Giang. Giải pháp bảo vệ mềm này đem lại lợi ích cả về kinh tế và môi trường hơn các vật liệu cứng truyền thống dùng bê tông, đá. Yêu cầu xây dựng tương đối đơn giản, có thể sử dụng các thiết bị thi công đất, vật liệu và lao động phổ thông sẵn có tại địa phương, điều này đặc biệt phù hợp ở những nước đang phát triển như nước ta hiện nay. Kết cấu bao cát linh hoạt và dễ dàng điều chỉnh cũng như loại bỏ khi cần nâng cấp hay thay đổi. Ngoài ra, có thể trồng cỏ ngay trên bao cát vừa bảo vệ bao đồng thời tạo thảm cỏ xanh tự nhiên hòa hợp với cảnh quan sông nước xung quanh.

Hình 1- 6: mái kè sau khi hoàn thiện xếp đặt bao (trái) Mái kè sau 1tháng trồng cỏ (phải)

Trịnh Công Vấn, công ty tư vấn xây dựng thủy lợi 2 đã nghiên cứu ứng dụng kết cấu thảm cát trong bảo vệ bờ sông Sài Gòn – chân cầu Bình Phướcvà cho kết quả khá tốt. Tuy nhiên vấn đề mỹ quan công trình chưa cao, chỉ nên ứng dụng dưới mực nước thấp. Độ bền của vải trong môi trường nước phèn và mặn cũng bị ảnh hưởng và khả năng chống thủng khi tàu thuyền va chạm ở phạm vi mực nước kiệt cao.



Hình 1- 7: Thảm túi cát và kè bằng thảm túi cát ở bờ sông Sài Gòn

Công ty TNHH Thoát nước và Phát triển đô thị Bà Rịa- Vũng Tàu (Busadco) đã sản xuất thành công bê tông cốt thép, bê-tông cốt sợi thành mỏng đúc sẵn. Với tiện ích chống sạt lở, xói mòn, chắn sóng, ứng phó với mực nước biển dâng và biến đổi khí hậu, giải pháp công nghệ "Cấu kiện lắp ghép bảo vệ bờ sông, hồ và đê biển" vừa được Bộ Khoa học và Công nghệ (KH-CN) bình chọn là một trong 10 sự kiện KH-CN nổi bật năm 2015. Sản phẩm đã được ứng dụng tại các tỉnh: Bà Rịa - Vũng Tàu (chống xói lở suối Rạch Tranh ấp Phước Thành, xã Tân Hòa, huyện Tân Thành); TP Hồ Chí Minh (thí điểm thành công dự án kè bờ kênh Tham Lương – Bến Cát – Nước Lên thuộc dự án quản lý rủi ro ngập nước khu vực TP Hồ Chí Minh; dự án Xây dựng, nâng cấp đê biển Cần Giờ tại thị trấn Cần Thạnh và xã Long Hòa – Huyện Cần Giờ); Thái Bình (dự án Xây dựng thí điểm kè và nâng bãi trồng cây chắn sóng đê biển số 6 đoạn từ K33+020 đến K35+760 xã Đông Minh và đê biển số 5 đoạn từ K22+300 đến K23+300 xã Nam Thịnh, huyện Tiền Hải)...

Hình 1- 8: Bờ kè kênh Tham Lương, TP Hồ Chí Minh sử dụng sản phẩm của Busadco.

Cách đây hơn 50 năm, tập đoàn PS MITSUBISHI (Nhật Bản) đã phát minh ra loại "Cọc ván BTCT dự ứng lực" và đã được ứng dụng thành công vào việt nam năm 1999-2001 tại cụm công trình nhiệt điện Phú Mỹ (Bà Rịa Vũng Tàu) tạo nên sự đột phá lớn cho giải pháp thiết kế công trình chống xói lở bờ.

Bảo vệ bờ sông bằng tấm cừ nhựa

Cừ nhựa UPVC là loại vật liệu khá mới, có độ bền cao, chịu được va đập mạnh, không bị oxy hóa, không bị co ngót, không bị biến dạng theo thời gian. Tấm cừ nhựa UPVC bắt nguồn từ Mỹ, được ứng dụng trong xây dựng, bảo vệ bờ sông...*(hình 1.12)*. Ở

nước ta được ứng dụng để làm bờ bao chống ngập, bảo vệ bờ sông, bờ kênh, làm kè bảo vệ bờ sông, bờ biển, kè bến cảng... Cừ bản nhựa có ưu điểm là giá rẻ, phù hợp với khí hậu thời tiết ở nước ta, khả năng chống chịu với thời tiết cao.

Ở Việt Nam kỹ sư Nguyễn Thành Nhân và các cộng sự đã thử nghiệm chế tạo cừ bản nhựa từ năm 2001. Qua nghiên cứu nhóm đã tìm được công thức pha chế tối ưu vật liệu tạo được cừ bản nhựa có tính năng tương đương với một số loại nhập ngoại, chịu độ bền thời tiết cao, sử dụng hiệu quả trong các công trình xây dựng, thủy lợi, giao thông, quân sự.

a. Bảo vệ bờ bằng cừ Lasen bản nhựa

b. Bờ bao chống ngập bằng cừ vách nhựa uPVC tại rạch Nhà Nuôi, phường Thạnh Xuân, quận 12, Thành phố Hồ Chí Minh.

Hình 1- 9. Bảo vệ bờ bằng cừ

Theo kết quả dự án điều tra năm 2008-2009 của Viện Khoa học thủy lợi Miền Nam do PGS.TS. Đinh Công Sản làm chủ nhiệm, vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai Sai Gòn thường có các loại hình công trinh bảo vệ bờ như sau:

- Công trinh dan gian thô sơ
- Công trinh bán kiên cố
- Công trinh kiên cố.

Cac cong trinh dan gian tho sơ chỉ co thể tồn tại được ở những khu vực co chiều sau dong chảy nhỏ, nơi co tốc độ dong chảy thấp, khong co khả năng chống xoi sau. Cong trinh bán kiên cố do công trình thiếu tầng lọc ngược hoặc tầng lọc ngược không bảo đảm thóat nước. Dòng chảy thấm (do sóng, mưa, triều…) từ trong bờ ra mang theo đất bờ ra ngoài làm phía sau kè bị rỗng, do chưa dự phòng xói (bảo vệ chân kè đủ sâu dưới tác động của dòng chảy trong sông rạch, dòng chảy do sóng gây ra). Khi đó, chân kè bị rỗng, mái bờ kè bị lún, sụt kéo theo đất, cát theo phương đứng ra ngòai nên hay xảy ra hư hỏng, gây sạt lở bờ. Hầu hết các công trình kiên cố đã được tính toán đầy đủ theo các quy trình, quy phạm hiện hành, tuân thủ trình tự xây dựng cơ bản của nhà nước đặc biệt đã quan tâm đến vấn đề xói sâu, tuổi thọ công trình cao, tuy nhiên có một số công trình đã thi công nhưng chưa có quy hoạch chỉnh trị tổng thể của sông rạch cũng như đoạn sông rạch nơi có công trình, chưa lường trước những diễn biến phức tạp do công trình gây ra đối với bản thân nó cũng như các khu vực lân cận gây nên hư hỏng công trình, gây sạt lở bờ.

Một số dự án bờ kè đã đang thực hiện trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh như sau:

Dự án Xây dựng bờ tả sông Sài Gòn (từ rạch Cầu Ngang đến khu đô thị Thủ Thiêm) nhằm chống nước tràn do lũ từ thượng nguồn, do triều cường và thich ứng với điều kiện biến đổi khi hậu nhằm bảo vệ 1.600 ha đất đô thị với dân số khu vực khoảng 25.000 người. Công trình nằm ven bờ tả sông Sai Gòn đi qua một số phường Trường Thọ, Thảo Điền, Binh An thuộc quận Thủ Đức va Quận 2. Công trình bắt đầu từ Rạch Thủ Đức (Rạch Cầu Ngang) và kết thúc tại vị tri bắt đầu khu đo thị Thủ Thiêm. Với kết cấu kè xây dựng chủ yếu la tường cừ bê tông cốt thép dự ứng lực; Bệ neo cừ là hàng cọc bê tông cốt thép 35x35x4000cm, neo cừ với cọc bằng thép không gỉ; Cao trình đỉnh kè: + 2,7m; Kết cấu la dầm mũ bê tông cốt thép. Hiện nay đa thi công đạt khoảng 70% khối lượng.

Dự án xây dựng 04 đoạn Đe bao xung yếu khu vực quận Thủ Đức thuộc bờ tả sông Sài Gòn với tổng chiều dài 1.515m va 10 cống nhỏ dưới đê nhằm ngăn triều và lũ từ sông Sài Gòn, tiêu thoát nước mưa nội vùng và kết hợp chống sạt lở bờ sông, cải tạo cảnh quan môi trường ven sông. Kết cấu chinh đê bao dạng kết hợp tường đứng bằng cừ ván bê tông cốt thép dự ứng lực SW500A dạng sóng kết hợp san giảm tải trên nền cọc bê tông cốt thép kết hợp đường bộ hành dọc phía sau đê. Cao trình đỉnh tường kè được thiết kế là +2,70m và cao trình mặt đê sau tường là +2,50m. Kết hợp giao thông bộ trên đê bao: chiều rộng mặt đường trên đê B=5,00 m; phục vụ đi bộ và phục vụ quản lý khai thác công trình. Hiện nay đã thi công đạt khoảng 40% khối lượng.

Thống kê một số dự án công trinh kè bảo vệ bờ được chỉ ra trong phần phụ lục báo cáo.

1.4.4. Phân tích đánh giá công trình gia cố bờ

- Đối với giải pháp kỹ thuật "mềm":

+ Kinh phí xây dựng thấp, kỹ thuật đơn giản;

+ Đem lại hiệu quả nhất định trong điều kiện bảo vệ bờ trước tác động của sóng tại các vị trí sông không sâu;

+ Nhiều trường hợp công trình xây dựng lấn chiếm lòng sông, cản trở dòng chảy, cản trở giao thông.

+ Vật liệu sử dụng cho công trình toàn là cây cối chưa được sử lý kỹ thuật nên chóng hư hỏng dưới tác động của môi trường, nhất là trong điều kiện nước triều lên xuống nhiều lần trong ngày như vùng Đông Nam Bộ.

+ Công trình thường không đảm bảo ổn định lâu dài do cọc đóng chưa tới độ sâu cần thiết, phía ngòai hàng cọc không được bảo vệ chống sóng.

+ Không chú ý giải quyết tốt hố xói sát bờ vì thế có nhiều công trình bị đổ vỡ chỉ sau một thời gian ngắn làm việc.

- Đối với giải pháp kỹ thuật "cứng":

+ Thảm bê tông bơm trực tiếp trong nước với ưu điểm thi công nhanh, ít ảnh hưởng tới môi trường, mái bờ sông tại khu vực được bảo vệ có thể không cần san phẳng, nhưng có một số mặt hạn chế sau: yêu cầu thiết bị máy bơm công suất lớn nhất là khi bơm vữa

bê tông xuống đọan sông sâu; Giá thành cao so với các giải pháp truyền thống vì vật tư thiết bị nhập khẩu; Dễ bị hư hỏng cục bộ khi mái bờ sông lún không đều.

+ Các công trình xây dựng bên tông thường bị ảnh hưởng do do tác động ăn mòn bê tông của nước chua, phèn, mặn gây ra.

+ Cọc bê tông ứng suất trước, kỹ thuật thi công đơn giản, ít cản trở tới giao thông thủy, nhưng tính liền khối của khối đất bờ bị phá vỡ, giá thành cao hơn so với phương án truyền thống khác vì vẫn phải tốn rọ đá bao tải cát bảo vệ phần chân và thân kè.

+ Khối bê tông tự chèn dùng để bảo vệ bờ chỉ thay thế cho thảm đá, lớp bê tông lát ... phần đỉnh kè và cũng chỉ nên sử dụng ở những khu vực bờ sông có địa chất khá tốt mới đem lại hiệu quả tốt và đảm bảo ổn định. Phạm vi sử dụng khối bê tông tự chèn chỉ cho khu vực xói lở trước tác dụng của sóng, bờ sông khá xoải, địa chất tương đối tốt.

1.5. Vấn đề quản lý dòng sông

1.5.1. Trên thế giới

Nhiều thập niên trước 1970s - 1980s, do nhu cầu phát triển kinh tế, mở rộng không gian xây dựng đô thị, tăng diện tích giao thông, Hàn Quốc đã cho thu hẹp, nắn thẳng, thậm chí biến nhiều khúc sông trên sông Hàn, sông Nakdong, sông Geum và sông Yeongsan thành những đoạn cống hộp. Lúc đó, những nhà quản lý đô thị Hàn Quốc tin vào những tính toán thuỷ lực khẳng định khả năng tải nước, thoát lũ và khả năng tự làm sạch của các công trình chỉnh trị sông của họ. Tuy nhiên, qua nhiều năm các công trình này đã dần dần bộc lộ nhiều nhược điểm lớn về mặt môi trường và xã hội. Các đợt lũ lụt và hạn hạn làm gia tăng những thiệt hại kinh tế, hệ sinh thái sông suy giảm rõ rệt. Ô nhiễm công nghiệp làm chất lượng nước sông ngày một tệ và nhiều cư dân sống hai bên bờ phải di tản. Nhận thấy những sai lầm trong việc làm thay đổi dòng chảy sông ngòi, Tổng thống Hàn Quốc Lee Myung-bak công bố chính sách "Thoả thuận xanh mới" vào năm 2009 và tích hợp vào "Kế hoạch 5 năm" của Hàn Quốc, trong đó thông qua "Dự án cải tạo 4 sông lớn" nhằm năm mục tiêu chính: (1) Đảm bảo sự dồi dào của các nguồn nước nhằm ngăn chặn tình trạng khan hiếm nước; (2) Thực hiện kiểm soát lũ một cách toàn diện; (3) Cải thiện chất lượng nước và khôi phục các hệ sinh thái; (4) Tạo ra các không gian đa dụng cho cư dân địa phương; (5) Phát triển vùng lấy các dòng sông làm trung tâm. Chính phủ Hàn Quốc đã phải chi ra khoảng 17.3 tỷ USD cho dự án cải tạo sông này.

Tại Liên Xô (cũ) năm 1985 đã xuất bản quy phạm "Công trình bảo vệ phòng chống úng và ngập nước cho các vùng đất" trong đó có điều quy định việc xây dựng công trình bảo vệ các vùng đất đô thị và công nghiệp phải chú ý đến tâc hại của tình trạng úng ngập về các mặt: sự thay đổi tính chất cơ lý của đất nền công trình và tính xâm thực của nước ngầm, độ ổn định và độ bên của các công trình khi có sự thay đổi của áp lực tĩnh nước ngầm.

Tại Nhật Bản năm 1997 đã ban hành: "Tiêu chuẩn kỹ thuật về công trình chỉnh trị sông" trong đó nêu rõ công trình bảo vệ bờ luôn được đặt ở những đoạn bờ sông quan

trọng, xung quanh có môi trường sinh thái và cảnh quan, nên công trình bảo vệ bờ sông cần sử dụng các loại kết cấu hài hòa với cảnh quan tự nhiên.

Sông Nagaike, Nhật Bản

Sông Tsurumi, Nhật Bản

Cục bảo vệ môi trường Mỹ ủy thác cho Trạm thí nghiệm sư đoàn công binh lục quân Mỹ nghiên cứu biên soạn và xuất bản cuốn sổ tay Cẩm nang điều tra sông và gia cố bờ sông vào năm 1997. Nội dung chủ yếu của cuốn sách là các kiến thức cơ bản về địa mạo sông ngòi và diễn biến lòng sông, đánh giá hệ thống sông ngòi, kỹ thuật và kết cấu công trình bảo vệ bờ sông ứng dụng cho các đoạn với các điều kiện và yêu cầu khác nhau, nhấn mạnh yếu tố cảnh quan, môi trường, giới thiệu các loại thực vật có thể ứng dụng trong các điều kiện khác nhau.

Tại Trung Quốc năm 2000 cũng đã xuất bản "Sổ tay quy trình thống nhất về thiết kế quy hoạch đô thị" của viện Nghiên cứu thiết kế quy hoạch đô thị Trung Quốc trong đó có điều quy hoạch tổng thể công trình phòng chống lũ đô thị cần phải chú ý tránh hoặc giảm thiểu những ảnh hưởng bất lợi đối với trạng thái dòng chảy, dòng bùn cát, tình trạng bờ sông… Cần phối hợp hài hòa với quy hoạch các tuyến ven sông đô thị có lợi

"Sổ tay khôi phục dòng sông" do Ủy ban Nước và Sông ngòi của Úc xuất bản vào tháng 4 năm 2001. Nội dung chủ yếu là thủy văn sông và lưu vực, diễn biến lòng sông, phân tích sông và sinh thái sông, thảm thực vật, ổn định thế sông, quy hoạch và quản lý công trình chỉnh trị sông và các thông tin khác.

"Sổ tay kỹ thuật khôi phục dòng sông" của Anh công bố vào tháng 4 năm 2002, với nội dung chủ yếu sau: khôi phục tính uốn khúc của sông, tăng cường công năng sinh thái cho hồ ách trâu, tăng cường sinh thái cho đoạn sông thẳng, công trình sinh thái bảo vệ bờ sông, điều chỉnh cao trình lòng sông, mực nước và dòng chảy, quản lý lũ, kiến tạo vùng đặc trưng đầm lầy, xây dựng công trình thân thiện với người và sinh vật, gia tăng khả năng thoát lũ cho lòng sông, lợi dụng bùn cát nạo vét, đổi tuyến dòng sông…

Trung Quốc đã xuất bản "Quy hoạch và thiết kế công trình chỉnh trị sông hiện đại" vào tháng 3 năm 2006, nhưng từ cuối những năm 90 của thế kỷ trước, công trình chỉnh trị sông ở Trung Quốc đã có những chuyển động mạnh mẽ sang định hướng kết hợp tôn tạo cảnh quan và bảo vệ môi trường sinh thái, xây dựng văn hóa sông nước, đặc biệt là đối với những đoạn sông qua các thành phố, đô thị, khu du lịch. Năm 2005, tỉnh Hắc Long Giang ban hành điều lệ quản lý sông, trong đó quy định "Quy hoạch chỉnh trị sông cần xem xét

đầy đủ các yêu cầu về phòng lũ, bảo vệ môi trường, giao thông thủy, sinh thái tự nhiên và phù hợp với cảnh quan nhân văn".

Ngày nay, với phương châm "Chỉnh trị sông tổng hợp" là những công trình mà con người thực hiện nhằm mục tiêu con người hòa hợp với nước, xoay xung quanh các tiêu chí "nước sạch, chảy thoát, bờ xanh, cảnh đẹp" để sử dụng các giải pháp như "ngăn chặn nguồn ô nhiễm thu vào đường ống, dùng nước xói các khối bồi lắng, bố trí các chi tiết kiến trúc tạo cảnh quan và thảm xanh, kết hợp cấu kiện bảo vệ để tạo dáng đường bờ", nhằm phát huy công năng tổng hợp đa phương diện của sông ngòi về phòng lũ, giao thông, cảnh quan, văn hóa, các giải pháp bảo vệ bờ cần kết hợp quy hoạch sử dụng vùng ven sông, kết hợp với thiết kế cảnh quan, văn hóa, đặt các bậc, kệ ven mép nước, chấm phá các tiểu cảnh, bố trí các hành lang văn hóa, các điểm vui chơi... làm cho sông trở thành nơi thân thiện với con người, hấp dẫn con người….phục vụ phát triển kinh tế xã hội.

1.5.2. Trong nước

Một số văn bản của Trung ương điều chỉnh và quy định trực tiếp có thể kể đến như: Luật Quy hoạch đô thị năm 2009, Luật Kiến trúc năm 2019, Luật Xây dựng năm 2014, Luật đê điều năm 2006, Luật Thủy lợi năm 2017 (*thay thế Pháp lệnh khai thác và bảo vệ công trình thủy lợi ngày 04 tháng 4 năm 2001*), Luật Giao thông đường thủy nội địa năm 2004 (*sửa đổi, bổ sung năm 2014*), Luật Quy hoạch năm 2017, Luật Tổ chức chính quyền địa phương năm 2015, Luật Xử lý vi phạm hành chính năm 2012, cùng hệ thống văn bản quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành bởi các Nghị định, Thông tư chuyên ngành. Trong đó, Luật Tổ chức chính quyền địa phương (tại các Điều 19, Điều 21, Điều 22, Điều 40, Điều 42 và Điều 43) đã quy định thẩm quyền, quyền hạn của Hội đồng nhân dân Thành phố, Ủy ban nhân dân Thành phố và chủ tịch Ủy ban nhân dân Thành phố trong công tác quản lý, bảo vệ không gian kiến trúc, cảnh quan đô thị; bên cạnh đó, Luật Quy hoạch đô thị năm 2009 và Luật Kiến trúc năm 2019 đã xác định các nhiệm vụ của Ủy ban nhân dân cấp tỉnh trong công tác lập, thẩm định, phê duyệt, điều chỉnh và tổ chức thực hiện quy hoạch đô thị và quản lý phát triển đô thị theo quy hoạch đô thị đã được phê duyệt; thực hiện quản lý nhà nước về hoạt động kiến trúc. Tại Khoản 4 Điều 3 của Luật Quy hoạch đô thị năm 2009 xác định: "*Quy hoạch đô thị là việc tổ chức không gian, kiến trúc, cảnh quan đô thị, hệ thống công trình hạ tầng kỹ thuật, công trình hạ tầng xã hội và nhà ở để tạo lập môi trường sống thích hợp cho người dân sống trong đô thị, được thể hiện thông qua đồ án quy hoạch đô thị*". Đây là các cơ sở pháp lý quan trọng để Thành phố tổ chức triển khai thực hiện các nhiệm vụ của mình, bao gồm hoạt động quản lý, phát triển hệ thống bờ kè, sông, kênh rạch tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Các tiêu chuẩn, quyết định khác có liên về xử lý sạt lở bờ sông như: TCVN 8419: 2010 Công trình thủy lợi – Thiết kế công trình bảo vệ bờ sông; Quyết định số 01/2011/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ký ngày 4 tháng 1 năm 2011 về việc ban hành Quy chế sạt lở bờ sông, bờ biển, TCVN 9902:2016 Tiêu chuẩn Quốc Gia về công trình thủy lợi – Yêu cầu thiết kế đê song. Nghị Định số 23/2020 NĐ-CP ngày 24 tháng 2 năm 2020 quy định về quản lý cát sỏi lòng sông và bảo vệ lòng, bờ, bãi sông.

1.7. Xu thế mới trong chỉnh trị sông, bảo vệ bờ kết hợp khai thác cảnh quan ven sông

Quy hoạch chỉnh trị sông phát triển không ngừng theo sự phát triển của kinh tế - xã hội, luôn đổi mới, không ngừng hoàn thiện dần. Xu thế mới trong quy hoạch chỉnh trị sông cần khoa học, hợp lý, kết hợp cải tạo cảnh quan ven sông, bảo vệ bờ sông, bảo vệ môi trường, bảo tồn di tích lịch sử và văn hóa, phát triển thương mại, dịch vụ, là nơi để người dân vui chơi, tận hưởng những khoảng không gian trong lành, thoáng đãng, tạo điểm nhấn cho cho các điểm đi qua khu đô thị là hết sức cần thiết, đây cũng là các giải pháp phát huy lợi thế của sông ngòi chảy qua các đô thị mà trên thế giới đã thực hiện.

Các yêu cầu đối với dòng sông trong xu thế mới khi quy hoạch chỉnh trị sông, bảo vệ bờ kết hợp khai thác cảnh quan ven sông như sau:

- ***Yêu cầu thoát lũ:*** Khi xây dựng các công trình chỉnh trị sông vẫn phải đảm bảo yêu cầu thoát được lưu lượng lũ thiết kế. Đoạn sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn không có đê, nhiệm vụ chống ngập lụt không đề ra, nhưng yêu cầu lòng sông cần phải thông thoát đủ khả năng thoát lũ mà không gây ách tắc nhất là không gây sạt lở bờ nghiêm trọng, sông phải có đường bờ ổn định, không bị dòng chảy và sóng làm sạt lở bảo vệ an toàn khu dân cư, cơ sở sản xuất, cơ sở hạ tầng của khu vực đi qua khu đô thị như khu vực thành phố Biên Hòa, Bình Dương, Thành phố Hồ Chí Minh.

- ***Yêu cầu đối với các công trình cầu qua sông:*** Để đảm bảo an toàn cho các cầu vượt sông này yêu cầu lòng sông khu vực thượng hạ lưu của cầu phải ổn định, kết cấu dòng chảy êm thuận không gây xói cục bộ nghiêm trọng uy hiếp các mố cầu, trụ cầu. Lòng dẫn của đoạn sông thượng, hạ lưu cầu cần ổn định, sao cho khi tuyến sông xê dịch không phá sập đầu cầu, tường dẫn, làm cản trở giao thông hoặc thậm chí làm cầu mất hết tác dụng. Dòng chảy thượng hạ lưu cầu nối tiếp thuận lợi, tránh tạo thành các dòng chảy xiên nguy hiểm, uy hiếp an toàn của mố cầu, trụ cầu.

- ***Yêu cầu về phát triển đô thị:*** Dòng sông qua thành phố, đô thị ngoài những chức năng thông thường, sông còn là một yếu tố cảnh quan cực kỳ quan trọng, tạo ra phong cách, dấu ấn riêng của thành phố, đô thị đó. Yêu cầu về xây dựng thành phố được đặt ra đối với con sông như sau: Về mặt sinh thái tự nhiên, phát triển hài hòa cảnh quan, hình thành trục cây xanh dọc sông, phục hồi tính đa dạng của các loài sinh vật của sông, cải thiện không gian ven sông và khu vực bãi ven hai bờ sông; Hình thành không gian có những hoạt động đa dạng như du lịch sinh thái, nghỉ ngơi, giải trí, học tập, vui chơi,... đồng thời khai phá những tiềm năng mới, tạo ra vị thế lớn hơn cho con sông; Về mặt văn hóa lịch sử, sẽ phát triển các cảnh quan thiên nhiên, bảo tồn các di tích văn hóa lịch sử ven sông. Ngoài ra, có thể kết hợp phát triển công viên ven sông thành lộ trình thám hiểm các di tích văn hóa lịch sử ven sông, tạo nét mới cho du lịch thành phố; Phát triển đô thị dọc hai bên sông một cách hợp lý song song với việc bảo tồn sinh thái tự nhiên của sông. Ổn định bờ sông, lòng sông, chống sạt lở ổn định khu dân cư và các cơ sở hạ tầng bằng công trình bảo vệ bờ, chỉnh trị sông kết hợp tạo nên cảnh quan đô thị sạch đẹp, tạo điểm nhấn cho cho đô thị, khu du lịch, vui chơi, giải trí ven sông.

- ***Yêu cầu về giao thông thủy:*** Phải ổn định tuyến luồng, ổn định luồng lạch, có quy hoạch các bến bãi, các hệ thống biển báo, phao tiêu dùng cho các phương tiện giao thông thủy.

- ***Yêu cầu về bảo vệ môi trường sinh thái:*** Bảo đảm duy trì bền vững sinh thái môi trường là một trong những mục tiêu hàng đầu của Bảo vệ môi trường lưu vực sông. Các nội dung cần chú ý trong bảo vệ môi trường lưu vực sông thời gian tới nhằm mục tiêu giải quyết các vấn đề sinh thái môi trường như sau: Khai thác và sử dụng tài nguyên nước cần xem xét đến các yếu tố sinh thái và môi trường như duy trì dòng chảy sinh thái, dòng chảy môi trường để có thể bảo tồn các hệ sinh thái, duy trì khả năng tái tạo của nguồn nước trong lưu vực. Với sông qua đô thị, yếu tố môi trường cần đặc biệt coi trọng, từ khâu xử lý nước thải không gây ô nhiễm đến việc chủ động tái tạo môi trường sinh thái vừa phù hợp với điều kiện tự nhiên khu vực, vừa đáp ứng được nhu cầu an dưỡng, nghỉ ngơi, du lịch của người dân thành phố

- ***Kết hợp khai thác cảnh quan:*** Đối với các công trình tạo cảnh quan cho đô thị, cần lưu ý đến nét hài hòa về kiến trúc, phong cảnh, văn hóa của mỗi thành phố để tạo ra nét riêng biệt cho thành phố. Công trình cũng cần lưu ý đến vị trí, chất liệu, kích thước sao cho có thể có độ bền lâu dài, không làm ảnh hưởng đến các chức năng khác của sông như thoát lũ, giao thông thủy, thủy lợi, du lịch,…

Các nguyên tắc đối khi quy hoạch chỉnh trị sông, bảo vệ bờ kết hợp khai thác cảnh quan ven sông như sau:

- Nguyên tắc sinh thái, cảnh quan: Dùng nước tạo cảnh, tôn tạo cảnh quan sông nước hòa hợp, tạo không gian xanh đô thị, không gian xanh được bố trí hợp lý dọc theo hai bên bờ sông sẽ góp phần tăng mỹ quan đô thị, giúp tạo nên hình ảnh biểu cảm về hình khối không gian đô thị.

- Nguyên tắc khai thác, lợi dụng tổng hợp: Khai thác lợi dụng truyền thống văn hóa ven sông, du lịch, tài nguyên đất và nước. Đi sâu khai thác, bảo tồn văn hóa lưu vực sông, tiềm năng du lịch, làm cho giá trị các vùng đất được bảo hộ ven sông tăng thêm các giá trị mới.

-

1.8. Định hướng nghiên cứu của đề tài

1.8.1. Những hạn chế, tồn tại trong nghiên cứu dự báo sạt lở, diễn biến lòng dẫn và các giải pháp ổn định bờ trong thời gian qua:

- Chưa đáp ứng đầy đủ số liệu cho nghiên cứu như: đo đạc thực tế chưa đủ, không đồng bộ, làm cho phân tích nghiên cứu gặp nhiều khó khăn
- Chưa sử dụng kết hợp nhiều phương pháp trong cùng một nghiên cứu dự báo sạt lở diễn biến lòng dẫn, vì vậy kết quả nghiên cứu còn mang tính chủ quan. tính chính xác trong các phương pháp nghiên cứu tính toán phụ thuộc nhiều vào các hệ số kinh nghiệm mang tính địa phương và các số liệu đầu vào, nên việc chỉ đơn thuần dựa vào các công thức kinh nghiệm từ nước ngoài hay việc ứng dụng các mô hình toán nhưng không

phân tích khả năng ứng dụng cho khu vực nghiên cứu cũng phần nào ảnh hưởng đến kết quả nghiên cứu

- Các vị trí sạt lở bờ thường xảy ra tại các đoạn sông cong, khu vực phân lưu nhập lưu, khu vực thượng hạ lưu các công trình khai thác sử dụng trên sông… nhưng các nghiên cứu chi tiết cụ thể về các đoạn sông này chưa nhiều. Công cụ sử dụng mô hình chủ yếu sử dụng mô hình 1D, 2D chưa sử dụng mô hình 3D nên chưa mô phỏng được chi tiết dòng phân tầng tại các vị trí nêu trên
- Chưa đánh giá được nguyên nhân, cơ chế sạt lở bờ sông cho từng loại hình sạt lở bờ, chưa xét đến điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng, để từ đó đưa ra được các giải pháp ổn định bờ theo từng loại hình sạt lở bờ khác nhau
- Công tác nghiên cứu, thực hiện các dự án công trình chỉnh trị sông, bảo vệ bờ ở Việt Nam vẫn còn trong giai đoạn chỉnh trị sông truyền thống và chưa thật sự chuyển sang khoa học và công nghệ chỉnh trị sông theo hướng tổng hợp, hiện đại, chú trọng chủ yếu đến hiệu quả kỹ thuật của công trình, chưa xem xét đến các chức năng tổng hợp của chỉnh trị dòng sông khai thác bãi sông, tôn tạo cảnh quan, môi trường, quy hoạch và khai thác sử dụng vùng ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội….Gần như tất cả các công trình chỉnh trị sông bảo vệ bờ hiện có đều không chú trọng đến hình thức, tính thẩm mỹ của công trình trên sông nước.
- Các công trình bảo vệ bờ thường mang tính bị động, sạt lở đâu kè đó mà chưa có nghiên cứu quy hoạch các công trình chỉnh trị sông bảo vệ bờ một cách toàn diện mang tính tổng thể, chưa có sự phối hợp giữa các bộ, ngành, địa phương cùng khai thác một con sông, một đoạn sông, nên không có tuyến chỉnh trị thống nhất, chưa có phương án bố trí công trình với mục tiêu tổng hợp đặc biệt vấn đề quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội.
- Các công trình được xây dựng thiên về mặt kỹ thuật bảo vệ bờ, chưa chú trọng đến cảnh quan sinh thái, khai thác sử dụng đất ven sông
- Các công trình xây dựng ven sông chưa chú trọng đến việc quy hoạch, quản lý sử dụng hợp lý không gian ven sông, đặc biệt chưa xem xét vấn đề ổn định bờ sông như nào sau khi xây dựng công trình.
- Việc cụ thể hóa từ luật, quyết định ra thực tế còn chậm, chưa phù hợp, hệ thống qui trình, qui phạm chưa hoàn chỉnh, chưa có quy chuẩn, tiêu chuẩn quy định việc khai thác sử dụng vùng ven sông đảm bảo chống sạt lở cho các khu đô thị, khu dân cư, chưa xác định được hành lang an toàn….
- Các nghiên cứu diễn biến lòng dẫn chủ yếu từ trước 2005, việc điều tra chỉ thực hiện trong thời gian 2008-2009, đến nay lòng dẫn đã có nhiều thay đổi cho nên các kết quả của các đề tài và dự án chỉ được dùng để tham khảo. Do đó cần thiết phải có sự đánh giá lại diễn biến lòng dẫn, tình hình sạt lở bờ trong thời điểm hiện trạng hiện nay.

1.8.2. Những thách thức và định hướng trong nghiên cứu dự báo sạt lở, diễn biến lòng dẫn và các giải pháp ổn định bờ

Những thách thức mà các nhiệm vụ nghiên cứu nghiên cứu dự báo sạt lở, diễn biến lòng dẫn và các giải pháp ổn định bờ phải đối mặt và phải giải quyết ở thời điểm hiện tại và trong thời gian tới.

Thách thức do biến đổi khí hậu nước biển dâng, thiên tai bất thường và hoạt động kinh tế xã hội

Xác định đúng nguyên nhân, cơ chế và các yếu tố gây sạt lở bờ hiện nay cần được tiếp tục nghiên cứu, nguyên nhân của tình trạng sạt lở cần có cái nhìn bao quát và đa chiều, nhận diện đầy đủ và đánh giá đúng những nguyên nhân trực tiếp và gián tiếp

Cần tập trung tìm biện pháp xử lý sạt lở bờ trước mắt đối với các vùng có nguy cơ sạt lở cao, cũng như giải pháp cơ bản và toàn diện cho lâu dài trên cơ sở một chủ trương và kế hoạch đồng bộ. Đối với các vùng đã sạt lở và nguy cơ sạt lở, cần có quy hoạch và hướng kế hoạch cho phát triển sản xuất nông nghiệp cũng như việc định cư, ổn định cuộc sống của nhân dân. Đối với vùng khác cần có quy hoạch cụ thể về sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội.

Xét riêng trong phạm vi hệ thống sông Đồng Nai, hiện có các vấn đề lớn, cấp bách cả về khoa học và thực tiễn cần phải làm rõ:

Cần phải làm rõ thực trạng của hệ thống sông Đồng Nai gồm: hiện trạng, nguyên nhân, cơ chế và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông hạ du hệ thống sông Đồng Nai, các biến động về chế độ thủy động lực và các tác động của nó đến ổn định của toàn hệ thống sông, đến hạ tầng, kinh tế xã hội; xác định được các yêu cầu phát triển kinh tế xã hội trong khai thác sử dụng vùng ven sông;

Cần phải thiết lập được dự báo sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai có xét đến ảnh hưởng của BĐKH nước biển dâng một cách tổng hợp, toàn diện trên hệ thống sông đồng Đồng Nai, trong đó tập trung việc đề xuất các giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế xã hội, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông.

Khai thác toàn diện không gian ven sông dựa trên tiêu chí bảo vệ bờ sông, nhằm phát huy lợi thế kinh tế quỹ đất ven sông.

Hai vấn đề cấp bách nêu trên cần đáp ứng được yêu cầu của các ngành KTXH và môi trường như sau:

- *Yêu cầu thoát lũ:* Do khu vực hạ du hệ thống sông Đồng Nai không có đê, nhiệm vụ chống ngập lụt không đề ra, nhưng yêu cầu lòng sông cần phải thông thoát đủ khả năng thoát lũ mà không gây ách tắc nhất là không gây sạt lở bờ nghiêm trọng, sông phải có đường bờ ổn định, không bị dòng chảy và sóng làm sạt lở bảo vệ an toàn khu dân cư, cơ sở sản xuất, cơ sở hạ tầng khu vực ven sông.
- *Yêu cầu đối với các công trình cầu qua sông:* Để đảm bảo an toàn cho các cầu vượt sông này yêu cầu lòng sông khu vực thượng hạ lưu của cầu phải ổn định, kết cấu dòng chảy êm thuận không gây xói cục bộ nghiêm trọng uy hiếp các mố cầu, trụ cầu. Lòng dẫn của đoạn sông thượng, hạ lưu cầu cần ổn định, sao cho khi tuyến

sông xê dịch không phá sập đầu cầu,tường dẫn, làm cản trở giao thông hoặc thậm chí làm cầu mấthết tác dụng. Dòng chảy thượng hạ lưu cầu nối tiếp thuận lợi, tránh tạo thành các dòng chảy xiên nguy hiểm, uy hiếp an toàn của mố cầu, trụ cầu.

- *Yêu cầu về phát triển đô thị:*Dòng sông qua thành phố, đô thị ngoài những chức năng thông thường, sông còn là một yếu tố cảnh quan cực kỳ quan trọng, tạo ra phong cách, dấu ấn riêng của thành phố, đô thịđó. Yêu cầu về xây dựng thành phố được đặt ra đối với con sông như sau: Về mặt sinh thái tự nhiên, phát triển hài hòa cảnh quan, hình thành trục cây xanh dọc sông, phục hồi tính đa dạng của các loài sinh vật của sông, cải thiện không gian ven sông và khu vực bãi ven hai bờ sông; Hình thành không gian có những hoạt động đa dạng như du lịch sinh thái, nghỉ ngơi, giải trí, học tập, vui chơi,... đồng thời khai phá những tiềm năng mới, tạo ra vị thế lớn hơn cho con sông; Về mặt văn hóa lịch sử, sẽ phát triển các cảnh quan thiên nhiên, bảo tồn các di tích văn hóa lịch sử ven sông. Ngoài ra, có thể kết hợp phát triển công viên ven sông thành lộ trình thám hiểm các di tích văn hóa lịch sử ven sông, tạo nét mới cho du lịch thành phố; Phát triển đô thị dọc hai bên sông một cách hợp lý song song với việc bảo tồn sinh thái tự nhiên của sông. Ổn định bờ sông, lòng sông, chống sạt lở ổn định khu dân cư và các cơ sở hạ tầng bằng công trình bảo vệ bờ, chỉnh trị sông kết hợp tạo nên cảnh quan đô thị sạch đẹp, tạo điểm nhấn cho cho đô thị, khu du lịch, vui chơi, giải trí ven sông.
- *Yêu cầu về giao thông thủy:* Phải ổn định tuyến luồng, ổn định luồng lạch, có quy hoạch các bến bãi, các hệ thống biển báo, phao tiêu dùng cho các phương tiện giao thông thủy.
- *Yêu cầu về bảo vệ môi trường sinh thái:* Bảo đảm duy trì bền vững sinh thái môi trường là một trong những mục tiêu hàng đầu của Bảo vệ môi trường lưu vực sông. Các nội dung cần chú ý trong bảo vệ môi trường lưu vực sông thời gian tới nhằm mục tiêu giải quyết các vấn đề sinh thái môi trường như sau:Khai thác và sử dụng tài nguyên nước cần xem xét đến các yếu tố sinh thái và môi trường như duy trì dòng chảy sinh thái, dòng chảy môi trường để có thể bảo tồn các hệ sinh thái, duy trì khả năng tái tạo của nguồn nước trong lưu vực.Với sông qua đô thị, yếu tố môi trường cần đặc biệt coi trọng, từ khâu xử lý nước thải không gây ô nhiễm đến việc chủ động tái tạo môi trường sinh thái vừa phù hợp với điều kiện tự nhiên khu vực, vừa đáp ứng được nhu cầu an dưỡng, nghỉ ngơi, du lịch của người dân thành phố
- *Đối với các công trình tạo cảnh quan cho đô thị, cần lưu ý đến nét hài hòa về kiến trúc, phong cảnh, văn hóa của mỗi thành phố để tạo ra nét riêng biệt cho thành phố. Công trình cũng cần lưu ý đến vị trí, chất liệu, kích thước sao cho có thể có độ bền lâu dài, không làm ảnh hưởng đến các chức năng khác của sông như thoát lũ, giao thông thủy, thủy lợi, du lịch,…*

Hiện nay, công trình chỉnh trị sông bảo vệ bờ chủ yếu chú trọng đến hiệu quả kỹ thuật của công trình, chưa xem xét đến các chức năng tổng hợp, không chú trọng đến hình thức, tính thẩm mỹ của công trình trên sông nước đặc biệt việc khai thác sử dụng có hiệu

quả không gian ven sông. Việc nghiên cứu trên mô hình vật lý cũng còn có nhiều hạn chế về mặt kinh phí. Các vật liệu, cấu kiện, công nghệ mới chưa được khuyến khích áp dụng. Chính vì vậy đề tài sẽ nghiên cứu theo hướng tiếp cận chỉnh trị sông bảo vệ bờ hiện đại theo hướng ***"Bờ xanh, cảnh đẹp, đảm bảo cảnh quan sinh thái, môi trường đô thị ven sông nhằm khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông"***

Để giải quyết được 2 vấn đề lớn nêu trên, đề tài nghiên cứu đã đặt ra phạm vi, mục tiêu và những nội dung nghiên cứu chủ yếu sau đây:

Phạm vi nghiên cứu:

Hệ thống sông Đồng Nai là hệ thống sông lớn thứ 3 của Việt Nam, sau hệ thống sông Hồng-Thái Bình và sông Mê Công, là hệ thống sông nội địa lớn nhất nước ta. Hệ thống sông Đồng Nai chảy qua địa phận hành chính của các tỉnh và thành phố là Lâm Đồng, Đắc Nông, Đồng Nai, Bình Phước, Bình Dương, Tây Ninh, Long An, Bình Thuận, Bà Rịa-Vũng Tàu và thành phố Hồ Chí Minh. Hệ thống sông Đồng Nai có một số phụ lưu lớn của nó như: Đa Hoai, La Ngà (ở tả ngạn), sông Bé, sông Sài Gòn, sông Vàm Cỏ (ở hữu ngạn)…Với quan điểm tiếp cận hệ thống, nghiên cứu hạ du hệ thống sông Đồng Nai không thể tách rời cả hệ thống lưu vực sông Đồng Nai bao gồm các sông chính và các phụ lưu, cho nên trong nghiên cứu của đề tài phải coi trọng tính hệ thống xuyên suốt quá trình nghiên cứu nhằm nghiên cứu tổng thể, đầy đủ, toàn diện hệ thống sông Đồng Nai. Phạm vi nghiên cứu của đề tài xem xét về mặt tổng thể bao gồm toàn bộ lưu vực sông Đồng Nai trong đó có tập trung xem xét vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai tại những vùng nhu cầu phát triển kinh tế xã hội ven sông như Bình Dương, Đồng Nai, TP. Hồ Chí Minh.

Đối tượng nghiên cứu :

Đối tượng nghiên cứu bao gồm: ổn định bờ, lòng dẫn, quản lý, khai thác sử dụng không gian ven sông.

Mục tiêu nghiên cứu:

- Mục tiêu chung:

(A) Đánh giá được hiện trạng, nguyên nhân, cơ chế và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông hạ du hệ thống sông Đồng Nai và dự báo trong tương lai

(B) Đề xuất được các giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông.

- Mục tiêu cụ thể:

(1) Xác định được hiện trạng, nguyên nhân, cơ chế, quy luật và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông Đồng Nai.

(2) Xác định được các quan hệ thủy văn, thủy lực, quan hệ hình thái lòng dẫn trong điều kiện hiện tại vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

(3) Dự báo được mức độ sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng

(4) Đề xuất được các giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông.

Để đáp ứng được các mục tiêu nêu trên, đề tài cần thực hiện các nội dung nghiên cứu sau:

Công cụ nghiên cứu

- Với tính chất phức tạp của hiện tượng sạt lở bờ, diễn biến lòng dẫn, ngoài các công thức kinh nghiệm thì các nhà khoa học tập trung vào hai phương pháp chính là dùng mô hình vật lý và mô hình toán. Mô hình vật lý có khả năng mô phỏng những trường hợp phức tạp, tuy nhiên điều kiện sử dụng đòi hỏi phải có phòng thí nghiệm với các thiết bị đo chính xác nên rất tốn kém. Phương pháp mô hình toán được sử dụng rộng rãi hiện nay. Chính vì vậy đề tài sẽ sử dụng công cụ mô hình toán một chiều, ba chiều để tính toán mô phỏng sạt lở bờ, diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai. Mô hình 1D được xem xét cho toàn bộ hệ thống sông Đồng Nai sau hồ chứa Trị An, Dầu Tiếng, Phước Hòa. Xem xét mô hình 3D cho những đoạn trọng điểm.
- Phương pháp Viễn thám và GIS có thể mô phỏng được xu thế diễn biến lòng dẫn theo chiều ngang nhưng không mô phỏng được diễn biến lòng dẫn theo chiều sâu. Phương pháp này đòi hỏi số liệu phải cùng thời kỳ quan trắc, và phải qua các thời kỳ khác nhau, đòi hỏi lựa chọn các nguồn tư liệu ảnh phải được cân nhắc, hơn nữa giá thành của ảnhvệ tinh hiện nay còn cao. Mặc dù Việt Nam đã có trạm thu ảnh vệ tinh phân giải cao và trong tương lai sẽ có các hệ thống vệ tinh viễn thám (quang học và radar), kết quả dự báo xu thế diễn biến đường bờ phụ thuộc vào khả năng khai thác thông tin ảnh.Đề tài sẽ sử dụng thêm phương pháp viễn thám và GIS để xác định xu thế diễn biến đường bờ kết hợp với phương pháp mô hình toán để xác định mức độ sạt lở bờ theo không gian và thời gian.
- Các nghiên cứu chưa có điều tra, đánh giá phân loại xói lở bờ sông một cách tổng thể trên toàn lưu vực mà chỉ tập trung điều tra đánh giá xói lở tại khu vực nghiên cứu, do đó chưa đánh giá được tổng quan các loại hình, nguyên nhân gây xói lở bờ sông trên toàn hệ thống sông Đồng Nai. Chính vì vậy, đề tài nghiên cứu xói lở bờ sông Đồng Nai tiếp cận theo hướng điều tra khảo sát thực địa, phân tích đánh giá hiện trạng xói lở trên toàn lưu vực, phân tích loại hình xói lở, nguyên nhân của từng loại hình xói lở bờ và định hướng giải pháp bảo vệ theo từng loại hình xói lở bờ.
- Số liệu đo đạc thực tế còn ít, không đồng bộ, làm cho phân tích nghiên cứu gặp nhiều khó khăn, không tìm ra được qui luật, xu thế phát triển một cách chính xác. Chính vì vậy, đề tài sẽ thu thập tối đa những nguồn tài liệu sẵn có, kết hợp với điều tra, đánh giá thực địa để xác định những vị trí xói lở, bồi lắng lòng dẫn trên lưu vực sông Đồng Nai.

Qua phân tích ưu nhược điểm của các phương pháp nghiên cứu nêu trên, đề tài sẽ sử dụng phương pháp 1 ÷ phương pháp 4 (Mục 2 trang 21), đây là các phương pháp thường dùng, ít tốn kém và cho kết quả bảo đảm, trong đó vai trò của chúng được phân bổ như

sau:

- Số liệu đo đạc thực địa được dùng để hiệu chỉnh thông số mô hình, xây dựng các CSDL nhập (biên cứng, biên mở, biên khí tượng) và để kiểm định chất lượng số liệu tính toán mô phỏng dự báo;

- Số liệu tính toán bằng mô hình toán (đã được kiểm định cẩn thận qua so sánh với số liệu thực đo cho vùng nghiên cứu cụ thể) được sử dụng để đặc tả dòng chảy, mực nước, vận chuyển bùn cát, bồi/ xói và cân bằng vật chất trong tất cả các trạng thái thời tiết, trên phạm vi toàn vùng nghiên cứu và lân cận hiện trạng và sau khi có công trình thông qua các thực nghiệm số (thực nghiệm ảo) phục vụ các nhu cầu thực tế khác nhau.

- Số liệu mô phỏng diễn biến đường bờ bằng phương pháp viễn thám và GIS, từ số liệu đo đạc thực tế sẽ được tham khảo để kiểm chứng lại kết quả tính toán bằng mô hình toán.

Mô hình sử dụng trong đề tài dự kiến sẽ là mô hình 1D (MIKE11) và mô hình 3D (MIKE3FM). Khi nước chảy hạt có đường kính nhỏ xói đầu tiên, các hạt lớn do ma sát dòng chảy không đủ sức lôi kéo nên nằm lại kết ở đáy. Mô hình MIKE hiện đại nhất hiện nay cũng vẫn phải giả thiết hạt D50 không phân biệt được kích cỡ hạt dẫn đến xói toàn bộ không phản ánh được thực tế . Đây là hạn chế cần thấy trước. Việc sử dụng output của mô hình 1D làm số liệu input cho mô hình 3D sẽ có những tồn tại nhất định do output của mô hình 1D đang lấy là số liệu bình quân hóa mặt cắt còn 3D được phân chia theo mặt cắt ngang và theo chiều sâu.

<u>Các nội dung nghiên cứu:</u>

Để thực mục tiêu cụ thể (1), cần có các nội dung nghiên cứu:

(1.1) Thu thập, tổng hợp phân tích, đánh giá kết quả nghiên cứu về sạt lở, diễn biến lòng dẫn và các công trình bảo vệ bờ thực tế đã thực hiện trên hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

(1.2) Điều tra thực trạng diễn biến sạt lở bờ sông toàn bộ hệ thống sông Đồng Nai, đặc biệt vùng hạ du để đánh giá phân loại các dạng sạt lở, mức độ sạt lở bờ và xây dựng bản đồ hiện trạng sạt lở bờ vùng hạ du sông Đồng Nai từ đó đề xuất được phạm vi cần nghiên cứu chi tiết của đề tài.

(1.3) Xác định được nguyên nhân, cơ chế, quy luật và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông Đồng Nai.

(1.4) Đo đạc bổ sung tài liệu địa hình hiện trạng các khu vực trọng điểm

Để thực hiện mục tiêu cụ thể (2), cần có các nội dung nghiên cứu:

(2.1) Nghiên cứu, đánh giá biến động của chế độ thủy văn, thủy lực, lòng dẫn trên hệ thống sông Đồng Nai;

(2.2) Xác định các nguyên nhân gây tác động đến diễn biến thủy văn, thủy lực, lòng dẫn trên toàn hệ thống sông sông Đồng Nai;

(2.3) Phân tích, xây dựng các quan hệ thủy văn, thủy lực, hình thái lòng dẫn trong điều kiện hiện tại trên hệ thống sông sông Đồng Nai.

Để thực hiện mục tiêu cụ thể (3), cần có các nội dung nghiên cứu:

(3.1) Nghiên cứu, phân tích thực trạng và các yêu cầu phát triển của các ngành kinh tế, xã hội, môi trường đối với việc quy hoạch, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội;

(3.2) Nghiên cứu các phương pháp dự báo mức độ sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng

(3.3) Nghiên cứu tính toán các tham số quy hoạch chỉnh trị sông và đề xuất quy hoạch chỉnh trị sông tổng hợp cho các sông chính của hệ thống sông Đồng Nai.

(3.4) Xây dựng bản đồ về các khu vực có nguy cơ sạt lở cao

(3.5) Xác lập phạm vi sạt lở bờ cực hạn/ hành lang sạt lở làm cơ sở quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội

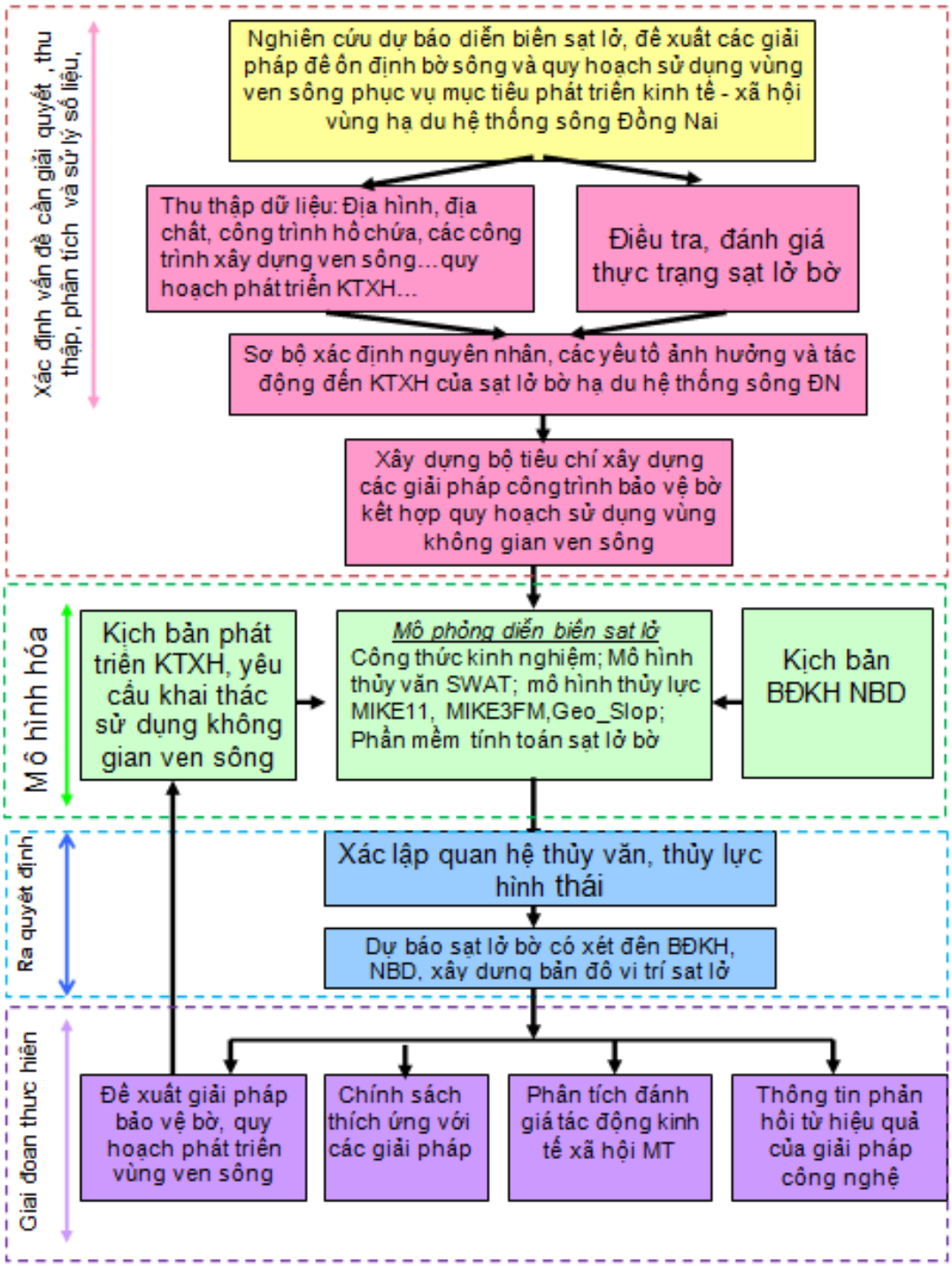
Để thực hiện mục tiêu cụ thể (4), cần có các nội dung nghiên cứu:

(4.1) Nghiên cứu, đề xuất các giải pháp ổn định bờ và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội.

(4.2) Thiết kế sơ bộ công trình chống sạt lở cho 1 khu vực trọng điểm.

Sau khi hoàn thành đề tài sẽ nâng cao thêm một bước năng lực, các phương pháp nghiên cứu để nâng cao chất lượng khoa học công nghệ trong việc đề xuất giải pháp ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai. Kết quả của đề tài sẽ được chuyển giao cho các tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, Thành phố Hồ Chí Minh.

Sơ đồ tiếp cận giả quyết bài toán như sau:



Hình 1- 10. Sơ đồ nghiên cứu và cách tiếp cận của đề tài.

CHƯƠNG II: CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

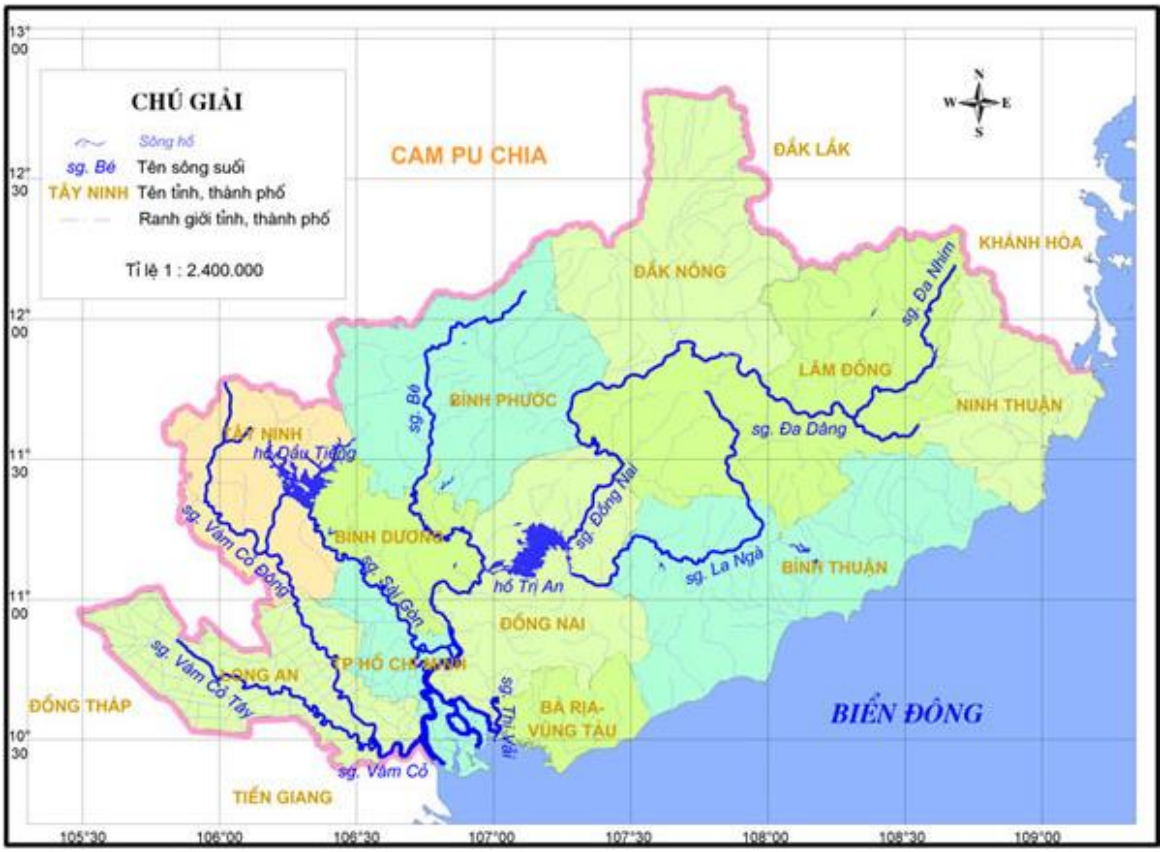
2.1. Giới thiệu hệ thống sông khu vực nghiên cứu

2.1.1. Vị trí địa lý.

Lưu vực sông Đồng Nai - Sài Gòn nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, có lưu vực tích thuỷ đi từ vùng cao nguyên Tây Nguyên đến hết đồng bằng miền Đông Nam Bộ. Tổng diện tích tự nhiên khoảng 43.450 km^2 nằm trải ra trên toàn bộ địa giới hành chính của các tỉnh Lâm Đồng, Bình Phước, Bình Dương, Tây Ninh, Đồng Nai, Thành phố Hồ Chí Minh, Bà Rịa - Vũng Tàu, Ninh Thuận, Bình Thuận và một phần địa giới hành chính của các tỉnh Đăk Lăk và Long An, ở vào vị trí địa lý: từ 105^{0}30'21" đến 109 ^{0}01'20" kinh độ Đông và từ 10019'55" đến 12^{0}20'38" vĩ độ Bắc.

Lưu vực sông Đồng Nai là một trong những lưu vực sông lớn của Việt Nam và giữ vai trò vô cùng quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của đất nước. Sông Đồng Nai bắt nguồn từ Cao nguyên Liăng Biăng (Lâm Đồng) chảy qua vùng núi cao nguyên đến hồ Trị An, sau đó chảy ngang qua thành phố Biên Hòa, về thành phố Hồ Chí Minh, đến ngã ba Mũi Đèn Đỏ và hợp lưu với sông Sài Gòn.

Tổng diện tích lưu vực tính đến cửa sông 38.600km^2, tổng chiều dài 437km với độ dốc trung bình của dòng sông là 0,42%. Hạ du sông Đồng Nai -Sài Gòn là địa bàn phát triển mạnh nhất của đất nước với các thành phố lớn: thành phố Hồ Chí Minh, Biên Hoà, Vũng Tàu, Thủ Dầu Một, là nơi có cảng quốc tế và nội địa quan trọng, cũng là khu vực phát triển nền nông nghiệp đa dạng và có tiềm năng lớn.



Hình 2- 1: Lưu Vực Sông Đồng Nai (DNRB)

2.1.2. Đặc điểm địa hình.

Lưu vực sông Đồng Nai có hình nan quạt kéo dài từ cuối sườn Tây của dãy Trường Sơn thuộc Nam Trung Bộ, qua hết vùng Đông Nam Bộ đến giáp vùng Đồng Tháp Mười thuộc Đồng bằng sông Cửu Long.

Cao độ địa hình thấp dần theo 3 hướng chính là Bắc-Nam (thượng lưu xuống hạ lưu dòng chính Đồng Nai), Đông-Tây (dòng chính Đồng Nai qua sông Bé, sông Sài Gòn và Vàm Cỏ) và Tây Bắc-Đông Nam (vùng ven biển) bao gồm nhiều loại: địa hình vùng núi, trung du, đồng bằng, và vùng ven biển.

Địa hình vùng núi phân bố chủ yếu ở thượng và trung lưu các dòng chính có diện tích chiếm gần 50% diện tích toàn lưu vực và có cao độ mặt đất từ vài trăm mét đến trên 2.000 m so với mực nước biển. Dạng địa hình này phù hợp với cây công nghiệp dài ngày và rau màu. Đây cũng là vùng có diện tích đất lâm nghiệp chiếm tỷ trọng lớn trong lưu vực và là nơi thuận lợi bố trí các công trình khai thác tổng hợp (thuỷ năng và cấp nước) quy mô lớn.

Địa hình vùng trung du phân bố chủ yếu ở trung và hạ lưu sông Bé, hạ lưu sông La Ngà và trung lưu sông Sài Gòn, có diện tích chiếm trên 30% có đặc trưng là gò đồi lượn sóng xen kẽ các đồng bằng nhỏ hẹp ven sông, thích hợp với nhiều loại cây trồng ngắn và dài ngày.

Địa hình vùng đồng bằng nằm ở hạ lưu tiếp giáp với đồng bằng sông Cửu Long và biển Đông, có diện tích chiếm gần 20% tổng diện tích toàn lưu vực, cao độ địa hình từ vài chục mét xuống đến dưới 1 m có đặc trưng khá bằng phẳng, cây trồng chủ yếu là cây ngắn ngày.

Ngoài ra, trên lưu vực còn một số khu trũng cục bộ dạng lòng chảo, phân bố rải rác dọc theo các sông và kênh rạch ở vùng núi, trung du và đồng bằng của lưu vực mà điển hình là các đồng bằng Đơn Dương, Cát Tiên, Đa Tẻ (Lâm Đồng), Tân Phú, La Ngà (Đồng Nai-Bình Thuận), hạ lưu vùng kẹp giữa sông Sài Gòn và Vàm Cỏ Đông... Nhìn chung, các khu trũng cục bộ chủ yếu được trồng cây lương thực và công nghiệp ngắn ngày và thường bị ngập lụt kéo dài trong mùa mưa lũ.

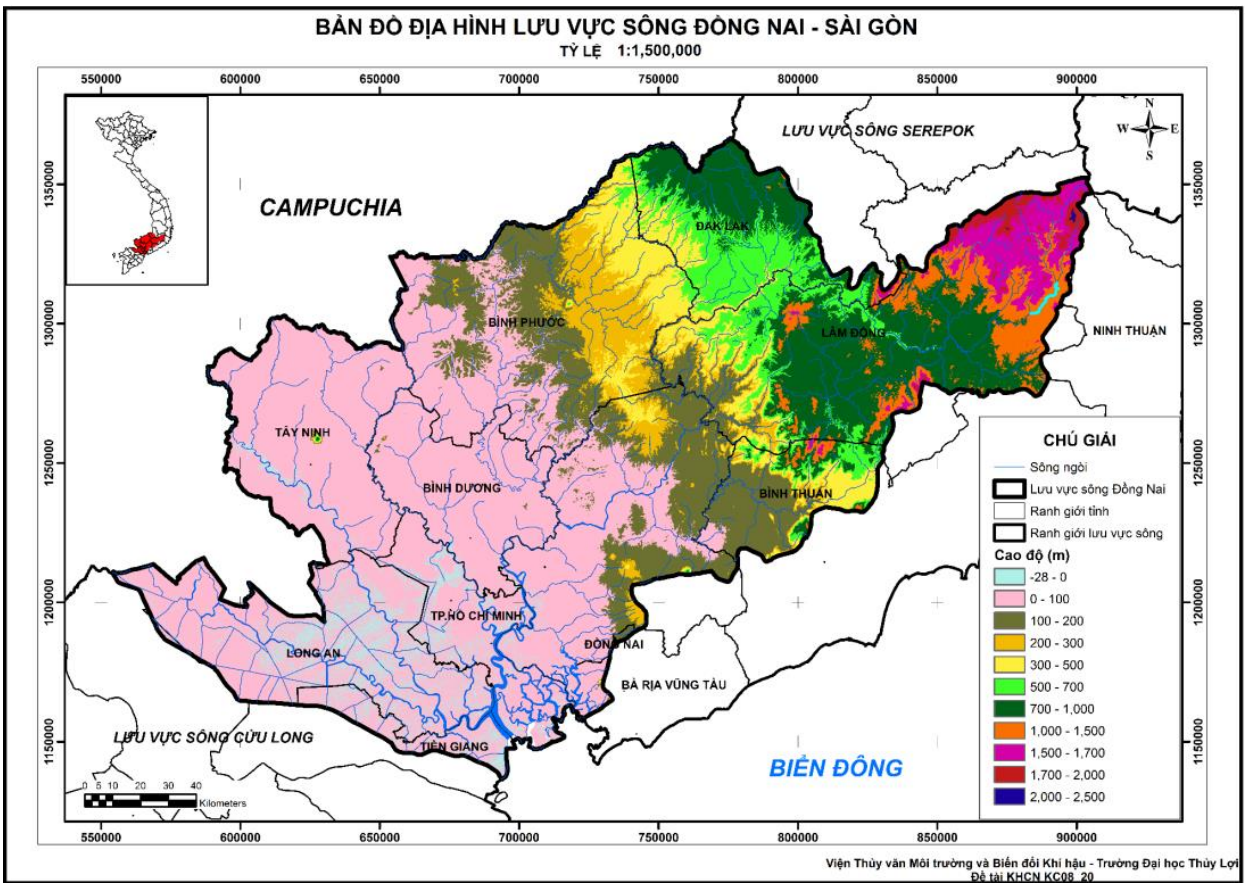
Vùng phụ cận ven biển là một dãy đất hẹp chạy dọc theo bờ biển phía Đông dãy Trường Sơn, với các dãy núi nhô ra tận biển Đông tạo nên sự cắt xẻ riêng biệt tạo nên những đồng bằng nhỏ hẹp có các con sông ngắn và dốc, các dãy núi và mỏm núi cao mà hầu hết là đá và đá phong hoá ăn lan ra tận biển.

Nhìn chung, lưu vực sông Đồng Nai có địa hình tương đối bằng phẳng (từ 0-3^0) chiếm 58% diện tích tự nhiên, gần 20% diện tích có độ dốc từ 3-8^0. Diện tích có độ dốc lớn hơn từ 8^0 chiếm hơn 22% trong đó lớn hơn 15^0 chỉ chiếm khoảng 10%.

Bảng 2- 1: Tổng hợp độ dốc địa hình

TT	Độ dốc (độ)	Diện tích (km^2)	Tỷ lệ (%)
1	0-3	33.180	58,01
2	3-8	11.360	19,86

TT	Độ dốc (độ)	Diện tích (km^2)	Tỷ lệ (%)
3	8-15	7.178	12,55
4	15-30	5.247	9,18
5	>30	230	0,40
	Tổng	57.197	100



Hình 2- 2: Bản đồ địa hình lưu vực sông Đồng Nai-Sài Gòn

2.1.3. Thổ nhưỡng

Đặc điểm thổ nhưỡng lưu vực sông Đồng Nai nằm trong lãnh thổ Tây Nguyên thay đổi tuỳ theo địa hình và nham thạch gốc. Do nằm trong vùng có địa hình và địa chất biến đổi phức tạp vì vậy thổ nhưỡng trên lưu vực cũng rất đa dạng, bao gồm 5 nhóm đất chính: Đất đen, Đất đỏ vàng, Đất mùn trên núi, Đất dốc tụ, Đất xói mòn trơ sỏi đá.

Trong đó, nhóm đất đỏ vàng có diện tích lớn nhất gần 3 triệu ha, chiếm trên 51% diện tích tự nhiên, kế đến là nhóm đất xám khoảng 1,2 triệu ha, chiếm gần 23% diện tích tự nhiên, còn các đất khác chiếm khoảng 19%. Các loại đất có vấn đề (đất cát,đất mặn, đất phèn, đất trơ sỏi đá) chiếm gần 10% diện tích tự nhiên.

2.1.4. Thảm phủ thực vật rừng và hệ thực vật

Nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, địa hình biến đổi lớn nên thảm thực vật, rừng ở lưu vực sông Đồng Nai khá đa dạng.

- Thượng nguồn lưu vực là vùng núi cao trên 1.500 m so với mực nước biển, thuộc cao nguyên Liangbiang có nhiều đặc trưng của rừng á ôn đới, thảm thực vật chủ yếu là rừng thông.

- Từ cao trình 1.500 m trở xuống có thảm thực vật, rừng mang đầy đủ đặc trưng của rừng nhiệt đới, thảm thực vật rừng dày với nhiều loại cây và dây leo phong phú và cũng là nơi cư trú của nhiều loại động vật.

Theo số liệu thống kê năm 2005, đất có rừng trên lưu vực sông Đồng Nai khoảng 1.969.942 ha (Diện tích rừng của 11 tỉnh liên quan đến lưu vực sông Đồng Nai, không kể phần đất thuộc Cam Pu Chia), chiếm hơn 35% tổng diện tích đất tự nhiên, phân bố tập trung ở thượng nguồn Đa Dung và Đa Nhim, trung lưu sông Đồng Nai (từ tuyến Đồng Nai 3 đến Lộc Bắc, thượng nguồn sông Đa Tẻ và Đambri), qua đèo Bảo Lộc đến trung lưu sông La Ngà, sông Đồng Nai (Vườn Quốc gia Cát Tiên có quy mô73.878 ha; phần thuộc tỉnh Đồng Nai: 38.100ha, Lâm Đồng: 30.635ha và Bình Phước: 5.143ha), và cửa sông Đồng Nai (rừng ngập mặn Cần Giờ 75.740 ha trong đó có 4.721 ha vùng lõi). Đây là những khu vực có thảm thực vật tốt với hệ sinh thái động thực vật còn phong phú.

2.1.5. Hệ thống sông ngòi

Hệ thống sông Đồng Nai là hệ thống sông nội địa lớn nhất nước ta, gồm dòng chính sông Đồng Nai và các phụ lưu chính là sông La Ngà, Bé, Sài Gòn và Vàm Cỏ (bao gồm Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây).

- Sông Đồng Nai bắt nguồn từ cao nguyên Lang Biang (Đà Lạt) với độ cao 1.777m, diện tích lưu vực đến Trị An và Nhà Bè tương ứng là 14.800 km2 và 28.200 km2. Đoạn sông Đồng Nai qua thành phố có chiều dài 87 km (từ cầu Đồng Nai đến cửa sông), chiều rộng biến đổi lớn, từ 500-800 m ở đoạn trên (cầu Đồng Nai đến Cát Lái), 800-1.500 m ở đoạn giữa (Cát Lái-Ngã ba sông Vàm Cỏ) và 2.000-3.000 m ở đoạn dưới (ngã ba Vàm Cỏ ra cửa sông), với độ sâu từ 8-15 m. Từ mũi Nhà Bè, sông Đồng Nai tỏa ra thành nhiều nhánh tạo nên vùng cửa sông rộng lớn, dày đặc sông rạch.

- Sông Sài Gòn được hợp thành từ hai nhánh Sài Gòn và Sanh Đôi, bắt nguồn từ các vùng đồi ở Lộc Ninh và ven biên giới Việt Nam-Cam Pu Chia, với độ cao khoảng 100-150 m. Sông Sài Gòn ít gấp khúc, mang sắc thái của sông vùng ảnh hưởng triều do độ dốc nhỏ (0,0013). Sông có diện tích lưu vực 4.934,46 km2, chiều dài 280 km. Thủy triều có thể ảnh hưởng đến tận hạ lưu đập Dầu Tiếng, cách cửa 148 km và cách biển 206 km. Đa phần sông chảy trong vùng đồng bằng bằng phẳng có cao độ từ 5-20 m. Sông Sài Gòn chảy ngang TP. Hồ Chí Minh trên một đoạn 15 km và đổ ra sông Nhà Bè tại vị trí cách bến phà Cát Lái 1,5 km về phía hạ lưu. Từ Thủ Dầu Một đến cửa, sông Sài Gòn có độ rộng chừng 200 300 m, khá sâu, đặc biệt là đoạn gần cửa sông, nên tàu 10.000 tấn có thể vào cảng Sài Gòn.

- Sông Nhà Bè: Sông Đồng Nai hợp lưu với sông Sài Gòn thành sông Nhà Bè, cách trung tâm thành phố khoảng 5 km về phía Đông Nam. Sông Nhà Bè chảy ra biển Đông qua hai sông chính: sông Soài Rạp và sông Lòng Tàu. Sông Soài Rạp dài 59 km, rộng trung bình 2.000 m, lòng sông cạn, tốc độ dòng chảy chậm. Sông Lòng Tàu đổ ra vịnh

Gành Rái, dài 56 km, rộng trung bình 500 m, lòng sông sâu, trung bình 12m có nơi tới 29m.

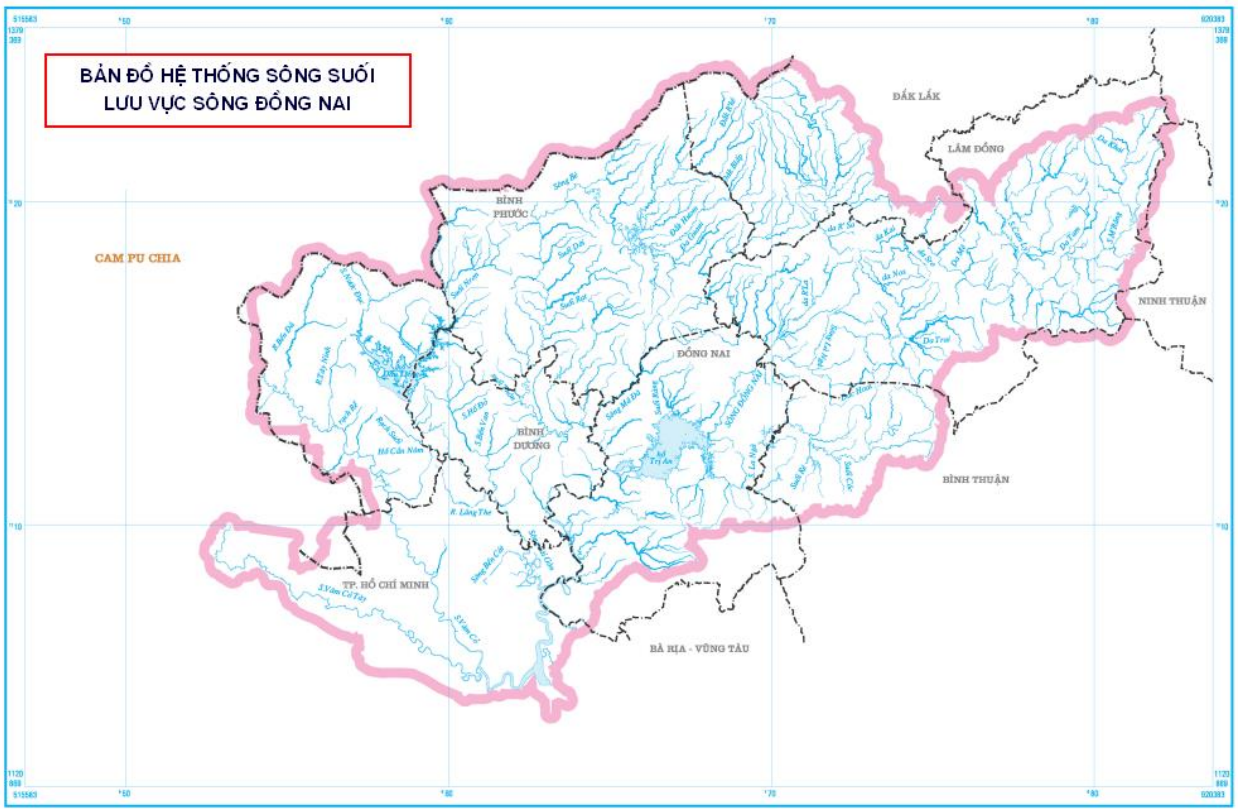
Sông La Ngà là phụ lưu nằm ở bờ trái dòng chính Đồng Nai, bắt nguồn từ hai nhánh Da R'gna và Da Riam từ vùng núi cao 1.500-1.600 m của Di Linh và 1.300 m của Bảo Lâm, chảy qua rìa phía Tây tỉnh Bình Thuận rồi đổ vào dòng chính sông Đồng Nai tại vị trí cách thác Trị An 38 km về phía thượng lưu. Chiều dài sông theo nhánh Da Riam là 290 km, độ dốc trung bình lòng sông 0,0117 (đến Tà Pao) và 0,005 (đến cửa sông). Diện tích lưu vực sông La Ngà 4.100 km^2, với lượng dòng chảy trung bình hàng năm khoảng 4,8 tỷ m^3.

Sông Vàm Cỏ được hình thành bởi hai sông Vàm Cỏ Đông và Vàm Cỏ Tây, bắt nguồn từ vùng đồi thấp ở Căm Pu Chia, có cao độ khoảng 20 m đầu nguồn Vàm Cỏ Đông và 5 m đầu nguồn Vàm Cỏ Tây. Vàm Cỏ chảy vào sông Nhà Bè tại vị trí cách cửa Xoài Rạp 15 km.

- Sông Vàm Cỏ Đông có chiều dài 220 km, diện tích lưu vực đến Gò Dầu Hạ là 5.650 km^2 và 6.300 km^2 tại hợp lưu với Vàm Cỏ Tây, chảy theo hướng Tây Bắc-Đông Nam, độ dốc trung bình lòng sông 0,0002, lòng sông sâu, thuỷ triều ảnh hưởng đến tận biên giới Việt Nam-Căm Pu Chia.

- Sông Vàm Cỏ Tây có chiều dài 196 km, độ dốc trung bình lòng sông 0,00012, diện tích lưu vực đến hợp lưu với Vàm Cỏ Đông khoảng 6.000 km^2, sông chảy qua vùng đồng bằng tỉnh Long An, chịu tác động của thuỷ triều. Hầu như quanh năm sông Vàm Cỏ Tây đều nhận nước từ sông Tiền thông qua hệ thống kênh vùng Đồng Tháp Mười và đặc biệt mùa lũ thêm dòng tràn dọc biên giới từ vùng trũng Căm Pu Chia sang.

Ngoài ra, còn có nhiều sông, suối với lưu vực độc lập chảy trực tiếp ra dòng chính sông Đồng Nai như Dak R'Tih (Dak Nông), Da Tẻh, Dak Quyeon (Lâm Đồng), sông Lá Buông (Đồng Nai)...



Hình 2- 3: Các sông chính hệ thống sông Đồng Nai

2.1.6. Đặc điểm lũ thượng nguồn

Lũ ở lưu vực sông Đồng Nai (LVĐN) thuộc loại trung bình và có độ biến động cao. Đỉnh lũ hàng năm thường xuất hiện trùng vào thời gian cho lưu lượng tháng lớn nhất, nghĩa là từ tháng VIII-X. Xu thế chung là vùng trung lưu Đồng Nai, La Ngà có đỉnh lũ xuất hiện sớm hơn cả, đa phần vào tháng VIII, IX. Vùng sông Bé, sông Sài Gòn và sông Vàm Cỏ thường cho đỉnh lũ vào tháng IX, X. Thượng lưu Đồng Nai và các sông vùng ven biển cho đỉnh lũ muộn hơn cả, từ tháng X-XI, thậm chí tháng XII. Tuy nhiên, ở một vài lưu vực nhỏ, khi vào năm dạng mưa địa hình chiếm ưu thế hơn dạng mưa hệ thống, thì đôi khi lại cho đỉnh lũ rất sớm, vào tháng V, VI. Số liệu quan trắc và điều tra cho thấy, các trận lũ tháng V-1932 ở vùng thượng Đồng Nai, tháng X- 1952 ở hầu hết các lưu vực sông trong toàn vùng, tháng XII-1964 ở các sông ven biển… là những trận lũ lịch sử rất hiếm gặp. Module đỉnh lũ của những trận lũ như vậy có thể đạt từ 5-10 m3/s.km2 ở các lưu vực nhỏ và 0,5-2,0 m3/s.km2 ở các lưu vực lớn. Nếu căn cứ vào khả năng gây lũ nói chung, có thể chia LVĐN thành các vùng gây lũ như sau:

- Vùng thượng và trung lưu sông Đồng Nai, thượng trung lưu sông La Ngà: Có khả năng cho lũ lớn do mưa đồng đều và cường độ cao. Lũ lên xuống nhanh, từ vài ngày cho lưu vực nhỏ đến vài tuần cho lưu vực lớn. Module đỉnh lũ trung bình từ 0,3-0,5 m3/s.km2 và module đỉnh lũ lịch sử từ 1,0-5,0 m3/s.km2.

- Vùng sông Bé: Lũ vào loại trung bình do khả năng gây mưa với cường độ cao hiếm. Lũ lên xuống vừa phải, từ vài ngày đến vài tuần, tùy diện tích lưu vực. Module đỉnh lũ trung bình khoảng 0,2-0,5m3/s.km2 và module đỉnh lũ lịch sử từ 0,5-3 m3/s.km2.

- Vùng sông Sài Gòn và Vàm Cỏ: Ít có khả năng gây lũ lớn, do mưa cường độ thấp và độ dốc lưu vực nhỏ. Lũ lên xuống chậm, từ vài ngày đến vài tuần. Module đỉnh lũ trung bình từ 0,05-0,20 m3/s.km2 và module đỉnh lũ lịch sử từ 0,5-1,0 m3/s.km2.

- Lũ ở lưu vực sông Đồng Nai thuộc loại trung bình và có biến động cao. Đặc điểm của lũ ở lưu vực là lũ thường xuyên hàng năm với tần suất thấp (từ 10% trở xuống) thuộc loại nhỏ và chủ yếu do mưa của gió mùa Tây-Nam gây nên, trong khi lũ với tần suất cao (từ 10% trở lên) lại khá lớn và nguy hiểm và chủ yếu được hình thành khi gặp tác động ảnh hưởng của bão hoặc áp thấp nhiệt đới trên lưu vực.

- Lũ thường xuyên hàng năm trên các lưu vực sông nhìn chung ít nguy hiểm, lên xuống vừa phải. Lũ dạng này thường được gió mùa Tây-Nam thịnh hành trong mùa mưa gây nên, với lượng mưa trận từ 50-100 mm và dạng mưa này cũng rất ít xuất hiện đồng thời trên diện rộng, vì vậy các sông lớn cũng khó có lũ tập trung.

- Đỉnh lũ hàng năm thường xuất hiện trùng vào thời gian cho lưu lượng tháng lớn nhất trong năm từ tháng VIII-X. Xu thế chung là vùng trung lưu Đồng Nai, La Ngà có đỉnh lũ xuất hiện sớm hơn cả, đa phần vào tháng VIII, IX. Vùng sông Bé, sông Sài Gòn và sông Vàm Cỏ thường cho đỉnh lũ vào tháng IX, X. Thượng lưu Đồng Nai và các sông vùng ven biển cho đỉnh lũ muộn hơn cả, từ tháng X-XI, thậm chí tháng XII. Tuy nhiên, ở một vài lưu vực nhỏ, khi vào năm dạng mưa địa hình chiếm ưu thế hơn dạng mưa hệ thống, thì đôi khi lại cho đỉnh lũ rất sớm, vào tháng V, VI.

- Dạng lũ trên các lưu vực thường là dạng lũ nhiều đỉnh, với một đỉnh cao hơn cả. Diện tích lưu vực càng lớn, dạng lũ trơn hơn và có xu thế tạo nên lũ ít đỉnh, đôi khi chỉ còn một đỉnh duy nhất. Dạng lũ phụ thuộc chủ yếu vào mưa gây lũ và đặc điểm của lưu vực.

- Thời gian duy trì một trận lũ cũng có sự phân hóa mạnh theo cấp diện tích lưu vực. Đối với các lưu vực nhỏ có diện tích dưới 100 km^2, lũ thường lên xuống nhanh trong thời gian không quá một ngày. Đối với các lưu vực có diện tích từ 100-1.000 km^2, thời gian lũ lên xuống vào khoảng từ 1-3 ngày. Trên những lưu vực có diện tích từ vài ngàn km2 trở lên, một trận lũ có thể duy trì trong khoảng từ 1-3 tuần, thậm chí lâu hơn. Thường thì đối với các lưu vực loại này, do điều tiết tốt, lưu lượng trên sông được nâng cao dần cho đến thời điểm đỉnh lũ xuất hiện và hạ thấp từ từ đến hết mùa lũ, nên khó phân biệt thời gian đích thực của từng trận lũ.

- Mực nước lũ trên các sông lên xuống ở mức vừa phải, vào khoảng 0,5-1,0 m/giờ ở các lưu vực nhỏ và 0,1-0,3 m/giờ ở các lưu vực lớn.

- Lũ sông Đồng Nai, sông Sài Gòn và vùng phụ cận không lớn như nhiều sông khác, lũ có nhiều đỉnh trong năm. Môduyn đỉnh lũ lớn nhất đã xảy ra trong vùng những năm trở lại đây thay đổi từ 0,3 – 2,6 m^3/s-km^2, nói chung không lớn so với các sông miền Trung, miền Bắc.

Lượng dòng chảy mùa lũ chiếm tới xấp xỉ 80% lượng dòng chảy năm. Tháng có lượng dòng chảy lớn nhất là tháng VIII chiếm 25% lượng dòng chảy năm. Ba tháng liên tục có dòng chảy lớn nhất là tháng VIII, IX, X chiếm 60% so với cả năm.

1. Một số trận lũ điển hình trên lưu vực như sau:

Theo Viện KHTL Miền Nam kết quả điều tra lũ lịch sử trên các sông như sau:

Bảng 2- 2: Lưu lượng và module đỉnh lũ bình quân và lớn nhất thực đo tại 1 số vị trí

Trạm	Flv (km^2)	Số năm	Qbqmax (m^3/s)	Mbq (m^3/skm^2)	Qmax (m^3/s)	Mmax (m^3/skm^2)	Thời gian xuất hiện
Đran	775	54			3.200	4,129	V/1932
Đại Nga	374	19	97,5	0,260	155	0,414	20/VIII/1984
Tà Pao	2.000	23	612,7	0,305	979	0,487	07/IX/1982
Phú Điền	3.070	6	596,0	0,194	798	0,260	06/IX/1990
Biên Hoà	22.900	ĐT			12.500	0,546	X/1952
Phước Hoà	5.765	ĐT			4.000	0,694	X/1952
Dầu Tiếng	2.700	ĐT			2.300	0,852	X/1952

Trong các công trình thủy lợi như hồ sông Quao, thủy điện Đại Ninh đều coi lũ 1952 ứng với lũ có tấn suất P=2%.

Như vậy, với lũ năm 2000, cả 3 hồ chứa đều đã tích ở mức bằng hoặc cao hơn mực nước dâng bình thường. Tổng lưu lượng xả lớn nhất của cả 3 hồ và lượng sinh ra ở khu giữa xuống vùng hạ lưu trong các ngày từ 10-12/10 ước tính đạt từ 5.500-6.000m^3/s. Đây là lưu lượng lũ không lớn, tương đương tần suất 20-25%, tức 4-5 năm một lần, song do có tổng lượng lớn (khoảng 28-30 tỷ m^3), nên gây ngập lụt nghiêm trọng ở một số vùng, cả ở thượng, trung và hạ lưu.

Vùng hạ lưu

Do đặc điểm có hệ thống sông kênh nối thông nhau, không chỉ trong nội vùng châu thổ hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai-Sài Gòn, mà còn liên kết với hệ thống sông Cửu Long qua hệ thống sông Vàm Cỏ Tây và Vàm Cỏ Đông, mà ngập lụt ở vùng hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai cùng lúc ảnh hưởng bởi 4 yếu tố là:

- Lũ thượng lưu sông Đồng Nai, sông Bé và sông Sài Gòn (có thể kể cả sông Vàm Cỏ Đông);

- Lũ từ hệ thống sông Cửu Long;

- Mưa vùng hạ lưu;

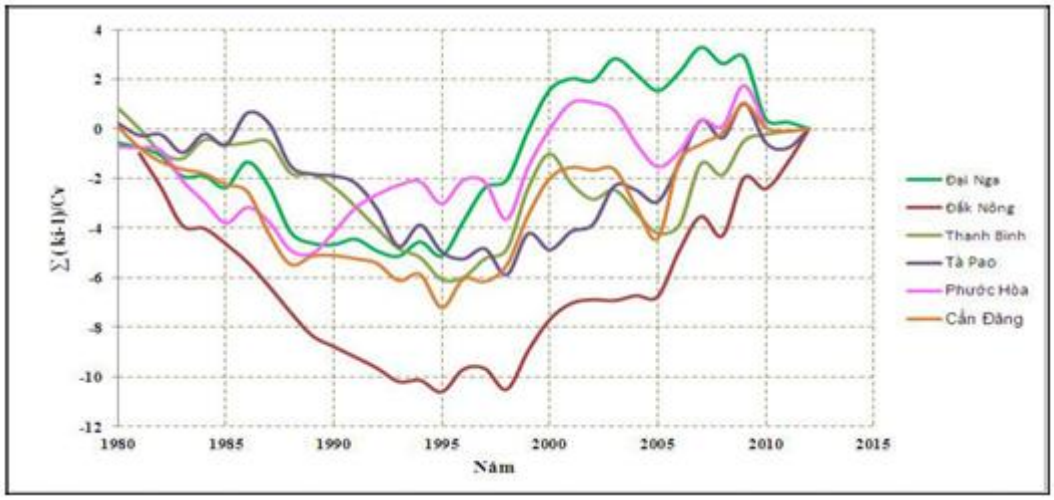
- Thủy triều từ biển Đông.

Lưu lượng lớn nhất tại biên Trị An năm 2000 là 4500m^3/s ($Q_{qua\ 4\ tổ\ máy}+Q_{xả\ tràn}+Q_{sông\ Bé}$), tương đương lưu lượng lũ 10% thiết kế, tuy nhiên vì kéo dài nhiều ngày, nên tác động gây ngập của nó tương đương lũ 8%. Lưu lượng lớn nhất tại biên Dầu Tiếng năm 2000 đạt 600 m^3/s tương đưỡng lũ 10% thiết kế. Lưu lượng lớn nhất tại biên Trị An tháng 10 năm

2007 là 3590m^3/s ($Q_{qua\ 4\ tổ\ máy}$+$Q_{xả\ tràn}$+$Q_{sông\ Bé}$), tương đương lưu lượng lũ 20% thiết kế, tuy nhiên vì kéo dài nhiều ngày, nên tác động gây ngập của nó tương đương lũ 8%. Lưu lượng lớn nhất tại biên Dầu Tiếng năm 2007 đạt 300 m^3/s tương đưỡng lũ 20% thiết kế.

2.1.7. Biến động dòng chảy năm

Chế độ dòng chảy sông ngòi tồn tại tính chu kỳ tạo thành các pha dòng chảy do các đặc trưng thuỷ văn chịu sự chi phối bởi các quy luật của đặc trưng khí hậu. Khi tính toán trị số dòng chảy trung bình năm, cần phải tính đến chu kỳ dao động dòng chảy năm, để đảm bảo độ chính xác khi tính chuẩn dòng chảy năm cần phải nghiên cứu chu kỳ dao động của dòng chảy năm. Để nghiên cứu sự biến động chu kỳ dòng chảy năm của LVSĐNSG&VPC, ta tiến hành xây dựng đường cong luỹ tích sai chuẩn dòng chảy năm. Đường này được xây dựng theo số liệu quan trắc từ 1980-2012 của các trạm chính trên lưu vực. Tính tích lũy liên tục các độ lệch của các hệ số mô đuyn theo trình tự thời gian của chuỗi dòng chảy năm so với giá trị trung bình nhiều năm của chúng [$\sum$(k_i-1) ~ t]. Hệ số mô đuyn phụ thuộc vào mức độ thay đổi dòng chảy của lưu vực sông, tức là phụ thuộc vào hệ số biến đổi Cv . Vì vậy, khi so sánh sự dao động dòng chảy năm giữa các sông với nhau theo đường cong lũy tích sai chuẩn cần phảikhử ảnh hưởng của Cv. Lúc đó tung độ đường cong sẽ là: [$\sum$ (k_i-1)/Cv]. Đường luỹ tích sai chuẩn dòng chảy trung bình năm được thể hiện trên hình (3.12).

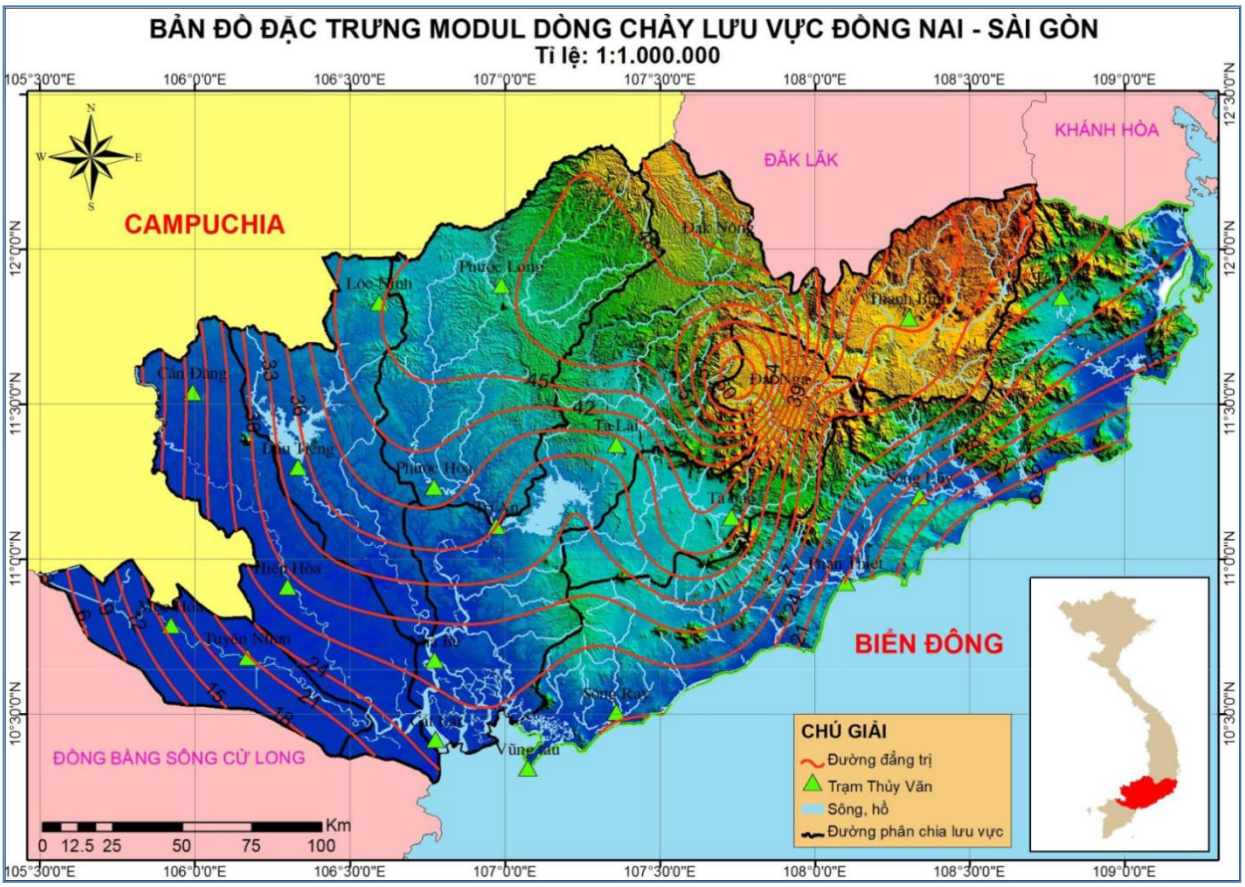


Hình 2- 4: Đường quá trình lũy tích chuẩn sai dòng chảy trung bình năm một số trạm

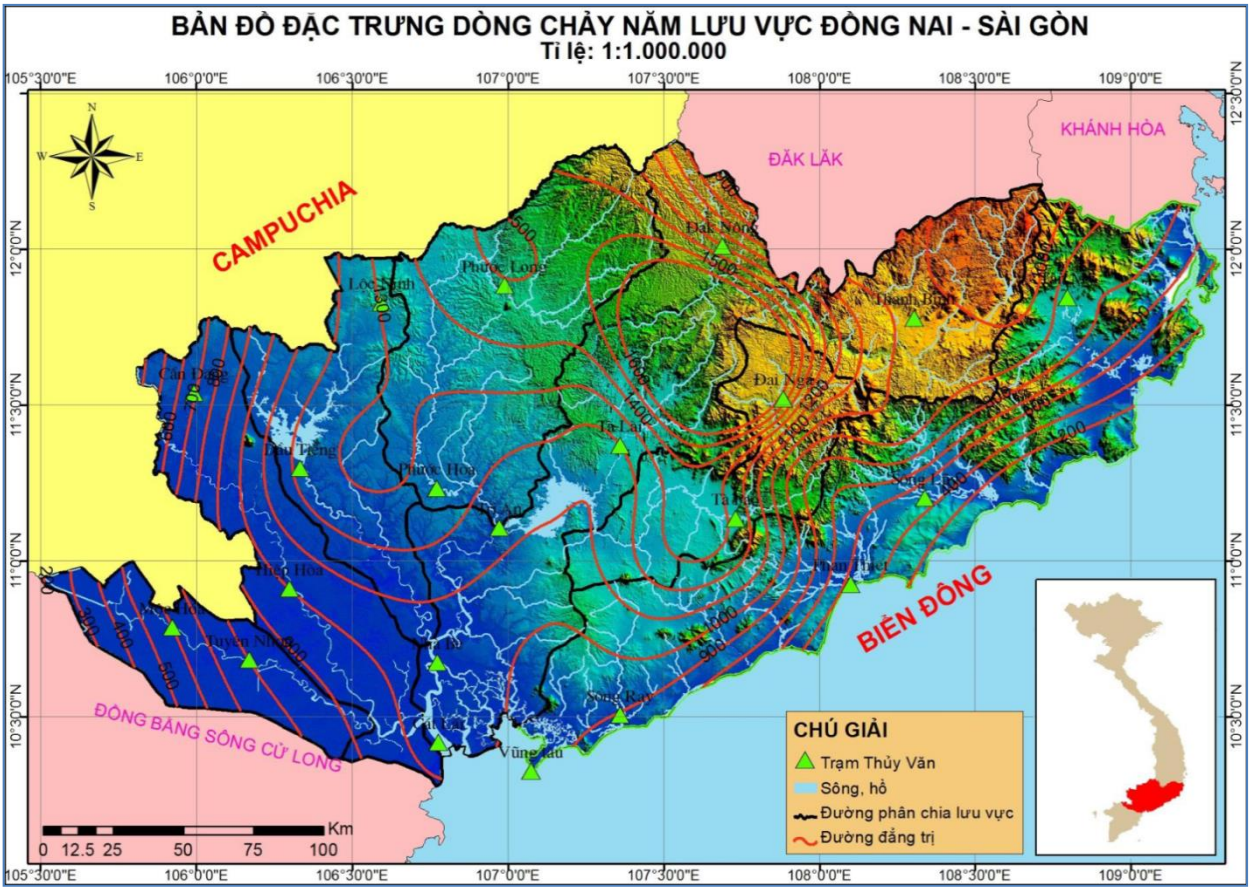
Trên đồ thị đường cong lũy tích của các trạm trên lưu vực cho thấy: dòng chảy năm dao động tương đối đồng pha với nhau, các đường luỹ tích sai chuẩn của các trạm thể hiện 1 chu kỳ lớn: từ năm 1980 -1995 là thời kỳ ít nước, từ năm 1995-2012 là thời kỳ nhiều nước.

Sự biến động dòng chảy hàng năm ở lưu vực hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn là khá lớn dao động trong khoảng 0,2-0,3 gấp 1-1,5 lần biến động lượng mưa năm. Lưu lượng trung bình năm lớn nhất đạt 87 m^3/s (năm 1999), năm kiệt nhất là 41 m^3/s (năm 2010) với giá trị khoảng lệch quân phương khoảng 11 m^3/s (chiếm khoảng 18 % so với giá trị lưu lượng trung bình nhiều năm). Chênh lệch giữa lưu lượng lớn nhất và nhỏ nhất trung bình tại các trạm lớn: tại Thanh Bình lưu lượng lớn nhất trung bình đạt 13,5 m^3/s, lưu lượng

nhỏ nhất trung bình chỉ 6,77 m^3/s; tại Tà Lài tương ứng là 498-137 m^3/s; Đại Nga: 24,9-10,1 m^3/s; Tà Pao: 108-47,9 m^3/s,… Hình (30) thể hiện lưu lượng trung bình hàng năm (1980-2012) và bảng (3.11) trình bày lưu lượng tháng lớn nhất, nhỏ nhất tại các trạm trên lưu vực.



Hình 2- 5: Bản đồ Đặc trung modul dòng chảy lưu vực sông Đồng Nai-Sài Gòn



Hình 2- 6: Bản đồ đặc trưng dòng chảy năm lưu vực sông Đồng Nai-Sài Gòn

2.1.8. Đặc điểm thủy văn vùng hạ du:

Hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai-Sài Gòn (HLĐNSG) được kể từ sau thác Trị An trên sông Đồng Nai, sau đập Dầu Tiếng trên sông Sài Gòn và gần trọn lưu vực sông Vàm Cỏ Đông, với tổng diện tích chừng 10.000 km2, bao gồm diện tích các tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, Tây Ninh, TP. Hồ Chí Minh, Bà Rịa-Vũng Tàu và một phần tỉnh Long An. Cơ chế hoạt động chung của dòng nước ở HLĐNSG là dòng chảy hai chiều, với các dao động theo nhịp thủy triều. Chế độ thủy văn vùng sông ảnh hưởng triều rất phức tạp, luôn chịu sự chi phối ở các mức độ khác nhau bởi:

- Chế độ dòng chảy tự nhiên ở thượng lưu,
- Các khai thác có liên quan đến nguồn nước ở thượng lưu,
- Chế độ thủy triều ở biển Đông, và
- Các khai thác có liên quan đến dòng nước và dòng sông ở ngay tại hạ lưu.

Trong phần hạ lưu, khoảng 90% diện tích là bị ảnh hưởng của dao động thủy triều và 40% bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn. HLĐNSG cũng có một mạng lướisôngkênh khá dày. Sau Nhà Bè, sông Đồng Nai tỏa thành hai phân lưu chính là sông Nhà Bè và sông Lòng Tàu. Sông Nhà Bè khá rộng (từ 1.000-1.500 m ở đoạn trên và 2.000-3.000 m ở đoạn dưới) nhưng nông (10-20 m). Sông Lòng Tàu hẹp hơn nhiều (200- 400 m) nhưng rất sâu (30-40 m). Tàu bè có trọng tải lớn thường ra vào sông Lòng Tàu. Nối sông Nhà Bè và Lòng Tàu là mạng lưới sông nhỏ, ngắn, chằng chịt. Ngoài ra, vùng kẹp giữa sông Sài Gòn

Nhà Bè và Vàm Cỏ Đông-Vàm Cỏ, từ kênh Trảng Bàng đến cửa sông Vàm Cỏ, cũng là vùng có hệ thống kênh rạch dày và chế độ thủy văn-thủy lực phức tạp. Đối với vùng tiêu Tây - Nam TP. Hồ Chí Minh, các hệ thống sông Sài Gòn-Vàm Cỏ Đông và sông Bến Lức-kênh Đôi-kênh Tẻ, Rạch Cây Khô-Rạch Cần Giuộc Rạch Cát... là những hệ thống sông kênh đóng vai trò quan trọng trong giao thông thủy và tiêu thoát nước.

Sông Bến Lức có chiều dài chừng 20 km, rộng 50 70 m, nối với kênh Đôi-kênh Tẻ ở vị trí đầu sông Cần Giuộc. Kênh Đôi ở phía Bắc và kênh Tẻ ở phía Nam là hai kênh chạy song song nhau trước khi nhập vào sông Chợ Đệm để nối sông Sài Gòn với sông Bến Lức, có chiều dài khoảng 15 km và chiều rộng mỗi kênh từ 25-40 m. Hai kênh liên hệ với nhau bằng các đoạn kênh nối, gặp nhau tại cầu chữ Y, để rồi tách thành hai nhánh rẽ vào sông Sài Gòn ở hai cửa Khánh Hội (kênh Đôi) và Tân Thuận (kênh Tẻ). Gần hai cửa, cả hai kênh đều mở rộng không dưới 100 m.

Sông Cần Giuộc chạy theo hướng từ Bắc xuống Nam và tách thành nhiều nhánh nhỏ nối với hệ thống kênh Đôi-kênh Tẻ, trong đó rạch Cây Khô và sông Cần Giuộc có tầm quan trọng hơn cả. Những sông này có chiều rộng từ 200-500 m, sâu 5-10 m, là những tuyến giao thông thủy quan trọng nối ĐBSCL với TP. Hồ Chí Minh và ra biển. Ngoài ra, phải kể thêm một số kênh đào ở phía Bắc như kênh Bà Hom, kênh Cầu An Hạ-kênh Xáng, kênh Thầy Cai... cũng là những kênh dẫn nước, tiêu chua và giao thông thủy khá hiệu quả.

2.1.9. Đặc điểm mực nước trên các sông chính

Khi truyền vào sông, do tác động của nguồn nước từ thượng lưu và hình thái chung của lòng sông (độ dốc, độ uốn khúc, mặt cắt thủy lực...), thủy triều bị biến dạng dần cả về biên độ lẫn chu kỳ các bước sóng, và điều này ảnh hưởng đến các đặc trưng của triều là mực nước Max, Min và bình quân. Càng vào sâu trong sông, biên độ giảm càng nhanh và thời gian giữa hai nhánh lên, xuống càng sai biệt. Thời gian triều lên càng ngắn lại và thời gian triều xuống càng dài ra. Số liệu thực đo tại các trạm dọc sông cho các kết luận sau (VKHTLMN, 2010):

- Vào mùa kiệt, do nguồn nước từ thượng lưu về nhỏ, nên thủy triều ảnh hưởng mạnh nhất, mực nước trên sông phụ thuộc chủ yếu vào dao động triều. Do triết giảm năng lượng triều, mực nước đỉnh triều giảm dần dọc sông. Tuy nhiên, khi vào sâu hơn, do độ dốc lòng sông tăng, đỉnh triều lại có xu thế tăng dần về phiá thượng lưu nên luôn xuất hiện một đoạn sông có mực nước thấp nhất dọc sông, được gọi là vùng điểm uốn độ dốc mặt nước.Vào mùa lũ, do lưu lượng thượng lưu tăng, xu thế chung là mực nước đỉnh giảm dần từ thượng lưu về hạ lưu. Điểm uốn độ dốc mặt nước lùi dần về phía hạ lưu.

- Mực nước đỉnh cao nhất hàng năm thường xuất hiện vào tháng XII, I ở vùng gần biển, ảnh hưởng triều rất mạnh (từ cửa vào sâu 20-30 km), và vào tháng IX, X ở vùng xa biển, ảnh hưởng triều yếu hơn (cách biển 150 km trở lên). Đoạn chuyển tiếp (50-100 km cách biển), mực nước đỉnh nằm trong khoảng tháng X-XII. - Khi truyền sâu lên thượng lưu, cả mùa kiệt lẫn mùa lũ, sự biến đổi mực nước đỉnh triều nhìn chung là ít hơn so với biến đổi mực nước chân triều. Nếu lưu lượng thượng lưu về càng lớn thì chân triều sẽ được nâng lên càng nhiều. Mực nước chân thấp nhất hàng năm xuất hiện vào khoảng tháng VII,

VIII ở vùng gần biển và khoảng tháng V, VI ở vùng xa biển. - Khoảng từ tháng VI VIII không những là thời gian thường xuất hiện mực nước chân thấp nhất trong năm mà đây cũng là thời kỳ cho mực nước bình quân thấp nhất. - Mực nước max tại các trạm thủy văn khu vực TPHCM cho thấy mực nước tại Vũng Tàu trong các năm qua tăng lên ít hơn so với mực nước tại Nhà Bè và Phú An. Điều này xảy ra có thể là do quá trình san lấp mặt bằng trong khu vực làm giảm dung tích trữ của kênh rạch.

2.1.10. Đặc điểm dòng chảy kiệt

Nhìn chung các sông suối trên địa bàn tỉnh có mùa lũ kéo dài 5 tháng (VIIXI), mùa kiệt kéo dài 7 tháng (XII-VI), dòng chảy tháng kiệt nhất trung bình nhiều năm thường rơi vào tháng III hàng năm.

Dòng chảy mùa kiệt tại sông Đồng Nai đoạn chảy qua thành phố Biên Hòa chỉ chiếm khoảng 18% tổng lượng dòng chảy năm. Tháng có dòng chảy nhỏ nhất thường là tháng 3. Sau khi có sự điều tiết dòng chảy của hồ Trị An, lưu lượng mùa kiệt được tăng lên rõ rệt từ 18% lên 29,2% tại Biên Hòa.

Bảng 2- 3: Lưu lượng trung bình các tháng mùa khô tại Biên Hòa

Tháng	I	II	III	IV	V
Q (m^3/s)	315,8	214,7	211,2	495,6	378,1

Trong mùa kiệt khi dòng nguồn yếu thì sự xâm nhập triều biển Đông càng lớn.

2.1.11. Đặc điểm thủy triều biển Đông

Thủy triều biển Đông có biên độ lớn (3,5-4,0 m), lên xuống ngày 2 lần (bán nhật triều), với hai đỉnh xấp xỉ nhau và hai chân lệch nhau khá lớn. Thời gian giữa hai chân và hai đỉnh vào khoảng 12,0- 12,5 giờ và thời gian một chu kỳ triều ngày là 24,83 giờ. Hàng tháng, triều xuất hiện 2 lần nước cao (triều cường) và 2 lần nước thấp (triều kém) theo chu kỳ trăng. Dạng triều lúc cường và lúc kém cũng khác nhau, và trị số trung bình của các chu kỳ ngày cũng tạo thành một sóng có chu kỳ 14,5 ngày với biên độ 0,30-0,40 m. Trong năm, đỉnh triều có xu thế cao hơn trong thời gian từ tháng XII-I và chân triều có xu thế thấp hơn trong khoảng từ tháng VII-VIII. Đường trung bình của các chu kỳ nửa tháng cũng là một sóng có trị số thấp nhất vào tháng VII-VIII và cao nhất vào tháng XII-I. Triều cũng có các dao động rất nhỏ theo chu kỳ nhiều năm (18 năm và 50 60 năm).Như vậy, thủy triều Biển Đông có thể xem là tổng hợp của nhiều dao động theo các sóng với chu kỳ ngắn (chu kỳ ngày), vừa (chu kỳ nửa tháng, năm), đến rất dài (chu kỳ nhiều năm). Theo hệ cao độ Hòn Dấu, triều ven Biển Đông có mực nước đỉnh trung bình vào khoảng 1,1-1,2 m, các đỉnh cao có thể đạt đến 1,3- 1,4 m, và mực nước chân trung bình từ –2,8 đến –3,0 m, các chân thấp xuống dưới –3,2 m.

Trong một tháng có hai đợt triều cường vào các ngày mồng 2 đến mồng 4 và 16 đến 18 âm lịch, hai lần triều kém xảy ra vào ngày 7 và ngày 23 âm lịch hoặc chậm hơn 1-2 ngày. Trong năm, dạng triều cũng thay đổi vào tháng IV và tháng VI dạng triều chữ M chiếm đa số, vào tháng X dạng triều chữ W chiếm ưu thế. Mực nước nhiều năm tại Vũng

Tàu theo cao độ Hòn Dấu là -0.06m với sự dao động trong khoảng (-0.17m) - (0.07)m, (ΔH=24cm). Đường quá trình mực nước bình quân tháng tháng trong năm có một đỉnh tháng XI và một chân thấp nhất vào tháng VI hoặc tháng VII. Dao động của mực nước bình quân trong các tháng thay đổi từ 27cm (tháng XII) đến 51cm (tháng VIII).

Sự truyền triều trong sông và nội đồng

Nhờ có biên độ cao tạo năng lượng lớn, lòng sông sâu và độ dốc thấp, thủy triều từ biển truyền vào rất sâu trên sông. Trên sông Đồng Nai, thủy triều ảnh hưởng đến chân thác Trị An, cách biển 152 km. Cửa sông Bé nằm dưới thác Trị An 6 km cũng bị thủy triều ảnh hưởng vào chừng 10 km. Trên sông Sài Gòn, thủy triều ảnh hưởng đến tận chân đập Dầu Tiếng, tức vào khoảng 206 km. Sông Vàm Cỏ Đông bị triều ảnh hưởng lên cao hơn cả, chừng 250 km, nghĩa là trên cả thị xã Tây Ninh của nhánh Bến Đá và biên giới Việt Nam Căm Pu Chia của nhánh Prek Taté. Sóng triều truyền vào sông khá nhanh, với tốc độ trung bình 20-25 km h. Song, để truyền hết chặng đường 250 km, một sóng triều phải mất chừng 12 giờ, bằng khoảng thời gian giữa hai chân hay hai đỉnh. Tốc độ truyền triều phụ thuộc chủ yếu vào độ lớn con triều (cường hay kém) và địa hình lòng sông. Tốc độ tối đa ghi nhận được từ tài liệu mực nước quan trắc được là khoảng 40 km h. Sóng triều giảm dần biên độ khi truyền vào sông và tắt hẳn tại điểm ảnh hưởng cuối. Nếu không xét đến ảnh hưởng do dòng chảy từ thượng lưu, thì càng vào sâu, đỉnh triều thấp dần và chân triều cũng cao dần.

Nước biển dâng do bão

Nước dâng do bão Linda (bão số 5, cấp 11, đổ bộ vào mũi Cà Mâu ngày 2 tháng 11 năm 1997, gây ra nước dâng lớn nhất tại trạm Gành Hào, đạt 110cm và mực nước dâng tại các cửa sông Soài Rạp, Đông Hòa, Ngã Bảy và Cái Mép Vũng Tàu đạt giá trị cực đại vào khoảng 50cm-57cm (VKHTLMN, 2010).

Nước biển dâng do biến đổi khí hậu (BĐKH)

Theo tài liệu thực đo tại Vũng Tàu từ năm 1980 tới nay thì mực nước đỉnh triều có xu hướng tăng cao trong những năm gần đây. Tương quan mực nước đỉnh triều cho thấy mực nước tăng lên khoảng 5,34 mm trong 1 năm. Như vậy, trong 50 năm tới mực nước đỉnh triều có thể tăng lên 26,7 cm. Mực nước thực đo chân triều thấp nhất xu hướng tăng không đáng kể.

2.2. Cơ sở dữ liệu phục vụ tính toán

2.2.1. Số liệu thu thập

- Tài liệu về điều kiện tự nhiên vùng nghiên cứu phục vụ nghiên cứu dự báo diễn biến sạt lở, đề xuất các giải pháp để ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai bao gồm:

+ Tài liệu về đặc điểm tự nhiên, kinh tế xã hội, hiện trạng hệ thống sông Đồng Nai: các tài liệu, số liệu về dân sinh kinh tế xã hội, quy hoạch tổng thể, quy hoạch chuyên ngành có liên quan, quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch xây dựng... của các địa phương dọc theo các tuyến sông chính hệ thống sông Đồng Nai; tài liệu khí tượng thủy văn, mưa, dòng

chảy, bùn cát, tình hình lũ lụt, tình hình khai thác sử dụng nguồn nước, xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện ở vùng thượng nguồn hệ thống sông Đồng Nai. Tài liệu vận hành các công trình thủy điện, thủy lợi phía thượng nguồn. Thu thập các thông tin liên quan đến vấn đề khai thác cát lòng sông, nhu cầu khai thác cát trong tương lai, các thông tin liên quan đến luồng tàu, tình hình vận tải thủy….Tài liệu về định hướng và quy hoạch phát triển không gian được phê duyệt của các tỉnh dọc sông Đồng Nai. Các kịch bản phát triển kinh tế xã hội có liên quan đến dòng sông trong trung hạn và dài hạn.

+ Tài liệu địa hình: Tài liệu địa hình DEM 30x30 vùng hạ du sông Đồng Nai Sài Gòn, tài liệu khảo sát địa hình mặt cắt ngang sông Đồng Nai, Sài Gòn các năm 1982, 1993, 1999, 2005, 2008, 2009, 2016, 2018. Tài liệu đo đạc địa hình lòng dẫn sông Đồng Nai khu vực thành phố Biên Hòa năm 2016, 2018, địa hình lòng dẫn sông Sài Gòn khu vực bán đảo Thanh Đa năm 2003.

+ Tài liệu bản đồ: bản đồ quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch vùng ven sông (quy hoạch phát triển KTXH, quy hoạch xây dựng, quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch khai thác vật liệu...), bản đồ hiện trạng thổ nhưỡng, sử dụng đất và bản đồ đất lưu vực nghiên cứu từ cơ sở dữ liệu của FAO, tổ chức về đất trên thế giới (world soil database) để phân tích các tính chất của đất phục vụ tính toán trong các mô hình toán thủy văn và bùn cát làm biên đầu vào tính toán cho mô hình thủy lực, hình thái.

+Tài liệu viễn thám: Thu thập các ảnh vệ tinh chất lượng cao (VNREDSAT, LANDSAT, SPOT, ALOS, PANXA,...) vùng hạ du sông Đồng Naiđể phân tích xu thế diễn biến đường bờ theo không gian và thời gian.

+ Tài liệu địa chất: các tài liệu địa chất công trình dọc trên lòng sông và bờ sông sông Đồng Nai, sông Sài Gòn, Soài Rạp, sông Nhà Bè, sông Vàm Cỏ, sông Lòng Tàu, , sông Thị Vải.

+ Tài liệu thiết kế, thi công hiện nay của các công trình chống úng ngập cho TPHCM, các tài liệu thiết kế, thi công của các công trình trên sông hiện nay (cầu, cống....).

2.2.2. Số liệu điều tra, khảo sát

- Điều tra thực tiễn tại hiện trường khu vực dự án đánh giá sơ bộ tình hình ngập lụt, sạt lở bờ sông.

- Phỏng vấn thu thập thông tin vào phiếu điều tra, phỏng vấn trực tiếp với các hộ dân cư trong phạm vi nghiên cứu vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai Sài Gòn, trao đổi thông tin và ghi nhận những ý kiến cá nhân vào mẫu phiếu điều tra. Mẫu phiều điều tra được xây dựng trên Thông tư số 12/2014/TT-BTNMT ngày 17 tháng 02 năm 2014 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường.

- Khảo sát định lòng dẫn khu vực bán đảo Thanh Đa

2.2.3. Số liệu, tài liệu kế thừa

Đề tài đã kế thừa các kết quả nghiên cứu từ các đề tài và dự án có liên quan đến khu vực nghiên cứu như:

- Mặt cắt ngang sông Đồng Nai đoạn từ cầu Hóa An đến cầu Ghềnh từ năm 1982, 2007; tài liệu địa hình đo tháng 9/2008; Tài liệu địa hình đo bổ sung tháng 4/2015, 10/2016.

- Tài liệu địa chất: tài liệu địa chất 9/2008 và do công ty CP tư vấn đầu tư GEOQ khảo sát tháng 3/2012, tài liệu địa chất đoạn từ cầu Rạch Cát đến cầu Ghềnh phía Cù lao Phố, đoạn từ đình Phước Lư đến khu dân cư dọc sông Rạch Cát do Viện Kỹ thuật Biển thực hiện năm 2011.

- Các tài liệu báo cáo từ các đề tài dự án như: Báo cáo rà soát bổ sung quy hoạch nông nghiệp nông thôn tỉnh Đồng Nai đến năm 2010 và định hướng đên năm 2020 – Sở nông nghiệp và PTNT Đồng Nai – 2007; Dự án quy hoạch tài nguyên nước vùng kinh tế trọng điểm phía Nam – Viện khoa học KTTV và MT – 2008; báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu cấp nhà nước KC08.29 Nghiên cứu đề xuất các giải pháp KHCN để ổn định lòng dẫn hạ du hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn phục vụ phát triển KTXH vùng Đông Nam Bộ -2006; báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu cấp nhà nước KC08.14 Nghiên cứu các giải pháp khoa học- công nghệ cho hệ thống công trình chỉnh trị sông trên các đoạn trọng điểm vùng đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ - 2010. Dự án điều tra khảo sát tình hình xói lở sông Đồng – Nai Sài Gòn khu vực thành phố Hồ Chí Minh và định hướng giải pháp phòng chống do Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam thực hiện năm 2003; dự án "Phân tích, tính toán đánh giá bổ sung chế độ dòng chảy, diễn biến lòng sông (xói lở, vận chuyển bùn cát...), sinh thái thủy vực sông Đồng Nai đoạn từ cầu Hóa An đến Cầu Ghềnh" trong đó có kế thừa các số liệu, dữ liệu địa hình, địa chất, đo bổ sung địa hình khu vực dự án, đo bổ sung mặt cắt ngang năm 2018 để đánh giá diễn biến trong những năm gần đây từ năm 2016-2018, kế thừa việc thiết lập mô hình MIKE11 (HD, ST), MIKE3 FM (ST/MT), bổ sung thiết lập mô hình MIKE 3FM (ST/MT) có cập nhật địa hình khu vực bán đảo Thanh Đa...

2.3. Phương pháp nghiên cứu.

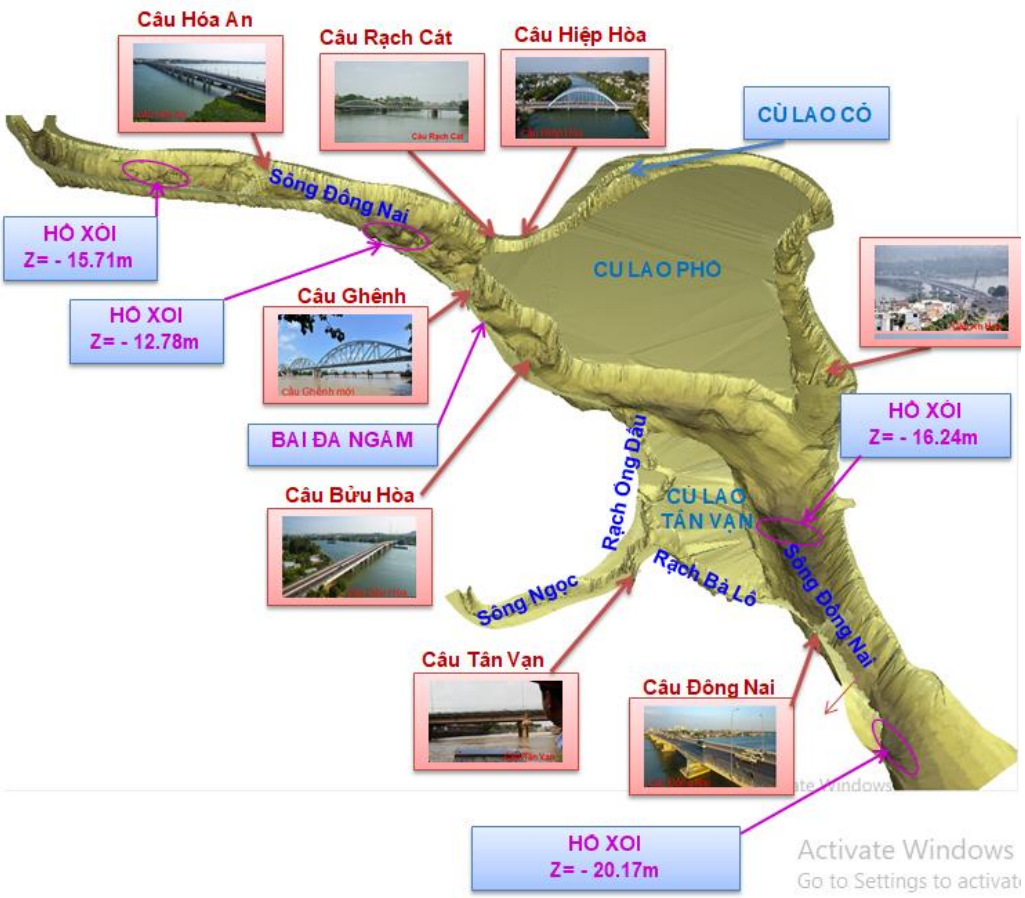
2.3.1. Phân tích, đánh giá hiện trạng và diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo tài liệu khảo sát địa hình và theo điều tra khảo sát hiện trường

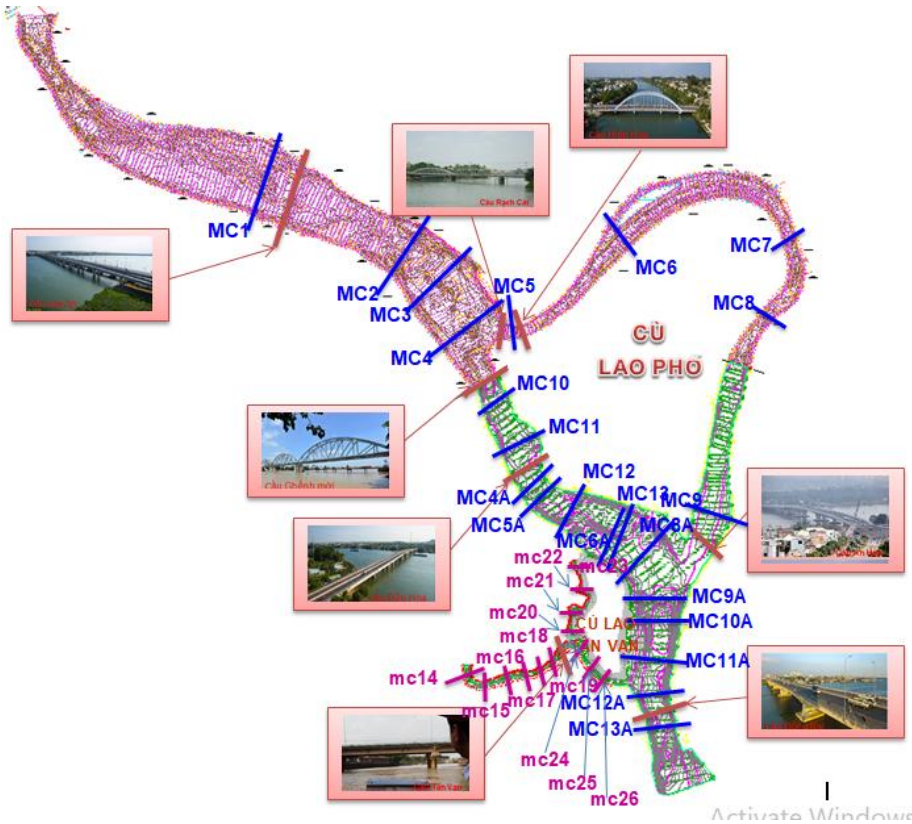
Phương pháp này bắt đầu từ các số liệu, dữ liệu, yếu tố, hiện tượng gần như rời rạc, song bản chất có quan hệ với nhau và được phân tích, tổng hợp lại trên quan điểm hệ thống. Từ đó đi đến phân tích, đánh giá định lượng các yếu tố tác động khác nhau gây biến đổi lòng dẫn, gây sạt lở bờ. Đây là phương pháp giúp giải quyết rất hiệu quả các vấn đề phức tạp, có nhiều mối quan hệ (phương diện) để xem xét, so sánh và lựa chọn khi thông tin không đầy đủ.

Trên cơ sở các tài liệu thu thập về địa hình mặt cắt ngang lòng dẫn của sông Đồng Nai, Sài Gòn các năm 1982, 1993, 1999, 2005, 2008, 2009, 2016, 2018, tiến hành phân tích tài liệu khảo sát địa hình lòng dẫn tháng 9/2008 và tháng 10/2016, 7/2017 và tháng 8/2018, 5/2019 để phân tích hiện trạng và diễn biến tại một số vị trí vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

Bảng 2- 4: Tọa độ vị trí các mặt cắt khu vực nghiên cứu trên sông Đồng Nai

Tên mặt cắt	Bờ trái		Bờ phải		Năm đo đạc
	X	Y	X	Y	
MC1	396523	1211275	396270	1210525	1982,1983,1999,2008,2016,2018
MC2	397926	1210490	397595	1209989	1982,1983,1999,2008,2016,2018
MC3	398333	1210174	397871	1209541	1999,2008,2016,2018
MC4	398700	1209745	398201	1209146	2008,2015,2016,2018
MC5	398935	1209479	398958	1209371	1982,1999,2007,2016,2018
MC6	399772	1210453	400019	1210260	1982,1999,2007,2016,2018
MC7	401508	1210425	401634	1210460	1982,1999,2007,2016,2018
MC8	401207	1209480	401328	1209395	1982,1999,2007,2016,2018
MC9	400652	1207700	401024	1207620	1982,1999,2007,2016,2018
MC10	398807	1208741	398520	1208612	1982,1999,2007,2016,2018
MC11	399096	1208404	398689	1208222	1982,1999,2007,2016,2018
MC12	399176	1207943	398919	1207743	1982,1999,2007,2016,2018
MC13	399939	1207700	399724	1207081	1982,1999,2007,2016,2018
MC4A	398867	1208580	398555	128440	2017,2018
MC5A	399546	1207822	399257	1207481	2017,2018
MC6A	399822	1207756	399638	1207152	2017,2018
MC8A	400295	1207599	399848	1207047	2017,2018
MC9A	400610	1206850	399966	1206824	2017,2018
MC10A	400492	1206469	399979	1206469	2017,2018
MC11A	400452	1206141	399940	1206180	2017,2018
MC12A	400439	1205878	399992	1205799	2017,2018
MC13A	400492	1205523	400111	1205405	2017,2018
MC14	398427	1205958	398312	1205900	2017,2018
MC15	398513	1205909	398499	1205765	2017,2018
MC16	398697	1205984	398743	1205823	2017,2018
MC17	398907	1206127	398941	1205889	2017,2018
MC18	399200	1206133	399266	1206064	2017,2018
MC19	399309	1206271	399364	1206156	2017,2018
MC20	399370	1206435	399456	1206447	2017,2018
MC21	399396	1206636	399505	1206565	2017,2018
MC22	399450	1206835	399554	1206838	2017,2018
MC23	399404	1206799	399508	1207071	2017,2018
MC24	399493	1206153	399580	1206260	2017,2018
MC25	399562	1206036	399631	1206102	2017,2018
MC26	399649	1205915	399712	1206015	2017,2018





2.3.2. Phương pháp giải đoán ảnh viễn thám

Trên cơ sở sử dụng bản đồ không ảnh, bản đồ địa hình, ảnh vệ tinh, ảnh ra đa vệ tinh v.v... ở các thời điểm khác nhau, với sự trợ giúp của phần mềm GIS, các thế hệ bản

đồ địa hình được chuyển về cùng một hệ quy chiếu thống nhất. Các ảnh vệ tinh cũng được liên kết, nắn chỉnh và đưa về cùng hệ tọa độ. Sau đó tiến hành chồng ghép các bản đồ, ảnh vệ tinh để đánh giá biến động lòng dẫn qua các thời kỳ ở khu vực nghiên cứu, đồng thời tính toán được tốc độ xói lở và bồi lấp trong các thời đoạn khác nhau.

2.3.2.1. Tư liệu sử dụng

1. Tư liệu bản đồ

Tư liệu bản đồ nền dùng làm cơ sở để thành lập bản đồ nền, bản đồ hiện trạng đường bờ trong khu vực dự án là bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 2.000 do Viện Thủy lợi và Môi trường Đại học Thủy lợi đo đạc tháng 10/2016 tỷ lệ 1:2000 và tài liệu khảo sát địa hình năm 2008 và năm 2014, 2017 (do viện Kỹ thuật biển thực hiện), tài liệu khảo sát địa hình năm 2019 do Viện Thủy văn Môi trường và Biến đổi khí hậu thực hiện, các mặt cắt đo đạc khảo sát năm 1982, 1987, 2006, 2016, 2017 và đo bổ sung năm 2018, 2019.

2. Tư liệu ảnh viễn thám

Ảnh viễn thám sử dụng trong nghiên cứu này gồm ảnh Landsat. Ảnh Landsat được cung cấp bởi U.S. Geological Survey (USGS) tải miễn phí tại website www.global.usgs.gov của trung tâm NASA (Hoa Kỳ). Vệ tinh Landsat-1 được đưa lên quỹ đạo ngày 23/7/1972 có độ cao 910-932km, cung cấp ảnh MSS (Multi-Spectral Scanner) có độ phân giải 79m, gồm một kênh toàn sắc (pancromatic) và 4 kênh phổ (MSS 1- 4). Tiếp sau đó là các vệ tinh Landsat 2, 3 lần lượt được đưa vào quỹ đạo năm 1975 và 1978, mang các đầu thu ảnh MSS. Các vệ tinh Landsat-4, 5 đưa vào quỹ đạo năm 1982 và 1984, mang đầu thu ảnh TM (Thematic Mapper). Gần đây là vệ tinh Landsat-7, được đưa lên quỹ đạo tháng 4/1999, mang đầu thu ảnh ETM+ (Enhanced Thematic Mapper and plus), cung cấp các kênh ảnh đa phổ và toàn sắc có độ phân giải không gian từ 30-15m và vệ tinh Landsat- 8 được đưa vào quỹ đạo 11/02/2013. Trên mỗi ảnh Landsat 8 gồm 11 band ảnh trong đó: 8 band có độ phân giải không gian là 30m, 1 band có độ phân giải là 15m và 2 band có độ phân giải không gian là 10m. Sau khi ảnh được tải về, tiến hành chuẩn hóa và tổ hợp màu thì ảnh tổ hợp mầu do bộ cảm OLI chụp có độ phân giải không gian là 30m. Để nâng cao độ phân giải không gian của ảnh toàn sắc thường dùng kỹ thuật để trộng chúng với ảnh Panchromatic (Band 8). Sau khi trộn, độ phân giải không gian của ảnh tổ hợp màu là 15m, việc này giúp giải đoán ảnh dể phân biệt được các đối tượng trên ảnh.

Các ảnh đã được nắn chỉnh và theo hệ qui chiếu WGS-84 UTM. Danh sách các ảnh tại khu vực dự án được thu thập và được ghi trong bảng sau:

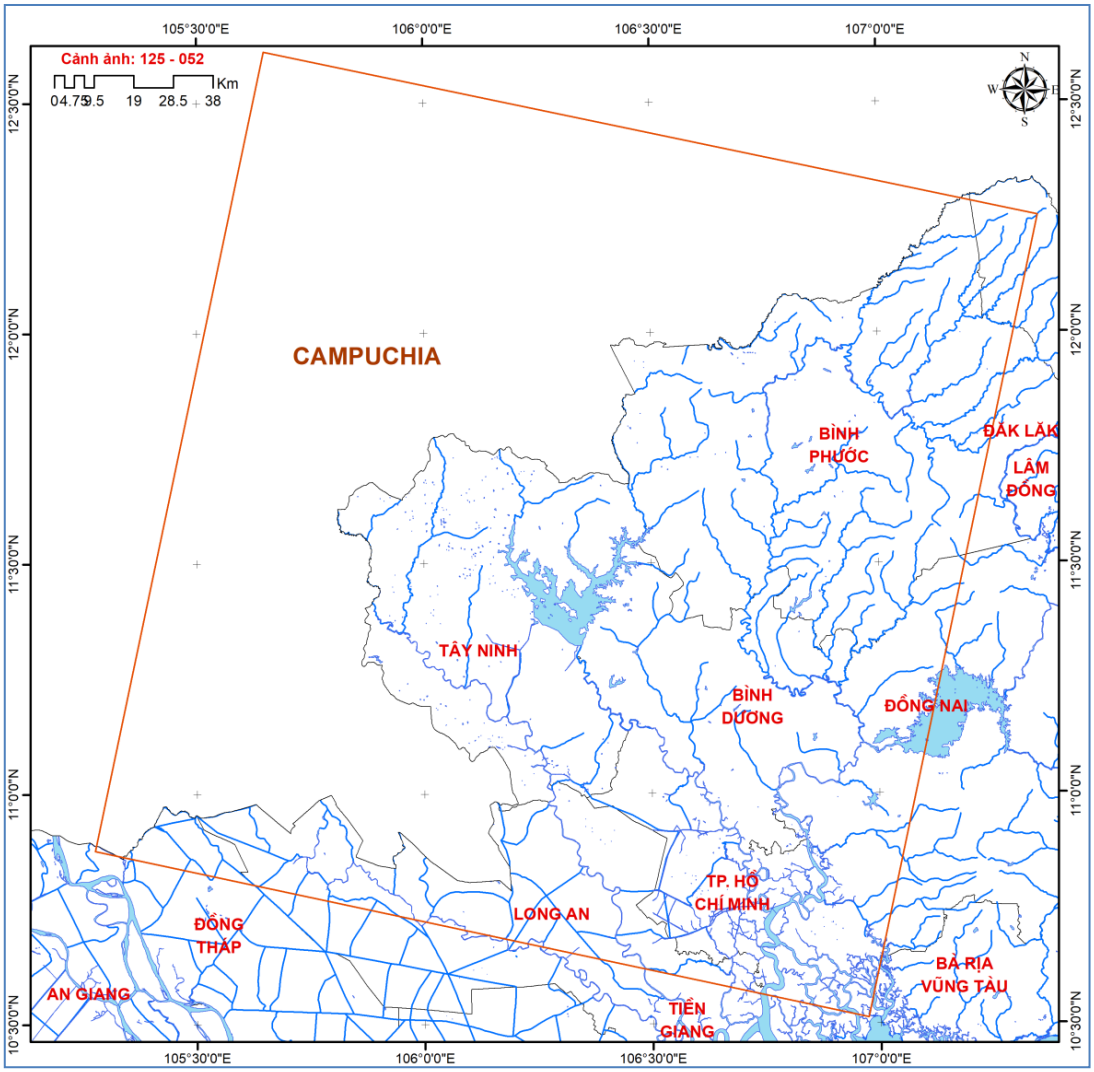
Bảng 2- 5: Dữ liệu sử dụng để phân tích diễn biến đường bờ

STT	Mùa kiệt		Mùa lũ		Loại ảnh
	Cảnh ảnh	Ngày chụp	Cảnh ảnh	Ngày chụp	
1	125-052	4/2/1990	125-052	17/10/1990	Ảnh Landsat TM
2	125-052	14/01/1993	125-052	15/10/1993	Ảnh Landsat TM
3	125-052	21/02/1995	125-052	2/10/1995	Ảnh Landsat TM
4	125-052	9/1/1997	125-052	6/10/1997	Ảnh Landsat TM

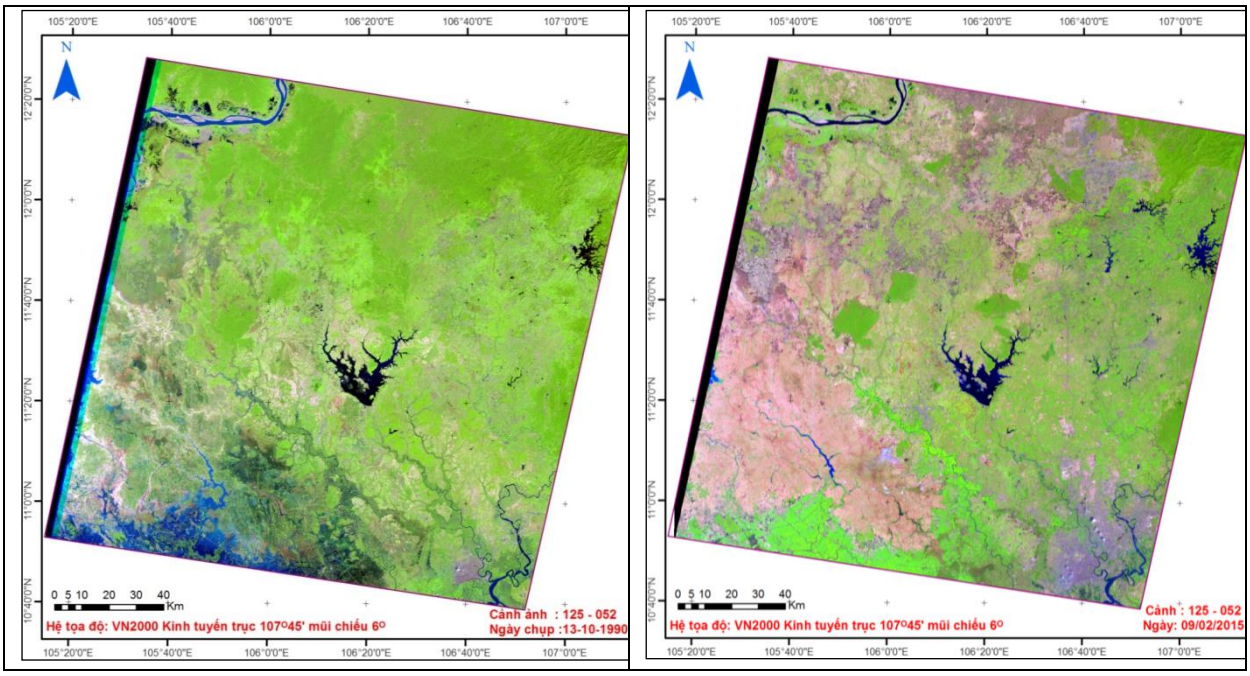
STT	Mùa kiệt		Mùa lũ		Loại ảnh
	Cảnh ảnh	Ngày chụp	Cảnh ảnh	Ngày chụp	
5	125-052	13/02/2000	125-052	12/10/2000	Ảnh Landsat TM
6	125-052	27/02/2004	125-052	11/10/2004	Ảnh Landsat 8 ETM
7	125-052	2/3/2006	125-052	17/10/2006	Ảnh Landsat 8 ETM
8	125-052	8/2/2009	125-052	7/10/2009	Ảnh Landsat 8 ETM
9	125-052	29/01/2011	125-052	13/10/2011	Ảnh Landsat 8 ETM
10	125-052	26/03/2014	125-052	18/09/2014	Ảnh Landsat 8 ETM
11	125-052	29/03/2015	125-052	9/9/2015	Ảnh Landsat 8 ETM
12	125-052	28/02/2016	125-052	13/10/2016	Ảnh Landsat 8 ETM
13	125-052	14/02/2017	125-052	29/10/2017	Ảnh Landsat 8 ETM
14	125-052	24/02/2018	125-052	31/10/2018	Ảnh Landsat 8 ETM

Ảnh viễn thám trong các thời kỳ từ 1990 - 2018 mà đề tài sử dụng có thời gian chụp tương đồng trong mùa kiệt (thời gian chụp từ tháng 1 đến tháng 3) và mùa lũ (thời gian chụp từ tháng 9 đến tháng 10), nên mực nước trên ảnh là tương đối đồng nhất, không có sự khác biệt lớn. Do vậy trên cơ sở các tiêu chí trên, ảnh vệ tinh Landsat được chọn để xây dựng tính toán biến động đường bờ khu vực nghiên cứu.

Sơ đồ tư liệu ảnh sử dụng một số cảnh ảnh trong dự án được chỉ ra trong hình vẽ sau:



Hình 2- 7: Sơ đồ tư liệu ảnh viễn thám sử dụng



Hình 2- 8: Bình đồ ảnh vệ tinh

3. Đánh giá tư liệu sử dụng ảnh

Tư liệu ảnh sử dụng để thành lập bản đồ hiện trạng và bản đồ biến động đường bờ là ảnh vệ tinh LANDSAT, nên đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật về hiện trạng và cập nhật những biến động đường bờ qua các năm.

Trên các bức ảnh đa phổ (như các ảnh Landsat MSS, TM, ETM+) độ sáng phổ được ghi trên 6 đến 8 kênh (bands) khác nhau. Mỗi pixel được đặc trưng bởi tín hiệu phổ riêng biệt ở băng khác nhau. Phân loại đa phổ là quá trình chiết tách thông tin, xử lý và sắp xếp các pixel theo những tiêu chuẩn phân loại về đối tượng có dấu hiệu phổ tương tự rồi quy định thành các chỉ tiêu dựa trên các dấu hiệu tương tự đó.

Trong các phương pháp xử lý có nhiều thuật toán khác nhau như: phân loại theo khoảng cách gần nhất, phương pháp phân loại hình hộp, phương pháp phân loại theo "người láng giềng gần nhất ",... các thuật toán đó được sử dụng để xây dựng các mô-đun xử lý ảnh phân loại ảnh.

Quá trình phân loại được máy tính xử lý ảnh theo yêu cầu của người sử dụng. Yêu cầu của người sử dụng được đưa vào máy thông qua giai đoạn chọn tập mẫu. Sau khi người sử dụng chọn tập mẫu cho các đối tượng cần phân loại, máy tính sẽ tự động phân loại và cho kết quả dưới dạng ảnh đã được phân loại. Có hai nhóm phương pháp phân loại cơ bản là phân loại không kiểm định (unsupervised) và phân loại có kiểm định (supervised).

Nghiên cứu đã sử dụng công cụ mở rộng Landsat Toolbox trong ArcGIS để phân tích tính toán đường bờ. Đây là công cụ đã được sử dụng khá phổ biến để phân tích diễn biến bờ sông, bờ biển hoặc vùng cửa sông, ven biển. Các bước xử lý ảnh, xác định đường bờ bằng công cụ Landsat Toolbox được trình bày tóm tắt trong bảng sau:

Bảng 2- 6: Tóm tắt các bước xử lý ảnh, xác định đường bờ bằng công cụ Landsat Toolbox

TT	Tên bước	Nội dung xử lý
1	Tải và giải nén dữ liệu	Download dữ liệu ảnh Landsat từ trang web Global Land Cover Change Facility vàU.S. Geological Survey.
2	Cắt vùng nghiên cứu từ ảnh vệ tinh	Cắt ảnh vệ tinh vùng dự án từ năm 1990 đến năm 2015 (như bảng trên), mỗi năm từ 2 ảnh vào mùa mưa và mùa khô
3	Sửa lỗi sọc ảnh Landsat 7 ETM	Sửa các ảnh do lỗi đường quét đối với các ảnh Landsat 7 ETM+ data từ năm 2003 trở lại đây sử dụng Landsat.
4	Phân tích ánh sáng, độ ẩm	Phân tích độ sáng nhất, tối nhất, độ ẩm ướt từ các band ảnh
5	Tính toán chỉ số thực vật (NDVI)	Tính toán chỉ số thực vật trên vùng ảnh đã cắt
6	Tạo cấp cho đất và nước	Phân cấp ảnh ra làm 10 cấp
7	Phân loại đất và nước	Phân cấp lại theo hai cấp đất và nước
8	Tạo đường bờ	Xác định đường bờ từ hai cấp đất và nước.
9	Kiểm tra lại đường bờ	Kiểm tra lại độ chính xác của kết quả phân tích. Sửa lại kết quả phân tích nếu có sai lệch giữa đường bờ và ảnh.

Kết quả xử lý phân tích đường bờ dựa trên phân loại ảnh có kiểm định và không kiểm định. Từ ảnh vệ tinh Landsat 7, hoặc Landsat 5, các band ảnh được đưa vào xử lý gồm các band 1, band 2, band 3, band 4, band 5, band 7, band 8 từ các band này, phần đất và phần nước sẽ được tách ra, từ đó đường bờ sông, bờ biển sẽ được vẽ dựa trên phần tiếp giáp giữa đất và nước tương ứng với cao trình "0" của hệ cao độ lục địa (2). Đường bờ này sau đó sẽ được hiệu chỉnh dựa trên số liệu đo đạc mực nước triều hàng giờ của trạm Biên Hòa, Phú An. Sau khi phân tích sơ bộ đường bờ, đường bờ từng năm sẽ được đối chiếu so sánh với ảnh tổ hợp màu thật để đánh giá, kiểm tra độ chính xác của kết quả phân loại ảnh.

4. Xử lý và chuyển tải dữ liệu ảnh viễn thám

Quá trình xử lý và chuyển tải dữ liệu ảnh viễn thám là một quá trình phức tạp bao gồm nhiều kỹ thuật khác nhau. Tuy nhiên, quá trình này được thể hiện gồm các bước sau:

a. Nhập dữ liệu ảnh vệ tinh

Ảnh vệ tinh do các thiết bị chụp ảnh cung cấp. Dữ liệu được lưu trong hình thức số sao cho có thể lưu trữ, vận hành bằng máy tính.

b. Khôi phục và hiển thị ảnh

Đây là giai đoạn tiền xử lý phải được tiến hành phân tích các thông tin trên ảnh vệ tinh. Giai đoạn này bao gồm hiệu chỉnh hình học và hiệu chỉnh bức xạ ảnh. Quá trình này thường được thực hiện trên máy tính lớn tại các trung tâm dữ liệu vệ tinh nhằm tạo ra một dữ liệu cần thiết cung cấp cho người sử dụng.

b.1. Hiệu chỉnh bức xạ ảnh

Để đảm bảo nhận được những giá trị chính xác của năng lượng bức xạ, phản xạ của vật thể trên ảnh vệ tinh cần hiệu chỉnh bức xạ nhằm loại trừ các giá trị nhiễu trước khi sửdụng ảnh. Hiệu chỉnh bức xạ ảnh gồm ba nhóm chính là: hiệu chỉnh bức xạdo ảnh hưởng

bởi bộ cảm biến, hiệu chỉnh do địa hình và góc chiếu của mặt trời, hiệu chỉnh bức xạ do ảnh hưởng của khí quyển.

b.2. Hiệu chỉnh hình học ảnh

Đây là quá trình chuyển các điểm trên ảnh bị biến dạng về tọa độ thực trong hệ tọa độ mặt đất, quá trình này được hiểu là quá trình loại bỏ sai số nội sai gây ra bởi tính chất của bộ cảm hay sai số ngoại sai gây ra bởi vị thế của vật mang và sự thay đổi của địa hình…Quá trình hiệu chỉnh hình học ảnh gồm hai phương pháp chính gồm xử lý hình học hai chiều và xử lý hình học ba chiều. Mục đích của hiệu chỉnh hình học ảnh là để xác định tọa độ của các đối tượng hoặc tạo ảnh lập thể, chồng các ảnh với nhau để thích hợp trong xử lý và phân tích ảnh, để tạo ảnh nền cho dữ liệu vector, hiển thị ảnh trong môi trường GIS…

c. Xử lý và tăng cường chất lượng ảnh

Đây là quá trình xử lý như lọc không gian, nén ảnh, tạo ảnh tỷ số…nhằm mục đích tăng cường chất lượng ảnh vệ tinh, nâng cao độ chính xác trong quá trình phân loại ảnh phục vụ các mục đích và yêu cầu khác nhau của người sử dụng.

Tăng cường chất lượng ảnh nhằm mục đích làm nổi bật những đối tượng trên ảnh mà người giải đoán quan tâm để thuận lợi trong quá trình phân loại giải đoán ảnh thành lập bản đồ.

d. Phân loại và phân tích thông tin trên ảnh

Đây là giai đoạn quan trọng của quá trình giải đoán ảnh. Phân loại và phân tích thông tin từ ảnh đa phổ với mục đích tách các thông tin cần thiết phục vụviệc đánh giá biến động...

Phân tích thành phần chính: Ảnh vệ tinh đa phổ có độ tương quan rất cao. Vì vậy, thông tin của chúng có phần trùng lắp rất lớn. Do đó, cần xác định sự tương quan giữa các kênh phổ để loại bỏ thông tin nhiễu nhằm chọn ra các kênh phổ có ít sự trùng lắp thông tin mà vẫn giữ được thông tin ở mức chấp nhận được.

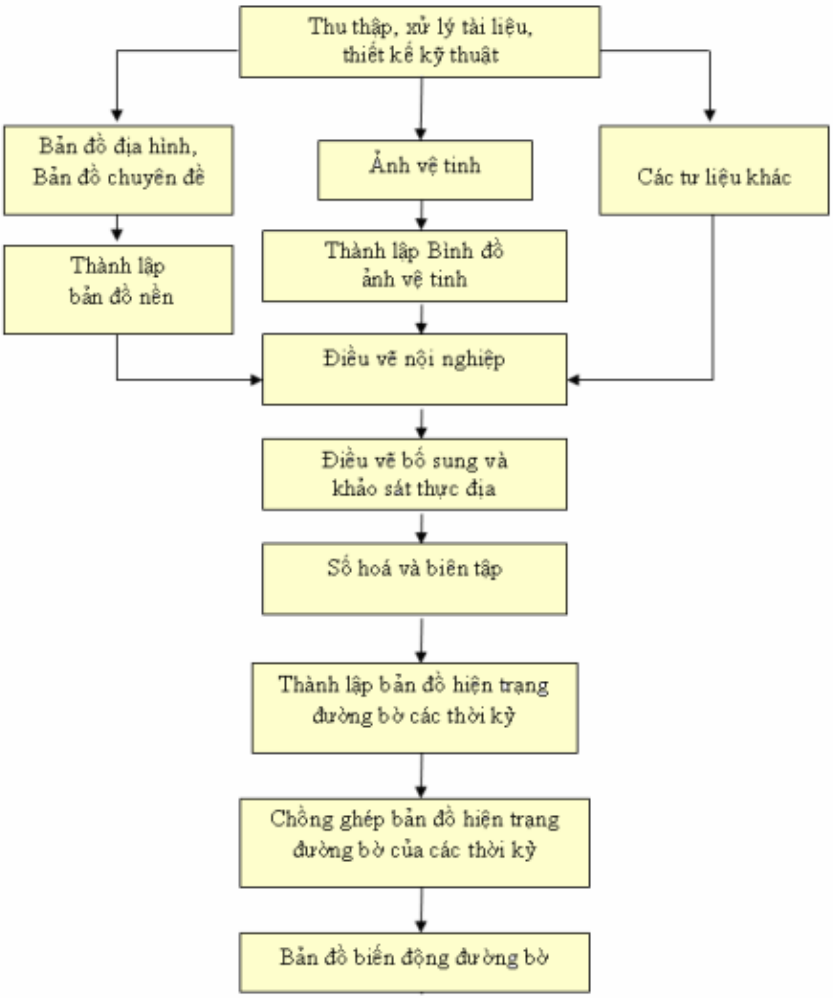
e. Xuất kết quả

Đây là giai đoạn cuối cùng của quá trình giải đoán ảnh số. Sau khi hoàn tất các khâu xử lý, kết quả nhận được có thể xuất dưới dạng phim, ảnh, file…Các kết quả xuất này được sử dụng các chức năng của GIS để tạo ra kết quả chính xác hơn theo yêu cầu của người sử dụng.

2.3.2.2. Quy trình công nghệ thành lập bản đồ hiện trạng và bản đồ biến động đường bờ

Phương pháp viễn thám sử dụng trong nghiên cứu là giải đoán thông tin trên các ảnh vệ tinh, bản đồ địa hình và các tài liệu khác có liên quan ở các thời gian khác nhau để phân tích tình hình diễn biến lòng dẫn vùng dự án. Việc nghiên cứu xây dựng quy trình thành lập bản đồ hiện trạng và bản đồ biến động đường bờ trên cơ sở ứng dụng công nghệ

viễn thám và GIS với việc sử dụng các phần mềm xử lý ảnh và Hệ thông tin địa lý (GIS) được thực hiện theo mô hình tổng quát sau:



Hình 2- 9: Quy trình thành lập bản đồhiện trạng và biến động

Các phần mềm ảnh & GIS sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: Arcgis của hãng ESRI; ENVI 3.5 (nắn chỉnh hình học, tổ hợp màu và tăng cường chất lượng ảnh, phân tích và giải đoán ảnh viễn thám).

2.3.3. Tính toán mức độ sạt lở bờ sông theo công thức kinh nghiệm và từ tài liệu thực đo, xây dựng công thức kinh nghiệm tính toán cho hệ thống sông Đồng Nai

Xác định tốc độ xói lở bờ sông thực chất là xác định tốc độ biến hình ngang của lòng sông, dưới tác dụng chính của các lực thủy động lực học, kết quả là khối đất bờ sông mất ổn định, sụp đổ xuống sông.

Các nhà khoa học trên thế giới đã chỉ ra rằng tốc độ xói lở bờ sông phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, nhưng ba yếu tố chính cần được quan tâm đặc biệt đó là: Dòng chảy, hình dạng lòng dẫn và tính ổn định của lòng dẫn tại đó. Với tính phức tạp của dòng chảy, tính đa dạng của lòng dẫn, tính nhiều vẻ của đất bờ sông đã dẫn đến cách đánh giá, hình thức biểu thị rất khác nhau về các yếu tố này trong công thức kinh nghiệm của các tác giả.

Công thức tổng quát tính toán tốc độ xói lở bờ sông tùy thuộc vào nhiều yếu tố và có thể viết dưới dạng sau:

$$B_x = f\,(M_b, q, h, B, G, \beta, \phi \ldots)$$

Trong đó:

B_x: Tốc độ xói lở bờ;

M_b: Mức độ thay đổi của đường bờ;

q: Lưu lượng đơn vị dòng chảy;

h: Chiều sâu của sông;

B: Chiều rộng mặt thoáng;

G: Hàm lượng bùn cát;

β: Hệ số cố kết của vật liệu tạo nên lòng dẫn;

ϕ: Hệ số biểu thị hình dạng lòng dẫn.

Đối với từng khu vực bị sạt lở cần phải phân tích và lựa chọn các yếu tố chính, còn các yếu tố phụ có thể bỏ qua, ngoài ra còn phải xét đến các yếu tố khác chẳng hạn như sự mất cân bằng cơ học, lượng ngậm nước của đất bờ, sự tác động của sóng (đối với các vùng cửa sông) hay sóng do tác động của tàu, thuyền…

Hiện nay các công thức kinh nghiệm của một số các chuyên gia như A. Popov, I. A. Ibadzade, P.N. Turin và N.I. Abdurapov (Liên Xô cũ), Hickin - Nanson (Đan Mạch), S. B. Yabusaki và M.H. Ikeda (Nhật), B. Predwojski, B. Blazejewski (Ba Lan) là được sử dụng nhiều nhất trong các trường hợp có số liệu đo đạc trong nhiều năm, nhưng sau đó không có số liệu đo đạc nữa và vì vậy có thể sử dụng các công thức này để tính toán dự báo tốc độ sạt lở bờ sông dựa theo số liệu đo đạc đã có. Để tính toán tốc độ xói lở bờ cần sử dụng có chọn lọc các công thức kinh nghiệm trên cho phù hợp với các điều kiện về địa hình, địa chất, thủy văn từng khu vực.

Berkovitch trong nghiên cứu của mình (Berkovitch, 1992) đã xác định chiều rộng xói lở bờ sông được tính theo công thức sau:

$$B_{od} = K_i \frac{Q^2 I}{d_{50} H_b} \qquad (3)$$

Trong đó:

d_{50}: Đường kính hạt trung bình bùn cát [mm]

Hb: Chiều cao của bờ sông tính từ mực nước min [m]

Ki: Hệ số xói mòn [$(m^3/s)^{-1}$]

I: Độ dốc lòng sông [-]

Theo Ibadzade (1966) tốc độ xói lở ngang của đoạn sông cong phụ thuộc vào lưu lượng dòng chảy Q, bán kính cong R của đoạn sông đang xét, chiều rộng lòng sông B và hệ số ổn định của đất bờ γ□□

$$\dot{B}_{xi} = f(Q, R_i/B_i, \gamma)$$

Công thức kinh nghiệm tính tốc độ xói lở bờ cho đoạn sông cong Ibadzade:

$$B_{xi} = B_{xo} EXP[-\alpha \frac{R_i}{B_i}]$$

Trong đó:

- Bxi: Là tốc độ xói lở ngang (m/năm) tại mặt cắt thứ i.

- Bxo: Là tốc độ xói lở ngang lớn nhất tại đoạn nghiên cứu (m/năm) trong quá khứ.

- Ri: Bán kính cong tại mặt cắt thứ i (m).

- Bi: Chiều rộng sông tại mặt cắt thứ i (m).

- α: Hệ số thực nghiệm.

Các bước tiến hành để xác định hệ số thực nghiệm α và Bx_0 trong công thức này là:

- Mô phỏng tương đối chính xác nhất đường bờ sông khu vực bị xói lở cho các giai đoạn có tài liệu đo đạc bằng những đường Parabol có dạng $y = ax^2$;

- Xác định bán kính cong (Ri) cho các mặt cắt sông tại khu vực xói lở, tương ứng với từng giai đoạn có tài liệu đo đạc khảo sát đường bờ theo công thức (3);

- Xác định chiều rộng lòng sông (Bi) tại các mặt cắt trong mỗi giai đoạn;

- Xác định vận tốc xói lở thực đo (Bxi) tại các mặt cắt tính toán qua từng giai đoạn;

- Lập bảng tính toán, xây dựng quan hệ giữa Bxi và Ri/Bi, sau đó xác định hệ số thực nghiệm (và Bx_0 theo phương pháp sai số bình phương tối thiểu.

Theo Popov [4], Lê Ngọc Túy và một số tác giả khác [5] cũng đề cập tới ba yếu tố chính nêu trên trong công thức kinh nghiệm tính tốc độ xói lở bờ sông của mình, nhưng cách biểu thị các yếu tố đó có nhiều điểm khác với Ibadzade. Công thức của các tác giả đều có dạng chung:

$$B_{xi} = \frac{\alpha F}{LT}\left[\frac{H_{\max i} - H}{H_{\max} - H}\right]^{\beta}$$

Trong đó:

- Bxi : tốc độ xói lở ngang (m/năm) tại mặt cắt i;

- F : diện tích khối đất bờ xói lở trong khoảng thời gian T năm (m2);

- L : chiều dài đường bờ sạt lở của từng giai đoạn (m);

- T : thời gian xói lở (năm);

- Hmaxi : độ sâu lớn nhất tại mặt cắt tính toán thứ i (m);

- Hmax : độ sâu lớn nhất của đoạn xói lở nghiên cứu (m);

- H : độ sâu ổn định (tại mặt cắt quá độ) (m);

- α , β : Các hệ số thực nghiệm,

Các bước tiến hành để xác định hệ số thực nghiệm α trong công thức này là:

- Chia đoạn sông bị xói lở ra nhiều mặt cắt dựa theo tài liệu địa hình;

- Xác định tốc độ xói lở cho từng mặt cắt trong các thời kỳ khác nhau;

- Xác định diện tích khối đất bờ bị xói lở (F), chiều dài bị sạt lở (L) và tốc độ xói lở trung bình ứng với mỗi thời kỳ (F/LT);

- Xác định chiều sâu trung bình tại mặt cắt ổn định (H), chiều sâu lớn nhất trên bình đồ lòng sông (H_{max}) tại các mặt cắt và chiều sâu lớn nhất của đoạn sông (H_0) trong mỗi thời kỳ;

- Lập quan hệ giữa B_{xi} thực đo và thông số X = (H_{max}-H)/(H_0-H), sau đó xác định hệ số thực nghiệm α theo phương pháp sai số bình phương trung bình nhỏ nhất.

Để đánh giá hiện tượng xói lở bờ sông do dòng chảy trong mùa mưa lũ được thực hiện bằng phương pháp của Hickin và Nanson (1984)[7]. Phương pháp này được xây dựng trên cơ sở của phương trình cân bằng năng lượng, thể hiện bằng các công thức:

$$M\left(\frac{R}{B}\right)=\frac{2}{3}M\left(\frac{R}{B}-1\right)$$

trường hợp R/B < 1 hoặc R/B > 2.5

$$M\left(\frac{R}{B}\right)=2.5M\left(\frac{R}{B}\right)^{-1}$$

trường hợp 1 < R/B < 2.5

$$M=\frac{\Omega}{hGB} \text{ và } \Omega=\rho gIQ$$

trong đó:

M(R/B) - tốc độ sạt lở bờ trong một năm, tính bằng m/năm;

R - bán kính cong của đoạn sông bị sạt lở (m);

B - chiều rộng trắc diện ngang của đoạn sông sạt lở ứng với lưu lượng tạo lòng (m);

ρ - trọng lượng riêng của nước (kg/m3);

g - gia tốc trọng trường, bằng 9.82 m/s2;

I - độ dốc mặt nước theo chiều dọc;

Q - lưu lượng dòng chảy tương ứng với lưu lượng tạo lòng (m3/s); h-độ sâu trung bình tương ứng của mặt cắt (m);

GB - thông số phản ánh mức độ kiên cố của bờ sông,

GB phụ thuộc vào đường kính của hạt tạo bờ.

Từ đường kính trung bình (d50) và các tính chất cơ lý của đất cấu tạo bờ xác định được giá trị của GB theo bảng đã lập sẵn của Hickin và Nauson (1984), phục vụ việc tính toán dự báo sạt lở.

Công thức kinh nghiệm xây dựng từ tài liệu đo đạc bờ tả sông Tiền khu vực Thường Phước tỉnh Đồng Tháp của GS.TS. Lê Mạnh Hùng:

$$B_{xi} = \frac{\alpha.F}{L.T}\left[\frac{H_{\max i} - H_0}{H_{\max} - H_0}\right]^{\beta}$$

trong đó:

Trong đó:

- Các kí hiệu như trong công thức (1-2).
- β: Hệ số thực nghiệm.

Berkovitch (1992) đã xác định tốc độ sạt lở bờ theo công thức như sau:

$$C_b = K_1(Q^2 I/dH_b)$$

Trong đó:

I: Độ dốc lòng sông

d: đường kính hạt trung bình [mm]

Hb: Chiều cao bờ tính từ mực nước thấp

m và Ki là hệ số thực nghiệm

*) Tính tốc độ dòng chảy giới hạn gây xói

Hiện nay, xác định tốc độ xói lở của đất một cách trực tiếp bằng các thí nghiệm là rất khó ở điều kiện Việt Nam. Nghiên cứu này đề xuất sử dụng phương pháp gián tiếp để xác định tốc độ xói lở của đất, Briau JL. (2008) [8]. Đây là phương pháp dùng công thức kinh nghiệm, được nhóm nghiên cứu Briau JL. xây dựng dựa trên kết quả 15 năm thí nghiệm về tốc độ xói lở của đất tại phòng thí nghiệm của Trường Đại học Texas A & M, Mỹ. Trong đó, công thức đề xuất tính cho từng loại đất như sau

- Đất hạt rời, kết dính kém (cát , bụi)

$$Vc = 0.1\ (D_{50})\text{-}0.2$$

- Đất dính

$$Vc = 0.03/D_{50}$$

Với V_c là tốc độ giới hạn của dòng chảy có thể gây ra hiện tượng xói lở. Khi dòng chảy nhỏ hơn V_c thì hiện tượng xói không xảy ra. D_{50} là đường kính tại đó 50% hạt mịn lọt qua.

Dựa vào tài liệu thực đo về địa hình, địa chất, thủy văn từ 1997 đến 2019, kế thừa kết quả của các đề tài, dự án trước đây và kết quả điều tra dân gian, khảo sát hiện trạng bờ sông bị sạt lở trên phạm vi vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai, trên cơ sở phân tích thế sông, dòng nước, hình dạng sông, các nguyên nhân gây nên sạt lở và đã tính toán tốc độ sạt lở bờ bằng công thức kinh nghiệm Popov cho các đoạn sông thẳng, nơi có dòng chủ lưu vận tốc lớn ép sát bờ và đoạn sông cong nơi có cù lao phân lạch sử dụng công thức Ibadzade.

*) Xây dựng công cụ đánh giá nhanh mức độ sạt lở bờ sông

Để đánh giá nhanh mức độ sạt lở bờ sông cần dựa trên yếu tố mặt cắt hình học sông (chiều cao bờ, góc nghiêng của bờ, địa chất lớp bờ, góc nghiêng đáy bờ…). Partheniades, (1965) đã xây dựng phương trình tính toán mức độ xói lở bờ như sau:

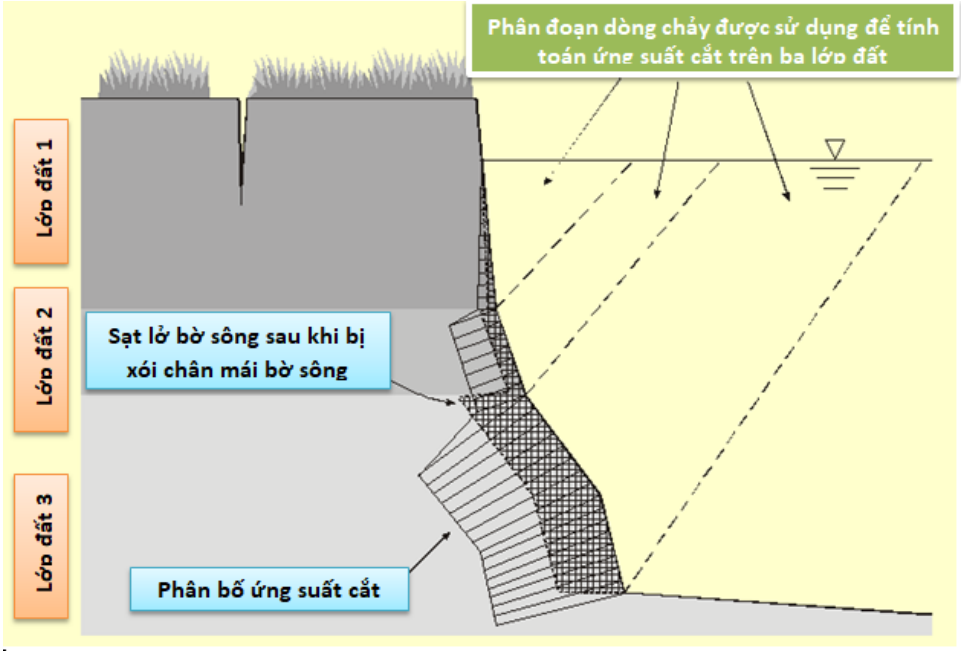
$$E = k\,\Delta t(\tau_0 - \tau_w)$$

$$\tau_o = \frac{\gamma_n n^2 (u+U)^2}{R^{1/3}}$$

$$\tau_W = G\cos\theta.\mathrm{tg}\phi\left(1-\frac{\mathrm{tg}^2\theta}{\mathrm{tg}^2\phi}\right)^{1/2}$$

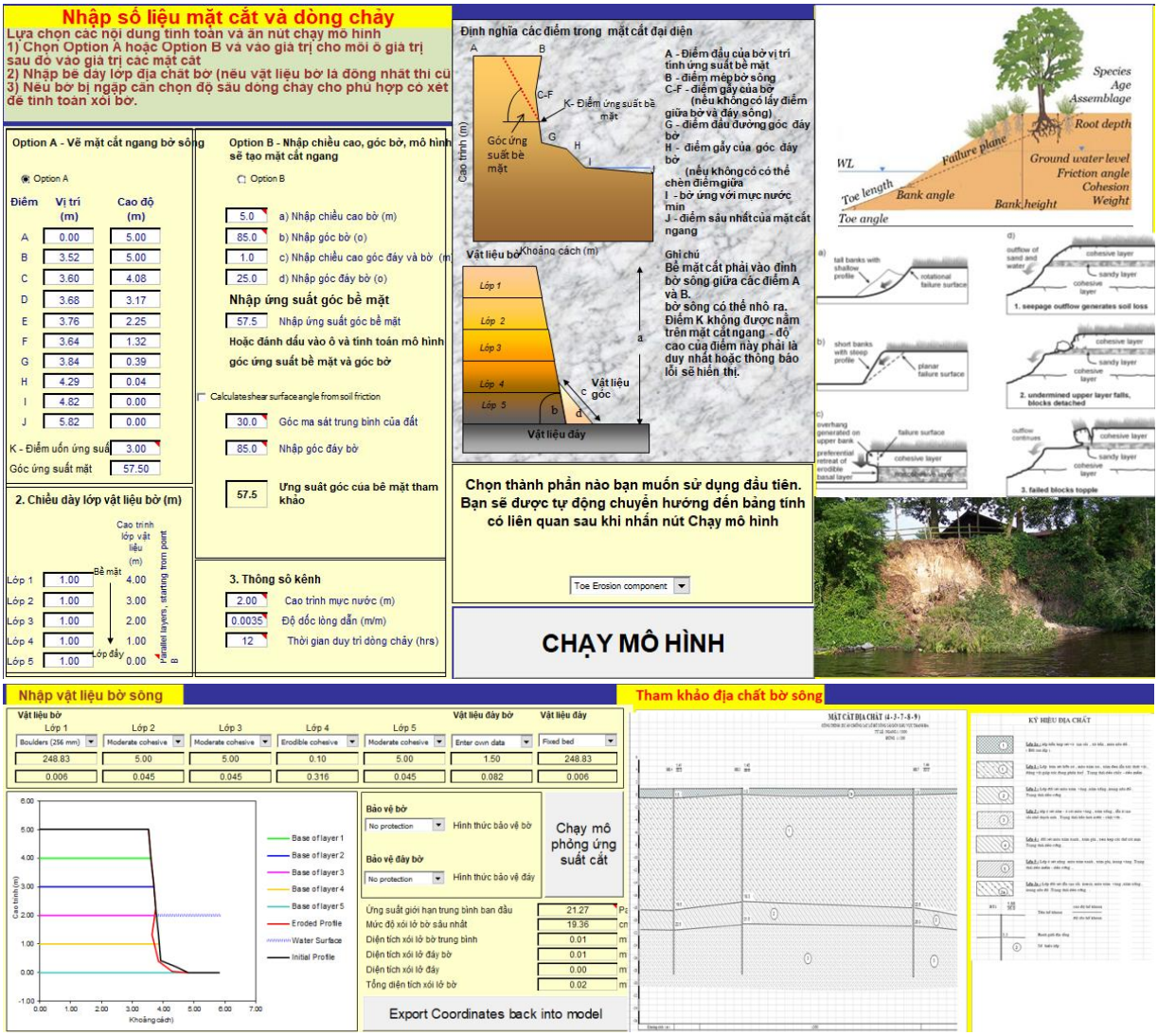
Trong đó:

E: Phạm vi sạt lở bờ (m)
k: Hệ số xói lở bờ (m3/N.s)
Δt: Bước thời gian tính toán (s)
τo: Ứng suất trung bình (Pa)
τw: Ứng suất cắt (Pa)
R: Bán kính thủy lực
n: Hệ số nhám manning
U: Vận tốc dòng chảy gần bờ (m/s)
u: Vận tốc trung bình mặt cắt (m/s)



Hình 2- 10: Phân bố ứng suất sạt lở bờ sông

Xác lập các số liệu input cho công cụ đánh giá nhanh mức độ sạt lở bờ



Select material types (or select "own data" and add values below)

Bank Material					Bank Toe Materi
Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5	
Erodible soft clay	Fine rounded sanc	Erodible soft clay	Resistant silt	Fine rounded san	Erodible silt

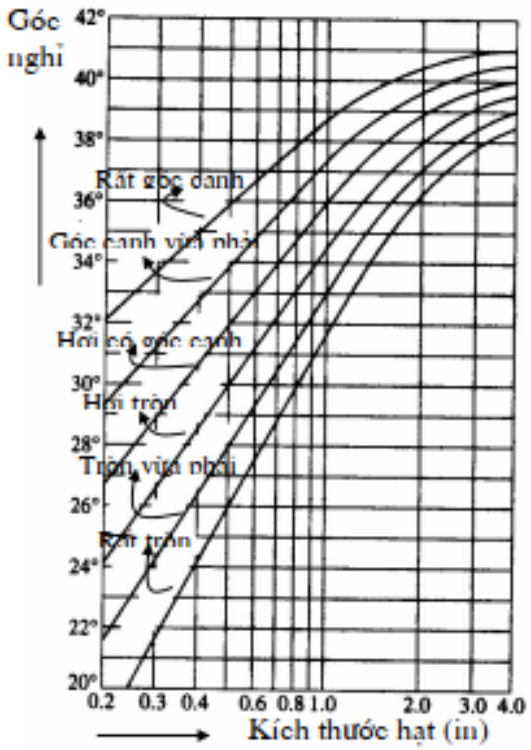
Bank and bank-toe material data tables.

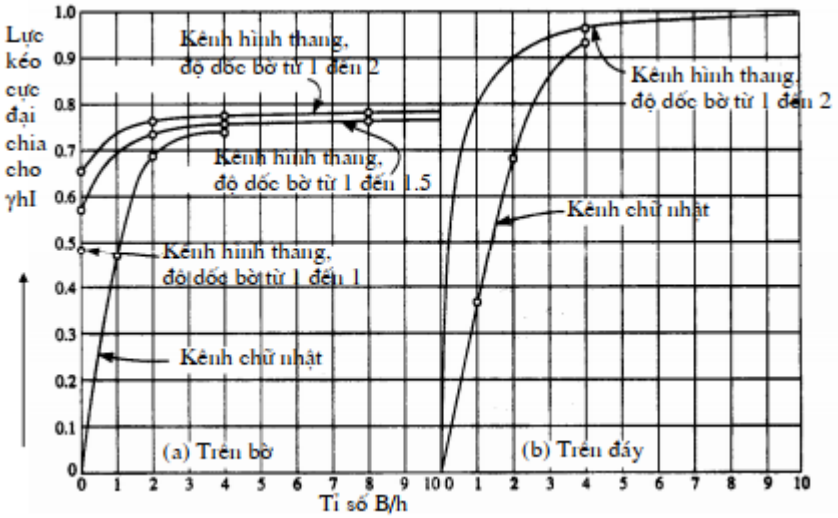
These are the default parameters used in the model. Changing the values or descriptions will change the values used when selecting soil types from the list boxes above. Add your own data using the white boxes.

Material Descriptors			Bank Model Input Data				
Bank material type	*Description*	*Mean grain size, D_{50} (m)*	*Friction angle ϕ' (degrees)*	*Cohesion c' (kPa)*	*Saturated unit weight (kN/m^3)*	*ϕ^b (degrees)*	*Chemical concentration (kg/kg)*
1	Boulders	0.512	42.0	0.0	20.0	15.0	-
2	Cobbles	0.128	42.0	0.0	20.0	15.0	-
3	Gravel	0.0113	36.0	0.0	20.0	15.0	-
4a and 4b	Angular sand	0.00035	32.3	0.4	18.5	15.0	-
5a and 5b	Rounded sand	0.00035	28.3	0.4	18.5	15.0	-
6a, 6b and 6c	Silt	-	26.6	4.3	18.0	15.0	-
7a, 7b and 7c	Soft clay	-	26.4	8.2	17.7	15.0	-
8a, 8b and 8c	Stiff clay	-	21.1	12.6	17.7	15.0	-
	Own data layer 1						
	Own data layer 2						
9	Own data layer 3						
	Own data layer 4						
	Own data layer 5						
	Own data Bank Toe						

Need to know the critical shear stress (τ_c) ?		Need to know the erodibility coefficient (k) ?	
Input non-cohesive particle diameter (mm)	0.500	Input critical shear stress τ_c (Pa)	1.200
Critical Shear Stress τ_c (Pa)	0.36	Erodibility Coefficient (cm^3/Ns)	0.091

Các góc nghỉ của các vật liệu khác nhau được cho bởi Lane (1953) như trình bày trong hình vẽ sau:





2.3.4. Phương pháp mô hình toán

Do chế độ thủy động lực sông ngòi rất phức tạp và phụ thuộc quá nhiều các yếu tố nên trạng thái của địa hệ sông trong tương lai sẽ là một hàm số có nhiều biến số tác động, làm biến đổi trạng thái của hệ thống. Để dự báo hoạt động xói - bồi sông ngòi trên thế giới đã sử dụng nhiều mô hình toán thuỷ lực khác nhau như: WASP, WENDY, MIKE 11, MIKE 21, MIKE 31, HEC 6, HEC - RAS, CH2D, 3D v.v...Đề tài sử dụng họ mô hình để liên kết và xem xét quan hệ lẫn nhau giữa các biến số trong dự báo xói bồi lòng dẫn đặc biệt sử dụng mô hình MIKE3 để tính toán xem xét theo chiều ngang và chiều sâu, nghiên cứu dòng chảy, nghiên cứu chuyển động bùn cát và nghiên cứu biến hình lòng dẫn theo phương ngang và phương đứng.

2.3.4.1.Thiết lập mô hình thủy lực MIKE11 phục vụ cho việc phân tích đánh giá biến động chế dộ thủy văn, thủy lực.

1. Phạm vi nghiên cứu mô hình

Để tính toán đánh giá biến động chế độ thủy văn, thủy lực vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai cần thiết lập mạng sông cho toàn hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn. Kế thừa tài liệu từ dự án Quy hoạch chống ngập cho Thành phố Hồ Chí Minh, dự án quy trình vận hành liên hồ chứa trên sông Đồng Nai và các dự án điều tra đo đạc khảo sát trên sông Đồng Nai – Sài Gòn do viện Khoa học thủy lợi Miền Nam thực hiện, dự án Cải tạo cảnh quan và phát triển đô thị ven sông Đồng Nai, trong đó có bổ sung cập nhật tài liệu đo đạc địa hình mới nhất năm 2016, năm 2017, năm 2018 và 2019.

2. Sơ đồ thủy lực tính toán

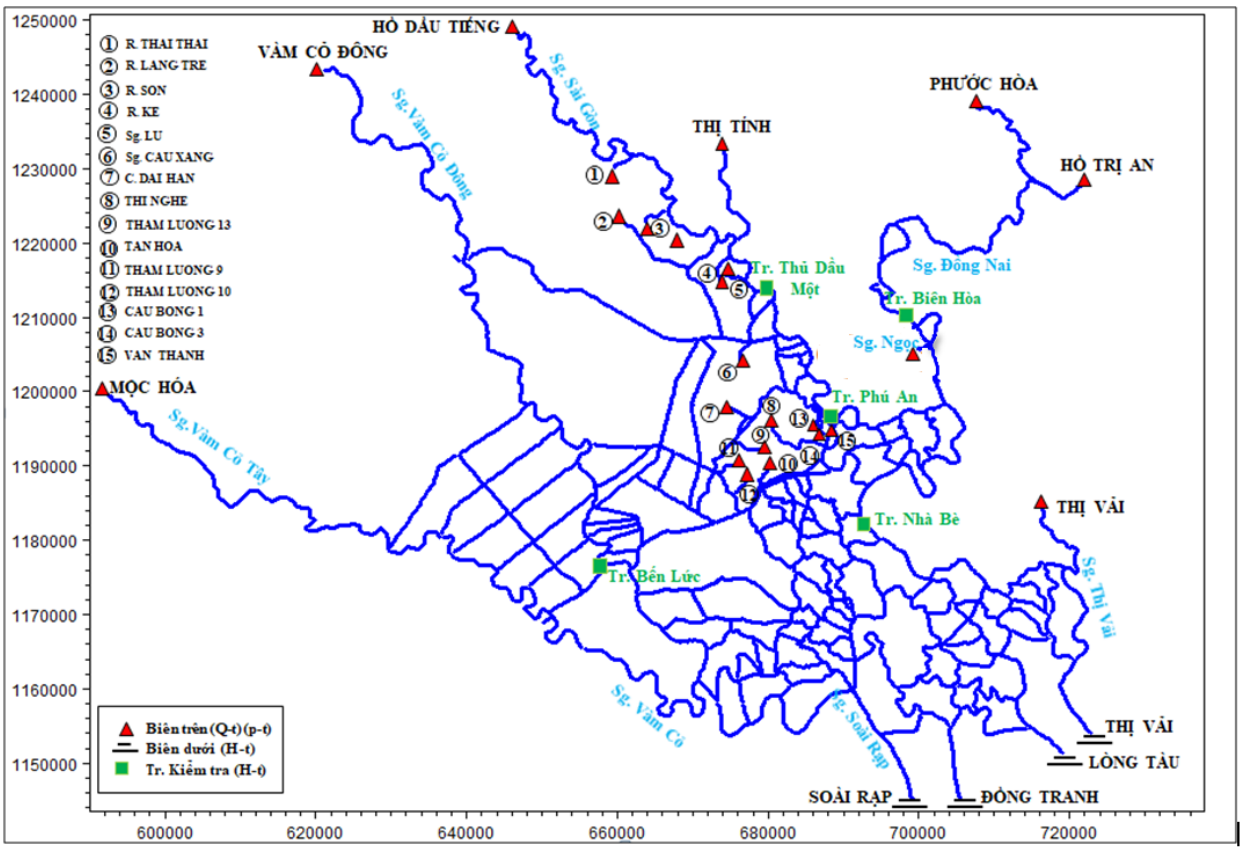
Sơ đồ thủy lực tính toán nghiên cứu bao gồm toàn bộ hệ thống sông Đồng Nai Sài Gòn được số hóa với tổng số 269 nhánh sông chính với tổng chiều dài được mô phỏng khoảng 1926,7 km, và 7563 nút tính toán.Tổng số mặt cắt sử dụng trong mô hình là 1112 mặt cắt.

Sơ đồ mạng sông bao gồm các sông chính sông như Vàm Cỏ Đông, Vàm cỏ Tây, sông Vàm Cỏ, sông Soài Rạp, sông Sài Gòn, sông Nhà Bè, sông Lòng Tàu, sông Đồng Nai, sông Cần Giuộc, sông Thị Tính….

- Sông Đồng Nai tính từ hồ Trị An đến ngã ba trên dài gần 93 km.
- Sông Bé tính từ trạm Phước Hòa đến nhập lưu vào sông Đồng Nai dài khoảng 50km
- Sông Sài gòn tính từ hồ Dầu Tiếng đến nhập lưu với sông Đồng Nai dài khoảng 143.7 km.
- Sông Vàm Cỏ Đông tính từ trạm thủy văn Cần Đăng tới hợp lưu với sông Vàm Cỏ dài khoảng 150km
- Sông Vàm Cỏ Tây kéo dài từ trạm thủy văn Mộc Hóa cho tới hợp lưu với sông Vàm Cỏ Đông kéo dài hơn 160 km.
- Sông Vàm Cỏ tính từ hợp lưu từ sông Vàm Cỏ Đông với Vàm Cỏ Tây tạo thành sông Vàm cỏ đến nhập lưu vào sông Soài Rạp dài 34.8km.
- Sông Soài Rạp tính từ ngã ba với sông Lòng Tàu đến cửa Soài Rạp dài gần 40km
- Sông Lòng Tàu bắt đầu từ ngã ba sông Lòng Tàu với sông Soài Rạp đến cửa Lòng Tàu dài 42.8km.

Ngoài ra còn rất nhiều sông nhỏ và kênh rạch chằng chịt đặc biệt là vùng hạ lưu hệ thống sông như kênh Bo Bo, kênh Thủ Thừa, kênh Thủ Đức, Rạch Làng The, Rạch Sơn, sông Ngọc, rạch Ông Dầu, rạch Bà Lồ…

Sơ đồ tính toán trong mô hình MIKE11 trên sông Đồng Nai – Sài Gòn như sau:



Hình 2- 11: Sơ đồ thủy lực mạng sông Đồng Nai – Sài Gòn

3. Tài liệu cơ bản sử dụng để tính toán

a) Các công trình có nhiệm vụ cắt lũ cho hạ du

Trong tính toán thủy lực đã đưa hệ thống hồ chứa (Trị An, Phước Hòa, Dầu Tiếng) là các hồ chứa ở bậc thang cuối của hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn) cắt lũ theo quy trình vận hành liên hồ chứa đã được Thủ tướng chính phủ phê duyệt theo quyết định số 1895/QĐ-TTg ngày 25/12/2019, trong đó có nội dung quy định đảm bảo an toàn tuyệt đối cho các công trình hồ chứa Trị An và Dầu Tiếng không để mực nước hồ chứa vượt cao trình mực nước lũ kiểm tra với mọi trận lũ có chu kỳ lặp lại nhỏ hơn hoặc bằng 5.000 năm, hồ chứa Phước Hòa chu kỳ lặp lại nhỏ hơn hoặc bằng 1.000 năm và góp phần giảm lũ cho hạ du. Các hồ chứa còn lại trên bậc thang sông Đồng Nai sẽ được xem xét vận hành theo mô hình HEC RESSIM. Các thông số thiết kế các hồ chứa nêu trên được thể hiện trong bảng sau (các thông số của các hồ khác trên hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn xem thêm trong quyết định 1895/QĐ-TTg ngày 25/12/2019):

Bảng 2- 7: Các thông số thiết kế các hồ chứa phòng lũ trên lưu vực sông Đồng Nai được xem xét trong mô hình thủy lực MIKE11

STT	Thông Số	Đơn vị	Phước Hòa	Trị An	Dầu Tiếng
I	**Các đặc trưng lưu vực**				
1	Lưu lượng TB nhiều năm	m^3/s		506	
2	Lưu lượng đỉnh lũ kiểm tra	m^3/s	6.200 P=0,1%	23.500 P=0,02%	6.200 P=0,02%
3	Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế	m^3/s	4.200 P=0,5%	19.000 P=0,1%	4.910 P=0,1%
II	**Thông số hồ chứa**				
1	Mực nước dâng bình thường	m	42,9	62	24,4
2	Mục nước chết	m	42,5	50	17
3	Mực nước lũ thiết kế	m	46,23 P = 0,5%	62,48	25,1 P = 0,1%
4	Mực nước lũ kiểm tra	m	48,25 P=0,1%	63,9	26,92 P=0,02%
5	Dung tích toàn bộ (W_{tb})	10^6m^3	21	2764,7	1.580
6	Dung tích hữu ích (W_{hi})	10^6m^3	2,45	2546,7	1.110
7	Dung tích chết (W_c)	10^6m^3	18,55	218	470
III	**Đập dâng chính**				
1	Cao trình đỉnh đập	m	51,5	65	28,00
2	Chiều dài đỉnh đập	m	546	420	1.100
3	Chiều cao đập lớn nhất	m	28,5	40	28,00
IV	**Đập tràn**				

STT	Thông Số	Đơn vị	Phước Hòa	Trị An	Dầu Tiếng
1	Số khoang tràn	khoang	4	8	6
2	Kích thước cửa van	m x m	4x10	15 x 16,3	10 x 6
3	$Q_{xả}$ max với P=0.1%	m^3/s		18.700	2.800
4	Cao trình ngưỡng tràn	m	32,5	46	14
V	**Nhà máy thủy điện**				
1	Lưu lượng lớn nhất	m^3/s		880	
2	Công suất lắp máy	MW		400	
3	Số tổ máy	tổ		4	

b) Tài liệu địa hình

Địa hình mặt cắt sông toàn bộ sông kênh khu vực hạ lưu Sài Gòn - Đồng Nai được cập nhật từ các dự án như sau:

- Dự án quy hoạch chống ngập úng khu vực Thành phố Hồ Chí Minh năm 2009 do Viện Khoa học Thuỷ lợi Miền Nam thực hiện.
- Tài liệu đo đạc khảo sát địa hình từ các dự án thuộc viện Viện Khoa học Thuỷ lợi Miền Nam thực hiện được đo đạc từ năm 2006-2009.
- Số liệu địa hình các mặt cắt khác như khu vực Sài Gòn, Đồng Nai, Cần Giờ, sông Lòng Tàu, Soài Rạp cũng được cập nhật với tài liệu đo đạc năm 2009 do Viện KHTL Miền Nam thực hiện.
- Tài liệu đo đạc khảo sát địa hình tại vị trí 12 cống chống ngập úng trong đề tài cấp nhà nước " Nghiên cứu dự báo diễn biến bồi lắng, xói lở lòng dẫn sông Đồng Nai – Sài Gòn dưới tác động của hệ thống công trình chống ngập úng và cải tạo môi trường cho khu vực Thành phố Hồ Chí Minh" thực hiện năm 2011.
- Tài liệu đo đạc khảo sát địa hình bổ sung từ dự án Quy trình vận hành liên hồ chứa trên sông Đồng Nai thực hiện năm 2014.
- Tài liệu đo đạc khảo sát địa hình bổ sung khu vực thành phố Biên Hòa đo bổ sung năm 2008, 2015, 2016,2017,2018.
- Tài liệu khu vực bán đảo Thanh Đa năm 2010, năm 2017 và năm 2019.

Đây là bộ số liệu khá hoàn chỉnh và đồng bộ, khoảng cách đo đạc giữa các mặt cắt ngang biến đổi trong phạm vi từ 2-4 km. Tất cả các mặt cắt đã được kiểm tra về mốc cao độ và kiểm tra về vị trí. Ngoài ra, trong mô hình các cầu qua sông cũng được đưa vào mạng sông tính toán. Trong bảng dưới đây thống kê tài liệu và số lượng mặt cắt địa hình lòng dẫn mạng sông sử dụng trong mô hình.

Số liệu của phần lớn các mặt căt trên sông lớn như sông Sài Gòn, Đồng Nai, Nhà Bè, Lòng Tàu, Thị Vải, Vàm Cỏ đều được cập nhâp mới và bổ sung thêm.

Các thông số liên quan đến cao trình đều được qui về hệ cao độ nhà nước. Vị trí mặt cắt sông kênh, nút phân/nhập lưu được biểu diễn trong tọa độ VN-2000.

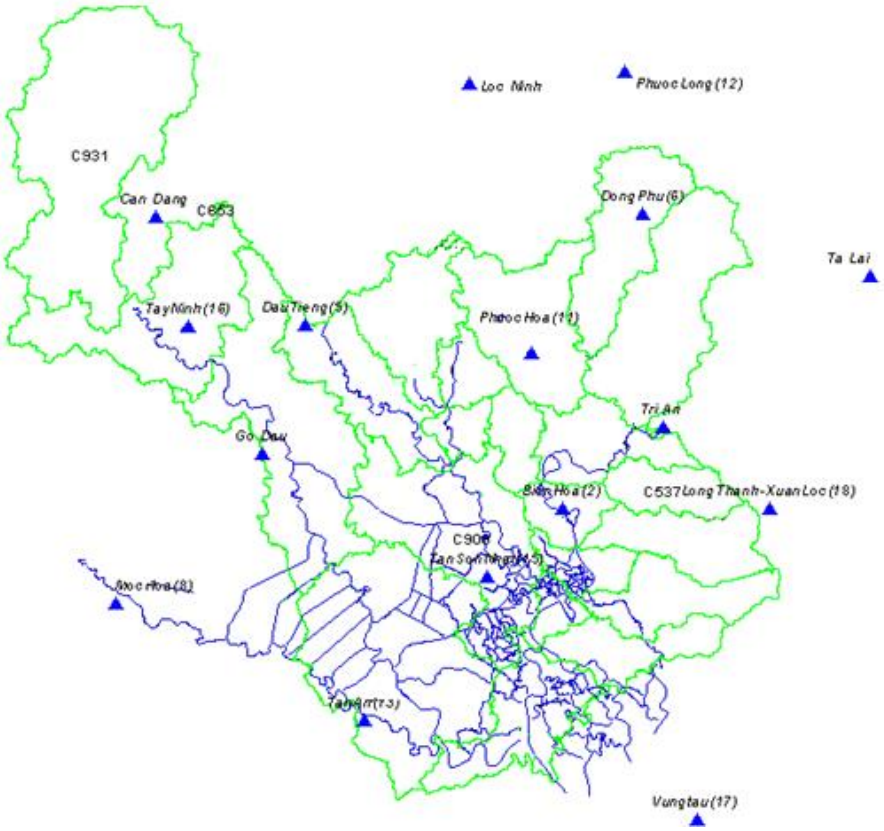
c) Tài liệu khí tượng thủy văn

Để phục vụ cho mô phỏng thủy lực cho hệ thống sông Đồng Nai Sài gòn thì tài liệu thủy văn đã được thu thập và phân tích bao gồm: Tài liệu về khí tượng (mưa, bốc hơi), Thủy văn (mực nước và lưu lượng).

Tài liệu khí tượng các trạm Biên Hòa, Cần Đăng, Dầu Tiếng, Đồng Phú, Gò Dầu, Lộc Ninh, Long Thành, Mộc Hóa, Phước Hòa, Phước Long, Tà Lài, Tân An, Tân Sơn Nhất, Tây Ninh, Trị An, Vũng Tàu.

Tài liệu thủy văn các trạm Vũng Tàu, Biên Hòa, Cát Lái, Phú An, Nhà Bè, Thủ Dầu Một, Bến Lức, Tân An, Mộc Hóa, lưu lượng thượng lưu sông Vàm Cỏ Đông, Thị Tính

Tài liệu lưu lượng xả xuống hạ du của hồ Dầu Tiếng, Trị An, Phước Hòa.



Hình 2- 12: Các trạm khí tượng trên lưu vực sông Đồng Nai Sài Gòn được xem xét trong mô hình MIKE11

Nguồn tài liệu khí tượng thuỷ văn tại các trạm trên có chất lượng tốt, đáng tin cậy. Các số liệu đã được chỉnh biên, kiểm tra độ chính xác hợp lý, đảm bảo được yêu cầu chất lượng, sử dụng được trong phân tích tính toán thuỷ văn phục vụ cho việc phân tích đánh giá biến động chế độ thủy văn, thủy lực vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

d) Số liệu phục vụ tính toán hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Năm được chọn để hiệu chỉnh mô hình là năm có đủ số liệu thực đo trên hệ thống sông đang xét và cũng là năm có lũ khá lớn so với chuỗi quan trắc trên hệ thống.

Trong thời gian quan trắc 30 năm, các năm xảy ra lũ lớn, lũ rất lớn như 1982, 1984, 1986, 1987, 1990, 1999, 2000, 2006, 2007. Các năm xảy ra lũ đồng bộ: 1981, 1983, 1988, 1989, 1991, 1992, 1996. Các năm mực nước triều lớn tại trạm Phú An, trạm Nhà Bè: 1982, 1986,

1990, 1999, 2000, 2003, 2006, 2007. Căn cứ tính đồng bộ số liệu đo đạc tại các tuyến để có khả năng khôi phục các trận lũ đến hồ, lựa chọn các năm lũ điển hình để hiệu chỉnh kiểm định mô hình như sau:

-Trận lũ tháng X/2000 được chọn để hiệu chỉnh mô hình.

Trận lũ tháng 10 năm 2000, lũ trên sông Đồng Nai lũ trung bình nhưng thời gian lũ kéo dài từ ngày 10 – 23/10 lưu lượng đến hồ Trị An luôn trên 2000m^3/s liên tục trong 14 ngày. Hồ Trị An ban hành báo động cấp 1 và xả lưu lượng khá lớn 2.550 m^3/s ngày 11/X ngang với mức lũ về. Đây là tình hình tổ hợp nhiều yếu tố bất lợi cho hạ du do xả lũ đồng loạt tại cả 3 hồ Dầu Tiếng, Trị An, Thác Mơ và ảnh hưởng lũ từ ĐBSCL tràn về. Tại 2 hồ Trị An, Thác Mơ lưu lượng về đạt lớn nhất ngày 10/X là 3.643,5m^3/s; lưu lượng xả tràn và phát điện lớn nhất ngày 11/X là 3.831m^3/s. Hồ Đơn Dương xả tràn với lưu lượng ngày 10/10:642m^3/s, 11/10:494m^3/s,12/10: 111m^3/s và ngày 13/10: 56m^3/s.

Lũ trên sông Bé lũ rất lớn và kéo dài ngày 11,13,14,15,16 lưu lượng lần lượt là 1480m^3/s, 1720m^3/s, 1860m^3/s, 1730m^3/s, 1420m^3/s, lũ kéo dài và trùng với lũ trên sông Đồng Nai. Đây là thời kỳ triều cường với đỉnh triều cao và kéo dài ngày 13,14,15,16,17 đỉnh triều cường lần lượt là 1.02;1.02; 1.14;1.16;1.15m. Mực nước Biên Hòa vượt đến báo động 3 trong nhiều giờ, mực nước Phú An vượt báo động 2.

Lưu lượng lớn nhất tại biên Trị An năm 2000 là 4500m^3/s ($Q_{qua\ 4\ tổ\ máy}$+$Q_{xảtràn}$+$Q_{sông\ Bé}$), tương đương lưu lượng lũ 10% thiết kế, tuy nhiên vì kéo dài nhiều ngày, nên tác động gây ngập của nó tương đương lũ 8%. Lưu lượng lớn nhất tại biên Dầu Tiếng năm 2000 đạt 600m^3/s tương đương lũ 10% thiết kế. Chi tiết vận hành các hồ chứa phía thượng nguồn lưu vực tháng 10/2000 được chỉ ra trong phần phụ lục báo cáo.

- Trận lũ tháng X/2007 được chọn để kiểm định mô hình.

Lưu lượng lớn nhất tại biên Trị An tháng 10 năm 2007 là 3590m^3/s (Qqua 4 tổ máy+Qxả tràn+Qsông Bé), tương đương lưu lượng lũ 20% thiết kế, tuy nhiên vì kéo dài nhiều ngày, nên tác động gây ngập của nó tương đương lũ 8%. Lưu lượng lớn nhất tại biên Dầu Tiếng năm 2007 đạt 300 m^3/s tương đưỡng lũ 20% thiết kế. Chi tiết vận hành các hồ chứa phía thượng nguồn lưu vực tháng 10/2007 được chỉ ra trong phần phụ lục báo cáo.

- Trận lũ tháng 9/2008 được chọn để xác nhận mô hình.

e) Biên tính toán và điều kiện ban đầu

Hệ phương trình Saint Venant được giải cho mạng kênh cùng với các điều kiện biên sau:

Biên trên: quá trình lưu lượng theo thời gian

Biên dưới: quá trình mực nước theo thời gian.

e.1. Biên trên của mô hình

Trong sơ đồ thủy lực bao gồm 5 biên lưu lượng thượng lưu đã được xác định ở trên, biên trên của mô hình thuỷ lực là quá trình lưu lượng theo thời gian (Q ~ t) cụ thể như sau:

+ Trên sông Đồng Nai tại Nhà máy Thủy điện Trị An (F_{lv}= 14800 km^2).

+ Trên sông Bé tại Phước Hòa (F_{lv}= 5765 km^2)

+ Trên sông Sài Gòn tại hồ Dầu Tiếng (F_{lv}= 2700 km^2).
+ Trên sông Vàm Cỏ Tây tại Mộc Hóa (F_{lv}= 901,1 km^2).
+ Trên sông Vàm Cỏ Đông tại Cần Đăng (Flv= 617km^2).

+ Ngoài ra còn các biên trên: Sông Thị Tính, Thị Vải, Thị Nghè, Cầu Xăng, Sông Lư, Cầu Bông, Tân Hòa, sông Ngọc...được tính thông qua sử dụng mô hình mưa rào dòng chảy.

e.2. Tính biên gia nhập khu giữa

Biên dọc của mô hình là các đường quá trình lưu lượng Q = f(t) gia nhập khu giữa được tính toán bằng mô hình thủy văn (mô hình NAM, URBAN) dựa vào các tài liệu khí tượng hiện có trên lưu vực. Vùng nghiên cứu được chia ra các tiểu vùng được trình bày trong bảng sau. Các tiểu vùng được liên kết với hệ thống sông kênh và tính toán đồng thời với mô hình thủy lực. Chi tiết xem thêm phụ lục tính toán.

e.3. Biên dưới của mô hình

Lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai là một lưu vực gần như khép kín với cửa chính đổ ra biển tại Soài Rạp và một số cửa sông nhỏ khác, chịu tác động của dòng chảy đồng bằng sông Cửu Long. Do vậy mạng lưới sông bố trí 4 biên mực nước gồm: Soài Rạp, Lòng Tàu, Đồng Tranh, Thị Vải. Tại các vị trí cửa biển Soài Rạp, Lòng Tàu, Đồng Tranh, Thị Vải không có trạm đo mực nước mà chỉ có một trạm đo mực nước Vũng Tàu nên số liệu các biên này sẽ được tính truyền từ trạm Vũng Tàu theo quan hệ H~H. Số liệu biên dưới được trích dẫn từ dự án quy hoạch chống ngập chi tiết do Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam và Viện Thủy lợi và Môi trường (Đại học Thủy lợi) thực hiện.

Theo nghiên cứu của GT.TS Nguyễn Tất Đắc trên cơ sở các liệt tài liệu đo từ 04-08/04/1993 thì tương quan của trạm Vũng Tàu với Soài Rạp và Cái Mép như sau:

$$H_{\text{Soài rạp}} = H_{\text{Vũng Tàu}} \times 0.98 + 35.5 \text{ (cm)}$$

$$H_{\text{Cái Mép}} = H_{\text{Vũng Tàu}} \times 1.095 + 15.2 \text{ (cm)}$$

e.4. Điều kiện ban đầu

Điều kiện ban đầu là mực nước và lưu lượng ở các mặt cắt tính toán tại thời điểm bắt đầu quá trình mô phỏng. Điều kiện ban đầu này sẽ được lấy tùy thuộc vào các tài liệu sử dụng để mô phỏng.

e.5). Trạm kiểm tra

Sau khi mô phỏng, các kết quả tính toán tại vị trí các trạm kiểm tra sẽ được trích ra để so sanh với giá trị thực đo tại các trạm này từ đó để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tìm ra bộ thông số cho mô hình. Các biên kiểm tra tại các trạm thủy văn có đo mực nước bao gồm:

Bảng 2- 8: Một số trạm thủy văn dùng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực

TT	Tên trạm	Sông	Vị trí
1	Biên Hòa	sông Đồng Nai	53934
2	Nhà Bè	Sông Soài Rạp	7000

TT	Tên trạm	Sông	Vị trí
3	Thủ Dầu Một	Sông Sài gòn	84450
4	Phú An	Sông Sài gòn	128404
5	Bến Lức	Sông Vàm Cỏ Đông	120077

4. Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Để phân tích và đánh giá độ chính xác từ các kết quả của mô hình toán với các số liệu thực đo, đề tài đã sử dụng chỉ số hiệu quả Nash-Sutcliffe (NSE) và chỉ số thiên lệch (PBIAS). Chỉ số NSE là một thông số thống kê xác định giá trị tương đối của phương sai dư so với phương sai của chuỗi thực đo, được tính toán như sau:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i^{obs} - Y_i^{sim})^2}{\sum_{i=1}^{n}(Y_i^{obs} - \overline{Y_i^{obs}})^2} \quad (3)$$

Trong đó NSE: Hệ số Nash-Sutcliffe, Y_i^{obs} là giá trị đo đạc tại thời điểm i, Y_i^{sim} là giá trị kết quả từ mô hình tại thời điểm i; $\overline{Y_i^{obs}}$ là giá trị đo đạc trung bình trong chuỗi số liệu; n: chiều dài của chuỗi số liệu.

PBIAS được sử dụng để ước tính xu hướng trung bình của kết quả mô phỏng lớn hơn hoặc nhỏ hơn các giá trị thực đo. Gía trị tối ưu của PBIAS là 0, với các giá trị thấp biểu thị mô hình mô phỏng chính xác. PBIAS được tính theo công thức sau:

$$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i^{obs} - Y_i^{sim}\right)}{\sum_{i=1}^{n} Y_i^{obs}} \times 100\% \quad (4)$$

Các tham số trong công thức (4) tương tự như các tham số ở công thức (3). Căn cứ để đánh giá mức độ chính xác của mô hình theo hai chỉ số nói trên được Moriasi và nnk [2007] tổng hợp từ các nghiên cứu trước và được trình bày trong **Error! Reference source not found.**.

Bảng 2- 9. Đánh giá mức độ chính xác của kết quả mô hình theo các chỉ số NSE và PBIAS theo bước thời gian tháng (Moriasi và nnk (2007))

Mức độ chính xác của mô hình	**NSE**	**PBIAS (%)**	
		Dòng chảy	Bùn cát
Rất tốt	0.75 < NSE ≤ 1.00	PBIAS < ±10	PBIAS < ±15
Tốt	0.65 < NSE ≤ 0.75	±10 ≤ PBIAS < ±15	±15 ≤ PBIAS < ±30
Trung bình	0.50 < NSE ≤ 0.65	±15 ≤ PBIAS < ±25	±30 ≤ PBIAS < ±55
Dưới trung bình	NSE ≤ 0.50	PBIAS > ±25	PBIAS > ±55

+) Hiệu chỉnh mô hình

Sau khi đã thiết lập được mô hình, tiến hành hiệu chỉnh thông số mô hình. Trong quá trình hiệu chỉnh cần luôn kết hợp so sánh kết quả tính mực nước với số liệu thực đo để chỉnh hệ số nhám. Khi kết quả tính toán hiệu chỉnh mực nước khá gần với số liệu thực đo tại các trạm có số liệu kiểm định, bộ thông số tìm được là đạt và có thể dùng được trong tính toán phương án tiếp theo. Kết quả hiệu chỉnh mô hình được thể hiện dưới dạng các biểu đồ so sánh kết quả tính toán và thực đo tại vị trí các trạm thủy văn kiểm tra trên mạng

sông đã nói ở trên và chỉ số kiểm định NASH tương ứng tại các trạm đó. Kết quả hiệu chỉnh mô hình như sau:

Bảng 2- 10: Kết quả hiệu chỉnh mô hình tại một số trạm theo trận lũ 2000

TT	Trạm kiểm tra	Sông	Hmax (m)			Hmin (m)			Hệ số Nash
			Tính toán	Thực đo	Sai số Hmax (m) (Ttoán-Tđo)	Tính toán	Thực đo	Sai số Hmin (m) (Ttoán-Tđo)	
1	Biên Hòa	Đồng Nai	2,17	2,19	-0,02	-0,67	-0,66	-0,01	0,95
2	Bên Lức	Vàm Cỏ Đông	1,37	1,38	-0,01	-0,2	-0,22	0,02	0,95
3	Thủ Dầu Một	Sài Gòn	1,27	1,26	0,01	-1,53	-1,52	-0,01	0,97
4	Nhà Bè	Nhà Bè	1,38	1,42	-0,04	-1,57	-1,62	0,05	0,87
5	Phú An	Sài Gòn	1,44	1,43	0,01	-1,56	-1,53	-0,03	0,94

Kết quả đường quá trình tính toán và thực đo trong trường hợp hiệu chỉnh mô hình tại các trạm kiểm tra được thể hiện trong phần phụ lục báo cáo.

Kết quả tính toán thử nghiệm mô hình mô phỏng cho trận lũ X/2000 cho thấy sai số mực nước lũ lớn nhất giữa tính toán và đo đạc là trong khoảng từ 1 đến 5cm. Đường quá trình tính toán và thực đo là phù hợp về dạng đường, thời gian xuất hiện đỉnh lũ, hệ số NASH nằm trong khoảng từ 0,87 đến 0,97. Như vậy, với bộ thông số của mô hình tương ứng với kết quả hiệu chỉnh này ta có thể dùng để tính toán kiểm định lũ cho hệ thống sông Đồng Nai Sải Gòn với trận lũ tháng X/2007.

+) Kiểm định mô hình:

Để kiểm định độ tin cậy của bộ thông số mô hình, ta dùng bộ thông số này tiến hành chạy kiểm tra tiếp trong thời gian mưa lũ tháng X/2007.

Kết quả kiểm định mô hình cũng được thể hiện trên biểu đồ quá trình mực nước thực đo tại các trạm kiểm tra trong mạng, kết hợp với chỉ tiêu kiểm định Nash tương ứng. Các kết quả trình bày trong bảng dưới đây.

Bảng 2- 11: Kết quả kiểm định mô hình theo trận lũ 2007

TT	Trạm kiểm tra	Hmax (m)			Hmin (m)			Hệ số Nash
		Tính toán	Thực đo	Sai số Hmax (m) (Ttoán-Tđo)	Tính toán	Thực đo	Sai số Hmin (m) (Ttoán-Tđo)	
1	Biên Hòa	2,06	2,05	0,01	-0,82	-0,78	-0,04	0,89
2	Bên Lức	1,41	1,4	0,01	-1,08	-1,06	-0,02	0,97
3	Thủ Dầu Một	1,25	1,24	0,01	-1,38	-1,4	0,02	0,93
4	Nhà Bè	1,42	1,46	-0,04	-2,2	-2,21	0,01	0,96
5	Phú An	1,47	1,49	-0,02	-1,71	-1,72	0,01	0,95

Kết quả đường quá trình tính toán và thực đo trong trường hợp kiểm định mô hình tại các trạm kiểm tra đươc thể hiện trong các hình vẽ phần phụ lục báo cáo.

Kết quả tính toán mô phỏng trận lũ tháng X/2007 cho thấy sai số giữa tính toán và đo đạc là 0,01÷ 0,04 m. Đường quá trình tính toán và thực đo tương đối phù hợp về dạng đường, thời gian xuất hiện đỉnh lũ. Hệ số NASH trong khoảng từ 0.89-0.97. Kết quả mô

phỏng mực nước giữa tính toán và thực đo tương đối tốt cho các trạm trong vùng nghiên cứu. Sự lệch pha cũng như chênh lệch giữa chân triều và đỉnh triều là rất ít. Sử dụng trận lũ tháng 9/2008 để xác nhận mô hình. Kết quả xác nhận mô hình được thể hiện trong bảng và các hình vẽ sau:

Bảng 2- 12: Kết quả xác nhận mô hình tại một số trạm theo trân lũ IX/2008

TT	Trạm kiểm tra	Sông	Hmax (m)			Hmin (m)			Hệ số Nash
			Tính toán	Thực đo	Sai số (m)	Tính toán	Thực đo	Sai số (m)	
1	Biên Hòa	Đồng Nai	1,6	1,6	0	-1,6	-1,55	-0,05	0,90
2	Bến Lức	Vàm Cỏ Đông	1,16	1,15	0,01	-1,27	-1,30	0,03	0,93
3	Thủ Dầu Một	Sài Gòn	1,16	1,12	0,04	-2,15	-2,17	0,02	0,90
4	Nhà Bè	Nhà Bè	1,32	1,28	0,04	-2,28	-2,27	-0,01	0,92
5	Phú An	Sài Gòn	1,31	1,32	-0,01	-2,18	-2,20	0,02	0,94

Kết quả tính toán cho thấy mực nước tính toán phù hợp với số liệu thực đo cả về biên độ dao động lẫn giá trị tuyệt đối và pha triều, chênh lệch giữa số liệu thực đo và mô phỏng khoảng từ 1-5cm. Hệ số NASH trong khoảng từ 0.90-0.94. Qua đó cho thấy rõ cơ sở dữ liệu nhập để mô phỏng các yếu tố thủy lực vùng nghiên cứu có đủ độ tin cậy. Kết quả mô phỏng hiệu chỉnh mô hình và bộ thông số của mô hình như trên là phù hợp và có thể sử dụng để mô phỏng đánh giá biến động chế độ thủy văn thủy lực vùng hạ du lưu vực sông Đồng Nai.

2.3.4.2.Thiết lập mô hình thủy lực MIKE11ST phục vụ cho bài toán đánh giá diễn biến lòng dẫn vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

1. Phạm vi nghiên cứu mô hình

Phạm vi nghiên cứu mô hình thủy lực MIKE11 moduyn ST phục vụ tính toán diễn biến lòng dẫn 01 chiều được xem xét trên phạm vi mô hình MIKE11 moduyn HD.

2. Sơ đồ thủy lực tính toán

Sơ đồ thủy lực tính toán được nêu như trong phần 6.1.2 mô hình MIKE11_HD.

3. Tài liệu cơ bản sử dụng để tính toán

Trong mô hình MIKE11ST, số liệu đầu vào yêu cầu tính toán gồm:

- Các số liệu bùn cát biên vào dưới dạng bùn cát lơ lửng Q~R hoặc R~t và đặc trưng thành phần hạt bùn cát đáy.

Dữ liệu bùn cát sử dụng cho kiểm định và hiệu chỉnh mô hình dựa trên quan hệ bùn cát lưu lượng tại các mặt cắt đo đạc năm 2016.

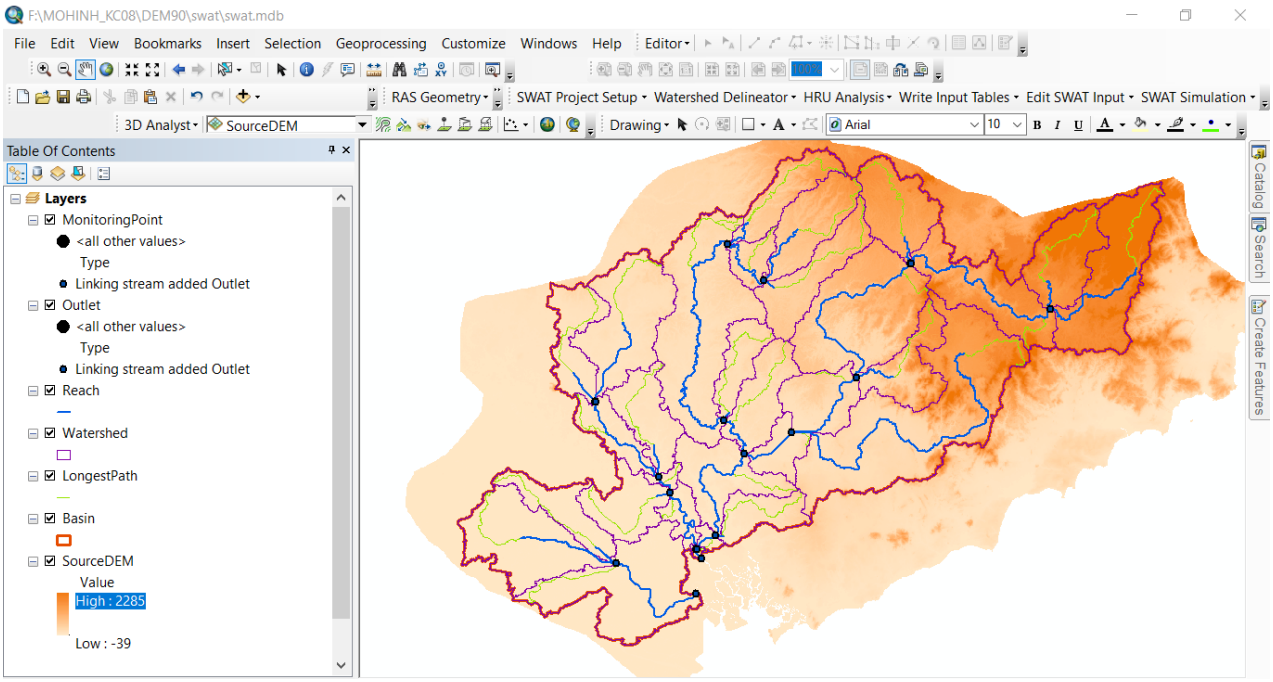
Do không có số liệu về vận chuyển bùn cát ở các biên vào của mô hình, nên chúng tôi đã sử dụng dạng biên cung cấp bùn cát (Sediment supply). Đối với mô hình MIKE11-ST tại các biên phía hạ lưu, giá trị điều kiện biên về bùn cát có thể cho hoặc không.

Vị trí các biên vào bùn cát được lấy trùng với vị trí của các biên trên và dưới trong tính toán thủy lực. Do không có số liệu về vận chuyển bùn cát ở các biên vào của mô hình,

nên chúng tôi đã sử dụng mô hình SWAT tính toán lượng bùn cát vận chuyển đến kênh dẫn (Sediment supply), với lượng bùn cát bị xói mòn trên bề mặt lưu vực được tính toán từ phương trình MUSLE, diễn toán bùn cát dòng mặt và trong kênh. Mô hình "Công cụ đánh giá đất và nước" SWAT (Soil and Water Assement Tools) là một mô hình vật lý được xây dựng từ những năm 90's do tiến sỹ Dr. Jeff Arnold thuộc trung tâm nghiên cứu đất nông nghiệp USDA- Agricultural Research Service (ARS) xây dựng nên. Mô hình này được xây dựng để mô phỏng ảnh hưởng của việc quản lý sử dụng đất đến nguồn nước, bùn cát và hàm lượng chất hữu cơ trong đất trên hệ thống lưu vực sông trong một khoảng thời gian nào đó. Tiền thân của mô hình SWAT là mô hình SWRRB ((Simulator for Water Resources in Rural Basins) (Williams et al., 1985; Arnold et al., 1990)) và mô hình ROTO ((Routing Outputs to Outlet) (Arnold et al., 1995)).

Sự xói mòn và lượng bùn cát sinh ra được ước lượng cho mỗi một đơn vị thủy văn (HRU) cùng với phương trình mô tả sự biến đổi của tổn thất trong đất (Williams, 1975). Mô hình SWAT sử dụng phương trình USLE/MUSLE để tính toán lượng đất xói mòn trên bề mặt lưu vực, tính toán vận chuyển bùn cát trên lưu vực. Kết quả mô hình cho biết tổng lượng dòng chảy, lượng xói mòn của dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên từng tiểu lưu vực và trên các kênh dẫn trên lưu vực. Lượng vận chuyển bùn cát từ các tiểu lưu vực tới kênh dẫn sẽ được làm biên vào cho tính toán vận chuyển bùn cát bằng mô hình MIKE11ST.

Số lưu vực tính toán trong mô hình SWAT được dựa trên lưu vực trong mô hình NAM để làm biên vào bùn cát để tính toán. Kết quả tính toán từ mô hình SWAT tính toán lượng bùn cát đến các nút vào của mô hình MIKE11 được trình bày trên các hình vẽ sau:



Hình 2- 13: Phân chia lưu vực tính toán trong mô hình SWAT để tính toán lượng vận chuyển bùn cát trên lưu vực

Yêu cầu số liệu đầu vào của mô hình SWAT được biểu diễn dưới hai dạng: số liệu không gian và số liệu thuộc tính.

Trường hợp dòng chảy bùn cát đến hồ tính theo tỷ lệ bùn cùn lắng đọng phía trước hồ một phần sau đó lượng chảy qua hồ là biên đầu vào trong mô hình MIKE 11 ST để mô phỏng bùn cát.

Số liệu không gian (dưới dạng bản đồ):

Các bản đồ được dùng để tính toán bao gồm:

- Bản đồ số hóa độ cao (DEM) lưu vực sông Đồng Nai – Sài Gòn

- Bản đồ đất lưu vực sông Đồng Nai – Sài Gòn

- Bản đồ thảm phủ thực vật ứng với hiện trạng rừng và sử dụng đất của năm 2000

- Bản đồ mạng lưới sông suối và lưới trạm đo khí tượng thủy văn

**** Số liệu thuộc tính***

- Vị trí địa lý các trạm đo trên lưu vực sông Đồng Nai – Sài Gòn

- Số liệu khí tượng bao gồm nhiệt độ không khí (tối cao, tối thấp), tốc độ gió, bức xạ, độ ẩm tương đối, độ ẩm tuyệt đối.

- Số liệu thuỷ văn bao gồm lượng mưa ngày của trạm thủy văn trên sông Đồng Nai – Sài Gòn.

Các số liệu không gian được xử lý bằng phần mềm ARCVIEW. Bản đồ địa hình được đưa vào dưới dạng DEM còn bản đồ sử dụng đất và loại đất được đưa vào mô hình dưới dạng grid file hoặc shape file. Các số liệu thuộc tính được đưa vào dưới dạng database…

Kết quả tính toán lượng bùn cát vận chuyển từ bề mặt lưu vực đến kênh dẫn bằng mô hình SWAT được coi là biên vào để tính toán lượng vận chuyển bùn cát của mô hình MIKE11ST.

Thông số của mô hình

Thông số thủy lực:

Điều kiện ban đầu: Giá trị lưu lượng và mực nước tại thời đoạn đầu tại các vị trí trên mạng sông.

Hệ số nhám (n hoặc M) đây là thông số rất quan trọng và nó ảnh hưởng rất lớn đến kết quả nghiên cứu. Các giá trị sử dụng trong mô hình được rút ra từ các thí nghiệm mô hình vật lý và kinh nghiệm thực tế bao gồm giá trị chung (Global value) cho cả mạng sông là n = 0.026 và mỗi đoạn sông có hệ số nhám khác nhau phụ thuộc với điều kiện địa hình từng nhánh.

Thông số bùn cát

- *Đường kính hạt* d_{50}

Dữ liệu đường kính hạt trung bình sẽ được lấy theo Bảng thống kê trong phần phục lục báo cáo. Tài liệu bùn cát được lấy từ kết quả thí nghiệm thành phần hạt bùn cát đáy tháng 10/2003 (96 vị trí) tháng 12/2003 (66 vị trí) của viện khoa học Thủy lợi Miền Nam

thực hiện và trong đợt khảo sát lấy mẫu năm 2005 trên 97 vị trí trên sông Sài Gòn - Đồng Nai do Viện Khoa học thủy lợi Miền Nam thực hiện, trong đó có 34 vị trí trên sông Sài Gòn, 15 vị trí trên sông Vàm Cỏ, 10 vị trí trên sông Soài Rạp, 16 vị trí trên sông Đồng Nai, 12 vị trí trên sông Lòng Tàu. Ngoài ra còn cập nhật tài liệu bùn cát đo đạc khảo sát tại 15 vị trí thuộc khu vực Đồng Nai đo năm 2008 và năm 2016 với 12 mẫu phân tích thành phần hạt trầm tích đáy, khu vực bán đảo Thanh Đa đo năm 2019 với 22 mẫu phân tích thành phần hạt trầm tích đáy. Thống kê kết quả đường kính hạt trung bình được tổng hợp trong bảng sau (chi tiết xem phần phụ lục báo cáo).

Bảng 2- 13: Đường kính hạt bùn cát trung bình d50 tại một số vị trí lấy mẫu trên lưu vực Đồng Nai

STT	Sông	d_{50}(m)	Tỷ trọng	Thời gian lấy mẫu
1	Sài Gòn	0,0016 ÷ 2,3	2624	2003,2005,2019
2	Vàm Cỏ	0,0015 ÷ 2,1	2683	2003,2005
3	Soài Rạp	0,0017 ÷ 0,23	2672	2003,2005
4	Đồng Nai	0,004÷ 10	2690	2003,2008,2016,2018
5	Lòng Tàu	0,0031 ÷ 0,75	2648	2003,2005

. Trong mô hình tính, dữ liệu địa chất bao gồm các lớp đất đáy sông không đưa trực tiếp vào mô hình mà chỉ giúp dự báo đánh giá khả năng xói lòng dẫn thông qua giá trị chiều sâu xói hạn tại từng vị trí. Đối với khu vực có bãi đá ngầm, tại các vị trí này khó có khả năng xảy ra xói và đã xác định giá trị xói tới hạn =0.

4. Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Hiện nay tài liệu bùn cát trên hệ thống sông thường ít, thường chỉ đo đạc trong thời gian ngắn phục vụ cho các dự án nghiên cứu riêng lẻ chứ không liên tục. Trên lưu vực chỉ có trạm Phước Hòa có đo tài liệu hàm lượng chất lơ lửng. Ngoài ra sử dụng các tài liệu đo đạc bùn cát lơ lửng từ đề tài độc lập cấp nhà nước mã số 21G/2009/HĐ-ĐHTL thực hiện năm 2011, từ các dự án Cải tạo cảnh quan đô thị ven sông Đồng Nai thực hiện năm 2018... để tính toán hiệu chỉnh, kiểm định mô hình.

Việc so sánh mức độ sai số trong tính toán bùn cát cũng như độ hữu hiệu của các hàm bùn cát là rất khác so với trong thủy lực. Do đó, sử dụng phương pháp trực quan, dựa trên mối tương quan giữa các hàm bùn cát và giữa các giá trị bùn cát tính toán – thực đo để so sánh, ngoài ra còn sử dụng thêm các chỉ tiêu: RMSE và RRMSE để so sánh và đánh giá các hàm vận chuyển bùn cát cũng như mức độ hữu hiệu của mô hình Mike11 mô đuyn bùn cát.

$$\mathrm{RMSE} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sqrt{(Y_i - X_i)^2}}{n} \qquad \textbf{(4. 1)}$$

$$\mathrm{RRMSE} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sqrt{(Y_i - X_i)^2}}{n\bar{X}} \qquad \textbf{(4. 2)}$$

Các chỉ tiêu này dựa trên độ lệch giữa giá trị thực đo và tính toán nên giá trị của chúng càng nhỏ thì tính chính xác càng cao.

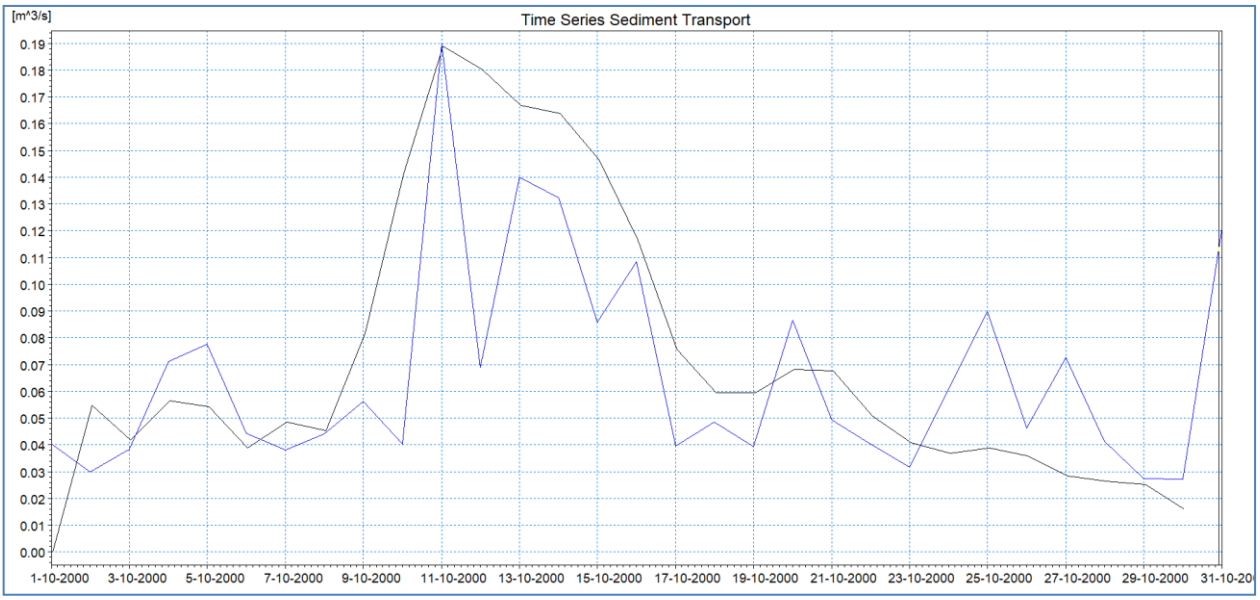
Trong mô đun bùn cát không kết dính của mình, MIKE 11 đưa ra một loạt các hàm vận chuyển bùn cát bao gồm hàm vận chuyển tổng cộng; các hàm tải cát di đáy và các hàm tải cát lơ lửng. Để tiến hành hiệu chỉnh và kiểm định mô đun bùn cát, đầu tiên chúng tôi phải lựa chọn hàm phù hợp nhất để mô phỏng chế độ vận chuyển bùn cát trong khu vực nghiên cứu. Chúng tôi đã s ử dụng 5 hàm gồm: 3 Hàm tải tổng cộng của Engelund - Hansen, Ackers-White và hàm của Smart - Jaeggi; 1 hàm tải di đáy của Mayer Peter – Muler và 1 hàm tải lơ lửng của Vanjin để tính toán. Sau đó dựa trên việc so sánh đường quan hệ lưu lượng nước-lưu lượng bùn cát (Q-Qs) cũng như độ lệch của giá trị lưu lượng bùn cát tính toán được và giá trị lưu lượng bùn cát thực đo tại trạm Phước Hòa, chúng tôi để tìm ra hàm mô phỏng tốt nhất khu vực nghiên cứu.

Quá trình hiệu chỉnh được thực hiện với trận lũ X/ 2007 so sánh các kết quả mô phỏng với thực đo được trình bày trong bảng 4.5, và từ đó nhận thấy hàm tải bùn cát tổng cộng của Engelund – Hansen cho kết quả phù hợp nhất với lưu lượng bùn cát thực đo tại Phước Hòa, và do vậy nó đã được lựa chọn cùng với các thông số bùn cát khác để kiểm định và tính toán trong các bước tiếp theo.

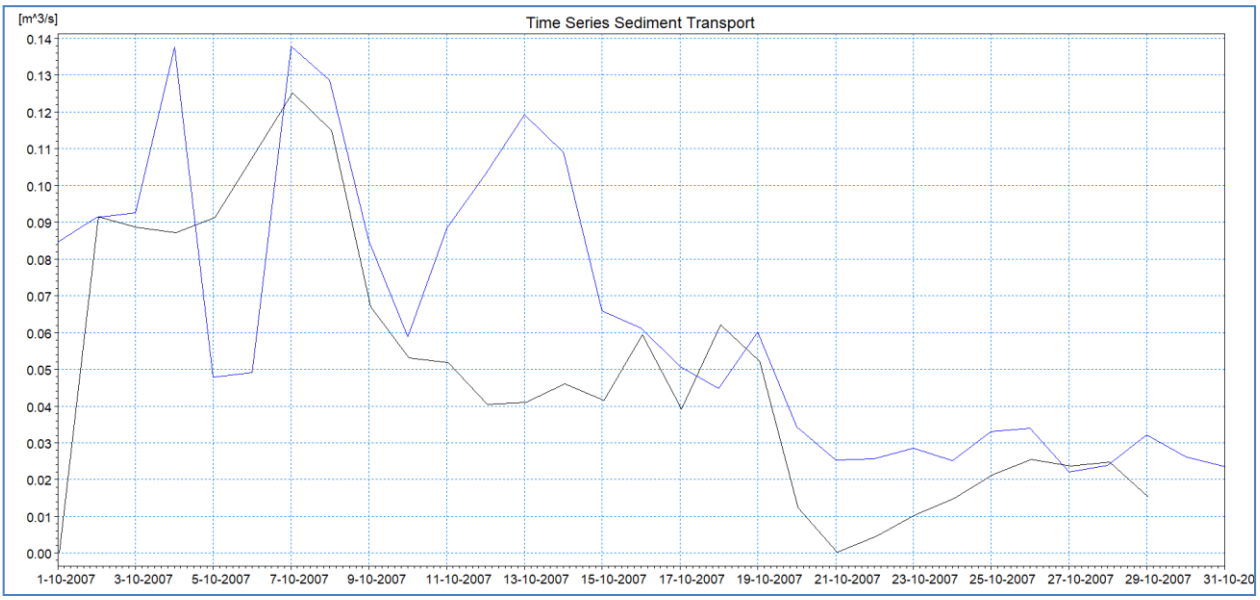
Bảng 2- 14: Kết quả tính toán mức độ sai số trong quá trình hiệu chỉnh trận lũ tháng X/2000

Hàm vận chuyển	RMSE	RRMSE
Acker và White	0.0027	3.00
Smart và Jaeggi	0.0016	1.89
Engelund và Hansen	0.0014	1.69
Mayer Peter và Muler + Vanjin	0.0024	2.55

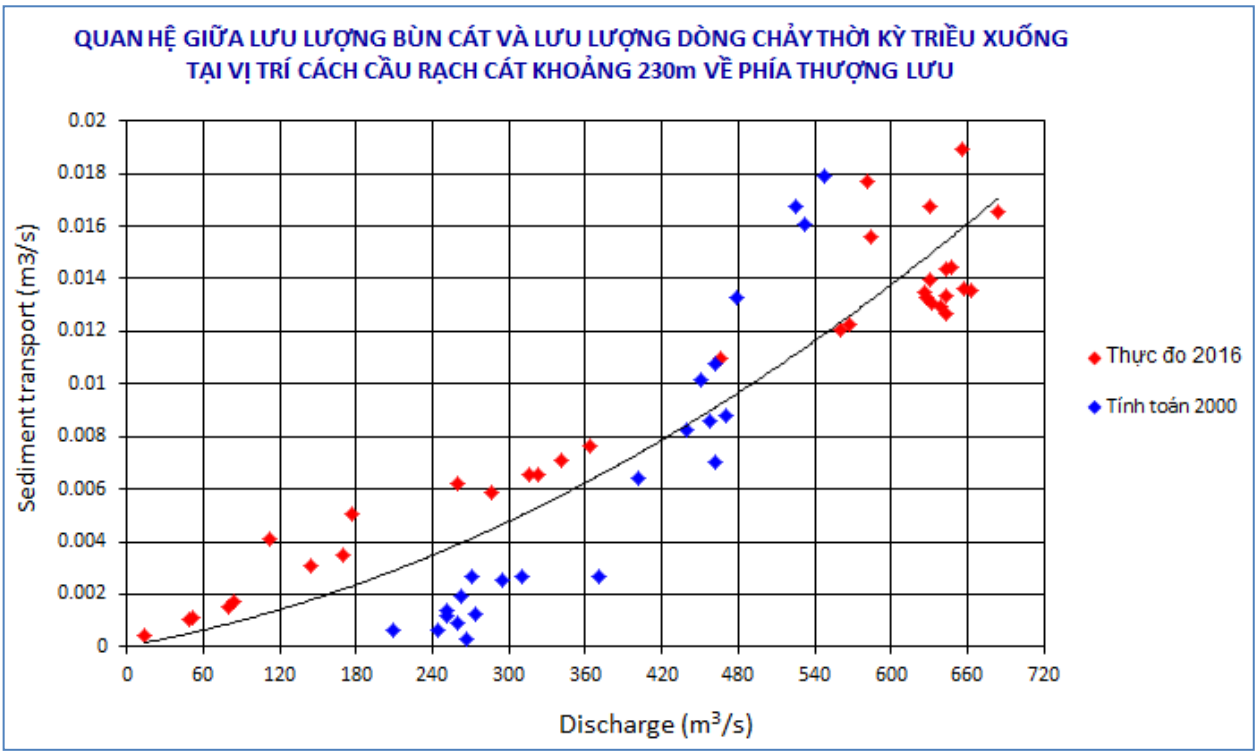
Do đặc điểm bùn cát sông Đông Nai Sài Gòn với hơn 80% bùn cát là bùn cát lơ lửng nên sử dụng cách tính toán tổng lượng vận chuyển bùn cát theo phương pháp *Engelund – Hansen* là hợp lý.

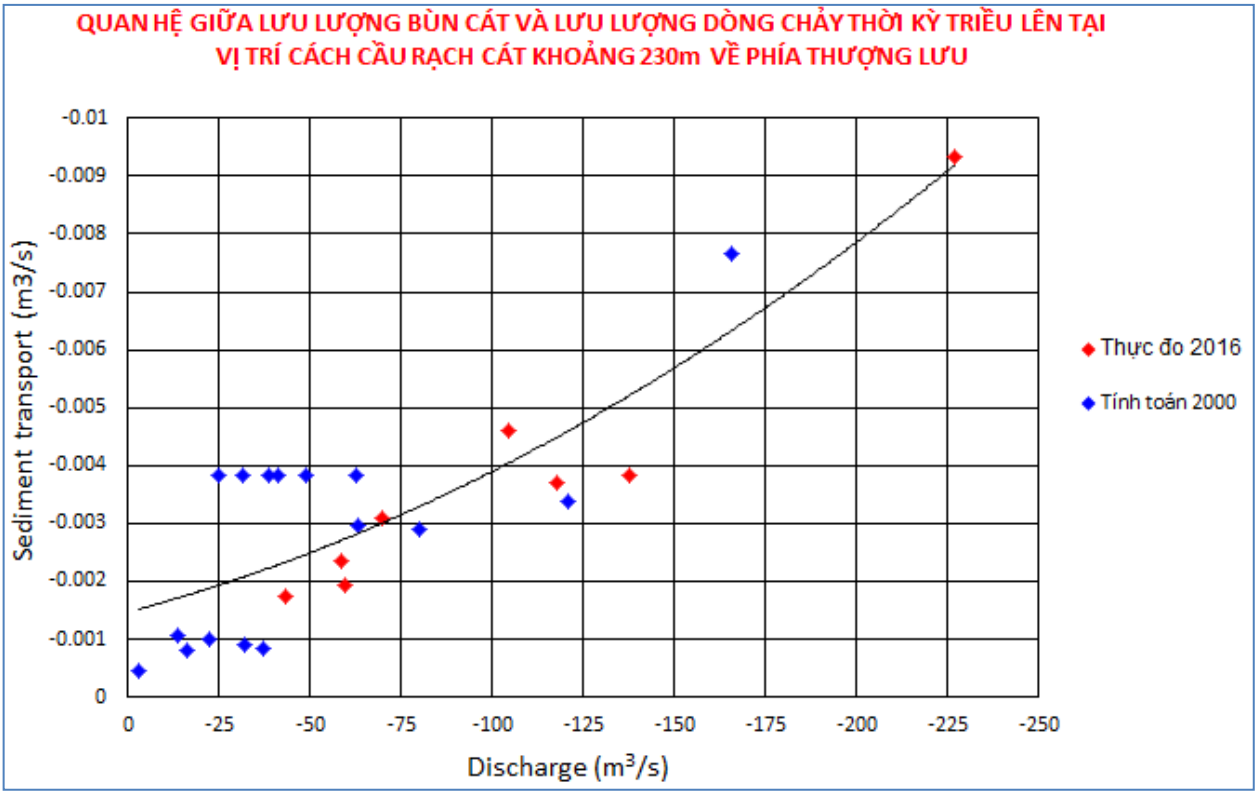


Hình 2- 14: Quan hệ lưu lượng nước – lưu lượng bùn cát tại trạm Phước Hòa trận lũ X/2000 (đường xanh là thực đo, đường đen là tính toán)



Hình 2- 15: Quan hệ lưu lượng nước – lưu lượng bùn cát tại trạm Phước Hòa trận lũ X/2007 (đường xanh là thực đo, đường đen là tính toán)





Kết quả tính toán cho thấy tương quan giữa hàm lượng bùn cát lơ lửng và lưu lượng dòng chảy trong mùa lũ về hình dạng đường tương quan tương đối phù hợp giữa tính toán và thực đo nhưng hệ số tương quan giữa hàm lượng bùn cát lơ lửng và lưu lượng dòng chảy có giá trị chỉ đạt trong khoảng 0.45-0.60. Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho trận lũ năm 2000 có hệ số Nash nhỏ hơn so với năm 2017 do việc sử dụng số liệu địa hình hiện trạng để đánh giá cho năm 2000 nên có sự sai số. Tuy nhiên việc hiệu chỉnh, kiểm định đối với hàm lượng bùn cát lơ lửng khó đạt được độ chính xác cao, vì vậy trong điều kiện hiện nay, có thể áp dụng bộ thông số mô hình để tính toán mô phỏng cho trường hợp tính toán của mô phỏng dự báo xói sâu lòng dẫn hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

Với kết quả tính toán hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE11 môduyn ST có thể sử dụng bộ thông số để mô phỏng tính toán diễn biến lòng dẫn vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai, tuy nhiên do số liệu về bùn cát còn nhiều hạn chế nên kết quả cũng có hạn chế nhất định, do đó tại khu vực nghiên cứu trọng điểm sử dụng số liệu thực đo năm 2019 để đánh giá bằng mô hình MIKE3FM. Việc xác định khu vực trọng điểm sẽ được xác định trong phần nội dung 6.

2.3.4.3. Thiết lập mô hình MIKE3FM tính toán quá trình dự báo sạt lở bờ, diễn biến lòng dẫn cho khu vực trọng điểm vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

1. Về mô hình MIKE3 Flow Model FM

Hiện nay để nghiên cứu diễn biến lòng dẫn phục vụ công tác quy hoạch chỉnh trị sông, người ta thường dùng mô hình toán. Hiện nay có nhiều mô hình thủy động lực có khả năng tính toán mô phỏng vận chuyển bùn cát và dự báo diễn biến trên các lòng dẫn sông ngòi trong đó có thể kể đến HEC-6 (1D), GSTAR (1, 2D), bộ mô hình SMS (1,2D),

DELF, bộ mô hình MIKE (11, 21, 3), TREM (2D), CCHE2D, HSCTM2D,… và trong số đó có nhiều mô hình đã và đang được ứng dụng rộng rãi ở trên thế giới và cả ở Việt Nam.

Mô hình MIKE 3 Flow Model FM mô phỏng dòng chảy 3 chiều và những vấn đề liên quan đến bùn cát cũng như chất lượng nước...Dòng chảy đoạn sông cong chịu tác dụng của lực hướng tâm. Dòng chảy trong sông được chia theo các lớp tính toán khác nhau, do đó mô phỏng cụ thể được các hệ số nhớt rối và ma sát của lòng dẫn, mô phỏng được dòng chảy xoắn ba chiều đoạn sông cong với việc sử dụng lưới phi cấu trúc. Phiên bản lưới Flexible Mesh sử dụng phương pháp dung tích hữu hạn tập trung ô lưới giải phép toàn rời rạc của phương trình dòng chảy và phương trình vận chuyển. Trên hướng nằm ngang (toạ độ Cartesian hoặc toạ độ không gian) sử dụng lưới phi cấu trúc, bao gồm các phần tử tam giác và tứ giác. Sử dụng lưới phi cấu trúc với độ linh hoạt tối đa cho nhiều mức phân giải khác nhau cho mô hình. Trên hướng thẳng đứng, sử dụng cấu trúc phân tầng với lưới tích hợp dòng chảy bề mặt. Theo chiều đứng các phần tử được chia có cấu trúc dựa theo cao trình, địa hình hoặc kết hợp cả hai mức sigma- và z-level giúp mô tả dòng chảy được chia tầng phức tạp một cách tốt hơn.

Mô hình MIKE 3 Flow Model FM trong bộ mô hình MIKE là mô hình số trị 3 chiều được ứng dụng để mô phỏng các biến động 3 chiều của mực nước và dòng chảy trong hồ, cửa sông, vịnh, khu vực ven biển.

Mô hình MIKE 3 Flow Model FM: đây là mô hình phát triển dựa trên các nghiên cứu khoa học gần đây, tính toán dòng chảy và bùn cát 3 chiều (3D). Hệ thống này có thể mô phỏng rất tốt sự phân bố dòng chảy và bùn cát theo không gian 3 chiều, rất thích hợp để nghiên cứu với độ chính xác cao bài toán bồi, xói lở ở các đoạn sông và đặc biệt rất thích hợp để áp dụng cho các vấn đề xói lở của các đoạn sông cong, cửa sông và ven biển…

Mô hình MIKE3 Flow Model FM được xây dựng và kết hợp các kỹ thuật mô hình mới sử dụng cách tiếp cận lưới phi cấu trúc hoặc lưới hình vuông. Kỹ thuật này đã và đang được phát triển cho các ứng dụng liên quan đến môi trường cửa sông, khu vực ven biển đại dương và tràn lũ trong đất liền.

MIKE 3 Flow Model FM bao gồm các modul sau:

Modul thuỷ động lực (Hydrodynamics HD): Modul HD mô phỏng biến đổi mực nước và dòng chảy theo các phương trình lực khác nhau. Nó bao gồm một loạt các hiện tượng thuỷ lực trong mô phỏng và có thể sử dụng cho mô phỏng dòng chảy tự do 3 chiều. Phiên bản với lưới Flexible Mesh sử dụng lưới tích hợp độ sâu và bề mặt rất phù hợp với các khu vực có triều cao.

Modul truyền tải (Advection-DispersionAD): Mô phỏng vận chuyển, tải khuếch tán của các chất hoà tan và chất lơ lửng. Chủ yếu sử dụng tính toán làm lạnh nước và theo dõi ô nhiễm.

Modul sinh thái (Ecological Modelling EL)

Modul vận chuyển bùn cát (MT, PT, SA, ST)

+ Mud Transport MT : Mô hình tính toán nhiều tầng và nhiều phần tử mô tả xói, bồi và vận chuyển bùn (bùn cát kết dính)

+Particle Tracking PT: Mô tả chuyển động của những chất lơ lửng và hoà tan. Được sử dụng để phân tích rủi ro, tai nạn tràn hoặc giám sát nạo vét,…

+ Spill Analysis SA : Mô phỏng sự lan toả và tràn của các chất lơ lửng và được sử dụng cho mô phỏng dự báo tràn dầu, các kịch bản tràn dầu,…

+Sand Transport ST : Mô hình vận chuyển bùn cát theo không gian 3 chiều.

Modul thuỷ lực là thành phần quan trọng nhất trong toàn kết cấu của mô hình MIKE3 Flow Model FM, cung cấp các đặc trưng cơ bản về thuỷ động lực cho modul truyền tải và modul sinh thái. Trong MIKE3 Flow Model FM, modul thuỷ động lực được áp dụng cho việc nghiên cứu một loạt các hiện tượng quan trọng liên quan tới sự thay đổi thuỷ lực dòng chảy 3 chiều.

Tại các đoạn sông cong, nơi có chế độ dòng chảy xoắn 3 chiều phức tạp, sự tương tác dòng chảy và lòng dẫn trong đoạn sông cong làm cho dòng chảy ở đây có tính 3D rất mạnh, do đó cần sử dụng mô hình MIKE3 Flow Model FM để tính toán dự báo sự thay đổi chế độ thủy lực và diễn biến hình thái sông trên đoạn sông thuộc khu vực dự án.

Với việc sử dụng mô hình ba chiều MIKE3 Flow Model FM sẽ mô phỏng chi tiết khu vực dự án theo ba chiều, đặc biệt khu vực nhạy cảm là đầu cù lao, cuối cù lao sẽ được mô phỏng chi tiết và chính xác hơn.

Cơ sở toán học của mô hình thuỷ động lực là giải phương trình Navier Stokes với chất lỏng không nén được trong nước nông và phương pháp xấp xỉ Boussinesq. Với mô hình 3 chiều, các phương trình mô phỏng như sau:

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=S \qquad (6.2)$$

Phương trình động lượng theo phương x và phương y:

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial u^2}{\partial x}+\frac{\partial vu}{\partial y}+\frac{\partial wu}{\partial z}=fv-g\frac{\partial \eta}{\partial x}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x}-$$
$$\frac{g}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial x}dz-\frac{1}{\rho_0 h}\left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial s_{xy}}{\partial y}\right)+F_u+\frac{\partial}{\partial z}\left(\nu_t\frac{\partial u}{\partial z}\right)+u_s S$$
$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial v^2}{\partial y}+\frac{\partial uv}{\partial x}+\frac{\partial wv}{\partial z}=-fu-g\frac{\partial \eta}{\partial y}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y}-$$
$$\frac{g}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial y}dz-\frac{1}{\rho_0 h}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x}+\frac{\partial s_{yy}}{\partial y}\right)+F_v+\frac{\partial}{\partial z}\left(\nu_t\frac{\partial v}{\partial z}\right)+v_s S \qquad (6.3)$$

Trong đó:

t : thời gian

x, y, z là các tọa độ Descartes

η : Cao trình mực nước
d : Độ sâu dòng chảy
h= η + d là tổng độ sâu dòng chảy
u, v, w : là vận tốc dòng chảy theo hướng x, y, z
$f=2\Omega sin\phi$ là tham số coriolis.
g : gia tốc trọng trường
ρ: tỷ trọng của nước
ρ_o : là mật độ tiêu chuẩn
p_a : là áp suất khí quyển

S : là độ lớn của lưu lượng do các điểm nguồn và (u_s,v_s) là vận tốc của dòng lưu lượng đi vào miền tính

Ứng suất tiếp đáy $\vec{\tau}_b = (\tau_{bx}, \tau_{by})$ được xác định theo định luật ma sát bậc hai.

$$\frac{\vec{\tau}_b}{\rho_0} = c_f \vec{u}_b |\vec{u}_b| \qquad (6.4)$$

với c_f là hệ số kéo và $\vec{u}_b = (u_b, v_b)$ là vận tốc dòng chảy sát đáy. Vận tốc ma sát liên đới với ứng suất đáy theo công thức:

$$U_{\tau b} = \sqrt{cf|u_b|^2} \qquad (6.5)$$

Với các tính toán hai chiều $\vec{u}_b$ là vận tốc trung bình theo độ sâu và hệ số kéo có thể được xác định từ số Chezy C hay số Manning M:

$$c_f = \frac{g}{C^2} \qquad (6.6)$$

$$c_f = \frac{g}{\left(Mh^{1/6}\right)^2} \qquad (6.7)$$

Với các tính toán ba chiều hệ số c_f được tính toán như sau:

$$c_f = \frac{1}{\left(\frac{1}{\kappa}\ln\left(\frac{\Delta z_b}{z_0}\right)\right)^2} \qquad (6.8)$$

Với K là hằng số Kaman, K = 0.4. Zo là độ cao nhám. Zo=*mks*. Hệ số nhám M được xác định theo công thức sau :

$$M = \frac{25.4}{k_s^{1/6}} \qquad (6.9)$$

Các công thức tính toán vận chuyển bùn cát trong mô hình MIKE3 Flow Model FM như sau :

- Tính toán bùn cát bùn cát tổng cộng: Công thức Engelund – Hansen (1972)

- Tính toán bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng: Công thức của Engelund – Fredsoe (1976); công thức của Van Rijn (1984)

- Tính toán bùn cát đáy công thức của Meyer Peter and Mueller (1948)

Chi tiết các công thức trên xem phần lý thuyết mô hình MIKE3 Flow Model FM.

Điều kiện ổn định của mô hình:

Để sơ đồ sai phân hữu hạn ổn định và chính xác, cần tuân thủ các điều kiện:

- Địa hình phải đủ tốt để mực nước và lưu lượng được giải một cách thoả đáng.

Giá trị tối đa cho phép đối với Δx phải được chọn trên cơ sở:

- Điều kiện Courant dưới đây có thể dùng như một hướng dẫn để chọn bước thời gian sao cho đồng thời thoả mãn được các điều kiện trên.

Phương trình nước nông trong toạ độ Đề các số CFL (Courant-Friedrich-Lesvy) được xác định như công thức sau:

$$CFL_{HD} = \left(\sqrt{gh} + |u|\right)\frac{\Delta t}{\Delta x} + \left(\sqrt{gh} + |v|\right)\frac{\Delta t}{\Delta y} \qquad (6.10)$$

Trong đó:

H: toàn bộ độ sâu mực nước

u và v: thành phần lưu tốc theo phương x, y

g: gia tốc trọng trường

Δx, Δy: độ dài đặc trưng theo phương x,y

Δt: độ lớn bước thời gian

Độ dài đặc trưng Δx, Δy được lấy xấp xỉ bằng chiều dài biên nhỏ nhất cho mỗi phần tử, độ sâu và thành phần vận tốc được đánh giá ở trung tâm phần tử.

Để mô hình ổn định và chính xác theo điều kiện Courant thì bước thời gian mô phỏng phải phù hợp với kích thước của mắt lưới. Việc hiệu chỉnh bộ thông số của mô hình thuỷ lực được thực hiện chủ yếu qua việc thay đổi hệ số nhám Manning, hệ số nhớt của dòng xoáy…

Số Counrant có quan hệ chặt chẽ với bước thời gian tính toán, độ sâu điểm tính và kích thước ô lưới. Nó rất cần thiết trong việc lựa chọn bước thời gian lớn nhất cho mô hình nhằm giảm thời gian chạy cho mỗi trường hợp mà vẫn đảm bảo độ chính xác và ổn định của mô hình.

Kết quả tính toán được đánh giá bởi chỉ tiêu đánh giá sai số dưới đây:

Sai số đỉnh lũ: $\Delta H = H_đ^{tt} - H_đ^{td}$

Sai số của đường quá trình (dùng chỉ tiêu Nash- sutcliffe):

$$NASH = 1 - \frac{\sum_{t=1}^{T}\left[X_{tt}(t) - X_{td}(t)\right]^2}{\sum_{t=1}^{T}\left[X_{td}(t) - \overline{X}_{td}(t)\right]} \qquad (6.11)$$

Trong đó:

ΔH: Chênh lệch mực nước đỉnh lũ

$H_đ^{tt}$: Mực nước đỉnh lũ tính toán từ mô hình Mike 3 Flow Model FM

$H_đ^{tđ}$: Mực nước đỉnh lũ thực đo (hoặc tính toán từ mô hình một chiều Mike11)

$X_{tt}(t)$: là giá trị tính toán từ mô hình MIKE 3 Flow Model FM

$X_{td}(t)$: là giá trị thực đo

$\overline{X}_{td}(t)$: là giá trị thực đo trung bình

$$\overline{X}_{td}(t) = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} X_{td}(t) \qquad (6.12)$$

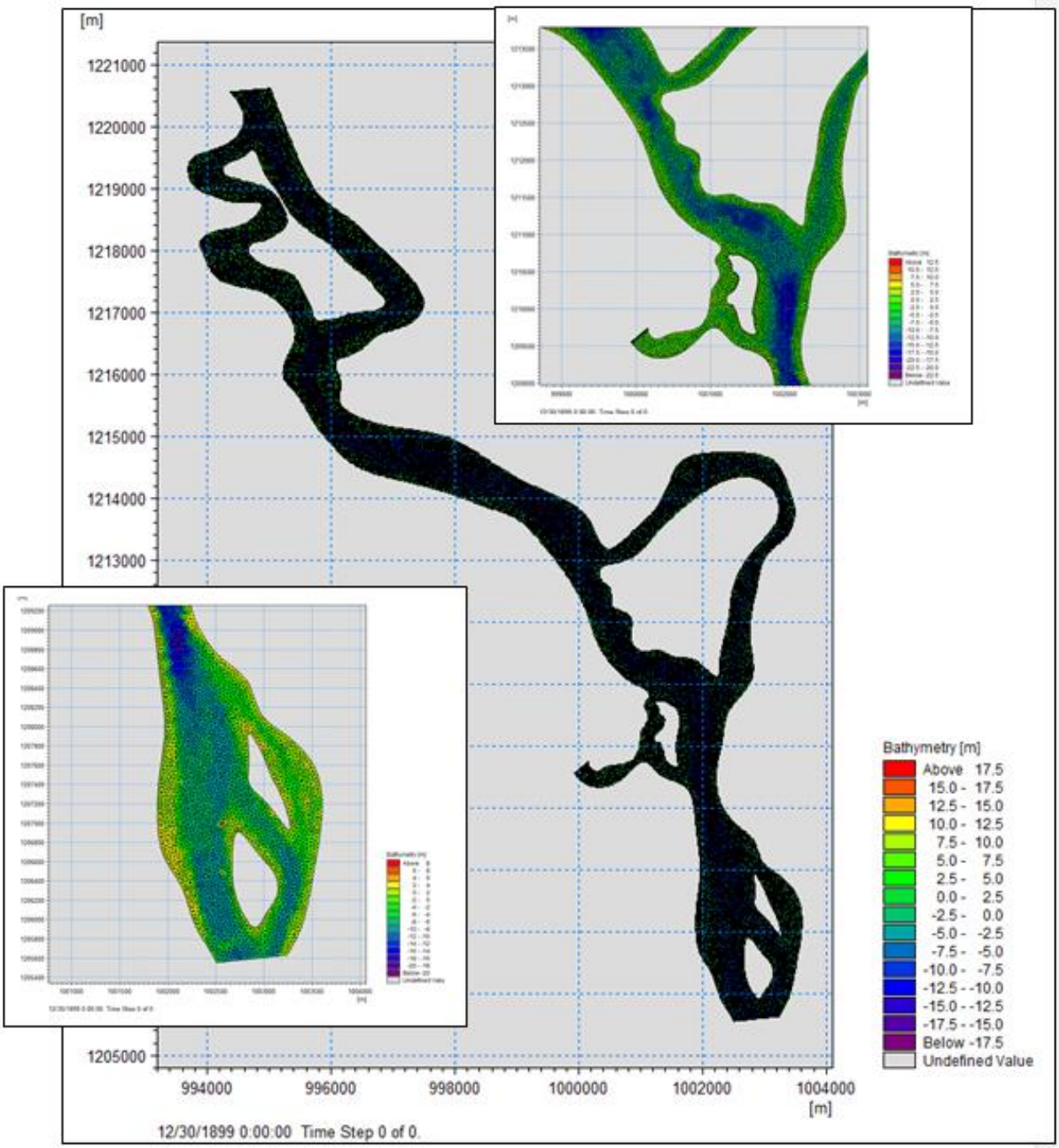
T: Số thời đoạn tính toán

2. Thiết lập mô hình thủy lực MIKE3 Flow Model FM đoạn sông Đồng Nai từ Tân Uyên đến hết cù lao Ba Xang.

a. Thiết lập hệ thống lưới tính toán

Căn cứ vào phạm vi tính toán của mô hình, tiến hành thiết lập hệ thống lưới tính toán. Miền tính toán của mô hình có kích thước 402230m x 1212844m từ tập hợp của điểm tọa độ theo 3 phương x, y, z.

Các cạnh của lưới tam giác thay đổi từ 1-3m, khu vực cầu thay đổi từ 5-10m. Diện tích nhỏ nhất của ô lưới là 10.17m^2. Diện tích lớn nhất của ô lưới là 12.51m^2. Lưới tính toán bao gồm 31634 phần tử, 17098 nút. Lưới tính toán như vậy đủ mịn, cả theo phương đứng cũng như phương ngang. Với lưới tính chia nhỏ tại những khu vực trọng điểm như vậy có thể cho thấy được những thay đổi nguy hiểm của dòng chảy (nếu có) ở khu vực cù Lao Thạnh Hội, cù lao Phố, cù lao Ba Xê, Ba Xang và trong dòng chính, dòng nhánh.



Hình 2- 16: Lưới mô phỏng tính toán đoạn sông nghiên cứu trên dòng chính sông Đồng Nai

b. Thiết lập địa hình trên lưới tính toán

Đối với mô hình hai chiều cũng như mô hình ba chiều, việc thiết lập địa hình cho sự hoạt động của mô hình là một khâu quan trọng, quyết định đến độ chính xác của việc mô phỏng. Công việc này giống như thiết lập địa hình cho mô hình vật lý. Việc thiết lập đúng đắn địa hình lòng sông, các công trình kè bờ, công trình cầu qua sông... cần phải có tài liệu chi tiết, đảm bảo độ tin cậy. Tài liệu sử dụng cho việc thiết lập địa hình tính toán bao gồm:

- Bình đồ lòng sông khu vực nghiên cứu: Tài liệu đo năm 2008 tỷ lệ 1:5000 để phục vụ tính toán đánh giá và tài liệu đo đạc địa hình khu vực dự án Biên Hòa tháng 10 năm

2016 tỷ lệ 1:2000, tháng 10 năm 2018, khu vực cù lao Thạnh Hội năm 2017 để phục vụ tính toán đánh giá hiện trạng và theo các kịch bản tính toán.

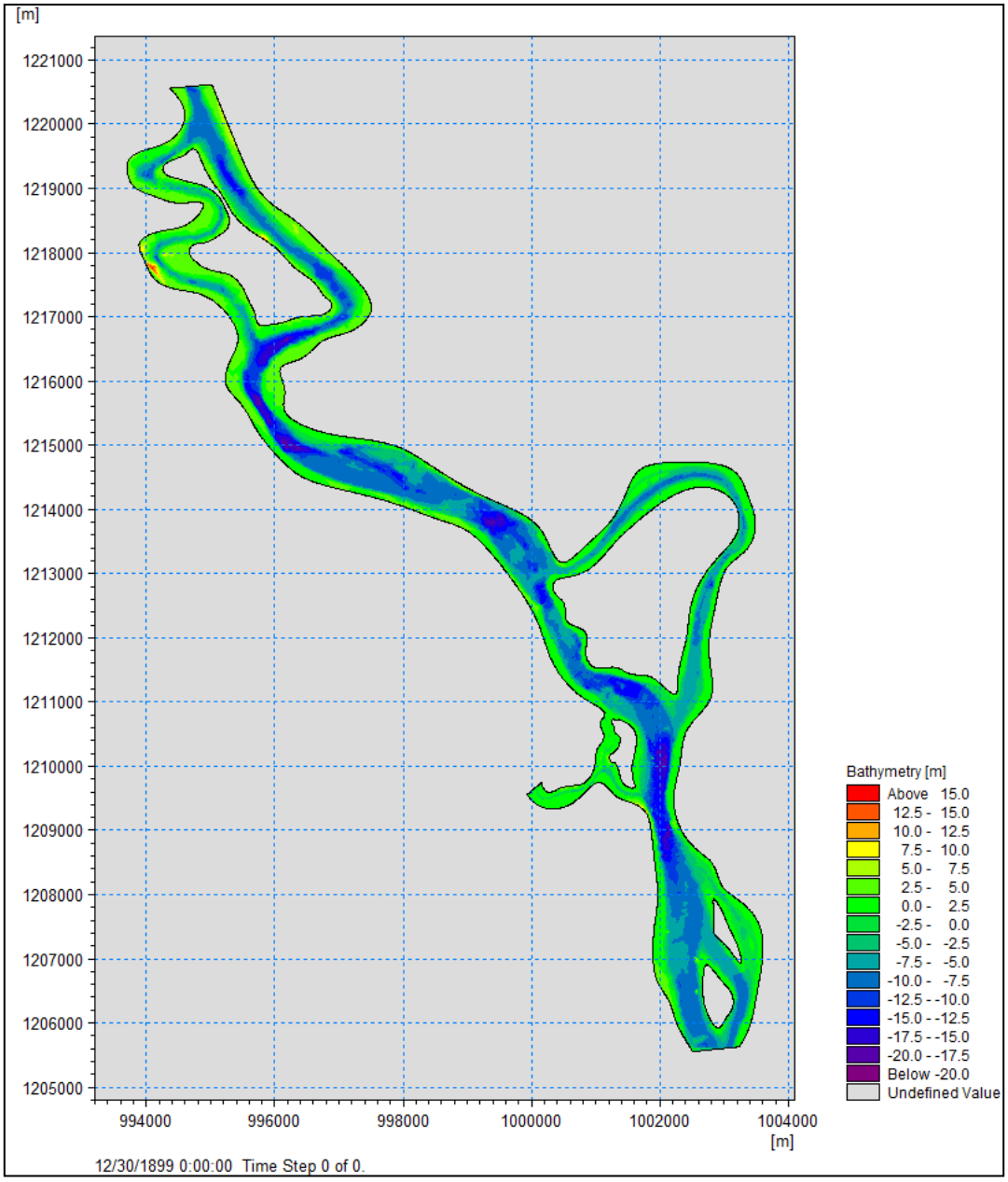
- Tài liệu các mặt cắt ngang trên đoạn sông nghiên cứu;

- Tài liệu công trình bảo vệ bờ đã được xây dựng ở khu vực nghiên cứu cụ thể công trình kè bảo vệ bờ khu vực công viên Biên Hòa

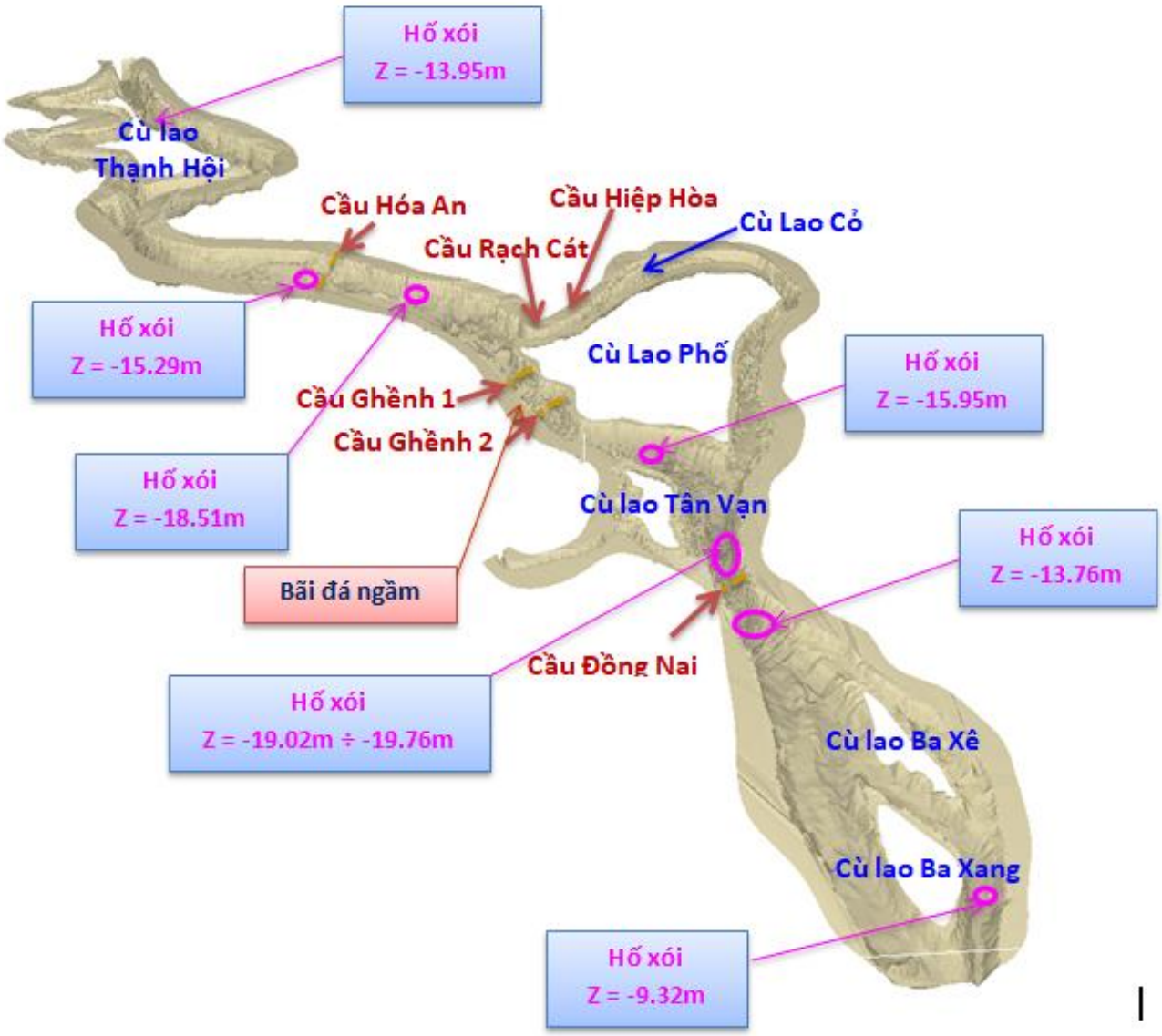
Các tài liệu thu thập để có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng, đảm bảo có đủ độ tin cậy dùng để thiết lập địa hình tính toán.

Kết quả thiết lập CSDL địa hình của khu vực nghiên cứu được thể hiện mô phỏng rõ ràng, đầy đủ địa hình lòng sông. So sánh giữa địa hình thiết lập trên lưới tính và địa hình bình đồ, nhận thấy kết quả thiết lập đảm bảo, cho phép được sử dụng để tính toán mô phỏng.

Trong trường hợp này lưới tính toán của mô hình được xác lập lưới phi cấu trúc (lưới tam giác) và giải bài toán thể tích hữu hạn ở trung tâm ô lưới. Địa hình lòng dẫn khu vực nghiên cứu được thể hiện trong các hình vẽ sau:

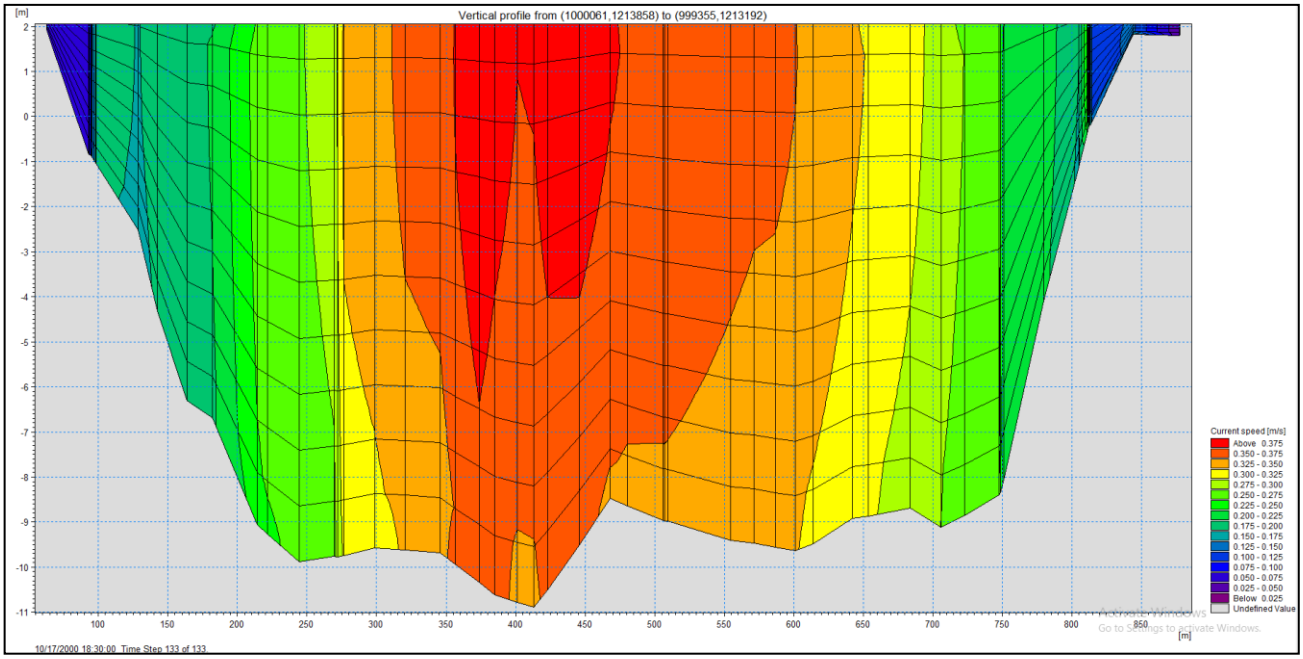


Hình 2- 17: Địa hình mô phỏng đoạn sông nghiên cứu



Hình 2- 18: Mô phỏng địa hình 3D đoạn sông nghiên cứu

Với mô hình ba chiều MIKE3 Flow Model FM có thể mô phỏng giá trị vận tốc (u, v) tại từng vị trí theo từng lớp dòng chảy. Lớp dòng chảy trong sông được chia theo 10 lớp theo cao độ kể từ đáy sông được thể hiện trong hình vẽ 5.21 sau:



Hình 2- 19: Phân giải theo chiều sâu dòng chảy của mô hình MIKE3

c. Thiết lập các CSDL biên và CSDL hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

**) Vị trí và các yếu tố kiểm định thuỷ lực*

Kết quả tính toán thuỷ lực từ phần mềm MIKE 3 Flow Model FM được so sánh với số liệu thực đo 2009, tháng 6/2016 và tháng 10/2016, tháng 7/2017 và tháng 8/2018 tại các vị trí kiểm định với các yếu tố kiểm định là:

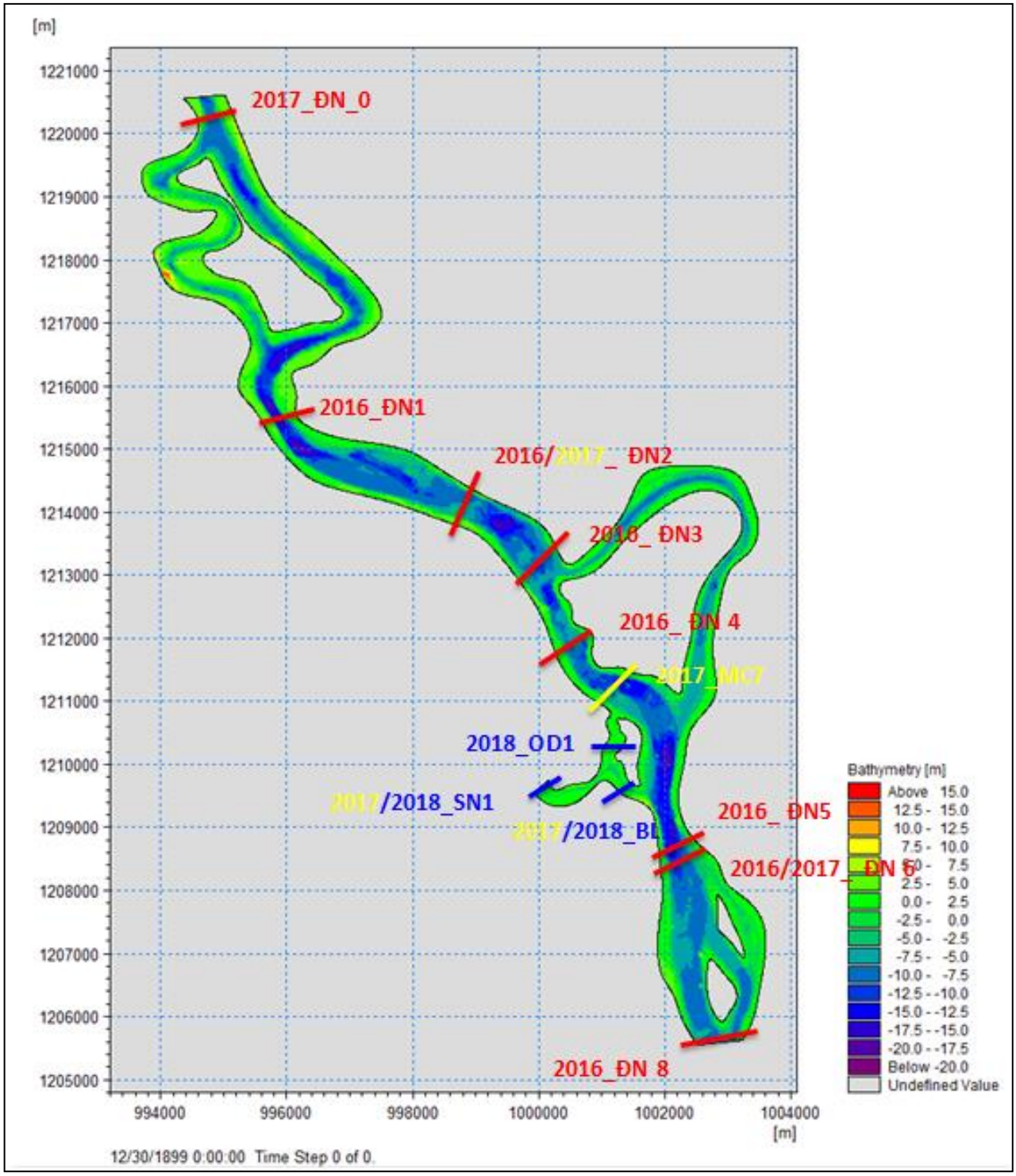
Quá trình mực nước H~t.

Quá trình lưu lượng Q~t.

Kiểm định phân bố vận tốc trên mặt cắt ngang tại 1 vị trí trùng với mặt cắt khảo sát thuỷ văn tương ứng.

Kiểm định hình thái

Tại khu vực nghiên cứu lựa chọn các mặt cắt địa hình lấy theo tài liệu khảo sát địa hình. Từ toạ độ các mốc mặt cắt của các mặt cắt này, tiến hành xác định các mặt cắt tương ứng trên mô hình. Công việc này rất quan trọng, nếu xác định không đúng sẽ dẫn đến những sai lệch vị trí giữa thực đo và tính toán, ảnh hưởng lớn đến kết quả kiểm định mô hình hình thái. So sánh các giá trị toạ độ mốc giữa mô hình và thực tế, cho thấy vị trí các mặt cắt kiểm định ở trên mô hình gần như trùng với mặt cắt thực đo. Kết quả xác định vị trí biên và các trạm hiệu chỉnh, kiểm định mô hình được chỉ ra trong hình vẽ 5.22 như sau:



Hình 2- 20: Sơ đồ vị trí các mặt cắt hiệu chính, kiểm định trong mô hình

Tọa độ vị trí các mặt cắt để hiệu chỉnh và kiểm định trong mô hình MIKE3 Flow Model FM được chỉ ra trong bảng sau:

Bảng 2- 15: Vị trí các mặt cắt hiệu chỉnh và kiểm định mô hình với địa hình hiện trạng 2016

Mặt cắt	Tọa độ (X,Y) bờ tả		Vị trí (m)	Chiều rộng mặt cắt (m)	Yếu tố hiệu chỉnh và kiểm định
	X	Y			
DN0	994550.58	1220486.25	41813	246	Biên trên
DN1	394233.72	1212518.45	48584	310	H, Q,V

Mặt cắt	Tọa độ (X,Y) bờ tả		Vị trí (m)	Chiều rộng mặt cắt (m)	Yếu tố hiệu chỉnh và kiểm định
	X	Y			
DN2	397509.11	1210620.90	52848	510	H, Q,V
DN_MCBH	398608.96	1209859.46	53934	864	H, Q,V
DN3	398923.21	1209460.61	0	106	H, Q,V
DN4	398923.21	1209460.61	55817	302	H, Q,V
DN5	400421.91	1205665.34	58878	291	H, Q,V
DN7	399249.12	1207891.26	56312	363	H, Q,V
SN1	398394.14	1206052.56	995	35	Biên trên
OD1	399458.93	1207104.08	525	33	H, Q,V
BL1	399737.66	1206014.49	408	68	H, Q,V
DN6	400506.51	1205327.10	59398	719	H, Q,V
DN8	1002511.17	1205622.75	62828	610	Biên dưới

) Thiết lập các CSDL biên và CSDL hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Biên cứng: là tuyến đường bờ sông tính toán được khống chế không cho nước tràn qua.

Biên vào thượng lưu: Phía thượng lưu

Biên ra hạ lưu: Phía hạ lưu đoạn sông, bờ phải là phường Long Bình, Quận 9, TP. Hồ Chí Minh. Bờ trái là phường Long Bình, thành phố Biên Hoà, tỉnh Đồng Nai, tại vị trí cách cầu Đồng Nai khoảng 1000 m về phía hạ lưu.

Điều kiện biên tính toán:

- Tại các biên vào thượng lưu là quá trình lưu lượng Q ~ t và ρ ~ t
- Tại các biên ra phía hạ lưu là quá trình mực nước H ~ t và ρ ~ t.

**) Tài liệu đo đạc tháng 6/2016:*

- Quan trắc lưu tốc dòng chảy bằng máy ADCP trong thời gian 7 ngày đêm (từ 11 giờ ngày 11 tháng 06 năm 2016 đến 10 giờ ngày 18 tháng 06 năm 2016) tại đồng

thời 04 trạm đo: 2, 3, 4, 5 theo chế độ 24 giờ/24 lần.

- Quan trắc mực nước 7 ngày đêm (từ 11 giờ ngày 11 tháng 06 năm 2016 đến 10 giờ ngày 18 tháng 06 năm 2016) tại đồng thời 04 trạm đo: 1, 3, 4, 6 theo chế độ 24 giờ/24 lần.

Đo mực nước theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo mỗi trạm là 7 ngày liên tục từ 12h00 ngày 11/6/2016 đến 11h00 ngày 18/VI/2016 (168 giờ). Đọc mực nước vào đầu mỗi giờ.

- Đo lưu lượng bằng máy hồi âm ADCP theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo mỗi trạm là 7 ngày liên tục từ 12h00 ngày 11/6 /2016 đến 11h00 ngày 18/6 /2016 (168 giờ). Thời gian đo lưu lượng trùng với thời gian đo mực nước.

Cao độ thước nước cùng hệ nhà nước (Cao độ Hòn Dấu). Công tác dẫn cao độ tới số "0" thước thước nước do Viện Thuỷ lợi môi trường thực hiện.

**) Tài liệu đo đạc tháng 10/2016:*

- Đo mực nước theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo mỗi trạm là 7 ngày liên tục từ 13h00 ngày 14/X/2016 đến 12h00 ngày 21/X/2016 (168 giờ). Đọc mực nước vào đầu mỗi giờ.

- Đo lưu lượng bằng máy hồi âm ADCP theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo mỗi trạm là 7 ngày liên tục từ 13h00 ngày 14/X/2016 đến 12h00 ngày 21/X/2016(168 giờ). Thời gian đo lưu lượng trùng với thời gian đo mực nước.

- Quan trắc lưu tốc dòng chảy bằng máy ADCP trong thời gian 7 ngày đêm (Từ 13 giờ ngày 14 tháng 10 năm 2016 đến 12 giờ ngày 21 tháng 06 năm 2016) tại đồng thời 04 trạm đo: DN2, DN3, DN4, DN5 theo chế độ 24 giờ/24 lần.

Chi tiết xem trong báo cáo khảo sát thủy văn.

**) Tài liệu đo đạc tháng 7/2017:*

- Đo mực nước theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo mỗi trạm liên tục từ 12h00 ngày 29/6/2017 đến 11h00 ngày 4/7/2017. Đọc mực nước vào đầu mỗi giờ.

- Đo lưu lượng bằng máy hồi âm ADCP theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo mỗi trạm liên tục từ 12h00 ngày 29/6/2017 đến 11h00 ngày 4/7/2017. Thời gian đo lưu lượng trùng với thời gian đo mực nước.

- Quan trắc lưu tốc dòng chảy bằng máy ADCP trong thời gian liên tục từ 12h00 ngày 29/6/2017 đến 11h00 ngày 4/7/2017) tại đồng thời 05 trạm đo theo chế độ 24 giờ/24 lần.

**) Tài liệu đo đạc tháng 8/2018:*

- Đo mực nước theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo mỗi trạm liên tục từ 13h00 ngày 10/8/2018 đến 12h00 ngày 17/8/2018. Đọc mực nước vào đầu mỗi giờ.

- Đo lưu lượng bằng máy hồi âm ADCP theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo mỗi trạm liên tục từ 13h00 ngày 10/8/2018 đến 12h00 ngày 17/8/2018. Thời gian đo lưu lượng trùng với thời gian đo mực nước.

- Quan trắc lưu tốc dòng chảy bằng máy ADCP trong thời gian liên tục từ 13h00 ngày 10/8/2018 đến 12h00 ngày 17/8/2018 theo chế độ 24 giờ/24 lần.

Với địa hình đo năm 2017, cập nhật 2018 có đủ số liệu đo đạc lưu lượng, mực nước và bùn cát đo trong thời gian tháng 6/2016 và tháng 10/2016; tháng 6/2017 và tháng 8/2018. Bộ số liệu này được dùng để tính toán hiệu chỉnh, kiểm định mô hình.

Việc thiết lập điều kiện ban đầu cho mô hình là hết sức quan trọng, quyết định đến khả năng hội tụ và tính ổn định của mô hình trong quá trình tính toán. Điều kiện ban đầu được thiết lập là độ cao mực nước, vận tốc theo phương x, y.

d. Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình thuỷ lực và hình thái cho khu vực nghiên cứu cần

được tiến hành theo 2 bước:

- Kiểm định mô hình thuỷ lực để xác định bộ thông số tính toán thuỷ lực;

- Kiểm định mô hình hình thái sông thông qua việc tính toán vận chuyển bùn cát, hình thái sông để xác định bộ thông số tính toán hình thái.

Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định tại nhiều vị trí khác nhau trên đoạn sông nghiên cứu nhằm đảm bảo tính đại diện và nâng cao độ tinh cậy của mô hình.

). Các yếu tố hiệu chỉnh, kiểm định:

Việc hiệu chỉnh, kiểm định mô hình để tính toán thủy lực, hình thái bằng mô hình toán ba chiều gồm các yếu tố sau:

- Tính toán mô phỏng chế độ thủy lực:

+ Kiểm định về yếu tố mực nước (H)

+ Kiểm định về yếu tố lưu lượng (Q)

+ Kiểm định về vận tốc dòng chảy (v)

- Tính toán mô phỏng diễn biến hình thái:

+ Kiểm định về vận chuyển bùn cát

+ Kiểm định về diễn biến lòng dẫn theo các mặt cắt địa hình đo đạc

Trong nghiên cứu diễn biến hình thái sông thì nguyên nhân cơ bản của diễn biến lòng sông là sự mất cân bằng trọng tải cát. Do đó có thể xác định bộ thông số mô phỏng diễn biến hình thái dựa trên các thông số liên quan đến vận chuyển bùn cát, các thông số này đóng vai trò chính quyết định độ chính xác của tính toán diễn biến. Vận chuyển bùn cát là hàm chịu ảnh hưởng của các yếu tố chính như:

- Chế độ thủy lực (vận tốc dòng chảy, độ dốc mặt nước).

- Kích thước của đường kính hạt cát và phân bố của chúng .

- Dạng vật liệu và các đặc trưng vật lý của vật liệu đáy sông.

- Điều kiện địa hình, địa chất,hình dạng mặt cắt và độ nhám lòng sông.

Đối với mô hình hình thái sông các thông số của mô hình được xác định trên cơ sở kiểm định mô hình. Tuy nhiên, để kiểm định mô hình đòi hỏi phải có tài liệu thực đo liên quan đến hình thái sông ở mức độ chi tiết trước và sau từng trận lũ bao gồm: Tài liệu bùn cát, tài liệu địa hình…và kiểm định trên mô hình vật lý lòng động, tuy nhiên để xây dựng mô hình vật lý lòng động xét trong điều kiện hiện tại là không khả thi. Căn cứ vào những tài liệu đo đạc địa hình, tiến hành kiểm định mô hình để xác định được thông số về hình thái từ đó tiến hành công tác dự báo diễn biến trong thời kỳ nhiều năm, theo dự báo ngắn hạn 1,3,5,7 năm và theo dự báo dài hạn 10,20 năm. Do đó, trong phạm vi nghiên cứu lựa chọn kiểm định hình thái bằng quan hệ lưu lượng dòng chảy và lượng ngậm cát (Q~ρ) dựa trên tài liệu đo đạc bùn cát bổ sung thực hiện đo năm 2016,2017,2018 tại khu vực nghiên

cứu và tài liệu đo đạc mặt cắt ngang lòng sông tại các vị trí khảo sát thủy hải văn để kiểm định hình thái địa hình hình dạng mặt cắt.

- Hiệu chỉnh mô hình: sử dụng số liệu đo đạc lưu lượng, mực nước và bùn cát trong tháng 6/2016.

- Kiểm định mô hình: sử dụng số liệu đo đạc lưu lượng, mực nước và bùn cát trong tháng 10/2016.

- Xác nhận mô hình: sử dụng số liệu đo đạc lưu lượng, mực nước và bùn cát trong tháng 7/2017 và tháng 8/2018

Kết quả được tính từ mô hình MIKE11 được sử dụng để kiểm định mô hình MIKE3FM.

). Thiết lập các thông số thủy lực, hình thái cơ bản

Các thông số thủy lực chính của mô hình:

- Bước thời gian tính toán Δt giây, được lựa chọn trên cơ sở kích thước ô lưới tính toán, tốc độ dòng chảy được chia sao cho số Courant (Cr) nằm dưới giới hạn cho phép và mô hình ổn định trong suốt quá trình tính toán. Việc xác định khoảng thời gian Δt được làm sơ bộ đồng thời với quá trình chạy thông mô hình. Mô hình tính toán đó lựa chọn khoảng thời gian Δt khác nhau (5s, 10s, 30s, 60s), với Δt =5s, 10s, 30s,… thì mô hình chạy không ổn định (bị ngừng do lỗi về vấn đề ổn định của mô hình, vi phạm hệ số Courant). Sau khi thử với bước thời gian Δt = 1s thì mô hình chạy ổn định nhất nên lựa chọn bước thời gian này để tính toán, với hệ số Courant-Friedrich-Lévy (CFL) ban đầu=0,8. Bước thời gian tính toán lựa chọn trong mô hình là Δt = 1 giây.

Hệ số nhớt η, có tác dụng trong việc điều chỉnh vận tốc dòng chảy. Hệ số nhớt xoáy η = 0,26m^2/s. Hệ số nhớt rối tính theo công thức Smagorinsky (Cs) có giá trị trong khoảng từ 0,25 đến 1. Với khu vực nghiên cứu chọn Cs=0.26 – 0.28.

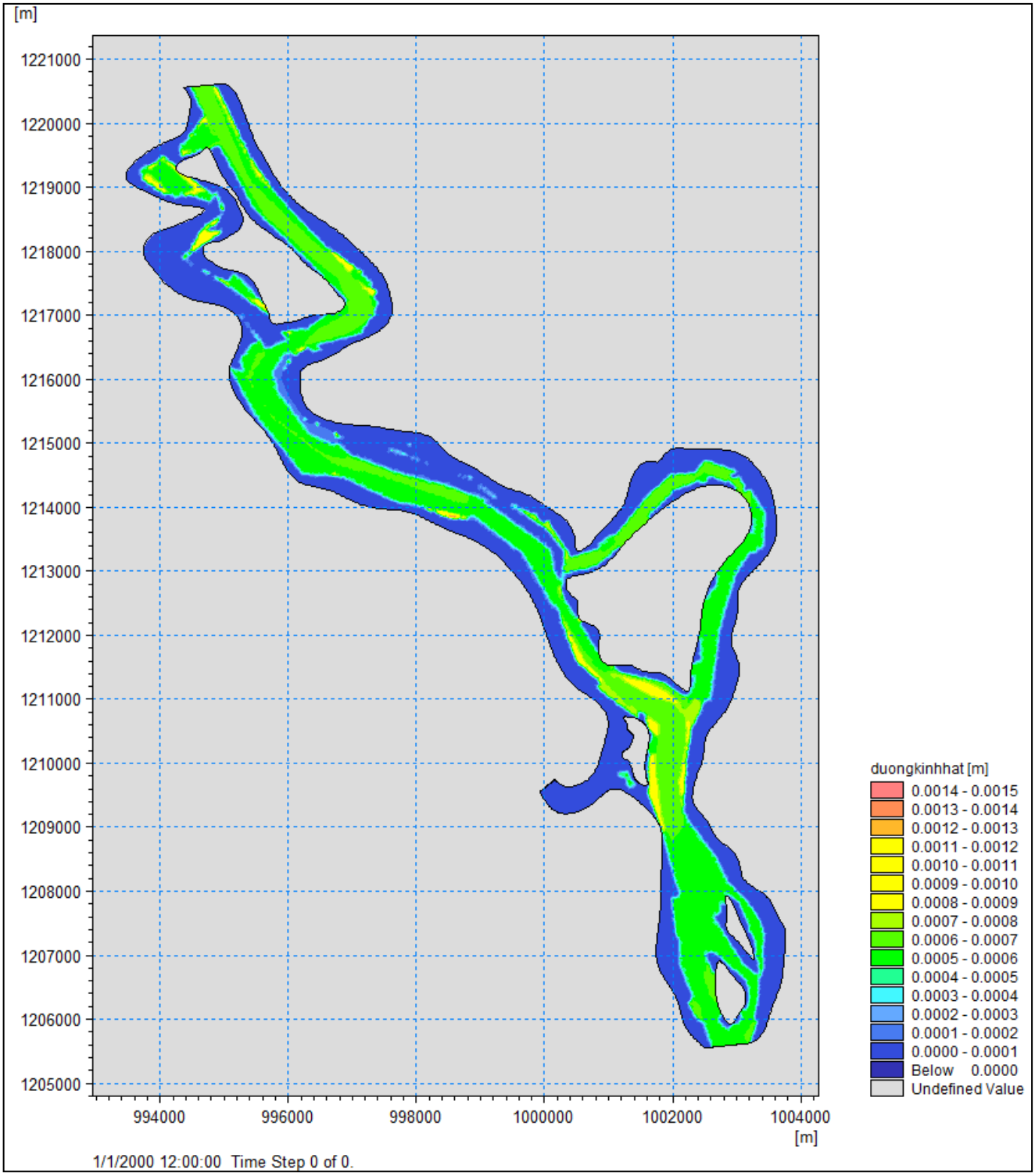
Xử lý ô lưới bị khô, ướt: Cách tiếp cận vấn đề khô ướt được dựa trên công trình của Zhao và cộng sự (1994), Sleigh và cộng sự (1998). Khi độ sâu nhỏ thì vấn đề được xử lý, chỉ khi độ sâu rất nhỏ thì các ô lưới hay các phần tử mới được loại bỏ ra khỏi tính toán. Việc xử lý khô ướt được thực hiện bằng cách cài đặt thông lượng động lượng bằng 0 và chỉ tính đến thông lượng khối. Độ sâu trong mỗi ô lưới hay phần tử đều được giám sát và các phần tử được phân loại thành khô, khô cục bộ và ướt. Tương tự các mặt của phần tử cũng được giám sát để xác định biên tràn. Mỗi mặt của phần tử được xác định là tràn nếu hai tiêu chuẩn sau được thoả mãn: thứ nhất là độ sâu tại cạnh của bề mặt phải nhỏ hơn độ sâu h_{dry} và độ sâu ở các cạnh khác phải lớn hơn độ sâu h_{food}. Thứ hai, tổng độ sâu tĩnh của cạnh có độ sâu nhỏ hơn h_{dry} và độ cao bề mặt ở các cạnh khác phải lớn hơn 0. Mỗi phần tử là khô cục bộ nếu độ sâu lớn hơn h_{dry} và nhỏ hơn $h_{wet,}$ hoặc khi độ sâu nhỏ hơn h_{dry} và một trong các cạnh của phần tử là biên tràn. Thông lượng động lượng được gán bằng 0 và chỉ các thông lượng khối được tính đến. Mỗi phần tử là ướt nếu độ sâu lớn hơn h_{wet}. Cả thông lượng động lượng và thông lượng khối đều được tính đến. Độ sâu ướt h_{wet} phải lớn

hơn độ sâu khô h_{dry} và độ sâu tràn theo thứ tự: $H_{dry} < h_{food} < h_{wet}$. Các giá trị mặc định cho các biến này tương ứng là: $h_{dry} = 0,005$m; $h_{food} = 0,05$ và $h_{wet} = 0,1$m.

Các thông số hình thái của mô hình:

- Thiết lập dữ liệu địa chất: Sử dụng tài liệu khảo sát địa chất khu vực Biên Hòa khảo sát do Công ty Cổ phần Tư vấn Đầu tư GeoQ thực hiện khảo sát tại 9 hố khoan khu vực dự án cảnh quan đô thị vào tháng 3/2012. Tài liệu địa chất đoạn từ đình Phước Lư đến khu dân cư dọc sông Rạch Cát được tham khảo từ tài liệu khảo sát của Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam khảo sát tháng 11 năm 2011 bao gồm 05 hố khoan địa chất, vị trí các hố khoan chạy dọc và rải đều trên tuyến bờ sông khu vực dự án, chiều sâu mỗi hố trung bình 15m. Tài liệu địa chất đoạn từ cầu Rạch Cát đến cầu Ghềnh phía Cù lao Phố tham khảo tài liệu do Viện Kỹ thuật biển, trung tâm nghiên cứu công trình Biển đo đạc khảo sát 2008 với 16 hố khoan; tùy theo vị trí khảo sát, chiều sâu mỗi hố khoan được kết thúc khi khoan vào lớp đá cứng; mẫu nguyên dạng được lấy theo khoảng cách 2m/ mẫu. Tài liệu địa chất tại 12 lỗ khoan khu vực dự án Khu dân cư, dịch vụ Cù lao Tân Vạn thực hiện tháng 6/2017 do viện Kỹ thuật biển thực hiện. Căn cứ vào kết quả khảo sát địa chất và bùn cát để xác định các thông số chiều sâu lớp xói, đường kính hạt, cấp phối hạt bùn cát của đoạn sông nghiên cứu.

Tài liệu bùn cát: Theo tài liệu đo đạc khảo sát bùn cát đáy năm 2008 do viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam thực hiện (15 vị trí) và năm 2016 do Viện Thủy lợi và Môi trường thực hiện (12 vị trí). Ngoài ra còn cập nhật tài liệu khảo sát bùn cát đáy của Viện Khoa học thủy lợi Miền Nam thực hiện đo đạc khảo sát tháng 10/2003 (96 mẫu). Tài liệu bùn cát đáy do viện Kỹ thuật biển thực hiện tháng 7/2017 (48 mẫu). Kết quả đo đạc khảo sát cho thấy khu vực dự án có đặc tính hạt bùn cát không đồng nhất, hai bên bờ là bùn đến cát mịn D_{50} = 0.01 ~ 0.5mm, lòng sông là cát thô D_{50}=0.5 ~ 1mm. Khi tính toán mô hình MIKE3 Flow Model tạo file đường kính hạt bùn cát thay đổi theo miền lưới tính toán được mô phỏng như trong hình vẽ sau::



Hình 2- 21: File tạo lưới đường kính hạt bùn cát mô phỏng trong mô hình

Tỷ trọng cát : 2.69

Tính toán bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng theo công thức Englund & Hansen.

Bước thời gian tính toán vận chuyển bùn cát 10s.

Tổng thời gian máy tính chạy mô hình cho mỗi một kịch bản trung bình từ 172 giờ - 270 giờ phụ thuộc vào từng kịch bản tính toán.

****) Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình thuỷ lực (MIKE3 Flow Model FM)***

- Kết quả hiệu chỉnh mô hình

Kết quả hiệu chỉnh mô hình được thể hiện tại các bảng biểu và các hình vẽ dưới đây:

Bảng 2- 16: Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 6/2016)

Mặt cắt	Vị trí (m)	Số liệu thực đo 6/2016			Số liệu tính toán 6/2016			Sai số hiệu chỉnh			Hệ số Nash		
		Hmax (m)	Qmax (m3/s)	Vmax (m/s)	Hmax (m)	Qmax (m3/s)	Vmax (m/s)	ΔH (m)	ΔQ (%)	ΔV (%)	NASH (H)	NASH (Q)	NASH (V)
DN_MCBH	53934	1.21	-	-	1.13	-	-	-0.08	-	-	0.97	-	-
DN3	0	1.04	532.00	1.14	1.15	488.76	1.07	0.11	-8.13	-6.26	0.95	0.93	0.93
DN4	55817	1.00	2266.0	1.01	1.07	2159.6	1.02	0.07	-4.70	1.04	0.97	0.97	0.95
DN5	58878	-	3140.0	0.96	-	3359.6	0.98	-	6.99	1.30	-	0.93	0.96

Bảng 2- 17: Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 6/2016)

Mặt cắt	Vị trí (m)	Số liệu thực đo 6/2016			Số liệu tính toán 6/2016			Sai số hiệu chỉnh		
		Hmin (m)	Qmin (m3/s)	Vmin (m/s)	Hmin (m)	Qmin (m3/s)	Vmin (m/s)	ΔH (m)	ΔQ (%)	ΔV (%)
DN_MCBH	53934	-1.66	-	-	-1.68	-	-	-0.02	-	-
DN3	0	-1.78	-494.00	-1.03	-1.97	-438.74	-1.01	-0.19	-11.19	-1.45
DN4	55817	-2.42	-2230.0	-0.95	-2.67	-2129.6	-0.90	-0.25	-4.50	-5.54
DN5	58878	-	-3212.0	-0.86		-3129.6	-0.90	-	-2.57	4.30

Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho thấy đường quá trình mực nước tính toán và thực đo khá phù hợp, mực nước đỉnh lũ tính toán và thực đo chênh lệch không lớn (0.08m ÷ 0.11m). Hệ số NASH đánh giá sai số mực nước tính toán và thực đo trong khoảng 0.95 ÷ 0.97. Sai số chênh lệch lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất đạt 8,3%.

) Kết quả kiểm định mô hình trận lũ tháng 10/2016

Kết quả hiệu chỉnh mô hình được thể hiện tại các bảng biểu và các hình vẽ dưới đây:

Bảng 2- 18: Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 10/2016)

Mặt cắt	Vị trí (m)	Số liệu thực đo 10/2016			Số liệu tính toán			Sai số hiệu chỉnh			Hệ số Nash		
		Hmax (m)	Qmax (m3/s)	Vmax (m/s)	Hmax (m)	Qmax (m3/s)	Vmax (m/s)	ΔH (m)	ΔQ (%)	ΔV (%)	NASH (H)	NASH (Q)	NASH (V)
DN_MCBH	53934	2	-	-	1.95	-	-	-0.05	-	-	0.89	-	-
DN3	0	2.34	659.00	1.54	2.32	666.90	1.56	-0.02	1.20	1.37	0.96	0.93	0.79
DN4	55817	2.36	2266.0	1.01	2.28	2459.9	1.08	-0.08	8.56	6.61	0.97	0.92	0.86
DN5	58878	-	3140.0	0.96	-	3373.3	1.00	-	7.43	4.22	-	0.96	0.95

Bảng 2- 19: Kết quả kiểm định mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 10/2016)

Mặt cắt	Vị trí (m)	Số liệu thực đo 10/2016			Số liệu tính toán			Sai số hiệu chỉnh		
		Hmin (m)	Qmin (m3/s)	Vmin (m/s)	Hmin (m)	Qmin (m3/s)	Vmin (m/s)	ΔH (m)	ΔQ (%)	ΔV (%)
DN_MCBH	53934	-0.74	-	-	-0.72	-	-	0.02	-	-
DN3	0	-0.53	-220.0	0.010	-0.57	-197.05	0.011	-0.04	-10.43	10.83
DN4	55817	-1.13	-1372.0	0.017	-1.19	-1297	0.016	-0.06	-5.46	-5.23
DN5	58878	-	-2325.0	0.020		-2333	0.023	-	0.33	14.30

Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho thấy đường quá trình mực nước tính toán và thực

đo khá phù hợp, mực nước đỉnh lũ tính toán và thực đo chênh lệch không lớn (0.02m ÷ 0.08m). Hệ số NASH đánh giá sai số mực nước tính toán và thực đo trong khoảng 0.89 ÷ 0.97. Sai số chênh lệch lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất đạt 8,3%. Như vậy kết quả xác định bộ thông số hiệu chỉnh mô hình là hợp lý cho đoạn sông nghiên cứu, có thể sử dụng bộ thông số mô hình để tính toán mô phỏng diễn biến lòng dẫn theo các kịch bản lũ khác nhau.

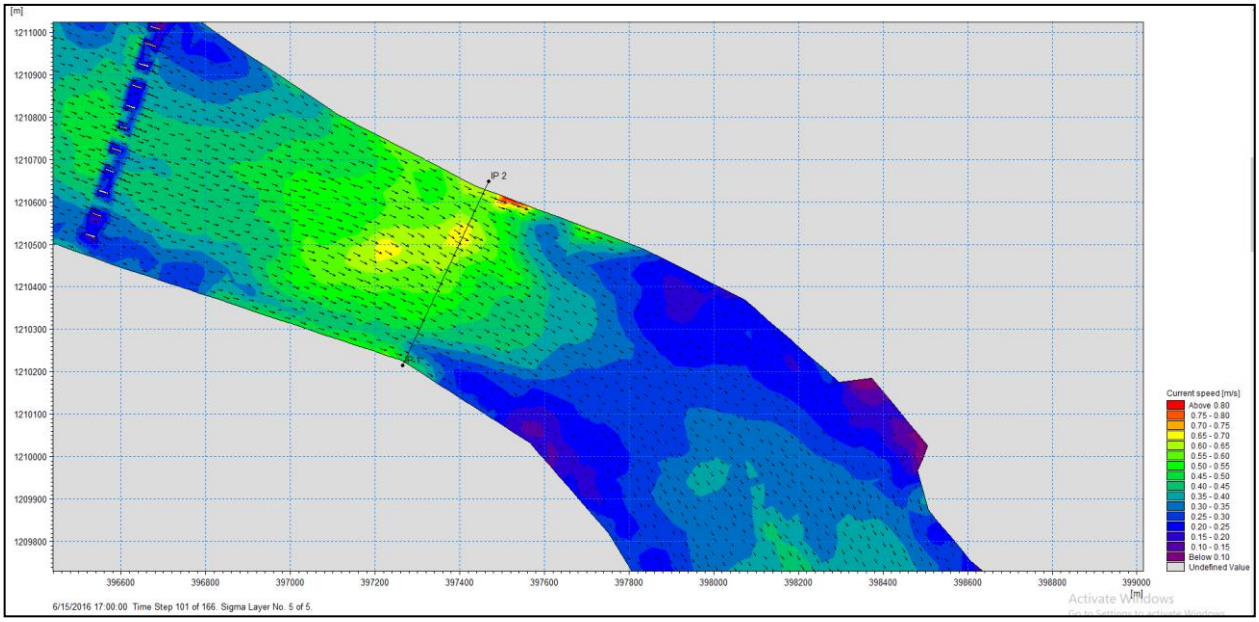
Đường quá trình tính toán và thực đo tại các mặt cắt hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được chỉ dẫn ra trong hình vẽ phần phụ lục báo cáo.

Kết quả kiểm định và hiệu chỉnh mô hình 3 chiều *MIKE 3 (Flow Model FM)* cho chỉ tiêu NASH khá tốt(NASH>0,8) quá trình mực nước và đỉnh lũ so sánh trong cả 2 trường hợp đều khá phù hợp, Sai số chênh lệch mực nước trong giá trị cho phép, chênh lệch mực nước nhỏ nhất khoảng 0,08m – 0.09m, chênh lệch mực nước lớn nhất khoảng 0.06m - 0.08m.

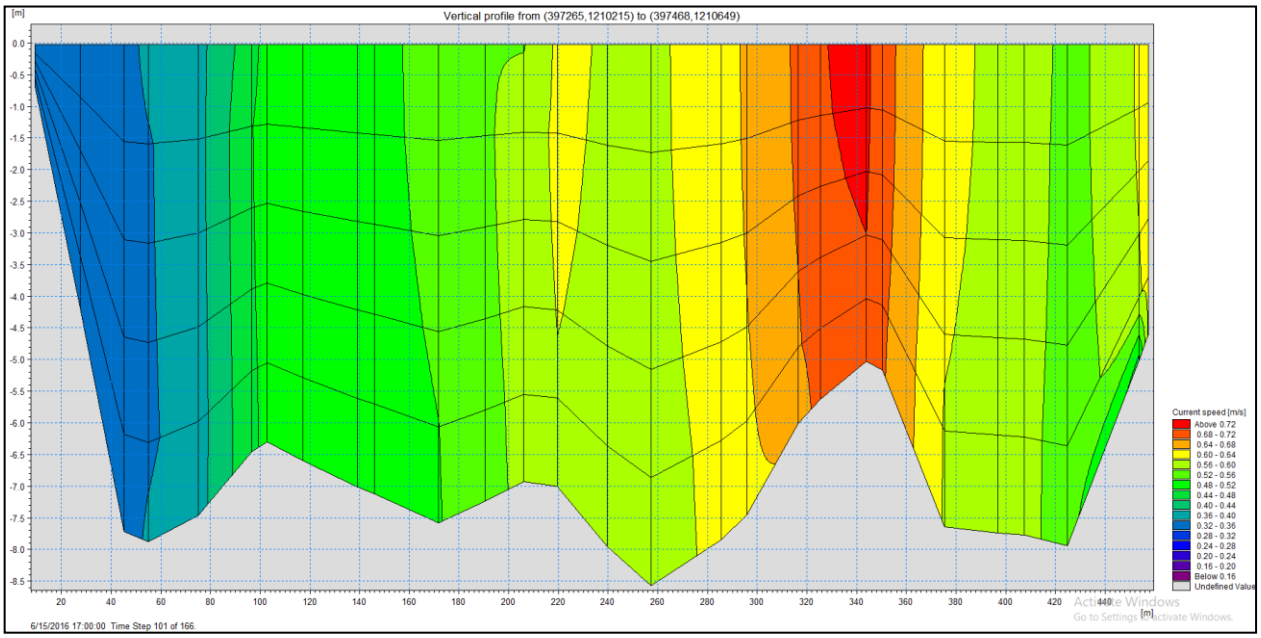
Từ kết quả kiểm định mô hình 3 chiều *MIKE 3 Flow Model FM* cho thấy quá trình mực nước và lưu lượng so sánh là khá tốt chứng tỏ việc thiết lập mô hình và lựa chọn các thông số thủy lực cho mô hình *MIKE 3 (Flow Model FM)* là hợp lý.

). Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình hình thái (MIKE3 moduyn ST và MT)

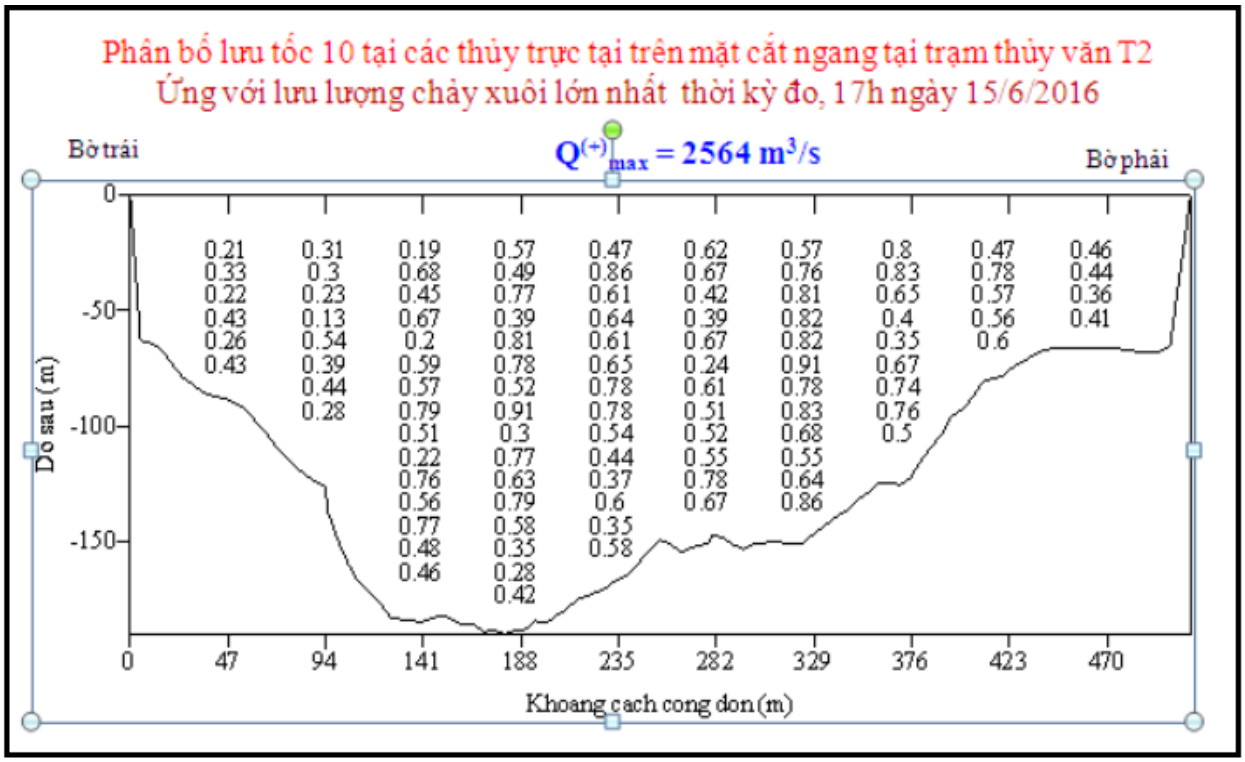
Với các thông số của mô hình thuỷ lực, cùng các thông số của mô hình hình thái đã được xác định như ở trên, tiến hành tính toán mô phỏng hình thái, kết quả thu được là quá trình diễn biến lòng dẫn trên toàn bộ khu vực nghiên cứu dưới các điều kiện dòng chảy và bùn cát đã xác định. Để kiểm định mô hình hình thái thường kiểm định địa hình đoạn sông theo hai thời điểm khác nhau, so sánh mặt cắt địa hình để đánh giá xu thế xói bồi, so sánh vận tốc trung bình theo mặt cắt ngang, phân bố lưu tốc theo mặt cắt ngang. Tuy nhiên việc đo đạc địa hình lòng dẫn đòi hỏi kinh phí rất lớn để đo địa hình trước và sau lũ cũng cần có tài liệu như dòng chảy, bùn cát. Để đánh giá độ chính xác của việc kiểm định mô hình đã tiến hành trích các mặt cắt ngang tính toán và đem so sánh chúng với các mặt cắt thực đo tại các vị trí mặt cắt kiểm định theo thời gian đo đạc khảo sát 2016, 2017, 2018. Các kết quả so sánh vận tốc trung bình mặt cắt ngang và kết quả tính toán từ mô hình được thể hiện trong các hình vẽ sau:



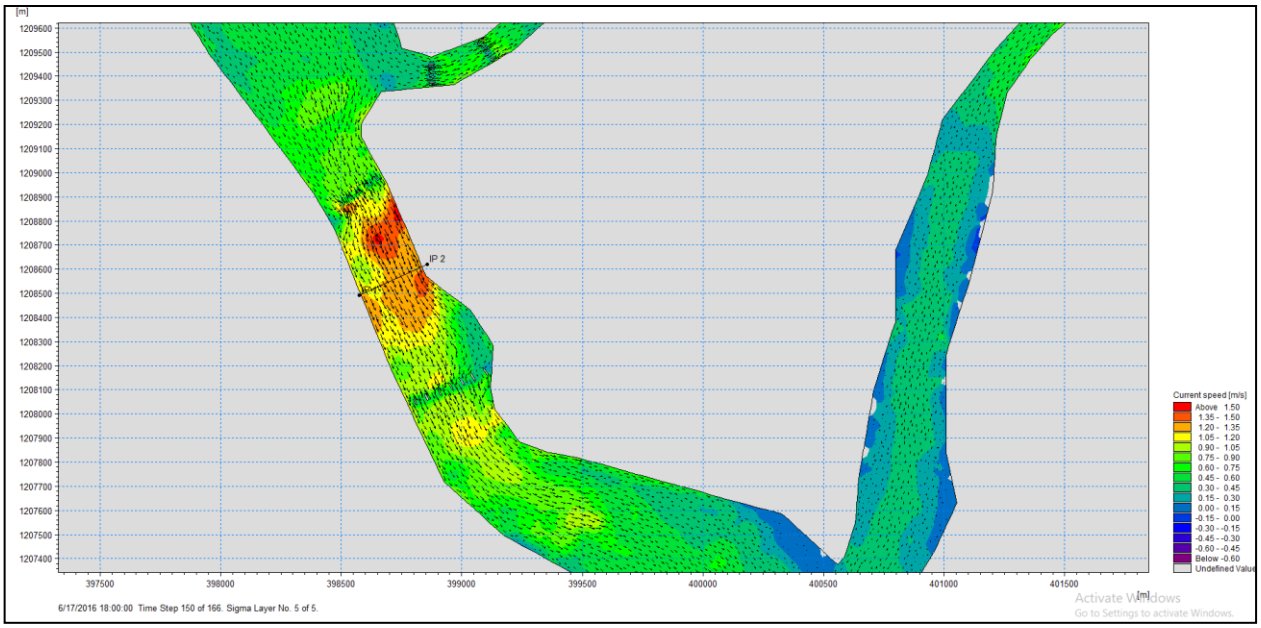
Hình 2- 22: Phân bố lưu tốc lúc 17h00 ngày 15/6/2016 theo kết quả tính toán bằng mô hình



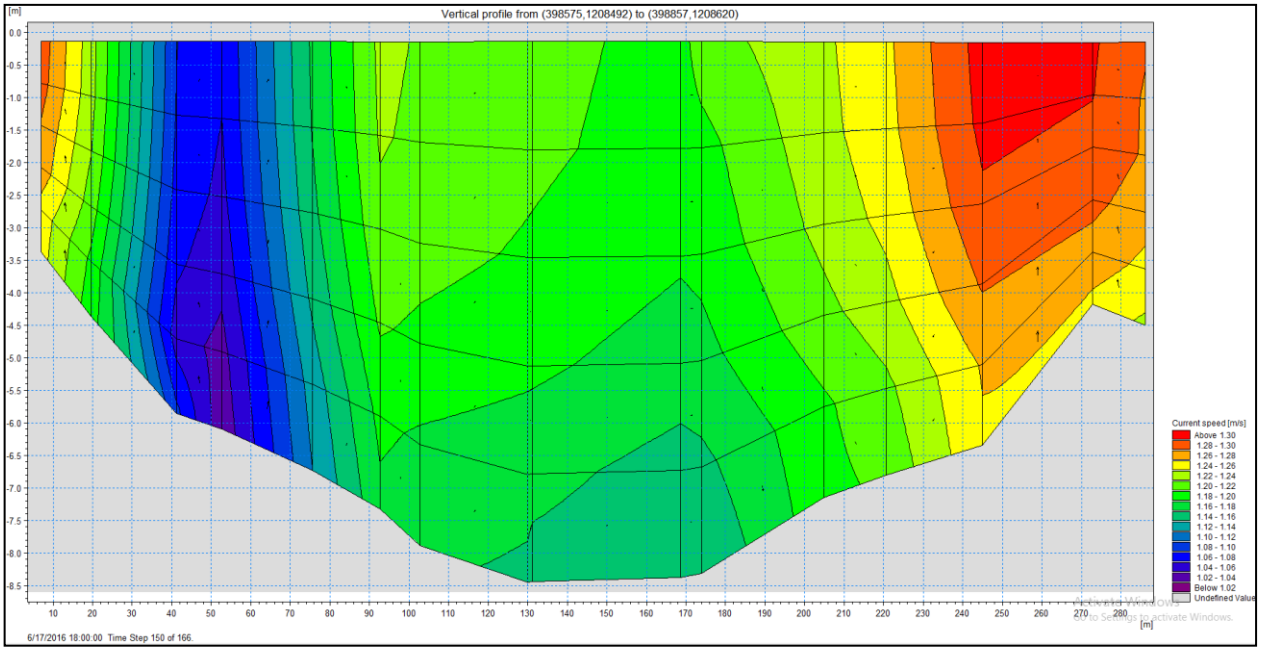
Hình 2- 23: Phân bố lưu tốc lúc 17h00 ngày 15/6/2016 theo kết quả tính toán bằng mô hình tại mặt cắt T2



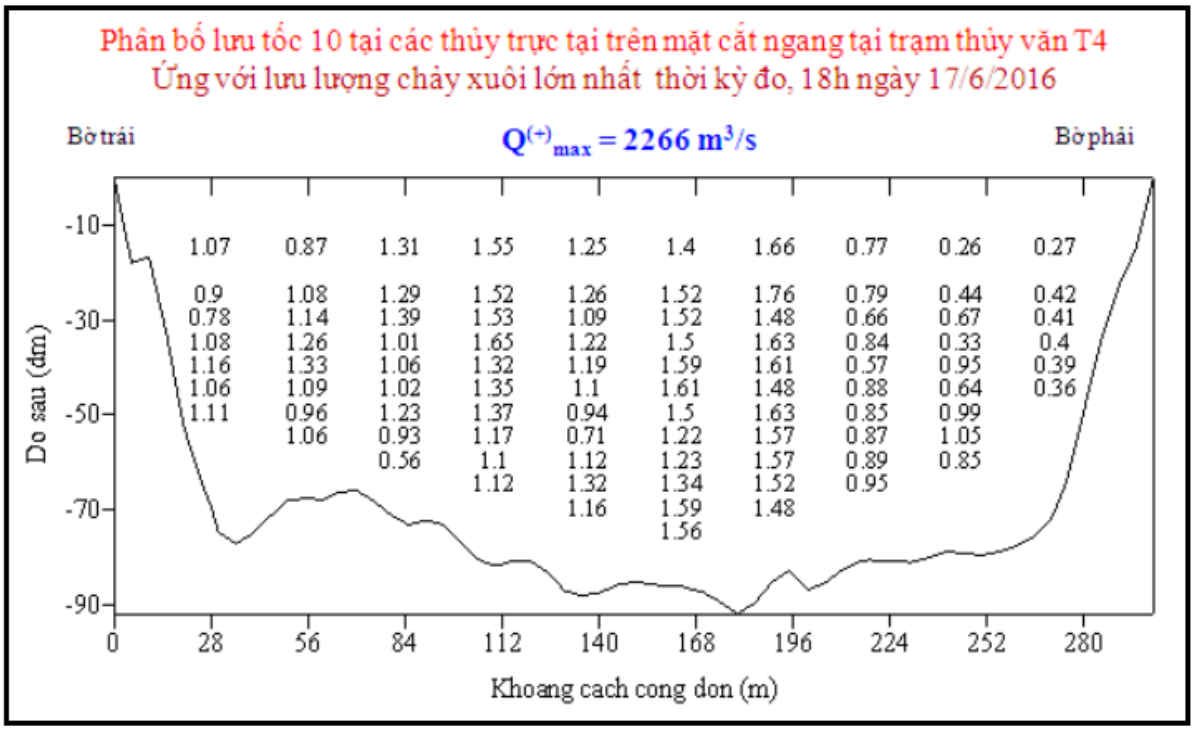
Hình 2- 24: Phân bố lưu tốc lúc 17h00 ngày 15/6/2016 theo kết quả đo đạc ADCP tại mặt cắt T2



Hình 2- 25: Phân bố lưu tốc lúc 18h00 ngày 17/6/2016 theo kết quả tính toán bằng mô hình



Hình 2- 26: Phân bố lưu tốc lúc 18h00 ngày 17/6/2016 theo kết quả tính toán bằng mô hình tại mặt cắt T4



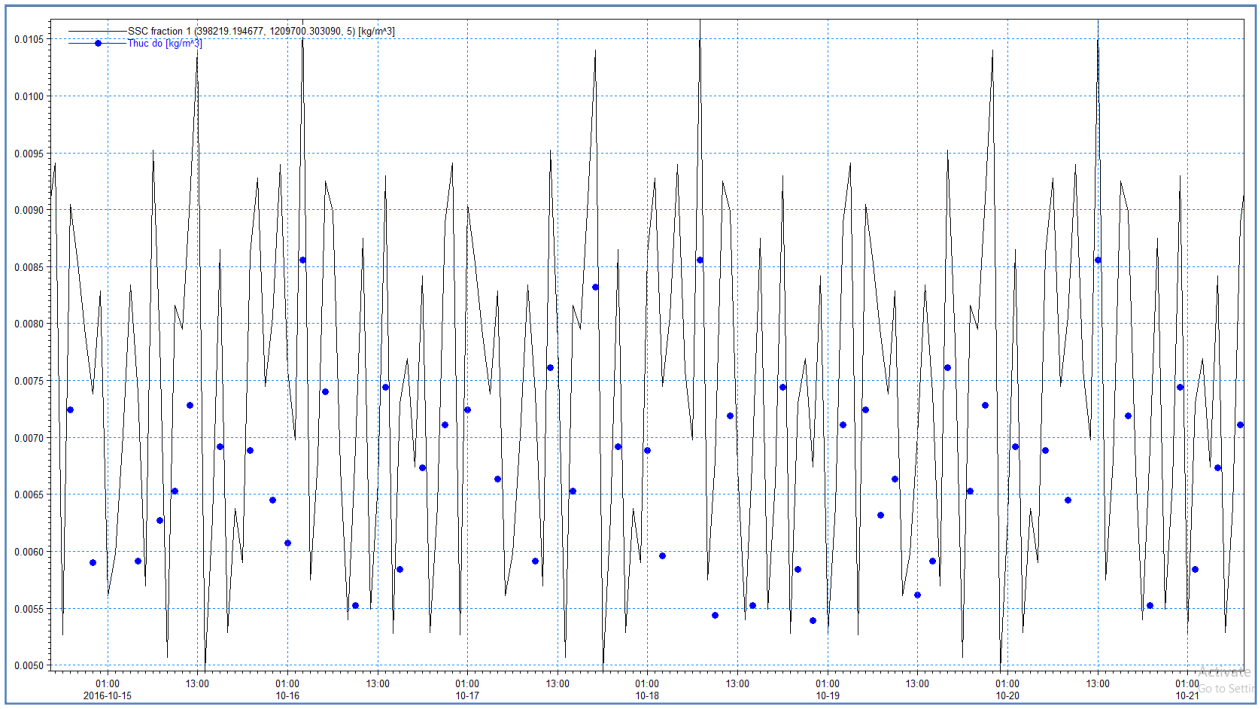
Hình 2- 27: Phân bố lưu tốc lúc 18h00 ngày 17/6/2016 theo kết quả tính toán bằng mô hình tại mặt cắt T4

So sánh phân bố lưu tốc giữa kết quả tính toán bằng mô hình và số liệu thực đo bằng máy ADCP tại vị trí mặt cắt MC2, MC4 cho thấy hình ảnh phân bố vận tốc trên mặt cắt ngang là khá giống nhau về độ lớn và phương chiều.

Căn cứ vào kết quả tính toán kiểm định ở trên cho thấy các đặc trưng về mặt cắt ngang giữa kết quả tính toán trên mô hình và thực tế đo đạc có sự phù hợp. Chứng tỏ các thông số về thuỷ lực, hình thái tìm được đã phản ánh khá phù hợp tính chất vật lý của chúng trên khu vực nghiên cứu thuộc vùng dự án. Tuy nhiên các công thức mô phỏng vận

chuyển bùn cát trong mô hình chỉ là các công thức kinh nghiệm. Vì vậy việc nghiên cứu tính toán hình thái có thể chấp nhận các kết quả mang tính tương đối phù hợp với xu thế diễn biến và sai số của các giá trị cao độ ở mức có thể chấp nhận.

Về bùn cát lơ lửng (STT) tại khu vực nghiên cứu, chúng tôi sử dụng các số liệu bùn cát thực đo vào tháng 10 năm 2016 để kiểm định. Từ dữ liệu thu thập, số lượng mẫu bùn cát lơ lửng có được tại vùng nghiên cứu là 20 mẫu. Kết quả cho hệ số Nash đạt giá trị R2=0.57. Việc hiệu chỉnh mô hình về lưu lượng bùn cát lơ lửng khó cho giá trị cao do bùn cát phụ thuộc vào nhiều yếu tố, do đó trong điều kiện hiện tại có thể sử dụng để mô phỏng dự báo tác động của dự án đến diễn biến lòng dẫn. Kết quả hiệu chỉnh bùn cát lơ lửng SSC như hình sau:



Hình 2- 28: Kết quả hiệu chỉnh bùn cát lơ lửng tháng 10/2016

Nhận xét

- Lưới tính đã lập ra là tối ưu vì độ phân giải đủ mịn tại vùng dự án chính đảm bảo không bỏ sót các chi tiết cần mô phỏng. Kích thước của lưới tính trên MIKE3 Flow Model FM có khoảng 101211 nút là hợp lý bảo đảm tính khả thi và tiến độ thời gian; Độ phân giải lưới tính tương thích với chất lượng số liệu đầu vào và yêu cầu độ chính xác của phạm vi nghiên cứu của dự án. Diện tích ô lưới bảo đảm tối ưu sao cho số CFL có giá trị nhỏ nhất và đồng đều.

- Các CSDL biên cứng được lập ra đủ để chạy thử và hiệu chỉnh các thông số mô hình MIKE3 Flow Model FM. Đây là các sản phẩm rất quan trọng, có ý nghĩa quyết định đến độ chính xác và tính khả thi của phương pháp mô hình toán. Các CSDL khác như: bước thời gian tối ưu, hệ số nhám, hệ số tán xạ rối, thông số chảy vòng… đã được lập ra trong quá trình hiệu chỉnh mô hình tích hợp MIKE3 Flow Model FM.

- Các CSDL đã được hiệu chỉnh và cập nhật hoàn chỉnh và hợp lý cho vùng nghiên cứu của dự án. Đã có đánh giá và kiểm định độ tin cậy của các CSDL đầu vào. Các số liệu

thực đo có độ tin cậy cao, trong đó số liệu đo năm 2019 có chất lượng tốt vì công việc khảo sát và chỉnh biên được thực hiện rất bài bản, áp dụng những công nghệ và thiết bị hiện đại trong đo đạc khảo sát.

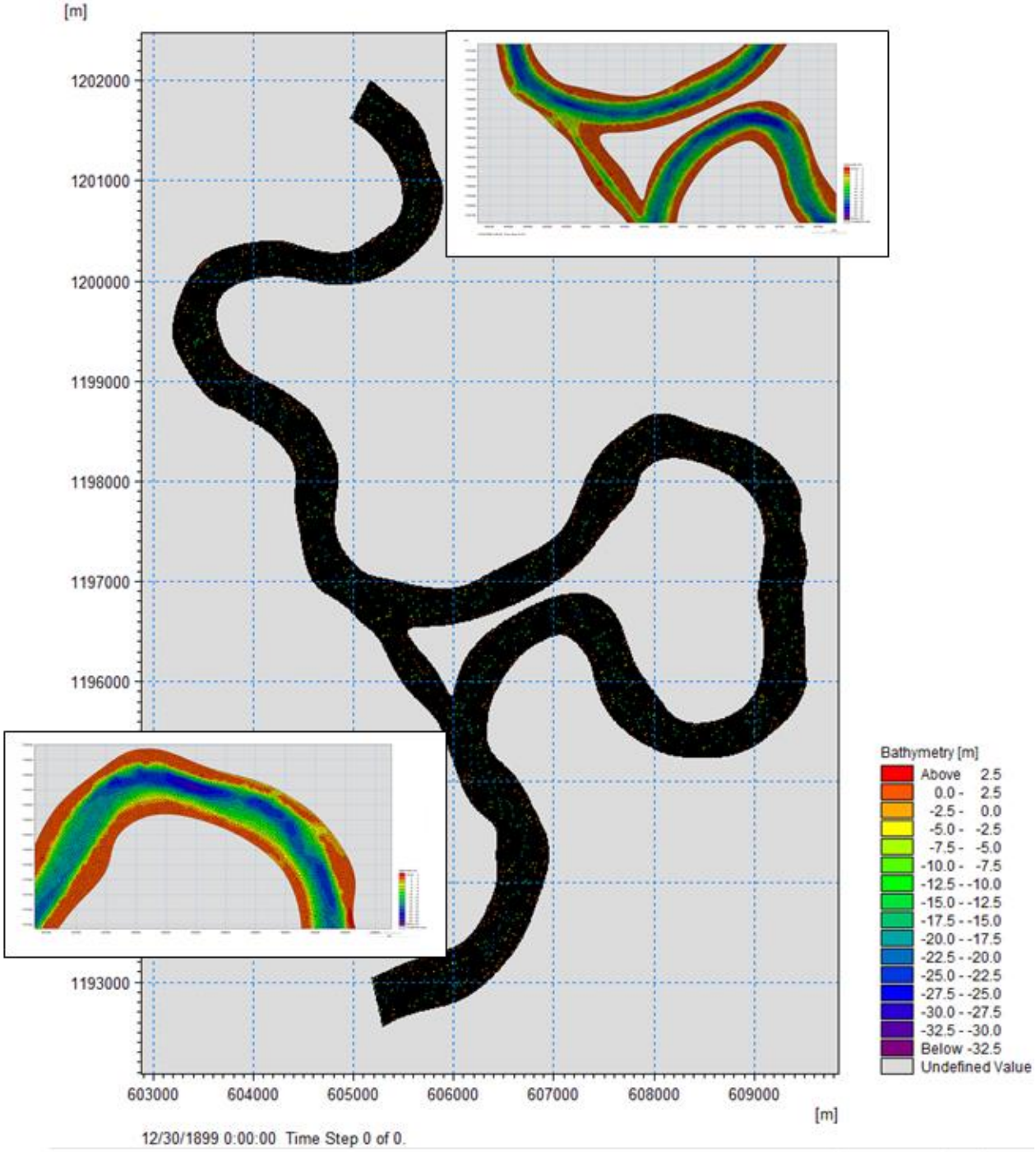
- Kết quả mô phỏng mô hình thủy động lực số và các CSDL nhập kèm theo là đáng tin cậy, làm việc ổn định có cơ sở khoa học và thực tiễn chắc chắn cho khu vực nghiên cứu. Kết quả tính toán ổn định, tin cậy, mô tả đúng đắn các quy luật động lực học trên vùng nghiên cứu. Kết quả mô phỏng mực nước, lưu lượng, vận tốc, bùn cát phù hợp với số liệu thực đo tháng 5/2016 và tháng 10/2016, 5/2019.

3. Thiết lập mô hình thủy lực MIKE3 Flow Model FM đoạn sông Sài Gòn

a. Thiết lập hệ thống lưới tính toán

Căn cứ vào phạm vi tính toán của mô hình, tiến hành thiết lập hệ thống lưới tính toán. Miền tính toán của mô hình có kích thước 609000m x 1202000m từ tập hợp của điểm tọa độ theo 3 phương x, y, z.

Các cạnh của lưới tam giác thay đổi từ 1-3m, khu vực cầu thay đổi từ 5-10m. Diện tích nhỏ nhất của ô lưới là 10.17m2. Diện tích lớn nhất của ô lưới là 12.51m2. Lưới tính toán bao gồm 74790 phần tử, 38980 nút.



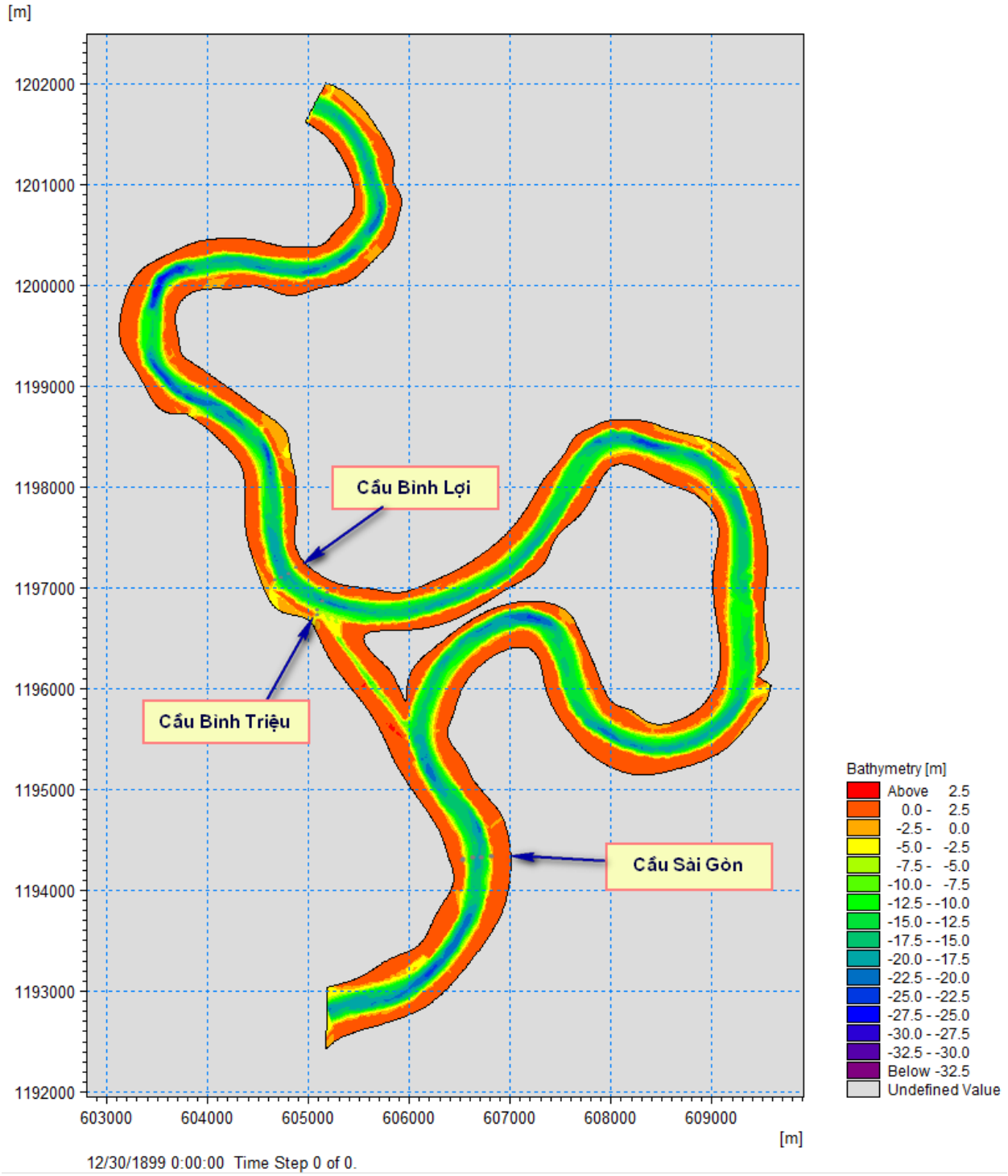
Hình 2- 29: Lưới mô phỏng tính toán đoạn sông nghiên cứu trên dòng chính sông Sài Gòn

b. Thiết lập địa hình trên lưới tính toán

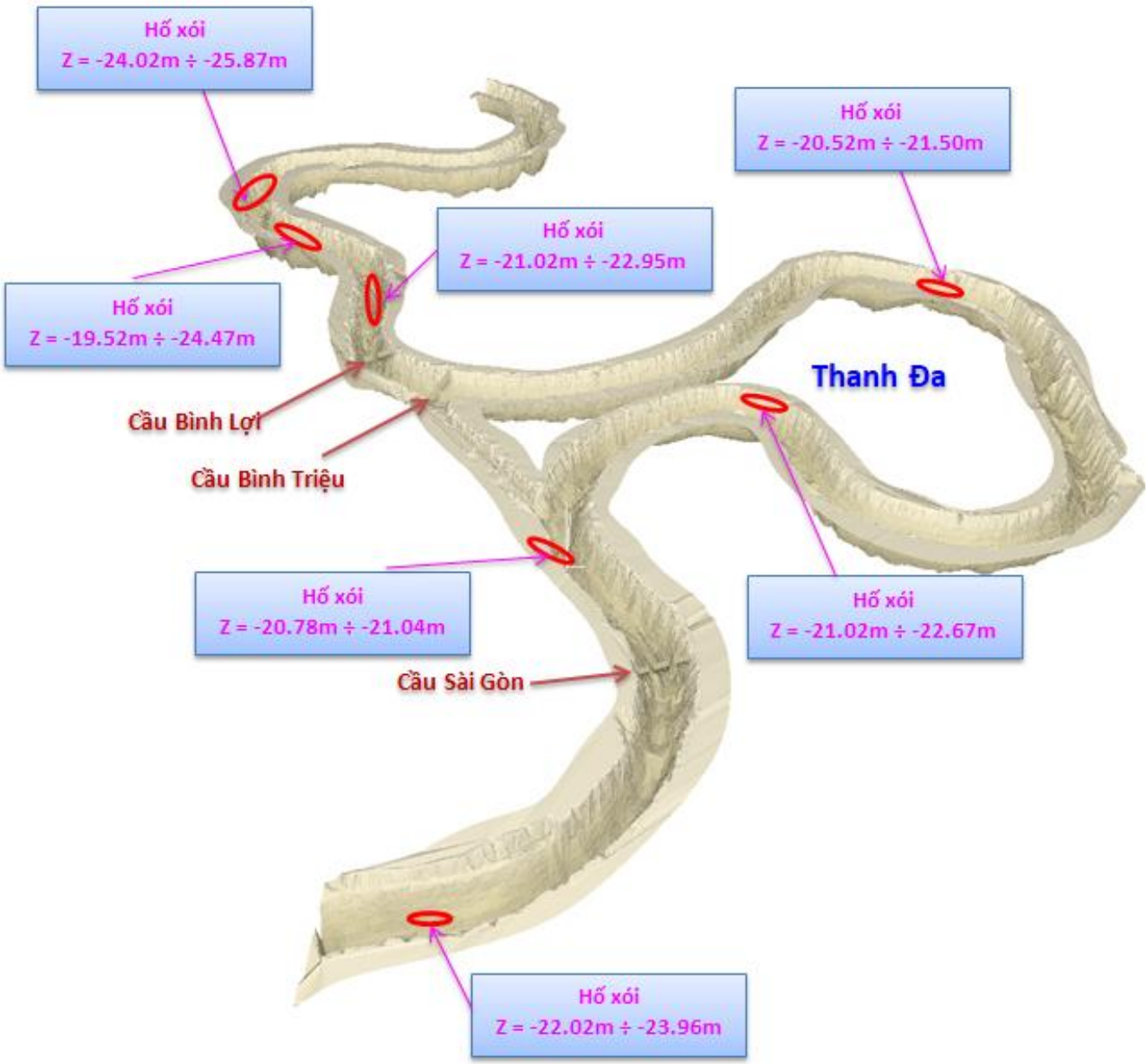
Tài liệu sử dụng cho việc thiết lập địa hình tính toán bao gồm:

- Bình đồ lòng sông khu vực nghiên cứu: Tài liệu đo năm 2019 tỷ lệ 1:2000 để phục vụ tính toán đánh giá hiện trạng và theo các kịch bản tính toán.
- Tài liệu các mặt cắt ngang trên đoạn sông nghiên cứu;
- Tài liệu công trình bảo vệ bờ đã được xây dựng ở khu vực nghiên cứu đoạn sông Thanh Đa

Địa hình lòng dẫn khu vực nghiên cứu được thể hiện trong các hình vẽ sau:



Hình 2- 30: Địa hình mô phỏng đoạn sông nghiên cứu



Hình 2- 31: Mô phỏng địa hình 3D đoạn sông nghiên cứu

c. Thiết lập các CSDL biên và CSDL hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

****) Vị trí và các yếu tố kiểm định thuỷ lực***

Kết quả tính toán thuỷ lực từ phần mềm MIKE 3 Flow Model FM được so sánh với số liệu thực đo 6/2019, tháng 10/2019 tại các vị trí kiểm định với các yếu tố kiểm định là:

Quá trình mực nước H~t.

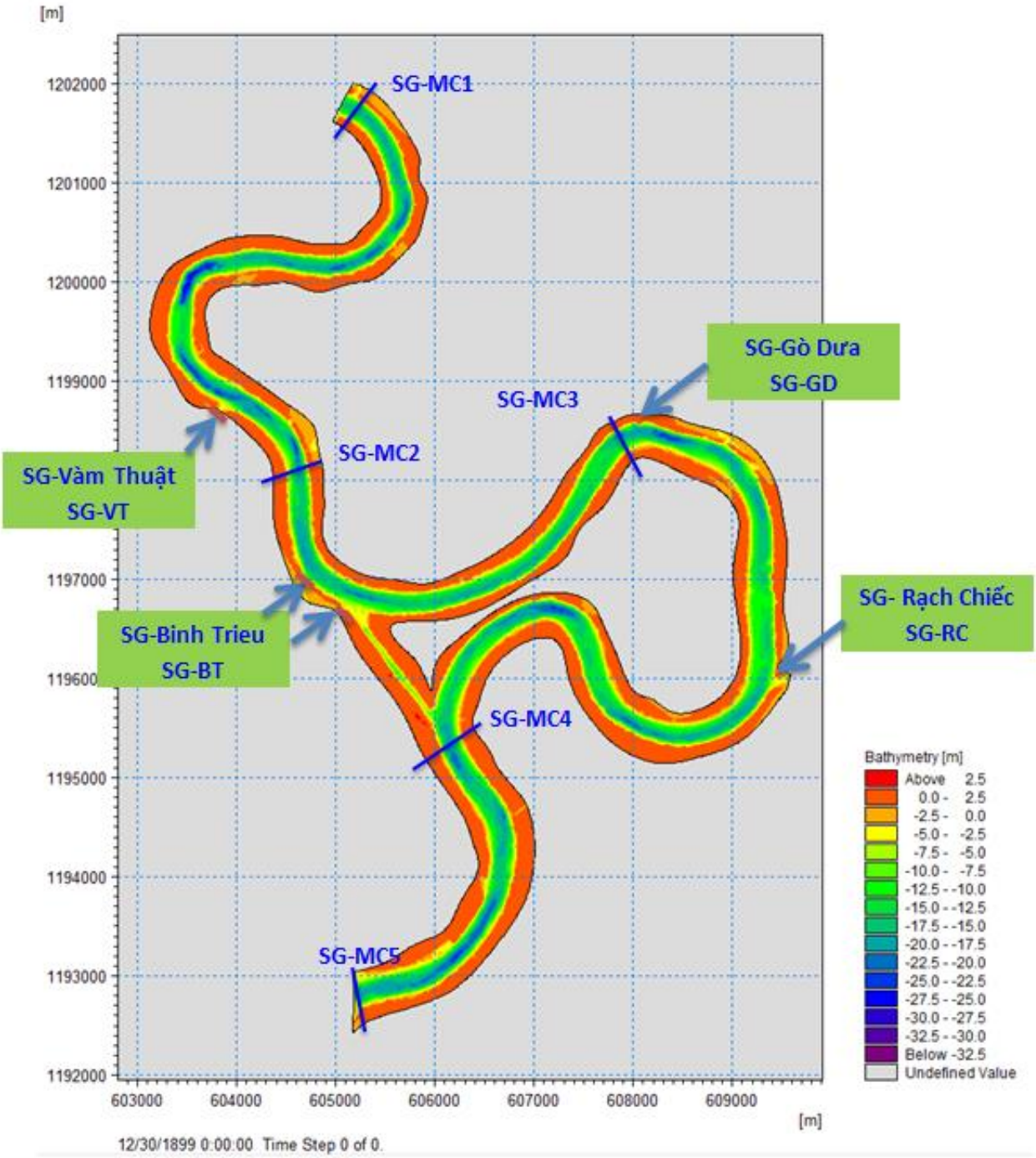
Quá trình lưu lượng Q~t.

Kiểm định phân bố vận tốc trên mặt cắt ngang tại 1 vị trí trùng với mặt cắt khảo sát thuỷ văn tương ứng.

Kiểm định hình thái

Tại khu vực nghiên cứu lựa chọn các mặt cắt địa hình lấy theo tài liệu khảo sát địa hình. Từ toạ độ các mốc mặt cắt của các mặt cắt này, tiến hành xác định các mặt cắt tương ứng trên mô hình. Công việc này rất quan trọng, nếu xác định không đúng sẽ dẫn đến những sai lệch vị trí giữa thực đo và tính toán, ảnh hưởng lớn đến kết quả kiểm định mô hình hình thái. So sánh các giá trị toạ độ mốc giữa mô hình và thực tế, cho thấy vị trí các mặt cắt kiểm

định ở trên mô hình gần như trùng với mặt cắt thực đo. Kết quả xác định vị trí biên và các trạm hiệu chỉnh, kiểm định mô hình được chỉ ra trong hình vẽ 5.22 như sau:



Hình 2- 32: Sơ đồ vị trí các mặt cắt hiệu chỉnh, kiểm định trong mô hình

Tọa độ vị trí các mặt cắt để hiệu chỉnh và kiểm định trong mô hình MIKE3 Flow Model FM được chỉ ra trong bảng sau:

Bảng 2- 20: Vị trí các mặt cắt hiệu chỉnh và kiểm định mô hình với địa hình hiện trạng 2016

Mặt cắt	Tọa độ (X,Y) bờ tả		Vị trí (m)	Chiều rộng mặt cắt (m)	Yếu tố hiệu chỉnh và kiểm định
	X	Y			
SG_MC1	605095.92	1201820.06	105610	220	Biên trên
SG-VT	603878.82	1198740.78		93	Biên gia nhập
SG-BT1	604701.20	1196966.35	113650	65	Biên gia nhập
SG-BT2	605070.20	1196683.45		50	Biên gia nhập
SG-GD	608096.02	1198577.66		35	Biên gia nhập
SG-RC	609473.62	1195994.64	120879	110	Biên gia nhập
SG_MC2	604652.00	1198011.85	118198	237	H, Q,V
SG_MC3	607850.02	1198491.56		272	H, Q,V
SG_MC4	606374.01	1195244.34	7-1200	270	H, Q,V
SG_MC5	605365.40	1192747.43	128404	340	Biên dưới

) Thiết lập các CSDL biên và CSDL hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Biên cứng: là tuyến đường bờ sông tính toán được khống chế không cho nước tràn qua.

Biên vào thượng lưu: Phía thượng lưu từ ngã ba Rạch Vĩnh Bình

Biên ra hạ lưu: Phía hạ lưu đoạn sông ngã ba Rạch Thị Nghè.

Điều kiện biên tính toán:

- Tại các biên vào thượng lưu là quá trình lưu lượng Q ~ t và ρ ~ t
- Tại các biên ra phía hạ lưu là quá trình mực nước H ~ t và ρ ~ t.

**) Tài liệu đo đạc tháng 6/2019:*

- Quan trắc lưu tốc dòng chảy bằng máy ADCP trong thời gian 7 ngày đêm (từ 13 giờ ngày 27 tháng 05 năm 2019 đến 13 giờ ngày 3 tháng 06 năm 2019) theo chế độ 24 giờ/24 lần.

- Quan trắc mực nước 7 ngày đêm (từ 13 giờ ngày 27 tháng 05 năm 2019 đến 13 giờ ngày 3 tháng 06 năm 2019) theo chế độ 24 giờ/24 lần.

Đo mực nước theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo mỗi trạm là 7 ngày liên tục từ (từ 13 giờ ngày 27 tháng 05 năm 2019 đến 13 giờ ngày 3 tháng 06 năm 2019. Đọc mực nước vào đầu mỗi giờ.

- Đo lưu lượng bằng máy hồi âm ADCP theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo lưu lượng trùng với thời gian đo mực nước.

Cao độ thước nước cùng hệ nhà nước (Cao độ Hòn Dấu). Công tác dẫn cao độ tới số "0" thước thước nước do Viện Thuỷ lợi môi trường thực hiện.

**) Tài liệu đo đạc tháng 10/2019:*

- Đo mực nước theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo mỗi trạm là 7 ngày liên tục từ 13h00 ngày 23/X/2019 đến 13h00 ngày 29/X/2019.

- Đo lưu lượng bằng máy hồi âm ADCP theo chế độ vùng sông ảnh hưởng thủy triều (24/24). Thời gian đo mỗi trạm là 7 ngày liên tục từ 13h00 ngày 23/X/2019 đến 13h00 ngày 29/X/2019. Thời gian đo lưu lượng trùng với thời gian đo mực nước.

- Quan trắc lưu tốc dòng chảy bằng máy ADCP trong thời gian 7 ngày đêm Thời gian đo mỗi trạm là 7 ngày liên tục từ 13h00 ngày 23/X/2019 đến 13h00 ngày 29/X/2019 theo chế độ 24 giờ/24 lần.

d. Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

- Hiệu chỉnh mô hình: sử dụng số liệu đo đạc lưu lượng, mực nước và bùn cát trong tháng 6/2019.

- Kiểm định mô hình: sử dụng số liệu đo đạc lưu lượng, mực nước và bùn cát trong tháng 10/2019.

Kết quả được tính từ mô hình MIKE11 được sử dụng để kiểm định mô hình MIKE3FM.

Các thông số thủy lực chính của mô hình:

Bước thời gian tính toán lựa chọn trong mô hình là Δt = 1 giây.

Hệ số nhớt xoáy η = 0,26m^2/s.

Hệ số nhớt rối tính theo công thức Smagorinsky (Cs) có giá trị Cs=0.26 – 0.28.

Xử lý ô lưới bị khô, ướt: Các giá trị mặc định cho các biến này tương ứng là: h_{dry} = 0,005m; h_{food} = 0,05 và h_{wet} =0,1m.

Các thông số hình thái của mô hình:

- Thiết lập dữ liệu địa chất: Sử dụng tài liệu khảo sát địa chất khu vực Thanh Đa khảo sát do viện Khoa học thủy lợi Miền Nam thực hiện. Căn cứ vào kết quả khảo sát địa chất và bùn cát để xác định các thông số chiều sâu lớp xói, đường kính hạt, cấp phối hạt bùn cát của đoạn sông nghiên cứu.

- Tài liệu bùn cát: Theo tài liệu đo đạc khảo sát bùn cát đáy năm 2019 do Viện Thủy văn Môi trường thực hiện (12 vị trí). Ngoài ra còn cập nhật tài liệu khảo sát bùn cát đáy của Viện Khoa học thủy lợi Miền Nam thực hiện đo đạc khảo sát tháng 10/2003. Kết quả đo đạc khảo sát cho thấy khu vực dự án có đặc tính hạt bùn cát không đồng nhất, hai bên bờ là bùn đến cát mịn D_{50} = 0.01 ~ 0.5mm, lòng sông là cát thô D_{50}=0.05 ~ 1.5mm.

Kết quả khảo sát bùn cát đáy sông Sài Gòn tại khu vực Thanh Đa đợt lấy mẫu tháng 10 năm 2003, đo đạc bổ sung tháng 6/2019 cho thấy:

- Thành phần hạt cát trung bình có đường kính hạt từ 1÷0.5mm chiếm 48.3%, cát hạt mịn có đường kính hạt từ 0.5÷0.25mm chiếm 39.9%. Theo tính toán vận tốc không xói được Vkx = 0.35m/s.

- Phần lớn thành phần hạt đáy sông có vận tốc không xói Vkx = 0.6m/s

- Một số mẫu có thành phần hạt sét mịn vận tốc không xói Vkx = 1.2m/s

- Hàm lượng phù sa trong sông khá cao, đường kính trung bình là 0.100mm.

Khi tính toán mô hình MIKE3 Flow Model tạo file đường kính hạt bùn cát thay đổi theo miền lưới tính toán .

- Tỷ trọng cát : 2.69

- Tính toán bùn cát đáy và bùn cát lơ lửng theo công thức Englund & Hansen.
- Bước thời gian tính toán vận chuyển bùn cát 10s.

Tổng thời gian máy tính chạy mô hình cho mỗi một kịch bản trung bình từ 172 giờ - 270 giờ phụ thuộc vào từng kịch bản tính toán.

***). Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình thuỷ lực (MIKE3 Flow Model FM)**

****) Kết quả hiệu chỉnh mô hình***

Kết quả hiệu chỉnh mô hình được thể hiện tại các bảng biểu và các hình vẽ dưới đây:

Bảng 2- 21: Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 6/2019)

Mặt cắt	Vị trí (m)	Số liệu thực đo 6/2019			Số liệu tính toán 6/2019			Sai số hiệu chỉnh			Hệ số Nash		
		Hmax (m)	Qmax (m3/s)	Vmax (m/s)	Hmax (m)	Qmax (m3/s)	Vmax (m/s)	ΔH (m)	ΔQ (%)	ΔV (%)	NASH (H)	NASH (Q)	NASH (V)
SG_MC2	118198	1.18	2690	0.86	1.13	2591	0.84	-0.05	-3.68	-2.33	0.91	0.81	0.91
SG_MC3		1.19	2299	0.73	1.15	2156	0.75	-0.04	-6.22	2.74	0.95	0.83	0.85
SG_MC4	7-1200	1.21	2712	0.93	1.17	2672	0.91	-0.04	-1.47	-2.15	0.94	0.85	0.90

Bảng 2- 22: Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 6/2019)

Mặt cắt	Vị trí (m)	Số liệu thực đo 6/2019			Số liệu tính toán 6/2019			Sai số hiệu chỉnh		
		Hmin (m)	Qmin (m3/s)	Vmin (m/s)	Hmin (m)	Qmin (m3/s)	Vmin (m/s)	ΔH (m)	ΔQ (%)	ΔV (%)
SG_MC2	118198	-1.66	-3173	0.88	-1.68	-3068	0.84	-0.02	-3.31	-4.55
SG_MC3		-1.78	-2333	0.65	-1.97	-2370	0.61	-0.19	1.59	-6.15
SG_MC4	7-1200	-2.42	-3210	0.92	-2.67	-3145	0.89	-0.25	-2.02	-3.26

Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho thấy đường quá trình mực nước tính toán và thực đo khá phù hợp, mực nước đỉnh lũ tính toán và thực đo chênh lệch không lớn (0.02m ÷ 0.25m). Hệ số NASH đánh giá sai số mực nước tính toán và thực đo trong khoảng 0.91 ÷ 0.95. Sai số chênh lệch lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất đạt 6,2%.

****) Kết quả kiểm định mô hình trận lũ tháng 10/2019***

Kết quả hiệu chỉnh mô hình được thể hiện tại các bảng biểu và các hình vẽ dưới đây:

Bảng 2- 23: Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 10/2019)

Mặt cắt	Vị trí (m)	Số liệu thực đo 10/2019			Số liệu tính toán 10/2019			Sai số hiệu chỉnh			Hệ số Nash		
		Hmax (m)	Qmax (m3/s)	Vmax (m/s)	Hmax (m)	Qmax (m3/s)	Vmax (m/s)	ΔH (m)	ΔQ (%)	ΔV (%)	NAS H (H)	NAS H (Q)	NAS H (V)
SG_MC2	118198	1.55	3543	1.13	1.42	3310	1.03	-0.14	-6.57	-9.07	0.92	0.82	0.92
SG_MC3		1.57	3028	0.96	1.44	2754	0.92	-0.13	-9.03	-4.35	0.93	0.84	0.94
SG_MC4	7-1200	1.59	3572	1.22	1.46	3414	1.12	-0.13	-4.43	-8.90	0.95	0.87	0.91

Bảng 2- 24: Kết quả kiểm định mô hình MIKE 3 Flow Model FM (số liệu thực đo 10/2019)

Mặt cắt	Vị trí (m)	Số liệu thực đo 10/2019			Số liệu tính toán 10/2019			Sai số hiệu chỉnh		
		Hmin (m)	Qmin (m3/s)	Vmin (m/s)	Hmin (m)	Qmin (m3/s)	Vmin (m/s)	ΔH (m)	ΔQ (%)	ΔV (%)
SG_MC2	118198	-0.83	-3207	0.84	-0.84	-3008	0.77	-0.01	-6.21	-7.41
SG_MC3		-0.90	-2358	0.62	-1.00	-2348	0.56	-0.10	-0.45	-10.85
SG_MC4	7-1200	-1.23	-3245	0.88	-1.36	-3147	0.82	-0.13	-3.00	-7.13

Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho thấy đường quá trình mực nước tính toán và thực đo khá phù hợp, mực nước đỉnh lũ tính toán và thực đo chênh lệch không lớn (0.02m ÷ 0.08m). Hệ số NASH đánh giá sai số mực nước tính toán và thực đo trong khoảng 0.89 ÷ 0.97. Sai số chênh lệch lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất đạt 8,3%.

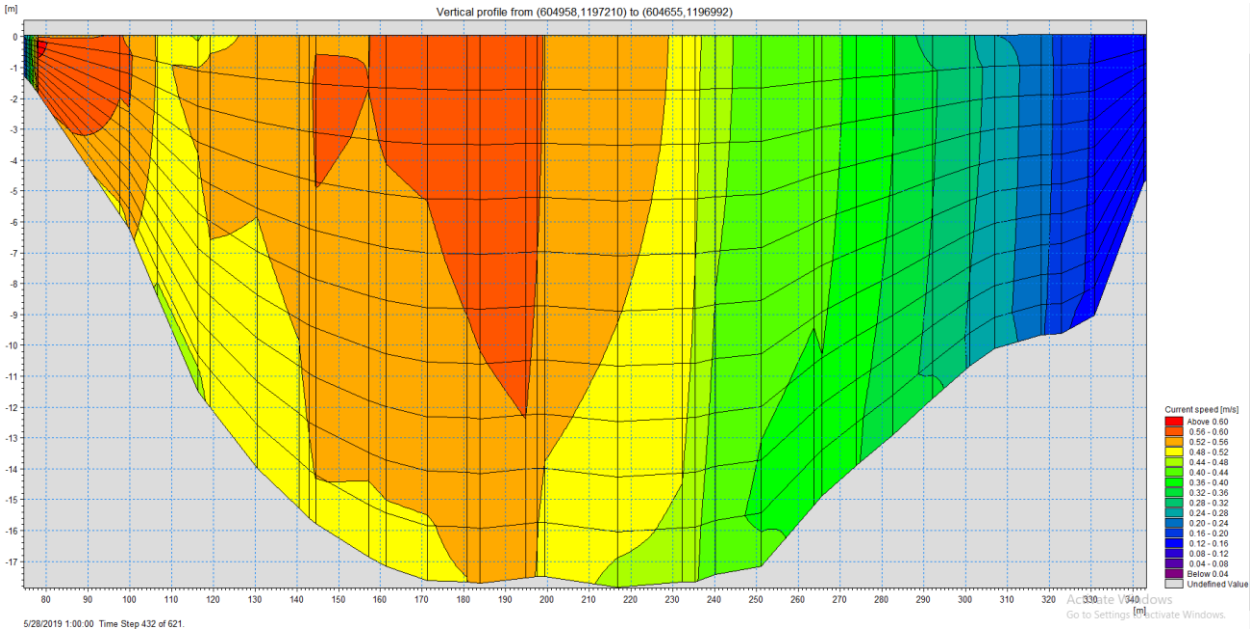
Đường quá trình tính toán và thực đo tại các mặt cắt hiệu chỉnh và kiểm định mô hình được chỉ dẫn ra trong hình vẽ phần phụ lục báo cáo.

Kết quả kiểm định và hiệu chỉnh mô hình 3 chiều *MIKE 3 (Flow Model FM)* cho chỉ tiêu NASH khá tốt(NASH>0,8) quá trình mực nước và đỉnh lũ so sánh trong cả 2 trường hợp đều khá phù hợp, Sai số chênh lệch mực nước trong giá trị cho phép, chênh lệch mực nước nhỏ nhất khoảng 0,08m – 0.09m, chênh lệch mực nước lớn nhất khoảng 0.06m - 0.08m.

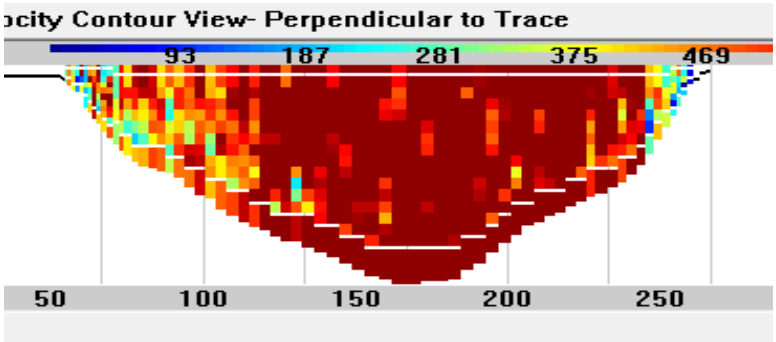
Từ kết quả kiểm định mô hình 3 chiều *MIKE 3 Flow Model FM* cho thấy quá trình mực nước và lưu lượng so sánh là khá tốt chứng tỏ việc thiết lập mô hình và lựa chọn các thông số thủy lực cho mô hình *MIKE 3 (Flow Model FM)* là hợp lý.

***). Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình hình thái (MIKE3 moduyn ST và MT)**

Với các thông số của mô hình thuỷ lực, cùng các thông số của mô hình hình thái đã được xác định như ở trên, tiến hành tính toán mô phỏng hình thái, kết quả thu được là quá trình diễn biến lòng dẫn trên toàn bộ khu vực nghiên cứu dưới các điều kiện dòng chảy và bùn cát đã xác định. Để kiểm định mô hình hình thái thường kiểm định địa hình đoạn sông theo hai thời điểm khác nhau, so sánh mặt cắt địa hình để đánh giá xu thế xói bồi, so sánh vận tốc trung bình theo mặt cắt ngang, phân bố lưu tốc theo mặt cắt ngang. Tuy nhiên việc đo đạc địa hình lòng dẫn đòi hỏi kinh phí rất lớn để đo địa hình trước và sau lũ cũng cần có tài liệu như dòng chảy, bùn cát. Để đánh giá độ chính xác của việc kiểm định mô hình đã tiến hành trích các mặt cắt ngang tính toán và đem so sánh chúng với các mặt cắt thực đo tại các vị trí mặt cắt kiểm định theo thời gian đo đạc khảo sát 2019. Các kết quả so sánh vận tốc trung bình mặt cắt ngang và kết quả tính toán từ mô hình được thể hiện trong các hình vẽ sau:



Hình 2- 33: Phân bố lưu tốc lúc 1h00 ngày 28/5/2019 theo kết quả tính toán bằng mô hình tại mặt cắt T2

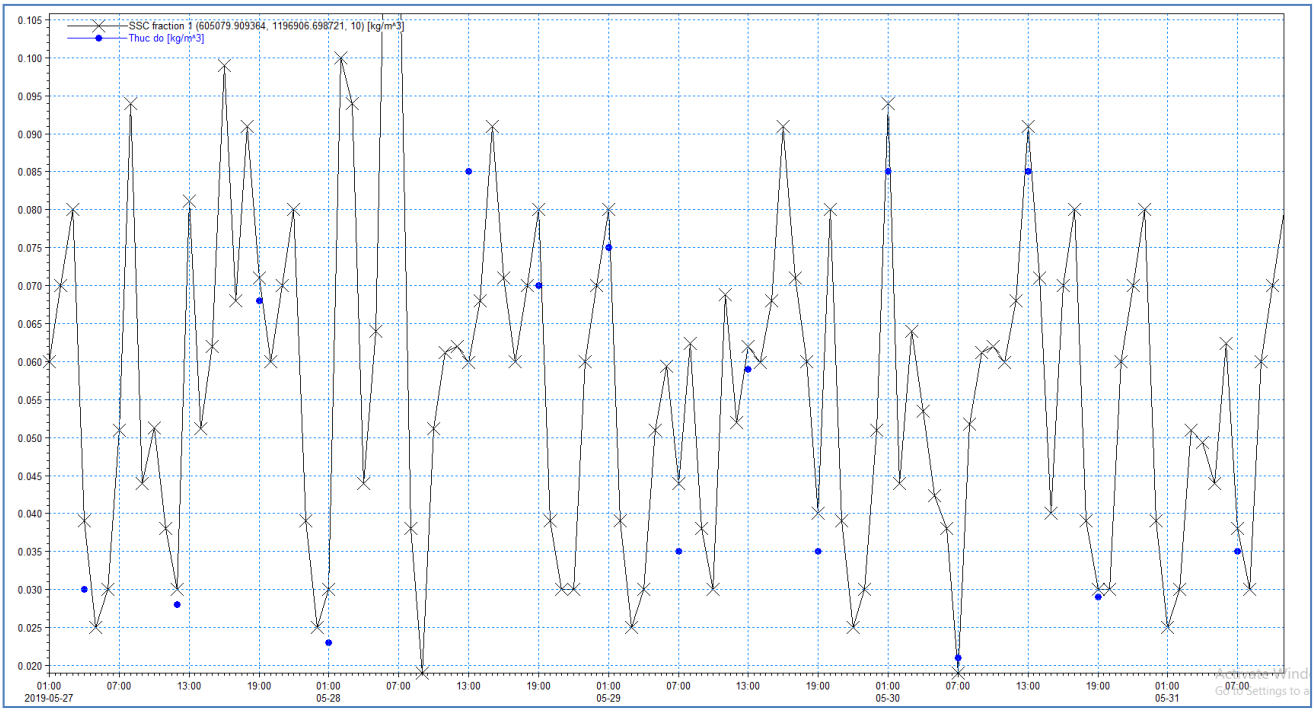


Hình 2- 34: Phân bố lưu tốc lúc 1h00 ngày 28/5/2019 theo kết quả đo đạc ADCP tại mặt cắt T2

So sánh phân bố lưu tốc giữa kết quả tính toán bằng mô hình và số liệu thực đo bằng máy ADCP tại vị trí mặt cắt MC2, MC4 cho thấy hình ảnh phân bố vận tốc trên mặt cắt ngang là khá giống nhau về độ lớn và phương chiều.

Căn cứ vào kết quả tính toán kiểm định ở trên cho thấy các đặc trưng về mặt cắt ngang giữa kết quả tính toán trên mô hình và thực tế đo đạc có sự phù hợp. Chứng tỏ các thông số về thuỷ lực, hình thái tìm được đã phản ánh khá phù hợp tính chất vật lý của chúng trên khu vực nghiên cứu thuộc vùng dự án. Tuy nhiên các công thức mô phỏng vận chuyển bùn cát trong mô hình chỉ là các công thức kinh nghiệm. Vì vậy việc nghiên cứu tính toán hình thái có thể chấp nhận các kết quả mang tính tương đối phù hợp với xu thế diễn biến và sai số của các giá trị cao độ ở mức có thể chấp nhận.

Về bùn cát lơ lửng (STT) tại khu vực nghiên cứu, chúng tôi sử dụng các số liệu bùn cát thực đo vào tháng 6 năm 2019 để kiểm định. Từ dữ liệu thu thập, số lượng mẫu bùn cát lơ lửng có được tại vùng nghiên cứu là 15 mẫu. Kết quả cho hệ số Nash đạt giá trị R^2=0.51. Việc hiệu chỉnh mô hình về lưu lượng bùn cát lơ lửng khó cho giá trị cao do bùn cát phụ thuộc vào nhiều yếu tố, do đó trong điều kiện hiện tại có thể sử dụng để mô phỏng dự báo tác động của dự án đến diễn biến lòng dẫn. Kết quả hiệu chỉnh bùn cát lơ lửng SSC như hình sau:



Hình 2- 35: Kết quả hiệu chỉnh bùn cát lơ lửng tháng 6/2019

Nhận xét

- Lưới tính đã lập ra là tối ưu vì độ phân giải đủ mịn tại vùng dự án chính đảm bảo không bỏ sót các chi tiết cần mô phỏng. Kích thước của lưới tính trên MIKE3 Flow Model FM có khoảng 101211 nút là hợp lý bảo đảm tính khả thi và tiến độ thời gian; Độ phân giải lưới tính tương thích với chất lượng số liệu đầu vào và yêu cầu độ chính xác của phạm vi nghiên cứu của dự án. Diện tích ô lưới bảo đảm tối ưu sao cho số CFL có giá trị nhỏ nhất và đồng đều.

- Các CSDL biên cứng được lập ra đủ để chạy thử và hiệu chỉnh các thông số mô hình MIKE3 Flow Model FM. Đây là các sản phẩm rất quan trọng, có ý nghĩa quyết định đến độ chính xác và tính khả thi của phương pháp mô hình toán. Các CSDL khác như: bước thời gian tối ưu, hệ số nhám, hệ số tán xạ rối, thông số chảy vòng… đã được lập ra trong quá trình hiệu chỉnh mô hình tích hợp MIKE3 Flow Model FM.

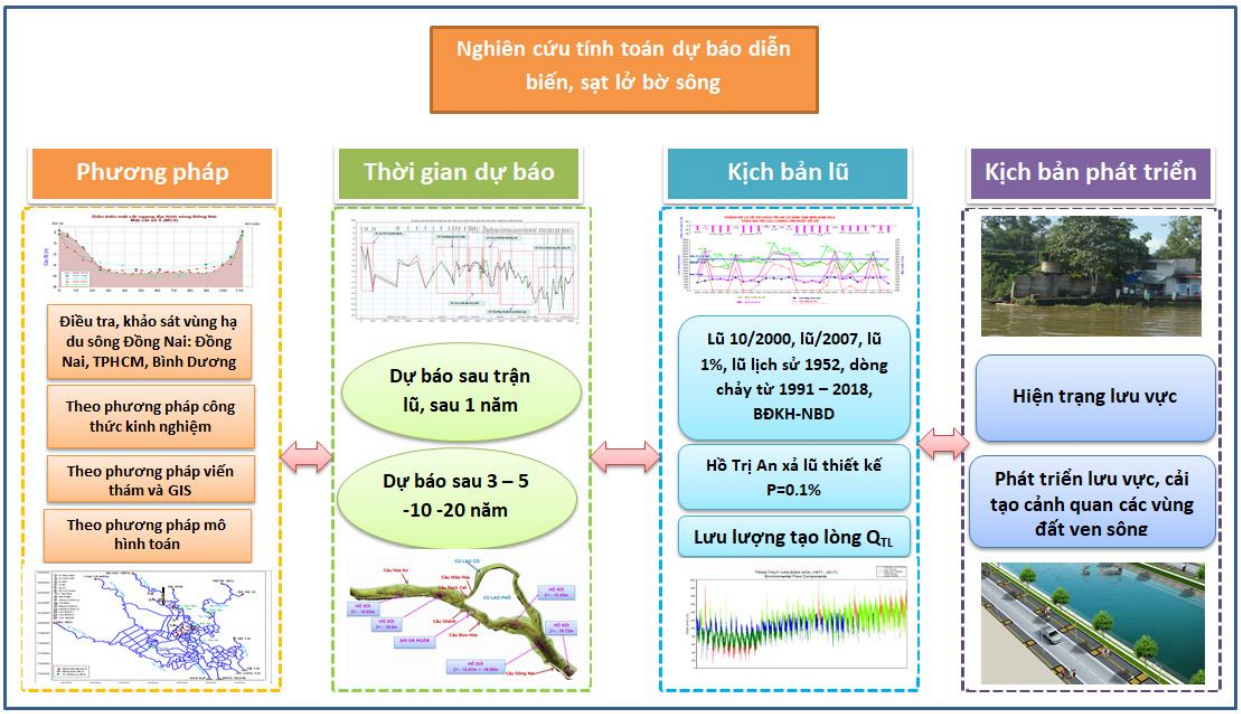
- Các CSDL đã được hiệu chỉnh và cập nhật hoàn chỉnh và hợp lý cho vùng nghiên cứu của dự án. Đã có đánh giá và kiểm định độ tin cậy của các CSDL đầu vào. Các số liệu thực đo có độ tin cậy cao, trong đó số liệu đo năm 2019 có chất lượng tốt vì công việc khảo sát và chỉnh biên được thực hiện rất bài bản, áp dụng những công nghệ và thiết bị hiện đại trong đo đạc khảo sát.

- Kết quả mô phỏng mô hình thủy động lực số và các CSDL nhập kèm theo là đáng tin cậy, làm việc ổn định có cơ sở khoa học và thực tiễn chắc chắn cho khu vực nghiên cứu. Kết quả tính toán ổn định, tin cậy, mô tả đúng đắn các quy luật động lực học trên vùng nghiên cứu. Kết quả mô phỏng mực nước, lưu lượng, vận tốc, bùn cát phù hợp với số liệu thực đo năm 2019.

2.4. Kịch bản tính toán.

Căn cứ để lựa chọn các kịch bản tính toán được dựa trên cơ sở hiện trang, xây dựng phát triển kinh tế xã hội vùng hạ du và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội và các trận lũ đã xảy ra trên lưu vực. Với trường hợp lũ 1% được coi là kịch bản vượt lũ lịch sử, coi là bất lợi, nếu xét thêm BĐKH NBD thì được coi là kịch bản kịch bản bất lợi nhất, bao quát được các tình huống xảy ra.

Các kịch bản tính toán dự báo diễn biến hình thái trên khu vực nghiên cứu được thể hiện trong sơ đồ hình sau:



Hình 2- 36: Sơ đồ các phương pháp và kịch bản tính toán dự báo sạt lở bờ sông phục vụ quy hoạch sử dụng vùng ven sông phát triển KTXH vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

Lũ trên lưu vực sông Đồng Nai rất phức tạp, tỉ lệ đồng bộ về lũ lớn giữa nhánh sông Bé và Đồng Nai không cao, chủ yếu là đồng bộ về lũ nhỏ và trung bình (chiếm 85.7%)

Mực nước Biên Hòa chịu ảnh hưởng lớn của quá trình xả lũ hồ Trị An, mực nước Biên Hòa đạt báo động 2, lũ đến hồ Trị An từ lũ trung bình trở lên chiếm 100%, trong khi đó lũ sông Bé đến Phước Hòa từ lũ lớn đến rất lớn chiếm 33.3%.

Mực nước Biên Hòa đạt báo động 3, lũ đến hồ Trị An lũ lớn chiếm tỉ lệ 100%, trong khi đó lũ sông Bé đến Phước Hòa lũ trung bình chiếm tỉ lệ 100%

Mực nước tại hạ du chịu ảnh hưởng rất lớn của triều, trận lũ 2006 mực nước Biên Hòa đạt báo động 2 trong khi lũ đến hồ Trị An chỉ là lũ nhỏ, lũ đến Tà Lài, Tà Pao cũng là lũ nhỏ, lũ Phước Hòa trung bình.

Diễn biến mưa lũ, triều trên lưu vực Đồng Nai rất phức tạp do đó việc lựa chọn các năm điển hình tình toán phải xem xét đầy đủ các khả năng sự tổ hợp lũ trung bình trên nhiều nhánh, sự xuất hiện lũ lớn trên các nhánh hoặc sự đồng bộ giữa lũ và triều cường.

Lũ trên hệ thống sông Đồng Nai rất phức tạp đặc biệt là ảnh hưởng của triều và mưa nội đồng đến tình hình ngập lụt hạ du, do vậy để phù hợp với đặc điểm thực tế khi xem xét đánh giá ảnh hưởng của việc xây dựng dự án đến toàn hệ thống, cần xem xét chọn các dạng lũ điển hình, bất lợi. Đối với lũ thượng nguồn, chọn lũ đến hồ Trị An, Dầu Tiếng, Phước Hòa. Đối với ảnh hưởng của mưa và triều cường, chọn mực nước tại Biên Hòa, Phú An và Nhà Bè để làm cơ sở chọn các tổ hợp mưa lũ, triều gây ngập lụt nhiều nhất cho vùng hạ du để xem xét đánh giá tác động của dự án đến dòng chảy và thoát lũ trên toàn hệ thống.

Theo quyết định số 18/2008/QĐ-BTNMT ngày 31 tháng 12 năm 2008, Ban hành quy chuẩn Quốc gia về dự báo lũ , cấp lũ được phân thành 5 cấp ứng với mực nước các tần suất khác nhau như sau:

- Lũ rất nhỏ: $H_{maxi} < H_{maxP90\%}$
- Lũ nhỏ: $H_{maxP90\%} \leq Hmaxi < H_{maxP70\%}$
- Lũ trung bình: $H_{maxP70\%} \leq H_{maxi} < H_{maxP30\%}$
- Lũ lớn: $H_{maxP30\%} \leq H_{maxi} < H_{maxP10\%}$
- Lũ rất lớn: $H_{maxi} \geq H_{maxP10\%}$

Trong đó:

- H_{maxi}: Mực nước đỉnh lũ cao nhất năm thứ i hoặc trận lũ thứ i.
- $H_{maxP\%}$: Mực nước ứng với tần suất P% trên đường tần suất H_{max} đỉnh lũ.

Theo quyết định số 46/QĐ-TTg ngày 15 tháng 8 năm 2014, Ban hành Quy định về dự báo lũ, cảnh báo vào truyền tin thiên tai, cấp lũ được phân thành 5 cấp ứng với đặc trưng đỉnh lũ khác nhau:

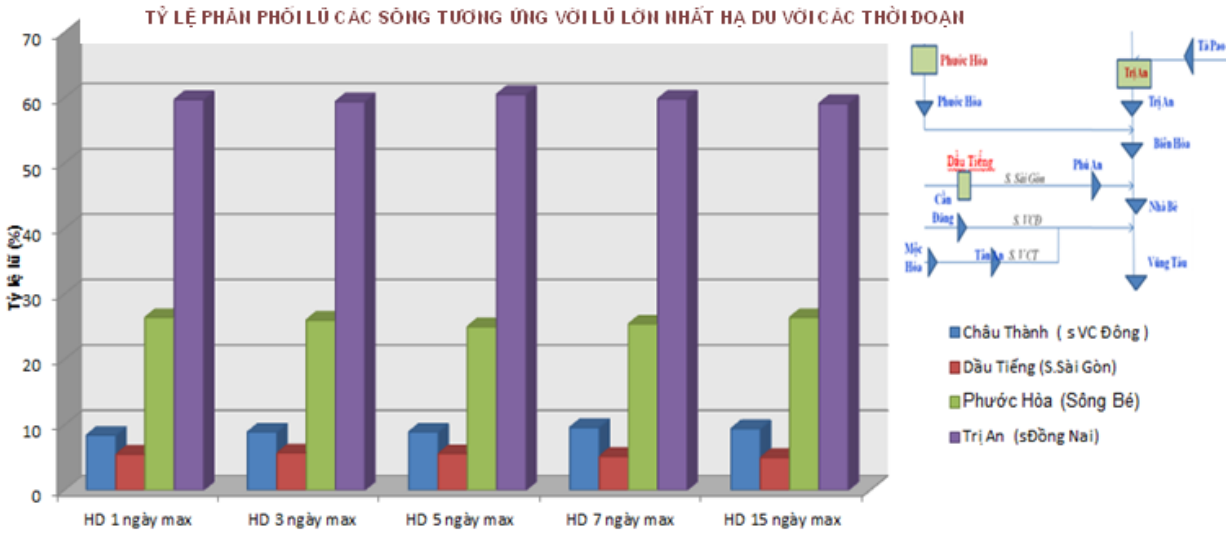
- Lũ nhỏ là lũ có đỉnh lũ thấp hơn mức đỉnh lũ trung bình nhiều năm;
- Lũ vừa là lũ có đỉnh lũ tương đương mức đỉnh lũ trung bình nhiều năm;
- Lũ lớn là lũ có đỉnh lũ cao hơn mức đỉnh lũ trung bình nhiều năm;
- Lũ đặc biệt lớn là lũ có đỉnh lũ cao hiếm thấy trong thời kỳ quan trắc;
- Lũ lịch sử là lũ có đỉnh lũ cao nhất trong chuỗi số liệu quan trắc hoặc do điều tra khảo sát được.

Tổ hợp lũ các trận lũ lớn xảy ra trong tháng 10 theo quyết định số 46/QĐ-TTg như sau:

Bảng 2- 25: Tổ hợp các trận lũ lớn xảy ra trong tháng 10 trên lưu vực sông Đồng Nai

Năm	Phước Hòa	Đa Nhim	Tà Lài	Tà Pao
1976	Không lũ	Không lũ	Không lũ	Không lũ
1977	Không lũ	Không lũ	Không lũ	Lũ nhỏ
1978	Không lũ	Không lũ	Không lũ	Lũ vừa
1979	Không lũ	Không lũ	Không lũ	Lũ lớn
1980	Lũ nhỏ	Lũ vừa	Không lũ	Lũ nhỏ
1981	Không lũ	Lũ lớn	Không lũ	Không lũ
1982	Lũ nhỏ	Không lũ	Không lũ	Không lũ
1983	Lũ nhỏ	Lũ lớn	Không lũ	Lũ lớn
1984	Lũ vừa	Lũ vừa	Không lũ	Không lũ
1985	Lũ nhỏ	Lũ vừa	Không lũ	Lũ lớn
1986	Lũ vừa	Không lũ	Không lũ	Không lũ

Năm	Phước Hòa	Đa Nhim	Tà Lài	Tà Pao
1987	Lũ nhỏ	Không lũ	Không lũ	Không lũ
1988	Lũ vừa	Không lũ	Không lũ	Lũ vừa
1989	Không lũ	Không lũ	Lũ nhỏ	Không lũ
1990	Không lũ	Không lũ	Lũ nhỏ	Không lũ
1991	Lũ vừa	Không lũ	Không lũ	Không lũ
1992	Lũ nhỏ	Lũ vừa	Không lũ	Không lũ
1993	Lũ vừa	Lũ vừa	Lũ nhỏ	Lũ vừa
1994	Lũ vừa	Không lũ	Không lũ	Không lũ
1995	Lũ vừa	Lũ nhỏ	Lũ nhỏ	Lũ vừa
1996	Lũ vừa	Lũ lớn	Lũ vừa	Không lũ
1997	Lũ nhỏ	Không lũ	Không lũ	Không lũ
1998	Lũ nhỏ	Lũ lớn	Lũ nhỏ	Không lũ
1999	Không lũ	Lũ lớn	Không lũ	Không lũ
2000	Lũ lớn	Lũ lớn	Lũ vừa	Lũ vừa
2001	Lũ vừa	Không lũ	Không lũ	Không lũ
2002	Lũ nhỏ	Không lũ	Không lũ	Lũ nhỏ
2003	Lũ vừa	Lũ nhỏ	Không lũ	Lũ nhỏ
2004	Không lũ	Không lũ	Không lũ	Không lũ
2005	Không lũ	Lũ vừa	Không lũ	Lũ vừa
2006	Lũ vừa	Không lũ	Không lũ	Lũ nhỏ
2007	Lũ lớn	Lũ vừa	Không lũ	Không lũ
2008	Không lũ	Không lũ	Không lũ	Không lũ
2009	Lũ vừa	Lũ nhỏ	Không lũ	Không lũ
2010	Không lũ	Lũ lớn	Không lũ	Không lũ
2011	Lũ nhỏ	Lũ nhỏ	Lũ nhỏ	Lũ nhỏ
2012	Lũ lớn	Không lũ	Không lũ	Không lũ
2013	Lũ vừa	Không lũ	Không lũ	Lũ nhỏ



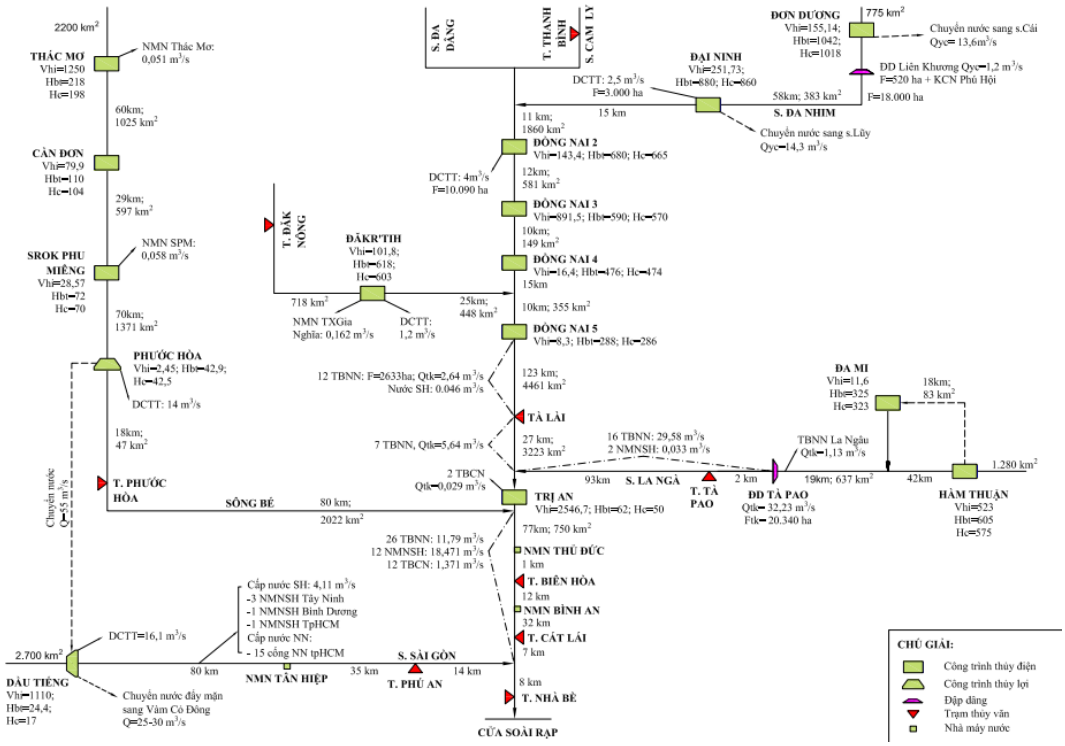
Hình 2- 37: Tỷ lệ phân phối lũ các sông tương ứng với lũ lớn nhất hạ du các thời đoạn

Trên cơ sở phân tích ở trên, chọn trận lũ điển hình để tính toán là trận lũ xảy ra vào tháng 10/2000 và tháng 10/2007 và năm 2000 được chọn là năm điển hình để xem xét đánh giá diễn biến lòng dẫn trong cả năm.

2.5. Yêu cầu tài liệu đầu vào phục vụ tính toán dự báo diễn biến sạt lở, đề xuất các giải pháp để ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

2.5.1. Tài liệu vận hành điều tiết của các hồ chứa phía thượng nguồn

Là một trong những lưu vực có tiềm năng thủy lợi, thủy điện, nên hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Đồng Nai phát triển mạnh. Tính đến nay, trên toàn lưu vực có khoảng hơn 200 hồ chứa thủy lợi, thủy điện lớn, trung bình, nhỏ (bao gồm cả những hồ đang vận hành, đang xây dựng và dự kiến xây dựng), trong đó một phần là các hồ chứa thủy điện còn lại chủ yếu là các hồ chứa thủy lợi. Tổng dung tích điều tiết của các hồ chứa trên lưu vực khoảng trên 6 tỷ m^3, công suất khoảng 3000 MW, trong đó chuyển gần 1 tỷ m^3 nước ra ngoài lưu vực sang vùng khô hạn ven biển Bình Thuận, Ninh Thuận. Hệ thống các hồ chứa thủy điện chính trên lưu vực sông Đồng Nai như sau:



Vận hành điều tiết hồ chứa trên lưu vực sông Đồng Nai được xác định thông qua tính toán điều tiết lũ được thực hiện theo hai bước:

- Dùng mô hình HEC RESSIM sơ bộ chọn phương pháp cắt lũ.

- Sử dụng mô hình MIKE11 kiểm tra mực nước tại tuyến khống chế.

Ưu điểm của mô hình HEC RESSIM là biết được khả năng cắt lũ của các hồ, chỉ ra được phương thức vận hành của các hồ nhưng mô hình không thể đưa ra được đường mực nước tại các điểm. Do đó cần phải kiểm tra lại mực nước tại các điểm bằng mô hình MIKE11 sau khi đã điều tiết bằng mô hình HEC RESSIM.

Sử dụng mô hình HEC RESSIM để tính toán lũ và điều tiết hệ thống hồ chứa trong bài toán kiểm soát lũ cho hạ du. Sau đó dùng kết quả tính toán của mô hình HEC RESSIM

để làm đầu vào cho mô hình MIKE11 kiểm tra lại khả năng cắt lũ của các hồ và đánh giá ảnh hưởng của dự án đến dòng chảy và vấn đề tiêu thoát lũ.

Nhiệm vụ tính toán điều tiết phòng lũ của các hồ chứa góp phần giảm lũ cho hạ du sông Đồng Nai theo quy trình vận hành liên hồ chứa theo quyết định số 471/QĐ-TTg ngày 24 tháng 03 năm 2016, trong đó quy định về sự điều tiết các hồ chứa giảm lũ cho hạ du.

Kết quả tính toán lưu lượng đến hồ Trị An

Bảng 2- 26: Kết quả tính Qmaxp=1% , 2% đến hồ Trị An

Đơn vị tính	**Số liệu sử dụng**	**Phương pháp tính**	**Kết quả tính $Q_{max1\%}$ (m^3/s)**	**Kết quả tính $Q_{max2\%}$ (m^3/s)**
QT vận hành hồ chứa TĐ Trị An - Công ty TĐ Trị An, Công ty cổ phần Tư vấn Xây dựng Điện 2	GĐ: 1979 - 2008	Xác định lưu lượng đỉnh lũ bằng quan hệ lgqmax1% ~ lgF	11329	
		Xác định lưu lượng đỉnh lũ bằng quan hệ lgQmaxtb ~ lgF.	11216	
		Xác định lưu lượng đỉnh lũ theo công thức Xokolopsky	13000	
Báo cáo hiện trạng khai thác sử dụng nước mặt - Công ty Thủ Điện Trị An Công ty cổ phần Ngọc Tích Đồng Nai	GĐ: 1988 - 2013	Xác định lưu lượng đỉnh lũ bằng quan hệ lgqmax1% ~ lgF	13800	
		Xác định lưu lượng lũ tính toán bằng quan hệ lgQmax =lg(F)		
		Tính lưu lượng lũ như trường hợp đủ số liệu quan trắc bằng cách sử dụng hàm giải tích về phân bổ tần suất theo số liệu kết quả tính lũ của mô hình SARR		
Viện Thủy văn Môi trường và BĐKH	GĐ: 1979 - 2014	Xác định lưu lượng đỉnh lũ theo công thức Xokolopsky	13900	11020

Bảng 2- 27: Qxả max hồ Trị An

Đơn vị tính	**MNTL(m)**	**$Q_{đến max1\%}$ (m^3/s)**	**$Q_{xả max1\%}$ (m^3/s)**	**$Q_{đến max2\%}$ (m^3/s)**	**$Q_{xả max2\%}$ (m^3/s)**
Công ty TĐ Trị An, Công ty cổ phần Tư vấn Xây dựng Điện 2_ QT vận hành hồ chứa TĐ Trị An	61	13000	11700		
Viện Thủy văn Môi trường và BĐKH	60,8 (Theo quy trình liên hồ chứa)	13900	11300	11020	8960

Bảng 2- 28: Kết quả tính Qmaxp=1% đến hồ Dầu Tiếng

Đơn vị tính	**Số liệu sử dụng**	**Phương pháp tính**	**Kết quả tính $Q_{max1\%}$(m^3/s)**
Trung tâm Nghiên cứu chỉnh trị sông và Phòng chống Thiên Tai - Viện	GĐ: 1978 - 2007	Tính toán dòng chảy lũ đến hồ bằng mô hình NAM với mô hình mưa điển hình 3 ngày max	3758

Đơn vị tính	Số liệu sử dụng	Phương pháp tính	Kết quả tính $Q_{max1\%}(m^3/s)$
Khoa học Thủy lợi miền Nam_ đề tài KC08.16/06-10: *"Nghiên cứu cơ sở khoa học nhằm quản lý và phát triển bền vững hệ thống công trình Dầu Tiếng phục vụ phát triển kinh tế - xã hội vùng kinh tế trọng điểm phía Nam"*		Tính toán dòng chảy lũ đến hồ bằng mô hình NAM với mô hình mưa điển hình 5 ngày max	2489
		Tính toán dòng chảy lũ đến hồ bằng mô hình NAM với mô hình mưa điển hình 7 ngày max	2194
Viện Thủy Lợi và Môi trường_Quy trình vận hành Dầu Tiếng khi có bổ sung nước từ Phước Hòa	GĐ: 1976 - 2012	Mike Nam	3540
Viện Thủy văn Môi trường và BĐKH	GĐ: 1976 - 2014	Tính toán dòng chảy lũ đến hồ bằng mô hình NAM (Mô hình mưa 3 ngày max)	3950

Bảng 2- 29: Qxả max hồ Dầu Tiếng

Đơn vị tính	MNTL(m)	$Q_{đến max1\%}$ (m^3/s)	$Q_{xả max1\%}(m^3/s)$
Trung tâm Nghiên cứu chỉnh trị sông và Phòng chống Thiên Tai - Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam_ đề tài KC08.16/06-10: *"Nghiên cứu cơ sở khoa học nhằm quản lý và phát triển bền vững hệ thống công trình Dầu Tiếng phục vụ phát triển kinh tế - xã hội vùng kinh tế trọng điểm phía Nam"*	23,3	Mô hình mưa 3 ngày 3758	600
		Mô hình mưa 5 ngày 2489	600
		Mô hình mưa 7 ngày 2194	580
	24,4	Mô hình mưa 3 ngày 3758	1600
		Mô hình mưa 5 ngày 2489	1350
		Mô hình mưa 7 ngày 2194	1200
Viện Thủy Lợi và Môi trường_Quy trình vận hành Dầu Tiếng khi có bổ sung nước từ Phước Hòa	23,3	3540	200 (Mực nước khống chế:26,92m)
			490 (Mực nước khống chế: 26,3m)
	24,4	3540	200 (Mực nước khống chế:26,92m)
			200 (Mực nước khống chế: 26,3m)

Đơn vị tính	MNTL(m)	$Q_{đến max1\%}$ (m^3/s)	$Q_{xả max1\%}$(m^3/s)
Viện Thủy văn Môi trường và BĐKH	22,1 (theo quy trình vận hành liên hồ chứa)	Mô hình mưa 3 ngày 3950	800

2.5.2. Xác định lưu lượng tạo lòng

Sự hình thành lòng dẫn sông ngòi không diễn tiến trong mùa khô mà chỉ xảy ra mạnh mẽ trong mùa mưa lũ và phụ thuộc chặt chẽ với mực nước lũ, thời gian duy trì đỉnh lũ, độ đục, thành phần phù sa và, đặc biệt là lưu lượng dòng chảy. Lưu lượng dòng chảy càng lớn thì năng lượng (động năng) và hoạt động tạo lòng càng mạnh. Do vậy, việc xác định Q_{TL} rất quan trọng trong đánh giá biến dạng lòng dẫn sông ngòi. Đó là giá trị lưu lượng mà dòng chảy chuyển sang cơ chế chảy rối, vừa có tác động bào xói lòng dẫn, vừa tăng cường khả năng vận chuyển phù sa.

Lưu lượng tạo lòng có tác dụng rất lớn đến quá trình lòng sông, cũng như diễn biến lòng sông. Tác dụng tạo lòng của nó trên cơ bản là bằng tác dụng tạo lòng tổng hợp của quá trình lưu lượng nhiều năm.

Các phương pháp xác định lưu lượng tạo lòng đối với sông ảnh hưởng thuỷ triều như sau:

- Theo một số tác giả Trung Quốc lấy Qtl là lưu lượng trung bình dòng triều lên vì lưu lượng trung bình dòng triều lên lớn hơn Qdòng triều xuống, do đó tác dụng tạo lòng thời kỳ triều lên cao hơn thời kỳ triều xuống. Mặt khác, thời gian xuất hiện dòng triều chủ yếu trong mùa cạn. Mùa cạn dài hơn mùa lũ.

- Các quan hệ hình dạng sông được thiết lập trong quan hệ với khối lăng trụ triều được định nghĩa là "dung tích lòng sông từ giới hạn khu triều cho đến cửa sông và đường mặt nước giữa lần triều cao và triều thấp của cùng một con triều".

- Phương pháp trong tài liệu giáo trình "Công trình đường thủy – TS. Đào Văn Tuấn" [15] thì lưu lượng tạo lòng thực chất chỉ là lưu lượng trung bình năm. Tuy nhiên, do tài liệu thực đo rất ít, quan hệ H ~ Q ở vùng ảnh hưởng triều đối với các giá trị tức thời có tương quan rất kém. Ngoài ra còn phải chú ý rằng, thời gian diễn ra Vmax rất ngắn, lấy lưu lượng ứng với Vmax cũng sẽ có thời gian tác động ngắn. Khi triều lên, Vmax xuất hiện trước Qmax; khi triều xuống Qmax xuất hiện trước Vmax. Vì vậy rất khó xác định theo phương pháp xác định lưu lượng trung bình năm.

- Theo Lê Ngọc Bích [14] trong "Nghiên cứu lưu lượng tạo lòng và phương pháp tính lưu lượng tạo lòng cho sông chịu ảnh hưởng thuỷ triều", chọn Q_{TL} là lưu lượng lớn nhất trung bình thời kỳ triều lên: Quan điểm này gần với quan điểm của Trung Quốc, đã tính cho một số khu vực thuộc sông Cửu Long.

- Theo Phương pháp Makavêev cải biên của Đinh Công sản [13]: Thực chất không có gì khác phương pháp gốc vì có thể lấy một năm điển hình để tính. Thay vào đó có thể chọn một số năm điển hình (nước lớn, nhỏ, trung bình ...). Tuy nhiên nếu chỉ tính cho mùa lũ hình như là không phù hợp với quan điểm xuất phát của Makavêev là phải lấy toàn bộ quá trình lưu lượng của năm.

- Theo phương pháp của Williams [13] xác định lưu lượng tạo lòng theo mực nước tràn bãi. Về nguyên tắc có thể áp dụng, nhưng ở vùng ảnh hưởng triều, nếu căn cứ vào mực nước tràn bãi thì có lẽ giá trị này khá thấp vì cao trình bãi lòng sông ở vùng này đều rất thấp.

Trên cơ sở phân tích đặc điểm chế độ dòng chảy vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai cho thấy đây là vùng ảnh hưởng mạnh của thủy triều, các yếu tố sông yếu, các yếu tố triều chiếm ưu thế, hình thái lòng dẫn là do thủy triều quyết định, khi đó Q_{TL} sẽ là lưu lượng dòng triều lên. Vì vậy để tính toán Q_{TL} vùng dự án tính toán theo quan điểm của các nhà khoa học Trung Quốc (đã được áp dụng tính toán cho vùng ĐBSCL).

Do không có trạm thuỷ văn cơ bản nào thuộc hạ du Đồng Nai-Sài Gòn đo lưu lượng nước, vì vậy để tính Q_{TL} sử dụng kết quả tính toán thuỷ lực từ mô hình MIKE11 cho toàn mạng lưới sông hạ du Đồng Nai-Sài Gòn, thời gian tính toán từ năm 1989 đến nay là thời gian chịu ảnh hưởng vận hành hồ chứa Trị An. Kết quả được tính từ mô hình MIKE 11 đã được kiểm định theo các tài liệu mực nước của các trạm cơ bản đạt độ chính xác cho phép. Từ kết quả tính toán bằng mô hình MIKE11 tính toán với giá trị trung bình ngày, mỗi năm chọn 1 giá trị Q dòng triều lên lớn nhất, vẽ đường tần suất với các giá trị Q dòng triều lên lớn nhất đó. Giá trị Q ứng với tần suất 5% được coi là Q_{TL}. Cách tính lưu lượng tạo lòng theo tần suất lưu lượng (thường lấy trong khoảng 5%) được các tác giả như M.Nixon (1959), S.T. Altunin, NA. Vêlicanop.. đề xuất.

Kết quả tính toán cho các đoạn sông chính vùng hạ du sông Đồng Nai như sau:

a. Đoạn sông Đồng Nai khu vực thành phố Biên Hòa:

+ Lưu lượng tạo lòng: Q_{TL}

Lưu lượng tạo lòng sông Đồng Nai khu vực Biên Hòa được chọn ứng với lưu lượng có tần suất 5% xấp xỉ khoảng $Q_{TLĐN}$ =3950m3/s., thời gian tính toán từ năm 1989 đến nay là thời gian chịu ảnh hưởng vận hành hồ chứa Trị An. Giá trị tính toán lưu lượng tạo lòng có cập nhật số liệu đến nay cho giá trị tăng thêm 150m^3/s so với kết quả tính toán của Viện Khoa học thủy lợi miền nam trước đây, kết quả tính toán sai khác không đáng kể, viện Khoa học thủy lợi tính toán với số liệu cập nhật đến 2004, như vậy chứng tỏ kết quả tính toán của nghiên cứu này là hợp lý và có đủ độ tin cậy.

+ Chiều rộng và chiều sâu ổn định lòng dẫn: $B_{ođ}$

$B_{ođ}$ = 510m; $h_{ođ}$ = 8.5m

Theo kết quả tính toán năm 2005 do Viện Khoa học thủy lợi Miền Nam tính toán, chiều rộng lòng sông ổn định tại khu vực thành phố Biên hòa $B_{ođ}$ = 500m; $h_{ođ}$ = 8.4m. Theo tài liệu tính toán có sự thay đổi so với kết quả tính năm 2005 là do có cập nhật tài liệu đến năm 2019, mặt khác từ năm 2007 đến nay, mực nước tại Biên Hòa có xu hướng tăng lên so với những năm trước.

Đoạn sông Sài Gòn khu vực Thanh Đa:

+ Lưu lượng tạo lòng: Q_{TL}

Lưu lượng tạo lòng sông Sài Gòn khu vực Thanh Đa được chọn ứng với lưu lượng có tần suất 5% xấp xỉ khoảng Q_{TLSG} =3070m3/s, thời gian tính toán từ năm 1985 đến nay là thời gian chịu ảnh hưởng vận hành hồ chứa Dầu Tiếng. Giá trị tính toán lưu lượng tạo lòng có cập nhật số liệu đến nay cho giá trị tăng thêm 120m^3/s so với kết quả tính toán của Viện Khoa học thủy lợi miền nam trước đây, kết quả tính toán sai khác không đáng kể, viện Khoa học thủy lợi tính toán với số liệu cập nhật đến 2004, như vậy chứng tỏ kết quả tính toán của nghiên cứu này là hợp lý và có đủ độ tin cậy.

+ Chiều rộng và chiều sâu ổn định lòng dẫn: $B_{ođ}$

$B_{ođ}$ = 268m; $h_{ođ}$ = 15.3m

Theo kết quả tính toán năm 2005 do Viện Khoa học thủy lợi Miền Nam tính toán, chiều rộng lòng sông ổn định tại khu vực thành phố Biên hòa $B_{ođ}$ = 262m; $h_{ođ}$ = 15.1m. Theo tài liệu tính toán có sự thay đổi so với kết quả tính năm 2005 là do có cập nhật tài liệu đến năm 2019, mặt khác từ năm 2007 đến nay, mực nước tại Biên Hòa có xu hướng tăng lên so với những năm trước.

2.5.3. Các công trình cầu trên sông

Tài liệu về cầu qua đường: Hệ thống cầu cống qua đường được thiết kế với nhiều loại khác nhau tùy từng khu vực địa hình. Một số loại cầu, cống chính đều được đưa vào mô hình tính toán. Cụ thể một số cầu như

Cầu Hóa An 2: Cầu Hóa An mới là cầu vĩnh cửu bằng bê tông cốt thép và bê tông cốt thép dự ứng lực với tải trọng 30 tấn. Tổng chiều dài 1306m, cầu có chiều rộng 16,5 m với ba làn xe cơ giới, một làn xe hỗn hợp và một hầm chui dưới cầu. Bề rộng hầm chui 10 mét, chiều cao 3,2 mét và chiều dài 330 mét. Các trụ cầu phần dưới nước gồm các trụ T12 (4x1.5m) ; T13 (4x1.5m) ; T14 (7x1.5m) ; T15,T16(6x1.5m) ; T18(6x2.5m) ; T19,T20,T21(6x2.5m) ; T22(6x2m) ; T23,T`24(4x1.5m).

Cầu Ghềnh: cầu sắt bắc qua sông Đồng Nai, nối phường Bửu Hòa và xãHiệp Hòa tại thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai, phục vụ cho tuyến đường sắt Bắc - Nam thuộc khu gian Biên Hòa - Dĩ An tại lý trình 1699+860. Cầu Ghềnh cũ bị hỏng, hiện Cầu Ghềnh mới đã được xây dựng lại với các thông số như sau: cầu dài 224,21 m, gồm 4 nhịp 55,3 m, mỗi nhịp nặng khoảng 200 tấn, bao gồm 2 mố và 3 trụ đặt trên mống giếng chìm có thân bằng bê tông và đá xây. Kích thước khoang thông thuyền khẩu độ 40m, tĩnh không 4m.

Cầu Rạch Cát: Cầu Rạch Cát dài 124m, nằm trên tuyến sông Cái (km0+235). Kích thước khoang thông thuyền khẩu độ 41m, tĩnh không <5m.

Cầu Bửu Hòa: Cầu Bửu Hòa qua sông Đồng Nai, nối liền xã Hiệp Hòa và phường Bửu Hòa thuộc thành phố Biên Hòa, Đồng Nai. Tổng chiều dài toàn tuyến là 1.242 mét, phần cầu chính dài 493 mét, rộng 18 mét. Các trụ cầu phần dưới nước gồm các trụ T3,T4 (20x16.5x3.5m); T2,T5 (21.5x7x2m); T6,T7,T8 (21x7.5x2m), T1,T9 (16.5x7.5x2m) ; Cầu được xây dựng từ năm 2012 và hoàn thành vào năm 2013.

Cầu Đồng Nai: Kích thước khoang thông thuyền khẩu độ 40m, tĩnh không 6.5m.

Cầu Sài Gòn 2: Cầu Sài Gòn 2 được xây dựng song song với cầu Sài Gòn cũ, nối liền quận Bình Thạnh với Quận 2. Cầu có tổng chiều dài là 987m, phần đường 2 đầu cầu quận Bình Thạnh dài 350 m, phía quận 2 dài 117 m.

2.5.4. Các công trình chống ngập khu vực thành phố Hồ Chí Minh

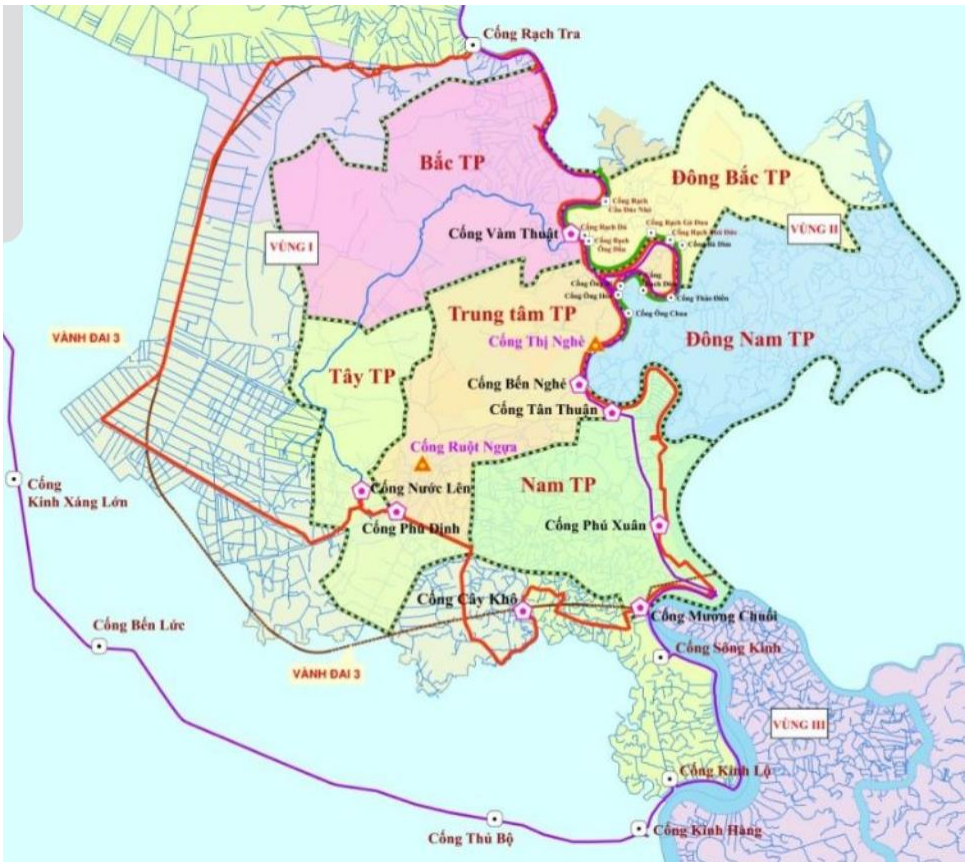
Quy hoạch thủy lợi chống ngập úng khu vực TPHCM được phê duyệt theo Quyết định số 1547/QĐ-TTg ngày 28/10/2008 – gọi tắt là QH 1547) chia ra 3 vùng kiểm soát chống ngập bao gồm: vùng I là toàn bộ khu vực bờ hữu sông Sài Gòn – Nhà Bè và bờ tả sông Vàm Cỏ - Vàm Cỏ Đông, vùng II là vùng ngã ba sông Sài Gòn-Đồng Nai phía bờ tả sông Sài Gòn, và vùng III là khu vực bờ tả sông Nhà Bè-Soài Rạp.

Các hạng mục công trình đầu mối của Vùng I bao gồm:

- Các cống lớn gồm 13 cống: cống rạch Tra, cống Vàm Thuật, cống Nhiêu Lộc-Thị Nghè (mới bổ sung), cống Bến Nghé , cống Tân Thuận, cống Phú Xuân, cống Mương Chuối, cống sông Kinh, cống Kinh Lộ, cống Kênh hàng, cống Thủ Bộ, cống Bến Lức, và cống Kênh Xáng Lớn.

- Hệ thống đê bao có tổng chiều dài khoảng 172 km, bắt đầu từ Bến Súc phía bờ hữu sông Sài Gòn và kết thúc ở Tỉnh lộ 824 phía bờ tả sông Vàm Cỏ Đông

- Nạo vét 11 kênh trục thoát nước chính gồm: Rạch Thủ Đào, rạch Bà Lớn, Rạch Lung Mân, Rạch Xóm Củi, Rạch Ông Bé, Rạch Thầy Tiêu, Sông Cần Giuộc, Vàm Thuật-Tham LươngBến Cát, và Rạch Tra - Kênh Xáng - An Hạ - Kênh Xáng Lớn với tổng chiều dài các kênh trục gần 109 km.



Theo thông báo của Văn phòng Chính phủ số 285/TB-VPCP ngày 20/08/2015, Thủ tướng Chính phủ đồng ý bổ sung 2 cống hú Định và Cây Khô vào 547 đồng thời triển khai thực hiện giai đoạn 1 của dự án (Vùng 1A 1 – giai đoạn 1) trong thời kỳ 2016-2020, bao gồm:

- Xây dựng 8 cống lớn ngăn triều: Vàm Thuật, Bến Nghé, Tân Thuận, Phú Xuân, Mương Chuối, Cây Khô, cống Phú Định, và cống Rạch Nước Lên.

- Xây dựng các đoạn đê/kè xung yếu và các cống dưới đê ven sông Sài Gòn từ Vàm Thuật đến Mương Chuối.

Khi tính toán chúng tôi đưa các cống lớn sau vào tính toán như sau:

Cống Bến Nghé (đang xây dựng)

Cống kiểm soát ngăn triều Bến Nghé nằm trên kênh Bến Nghé, khu vực giữa cầu Mống và cầu Calmette, thuộc địa bàn phường Nguyễn Thái Bình, phường Cầu Ông Lãnh, quận 1 và phường 8,9 quận 4.

- Cấp công trình: Công trình cấp I

- Công trình thủy lợi

- Hình thức cống: Cống đồng bằng lộ thiên - Kết cấu BTCT

- Khẩu độ cống: B=40m

- Không có âu thuyền

- Trạm bơm: 2 x 6m3 s

- Địa điểm: Quận 1 và Quận 4, TPHCM

Nguyên tắc vận hành của cống ngăn triều Bến Nghé là, trong mùa mưa khi mực nước ngoài sông dâng đến +0,6 m thì đóng cửa van cống để tạo dung tích trữ đón mưa; còn khi mực nước ngoài sông rút xuống thấp hơn mực nước trong cống thì mở cửa van để tiêu nước, đảm bảo giao thông thủy qua lại bình thường.

Ngoài ra, khi có triều cường với mực nước ngoài sông lên đến +1 m thì đóng cửa van cống để ngăn triều; khi mực nước ngoài sông rút xuống dưới +1 m thì mở cửa van cống để tiêu nước, đảm bảo giao thông thủy bình thường.

Cống Tân Thuận (đang xây dựng)

Cống Tân Thuận: Nằm trên kênh Tẻ, khu vực giữa cầu Tân Thuận và sông Sài Gòn, thuộc địa bàn phường 18, quận 4 và phường Tân Thuận Đông , quận 7, TPHCM.

- Cấp công trình: Công trình cấp I - Công trình thủy lợi
- Hình thức cống: Cống đồng bằng lộ thiên - Kết cấu BTCT
- Khẩu độ cống: B=40m
- Có âu thuyền B=15m
- Trạm bơm: 8 x 6m3/s trong đ giai đoạn 1 chỉ lắp 4 máy và giai đoạn 2 lắp 4 máy
- Địa điểm: Quận 4 và Quận 7, TPHCM

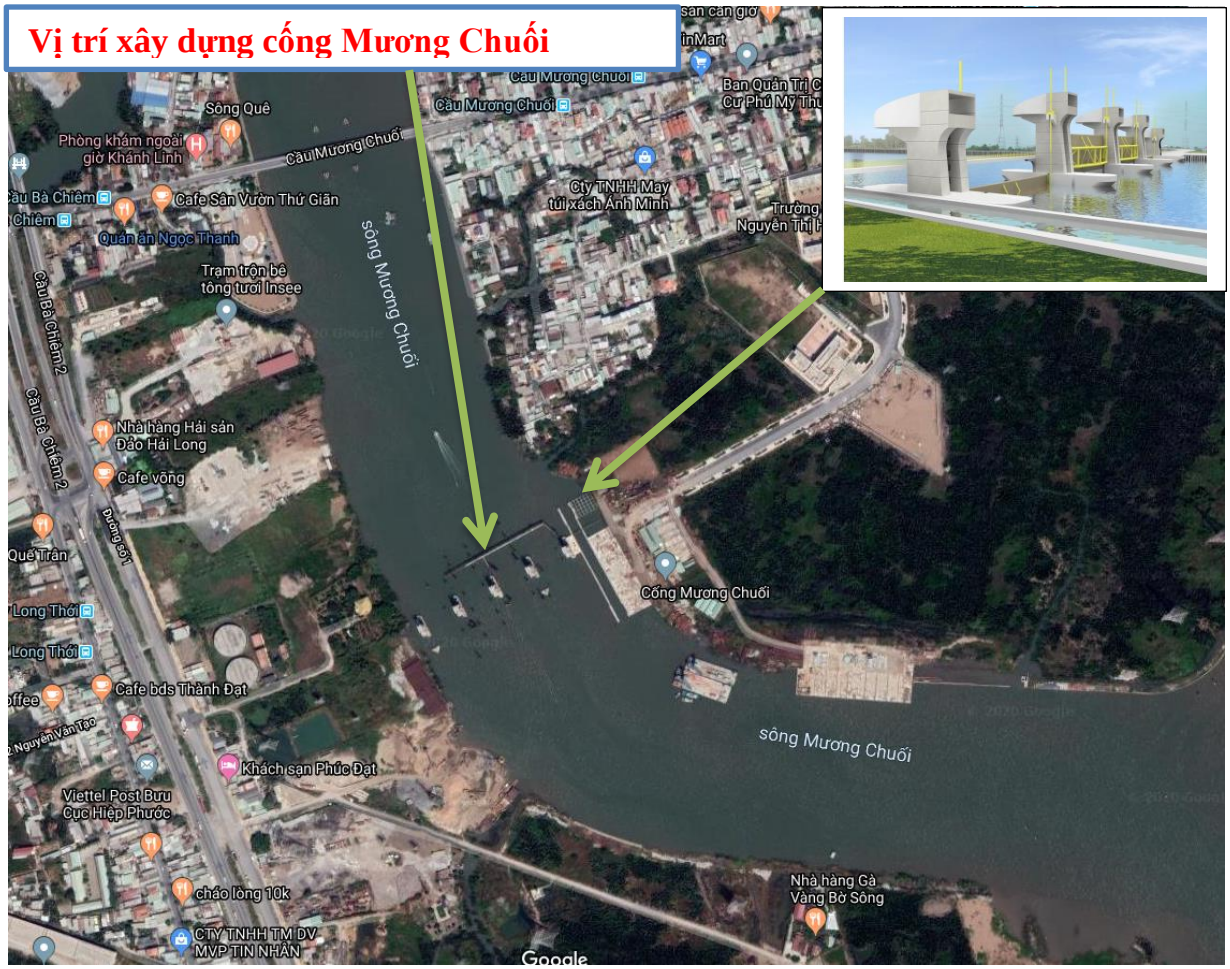
Cống Phú Xuân (đang xây dựng)

Cống Phú Xuân nằm trên sông Phú Xuân, khu vực giữa cầu Phú Xuân đến sông Nhà Bè thuộc địa bàn phường Phú Mỹ, quận 7 và thị trấn Nhà Bè, thuộc huyện Nhà Bè.

- Cấp công trình: Công trình cấp I - Công trình thủy lợi
- Hình thức cống: Cống đồng bằng lộ thiên - Kết cấu BTCT
- Khẩu độ cống: B=2x40m
- Không có âu thuyền
- Địa điểm: Quận 7 và huyện Nhà Bè, TPHCM

Cống Mương Chuối (đang xây dựng)

Cống Mương Chuối nằm trên sông Mương Chuối, giữa cầu Mương Chuối và sông Soài rạp thuộc địa bàn xã Phú Xuân và Long Thới, huyện Nhà Bè.

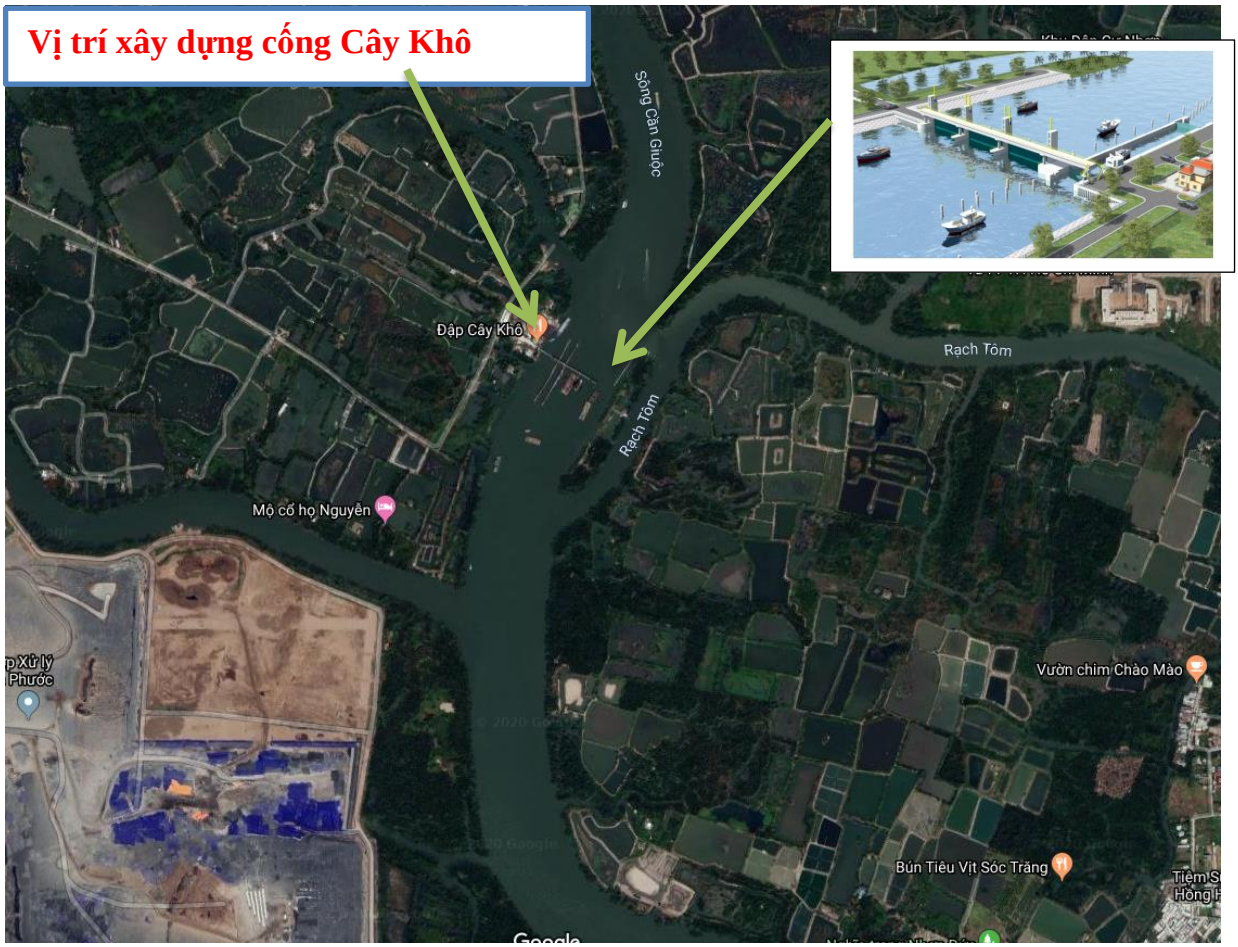


- Cấp công trình: Công trình cấp I - Công trình thủy lợi
- Hình thức cống: Cống đồng bằng lộ thiên - Kết cấu BTCT
- Khẩu độ cống: B=4x40m
- Có âu thuyền B=11m
- Địa điểm: huyện Nhà Bè, TPHCM

Cống Cây Khô (đang xây dựng)

Cống Cây Khô được bổ sung vào quy hoạch chống ngập khu vực TPHCM theo đề nghị của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (công văn số 2200/BC-BNN-TCTL ngày 17/3/2015) và thông báo của Văn phòng chính phủ số 285/TB-VPCP ngày 20/8/2015.

Cống Cây Khô nằm trên rạch Cây Khô thuộc địa bàn xã Nhơn Đức, huyện Nhà Bè, và xã Phong Phú huyện Bình Chánh.



- Cấp công trình: Công trình cấp I - Công trình thủy lợi
- Hình thức cống: Cống đồng bằng lộ thiên - Kết cấu BTCT
- Khẩu độ cống: B=2x40m
- Có âu thuyền B=15m
- Địa điểm: huyện Bình Chánh và huyện Nhà Bè, TPHCM

Cống Phú Định (đang xây dựng)

Cống Phú Định: Nằm trên sông Chợ Đệm thuộc địa bàn phường 16 và phường 7, quận 8, TPHCM.

- Cấp công trình: Công trình cấp I - Công trình thủy lợi

- Hình thức cống: Cống đồng bằng lộ thiên - Kết cấu BTCT

- Khẩu độ cống: B=1x40m

- Có âu thuyền B=15m

- Trạm bơm: 3 x 6m^3/s giai đoạn 1 và 3 x 6m^3/s giai đoạn 2

- Địa điểm: quận 8, TPHCM

Các kết quả tính toán đối với các cống còn lại để đánh giá ảnh hưởng đến diễn biến lòng dẫn được kết thừa từ đề tài cấp nhà nước "Nghiên cứu dự báo diễn biến bồi lắng, xói lở lòng dẫn sông Đồng Nai - Sài Gòn dưới tác động của hệ thống công trình chống ngập úng và cải tạo môi trường cho khu vực Thành phố Hồ Chí Minh".

+ Quy trình vận hành cống chấp ngập khu vực thành phố Hồ Chí Minh như sau:

Để duy trì được mực nước để hỗ trợ hệ thống tiêu thóat nước đô thị như trên, các cống trong mùa lũ phải tuân thủ nguyên tắc vận hành như sau:

- Khi mực nước trong cống nhỏ hơn mực nước khống chế thì cống mở.

- Khi mực nước trong cống lớn hơn mực nước khống chế mà mực nước trong đồng nhỏ hơn ngoài sông thì cống vẫn đóng.

- Khi mực nước trong đồng lớn hơn mực nước khống chế mà mực nước trong đồng lớn hơn ngoài sông thì cống mở (tiêu nước).

Vận tốc đóng mở cống được chọn khoảng 0,01 m/s, ví dụ với cống Mương Chuối nếu tính theo chiều sâu thì thời gian đóng cống mất khoảng 20 phút. Quy trình vận hành cống được thực hiện cụ thể theo sơ đồ hình.., theo đó:

(1). Vận hành đóng cống

- Trong mùa mưa (tháng V – XI): Khi mực nước ngoài sông ở mức +0,60 m vận hành đóng cống

- Trong mùa khô (tháng XII – IV): Khi mực nước ngoài sông ở mức +1,00 m vận hành đóng cống

- Khi mực nước ngoài sông thấp hơn cao trình +1,00m và mực nước trong đồng thấp hơn mực nước ngoài sông thì cống vẫn đóng.

- Đóng cống để đảm bảo mực nước trong các kênh tiêu nước nội thành không nhỏ hơn cao trình -1,00m đảm bảo vấn đề sinh thái và môi trường

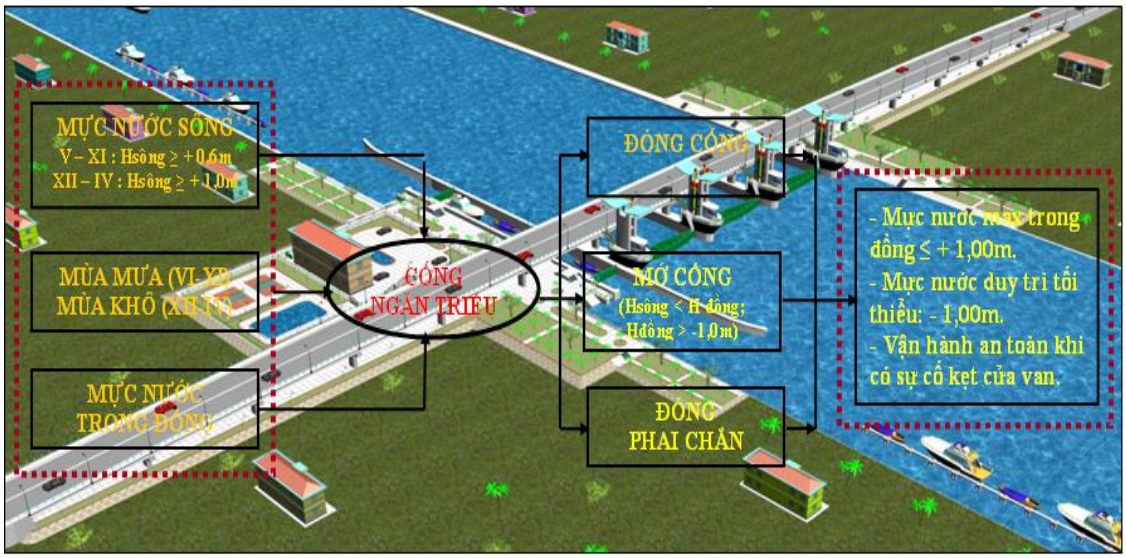
(2). Vận hành mở cống

- Khi mực nước ở trong sông thấp hơn trong đồng và mực nước trong đồng lớn hơn mực nước khống chế đảm bảo môi trường mở cống để tiêu nước trong đồng.

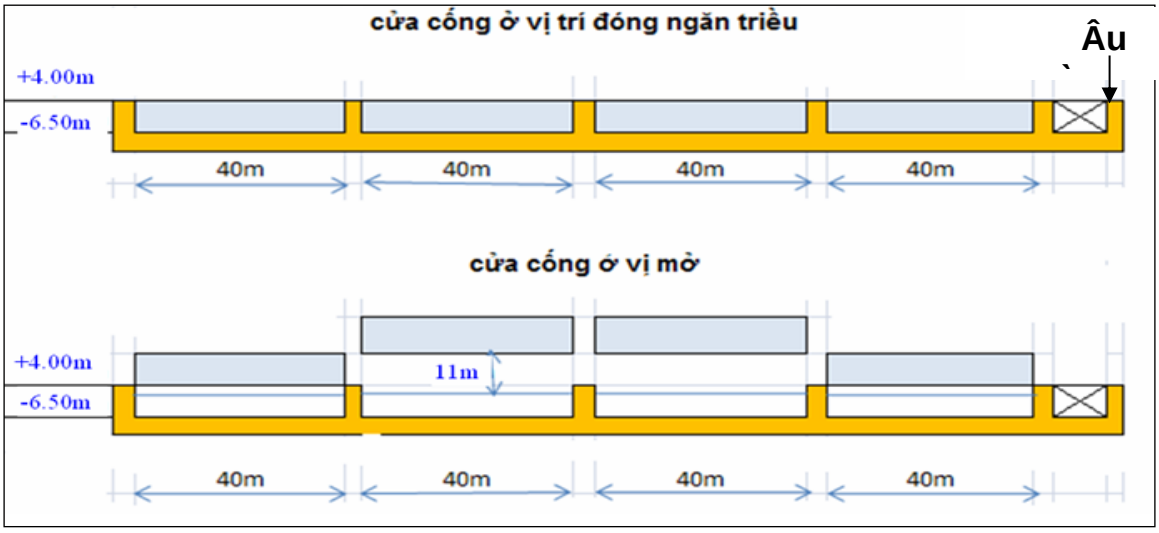
(3). Vận hành khi có sự cố

- Khi cửa van cống có sự cố không mở được, tiến hành đóng khoang cống bằng phai bơm nước ra khỏi khoang cống, sau đó tiến hành sửa chữa ngay tại chỗ.

- Vận tốc đóng mở cống được chọn khoảng 0,01 m/s.



Hình 2- 38: Sơ đồ vận hành đóng mở các cống ngăn triều



Hình 2- 39: Vị trí đóng mở công trình cống ngập

2.5.5. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng vùng lưu vực sông Đồng Nai

Kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng có cập nhật chi tiết cho Việt Nam năm 2016 (Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Cục Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia -Bộ Tài nguyên và Môi trường) công bố năm 2016.

Theo kịch bản biến đổi khí hậu của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2016, thì mức biến đổi lượng mưa năm trung bình năm, mưa mùa so với thời kỳ 1986-2005 của tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, TPHCM như sau, các tỉnh khác thuộc lưu vực sông Đồng Nai xem trong kịch bản BĐKH 2016 của Bộ TNMT.

Bảng 2- 30: Mức thay đổi lượng mưa năm so với thời kỳ 1986-2005 theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 (theo kịch bản 2016 - Bộ TNMT)

Đơn vị: %

Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
	2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
Đồng Nai	14,4 (9,1÷19,1)	14,4 (9,1÷19,1)	18,9 (5,8÷31,0)	13,1 (9,0÷17,0)	18,6 (12,2÷25,1)	21,4 (12,6÷30,4)
Bình Dương	9,6 (4,5 ÷ 14,8)	14,1 (6,5 ÷22,7)	16,6 (5,9 ÷ 26,5)	11,3 (7,1 ÷15,2)	17,0 (11,8 ÷ 22,8)	21,1 (14,2÷28,7)
TP. HCM	16,7 (11,4÷21,3)	18,8 (10,5÷28,6)	22,7 (6,7÷37,5)	14,7 (10÷19,3)	20,7 (14,6÷27,0)	23,4 (13,2÷33,9)

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 20% và cận trên 80%)

Bảng 2- 31: Mức thay đổi lượng mưa theo mùa so với thời kỳ 1986-2005 theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 (theo kịch bản 2016- Bộ TNMT)

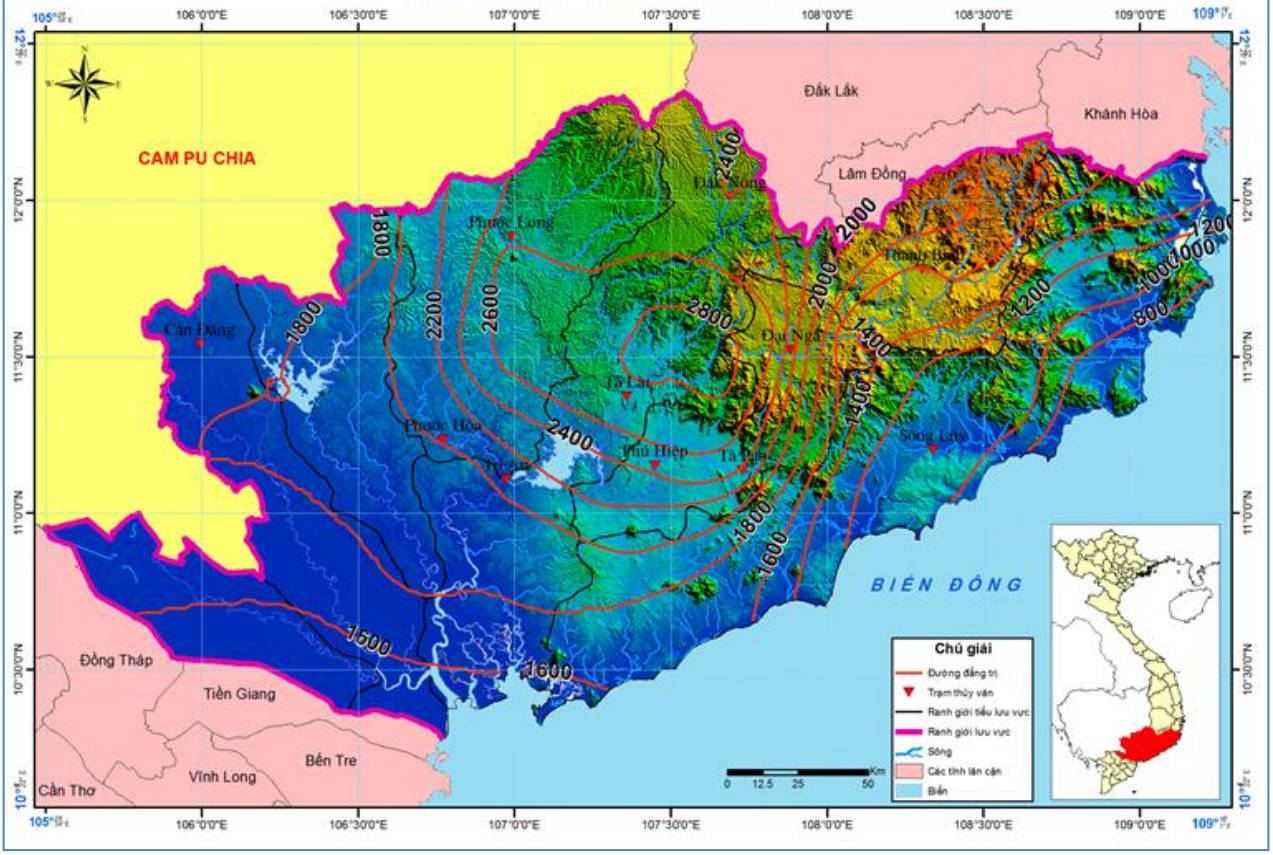
Đơn vị: %

Tỉnh/ kịch bản	Đến thời kỳ	Mùa Đông	Mùa Xuân	Mùa Hè	Mùa Thu
Đồng Nai RCP4.5	2016-2035	45,2 (8,6÷78,6)	9,8 (-1,9÷21,2)	9,4 (5,1÷13,9)	19,5 (10,1÷27,9)
	2046-2065	36,4 (12,6÷57,8)	-2,3	9,7 (2,5÷16,9)	29,4 (14,8÷44,5)

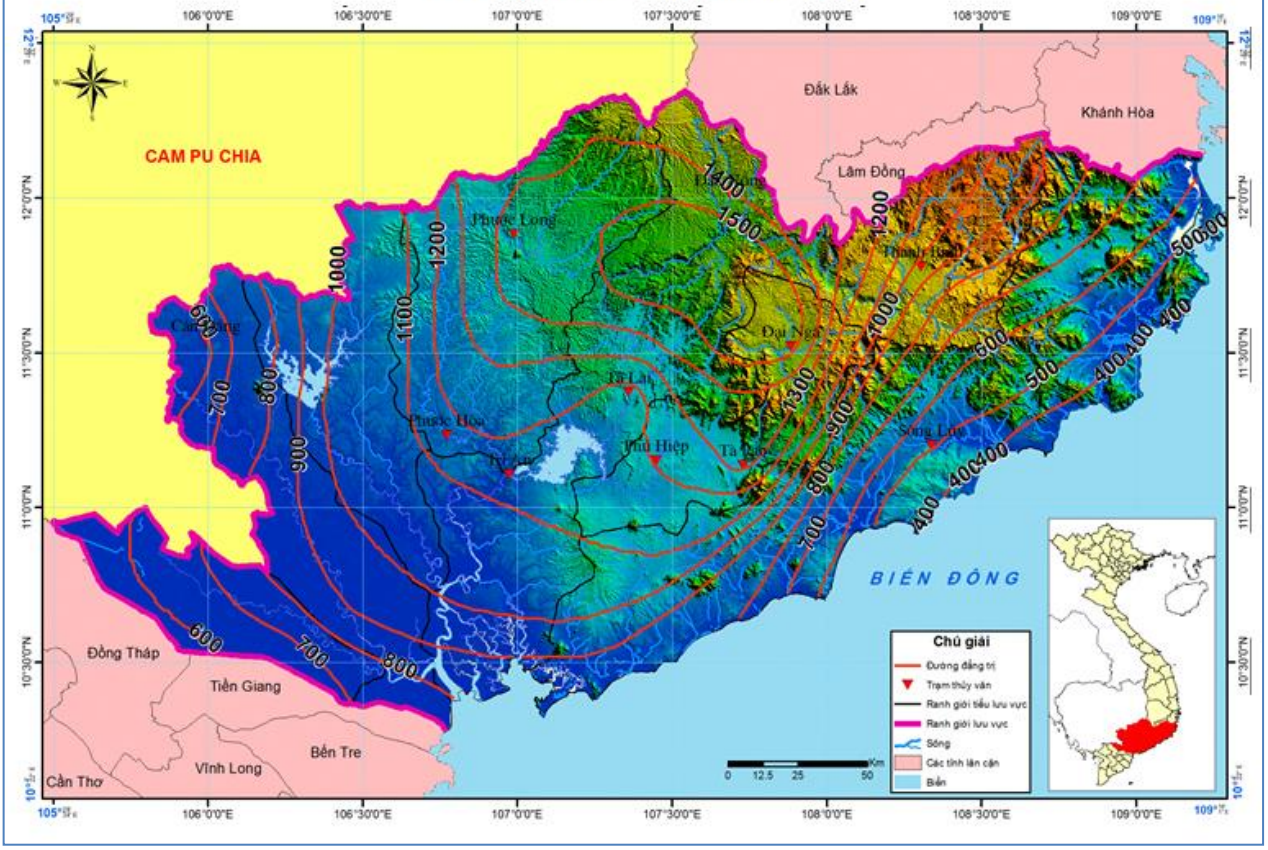
Tỉnh/ kịch bản	Đến thời kỳ	Mùa Đông	Mùa Xuân	Mùa Hè	Mùa Thu
			(-17,7÷10,9)		
	2080-2099	114,8 (-12,5÷222,1)	4,3 (-3,2÷11,1)	9,8 (1,7÷18,0)	27,6 (11,7÷42,0)
Đồng Nai RCP 8.5	2016-2035	17,7 (0,8÷35,6)	1,3 (-6,2÷8,6)	10,6 (6,0÷15,3)	20,6 (11,4÷29,3)
	2046-2065	34,7 (3,2÷62,9)	11,8 (5,1÷18,7)	15,1 (11,7÷18,5)	24,1 (12,7÷35,5)
	2080-2099	16,4 (-9,8÷46,0)	9,0 (-0,2÷18,3)	17,7 (11,0÷24,7)	30,4 (15,8÷43,4)
Bình Dương RCP4.5	2016-2035	19,4 (-8,4÷44,2)	9.6 (0.9÷18.1)	9.6 (5.5÷13.9)	8.5 (-0.1÷17.4)
	2046-2065	32,0 (-2,5÷65,0)	0.4 (-12.0÷12.7)	12.9 (4.9÷21.0)	18.7 (6.6÷31.3)
	2080-2099	60,6 (-4,1÷118,3)	4.7 (-0.7÷9.7)	12.2 (2.9÷21.2)	21.4 (6.2÷34.7)
Bình Dương RCP 8.5	2016-2035	23,7 (6,2÷40,6)	0.8 (-6.9÷8.3)	14.1 (9.8÷18.6)	11.2 (1.9÷20.3)
	2046-2065	25,4 (-0,3÷52,5)	13.5 (4.6÷21.7)	18.0 (14.3÷21.7)	16.2 (6.3÷26.7)
	2080-2099	5.5 (-15.5÷26.7)	8.8 (2.1÷15.7)	22.9 (13.9÷30.9)	24.5 (12.7÷35.5)
TP.HCM RCP4.5	2016-2035	49.7 (11.7÷83.9)	10.6 (-1.3÷22.3)	11.8 (5.8÷17.8)	22.0 (11.6÷31.9)
	2046-2065	45.5 (16.1÷71.1)	1.7 (-12.7÷15.4)	9.0 (0.9÷17.2)	35.6 (18.8÷53.6)
	2080-2099	179.6 (16.3÷341.2)	7.3 (-1.8÷15.8)	9.3 (1.5÷16.9)	30.8 14.1÷46.8)
TP.HCM RCP 8.5	2016-2035	27.4 (9.9÷45.2)	5.6 (-1.5÷12.0)	10.2 (5.5÷14.8)	23.2 (12.2÷34.6)
	2046-2065	46.0 (13.1÷79.9)	9.4 (2.7÷16.2)	15.2 (11.6÷18.9)	29.8 (18.8÷40.5)
	2080-2099	24.5 (-5.9÷59.3)	10.9 (1.9÷19.9)	17.9 (11.1÷25.5)	34.4 (18.3÷49.5)

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 20% và cận trên 80%)

BẢN ĐỒ ĐẲNG TRỊ LƯỢNG MƯA NĂM LƯU VỰC SÔNG ĐỒNG NAI SÀI GÒN
THEO KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU



BẢN ĐỒ ĐẲNG TRỊ DÒNG CHẢY NĂM LƯU VỰC SÔNG ĐỒNG NAI SÀI GÒN
THEO KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU



Theo chuỗi 1977-2017 mức nước tại Biên Hòa tăng trung bình là 1,193cm/năm. Theo chuỗi 1988-2017 mức nước tại Biên Hòa tăng trung bình là 1,597cm/năm.

Kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu

Mực nước biển dâng do BĐKH theo kịch bản BDKH 2016 do Bộ TNMT công bố được trình bày cho 7 vùng bờ biển và 2 quần đảo Trường Sa và Hoàng Sa của Việt Nam, theo 4 kịch bản phát thải RCP 2,6; RCP 4.5; RCP 6.0 và RCP 8.5. Khu vực từ TP. Hồ Chí Minh đến Cà Mau, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 200 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 270 cm. Biên độ triều cao nhất khu vực Vũng tàu là 192cm. Kịch bản nước biển dâng cho vùng nghiên cứu như sau.

Bảng 2- 32: Nước biển dâng (cm) theo các kịch bản RCP4.5; RCP 6.0 và RCP8.5 (theo kịch bản 2016- Bộ TNMT)

Kịch bản	**Khu vực**	**Các mốc thời gian của thế kỷ 21**							
		2030	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**
RCP 2.6	Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	12	17	21	26	30	35	39	44
		(7÷19)	(10÷25)	(12÷32)	(15÷39)	(18÷46)	(20÷52)	(23÷59)	(26÷66)
RCP 4.5	Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	12	17	22	28	33	40	46	53
		(7÷18)	(10÷25)	(13÷32)	(17÷40)	(20÷49)	(24÷58)	(28÷67)	(32÷77)
RCP 6.0	Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	11	16	21	27	34	41	48	56
		(7÷16)	(10÷23)	(14÷31)	(18÷39)	(22÷48)	(27÷58)	(32÷69)	(37÷81)
RCP 8.5	Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	12	18	25	32	41	51	61	73
		(8÷17)	(12÷26)	(16÷35)	(21÷46)	(27÷59)	(33÷73)	(41÷88)	(48÷105)

CHƯƠNG III: PHÂN TÍCH HIỆN TRẠNG VÀ NGUYÊN NHÂN, CƠ CHẾ SẠT LỞ BỜ SÔNG VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI

3.1. Hiện trạng sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

3.1.1. Tình hình sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

Để đánh giá tình hình sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai, chúng tôi tiến hành thu thập, đánh giá phân tích các tài liệu vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai và điều tra thực địa tại ba tỉnh Bình Dương, TP Hồ Chí Minh, Đồng Nai. Theo khảo sát, đánh giá và phân tích, hiện trạng sông vùng hạ du sông Đồng Nai Sài Gòn có những tồn tại sau:

- Áp lực gia tăng dân số dẫn đến đến việc lấn chiếm, xây dựng hiện trạng nhà ở ven kênh rạch tại thành phố Hồ Chí Minh, Đồng Nai và Bình Dương ngày càng diễn biến nhiều phức tạp, tình hình xây dựng các khu nhà ở tự phát ven kênh rạch vẫn còn tồn tại nhiều vấn đề chưa giải quyết được, vẫn còn tồn tại các hiện tượng san lấp, xây dựng lấn chiếm trái phép, gây ô nhiễm môi trường…

- Thách thức do biến đổi khí hậu, nước biển dâng và quá trình đô thị hóa nhanh chóng, tình trạng khai thác cát trái phép gây nên tình trạng sạt lở, sụt lún; Tình trạng xây dựng nhà ven sông trên các cọc gỗ sàn nhà làm ngăn cản dòng chảy, gây lắng bùn, không nạo vét được, sông bị ô nhiễm ảnh hưởng đến cộng đồng dân cư ven sông.

- Một số khu vực ven sông không khai thác được tầm nhìn, chắn các hướng tiếp cận từ các tuyến đường ra sông.

- Các khu dân cư ven sông thường xả thẳng nước thải, rác thải sinh hoạt ra sông gây ra nhiều khí, mùi khó chịu và làm ô nhiễm môi trường chung của khu vực.

- Các khu chức năng hiện có chưa có sự gắn kết với cảnh quan xung quanh đặc biệt chưa có sự gắn kết với sông, không phát huy được các giá trị về thẩm mỹ, tinh thần, không tận dụng được vẻ đẹp tự nhiên của dòng sông.

- Chưa được đầu tư xây dựng hệ thống kè sông đồng bộ đặc biệt qua các khu dân cư, đô thị, nhiều đoạn khúc sông sau mùa mưa lũ thường bị biến dạng do phù xa và chế độ dòng chảy. Hệ thống kè bảo vệ bờ chỉ mang tính phòng chống sạt lở bờ, chưa khai thác được giá trị thẩm mỹ và mỹ quan của khu vực ven sông.

- Cây xanh hầu như chưa được đầu tư, chủ yếu là các loại cây phòng hộ. Khu vực sát bờ sông chủ yếu là cây lau, sậy mọc tự do, um tùm không đảm bảo mỹ quan và gây ô nhiễm môi trường.

- Các công trình kiến trúc ven sông chưa được đầu tư nhiều về mặt thẩm mỹ, chủ yếu chỉ quan tâm đến giá trị sử dụng; quy mô nhỏ, xây dựng tự phát, nên nhìn tổng thể khu vực ven sông chưa mang lại giá trị sử dụng cao.

Hiện tượng sạt lở bờ sông Đồng Nai – Sài Gòn như sau:

-Theo không gian: Hiện tượng sạt lở bờ thường xảy ra ở khu vực có địa hình đặc biệt, ở bờ lõm của các khúc sông cong. Trong đoạn sông thẳng hiện tượng xói lở ít hơn.

-Theo thời gian: Sạt lở bờ sông ở hạ du sông Đồng Nai - Sài Gòn thường tập trung vào các tháng lũ lớn và triều cường chiếm khoảng 30% thời gian trong năm.

Hiện tượng sạt lở bờ sông thường xảy ra vào các tháng bắt đầu **từ tháng 3 đến tháng 8** hằng năm (là các tháng có mực nước chân triều thấp nhất trong năm); thời gian xảy ra sạt lở thường **vào đầu và giữa tháng Âm lịch**, thời điểm xảy ra chân triều rút sâu làm gia tăng nguy cơ sạt lở **từ 22 giờ đêm đến 1 giờ sáng**.

Theo phương diện thẳng đứng: Khi mực nước dâng cao, dòng chảy đào xói phần dưới của mái bờ sông. Sóng gió, sóng tàu gây xói lở tập trung ở phần bề mặt. Mưa và mực nước trong sông lên xuống (dòng chảy lũ và thuỷ triều) sẽ gia tăng áp lực thấm về phía sông, làm giảm tính ổn định của mái bờ.

Tổng hợp thống kê tình hình sạt lở trên địa bàn tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, Tp.Hồ Chí Minh trong năm 2019 như sau:

- Địa bàn Tp.Hồ Chí Minh: có 48 vị trí sạt lở, tăng 11 vị trí so với cuối năm 2018; trong đó có 20 vị trí có mức độ nguy hiểm và 22 vị trí đặc biệt nguy hiểm.... Huyện Nhà Bè hiện dẫn đầu với 13 vị trí sạt lở, tiếp đó là huyện Cần Giờ với 10 vị trí, quận 2 có 6 vị trí, huyện Bình Chánh và quận Thủ Đức mỗi địa phương có 5 vị trí ...., ảnh hưởng lớn đến sự an toàn của hàng nghìn hộ dân sống ven sông. Đặc biệt phải kể đến 12 vị trí sạt lở đặc biệt nguy hiểm tạiquận 8, quận 12, quận Bình Thạnh, huyện Cần Giờ, Nhà Bè, Bình Chánh...

- Địa bàn tỉnh Bình Dương:

+ Sông Sài Gòn: có 39 điểm sạt lở, với tổng chiều dài sạt lở khoảng 23.606m, chiều dài mỗi điểm từ 6÷735m, chiều rộng sạt lở vào phía bờ từ 1÷30m, trong đó có 36 điểm xuất hiện từ các năm trước (06 điểm vẫn tiếp tục sản lở trong năm 2018 thuộc xã Thanh Tuyền, huyện Dầu Tiếng) và 03 điểm mới xuất hiện trong năm 2018 đã ổn đinh (có 02 điểm thuộc thành phố Thủ Dầu Một: 01 điểm thuộc khu quy hoạch Ecovilas thuộc phường Tương Bình Hiệp dài khoảng 6m; 01 điểm thuộc khu quy hoạch HUD thuộc Mỹ Hảo 2 phường Chánh Mỹ dài khoảng 70m) và một điểm thuộc khu phố 6 thị trấn Dầu Tiếng dài khoảng 25m, chiều rộng từ 01 đến 06m.

+ Sông Thị Tính: có 6 điểm Sạt lở thuộc địa bàn xã An Lập, huyện Dầu Tiếng, với tổng chiều dài sạt lở khoảng 6.490m đều xuất hiện từ có năm trước, hiện nay đã ổn định, không có điểm sạt lở mới.

+ Sông Đồng Nai: Bờ sông thuộc địa phận tỉnh Bình Dương có 21 điểm sạt lở (18 điểm sạt lở cũ từ những năm trước và có 3 điểm sạt lở mới trong năm 1018). Hiện nay, bờ sông Đồng Nai thuộc thị xã Tân Uyên và huyện Bắc Tân Uyên có 169 hộ dân có nhà nằm trong vùng có nguy cơ sạt lở, trong đó có 139 hộ dân thuộc diện cần di dời. Trong đó: 79 hộ dân thuộc thị xã Tân Uyên và 15 hộ dân thuộc huyện Bắc Tân Uyên chưa nhận tiền hỗ trợ di dời; 45 hộ thuộc huyện Bắc Tân Uyên đã nhận tiwwnf hỗ trợ nhưng chưa di dời do điều kiện của các hộ dân khó khăn, kinh phí hỗ trợ di dời thấp.

+ Sông Bé: Bờ sông có 17 điểm sạt lở xuất hiện từ năm 2013 trở về trước với tổng chiều dài sạt lở khoảng 3.600m, chiều rộng sạt lở vào phía bờ từ 01÷03m và làm ảnh hưởng đất sản xuất nông nghiệp của 25 hộ dân thuộc các xã An Thái, Vĩnh Hòa huyện Phú Giáo, hiện nay đã ổn định và không có điểm sạt lở mới. Ngoài ra, còn 04 điểm sạt lở đất phía hạ lưu đập Phước Hòa thuộc xã An Thái, huyện Phú Giáo xảy ra từ năm 2010 với tổng chiều dài sạt lở 220m, chiều dài mỗi điểm từ 20÷100m, chiều rộng mỗi điểm từ 20÷40m. Tình trạng sạt lở đất xảy ra từ khi chặn dòng sông Bé và tích nước trong hồ Phước Hòa.

Một vài hình ảnh sạt lở bờ sông như sau:

Hình 3- 1: Hình ảnh sạt lở khu vực cù lao Rùa tại đất của ông Mai Văn Cường

Đoạn bờ sạt lở tại Ấp 1, xã Lạc An, H.Bắc Tân Uyên, Bình Dương

Sạt lở sông Đồng Nai đoạn qua phường Uyên Hưng, TX.Tân Uyên

Sạt lở ấp Tân Hội, xã Thạnh Hội, TX. Tân Uyên, Bình Dương

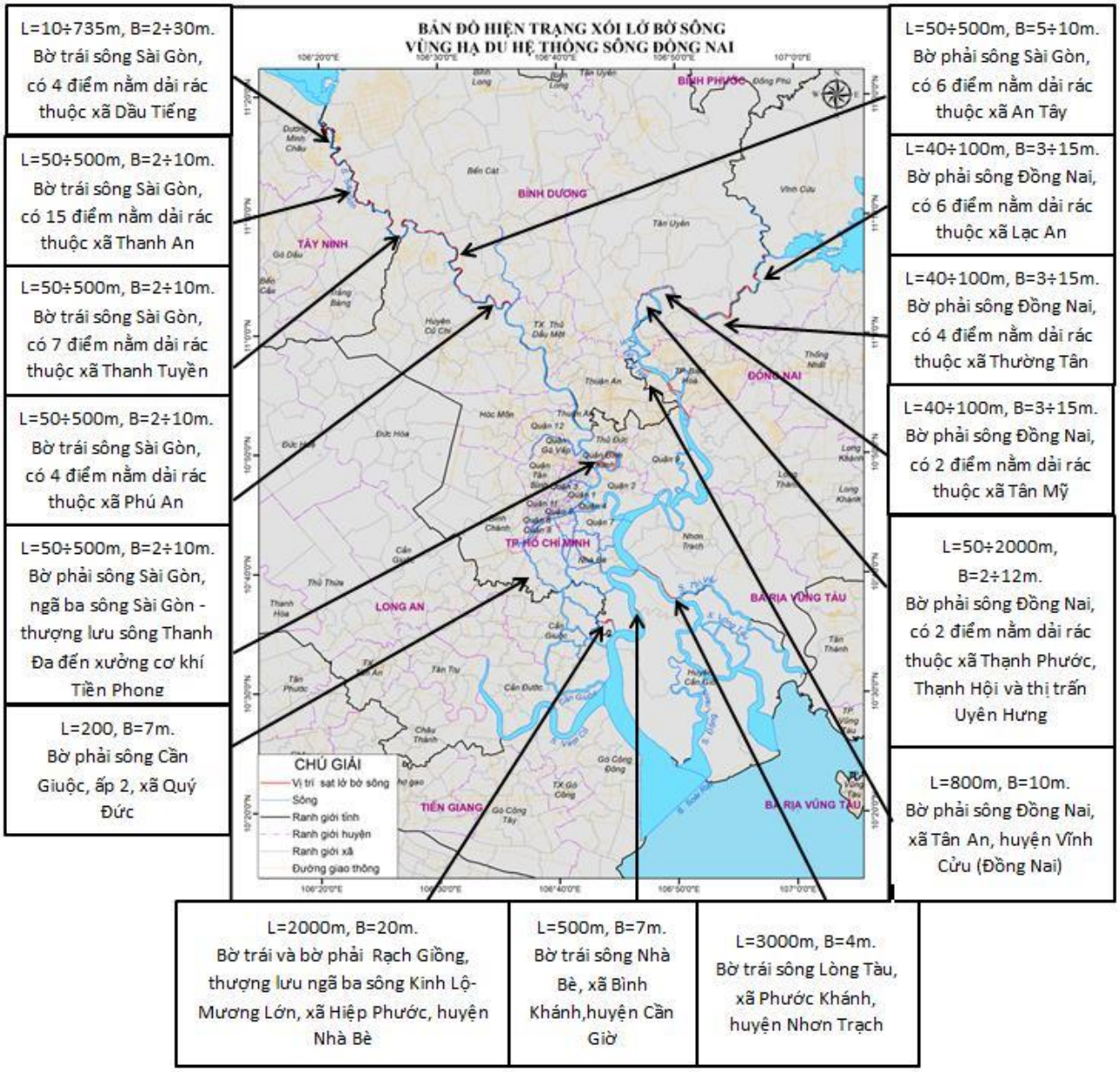
Sạt lở bờ sông Đồng Nai đoạn chảy qua xã Thạnh Hội, thị xã Tân Uyên, tỉnh Bình Dương.

Hiện trường vụ sạt lở bờ sông tại khu phố 5, phường Hiệp Bình Phước, quận Thủ Đức năm 2016.

sạt lở bờ trái sông Sài Gòn, phường An Lợi Đông, phường Thạnh Mỹ Lợi, quận 2 (2016)

Bờ sông cái đoạn qua KP Nhất Hòa, phường Hiệp Hòa (TP Biên Hòa) có nhiều chỗ bị sạt lở lên do hoạt động bơm hút cát trái phép

Hình 3- 2: Hình ảnh sạt lở bờ sông Phường Thái Hòa 10/2016



Hình 3- 3: Vị trí một số điểm sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

Thống kê chi tiết về tình hình sạt lở được trình bày trong phần phụ lục báo cáo.

3.1.2. Các dạng sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

Qua điêu tra thực địa, thu thập phân tích số liệu cho thấy các dạng sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai-Sài Gòn có các dạng như sau:

+ Dạng hàm ếch do xói lở tại chân bờ sông (xói lở dạng hàm ếch)

+ Dạng trượt xoay do dòng chảy hướng ngang tại đoạn sông cong

+ Dạng sạt lở thành dòng do chênh lệch áp lực nước trong bờ với ngoài sông (do dao động mực nước nhanh)

Cụ thể như sau:

<u>Loại 1: Dạng hàm ếch do xói lở tại chân bờ sông (xói lở dạng hàm ếch)</u>

Do dòng chảy tác động vào chân bờ sông, sự gắn kết các hạt mịn của vật liệu bờ yếu và thường xảy ra trong điều kiện dòng chảy thấp, *Xói lở chân bờ → tạo thành hang→ dòng chảy bên dưới chân bờ và bên trong hang → sụt lở bờ* .

Một số vị trí sạt lở điển hình dạng xói lở hàm ếch như nhà ông Nguyễn Đình Quang (ngụ tại đường số 7, khu phố 5, phường Hiệp Bình Phước) năm 2015

Xói lở hàm ếch tại căn nhà ông Nguyễn Đình Quang (ngụ tại đường số 7, khu phố 5, phường Hiệp Bình Phước) năm 2015

<u>Loại 2: Dạng trượt xoay do dòng chảy hướng ngang tại đoạn sông cong.</u>

Mô hình xói lở bờ: Xói tại mép bờ sông gần mực nước→ trượt sạt → Xói lở mở rộng trên toàn bộ chiều cao bờ sông

Loại xói lở chân bờ sông thường xảy ra đoạn sông cong, được cấu tạo bởi các trầm tích mềm như cát, cát pha sét, bùn sét pha, bùn hữu cơ, dễ gây xói ngầm và sạt lở đất, khi triều rút dòng chảy thường tác động rất mạnh và hướng dòng chảy đâm trực tiếp vào bờ gây sạt lở chân bờ, kéo theo sụp bờ sông.

Một số vị trí sạt lở điển hình dạng xói lở do dòng chảy hưởng ngang tại đoạn sông cong như trên sông Sài Gòn tại nằm ở cuối đường số 7, khu phố 5, phường Hiệp Bình Phước, cách cầu Bình Phước khoảng 1.000 về phía hạ lưu, Năm 2015, cũng ở ngay khu vực này, sạt lở đã nhấn chìm 2 căn nhà cùng đoạn bờ kè có diện tích khoảng 2.000 m2 xuống sông Sài Gòn; tại Quận Bình Thạnh có 3 địa điểm sạt lở, nằm rải rác ở phường 27 và 28, thuộc tuyến sông Sài Gòn. Cả 3 điểm này đều xếp loại đặc biệt nguy hiểm. Cách đây nhiêu năm, phường 27 từng đã xảy ra 4 vụ sạt lở làm mất hơn 1.000 m2 đất, trong đó có 4 căn nhà đổ ập xuống dòng sông trong đêm.

Biển báo khu vực sạt lở hạ lưu cầu Bình Lợi

Sạt lở năm 2015 tại căn nhà hạ lưu cầu Bình Lợi lại khu vực cuối đường số 7 (phường Hiệp Bình Phước),	

Loại 3: Dạng sạt lở thành dòng do chênh lệch áp lực nước trong bờ với ngoài sông (do dao động mực nước nhanh)

Mô hình xói lở bờ: *Mực nước trên sông hạ nhanh→ mực nước ngầm dâng cao tại bờ đất + áp lực đất → chênh lệch áp lực nước → trượt sạt.*

Đây là loại xói lở có thể xảy ra nơi có mực nước biến động mạnh như hạ lưu hồ chứa hoặc vùng cửa sông có ảnh hưởng triều. Hiện tượng xói lở này xảy ra dọc theo sườn dốc bờ sông với tốc độ chậm khó quan sát được dấu hiệu sạt lở.

Một số vị trí sạt lở điển hình như tại Huyện Nhà Bè là nơi có nhiều vị trí sạt lở nhất, 12 điểm. Trong đó có tới 8 nơi được xếp hạng đặc biệt nguy hiểm. Năm 2017, một vụ sạt lở nghiêm trọng đã xảy ra ở khu vực ven sông Kinh Lộ, đoạn gần cầu Kinh Lộ thuộc xã Hiệp Phước, khiến 5 căn nhà bị hư hại nghiêm trọng, hàng chục người phải sơ tán khẩn cấp. Huyện Cần Giờ có 6 vị trí sạt lở, 4 trong số đó đặc biệt nguy hiểm. Gần đây nhất, tháng 6/2018, tại dự án xây dựng kè bảo vệ khu dân cư Tắc Sông Chà (Ấp Bình Mỹ, xã Bình Khánh) đã xảy ra vụ sạt lở nghiêm trọng khiến 160m kè dọc theo bờ sông bị cuốn theo dòng nước. Vụ việc khiến 4 hộ dân phải di dời khẩn cấp ra khỏi vùng bị ảnh hưởng.

Trên sông Đồng Nai, xã Thạnh Hội, thị xã Tân Uyên, tỉnh Bình Dương, khu vực bờ sông đoạn qua ấp 1, xã Tân An, huyện Vĩnh Cửu, Đồng Nai cũng xảy ra sạt lở nghiêm trọng.

Sạt lở tại nhà ông Hồ Văn Hùng xã Thạnh Hội, thị xã Tân Uyên, tỉnh Bình Dương	*Sạt lở bờ kè Cù lao rùa Bình Dương*

3.2. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng xói lở bờ sông hạ du Đồng Nai – Sài Gòn

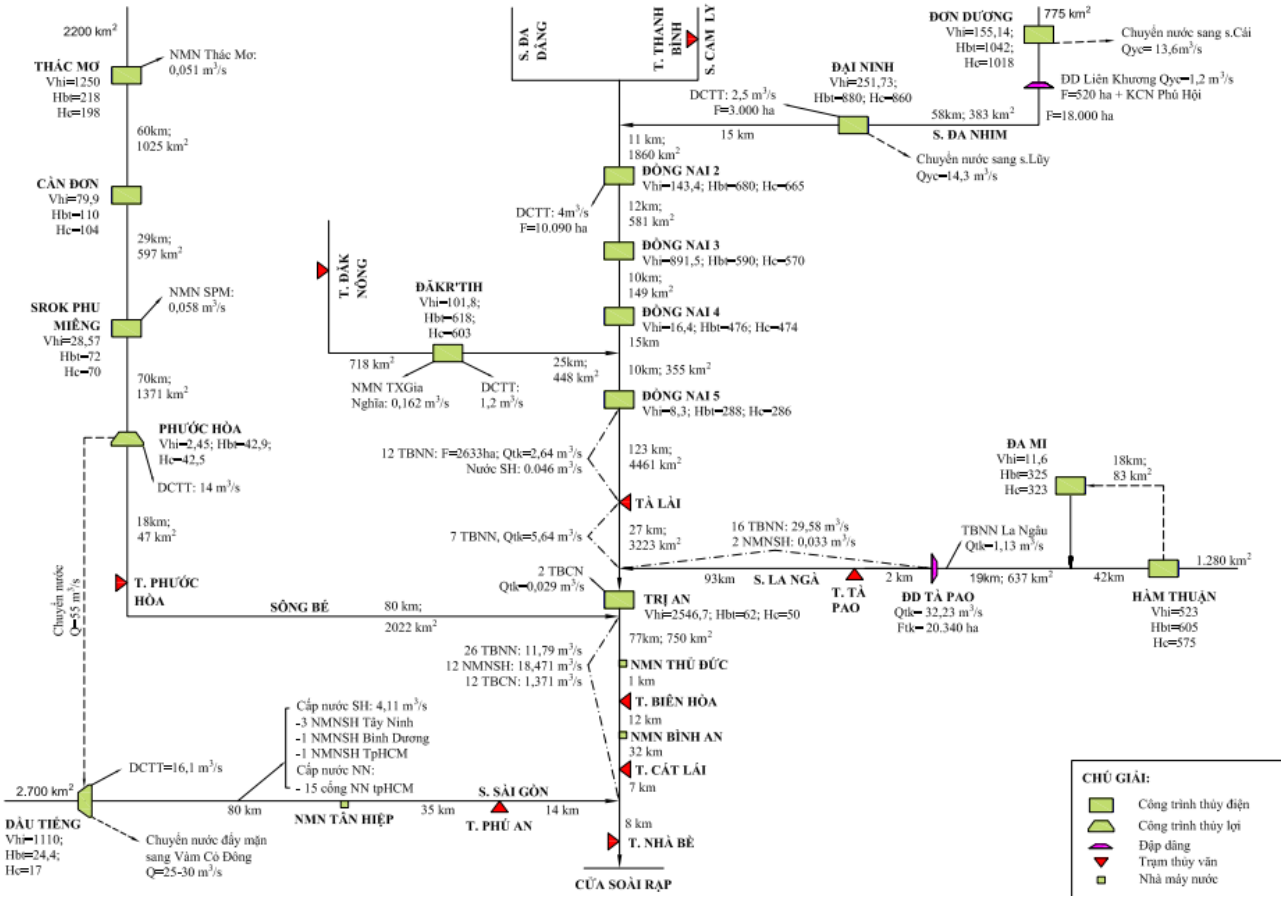
Các yếu tố ảnh hưởng đến xói lở bờ sông vùng hạ du sông Đồng Nai được chia thành nhóm như sau:

3.2.1. Nhóm do tác động của các hoạt động của con người trên lưu vực

3.2.1.1. Do xây dựng hồ chứa và các công trình trên sông

Là một trong những lưu vực có tiềm năng thủy lợi, thủy điện, nên hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Đồng Nai phát triển mạnh. Tính đến nay, trên toàn lưu vực có khoảng hơn 200 hồ chứa thủy lợi, thủy điện lớn, trung bình, nhỏ (bao gồm cả những hồ đang vận hành, đang xây dựng và dự kiến xây dựng), trong đó một phần là các hồ chứa thủy điện còn lại chủ yếu là các hồ chứa thủy lợi. Tổng dung tích điều tiết của các hồ chứa trên lưu

vực khoảng trên 6 tỷ m^3, công suất khoảng 3000 MW, trong đó chuyển gần 1 tỷ m^3 nước ra ngoài lưu vực sang vùng khô hạn ven biển Bình Thuận, Ninh Thuận. Hệ thống các hồ chứa thủy điện chính trên lưu vực sông Đồng Nai như sau:



Kết quả phân tích ảnh hưởng của việc xây dựng các hồ chứa thượng nguồn như sau:

Giảm lượng phù sa, bùn cát về phía hạ lưu

Xây dựng các hồ chức trên thượng lưu sông Sài Gòn và sông Đồng Nai làm suy giảm lượng bùn cát bồi đắp cho vùng hạ du. Ví dụ, hồ Dầu Tiếng làm bồi lắng với tốc độ trung bình vào khoảng 2,65 triệu m3/năm (VKHTLMN, 2013).

Hồ chứa thủy điện Trị An làm thay đổi sự vận chuyển dòng chảy rắn trong nhiều năm và gây ra sự thay đổi các quá trình biến hình lòng dẫn. Trong hồ chứa bắt đầu quá trình bồi lắng còn hạ lưu sau công trình bắt đầu quá trình xói lở diện rộng. Ở phần thượng lưu hồ, ngoài dòng chảy rắn còn có các loại đất đá do bờ hồ bị bào mòn đưa vào.

Vào mùa lũ, với lưu lượng trung bình là 1520 m^3/s thì độ đục tương ứng là 190 g/m^3 và độ đục của phù sa tạo dòng là 63 g/m^3. Tổng lượng sòng chảy phù sa lơ lửng trung bình nhiều năm của tổ tạo dòng là 0,5 triệu m^3.

Chế độ làm việc của hồ chứa và biểu đồ lưu lượng dòng chảy đến cho thấy dòng đến với độ đục lớn nhất xảy ra khi hồ chứa mới bắt đầu tích nước.

Các kết quả tính toán cho thấy quá trình bồi lắng xảy ra rất chậm ở hồ chứa. Trong 20 năm đầu, thực tế các hạt sẽ rơi vào vùng nước chết của hồ chứa, ở phần gần đập sẽ lắng

xuống các hạt từ 0,01 – 0,005 mm. Các hạt có đường kính nhỏ hơn 0,005 mm sẽ được di chuyển xuống hạ lưu sau công trình.

Sau 20 năm khai thác hồ chứa mới xảy ra quá trình bồi lắng một phần hữu ích của hồ chứa. Sau 40 năm trong hồ chứa có thể tích lại 8 triệu m^3 phù sa. Sau 100 năm là gần 21 triệu m^3 phù sa và sau 200 năm là 45 triệu m^3 phù sa.

Do nước được tích trong hồ chứa, các hạt chất rắn có thời gian lắng đọng tạo nên quá trình bồi lắng lòng hồ. Khi dòng nước trong hồ xả xuống hạ lưu gây nên hiện tượng xói lở lòng sông. Quá trình này là kết quả của sự khôi phục độ đục đặc trưng của dòng nước và được điểm định tính của nó phụ thuộc nhiều vào đặc trưng thủy văn và cấu tạo địa chất lòng sông. Hậu quả quá trình xói lở lòng dẫn là mực nước sông giảm.

Sự xói lở và hạ lưu mực nước sông hạn chế bởi ảnh hưởng của các yếu tố sau:

Lòng sông có luồng đã gốc có tầng phủ bối tích aluvi mỏng. Dòng chảy không thể bào xói bồi tích aluvi.

Sự giảm độ dốc mặt nước và tốc độ dòng chảy;

Sự có mặt ở đáy các hạt cỡ lớn mà tốc độ dòng nước không đủ mang đi;

Sự tích lũy trên bề mặt đáy lòng sông các hạt cỡ lớn vỏ bảo vệ gọi là sự thô hóa tự nhiên.

Dòng chảy sông Đồng Nai sau hạ lưu đập Trị An thường xuyên chịu ảnh hưởng của thủy triều. Tuy nhiên, các diễn biến của thủy triều được xem là ảnh hưởng không đáng kể tới quá trình xói lở mà thường phát triển mạnh khi triều rút ở trạng thái nước ròng không bị dềnh.

Các khảo sát, nghiên cứu trên đoạn sông dài 50km tính từ tuyến đập xuống hạ lưu cho thấy: khoảng 16 km từ cửa kênh xả có cấu tạo từ loại đá cứng cà chỉ có một vài nơi được phủ bằng lớp mỏng aluvi. Ở đoạn tiếp theo, trên bờ và bãi bồi là đất kết dính (đất sét, đất thịt), lòng sông là cát. Độ sâu lớp kết dính ở bãi bồi là 8-12m và dưới đáy bồi tích cuộn sỏi. Lòng sông phía bên dưới Biên Hòa có cấu tạo phức tạp: đáy là cát, bờ và bãi bồi được cấu thành từ đất dính.

Ảnh hưởng của quá trình điều tiết ngày đêm khi nhà máy thủy điện trong mùa khô cũng được coi là không đáng kể. Các ảnh hưởng chỉ được lưu ý khi lưu lượng tạo dòng cực đại. Đối với nghiên cứu này, cần thiết phải tinh đến dòng chảy của sông Bé kết hợp với dòng chảy qua tuyến công trình thủy điện.

Kết hợp các số liệu đo đạc, nghiên cứu về độ dốc lòng sông, sự thô hóa, kết quả tính toán độ xói mòn hay sự tụt giảm mực nước được tiến hành trong trường hợp lưu lượng lũ bằng 3.000m^3/s và lưu lượng nhỏ nhất đi qua nhà máy là 120 m^3/s. Kết quả xác định rằng xói diện rộng kéo dài khoảng 70-75km tính từ cửa kênh xả. Độ giảm trung bình của đáy là 0,9m (không kể các đoạn có đáy là đá). Ở một đoạn đáy aluvi không co hạt lớn, xói đạt đến 1,8 -2,2m. Quá trình xói xảy ra ở giữa đoạn 25-29km và 38-42km. Có đoạn xói

không đáng kể (0,1m) hoặc hoàn toàn không xói đó là đoạn 30-34km và 45km. Tại Biên Hòa đáy sông giảm đi 0,6/0,8m.

Xói lòng sông gây nên sự sụt giảm mực nước. Mực nước khi triều rút ứng với Q-3.000m^3/s giảm đi nhiều so với trường hợp Q=120m^3/s. Điều đó có liên quan đên hiện tượng độ dốc sông rất nhỏ khi lưu lượng nhỏ. Đọ tụt giảm mực nước ở độ dốc này không thể có được vì bị khống chế bởi mực nước biển. Độ giảm mực nươc lớn nhât với Q=3.000m^3/s đạt khoảng 0,5m (trên đoạn từ 20-45 km), tại tuyến kênh xả giảm 0,2 m và ở Biên Hòa giảm 0,3m. Đối vơi lưu lượng 120m^3/s, độ giảm tương ứng là 0,45; 0,15 và 0,2.

Thời gian dự đoán quá trình xói lở kết thúc khoảng 50-60 năm. Trong 3-5 năm đầu, đổ xói lở xảy ra mạnh mẽ nhất ở hạ lưu công trình và đạt tới 60-70%. Phía dưới hạ lưu công trình, hiện tượng này diễn ra tương tự. Sau 5 năm đầu, độ giảm mực nước đạt cực đại 0,3m, tại tuyến kênh xả là 0,1-0,15 m và ở Biên Hòa 0,2 m.

Thay đổi chế độ dòng chảy hạ du hồ chứa:

Trong quá trình hoạt động, Nhà máy thủy điện Trị An thuộc Công trình thủy điện Trị An cần cung cấp một lượng nước tối đa tương ứng với lượng nước cần để phát điện với tổng công suất 400 MW tại huyện Vĩnh Cửu, tỉnh Đồng Nai. Tuy nhiên, kể từ khi hồ đi vào hoạt động vận hành đến nay đã làm ảnh hưởng đến chế độ dòng chảy ở hạ lưu đập, đặc biệt khu vực thành phố Biên Hòa chế độ dòng chảy chịu ảnh hưởng trực tiếp từ việc vận hành xả lũ của hồ Trị An và chế độ triều biển đông.

Bảng 3- 1: Đặc trưng thống kê mực nước trạm Biên Hòa trước và sau khi có hồ Trị An

Thời kỳ	**Hmax**	**Hmin**	**Cv**	**Cs**	**Hmax 0.1%**	**Hmax 0.5%**	**Hmax 1%**	**Hmax 5%**	**Hmax 10%**	**Hmax 20%**
Trước khi có nhà máy TĐ Trị AN **(1977-1987)**	207	-195	0.17	0.54	244	227	219	198	187	175
Sau khi có nhà máy TĐ Trị AN **(1988-2018)**	219	-206	0.13	0.45	260	243	236	216	206	195

Bảng 3- 2: Các trị số đặc trưng của mực nước trạm Biên Hòa trước và sau khi có Nhà máy thủy điện Trị An

Thời kỳ	**Mực nước cao nhất tháng (cm)**				**Mực nước thấp nhất tháng (cm)**			
	Mùa mưa		**Mùa khô**		**Mùa mưa**		**Mùa khô**	
	Max	**Min**	**Max**	**Min**	**Max**	**Min**	**Max**	**Min**
Trước khi có nhà máy TĐ Trị AN **(1977-1987)**	207	74	133	62	-32	-195	-104	-204
Sau khi có nhà máy TĐ	219	82	189	86	-44	-206	-106	-201

Trị AN **(1988-2018)**								

- Sau khi có hồ Trị An thì chế độ thủy văn đã được điều tiết bớt chênh lệch hơn so với khi chưa có hồ, chủ yếu trong giai đoạn sau khi có hồ Trị An đến năm 1999, tuy nhiên sau năm 2000, mực nước có xu hướng tăng lên nhiều.

- Mực nước cao mùa lũ ứng với các tần suất P=0,1 đến 2,0% sau khi có hồ Trị An tăng hơn so với trước khi có hồ giai đoạn sau 2000 đến nay, điều này cho thấy sự gia tăng của mực nước triều và ảnh hưởng của mưa lớn trên lưu vực.

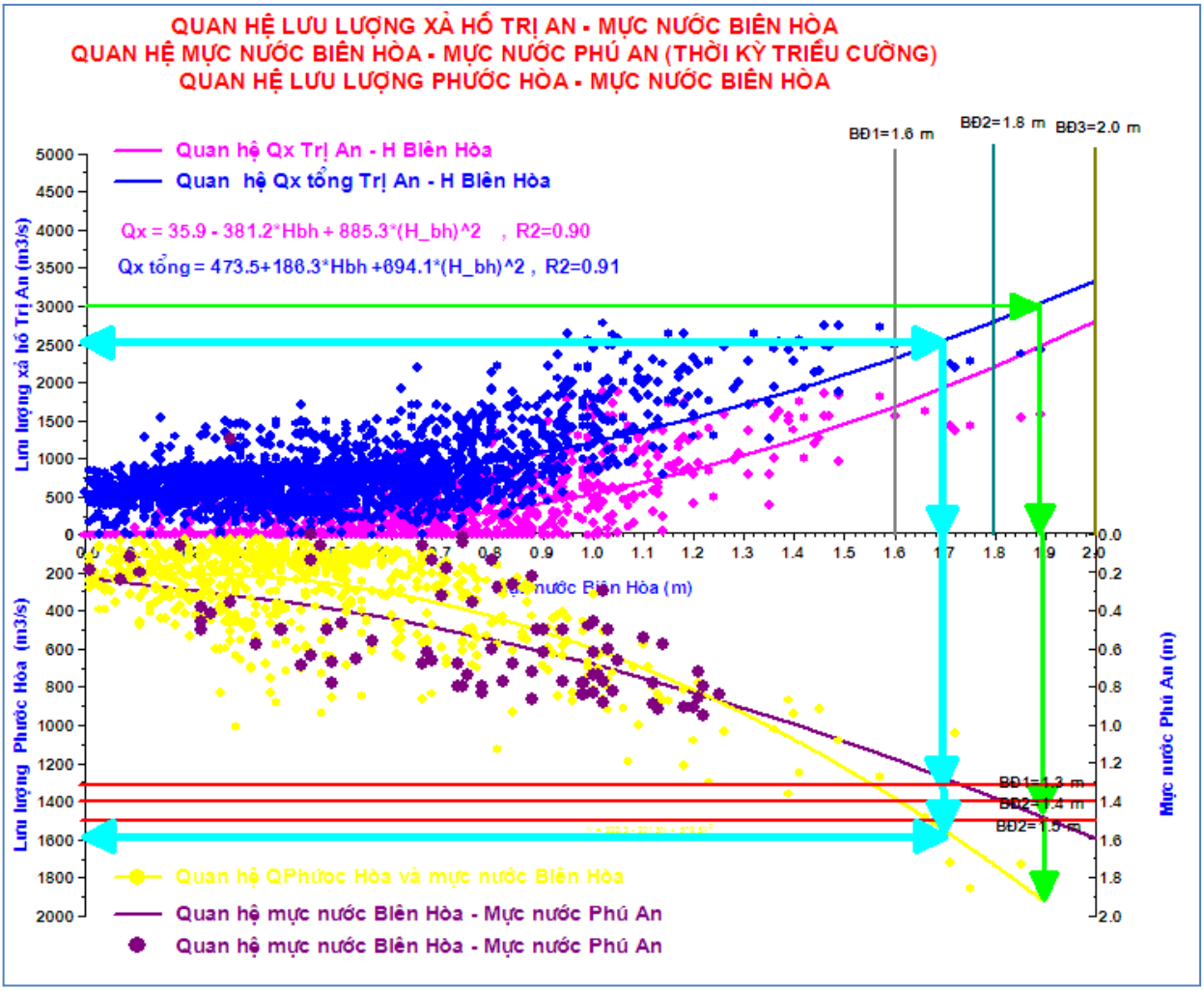
- Trong mùa khô mực nước thấp nhất ứng với các tần suất P = 80; 90; 95 sau khi có hồ đã được nâng lên.

Hồ Trị An xả với lưu lượng 3000m^3/s thì H_Biên Hòa=1,9m lớn hơn báo động II là 0,1m, mực nước tại H_Nhà Bè là 1.7m và mực nước tại Phú An là 1.62m lớn hơn báo động III là 0,12 m, xảy ra nhiều điểm ngập úng như Ngập Vĩnh Cửu, Long Thành, Nhơn Trạch và TP. Biên Hòa; khu vực TP HCM ngập 11 điểm nghiêm trọng.

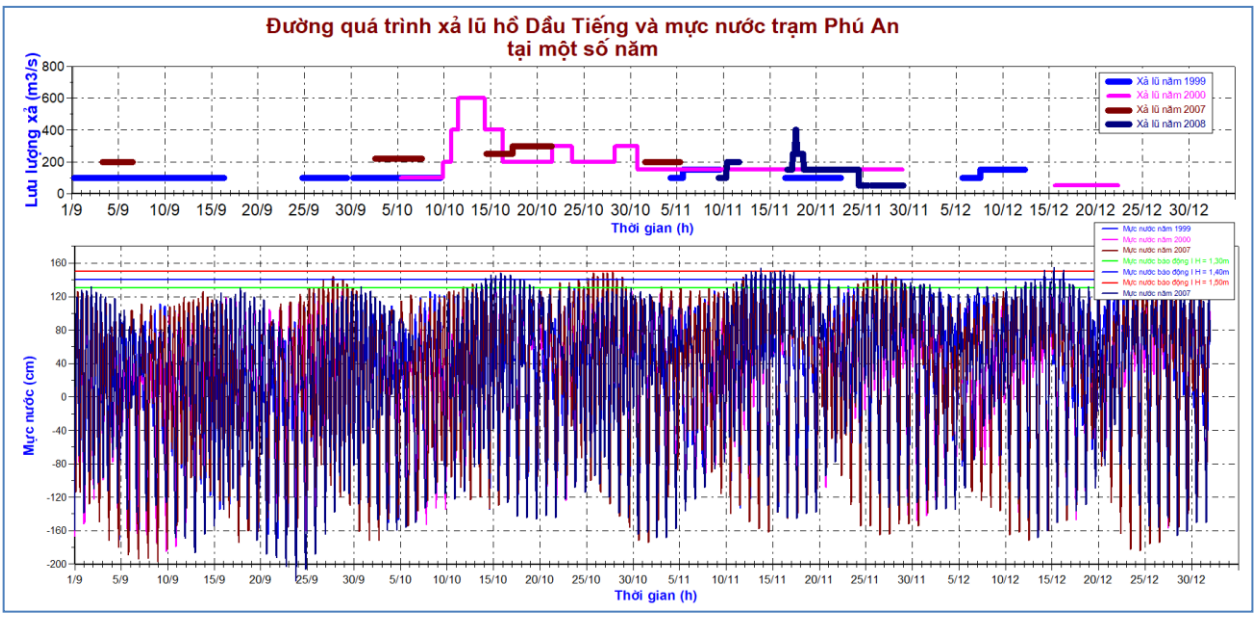
Theo số liệu thống kê tình hình xả lũ của hồ Trị An và quan hệ mực nước tại Biên Hòa cho thấy khi Trị An xả với lưu lượng < 2500m^3/s thì H_Biên Hòa < 1,7m nhỏ hơn báo động II là 0,1m, mực nước tại H_Nhà Bè là <1.53m và mực nước tại Phú An là < 1.40m (BĐII).

Diễn biến mực nước tại trạm Phú An cho thấy từ tháng VI trở đi, tuy mực nước trung bình, chân và đỉnh có xu thế tăng dần đến tháng X, XI nhưng chỉ có 3 tháng X-XII là có chân và đỉnh cao hơn cả (trên -160 cm), trong đó, tháng X và XI lại có nhiều khả năng xuất hiện đỉnh cao nhất trong năm hơn tháng XII. Tuy nhiên, tháng X thường có khả năng cho mưa trận cường suất cao nhiều hơn tháng XI, nên việc chọn tháng X làm tháng đặc trưng cho tính tiêu nước cả ở mạng lớn HLĐNSG và cả tiêu nước đô thị là hợp lý. Cũng nên lưu ý thêm rằng, nếu xem cấp mực nước từ 120cm trở lên tại Phú An và Nhà Bè là cấp bắt đầu có khó khăn về tiêu nước nói chung, thì tài liệu cho thấy, đối với cả hai nơi, mực nước khó tiêu xẩy ra trong tháng VIII chỉ với tần số dưới 20%, tháng IX là 50-60% và tháng X là gần 100% nghĩa là đa phần các đỉnh triều trong tháng X đều khó tiêu.

Hồ Trị An xả với lưu lượng 3000m^3/s thì H_Biên Hòa=1,9m lớn hơn báo động II là 0,1m, mực nước tại H_Nhà Bè là 1.7m và mực nước tại Phú An là 1.62m lớn hơn báo động III là 0,12 m. Khi Trị An xả với lưu lượng < 2500m^3/s thì H_Biên Hòa < 1,7m nhỏ hơn báo động II là 0,1m, mực nước tại H_Nhà Bè là <1.53m và mực nước tại Phú An là < 1.40m (BĐII).



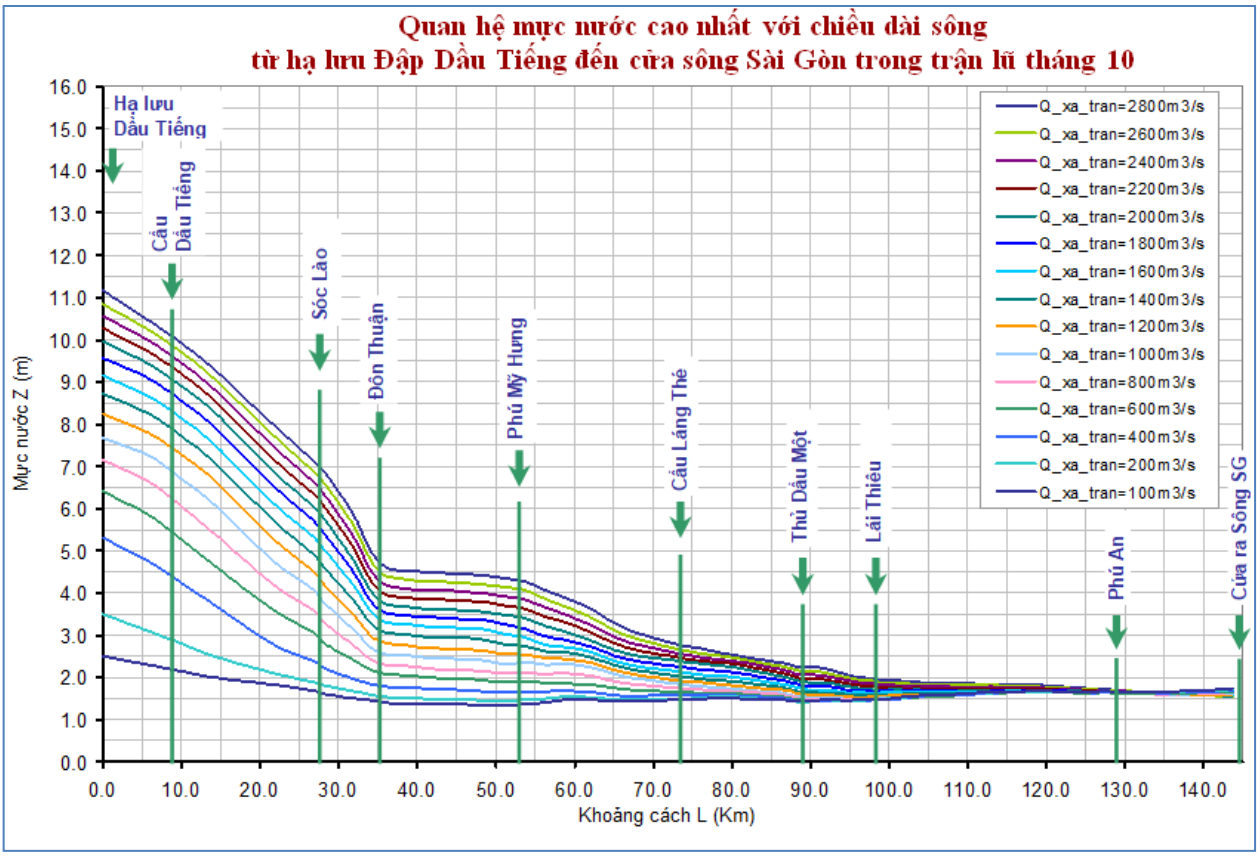
Hình 3- 4: Quan hệ lưu lượng xả hồ Trị An, Phước Hòa và mực nước Biên Hòa, Phú An



Hình 3- 5: Đường quá trình xả lũ hồ Dầu Tiếng và mực nước trạm Phú An trên sông Sài Gòn trong một số năm.

Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Đồng Nai theo quyết định số 1895/QĐ-TTg ngày 25/12/2019 bao gồm các hồ, đập: Thác Mơ, Cần Đơn, Srok Phu Miêng, Phước Hòa, Đơn Dương, Đại Ninh, Đồng Nai 2, Đồng Nai 3, Đồng Nai 4, Đăk

R'Tih (bậc trên), Đồng Nai 5, Trị An, Hàm Thuận, Đa Mi, Dầu Tiếng, Đa Khai, Đa Dâng 3, Đăk Sin 1, Đa M'Bri, Đắk Kar và đập dâng Tà Pao. Trong dó vận hành điều tiết của hồ Dầu Tiếng từ 1/7 đến 15/7 mực nước cao nhất trước lũ của hồ trong mùa lũ là 20.3m. Sử dụng mô hình MIKE11 nêu trên với các biên lưu lượng hồ Dầu Tiếng được tính toán xả theo các cấp lưu lượng 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800 m^3/s. Kết quả tính toán thể hiện như hình vẽ sau:



Qua phân tích trên cho thấy ảnh hưởng của vận hành công trình hồ chứa phía thượng nguồn ảnh hưởng đến chế độ thủy lực và biến đổi lòng dẫn phía hạ du. Khu vực Biên Hòa chịu ảnh hưởng trực tiếp của việc vận hành công trình hồ chứa thượng nguồn hồ Trị An, cụ thể làm thay đổi chế độ thủy động lực ảnh hưởng đến diễn biến lòng dẫn, làm thay đổi lượng ngậm cát (lượng ngậm cát xuống hạ du giảm nhỏ) dẫn đến hiện tượng xói bồi lòng sông ở hạ du (sức tải cát thường có sự điều chỉnh tương ứng)...

3.2.1.2. Do khai thác cát:

Hoạt động khai thác cát là do nhu cầu xã hội thúc đẩy, các yếu tố của nhu cầu xã hội do gia tăng dân số, phát triển kinh tế là động lực thúc đẩy cho việc xây dựng nhà ở, khu công nghiệp, cơ sở hạ tầng như vậy nhu cầu khai thác cát sẽ gia tăng.

Việc bơm hút cát lòng sông thời gian qua gây ra tác động tiêu cực và tích cực tới chế độ thủy văn-thủy lực, cụ thể: Làm tăng tiết diện mặt cắt ướt, hay tăng khả năng tiêu thoát cục bộ (tích cực). Làm thay đổi cấu trúc dòng chảy, chủ lưu dẫn tới những tác động ở vùng bờ lân cận, có trường hợp cực đoan gây hố xói sát sườn bờ làm tăng nguy cơ sạt lở bờ sông. (tiêu cực). Mặt khác, sự khai thác cát còn làm thay đổi trắc diện (trắc diện dọc,

trắc diện ngang) tự nhiên lòng sông, nhất là thay đổi đường tụ thủy tạo nên sự bất thường của dòng chảy, gây xói lở bờ nhanh và bất quy luật.

Hoạt động khai thác cát, sỏi trên sông sẽ trực tiếp làm thay đổi dạng hình học kênh, thay đổi tỉ lệ bề rộng/độ sâu, gây ra sạt lở bờ sông, thay đổi độ sâu lòng sông, chế độ dòng chảy, thay đổi sự uốn lượn tự nhiên do quá trình cân bằng của chế độ dòng chảy tạo ra, thay đổi sự cân bằng của dự trữ trầm tích.

Nguyên nhân gốc rễ của hoạt động khai thác cát là đào các hố sâu trong lòng sông. Khi khai thác cát, sỏi trên sông sẽ tạo ra các hào đào hay hố trong lòng sông. Như vậy các hình thái dòng chảy bị phá vỡ và một mức thâm hụt trầm tích cục bộ được tạo ra. Ngoài những thay đổi trực tiếp của môi trường sông, khai thác cát sỏi có thể làm nổi lên các ghềnh nước nông, làm thô cấu trúc lòng sông, và sự bất ổn định hai bên bờ kênh.

Khai trường khai thác cát lòng sông là công trình nhân tạo làm thay đổi chế độ dòng chảy và làm ảnh hưởng đến mức độ an toàn của các công trình xung quanh. Các thông số dòng chảy liên đới đến các ngành khác như: giao thông vận tải đường thủy hoặc chính khu vực mỏ lân cận, vì vậy, cần kiến nghị làm rõ yếu tố nào ảnh hưởng để tăng mức an toàn cho công trình xung quanh như: khoảng cách giữa 2 mỏ liền kề tại một khu vực, khoảng cách an toàn cho các công trình đê điều, cầu cảng, khoảng cách an toàn cho vận tải đường thủy …

Theo đánh giá quy hoạch sử dụng cát sỏi xây dựng vùng Đông Nam Bộ đến năm 2020 nhu cầu cát xây dựng là 17.634.000 m3 cát. Do đó với nhu cầu ngày càng gia tăng phục vụ xây dựng thì vấn đề khai thác cát trái phép ngày càng nhiều.

Trong 2 năm 2009, 2010, Sở tài nguyên và Môi trường, UBND các huyện thị xã Long Khánh và Thành phố Biên Hòa đã kiểm tra, phát hiện và bắt giữ 93 trường hợp khai thác cát bất hợp pháp. Năm 2011 có 43 trường hợp khai thác cát bất hợp pháp, Năm 2012 có 138 trường hợp khai thác cát bất hợp pháp (*Nguồn Báo cáo số 5705/BC-UBND*).

Tại Lâm Đồng hiện tượng khai thác cát cũng diễn ra ngày càng trầm trọng làm ảnh hưởng đến hạ du sông Đồng Nai. Từ đầu năm 2016 đến nay, cơ quan chức năng địa phương huyện Đạ Huoai gồm các lực lượng Công an, Phòng Tài nguyên và Môi trường và Thanh tra huyện đã phát hiện, xử lý gần 50 vụ vi phạm về khai thác cát trái phép trên sông Đồng Nai (đoạn chảy qua địa bàn huyện Cát Tiên). Ngày 22-10, UBND huyện Cát Tiên (Lâm Đồng) cho biết, qua thống kê dọc hai bên sông Đồng Nai, đoạn qua địa bàn huyện này đã có 110.256m2 đất bị sạt lở do hoạt động khai thác cát của nhiều doanh nghiệp, gây thiệt hại lớn cho người dân (*Nguồn Báo cáo số 5705/BC-UBND*).

Hình 3- 6: Hình ảnh khai thác cát tại Lâm Đồng trên sông Đồng Nai

Hình 3- 7: Khai thác cát trái phép trên sông Đồng Nai ngày 8/6/2016 đoạn qua phường Bửu Long, TP Biên Hòa (Nguồn: http://nld.com.vn/chinh-tri/vay-rap-cat-tac-tren-song-dong-nai-trong-dem)

3.2.1.3. Do phát triển dân số và cơ sở hạ tầng

Do tốc độ đô thị hóa các công trình dần dần che khuất các dòng sông, thậm chí do quá trình chiếm dụng đất hai bên sông làm cho nhiều đoạn sông không còn có thể tiếp cận đối với mọi người. Tp Hồ Chí Minh vốn là một đô thị sông nước cũng đang nằm trong tình trạng đó. Ngoài nguy cơ bị xói lỡ theo quy luật tự nhiên của dòng chảy, dải đất dọc bờ sông còn có nguy cơ bị chiếm dụng và xây dựng tùy tiện, quỹ đất và mặt nước bị lãng phí, cảnh quan sông nước bị hủy hoại, môi trường bị ô nhiễm và cộng đồng dân cư thành phố mất cơ hội tiếp cận không gian rộng lớn tươi đẹp của sông nước.

Về tình trạng lấn chiếm, xây dựng trái phép trong phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ sông, kênh, rạch: Với tốc độ đô thị hóa ngày càng phát triển, nhu cầu ở và sinh hoạt người dân ngày càng tăng cao, nguy cơ tình trạng lấn chiếm, xây dựng trái phép trong phạm vi

hành lang bảo vệ trên bờ tiếp tục có thể xảy ra. Tình trạng này sẽ gây tác động xấu đến ổn định bờ sông, gây mất trật tự, cảnh quan đô thị.

Hiện nay, thực trạng hai bên bờ các tuyến sông, kênh, rạch có năng lực vận tải thủy lớn như: sông Sài Gòn (khu vực phường Bình An, Thảo Điền, quận 2) và khu vực ven rạch Giồng Ông Tố đoạn giáp cầu Giồng Ông Tố 1 (phường An Phú – Bình Trưng Tây)… vẫn còn tồn tại nhà ở trên và ven bờ sông dày đặc. Trong quá trình sinh sống, người dân xả rác và nước thải sinh hoạt xuống lòng sông gây ô nhiễm, mất mỹ quan đô thị; đồng thời, việc sinh sống trên và ven sông, kênh, rạch tiềm ẩn nguy cơ sạt lở và gây nguy hiểm cho tính mạng và tài sản người dân sinh sống dọc ven và trên sông, kênh, rạch.

Trong những năm qua, dù địa phương đã có nhiều chủ trương và biện pháp để bảo vệ và phát triển rừng trong lưu vực sông, tuy nhiên diện tích rừng và đất rừng vẫn bị giảm một cách đáng kể. Đến hết năm 2009, mới chỉ giảm trên 2,6%, nhưng đến năm 2013, con số này đã là 4,3% so với số liệu tổng kiểm kê của năm 1999.

Nguyên nhân chính gây mất diện tích rừng được cho là: Do dân số tiếp tục gia tăng, nên nhu cầu sử dụng đất càng nhiều; năng suất cây trồng nông nghiệp và cây công nghiệp thấp nên dẫn đến thu nhập và sinh kế cộng đồng hộ, hộ dân giảm, từ đó tạo áp lực mở rộng diện tích sản xuất cây trồng vào đất rừng.

Thêm vào đó, thủy điện cũng một phần là nguyên nhân dẫn đến diện tích đất rừng bị giảm. Theo thống kê, từ năm 2006 đến nay, đã có 1.886 ha đất rừng tự nhiên chuyển đổi sang xây dựng các công trình thủy điện.

Các hoạt động của các bến bãi nội địa, các bến đò ngang, neo đậu tàu thuyền không theo vị trí quy định… gây cản trở, làm thay đổi, ảnh hưởng đến ổn định lòng dẫn. Một số tàu thuyền lưu thông với tốc độ cao quá quy định cho phép, chở hàng quá tải, tạo ra sóng và dòng chảy tác động trực tiếp vào bờ gây sạt lở bờ.

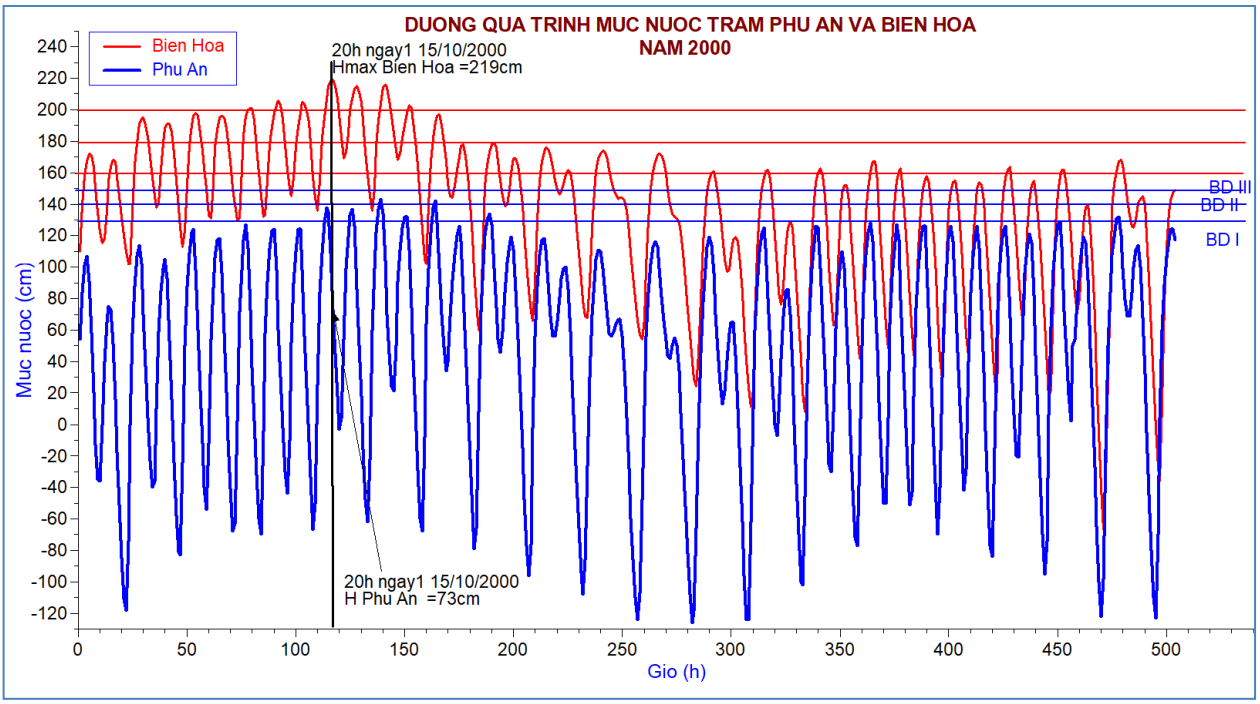
Dưới tác động của sóng do thuyền bè qua lại gây ra, đất mái bờ bị phá vỡ, bị bào xói rồi lôi kéo đi nơi khác. Trong trường hợp các tác động này xảy ra trong thời gian mùa lũ, mực nước cao thì xói lở chủ yếu diễn ra phía trên bề mặt mái bờ sông rạch. Khối đất mỗi một đợt sạt lở thường không lớn. Trường hợp các tác động của sóng thuyền bè xảy ra vào thời kỳ mùa kiệt, mực nước thấp thì xói lở mái bờ chủ yếu diễn ra trên mực nước thấp tạo thành hàm ếch, làm giảm dần ổn định mái bờ. Khi gặp mưa hay một tác nhân nào đó làm gia tăng tải trọng khối đất trên hàm ếch, khối đất sẽ hình thành nhiều vết nứt, trước khi sụt lở, tan rã rớt từng mảng nhỏ xuống lòng sông.

3.2.2. Nhóm do tác động do yếu tố dòng chảy, biến đổi khí hậu.

3.2.2.1. Ảnh hưởng của yếu tố thủy văn, thủy lực, bùn cát

Mực nước sông lên xuống theo chế độ bán nhật triều (02 lần/ngày đêm) trong mùa kiệt và mùa lũ đã làm cho đất bờ sông bị khô ướt liên tục, quá trình kéo dài làm suy giảm liên kết giữa các hạt đất và ảnh hưởng đến ổn định bờ.

Mực nước sông vùng hạ du sông Đồng Nai Sài Gòn thuộc chế độ bán nhật triều (2 lần/ ngày đêm) cả trong mùa kiệt và mùa lũ làm cho đất bờ sông bị khô ướt liên tục, quá trình kéo dài làm suy giảm liên kết giữa các hạt đất và ảnh hưởng đến ổn định bờ. Mực nước lên xuống đã làm cột nước trong đất và ngoài sông chênh lệch, tạo ra gradient đẩy khối đất gây trượt về phía lòng sông. Mực nước vùng hạ du sông Đồng Nai có biên độ triều lớn (3 – 4m) nên ảnh hưởng mạnh đến sạt lở bờ sông (xem hình vẽ …)



Hình 3- 8: Đường quá trình mực nước lũ tháng 10 trạm Phú An và Biên Hòa

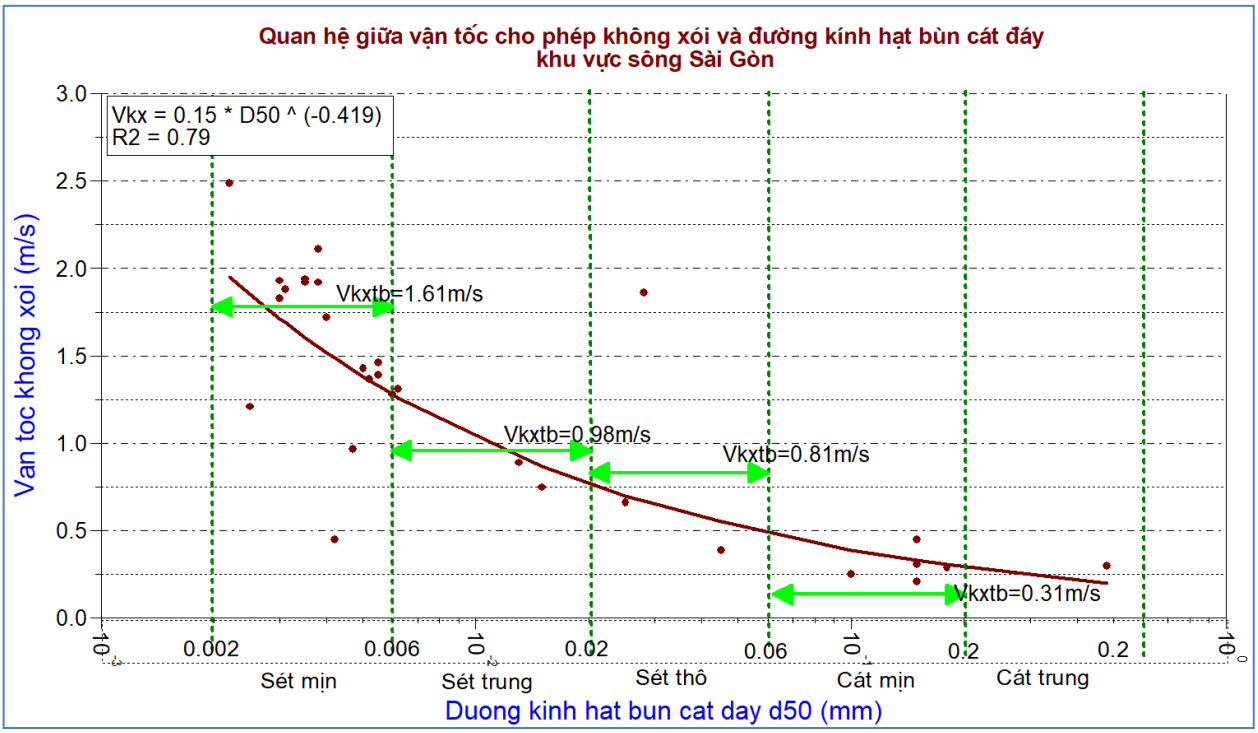
Sự gia tăng mực nước trong sông, dòng chảy mạnh hơn khi triều xuống làm gia tăng xói lở, biến đổi lòng dẫn. Biên độ và tốc độ dòng chảy lớn đặc biệt khi triều rút tốc độ dòng chảy max v=1,2 đến 2m/s, và có nhiều thời gian vdc>vkđ vật liệu lòng dẫn dẫn đến mực nước tăng lên vào mùa lũ và khi triều lên, mực nước thấp hơn khi triều xuống,vận tốc dòng chảy cũng tăng hơn trước dẫn đến quá trình bào mòn lòng dẫn tăng lên. Hiện tượng sạt lở thường xảy ra khi mực nước phía ngoài sông xuống thấp nhất, thời điểm xảy ra thường vào thời điểm mực nước dòng thấp nhất trong năm là tháng VI, tháng VII.

Quá trình truyền triều trong sông cũng là yếu tố ảnh hưởng đến diễn biến lòng dẫn. Thủy triều biển đông khu vực nghiên cứu có biên độ 3.5-4.0m, lên xuống ngày 2 lần (bán nhật triều không đều) với 2 đỉnh xấp xỉ nhau và hai chân lệch nhau khá lớn. hàng tháng, triều xuất hiện 2 lần nước cao (triều cường) và 2 lần nước thấp (triều kém) theo chu kỳ mặt trăng. Dạng triều lúc cuwongf và lúc kém cũng khác nhau và trị số trung bình của các chu kỳ ngày cũng tạo thành một sóng có chu kỳ 14,5 ngày với biên độ 0.3 – 0.4m. Trong năm đỉnh triều có xu thế cao hơn trong thời gian từ tháng XII-I và chân triều có xu thế thấp hơn trong khoangrt từ tháng VII – VIII. Đường trung bình của các chu kỳ nửa tháng cũng là một sóng có trị số thấp nhất vào tháng VII – VIII và cao nhất vào tháng XII-I. Triều cũng có các dao động rất nhỏ theo chu kỳ nhiều năm (18 năm và 50-60 năm). Theo hệ cao độ Hòn Dấu, triều ven biển đông có mực nước đỉnh trung bình vào khoảng 1.1÷1.2m, các

đỉnh cao có thể đạt đến 1.3 ÷1.4m và mực nước chân trung bình từ -2.8 ÷ -3.0m, các chân triều xuống thấp tới mức -3.2m.

Bùn cát lơ lửng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến diễn biến lòng dẫn và biến đổi lòng dẫn vùng hạ du sông Đồng Nai Sài Gòn. Sự thiếu hụt nồng độ bùn cát lơ lửng (hàm lượng phù sa) của dòng nguồn cung cấp cho dòng chảy hạ du đã góp phần gây nên hiện tượng xói sâu lòng dẫn phổ biến trên sông Đồng Nai – Sài Gòn. Ngưỡng bùn cát bão hòa càng tăng cao khi lưu tốc gia tăng, khi đó dòng chảy ở các vị trí có lưu tốc lớn như khu vực bờ lõm sông cong, khu vực có rối động mạnh (khu vực phân và hợp lưu), đoạn bờ sông bị thu hẹp đột ngột (các nút hình thái sông cong) thì sức tải cát bão hòa của dòng chảy trong sông cũng tăng lên, hình thành các hố xói sâu. Kết quả khảo sát hàm lượng phù sa lơ lửng trên sông Đồng Nai, Sài Gòn tại một số vị trí cho thấy quá trình lưu tốc dòng chảy và hàm lượng bùn cát lơ lửng có quan hệ tương quan chặt chẽ.

Ảnh hưởng của bùn cát đáy đối với lòng dẫn được đánh giá đồng thời với vận tốc dòng chảy trong sông. Bùn cát đáy và vị trí của nó trong lòng dẫn quyết định khả năng kháng xói của bùn cát. Kết quả khảo sát bùn cát đáy khu vực sông Sài Gòn đoạn từ cầu Bình Phước đến Cầu Sài Gòn từ năm 2003, cập nhật năm 2019 cho thấy dạng bùn cát dạng hạt bụi chiếm tỷ trọng lớn nhất, chiếm khoảng 41%, dạng sét mịn chiếm khoảng 27% và dạng hạt cát mịn chiếm khoảng 32%. Mẫu bùn cát có đường kính từ 0.002 đến 0.006mm với vận tốc không xói trung bình là 1.61m/s. Tính vận tốc cho phép không xói ứng với độ sâu thực tế của mẫu bùn cát đo đạc khảo sát được tính theo công thực của hiệp hội kỹ sư xây dựng Hoa Kỳ (ASCE Task Committee (1967). Chi tiết xem thêm trong hình vẽ sau:



Hình 3- 9: Quan hệ giữa vận tốc cho phép không xói và đường kính hạt bùn cát đáy khu vực sông Sài Gòn

Lưu tốc và lưu hướng dòng chảy: Lưu hướng của dòng chảy có hướng tác dụng vào phía bờ sông khi triều lên và triều xuống, chế độ thủy lực diễn biến phức tạp với các xoáy

nước, đồng thời với lưu tốc dòng chảy lớn hơn lưu tốc khởi động bùn cát (Vkx) gây ra tác động xói của dòng chảy. Đặc biệt là ở khúc sông cong, trạng thái ứng suất tự nhiên của đất bờ biến đổi theo chiều hướng làm giảm lực chống trượt và làm gia tăng lực đẩy trượt khối đất bờ. Như vậy yếu tố dòng chảy là nguyên nhân chính gây sạt lở bờ sông.

3.2.2.2. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng, lũ lụt

Các kịch bản biến đổi khí hậu đều cho thấy lượng mưa có xu thế gia tăng về mùa mưa, giảm về mùa khô. Qua đó đã làm tăng lưu tốc dòng chảy về mùa lũ và tạo ra chênh lệch mực nước lớn hơn trước đây giữa mùa lũ và mùa kiệt cũng là những tác động làm gia tăng nguy cơ sạt lở bờ sông.

Dòng chảy do thuỷ triều là một trong những nguyên nhân gây nên tình trạng sạt lở bờ sông.Qua thống kê các số liệu sạt lở các năm qua, nhóm nghiên cứu nhận thấy hiện tượng sạt lở thường xảy ra vào những ngày có biên độ triều lớn nhất trong tháng, tại thời điểm mực nước có chân triều thấp tạo áp lực thuỷ ngang lớn gây ra sạt lở bờ sông, sạt lở. Thời điểm thường xảy ra sạt lở từ 22 giờ đến 02 giờ sáng hôm sau, vào các ngày 29, 30, 31, 01, 02, 03 âm lịch trong các tháng 8,9,10 âm lịch.

Mưa với cường suất lớn cũng là nguyên nhân gây sạt lở bờ sông. Do đặc điểm các điều kiện tự nhiên vùng hạ du sông Đồng Nai - Sài Gòn, khu vực Tp.Hồ Chí Minh thì yếu tố đất bờ cố kết yếu, các tác động từ dòng chảy và chế độ thủy triều là hai nguyên nhân chính gây nên tình trạng sạt lở bờ sông, kênh rạch như hiện nay.

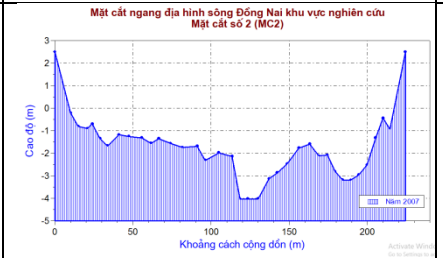
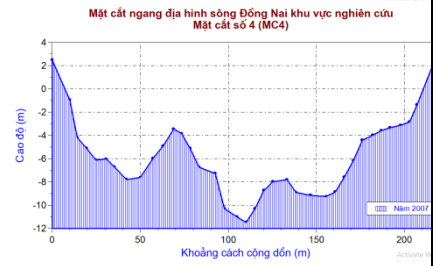
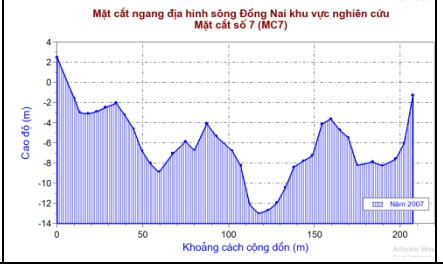
3.2.3. Nhóm do tác động do yếu tố tự nhiên, địa hình, địa chất, quy luật vận động tự nhiên của lòng dẫn, khai thác nước ngầm.....

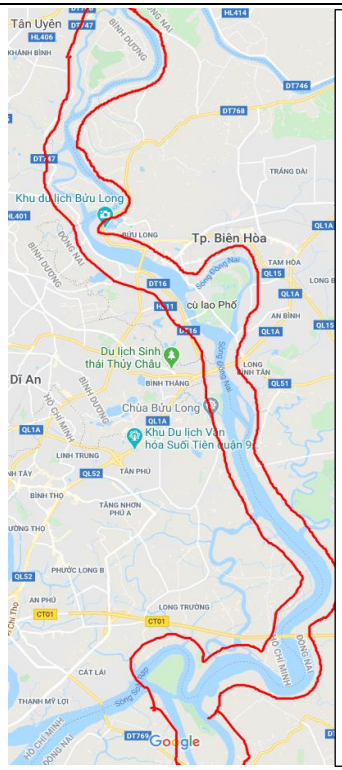
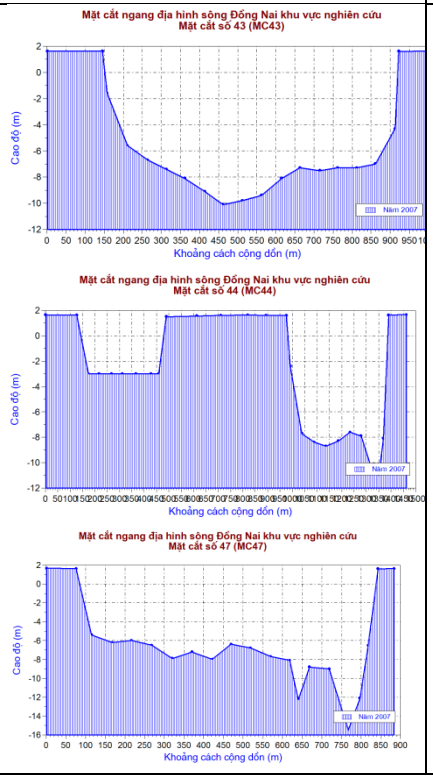
3.2.3.1. Ảnh hưởng của địa hình, địa mạo

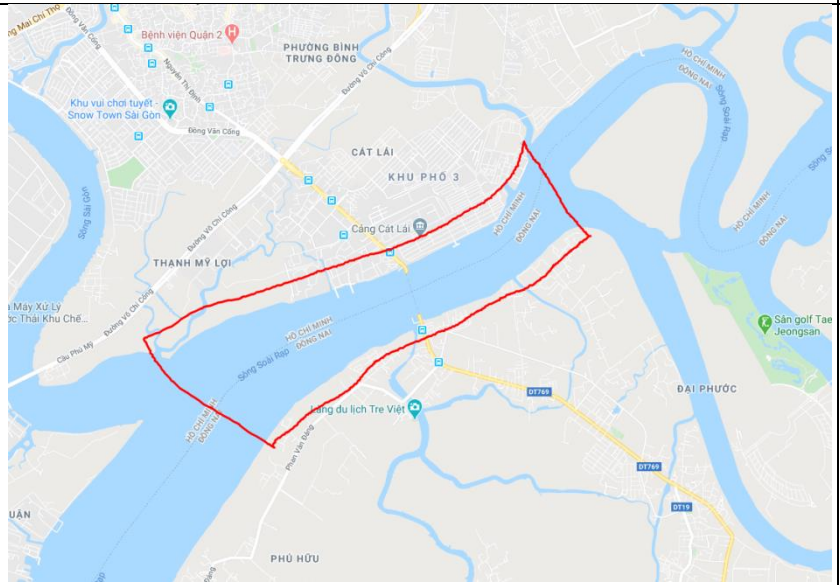
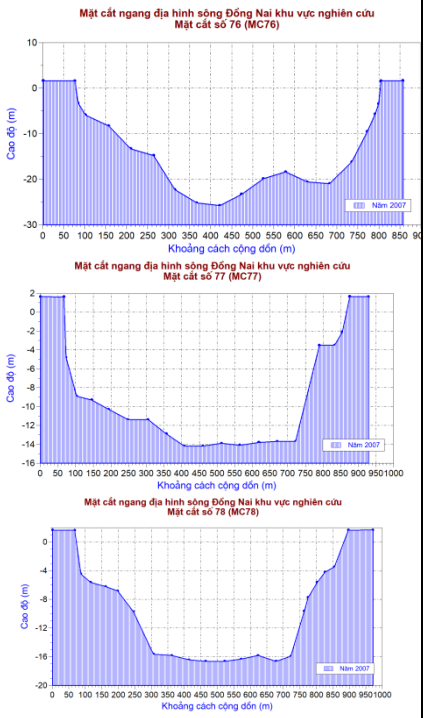
Sông Đồng Nai là sông nội địa dài nhất Việt Nam. Hạ du hệ thống sông Đồng Nai bao gồm TP.HCM, Đồng Nai, Bình Dương là những tỉnh có tốc độ phát triển kinh tế nhanh của cả nước. Đây cũng là lưu vực có số lượng hồ chứa lớn nhiều trên lưu vực. Hạ lưu lại ảnh hưởng của triều biển đông. Do tác động của điều kiện tự nhiên, biến đổi khí hậu, kinh tế xã hội ảnh hưởng đến quá trình diễn biến chế độ thủy văn, thủy lực, diễn biến lòng dẫn vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

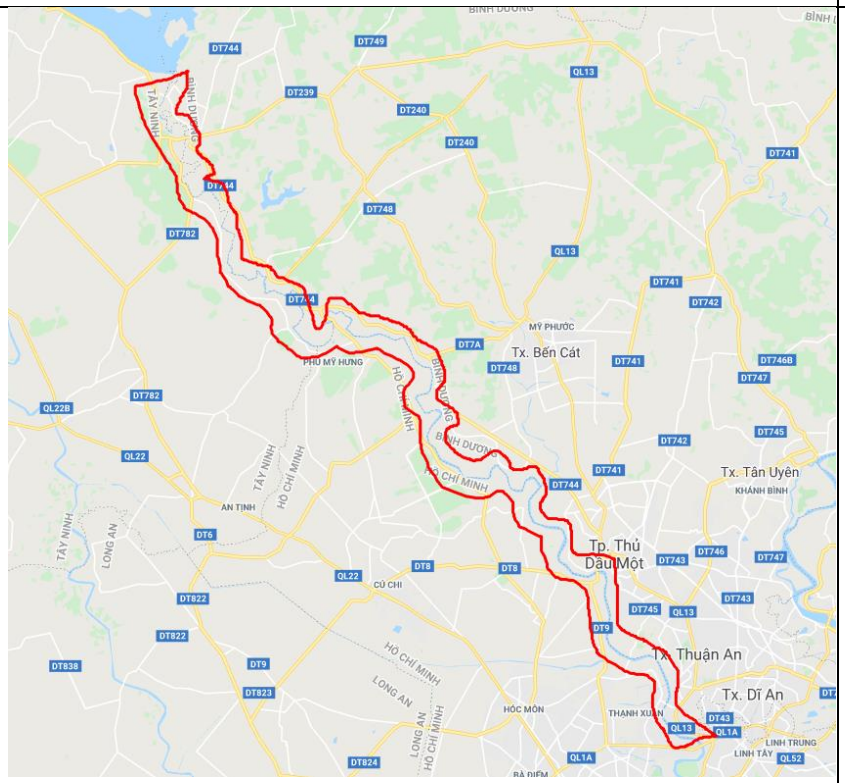
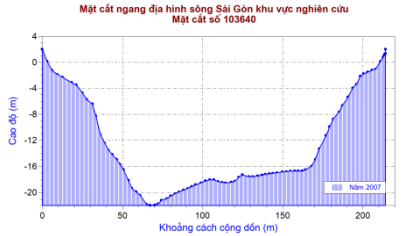
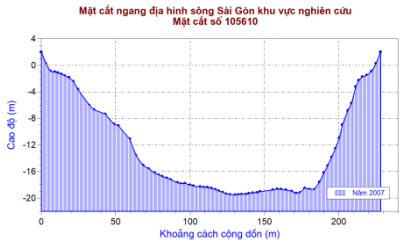
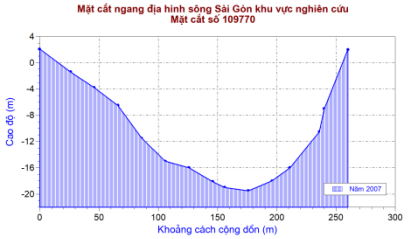
Các đoạn sông có đặc điểm địa hình là sông đơn tuyến, cong, đáy sông tại một số vị trí là đá gốc làm dòng chảy thay đổi tạo thành dòng chảy vòng và xoáy ngược vào bờ. Địa hình hai bên bờ sông cao và dốc gây gia tăng tốc độ dòng chảy và năng lượng dòng chảy trong sông. Các đặc trưng địa hình lòng dẫn trên dòng chính vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai như sau:

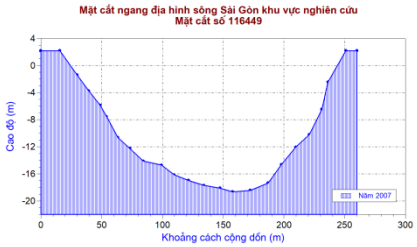
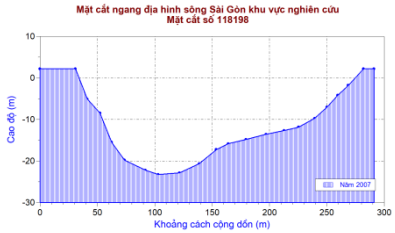
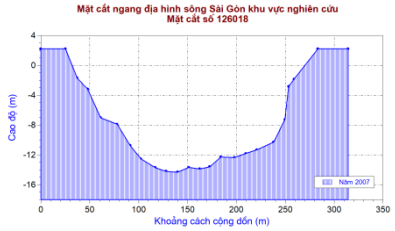
Bảng 3- 3: Các đặc trưng địa lý thuỷ văn trên dòng chính vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

Đoạn sông	**Vị trí/ Đặc điểm địa hình**	**Ls (km)**	**Js (%o)**	**Hình dạng mặt cắt điển hình**	**Chiều rộng lòng sông (m)**		
					Bmax	**Btb**	**Bmin**
Sông Đồng Nai từ NMTDTA đến cù lao Bạch Đằng:	 Địa hình lòng dẫn sông đơn lạch, lòng dẫn sâu, bề rộng hẹp, độ dốc lòng dẫn lớn, độ dốc mặt nước lớn, năng lượng dòng chảy lớn. Mặt cắt lòng sông hình dạng chữ U hoặc chữ V lệch, dòng chủ lưu tập trung giữa sông. Đáy sông một số vị trí đá gốc, khó xói, qua các vị trí này dòng chảy đổi hướng gây sạt lở bờ	33.682	0.23% - 0.25%	  	298	207	126

Đoạn sông	Vị trí/ Đặc điểm địa hình	Ls (km)	Js (%o)	Hình dạng mặt cắt điển hình	Chiều rộng lòng sông (m)		
					Bmax	Btb	Bmin
Sông Đồng Nai đoạn từ cù lao Bạch Đằng đến đuôi cù lao Ông Cồn	 -Địa hình lòng dẫn sông đơn, nhiều đoạn sông phân lạch, lòng dẫn mở rộng dần, độ dốc lòng dẫn nhỏ, độ dốc mặt nước không lớn, năng lượng dòng chảy không lớn như đoạn thượng lưu. -Mặt cắt lòng sông hình dạng chữ U hoặc chữ V lệch, chứ W, sông phân lạch, xói mạnh tại đầu cù lao, cuối cù lao có xu thế bồi, đoạn sông nhánh thường là đoạn sông cong, xảy ra xói phía bờ lõm. Đáy sông một số vị trí đá gốc, khó xói, qua các vị trí này dòng chảy đổi hướng gây sạt lở bờ. -Bờ sông thấp, bằng phẳng ảnh hưởng đến thoát lũ từ vùng ven sông, gây hiện tượng ngập lụt.	65.29	0.044% - 0.050%		1350	750	180

Đoạn sông	Vị trí/ Đặc điểm địa hình	Ls (km)	Js (%o)	Hình dạng mặt cắt điển hình	Chiều rộng lòng sông (m)		
					Bmax	Btb	Bmin
Sông Đồng Nai đoạn từ đuôi cù lao Ông Cồn đến ngã ba hợp lưu sông Sài Gòn	 - Đoạn sông thẳng, không phân lạch, lòng dẫn sâu và có độ dốc ngược do ảnh hưởng của thủy triều biển đông. Độ dốc đáy sông nhỏ, lưu tốc dòng chảy nhỏ, trục động lực dòng chảy giữa sông, phân bố lưu tốc trên mặt bằng đều. - Mặt cắt ngang dạng chữ U, bè rộng sông lớn, bãi bên thấp và rộng làm tăng nhanh diện tích mặt cắt ướt khi bị tràn bãi, làm giảm lưu tốc và tạo nên xu thế bồi lòng dẫn.	5.85	0.015% – 0.025%		1661	1150	629

Đoạn sông	Vị trí/ Đặc điểm địa hình	Ls (km)	Js (%o)	Hình dạng mặt cắt điển hình	Chiều rộng lòng sông (m)		
					Bmax	Btb	Bmin
Sông Sài Gòn đoạn thượng lưu đến cầu Bình Phước	 Sông đơn lạch, bề rộng lòng sông nhỏ, độ dốc lòng sông lớn, độ dốc mặt nước lớn, năng lượng dòng chảy lớn, dòng chủ lưu tập trung giữa sông,, địa hình ven sông bằng phẳng, hạn chế tốc độ dòng chảy do mưa, dọc sông có thảm phủ hạn chế tác động dòng chảy tới bờ sông, bờ ổn định hơn, mặt cắt hình chữ U	90.43	0.15% - 0.18%	  	200	100	95

Đoạn sông	Vị trí/ Đặc điểm địa hình	Ls (km)	Js (%o)	Hình dạng mặt cắt điển hình	Chiều rộng lòng sông (m)		
					Bmax	Btb	Bmin
Sông sài Gòn từ cầu Bình Phước đến ngã ba mũi đèn đỏ	 Bề rộng sông lớn, chiều sâu dòng chảy lớn, lòng dẫn có nhiều đoạn bị uốn khức và đổi dòng, tạo các hố xói sâu và sạt lở bờ cục bộ (đoạn Thanh Đa, Thủ Thiêm), độ dốc lòng dẫn nhỏ, có xu thế ngược, Dạng mặt cắt sông là dạng chữ V lệch, dạng chữ U, chữ W. Địa hình ven sông bằng phẳng hạn chế tập trung dòng chảy do mưa vào sông, gây ngập lụt ven sông	35.55	0.012% - 0.015%	  	916	600	290

3.2.3.2. Ảnh hưởng của địa chất

Hạ du sông Đồng Nai-Sài Gòn nằm trong khu vực ảnh hưởng của cấu trúc Nam Trung bộ, là một miền nâng và cấu trúc Tây Nam bộ là một miền sụt trong Kanojoi. Hai hệ thống đứt gãy sông Đồng Nai và sông Vàm Cỏ Đông mang tính chất khu vực phân định các miền cấu trúc nêu trên. Hai hệ thống đứt gãy có phương Tây Nam-Tây Bắc-Đông Nam. Song song với hệ thống đứt gãy này còn có hệ thống đứt gãy cấp 2, sông Sài Gòn hình thành trong hệ thống đứt gãy này.

Sồng Đồng Nai và sông Sài Gòn phần trung và hạ du đi qua địa hình bậc thềm của Đông Nam Bộ, trong đó gồm 2 kiểu chủ yếu là địa hình nâng bóc mòn xâm thực (phần trung du) và địa hình hạ tích tụ (phần hạ du). Các yếu tố ảnh hưởng của địa chất ảnh hưởng đến diễn biến lòng dẫn như: ảnh hưởng của khối bùn sét mềm yếu, giàu chất hữu cơ; ảnh hưởng của lớp cát mịn, cát trung hạt thô; bề mặt phân cách giữa 2 lớp trầm tích Holoxen và Pleistocen; lớp đất đắp có chiều dày lớn, ảnh hưởng của biến di địa chất các lớp đất bờ, ảnh hưởng của lớp đá gốc trên lòng dẫn sông Đồng Nai…

Sông Sài Gòn và sông Đồng Nai nằm ở các hệ thống đứt gãy thuộc các cấp khác nhau và các hệ thống đứt gãy làm cho cấu trúc của móng có dạng bậc thang. Do các khu vực thuộc hạ du sông Đồng Nai Sài Gòn nằm ở các đới cao thấp địa hình khác nhau đã ảnh hưởng nhất định đến việc hình thành độ dốc đáy sông và ảnh hưởng tới độ dốc dòng chảy (độ dốc mặt nước).

Trên sông Đồng Nai khu vực trung du và hạ du tồn tại lớp bùn sét có tính chất mềm yếu, giàu chất hữu cơ, đây là yếu tố dễ gây sạt lở bờ do sự gắn kết vật liệu không chắc chắn, các chỉ tiêu độ bền của lớp đất rất nhỏ, lớp này khi chịu tác động của sóng hoặc tàu thuyền hoặc dòng ven sẽ bị xói mòn, rửa trôi hoặc tan rã nhanh chóng. Dưới tác động của thủy triều nhất là khi triều rút có vận tốc dòng chảy lớn, đã làm cho vật liệu trong lớp trầm tích này dễ dạng bị bở rời và cuốn trôi theo dòng nước, theo thời gian sẽ tạo các hàm ếch cục bộ, sức chịu tải của bờ sông giảm đi, hiện tượng sạt lở sẽ xảy ra. Ngoài ra do lớp trầm tích này có thể chứa nước (thoát nước yếu) tạo sự di chuyển nước ngầm giữa lớp này với lớp bên ngoài, tức là có sự thay đổi vận tốc dòng nước ngầm di chuyển trong lớp trầm tích này mỗi khi thủy triều lên, xuống hoặc có khi xảy ra mưa lớn, làm cho tính chất cơ lý của lớp trầm tích này theay đổi theo thời gian, chũng dễ bị bở rời và rửa trôi theo dòng nước.

Khu vực địa tầng bán đảo Thanh Đa, khu vực Cù lao Phố… có lớp địa tầng cát mịn, cát thô phân bố trong lớp trầm tích Pleistoxen nằm ở độ sâu 24-35m. Lớp này duwois tác dụng của dòng thấm có áp có điều kiện thoát ra bên ngoài có nguy cơ sạt lở cao, dưới tác động của dòng chảy, tạo thành hàm ếch phần gần đáy bờ sông, gây mất ổn định sạt lở bờ sông.

Khu vực hạ du sông Đồng Nai cũng có đoạn có bề mặt phân cách giữa 2 lớp trầm tích Holoxen và Pleistocen là ranh giới giữa hai lớp vật liệu có tính chất cơ lý khác nhau, dễ tạo ra biến dạng, trượt lở… dọc theo bề mặt này, nguy cơ trượt lở tiềm ẩn rất lớn khi bị lực tác động của dòng nước.

Lớp đá gốc trên sông Đồng Nai làm hạn chế xói sâu lòng dẫn. Tuy nhiên tại một số vị trí, đá gốc nổi lên tại lòng dẫn làm cho lưu tốc dòng chảy tăng cao và hướng dòng chảy thay đổi bất lợi cho đường bờ dẫn tới hiện tượng xói lở bờ sông như khu vực hạ lưu Cầu Ghềnh, khu vực Cù lao Phố, ảnh hưởng đến diễn biến lòng dẫn và phân bố vận tốc dòng chảy trên mặt cắt ngang.

Địa chất bờ và lòng dẫn thuộc vào loại đất yếu, phù sa trẻ, nhạy cảm với xói lở; lớp đất yếu thường có chiều dày khoảng 30m, Các trị số của lực dính C = 0,06 kg/cm2, góc ma sát trong $\varphi < 50$ vì thế khả năng kháng trượt của khối đất bờ rất yếu. Với nền địa chất như vậy, chỉ cần tải trọng khoảng $3T/m^2$ là nguy cơ sụt lún, sạt lở xảy ra.

Quy luật vận động tự nhiên của lòng dẫn: Sạt lở, bồi lắng thường xảy ra ở những đoạn sông cong, các cửa phân lưu, nhập lưu, các khu vực sông phân lạch, nơi giao thoa giữa dòng chảy trong sông và dòng triều,... là những nơi dòng chảy không ổn định.

3.3. Các công trình xây dựng trên hạ du hệ thống sông Đồng Nai

3.3.1. Trên sông Đồng Nai:

Trên sông Đồng Nai đoạn qua Bình Dương có một số công trình kè do dân hoặc doanh nghiệp, nhà chùa tự xây dựng, chỉ có đoạn đoạn từ cầu Rạch Tre đến Thị uỷ Tân Uyên là được đầu tư xây dựng kiên cố. Còn lại các hình thức công trình chống sạt lở mang tính tạm như Đóng cừ tràm hoặc cừ dừa Loại này được sử dụng tại một số vị trí mà mức độ sạt lở không quá nghiêm trọng, không bị xói chân, chủ yếu để hạn chế sóng tàu thuyền tác động vào bờ.

Hình 3- 10: Cừ tràm chống sạt lở bờ sông Cù Lao Rùa

Kè đá đổ

Biện pháp này cũng được áp dụng tại một số vị trí có sóng lớn và bãi chân mái dốc tương đối rộng tại đầu cù lao và bến cảng cát. Đá đổ là đá hỗn hợp tận dụng để giảm chi phí.

Kè đá đổ tại đầu cù lao (đối diện kênh Tổng Bản)

Kè đá đổ tại bến cảng cát

Kè bằng tường cọc kết hợp tấm đan bê tông cốt thép

Loại kè này đang được người dân xây dựng tại cuối Cù Lao Rùa. Kết cấu của kè bao gồm các cọc Bê tông cốt thép 20x20cm hoặc 25x25cm đóng cách nhau từ 1m đến 1,5m, giữa các cọc đặt các tấm đan bê tông cốt thép tạo thành tường chắn đất; trên đỉnh tường có dầm mũ bê tông cốt thép, tường được neo vào các cọc trong bờ bằng thép hoặc dây cáp. Loại kè này thường được xây dựng ở những khu vực vừa bị xói mặt vừa bị xói chân ở mức thấp, chiều cao mái dốc sạt lở nhỏ <2m, chân mái thoải. Loại kè này sau một thời gian sử dụng thường bị chuyển vị ra ngoài sông tương đối lớn.

Hình 3- 11. Đè cọc kết hợp tấm đan bê tông cốt thép chống sạt lở bờ sông Cù Lao Rùa

Kè dạng tường đứng bằng đá xây hoặc bê tông cốt thép

Đây là hình thức kè kiên cố nhất với giá thành cao, thường được các hộ dân khá giả hoặc doanh nghiệp xây dựng trong phạm vi phần đất của gia đình, doanh nghiệp với mục đích vừa bảo vệ đất khỏi bị sạt lở, vừa mở rộng thêm ra bờ sông để làm nhà hoặc để kinh doanh, chiều dài mỗi đoạn kè chỉ từ 5m-20m. Loại hình kè này phổ biến nhất trên Cù Lao Rùa.

Kết cấu thường bằng bê tông hoặc đá xây trên nền cọc, điều kiện thường là những nơi có mức độ sạt lở trung bình, chiều cao mái dốc không quá cao, bãi sông chân mái dốc vẫn còn khá rộng.

Kè đá xây quán cà phê bên nhánh sông phụ

Kè Bê tông chùa Long Phước – nhánh sông Chính

Hình 3- 12: Kè bằng tường bê tông, đá xây kiên cố

3.3.2. Trên sông Sài Gòn

a) Đoạn từ ngã 3 Đèn Đỏ đến cầu Thủ Thiêm có 5,310 km kè/15 km đường thủy (trong đó: bờ phải 2,5 km kè, bờ trái 4,01 km kè). Về kết cấu: Bao gồm 04 đoạn kè đứng loại bê tông dự ứng lực, 01 đoạn kè đứng dạng tường chắn bê tông cốt thép, 02 đoạn kè mái nghiêng viên thảm bê tông và 01 đoạn kè mái nghiêng loại đá hộc.

b) Đoạn từ cầu Thủ Thiêm đến cầu Sài Gòn có 2,753 km kè/1,8 km đường thủy (trong đó: bờ phải 1,4 km kè, bờ trái 1,352 km kè) Về kết cấu: Bao gồm 02 đoạn kè đứng, 02 đoạn kè mái nghiêng loại viên thảm bê tông và 04 đoạn kè mái nghiêng loại đá hộc.

c) Đoạn từ cầu Sài Gòn đến ngã 3 Rạch Chiếc có 8,776 km kè/6 km đường thủy (trong đó: bờ phải 3,757 km kè, bờ trái 5,019 km kè) Về kết cấu: Bao gồm 03 đoạn kè đứng loại bê tông dự ứng lực, 06 đoạn kè đứng loại bê tông cốt thép, 08 đoạn kè mái nghiêng loại viên thảm bê tông và 06 đoạn kè mái nghiêng loại đá hộc.

d) Đoạn từ ngã 3 Rạch Chiếc đến ngã 3 Gò Dưa có 3,484km kè/3,3km đường thủy (trong đó: bờ phải 2,797km kè, bờ trái 0,687km kè). Về kết cấu: Bao gồm 01 đoạn kè đứng loại bê tông dự ứng lực, 01 đoạn kè mái nghiêng viên thảm bê tông.

đ) Đoạn từ ngã 3 rạch Gò Dưa đến cầu Bình Triệu có 5,223 km kè/3,5km đường thủy (trong đó: bờ phải 3,5km kè, bờ trái 1,723km kè). Về kết cấu: Bao gồm 08 đoạn kè mái nghiêng loại viên thảm bê tông, 02 đoạn kè mái nghiêng loại đá hộc.

e) Đoạn từ cầu Bình Triệu đến ngã 3 sông Vĩnh Bình có 7,595 km kè/7,7km đường thủy (trong đó: bờ phải 1,574 km kè, bờ trái 6,021km kè). Về kết cấu: Bao gồm 06 kè đứng loại bê tông dự ứng lực, 02 kè đứng loại bê tông cốt thép, 03 kè mái nghiêng viên thảm bê tông, 02 kè mái nghiêng đá hộc

f) Đoạn thượng lưu rạch Vĩnh Bình đến huyện Củ Chi (bờ hữu) với chiều dài 74,7km: Đoạn này chủ yếu là đê bao, bờ sông chưa được gia cố kè kiên cố. Hiện nay, Ban Quản lý dự án đầu tư xây dựng các công trình Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đang triển khai đầu tư kè tại một số vị trí. Tổng cộng, trên tuyến sông Sài Gòn thuộc địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh hiện được đầu tư 33,141km kè/111,8km đường thủy, còn lại khoảng 190,459 km đường bờ (tính chiều dài cả hai bên bờ) chưa được xây dựng kè. Các đoạn kè xây dựng không đồng bộ; do nhiều chủ đầu tư, tổ chức, cá nhân tự lựa chọn loại kè phù hợp với khả năng tài chính và mức độ sạt lở. Ngoài một số đoạn kè được đầu tư từ ngân sách nhà nước có tính mỹ quan, chất lượng cao; các đoạn còn lại chỉ mang tính tạm thời và hiện nay chủ yếu đã xuống cấp không còn mang tính mỹ quan đô thị.

Dự án Xây dựng bờ tả sông Sài Gòn (từ rạch Cầu Ngang đến khu đô thị Thủ Thiêm).

Mục tiêu: Xây dựng bờ tả sông Sài Gòn (từ rạch Cầu Ngang đến khu đô thị Thủ Thiêm) nhằm chống nước tràn do lũ từ thượng nguồn, do triều cường và thích ứng với điều kiện biến đổi khí hậu nhằm bảo vệ 1.600 ha đất đô thị với dân số khu vực khoảng 25.000 người.

Nguồn vốn: Ngân sách thành phố và ngân sách Trung ương hỗ trợ.

Phạm vi và kết cấu: Công trình nằm ven bờ tả sông Sài Gòn đi qua một số phường Trường Thọ, Thảo Điền, Bình An thuộc quận Thủ Đức và Quận 2. Công trình bắt đầu từ Rạch Thủ Đức (Rạch Cầu Ngang) và kết thúc tại vị trí bắt đầu khu đô thị Thủ Thiêm. Với kết cấu kè xây dựng chủ yếu là tường cừ bê tông cốt thép dự ứng lực; Bệ néo cừ là hàng cọc bê tông cốt thép 35x35x4000cm, néo cừ với cọc bằng thép không gỉ; Cao trình đỉnh kè: + 2,7m; Kết cấu là dầm mũ bê tông cốt thép.

Tình hình thực hiện: Thời gian khởi công - hoàn thành (dự kiến): tháng 12/2017 ÷ tháng 2/2020.

Đã thi công 1.400/1.776m kè đạt khoảng 70% khối lượng.

Dự án xây dựng 04 đoạn Đê bao xung yếu khu vực quận Thủ Đức.

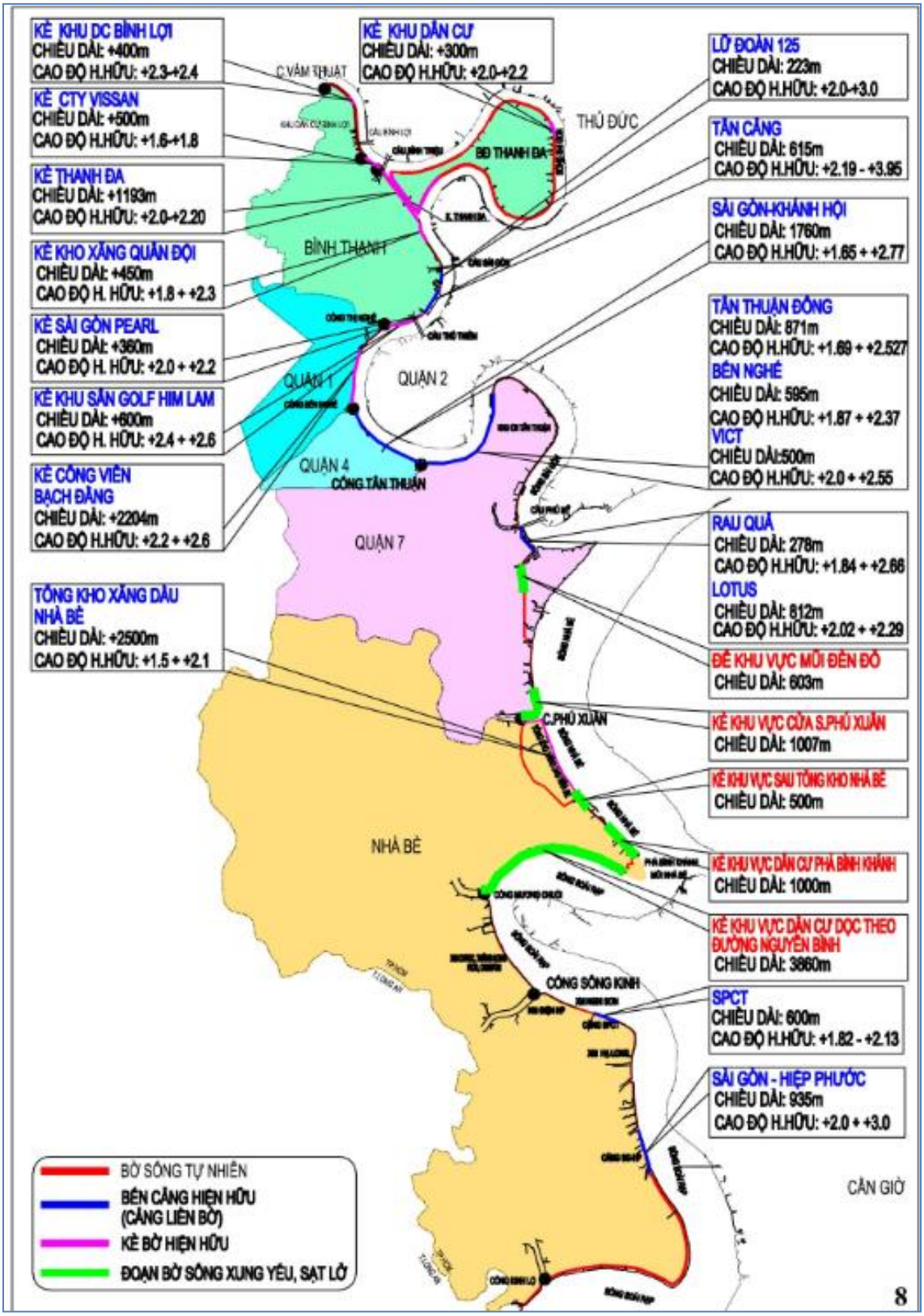
Mục tiêu: Xây dựng mới 04 đoạn đê bao xung yếu quận Thủ Đức thuộc bờ tả sông Sài Gòn với tổng chiều dài 1.515m và 10 cống nhỏ dưới đê nhằm ngăn triều và lũ từ sông Sài Gòn, tiêu thoát nước mưa nội vùng và kết hợp chống sạt lở bờ sông, cải tạo cảnh quan môi trường ven sông.

Nguồn vốn: Ngân sách thành phố.

Phạm vi và kết cấu: Công trình 04 đoạn đê bao xung yếu khu vực quận Thủ Đức được xây dựng dọc theo mép bờ sông thuộc 02 phường Hiệp Bình Phước và phường Hiệp Bình Chánh. Với kết cấu chính đê bao dạng kết hợp tường đứng bằng cừ ván bê tông cốt thép dự ứng lực SW500A dạng sóng kết hợp sàn giảm tải trên nền cọc bê tông cốt thép kết hợp đường bộ hành dọc phía sau đê. Cao trình đỉnh tường kè được thiết kế là +2,70m và cao trình mặt đê sau tường là +2,50m. Kết hợp giao thông bộ trên đê bao: chiều rộng mặt đường trên đê B=5,00 m; phục vụ đi bộ và phục vụ quản lý khai thác công trình. Tình hình thực hiện:

Thời gian khởi công - hoàn thành (dự kiến): tháng 12/2017 ÷ tháng 2/2020.

Đã thi công 860/1.515m cừ ván bê tông cốt thép dự ứng lực SW500A đạt khoảng 40% khối lượng hoàn thành.



3.4. Ảnh hưởng của xói lở bờ sông đến sự phát triển kinh tế, xã hội và môi trường trong vùng, đặc biệt vùng không gian ven sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

3.4.1. Ảnh hưởng đến phát triển kinh tế xã hội

Với tập quán sinh hoạt, từ xa xưa hầu hết các đô thị, các khu tập trung dân cư, đường giao thông, hệ thống công trình phục vụ sinh hoạt của nhân dân, các khu kinh tế, khu du lịch

nghỉ dưỡng... đều nằm ven sông, ven biển, tạo thành một nét riêng trong sự phát triển của đất nước "Nhất cận thị, nhị cận giang". Lòng dẫn hạ du sông Đồng Nai Sài Gòn biến động mạnh, gây sạt lở bờ làm ảnh hưởng, thiệt hại không nhỏ đến cơ sở hạ tầng của các địa phương nằm trong khu vực.

Một số thiệt hại như:

Làm hư hỏng công trình giao thông: Trên tỉnh Bình Dương, sạt lở làm hư hỏng 4.235m đường giao thông nông thôn, gãy 01 cầu dân sinh,

Làm hư hỏng nhà cửa, công trình ven sông: làm sập 13 căn nhà... sạt lở làm ảnh hưởng đén 79 hộ dân thuộc thị xã Tân Uyên, Trên TPHCM, dạt lở làm ảnh hưởng đến 845 hộ dân (thiệt hại năm 2017) (chi tiết xem phụ lục báo cáo).

Làm ảnh hưởng đến đất sản xuất nông nghiệp của 25 hộ dẫn thuộc các xã An Thái, Vĩnh Hòa huyện Phú Giáo Bình Dương....

Ảnh hưởng đến hoạt động giao thông thủy: xói lở bờ sông làm cho các công trình giao thông, các công trình cảng, công trình xây dựng ven sông như cầu cống, nhà cửa, kho tàng, bến bãi, các cơ sở giải trí, các mố cầu bị hư hỏng, sạt lở xuống sông... các tuyến giao thông thủy bị dịch chuyển gây trở ngại cho các phương tiện giao thông thủy, tình trạng bồi lắng tại vùng cửa sông Soài Rạp làm cho tuyến giao thông thủy bị ách tắc, làm ảnh hưởng đến vận chuyển giao thông thủy.

Ảnh hưởng đến sinh mạng con người.

3.4.2. Ảnh hưởng đến môi trường

Hiện tượng biến đổi khí hậu, nước biển dâng, tình trạng lấn chiếm, ô nhiễm nguồn nước sẽ là nguy cơ gây nên tình trạng sạt lở diễn biến phức tạp trong thời gian tới.

Sạt lở bờ sông Lòng Tàu làm mất hàng trăm ha đất, làm cho vùng rừng ngập mặn có nhiều đoạn bị nguy cơ phá hủy, một số loài chim quý đã di cư sang vùng khác do diện tích rừng bị phá hủy....

3.5. Nguyên nhân, cơ chế gây sạt lở bờ sông

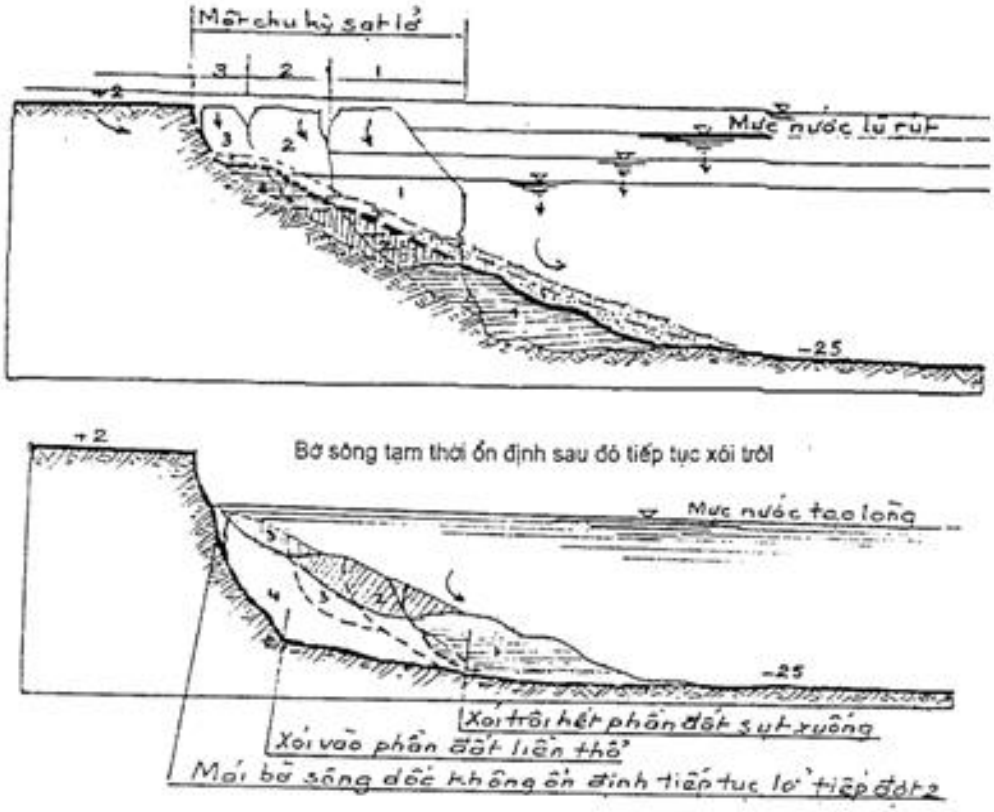
3.5.1. Cơ chế gây sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

Cơ chế gây sạt lở bờ chính là sự mất cân bằng về sức tải cát và sự mất cân bằng về cơ học đất. Khi sự cân bằng bị phá vỡ hoặc do bùn cát do dòng nước mang đến không bù được lượng bùn cát do dòng nước cuốn đi hoặc các lực tác dụng lên đất bờ vượt quá khả năng chịu kháng của kết cấu đất bờ thì hiện tượng sạt lở sẽ diễn ra.

Dòng nước tác động đối với lòng sông và bờ sông có thể phân thành 2 loại trường hợp:

- Dòng nước tác động trực tiếp lên bờ sông, lòng sông làm xới tung lên lớp đất cát trên bề mặt của lòng sông bờ sông và mang nó đi hoặc đem bùn cát đến bồi lắng trong lòng sông... cũng tức là dòng nước đến không phù hợp với khả năng sức tải cát của dòng nước tại chỗ gây xói lòng sông. Đó chính là sự mất cân bằng về sức tải cát của dòng nước gây xói lở lòng sông và sạt lở mái bờ sông;

- Dòng nước xói chân mái bờ sông làm gia tăng chiều sâu nước và độ dốc mái bờ sông, làm cho độ dốc mái bờ sông vượt quá mái dốc tới hạn cho phép, có khi tạo thành hàm ếch làm cho lực chống trượt giảm, làm cho khối đất bờ phía trên bị sạt lở do tác dụng của trọng lực. Đó chính là sự mất cân bằng về cơ học đất gây sạt lở bờ sông.



Hình 3- 13: Cơ chế sạt lở bờ sông

3.5.2. Phân tích các nguyên nhân, cơ chế gây nên sạt lở bờ sông khu vực nghiên cứu vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

1. Vận tốc dòng chảy lớn hơn vận tốc cho phép không xói của vật liệu đáy sông, bờ sông

- Xác định vận tốc khởi động của bùn cát đáy:

Công thức Vêlikanôv (1931):

$$U_{kd} = 3.9\left(1+\frac{0.0004}{d}\right)^{\frac{1}{2}}\sqrt{gd}$$

Công thức V.N. Gôntrarôp (1962): xét 3 lực FD, FL và G. Công thức có dạng:

$$U_{kd} = \lg\frac{8.8h}{d}\sqrt{\frac{2}{1.75}}\sqrt{agd}\,.$$

- *Công thức Lêvi - Knoroz (1955):*

$$u_{kd} = a_o\sqrt{agd}\left(\frac{R}{d}\right)^{m}.$$

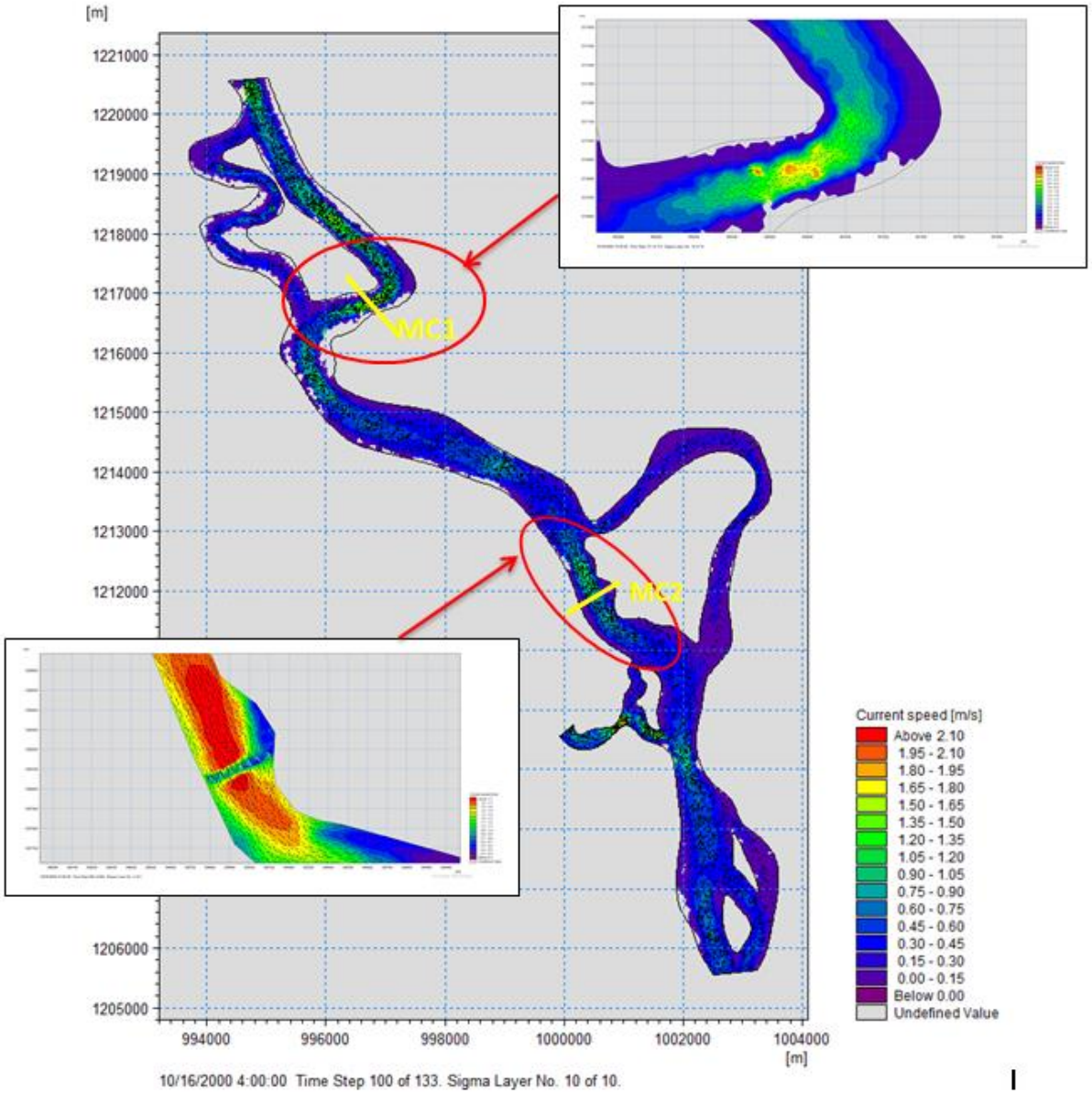
trong đó: R là bán kính thủy lực; chỉ số mũ $m = \frac{1}{4} \div \frac{1}{6}$ nhưng thường lấy $m = \frac{1}{6}$; hệ số a_o thay đổi phụ thuộc vào đường kính hạt: đối với d = 0.20 ÷ 0.25 mm thì $a_o = 1.3 \div 1.4$, đối với 0.25 mm < d < 0.7 mm thì $a_o = 1.2$, còn đối với d > 0.7 mm thì $a_o = 1.0$. Đường kính hạt thường lấy d_{90} hoặc d_{95}.

Kết quả tính toán cho thấy vận tốc khởi động (vận tốc không xói) tính toán được theo các công thức kinh nghiệm từ 0,35m/s đến 0,48 m/s (trung bình 0,43m/s) vận tốc này so với vận tốc dòng chảy đoạn sông khảo sát sẽ xác định được khả năng bồi xói trong khu vực nghiên cứu.

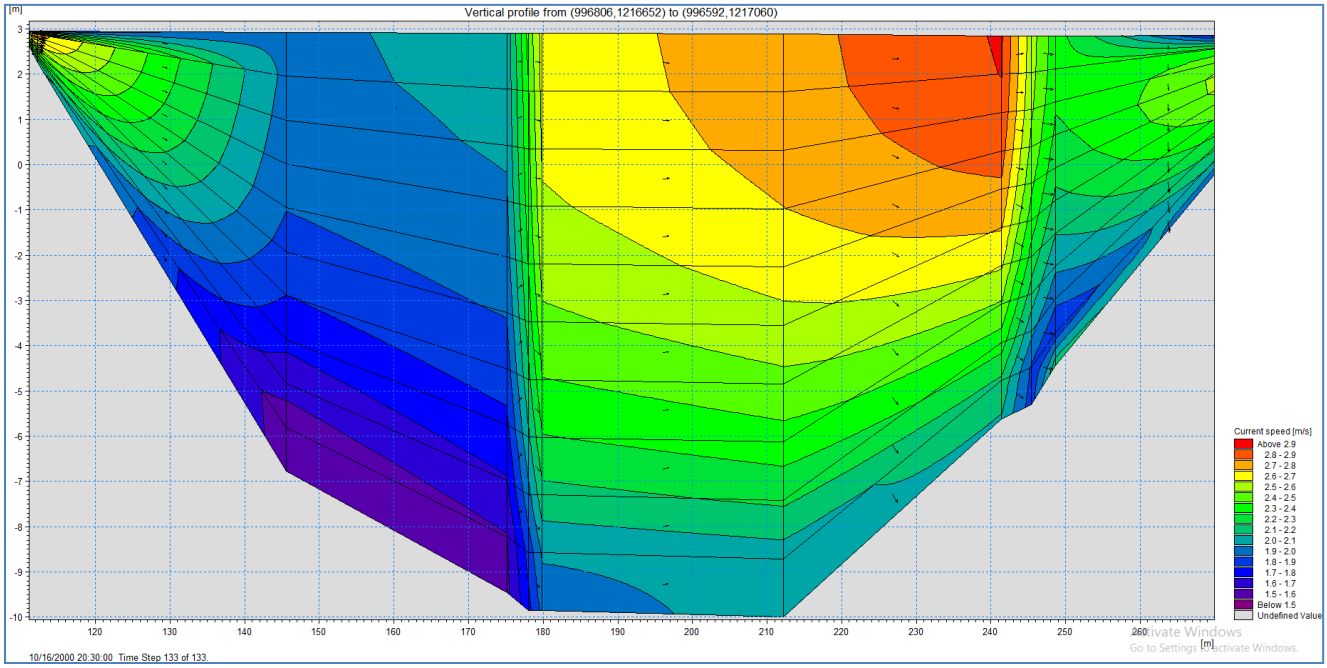
- Xác định vận tốc cho phép không xói của vật liệu bờ sông:

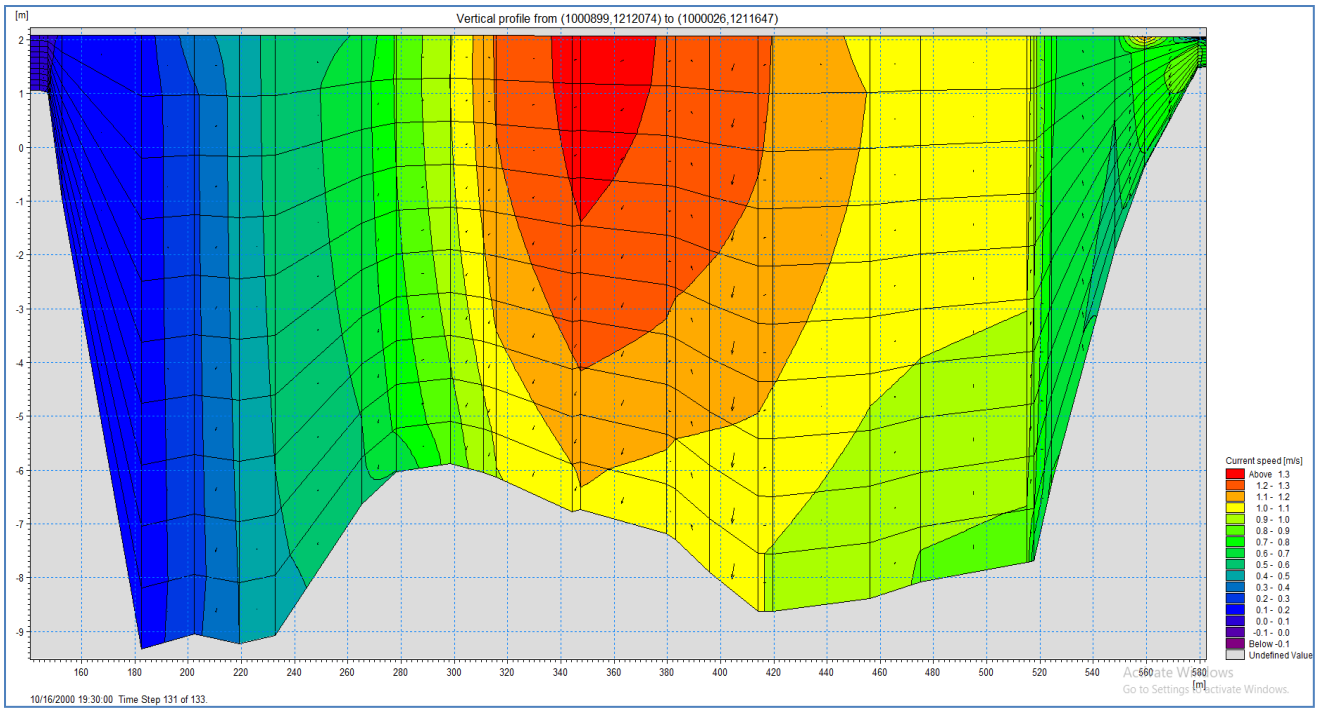
Qua khảo sát địa chất cho thấy cấu tạo địa chất của hai bờ sông khu vực dự án chủ yếu là sét dẻo mềm, dẻo chảy với thành phần chủ yếu là hạt bụi, sét có đường kính hạt trung bình d50 khoảng (0,005÷0,025)mm, nằm ở độ sâu từ mặt đất xuống từ đến cao độ khoảng -12m đến -16m (chiều sâu cột nước từ 0m đến >3m). Tra theo I1-Phụ lục 1 – TCVN 4118:2012, xác định được vận tốc không xói cho phép của lớp đất cấu tạo bờ sông dạng này [Vkx]b = (0,12÷0,26)m/s.

Kết quả mô phỏng trường vận tốc khu vực nghiên cứu trên sông Đồng Nai Sài Gòn và trích xuất vị trí mặt cắt tại điểm giữa lòng sông và điểm sát bờ khu vực các vị trí bị xói lở, kết quả như sau:

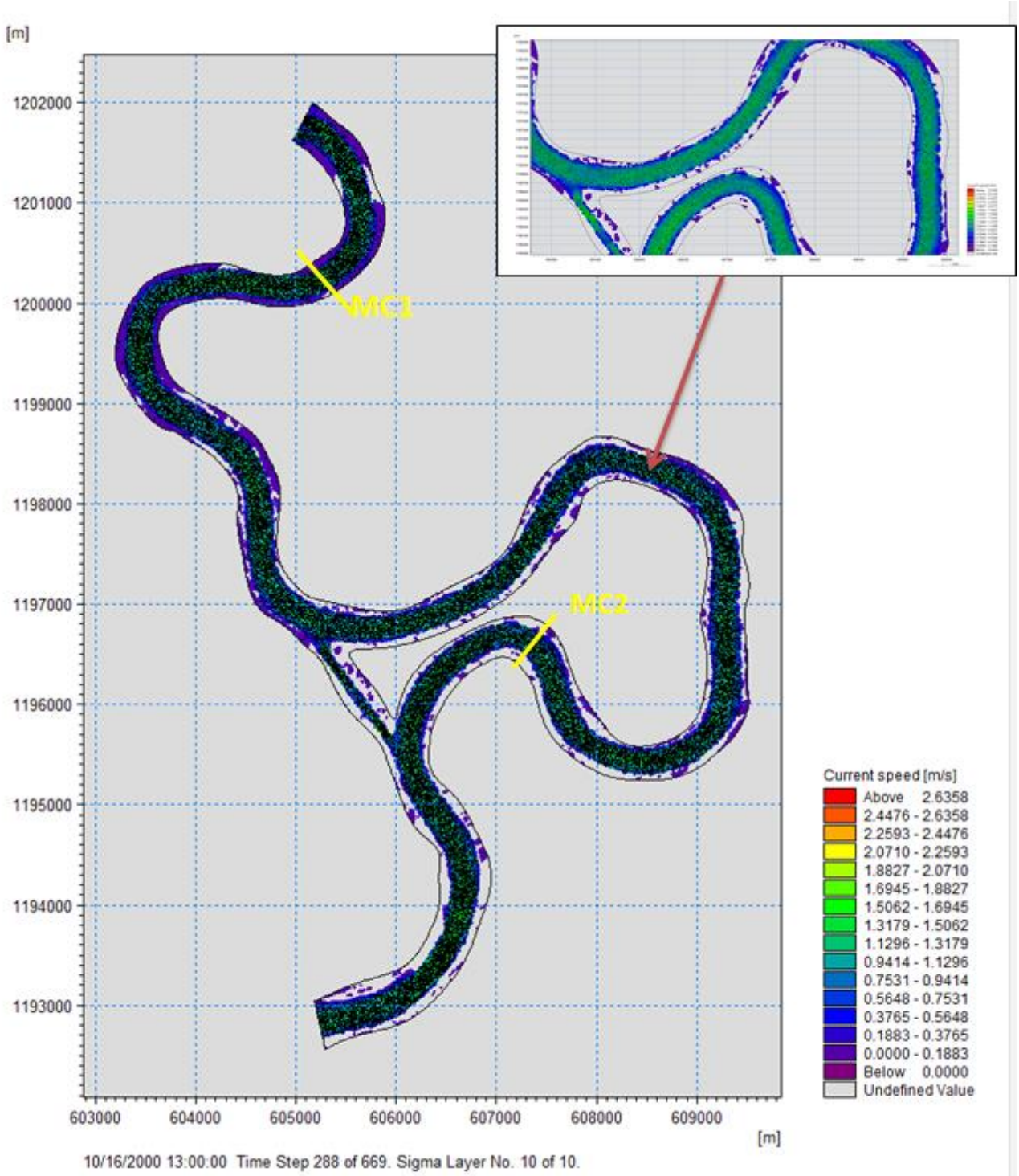


Hình 3- 14. Kết quả phân bố lưu tốc trên mặt bằng tính toán từ mô hình 3 chiều MIKE3FM trên sông Đồng Nai khu vực nghiên cứu

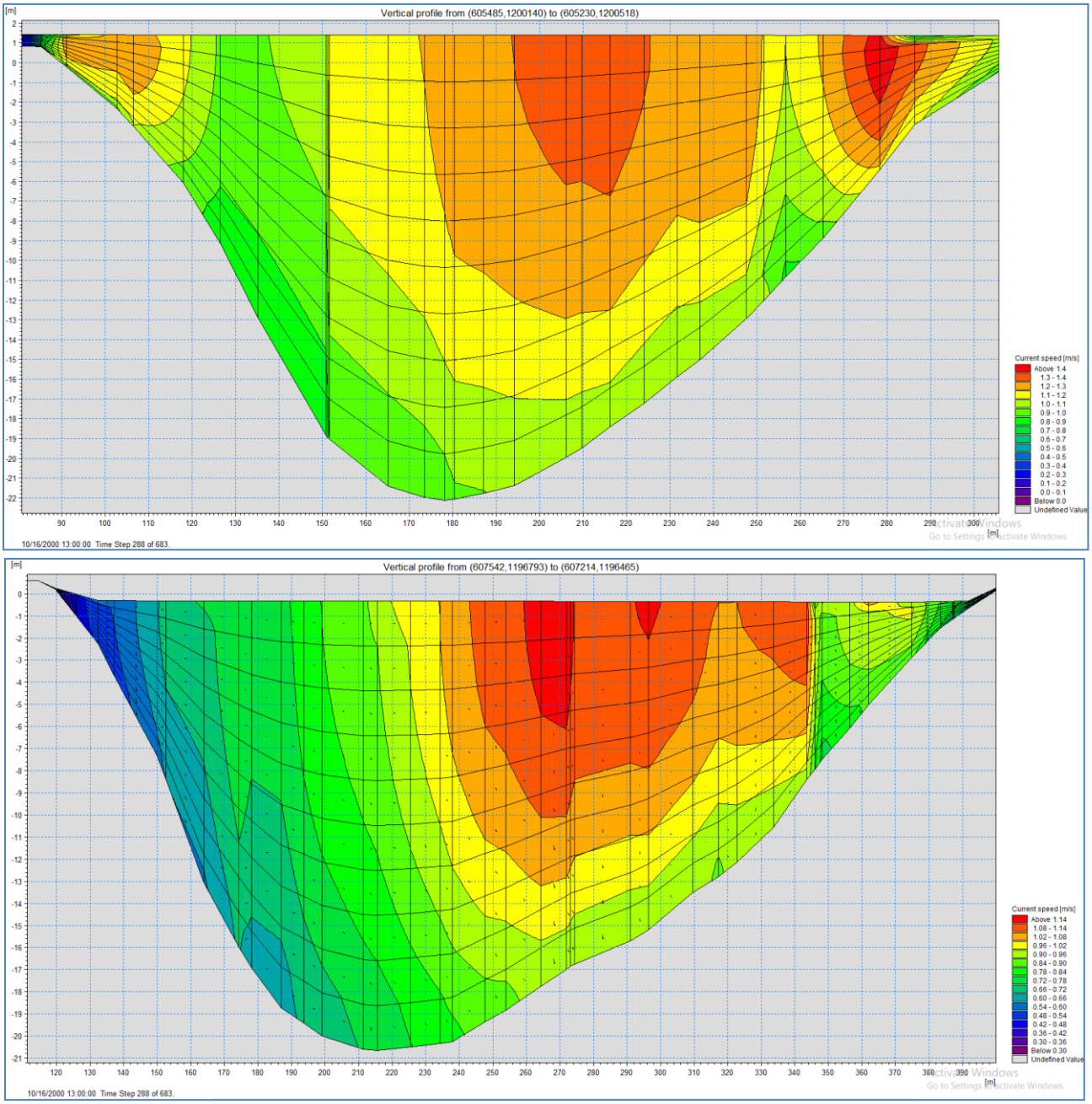




Hình 3- 15. Kết quả phân bố lưu tốc trên mặt cắt ngang tại vị trí MC1 và MC2



Hình 3- 16. Kết quả phân bố lưu tốc trên mặt bằng tính toán từ mô hình 3 chiều MIKE3FM trên sông Sài Gòn khu vực nghiên cứu



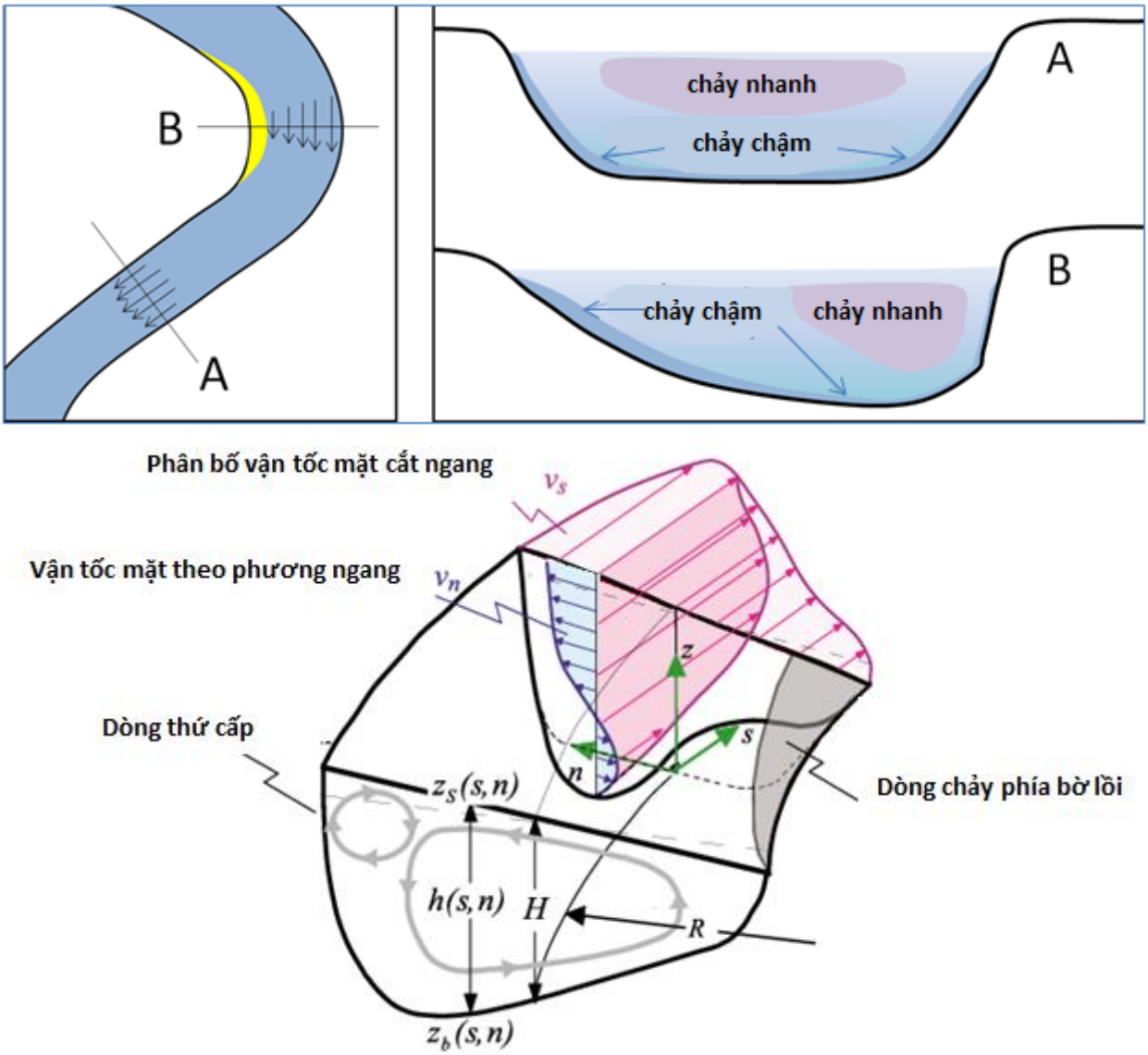
Hình 3- 17. Kết quả phân bố lưu tốc trên mặt cắt ngang tại vị trí MC1 và MC2

Kết quả tính toán phân bố lưu tốc trên mặt bằng và phân bố lưu tốc theo mặt cắt ngang tại vị trí xảy ra xói lở lòng sông, bờ sông cho thấy vận tốc tính toán nhiều khu vực luôn có xu thế lớn hơn vận tốc không xói của vật liệu đáy và bờ sông, do đó tác động của dòng chảy là nguyên nhân gây xói lở bờ sông.

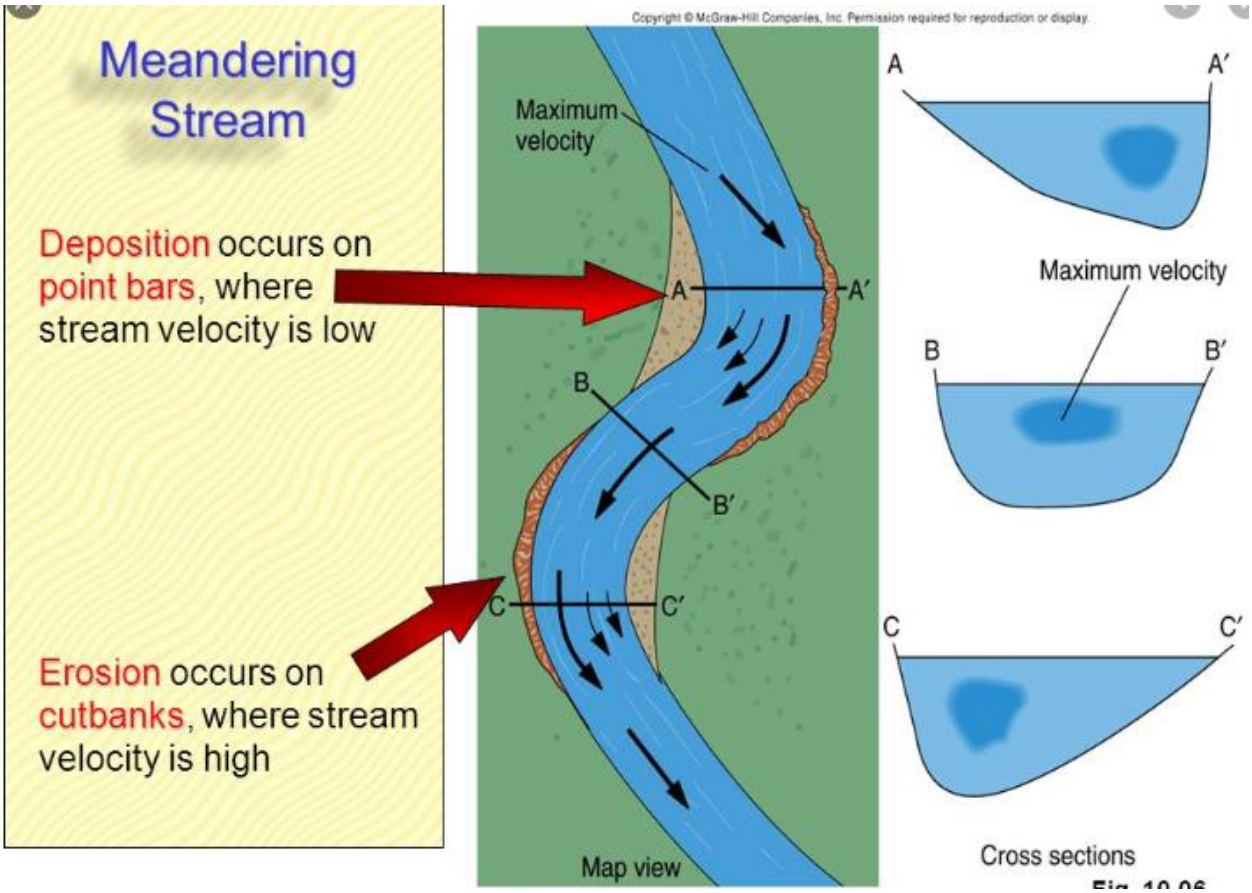
2. Do hình thế lòng dẫn gây nên xói lở bờ sông.

Kết quả tính toán diễn biến lòng dẫn bằng mô hình MIKE3FM cho thấy khu vực sạt lở xảy ra tại đoạn sông cong cù lao Thạnh Hội và cù lao Phố. Đây là khu vực đoạn sông cong. Dòng nước khi chảy qua khúc sông cong sẽ chịu tác dụng của lực hướng tâm, kết cấu dòng chảy ở khúc sông cong là sản phẩm của sự tổng hợp tác động của lực ly tâm và trọng lực, mực nước cao xuất hiện phía bờ lõm, mực nước thấp xuất hiện phía bờ lồi. Đường dòng tại khúc sông cong tương ứng với độ dốc ngang mặt nước, tồn tại dòng chảy theo phương ngang, dưới

dạng hoàn lưu. Hoàn lưu ở đoạn sông cong có cường độ mạnh và thường là đơn nhất, phương chuyển động ổn định, kết hợp với dòng chảy dọc tạo thành dòng xoắn.



Hình 3- 18. Dòng chảy qua khúc sông cong

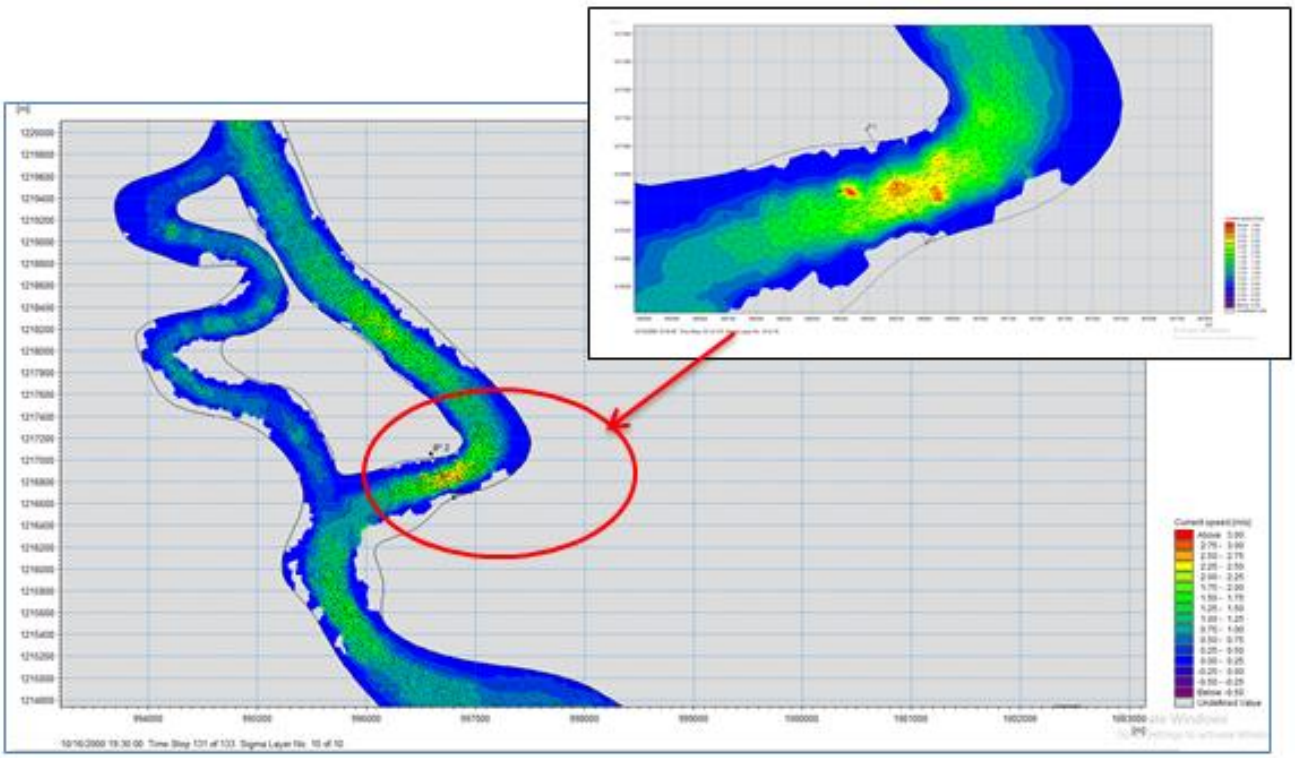


Sự cân bằng bồi lắng: dòng chảy với vận tốc luôn tạo ra lực kéo ở lòng sông, trầm tích đáy và đất bờ sông luôn có xu thế chống lại lực kéo bằng trọng lực và lực ma sát khi mất cân bằng giữa 2 lực này thì sẽ sinh ra hiện tượng bồi xói. Trong khu vực khúc sông cong luôn có sự thay đổi và dịch chuyển đường lạch sâu khi lũ lên nước chảy nhanh, mạnh khiến dòng chảy xoáy vòng tăng mạnh hơn dòng chủ lưu tại bờ lõm tăng mạnh khiến đường lạch sâu dịch chuyển xuống sâu hơn, hướng ra ngoài và sẽ mở rộng, đào sâu hố xói.

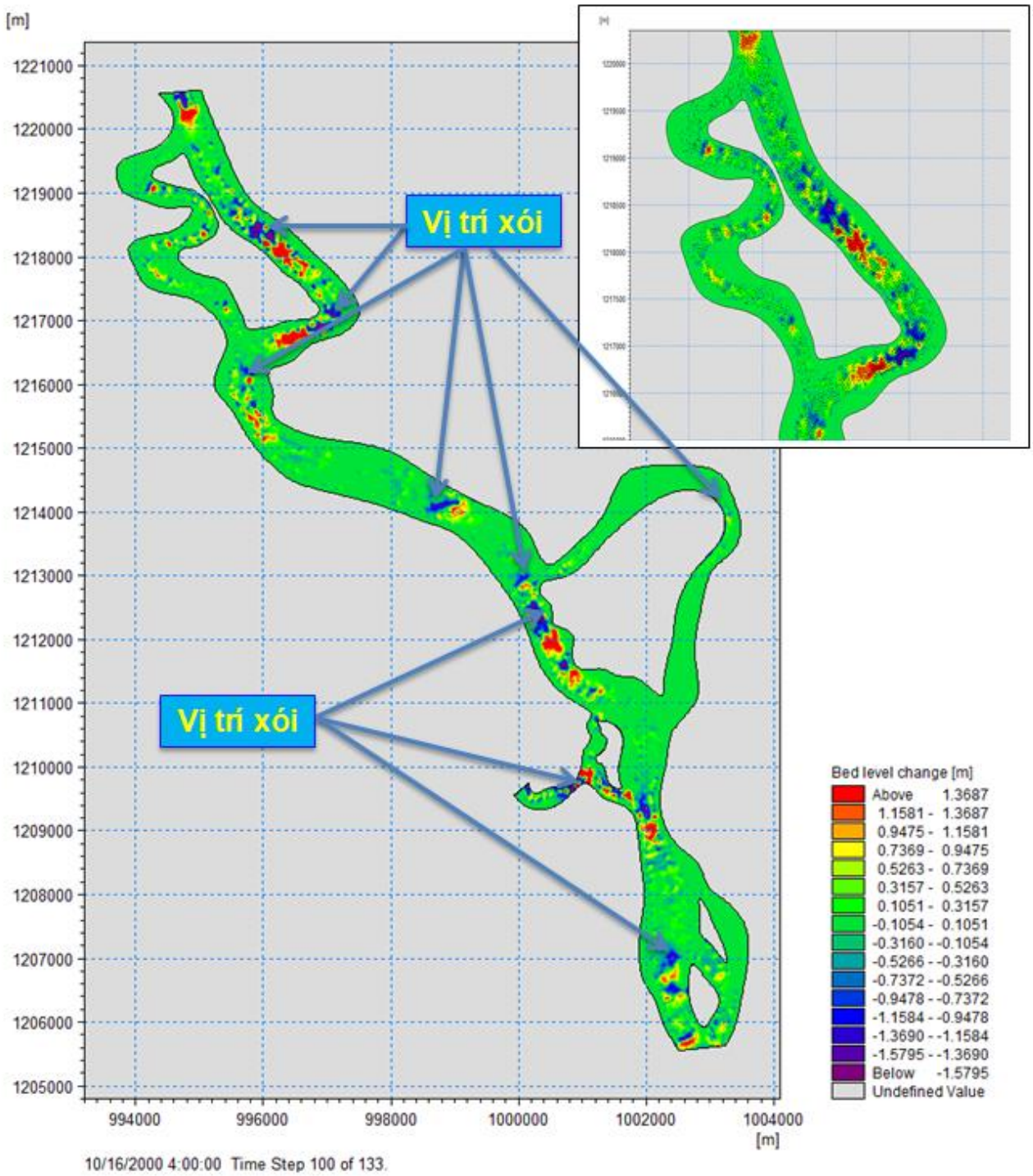
Tại các bờ lõm các đoạn sông cong, mức độ sạt lở bờ lớn hơn do hoàn lưu ở khúc sông cong làm cho dòng chảy mặt có hướng từ bờ lồi xô vào bờ lõm, dòng chảy đáy lại từ bờ lõm chuyển sang bờ lồi. Bờ lõm bị sạt lở vì dòng chảy mặt có vận tốc cao, lực xung kích lớn, có thể phá hoại kết cấu đất bờ làm cho đất bờ sạt lở xuống. Số đất bờ sạt lở xuống đáy bị dòng chảy đáy mang sang phía bờ lồi, vì vậy gây ra bồi lắng ở bờ lồi. Dòng nước khi chảy qua khúc sông cong sẽ chịu tác dụng của lực hướng tâm, kết cấu dòng chảy ở khúc sông cong là sản phẩm của sự tổng hợp tác động của lực ly tâm và trọng lực, mực nước cao xuất hiện phía bờ lõm, mực nước thấp xuất hiện phía bờ lồi. Đường dòng tại khúc sông cong tương ứng với độ dốc ngang mặt nước, tồn tại dòng chảy theo phương ngang, dưới dạng hoàn lưu. Hoàn lưu ở đoạn sông cong có cường độ mạnh và thường là đơn nhất, phương chuyển động ổn định, kết hợp với dòng chảy dọc tạo thành dòng xoắn. Sự cân bằng bồi lắng: dòng chảy với vận tốc luôn tạo ra lực kéo ở lòng sông, trầm tích đáy và đất bờ sông luôn có xu thế chống lại lực kéo bằng trọng lực và lực ma sát khi mất cân bằng giữa 2 lực này thì sẽ sinh ra hiện tượng bồi xói. Trong khu vực khúc sông cong luôn có sự thay đổi và dịch chuyển đường lạch sâu khi lũ lên nước chảy nhanh, mạnh khiến dòng chảy xoáy vòng tăng mạnh hơn dòng chủ lưu tại bờ lõm tăng

mạnh khiến đường lạch sâu dịch chuyển xuống sâu hơn, hướng ra ngoài và sẽ mở rộng, đào sâu hố xói.

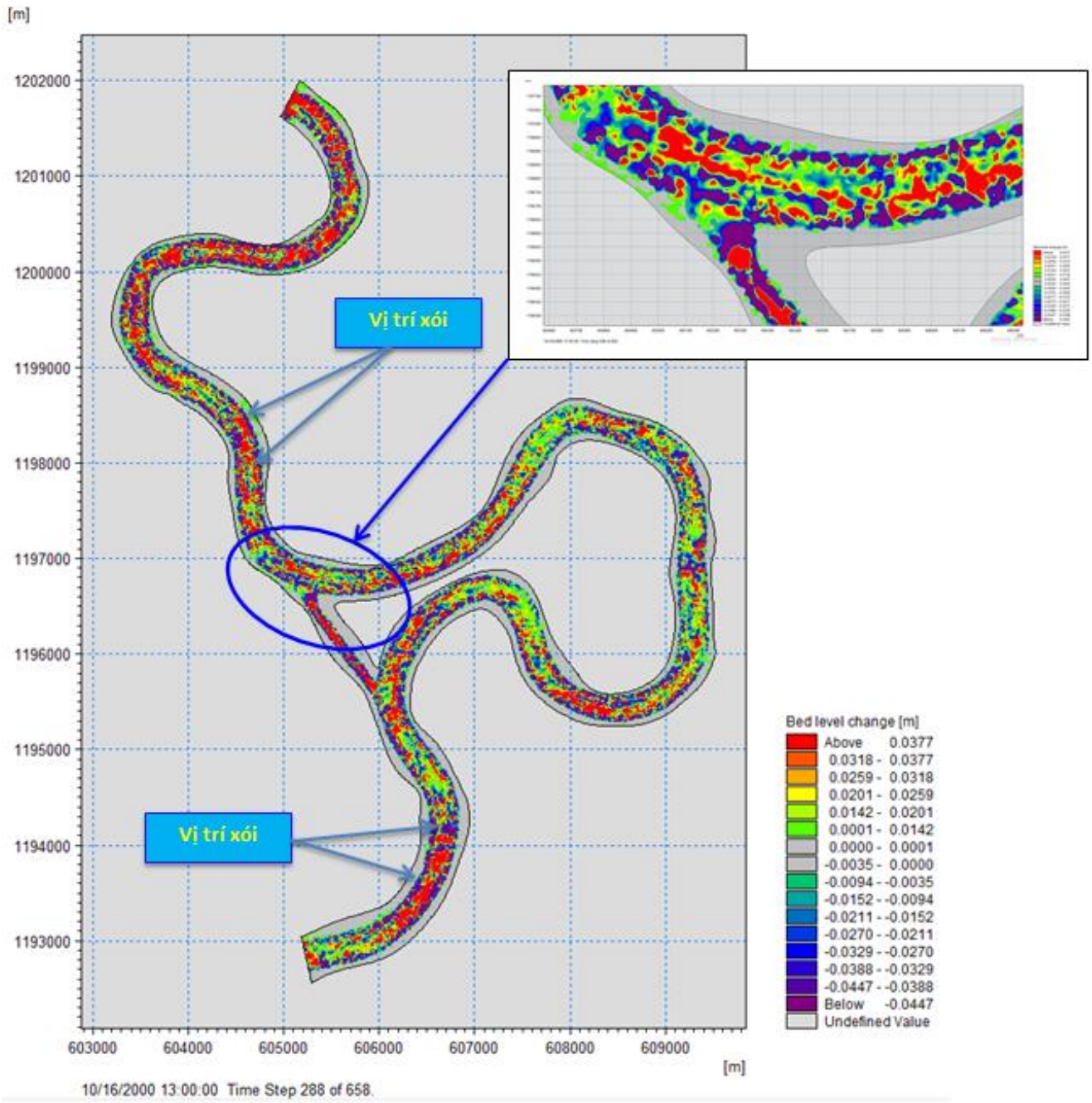
Kết quả tính toán từ mô hình 2 chiều đã thể hiện đúng bản chất và quy luật dòng chảy tại khu vực khúc sông cong. Mô phỏng với năm lũ lớn (lũ 10/2000) một số kết quả chính như sau:



Hình 3- 19: Phân bố vận tốc và hướng dòng chảy tại căc đoạn sông cong trên sông Đồng Nai khu vực nghiên cứu



Hình 3- 20: Kết quả mô phỏng mức độ bồi xói lòng sông giai đoạn hiện trạng khu vực sông Đồng Nai



Hình 3- 21: Kết quả mô phỏng mức độ bồi xói lòng sông giai đoạn hiện trạng khu vực sông Sài Gòn

3. Do sự dao động của mực nước và tải trọng đỉnh bờ.

Sự dao động mực nước khu vực nghiên cứu cho thấy:

- Khi truyền sâu lên thượng lưu, cả mùa kiệt lẫn mùa lũ, sự biến đổi mực nước đỉnh triều nhìn chung là ít hơn so với biến đổi mực nước chân triều. Mực nước chân triều thấp nhất hàng năm xuất hiện vào khoảng tháng V, VI.

- Mực nước sông lên xuống theo chế độ bán nhật triều (2 lần/ngày đêm) cả trong mùa kiệt và mùa lũ đã làm cho đất bờ sông bị khô ướt liên tục, quá trình kéo dài làm suy giảm liên kết giữa các hạt đất và ảnh hưởng đến ổn định bờ.

- Mực nước lên xuống đã làm cột nước trong đất và ngoài sông chênh lệch tạo ra gradient đẩy khối đất gây trượt về phía lòng sông, đồng thời luôn xuất hiện dòng thấm có

xu thế chảy từ trong bờ ra khi mực nước ngoài sông thấp. Do có mực nước triều với biên độ lớn (2÷3m) nên ảnh hưởng càng mạnh, đặc biệt vài năm gần đây, mực nước thấp nhất các tháng trong năm đang có chiều hướng thấp hơn thì ảnh hưởng của mực nước đến sạt lở bờ càng mạnh hơn.

- Hiện tượng sạt lở thường xảy ra khi mực nước phía ngoài sông xuống thấp nhất. Các vụ sạt lở bờ sông đều xảy ra tại thời điểm trùng với thời điểm có mực nước ròng thấp nhất trong năm là tháng VI,VII. Đây cũng chính là mùa mưa lũ trong khu vực.

Để đánh giá mức độ an toàn của mái dốc, hệ số an toàn hay hệ số ổn định được xác định. Theo lý thuyết cân bằng giới hạn, hệ số ổn định được định nghĩa là tỷ số giữa sức chống cắt của đất (s) và ứng suất cắt tại một điểm (τ) nằm trên mặt trượt như công thức sau:

$$FS = \frac{s}{\tau}$$

Mặt trượt là mặt phẳng thường xảy ra trong các vật liệu rời, trượt cung tròn thường xảy ra bên trong một khối đất dính nguyên thổ, nhất là trong đất sét tương đối đồng nhất. Với giả thuyết mặt trượt phẳng, hệ số ổn định là tỷ số giữa lực chống trượt và lực gây trượt như biểu thức sau:

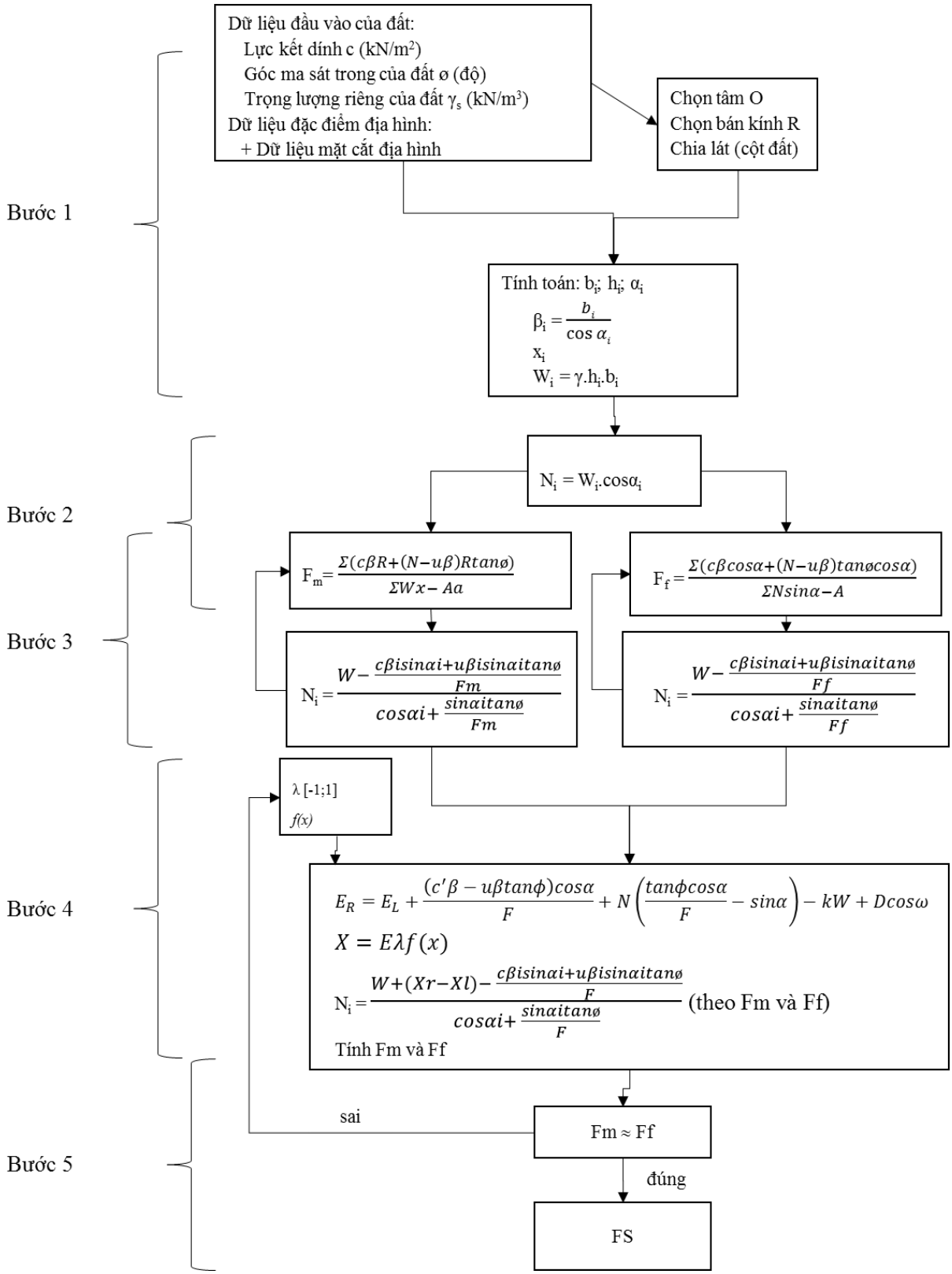
$$FS = \frac{Lực\ chống\ trượt}{Lực\ gây\ trượt}$$

Với giả thiết mặt trượt dạng cung tròn, hệ số ổn định được định nghĩa là tỷ số giữa moment chống trượt và mô men gây trượt như biểu thức sau:

$$FS = \frac{Moment\ chống\ trượt}{Moment\ gây\ trượt}$$

Theo lý thuyết mái dốc được xem như mất ổn định khi hệ số ổn định FS<1 và ngược lại. Tuy nhiên theo 22 TCN 262 – 2000 hệ số ổn định tối thiểu tính theo phương pháp Bishop phải không nhỏ hơn 1.4.

Sơ đồ tính FS



Sử dụng phần mềm Slide của Rocscience, phần mềm GEOSLOPE/W kết hợp với kết quả tính toán dự báo xói lở lòng sông, bờ sông từ mô hình Mike 3FM để phân tích ổn định mái dốc bờ sông, xác định phạm vi có nguy cơ sạt lở cao (trong vùng cung trượt nguy hiểm). Phần mềm SLIDE V6 là sản phẩm mới nhất của hãng Rockscience – Canada. Chương trình được xây dựng từ những năm 1996 dưới sự cộng tác của nhiều kỹ sư xây dựng. SLIDE V6 là một

chương trình tính ổn định mái trong môi trường 2D bằng phương pháp căn bằng giới hạn để đánh giá hệ số an toàn và khả năng xảy ra mặt trượt (mặt trượt trụ tròn hoặc mặt trượt bất kỳ) trên các mái đất hoặc đá Phần mềm này phân tích ổn định của mái dốc nhờ việc phân tích cân bằng giới hạn của khối trượt theo phương đứng. SLIDE có thể phân tích thấm qua nền bằng phương pháp phần tử hữu hạn, cả bài toán thấm ổn định và thấm không ổn định. Cả hai phần mềm SLOPE/w và SLIDE đều cho kết quả có độ tin cậy cao đảm bảo yêu cầu.

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng của mực nước sông Sài Gòn đến ổn định bờ sông cần phân tích lựa chọn vị trí mặt cắt bất lợi về điều kiện địa chất bất lợi để tính toán. Vị trí mặt cắt điển hình tại mặt cắt nhánh sông Sài Gòn khu vực bán đảo Thanh Đa để tính toán. Với các thông số về địa chất (ϕ, C, γ) cố định, các thông số về tải đỉnh bờ cố định, tạm thời chưa xét đến dòng thấm của đất bờ sông. Tính toán hệ số ổn định Kmin với nhiều cung trượt khác nhau và với chiều sâu mực nước sông Đồng Nai thay đổi theo từng cấp mực nước từ thấp nhất đến cao nhất, vẽ biểu đồ quan hệ giữa mực nước và hệ số ổn định Kmin.

Các tài liệu phục vụ nghiên cứu:

Tài liệu địa chất:

+ Tài liệu địa chất khu vực bán đảo Thanh Đa như sau:

STT	Các đặc trưng cơ lý		Lớp 1 (bùn sét)	Lớp 2a (Sét)	Lớp 2 (Cát pha sét)
1	Bề dày lớp		11,5 - 22	3-4	4-15
2	Thành phần cỡ hạt	Hạt sói sạn			3,8
		Hạt cát	9,4	22,9	82,5
		Hạt bụi	38,5	27,1	5,7
		Hạt sét	52,1	50,0	8,0
3	Dung trọng tự nhiên	γ_w(kN/m3)	14,74	19,77	19,52
4	Góc ma sát trong tiêu chuẩn	φtc (^{o})	03°40	14°28	21°09
5	Lực dính đơn vị tiêu chuẩn	Cη (kPa)	6,9	24	9
6	Hệ số thấm	k (m/s)	$8,27*10^{-8}$	$1,62*10^{-8}$	$4,38*10^{-6}$

Tài liệu thủy văn:

Các trường hợp tính toán theo các mực nước tại trạm thủy văn Phú An như sau: mực nước ngoài sông lớn nhất theo số liệu thống kê đến năm 2018 như sau:

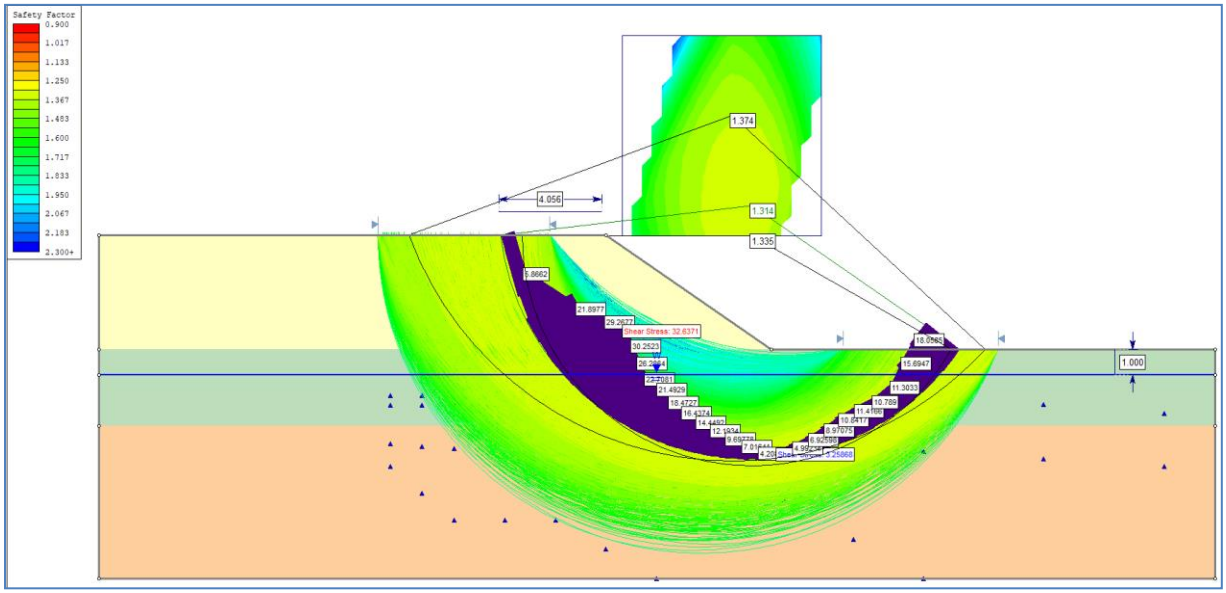
Mực nước lớn nhất: +1.71m

Mực nước nhỏ nhất: -2.58m

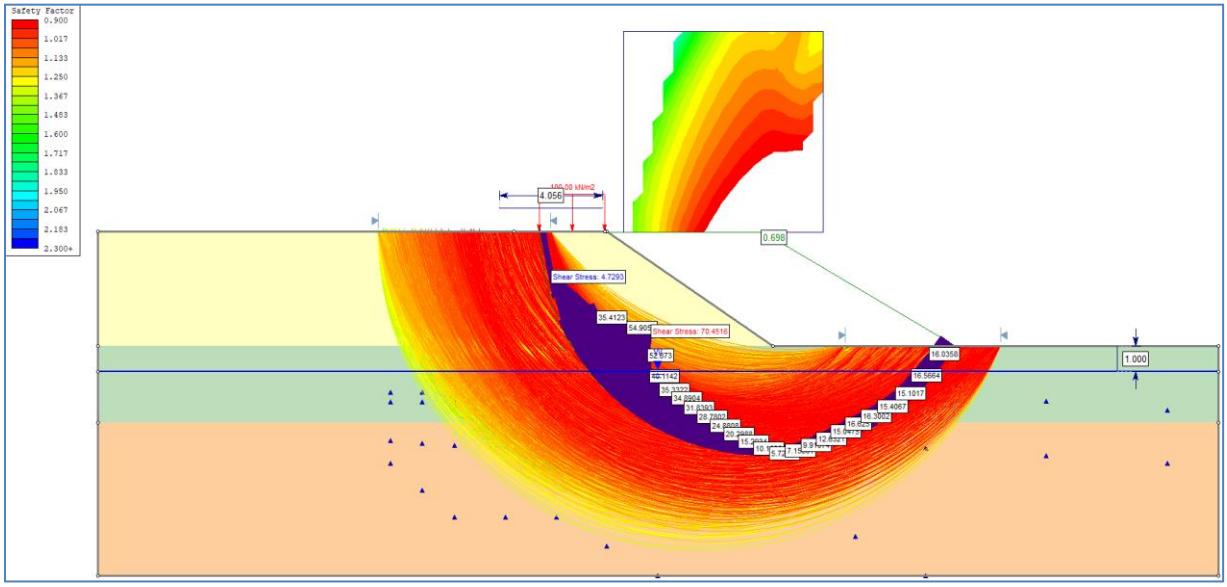
Tài liệu tải trọng:

Tải trọng tính toán bao gồm hoạt tải và tĩnh tải của công trình xây dựng ven sông. Số liệu tải trọng tính toán được dựa theo tiêu chuẩn Tải trọng và tác động, tiêu chuẩn thiết kế TCVN 2737 : 1995; tiêu chuẩn thiết kế áo đường cứng đường ô tô 22TCN233-95.

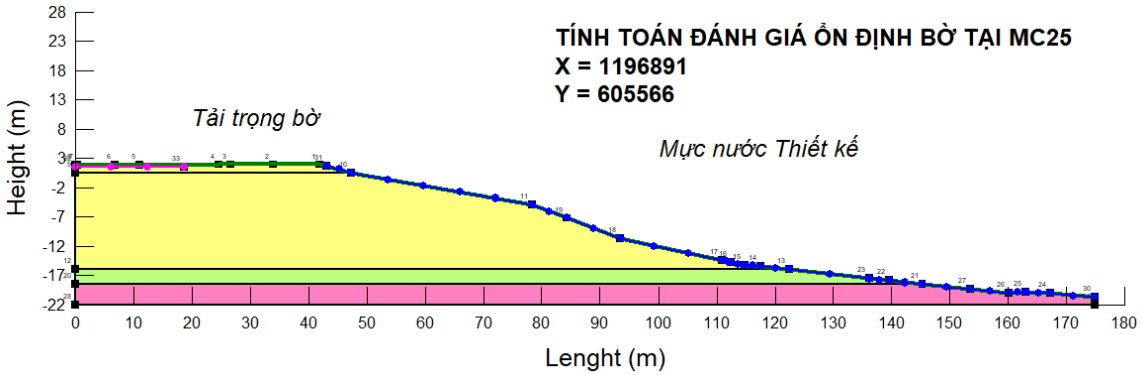
Kết quả tính toán như sau:



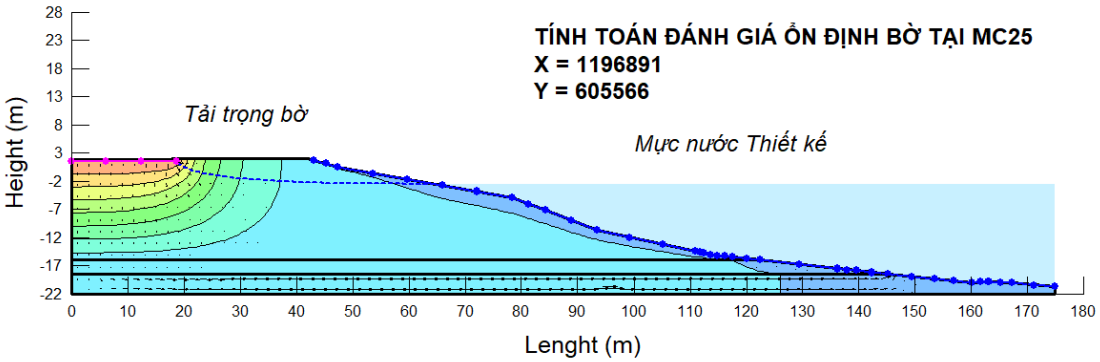
Hình 3- 22. Cung trượt nguy hiểm vị trí sạt lở khi không có tải trọng đỉnh bờ bằng mô hình Slide



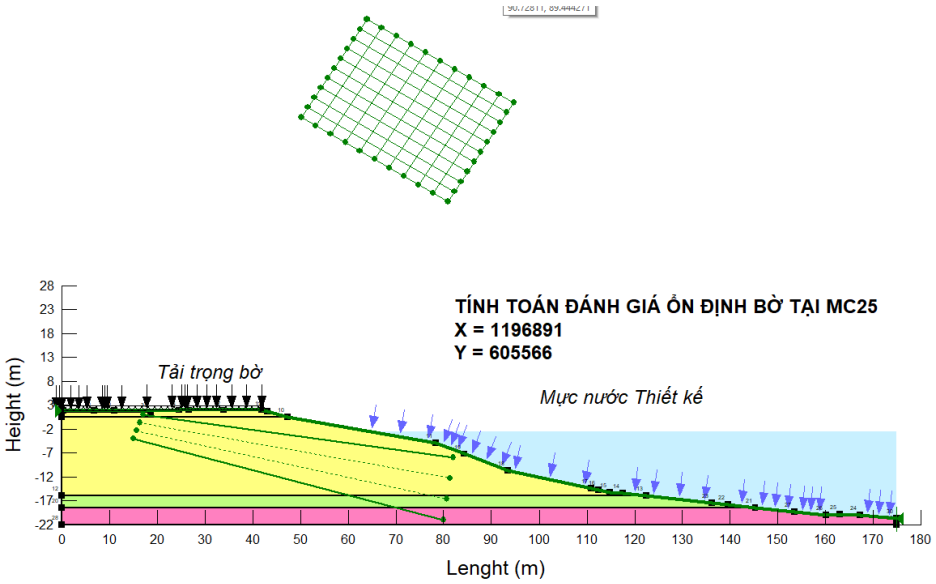
Hình 3- 23. Cung trượt nguy hiểm vị trí sạt lở khi có tải trọng đỉnh bờ bằng mô hình Slide



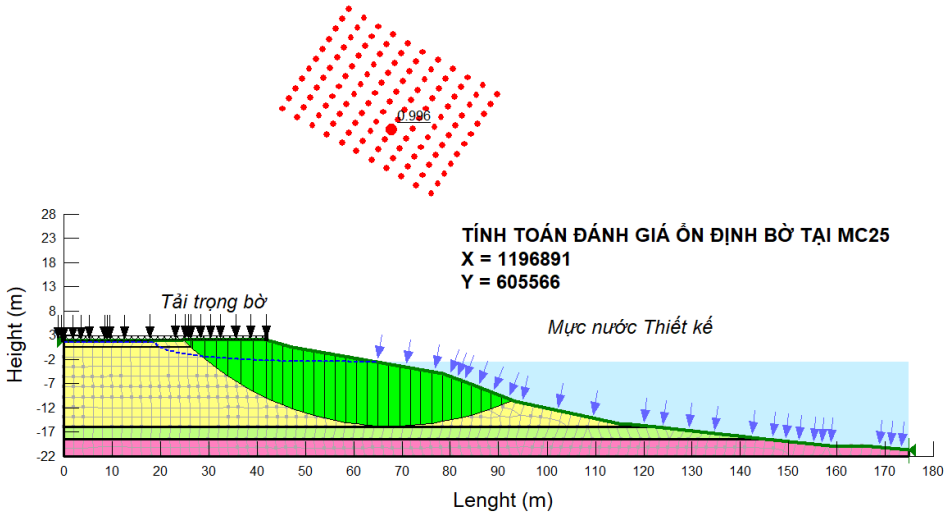
Hình 3- 24: Mô phỏng mặt cắt trong Seep/W



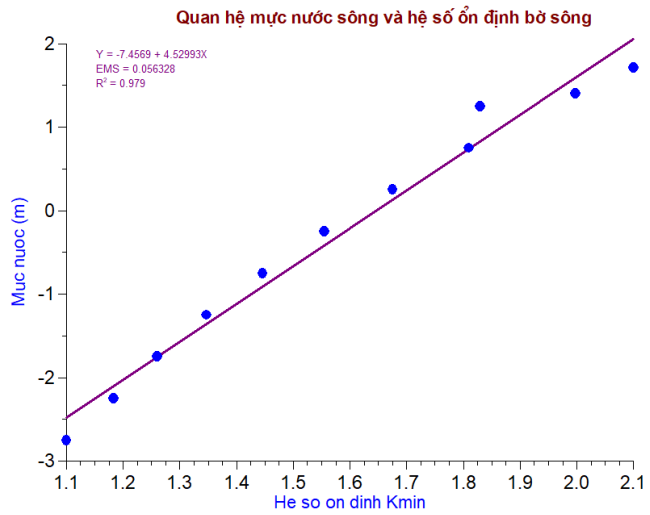
Hình 3- 25: Kết quả tính toán mô phỏng đường bão trong Seep/W



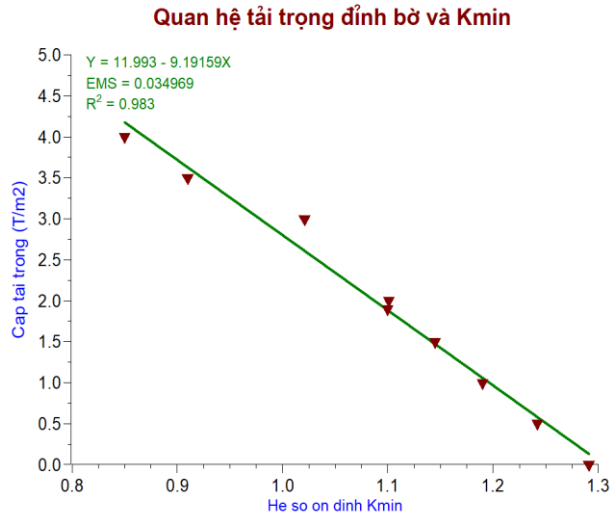
Hình 3- 26: Mô phỏng mặt cắt tính toán trong công cụ Slope/W



Hình 3- 27: Kết quả tính toán mô phỏng cung trượt trong Slope/W



Quan hệ giữa mực nước sông và hệ số ổn định đường bờ sông



Quan hệ giữa tải trọng đỉnh bờ sông và hệ số ổn định đường bờ sông

Kết quả tính toán cho thấy:

- Hệ số ổn định bờ sông giảm khi mực nước sông giảm. Khi mực nước tăng thì hệ số ổn định đường bờ sông tăng, khi mực nước rút xuống thấp thì hệ số ổn định bị giảm mạnh, cung trượt càng dễ xuất hiện. Đây chính là một trong những nhân tố ảnh hưởng đến tình trạng sạt lở tại khu vực nghiên cứu. Sự thay đổi mực nước là yếu tố ảnh hưởng đến sự cố sạt lở bờ sông vùng hạ du sông Đồng Nai

- Tải trọng đỉnh bờ có ảnh hưởng lớn đến hệ số ổn định đường bờ sông. Như tại mặt cắt đang xét, nếu tải trọng đỉnh bờ lớn hơn 3.1T/m^2 sẽ gây nên sụp lở bờ sông. Trường hợp không có tải trọng, hệ số ổn định khá cao. Như vậy chất tải càng nhiều hệ số ổn định bờ sông càng thấp.

- Quan hệ giữa hệ số ổn định và cường độ chất tải của bờ sông trong phạm vi cung trượt có quan hệ tuyến tính.

4. Do vận hành hồ chứa phía thượng nguồn

Là một trong những lưu vực có tiềm năng thủy lợi, thủy điện, nên hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Đồng Nai phát triển mạnh. Tính đến nay, trên toàn lưu vực có khoảng hơn 200 hồ chứa thủy lợi, thủy điện lớn, trung bình, nhỏ (bao gồm cả những hồ đang vận hành, đang xây dựng và dự kiến xây dựng), trong đó một phần là các hồ chứa thủy điện còn lại chủ yếu là các hồ chứa thủy lợi. Tổng dung tích điều tiết của các hồ chứa trên lưu vực khoảng trên 6 tỷ m^3, công suất khoảng 3000 MW, trong đó hàng năm chuyển gần 1 tỷ m^3 nước ra ngoài lưu vực sang vùng khô hạn ven biển Bình Thuận, Ninh Thuận.

Hệ thống các hồ chứa lớn trên lưu vực sông Đồng Nai gồm: Trị An, Thác Mơ, Đơn Dương, Đa Mi, Hàm Thuận, Cần Đơn, Đại Ninh, Skok Phu Miêng, Đồng Nai 3; Phước Hòa, Đồng Nai 2, Đồng Nai 4, Dầu Tiếng…Các hồ chứa có dung tích lớn nhất là hồ Trị An trên sông Đồng Nai (2764,73.106m3), hồ Dầu Tiếng trên sông Sài Gòn (1580.106 m3). Các hồ chứa và các công trình đi kèm với nó thường có nhiều mục tiêu và nhiệm vụ khác nhau. Các mục tiêu quan trọng là chống lũ, phát điện, cấp nước,…

Dòng chảy mặt trên lưu vực sông Đồng Nai chịu sự chi phối chủ yếu của chế độ mưa nên biến đổi rất sâu sắc theo không gian và thời gian. Mùa lũ bắt đầu từ tháng VI và kết thúc vào tháng XI, kéo dài 6 tháng. Tuy nhiên, thời gian này không đều ở từng vùng. Mùa kiệt thường duy trì trong khoảng từ tháng XII-V, với tháng kiệt nhất rơi vào tháng III hoặc IV, thậm chí tháng V. Tùy cấp diện tích lưu vực, nhưng nhìn chung, sự chênh lệch dòng chảy lũ-kiệt rất lớn, từ 5-20 lần, thậm chí hơn. Sự chênh lệch giữa ngày kiệt nhất và lũ cao nhất vì thế càng lớn hơn nhiều, từ 50-200 lần, thậm chí 500 lần. Sự phân hóa mạnh mẽ giữa dòng chảy hai mùa dẫn đến hướng khai thác nguồn nước trên toàn lưu vực là phải bằng các hồ chứa điều tiết có chu kỳ dài, ít ra là điều tiết năm. Một hệ thống khai thác kiểu bậc thang trên hệ thống sông là rất có lợi về mặt sử dụng tài nguyên nước.

Bảng 3- 4: Tổng hợp khả năng xả của các hồ chứa thời kỳ lũ chính vụ

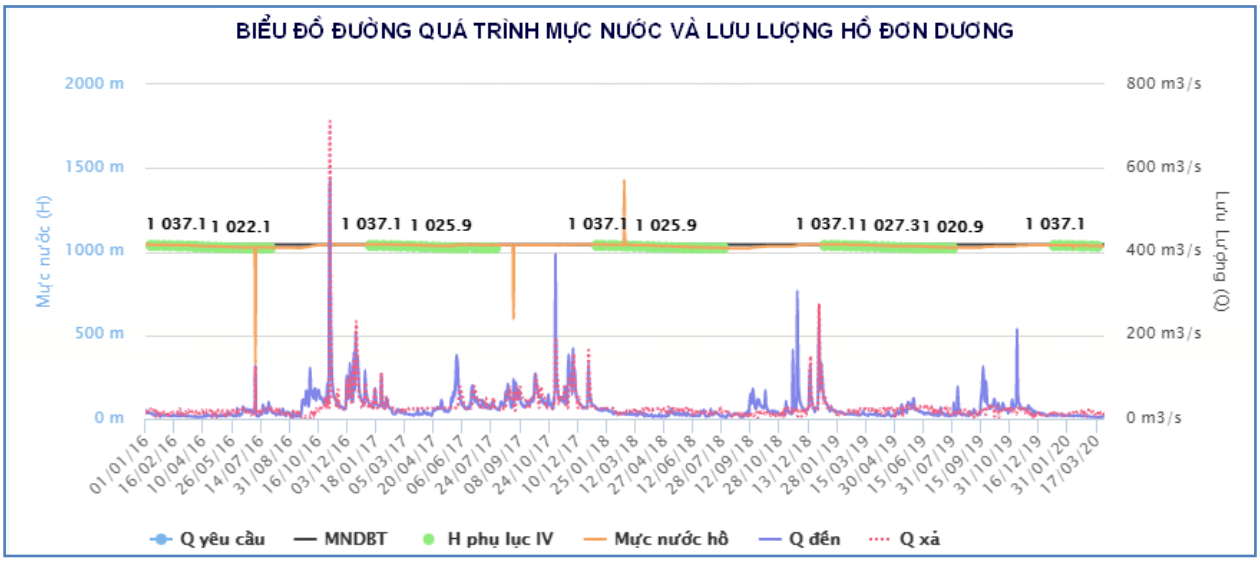
Nhánh sông	Hồ	MND BT	V_{hi}	MN TL	V_{pl}	MN ĐL	$V_{đl}$	W hạ thêm để đón lũ	Q xả thêm (không có lưu lượng đến hồ)	Qxả thêm (có lưu lượng đến hồ)	Qpđ max	Qxả thêm qua tràn (đã phát điện max)	Q xả max qua tràn
		m	10^6 m^3	m	10^6 m^3	m	10^6 m^3	10^6 m^3	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Sông Bé - TTV Phước Hòa	Thác Mơ	218.0	1250.0	216.0	212.6	215.5	264.6	52	601.7	851.7	186.0	665.7	3539
	Cần Đơn	110.0	79.9	109.0	14.3	108.5	21.5	7	83.0	1014.7	269.6	745.1	5287
	Sroc Phu Miêng	72.0		72.0	0.0	72.0	0.0	0	0.0		302.0		6153
	Phước Hòa	42.9		42.9	0.0	42.9	0.0	0	0.0				6200
	Tổng		**1329.9**		**226.9**		**286.1**	**59.2**	**684.7**				
Sông Đồng Nai - TTV Tà Lài	Đơn Dương	1042.0	155.1	1039.5	22.9	1038.5	31.7	8.7	101.0	147.0	26.4	120.6	4300.6
	Đại Ninh	880.0	251.7	878.0	34.5	877.4	44.9	10.4	119.9	292.4	55.4	237.0	6000
	Đồng Nai 2	680.0	143.40	678.0	22.36	677.5	27.95	5.6	64.70	455.74	121.70	334.04	8663
	Đồng Nai 3	590.0	891.5	587.5	131.0	586.7	172.9	41.9	485.2	724.9	215.0	509.9	10188
	Đồng Nai 4	476.0		476.0	0.0	476.0	0.0	0.0	0.0		216.0		10188
	Đăk R'Tih	618.0	101.8	616.5	14.8	616.0	19.7	4.9	56.9	132.9	50.0	82.9	2330
	Đồng Nai 5	288.0		288.0	0.0	288.0	0.0	0.0	0.0		287.6		11300
	Tổng		**1543.6**		**225.6**		**297.1**	**72**	**828**				
Sông La Ngà - TTV Tà Pao	Hàm Thuận	605.0	523.0	602.5	60.3	601.5	84	24	279.4	395.4	136.0	259.4	4500
	Đa Mi	325.0		325.0	0.0	325.0	0.0	0	0.0		137.0		820
	Tổng		**523.0**		**60.3**		**84.5**	**24**	**279**				
Sông Đồng Nai	Trị An xả lượng nước các hồ trên xả xuống	62.0	2546.7	60.8	370.2	60.5	462.7		1025.2	2175.2	880.0	1295.2	18700

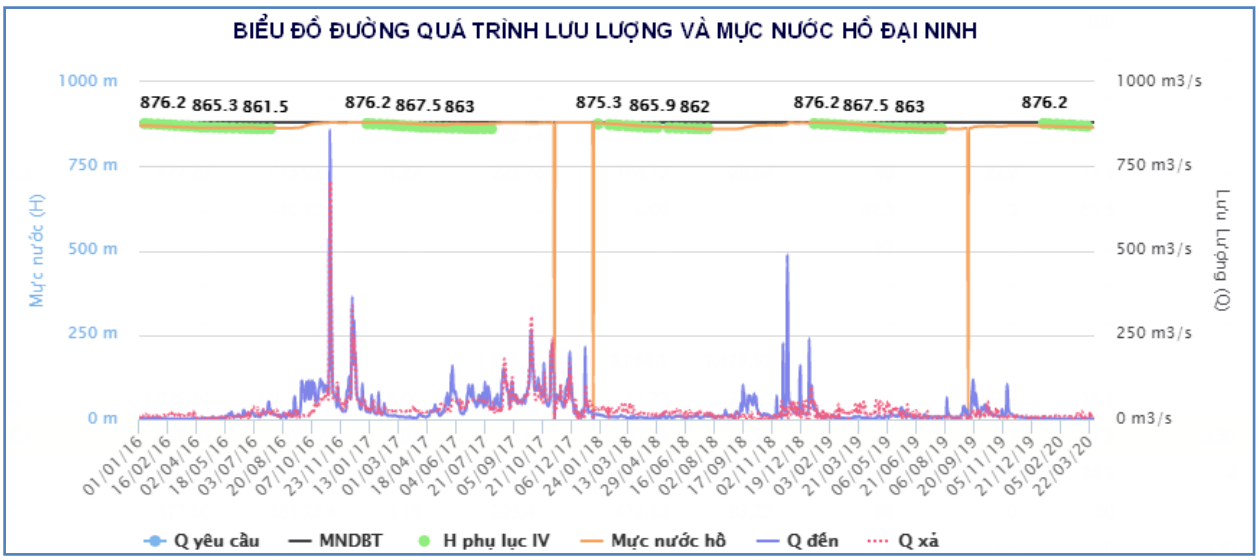
Công trình thủy điện Trị An nằm ở bậc thang cuối cùng của sông Đồng Nai, cách TP.Hồ Chí Minh khoảng 65 km về phía Đông-Bắc. Nhà máy thủy điện Trị An nằm ở huyện Vĩnh Cửu – tỉnh Đồng Nai. Đây là một dự án thủy điện lớn với công suất 400 MW, điện lượng bình quân năm 1760 GWh). Cấp của công trình theo thiết kế kỹ thuật là cấp II phù hợp với quy phạm Liên xô (СНИП-1-50-74) và tiêu chuẩn Việt nam QPVN 08-76 tại thời điểm xây dựng (1985). Hiện nay theo Quy chuẩn quốc gia QCVN 04-05:2012/BNNPTNT và Thông tư số 03/2016/TT-BXD ngày 10/03/2016 của Bộ Xây dựng, Cấp công trình thủy điện Trị An được xác định là cấp I với công suất lắp đặt 400 MW. Quy mô công trình: Mực nước dâng bình thường (MNDBT): 62 m; Mực nước chết (MNC): 50 m; Mực nước gia cường ứng với lũ thiết kế: 62,48 m; Mực nước gia cường ứng với lũ kiểm tra: 63,9 m; Diện tích lưu vực: 15400 km^2; Diện tích mặt hồ ở MNDBT:323,4 km^2; Diện tích mặt hồ ở MNC: 63,1 km^2 ; Diện tích mặt hồ ở MNGC: 351,5km^2; Dung tích toàn bộ: 2764,73 triệu m^3; Dung tích hữu ích: 2546,7 triệu m^3; Dung tích chết: 218,03 triệu m^3; Dung tích ở mực nước gia cường: 3407,11 triệu m^3; Dòng chảy trung bình nhiều năm (Qo): 507 m^3/s; Đỉnh lũ thiết kế (p = 0.1%): 19000 m^3/s; Đỉnh lũ

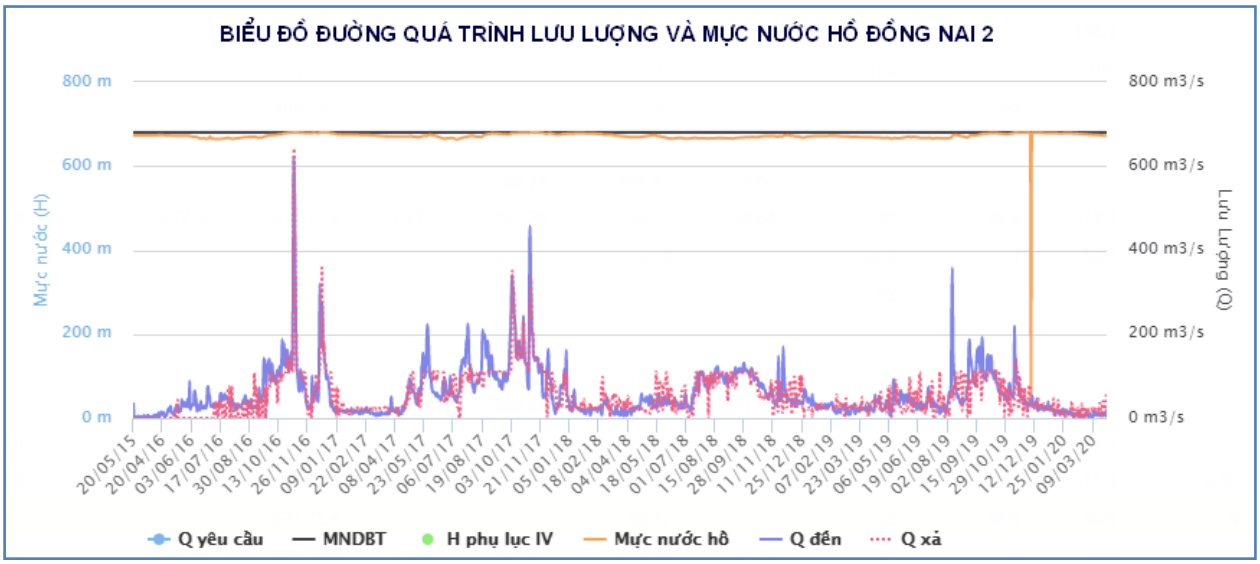
kiểm tra (p = 0.02%): 23500 m^3/s. Hồ Trị An có dung tích lớn nhất trên lưu vực sông Đồng Nai. Phía thượng lưu hồ cách hồ Trị An khoảng 170km có hồ Đồng Nai 5 có dung tích 8.35 triệu m3 vận hành năm 2015, hồ Đồng Nai 4 cách hồ Đồng Nai 5 về phía thượng lưu khoảng 25km, với dung tích hồ 16.4 triệu m3. Dung tích hồ Đồng Nai 5 là quá nhỏ so với dung tích hồ Trị An. Mặt khác, trên dòng chính sông Bé có các hồ Thác Mơ (Vh=1250 triệu m3), hồ Cần Đơn (Vh=79.9 triệu m3), hồ Srok Phu Miêng (Vh=28.57 triệu m3), hồ Phước Hòa (Vh=2.45 triệu m^3). Khi hồ Thác Mơ vận hành điều tiết xả lũ qua các hồ Cần Đơn, Srok Phu Miêng, Phước Hòa, thời gian truyền lũ đến trạm Biên Hòa khoảng 60h, trong khi đó thời gian truyền lũ từ hồ Trị An về đến Biên Hòa khoảng 9h, vì vậy trong phạm vi nghiên cứu chỉ xem xét đánh giá ảnh hưởng của hồ chứa Trị An đến dòng chảy phía hạ du trên sông Đồng Nai tại vị trí trạm thủy văn Biên Hòa. Trên sông Sài Gòn xem xét ảnh hưởng của hồ Dầu Tiếng đến trạm thủy văn Phú An.

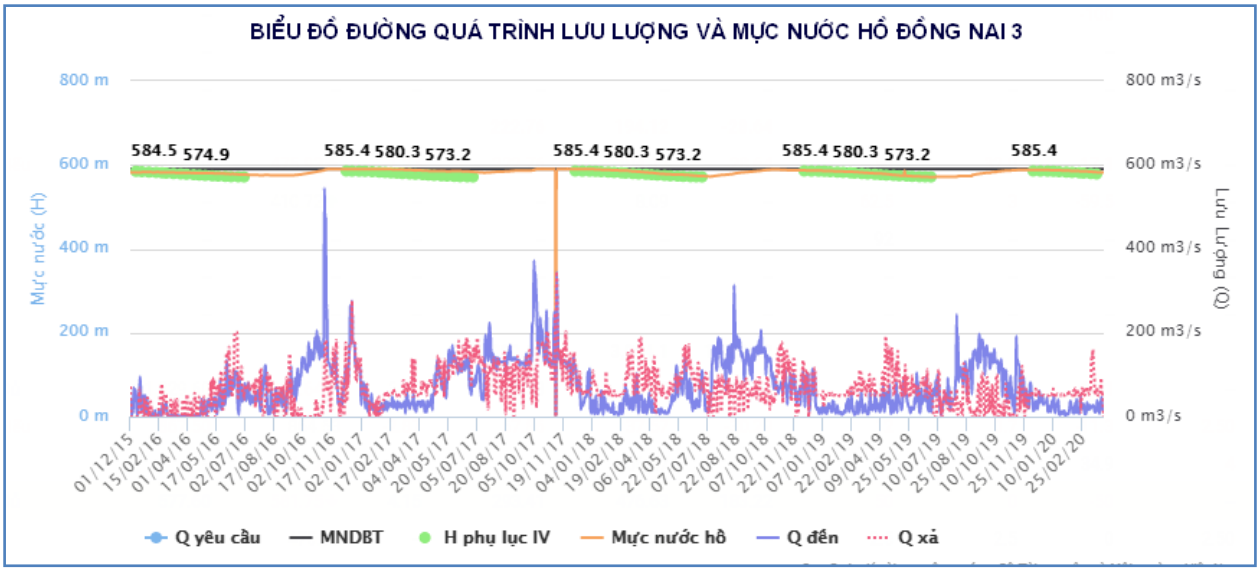
Thống kê tình hình lũ đến và xả lũ hồ chứa như sau:

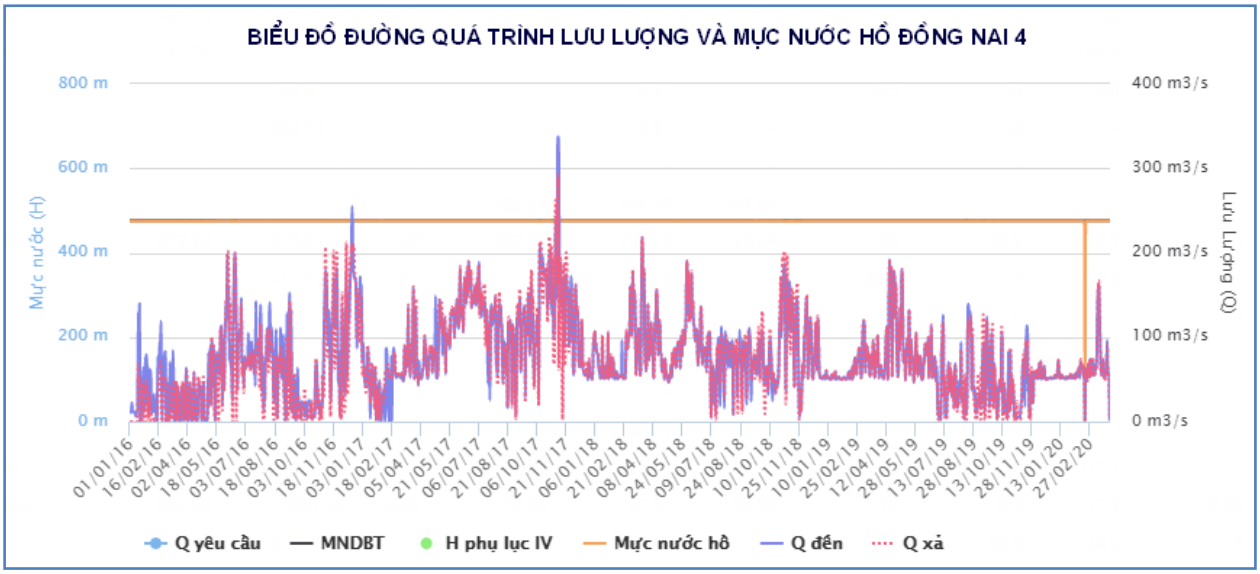
Trên nhánh Đồng Nai:

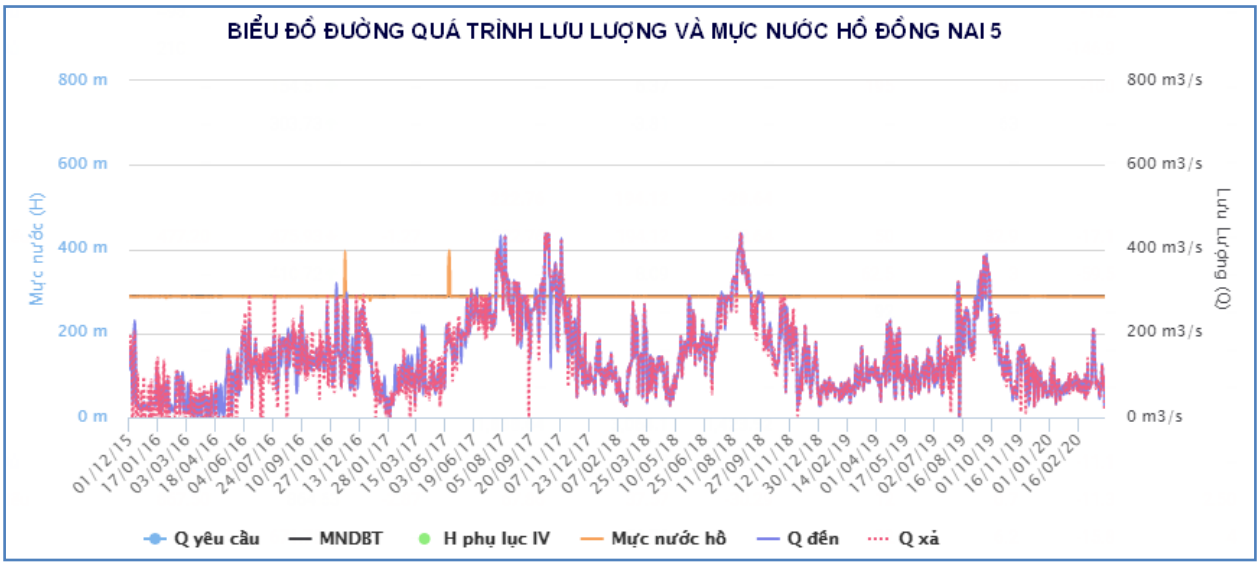


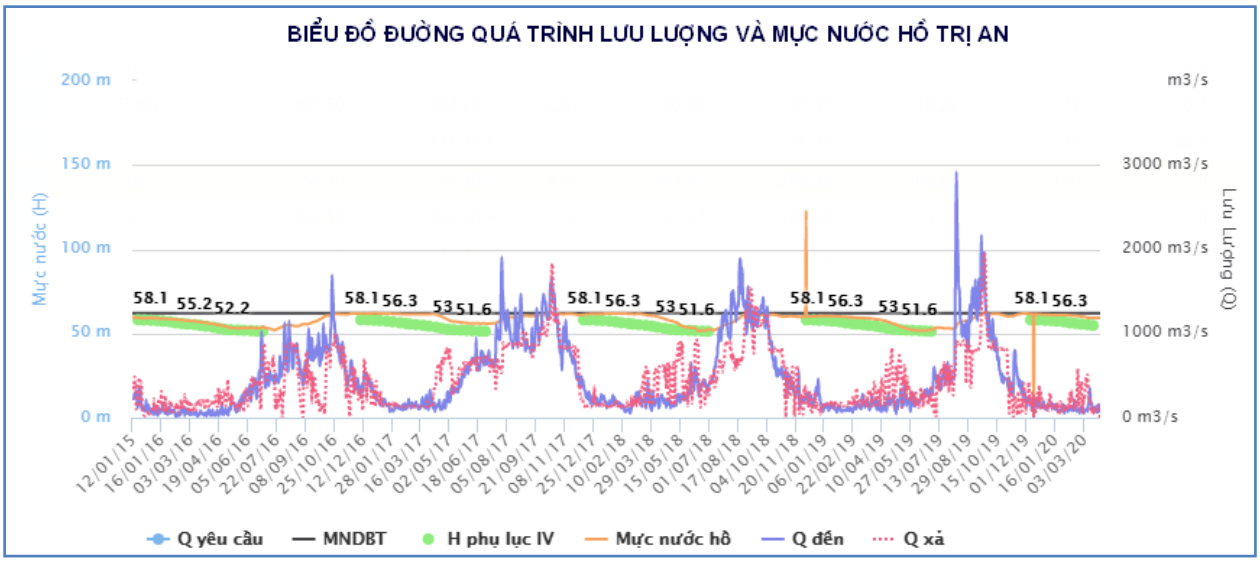


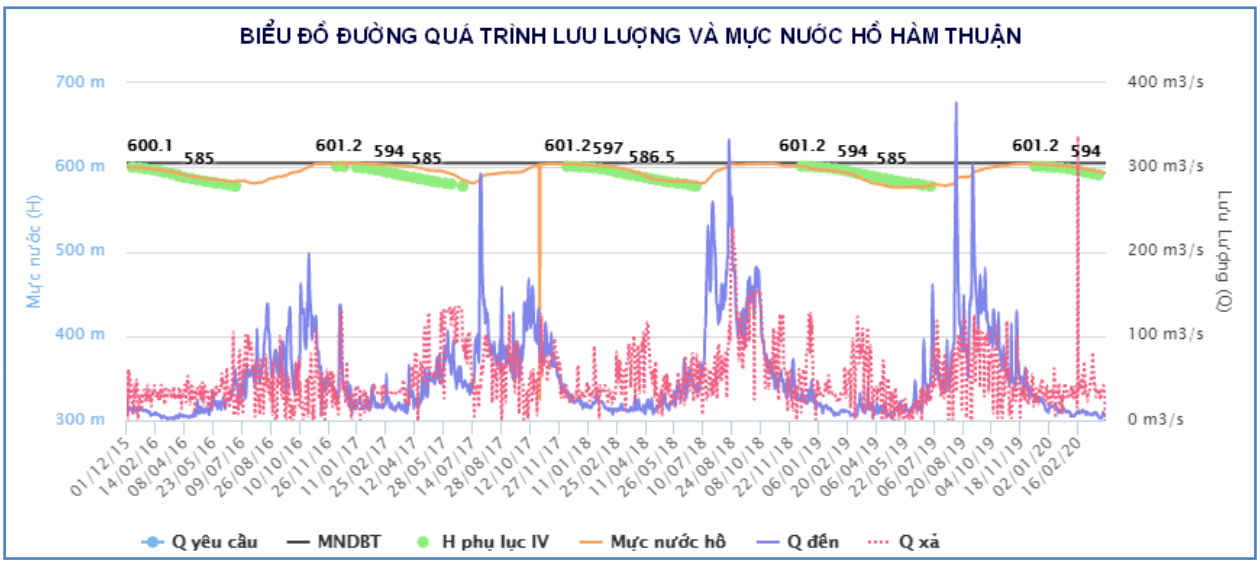

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ ĐỒNG NAI 2
Mực nước (H)
Lưu Lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

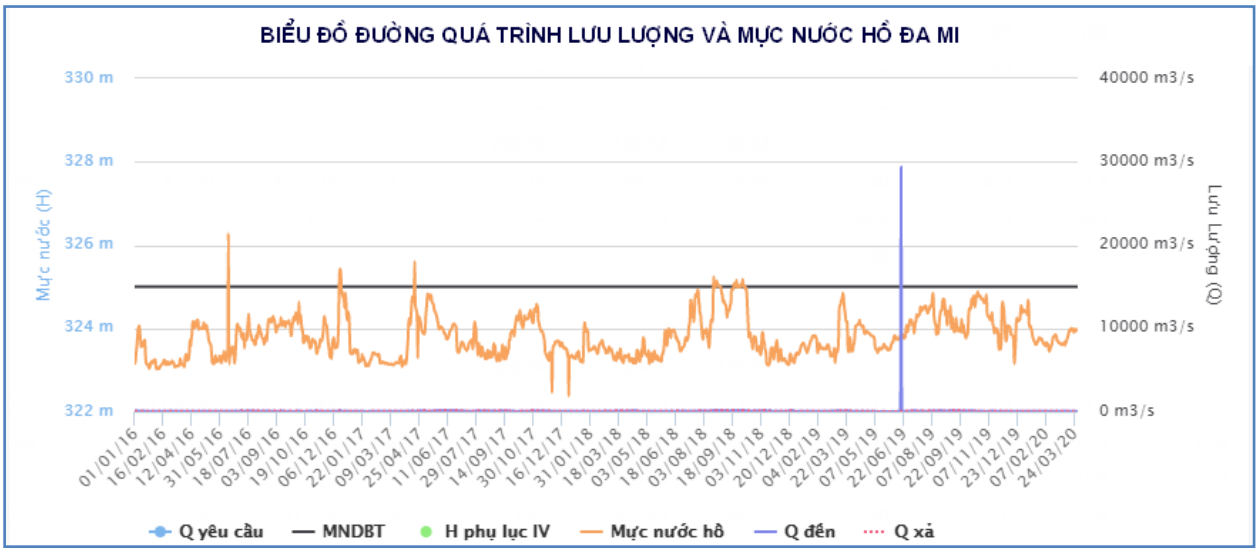

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ ĐỒNG NAI 3
584.5 574.9
585.4 580.3 573.2
585.4 580.3 573.2
585.4 580.3 573.2
585.4
Mực nước (H)
Lưu Lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

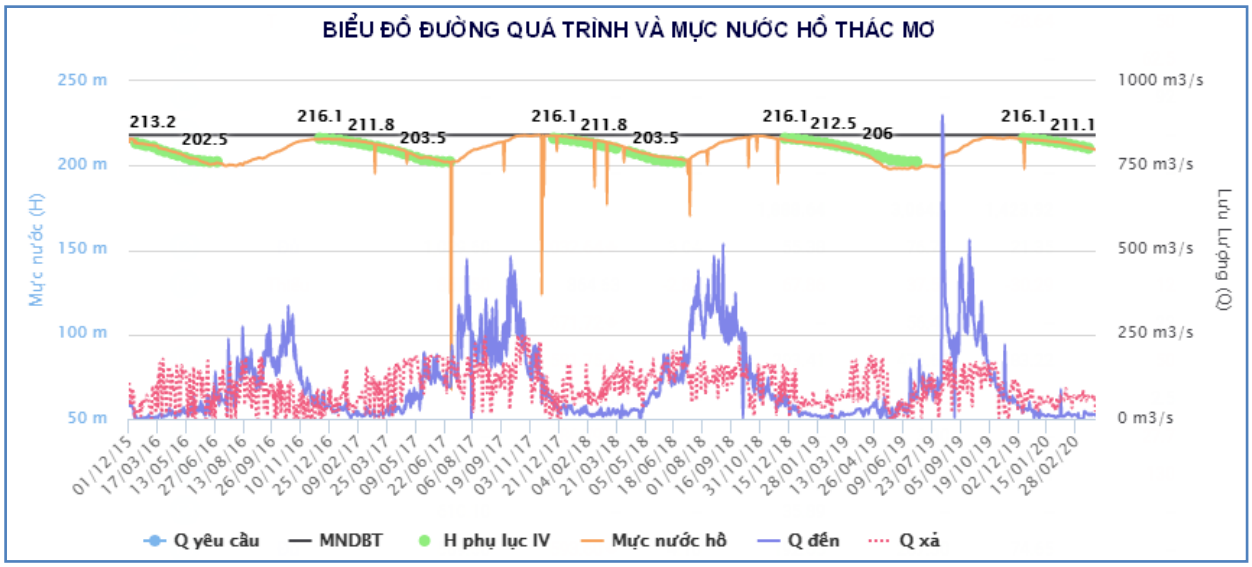

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ ĐỒNG NAI 4
Mực nước (H)
Lưu Lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

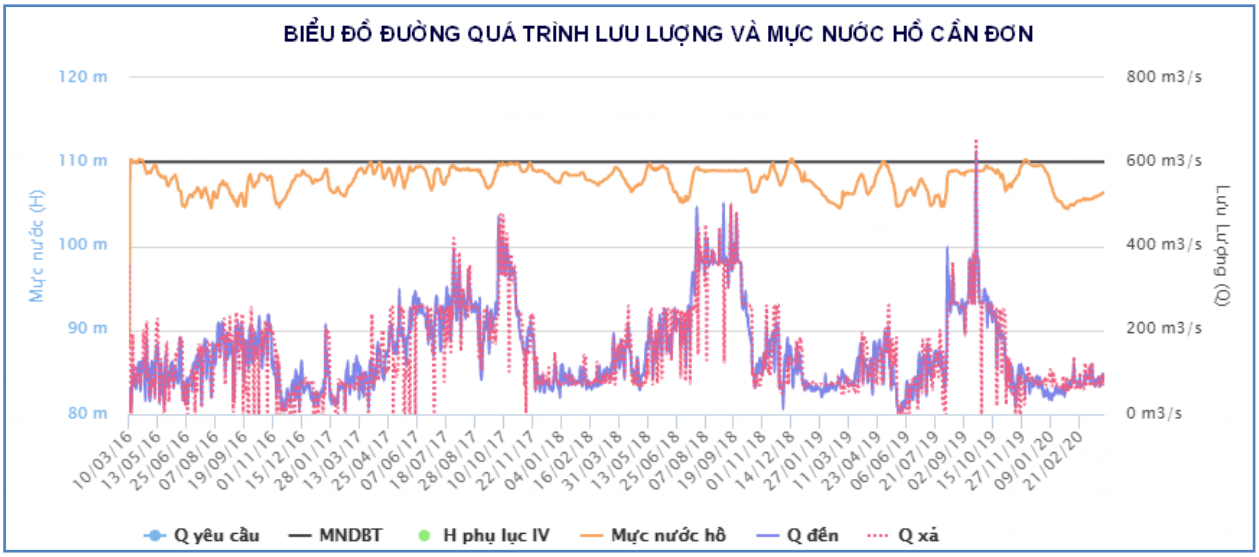

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ ĐỒNG NAI 5
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

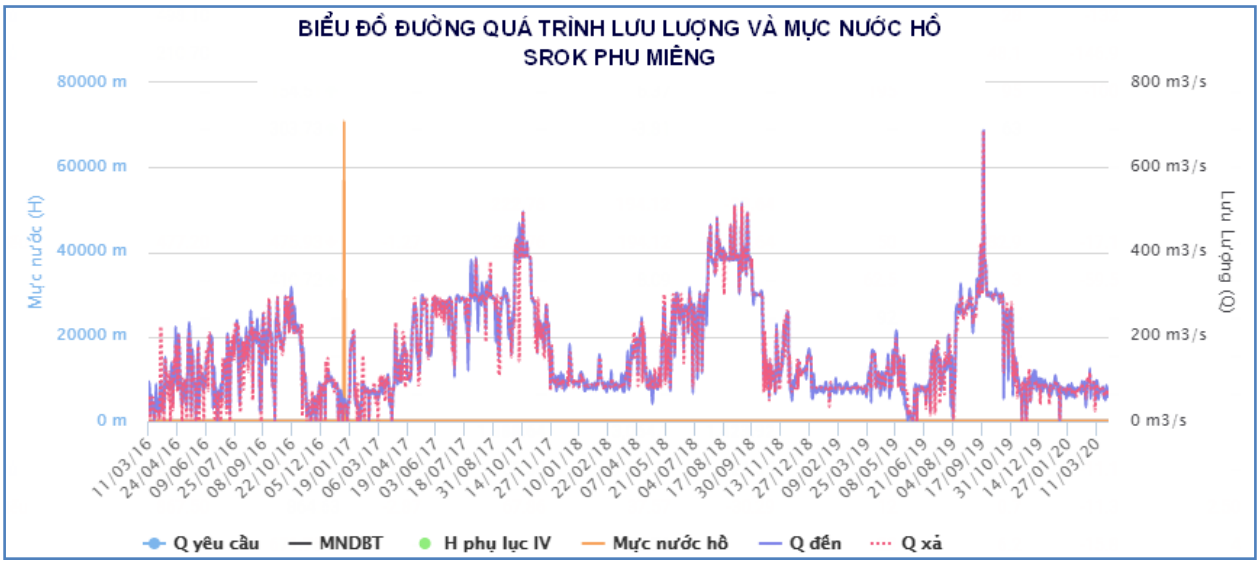

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ TRỊ AN
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

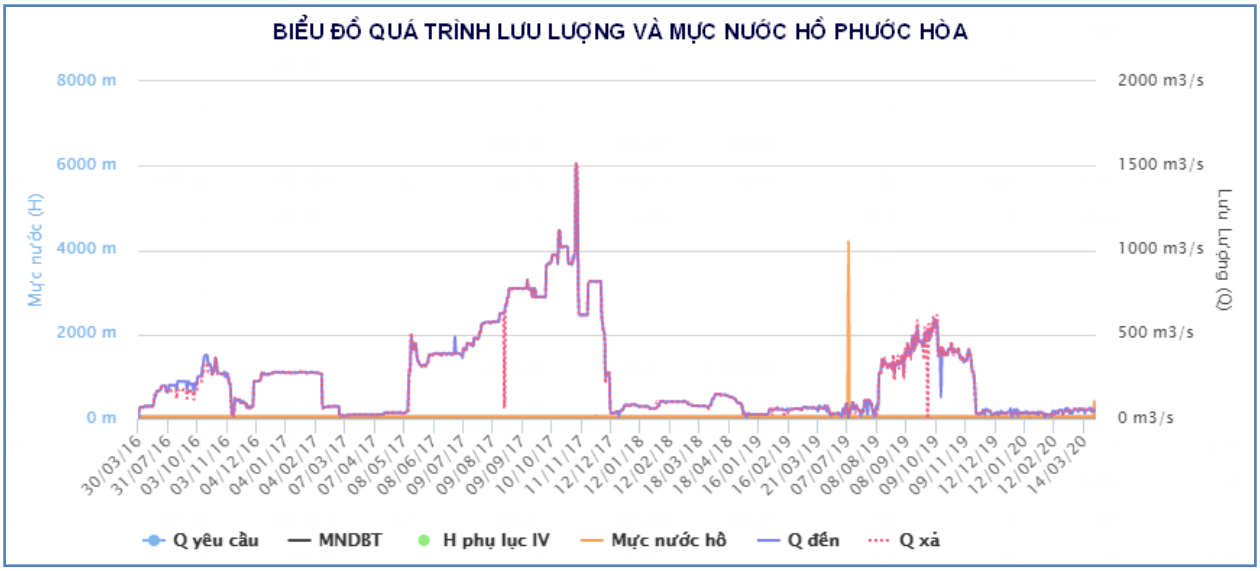

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ HÀM THUẬN
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

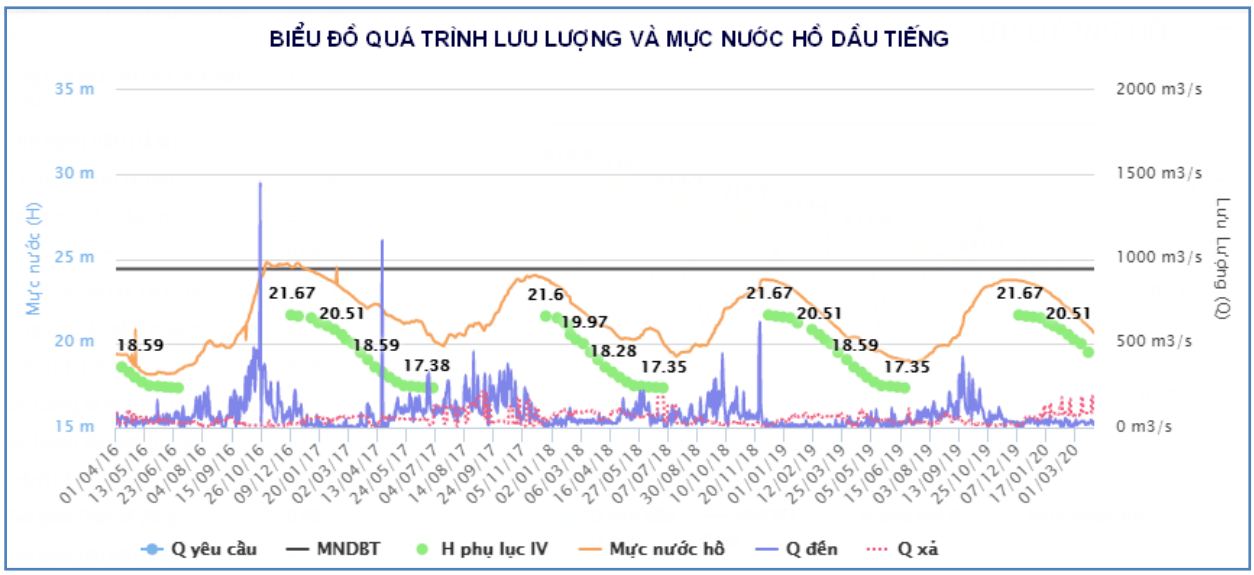

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ ĐA MI
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

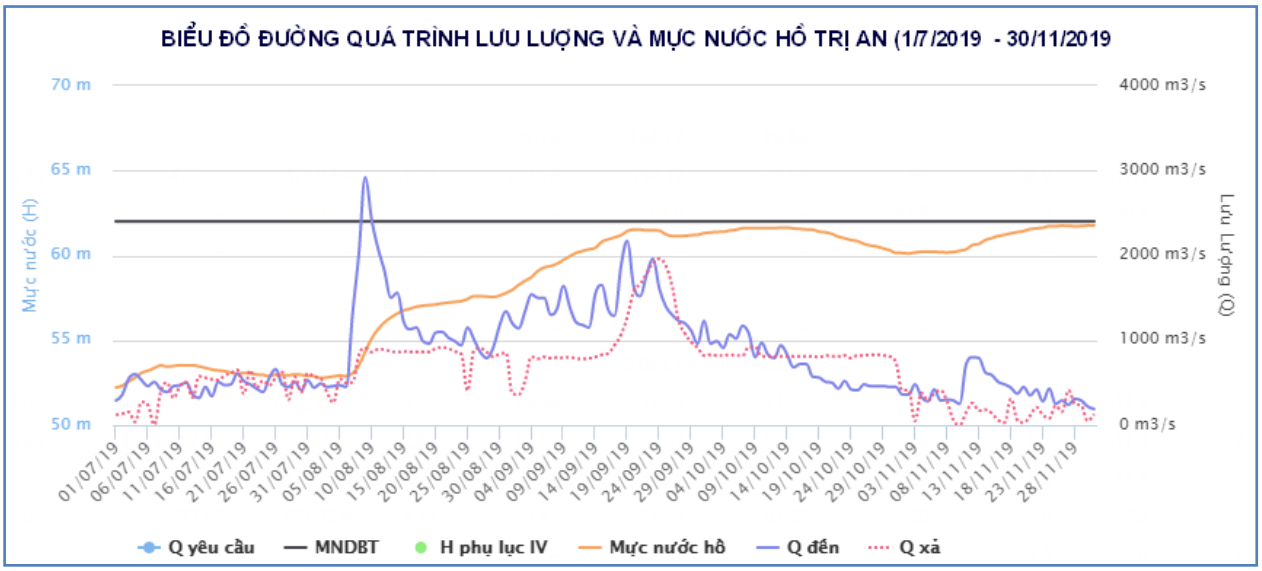

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH VÀ MỰC NƯỚC HỒ THÁC MƠ
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

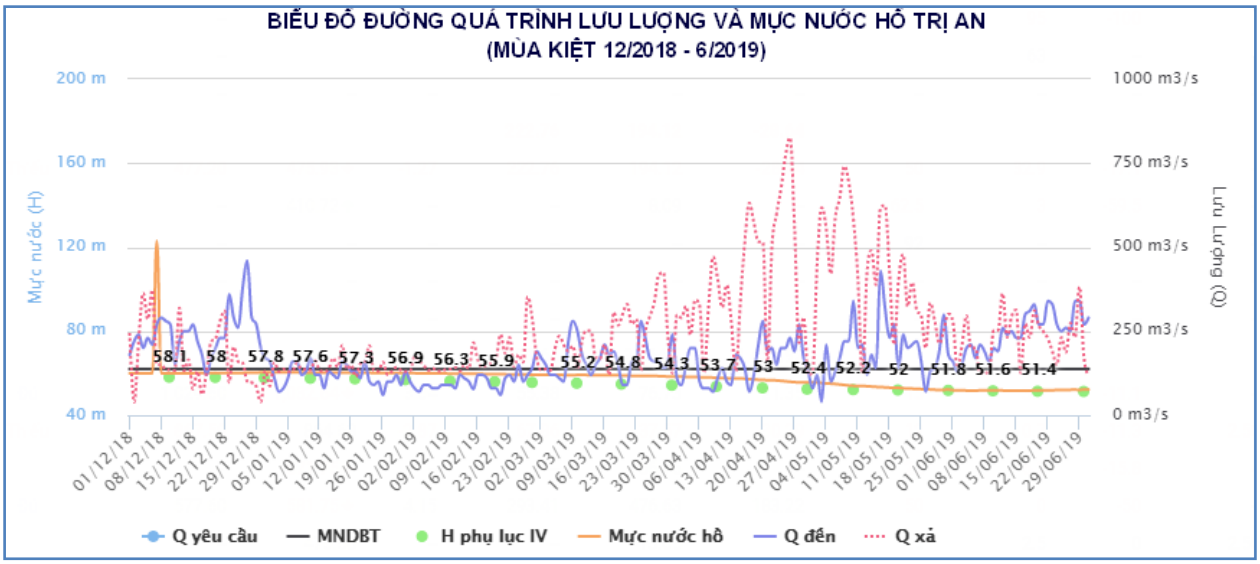

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ CẦN ĐƠN
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

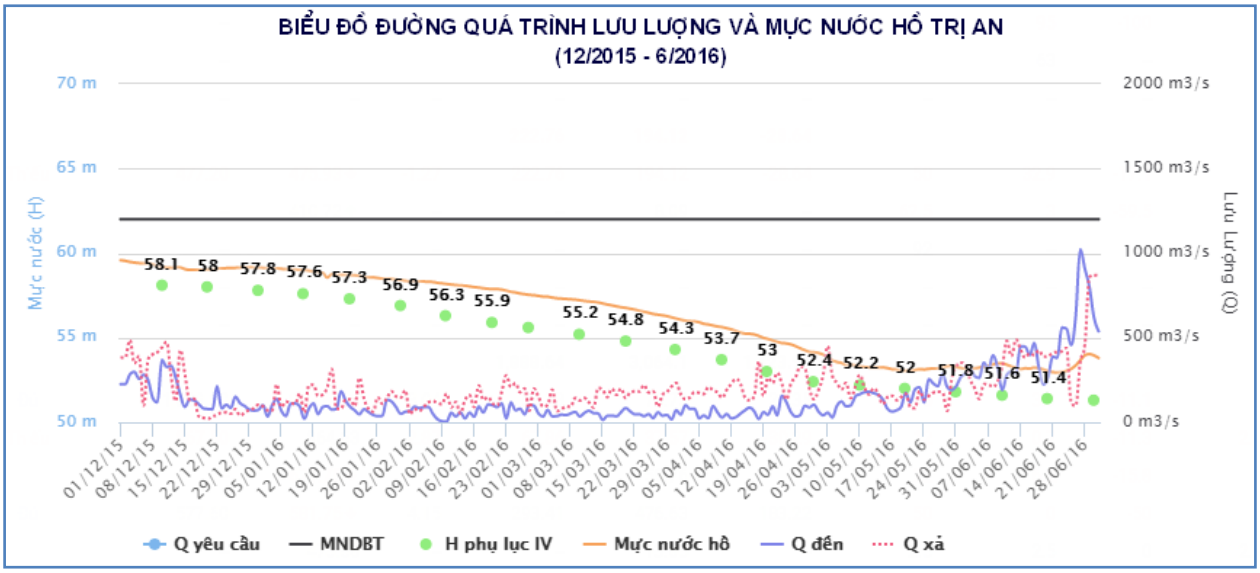

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ SROK PHU MIÊNG
Mực nước (H)
Lưu Lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

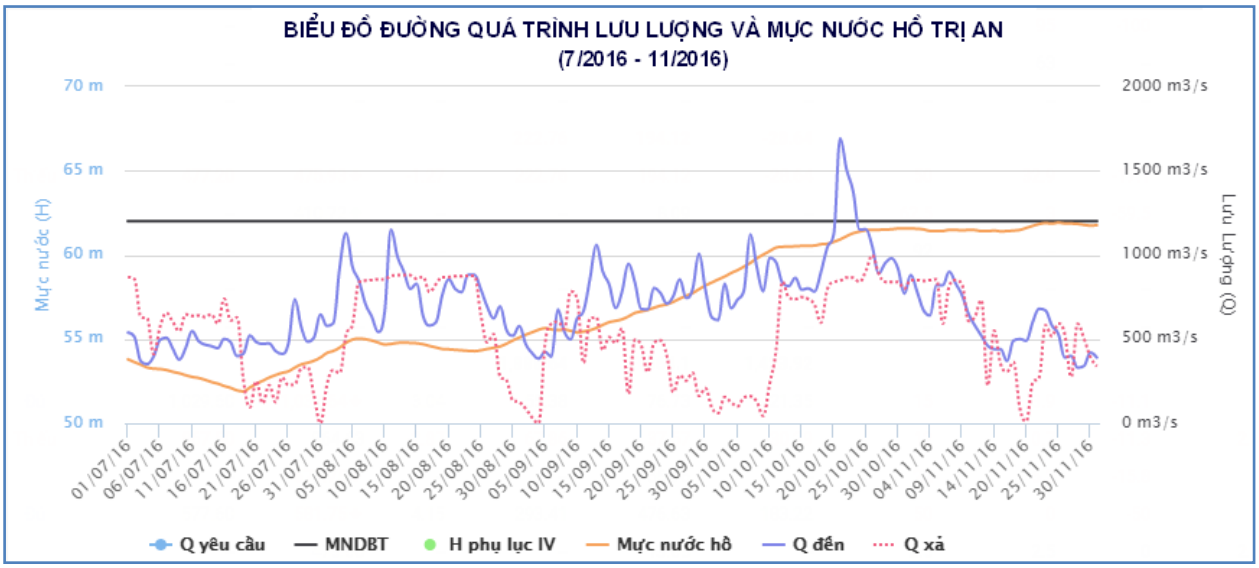

BIỂU ĐỒ QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ PHƯỚC HÒA
Mực nước (H)
Lưu Lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

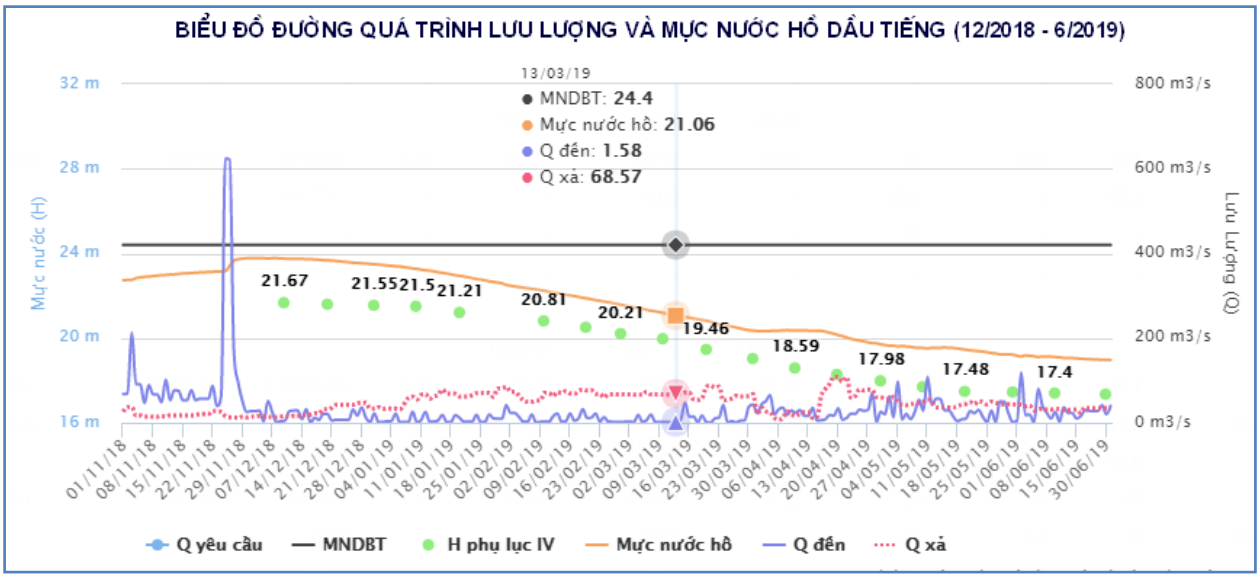

BIỂU ĐỒ QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ DẦU TIẾNG
Mực nước (H)
Lưu Lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

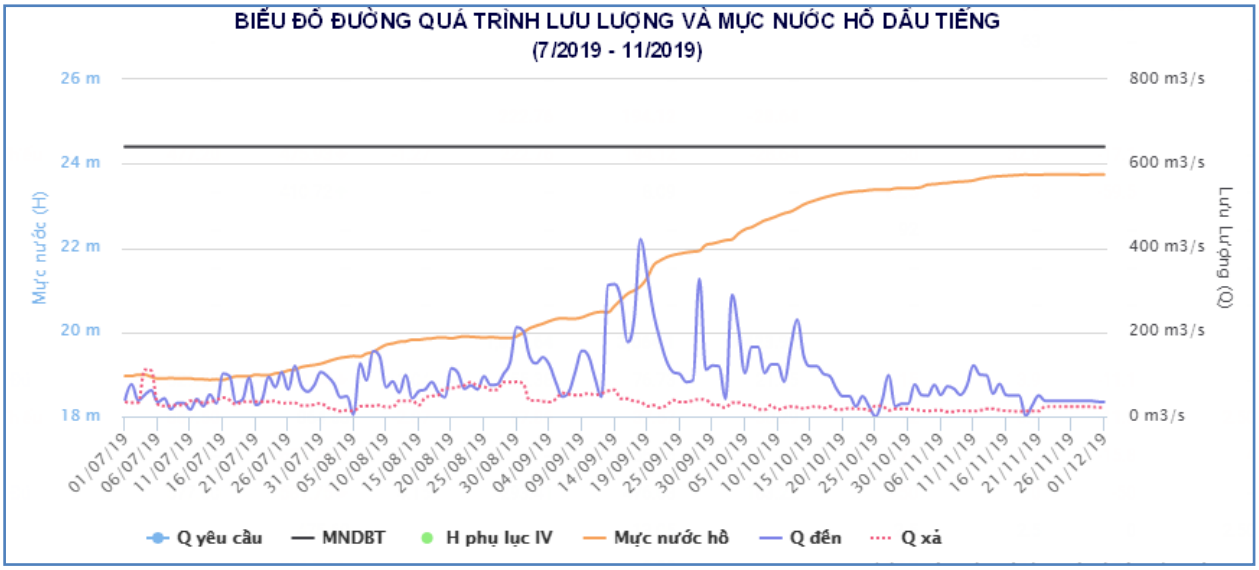

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ TRỊ AN (1/7/2019 - 30/11/2019
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

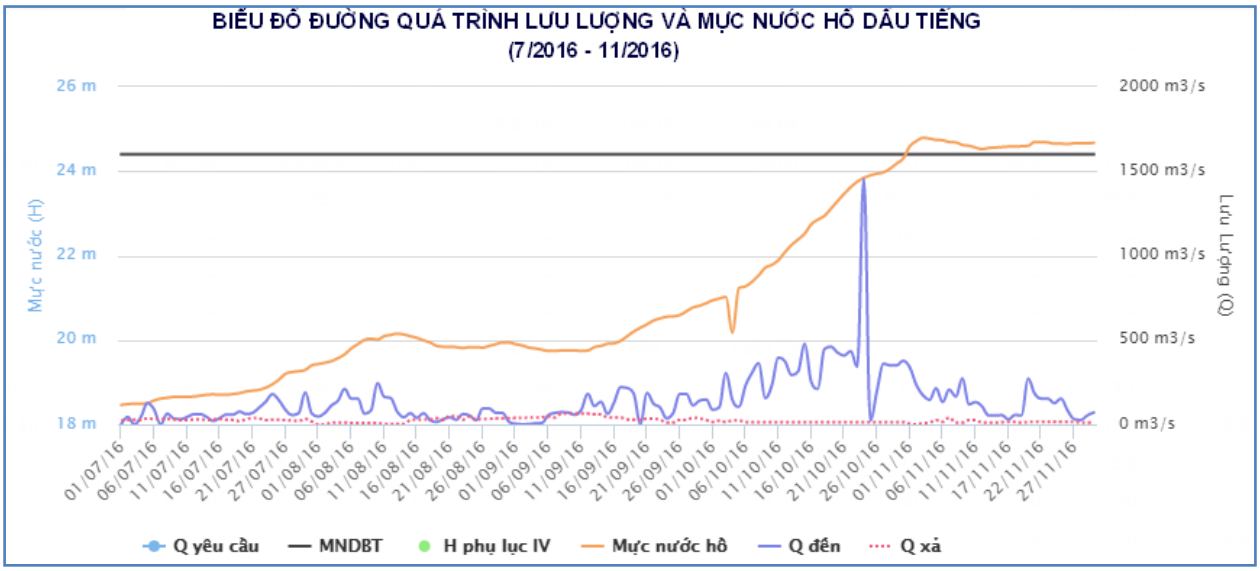

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ TRỊ AN
(MÙA KIỆT 12/2018 - 6/2019)
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

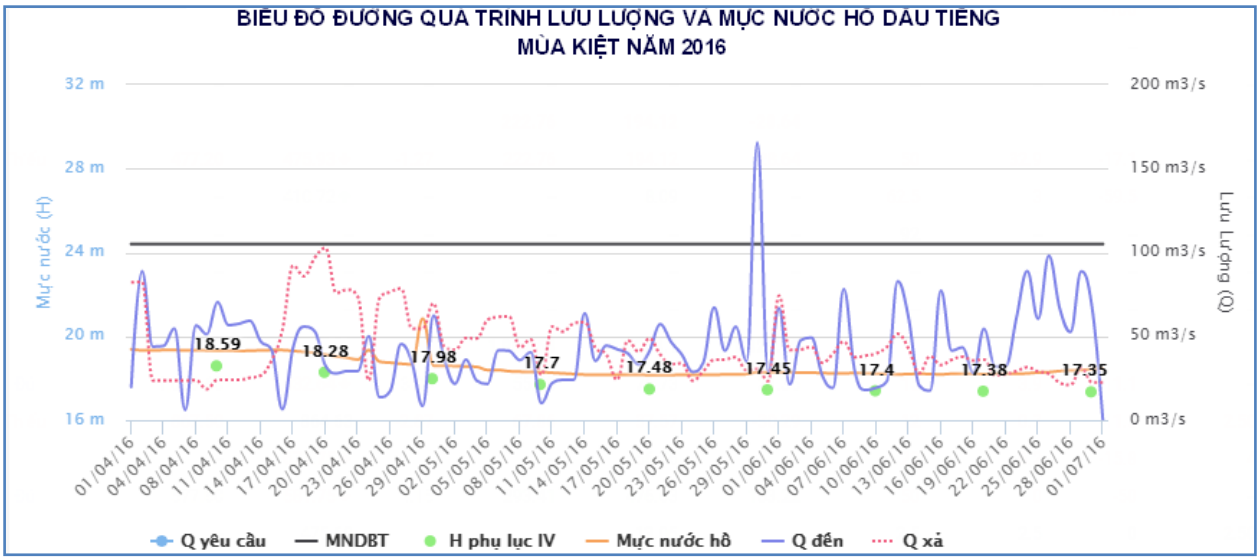

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ TRỊ AN
(12/2015 - 6/2016)
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

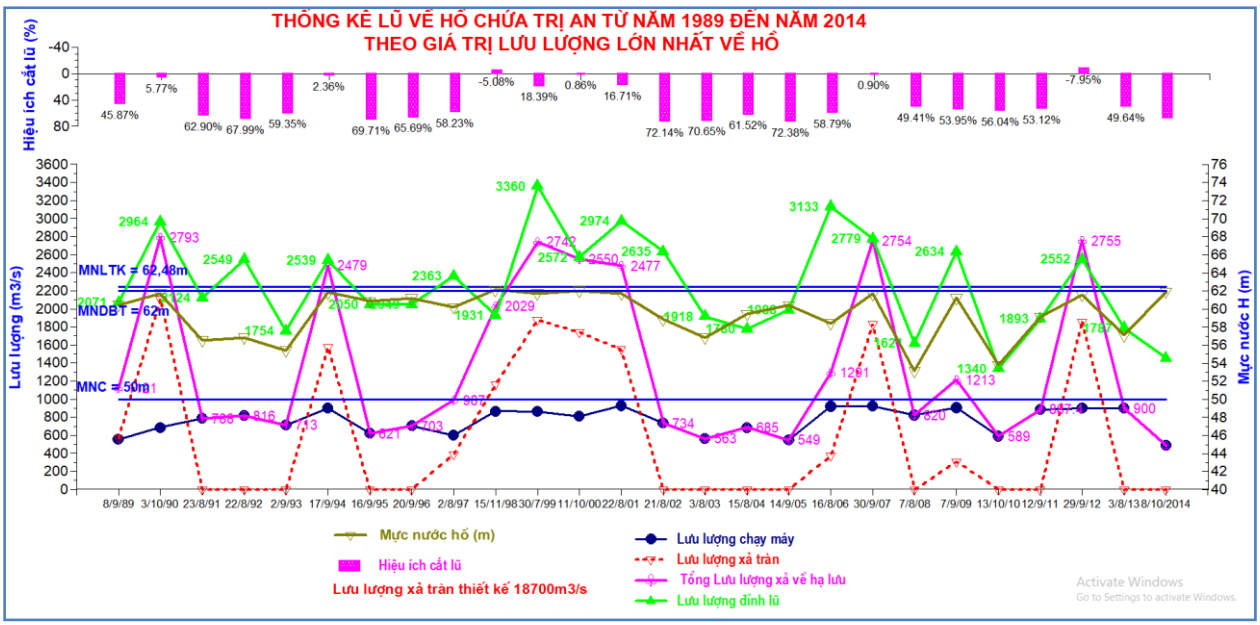

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ TRỊ AN
(7/2016 - 11/2016)
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

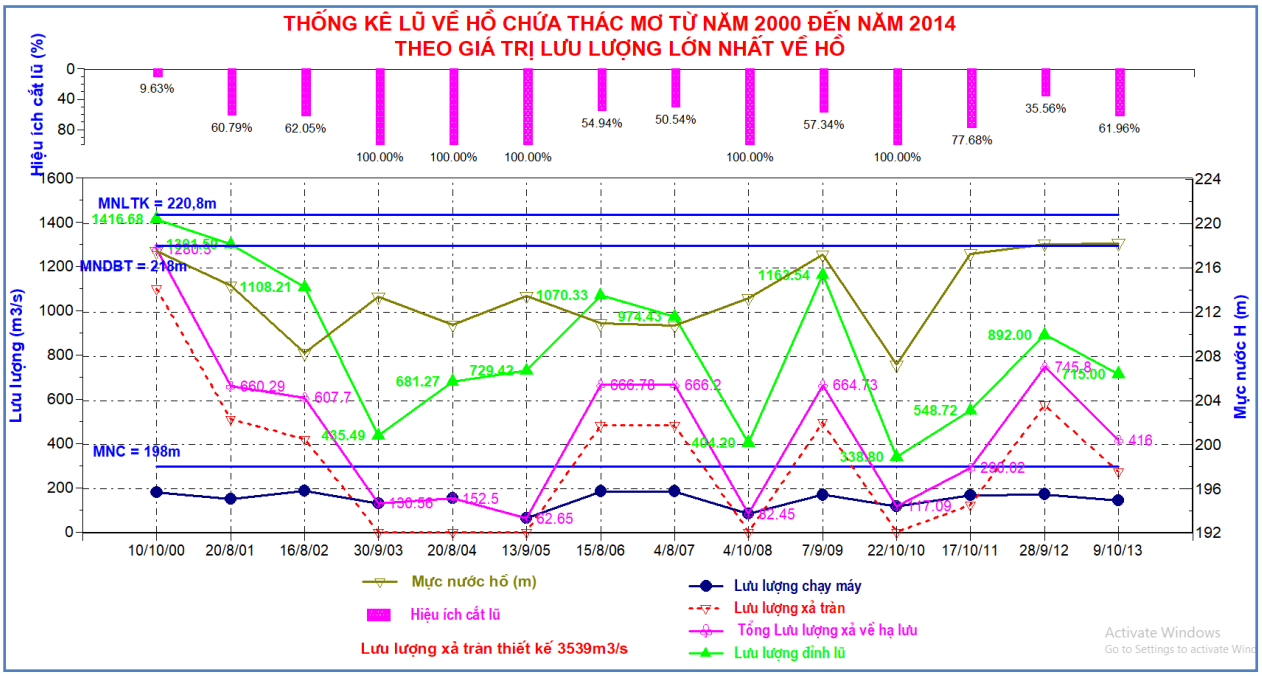

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ DẦU TIẾNG (12/2018 - 6/2019)
13/03/19
MNDBT: 24.4
Mực nước hồ: 21.06
Q đến: 1.58
Q xả: 68.57
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả


BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ DẦU TIẾNG
(7/2019 - 11/2019)
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

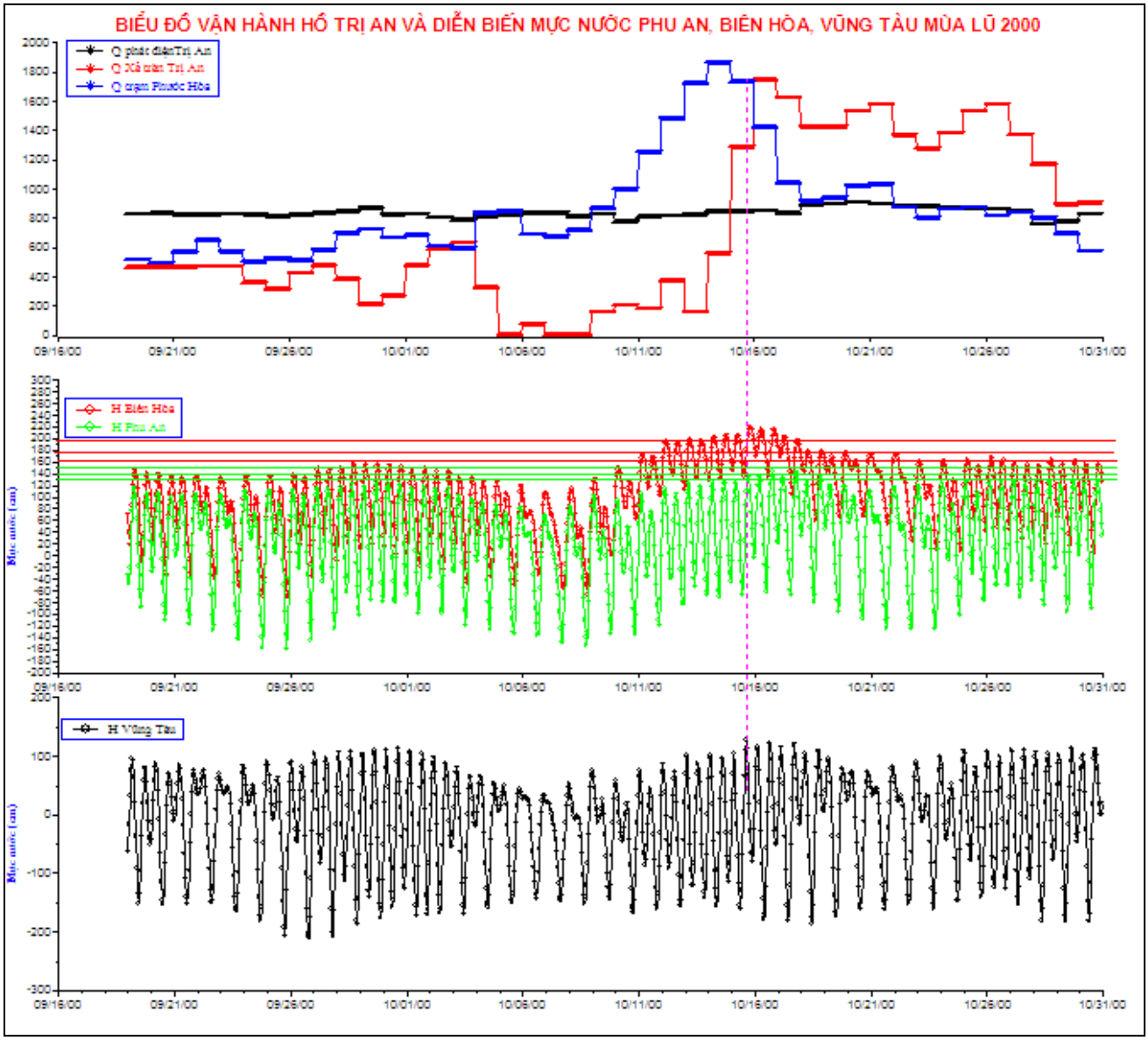

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ DẦU TIẾNG
(7/2016 - 11/2016)
Mực nước (H)
Lưu Lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả

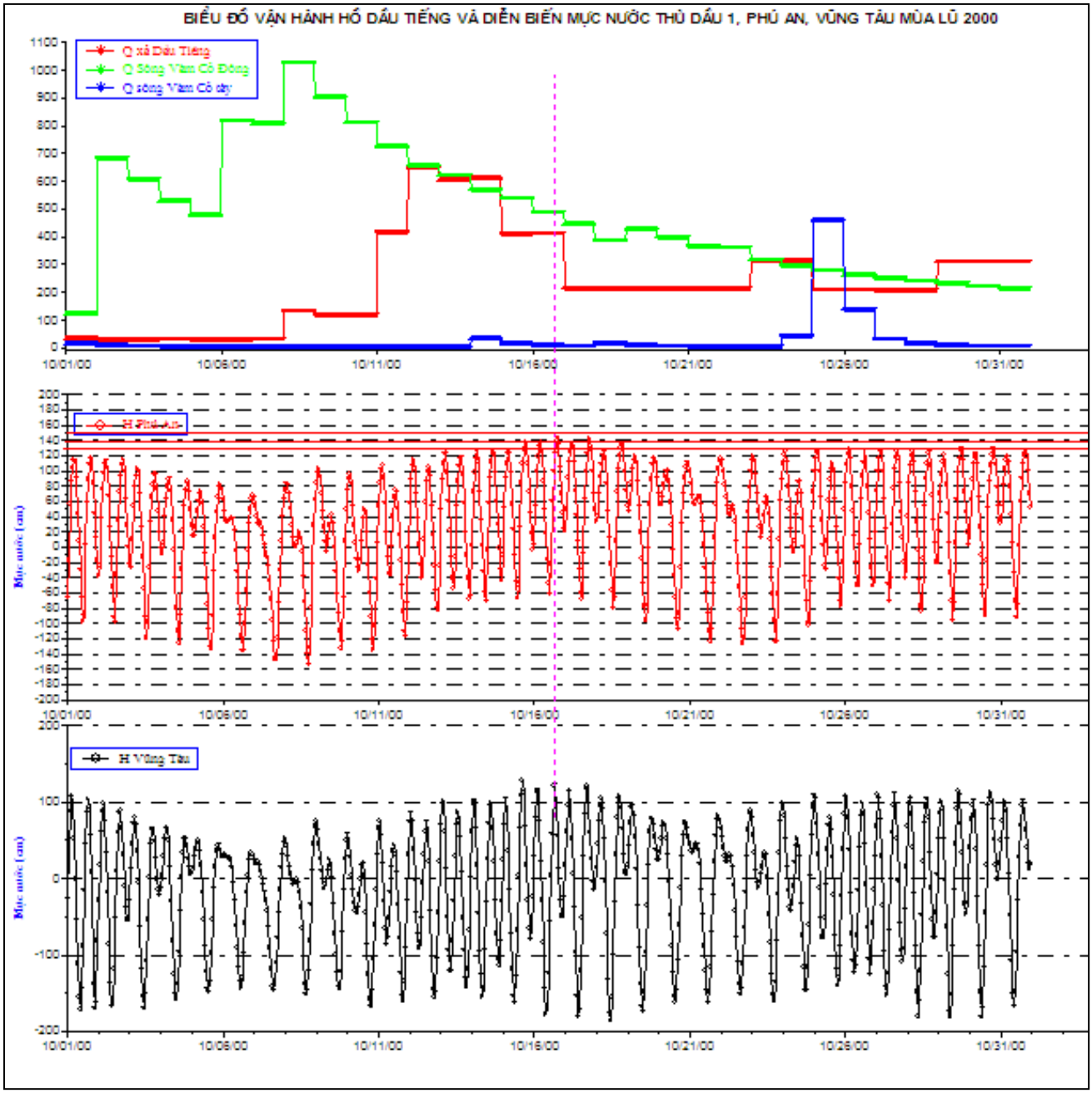

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH LƯU LƯỢNG VÀ MỰC NƯỚC HỒ DẦU TIẾNG
MÙA KIỆT NĂM 2016
Mực nước (H)
Lưu Lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả


THỐNG KÊ LŨ VỀ HỒ CHỨA TRỊ AN TỪ NĂM 1989 ĐẾN NĂM 2014
THEO GIÁ TRỊ LƯU LƯỢNG LỚN NHẤT VỀ HỒ
Hiệu ích cắt lũ (%)
Lưu lượng (m3/s)
Mực nước H (m)
MNLTK = 62,48m
MNDBT = 62m
MNC = 50m
Mực nước hồ (m)
Hiệu ích cắt lũ
Lưu lượng xả tràn thiết kế 18700m3/s
Lưu lượng chạy máy
Lưu lượng xả tràn
Tổng Lưu lượng xả về hạ lưu
Lưu lượng đỉnh lũ



Trên lưu vực sông Đồng Nai, lưu lượng lũ đến hồ Trị An có xảy ra trận lũ ngày 11/10/2000, lưu lượng đỉnh lũ về max Qmax=2571.7m3/s, mực nước hồ đạt 62.04m lớn hơn MNDBT = 62m. Hồ xả tràn là 1743.3m3/s nhỏ hơn lưu lượng đến hồ, tổng lưu lượng xả về hạ du là 2550.68m3/s. Do mực nước hồ gần bằng với MNDBT nên đến ngày 12/10/2000, hồ đã xả với tổng lưu lượng xả lớn hơn lưu lượng đến hồ, Qđến max=2382,41m3/s, hồ xả tràn là 1621.03m3/s và tổng lượng xả về hạ du là 2437.19m3/s.


BIỂU ĐỒ VẬN HÀNH HỒ TRỊ AN VÀ DIỄN BIẾN MỰC NƯỚC PHU AN, BIÊN HÒA, VŨNG TÀU MÙA LŨ 2000
Q phát điệnTrị An
Q Xả tràn Trị An
Q trạm Phước Hòa
H Biên Hòa
H Phu An
H Vũng Tàu
Mực nước (cm)
09/16/00
09/21/00
09/26/00
10/01/00
10/06/00
10/11/00
10/16/00
10/21/00
10/26/00
10/31/00

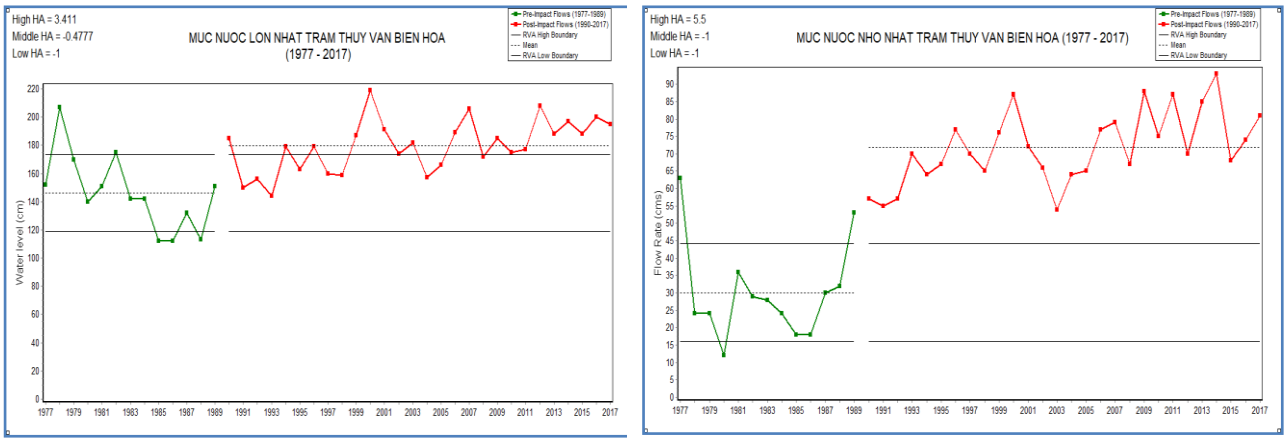


Trận lũ tháng 10 năm 2000, lũ trên sông Đồng Nai lũ trung bình nhưng thời gian lũ kéo dài từ ngày 10 – 23/10 lưu lượng đến hồ Trị An luôn trên 2000m^3/s. Lũ trên sông Bé lũ rất lớn và kéo dài ngày 11,13,14,15,16 lưu lượng lần lượt là 1480, 1720, 1860, 1730, 1420 m3/s, lũ kéo dài và trùng với lũ trên sông Đồng Nai. Đây là thời kỳ triều cường với đỉnh triều cao và kéo dài ngày 13,14,15,16,17 đỉnh triều cường lần lượt là 1.02;1.02; 1.14;1.16;1.15 m. Mực nước Biên Hòa vượt đến báo động 3 trong nhiều giờ, mực nước Phú An vượt báo động 2.

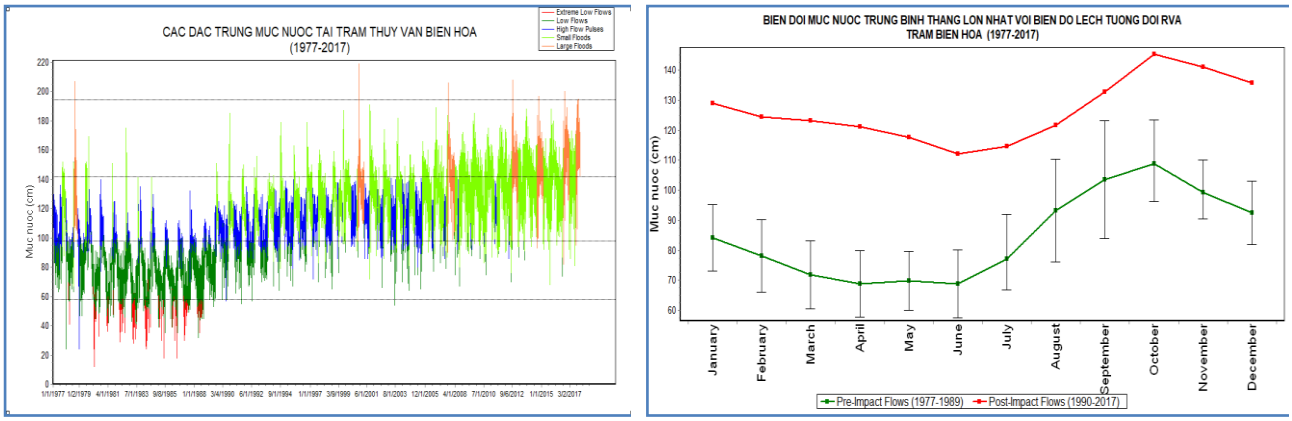
Trong mùa kiệt: khi có và không có hồ Trị An thì không có sự thay đổi đột biến về lưu lượng cũng như mực nước phía hạ lưu hồ chứa. Nhờ có sự điều tiết của hồ Trị An mà lưu lượng dòng chảy xuống hạ lưu luôn ổn định. Trong tháng 2 năm 2020 lưu lượng trung bình xả qua hồ là 167m3/s trong khi đó lưu lượng đến hồ trung bình chỉ khoảng 95m3/s. Trong mùa khô do lượng nước đến hồ không đủ để chạy hết công suất của nhà máy nên lượng nước nước xả ra

lớn hơn lượng nước đến, có thời điểm tới trên 200m3/s. Như vậy chế độ thủy lực khu vực hạ lưu hồ chứa bị tác động khá lớn trong mùa khô, lưu lượng dòng chảy lớn nên vận tốc qua khu vực cũng lớn hơn.

Kết quả mô phỏng một số thông số thủy văn IHA trong thời kỳ tự nhiên và có sự điều tiết của hồ chứa Trị An được chỉ ra trong các hình vẽ sau:

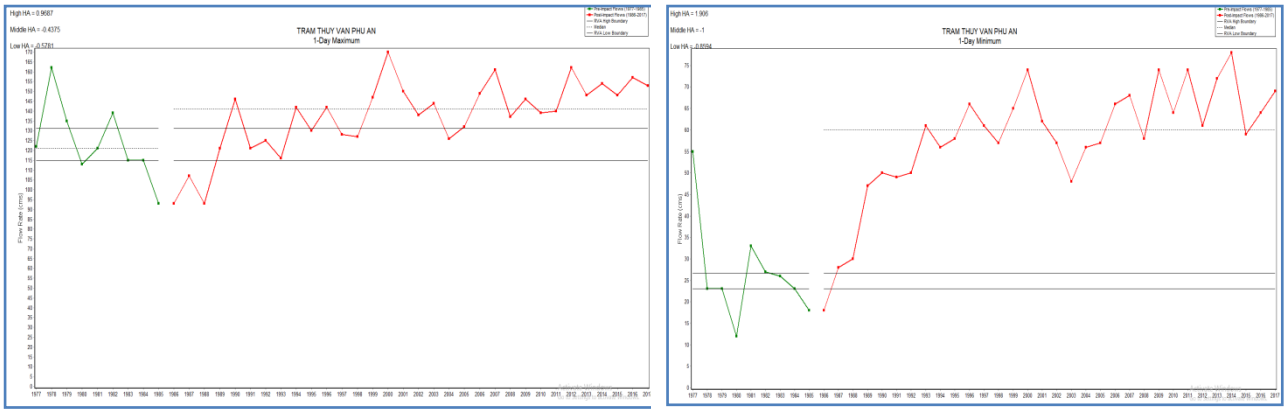


Hình 3- 28: Mực nước lớn nhất và nhỏ nhất tại trạm thủy văn Biên Hòa trong thời gian từ 1977 - 2017 (Ghi chú: HA là hệ số biến động thủy văn, High: Đối với mực nước lớn nhất; Midle: Mực nước lũ trung bình; Low: mực nước thấp nhất; RVA high Boundary, Mean, RVA low Boundary: Giới hạn phạm vi biến đổi lớn nhất, trung bình và nhỏ nhất).

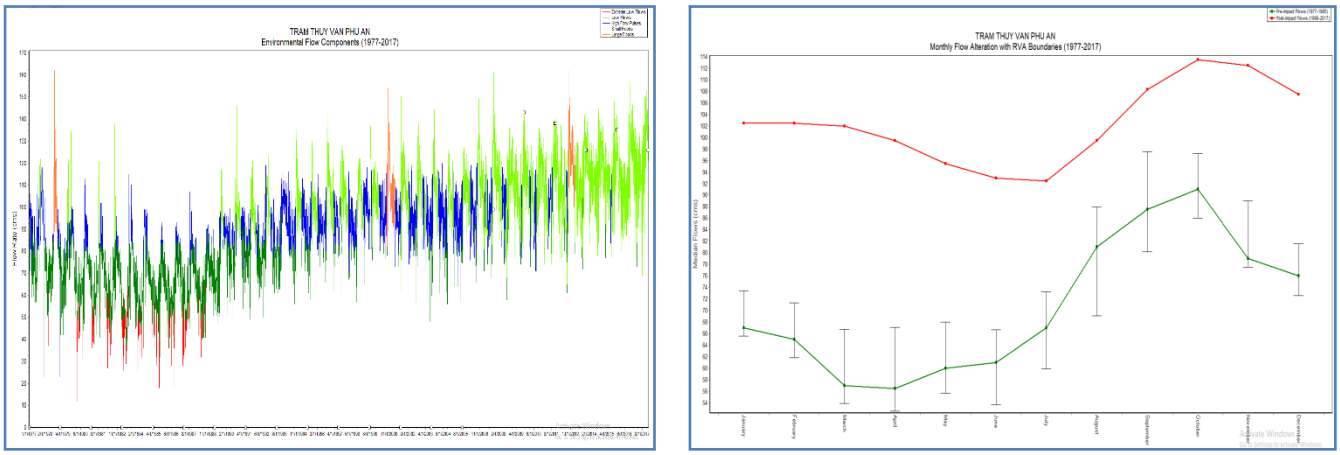


Hình 3- 29: Biến đổi mực nước trung bình tháng lớn nhất với biên độ lệch tương đối RVA

Kết quả mô phỏng một số thông số thủy văn trong thời kỳ tự nhiên và có sự điều tiết của hồ chứa Dầu Tiếng được chỉ ra trong các hình vẽ sau:



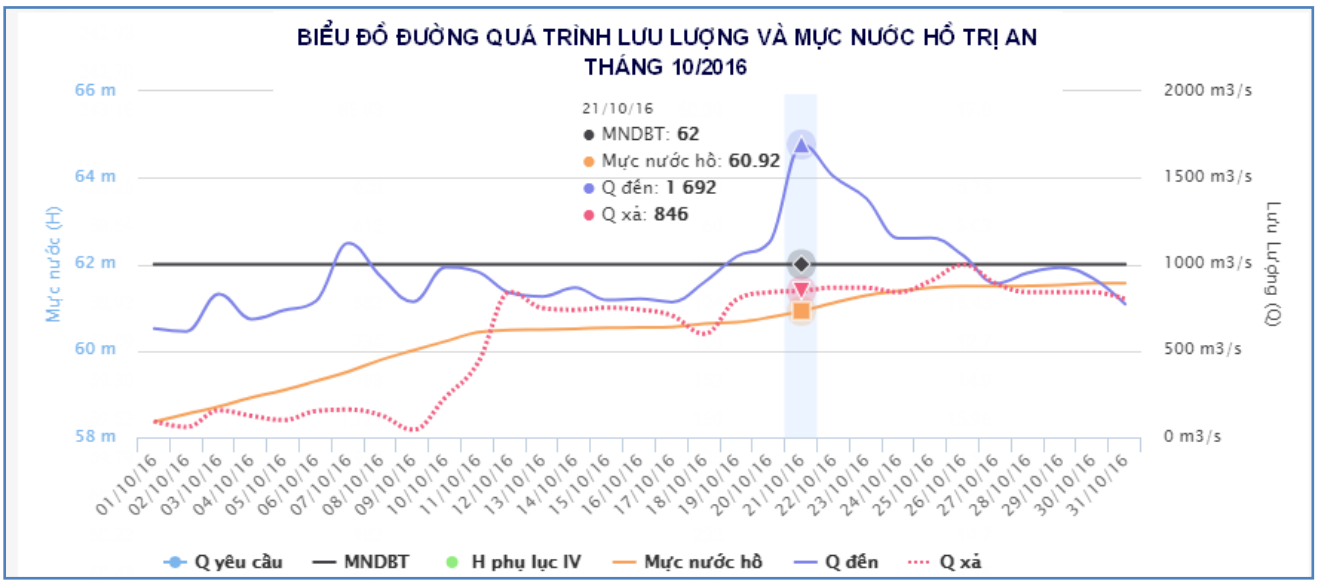
Hình 3- 30: Mực nước lớn nhất và nhỏ nhất tại trạm thủy văn Phú An trong thời gian từ 1977 - 2017

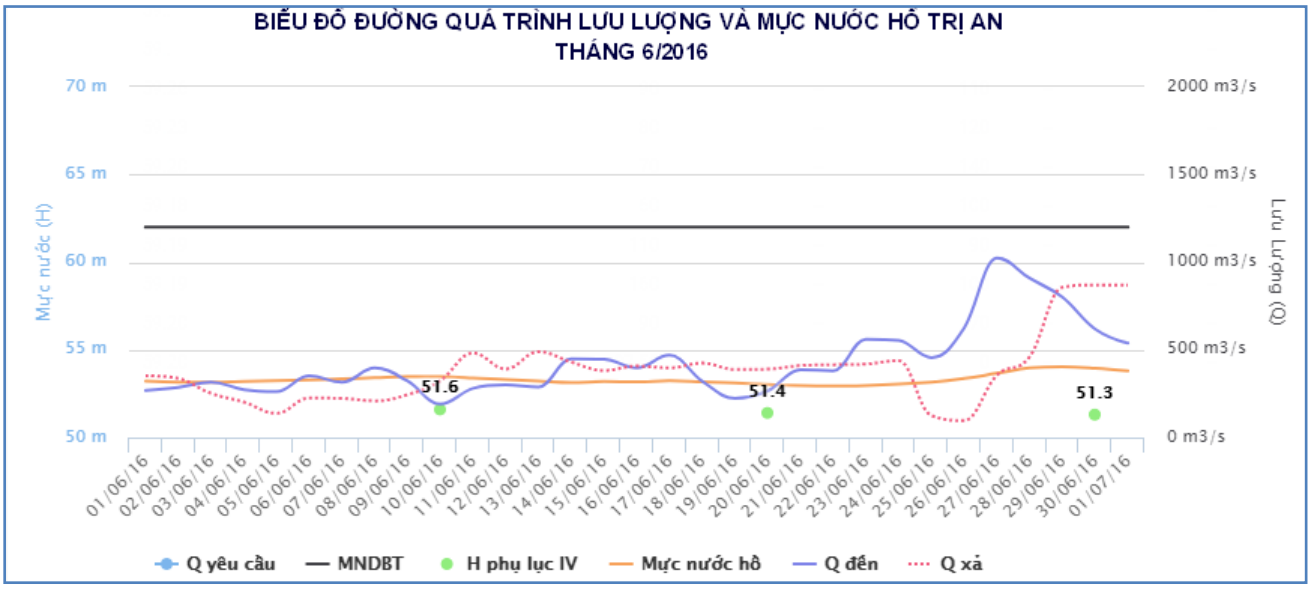


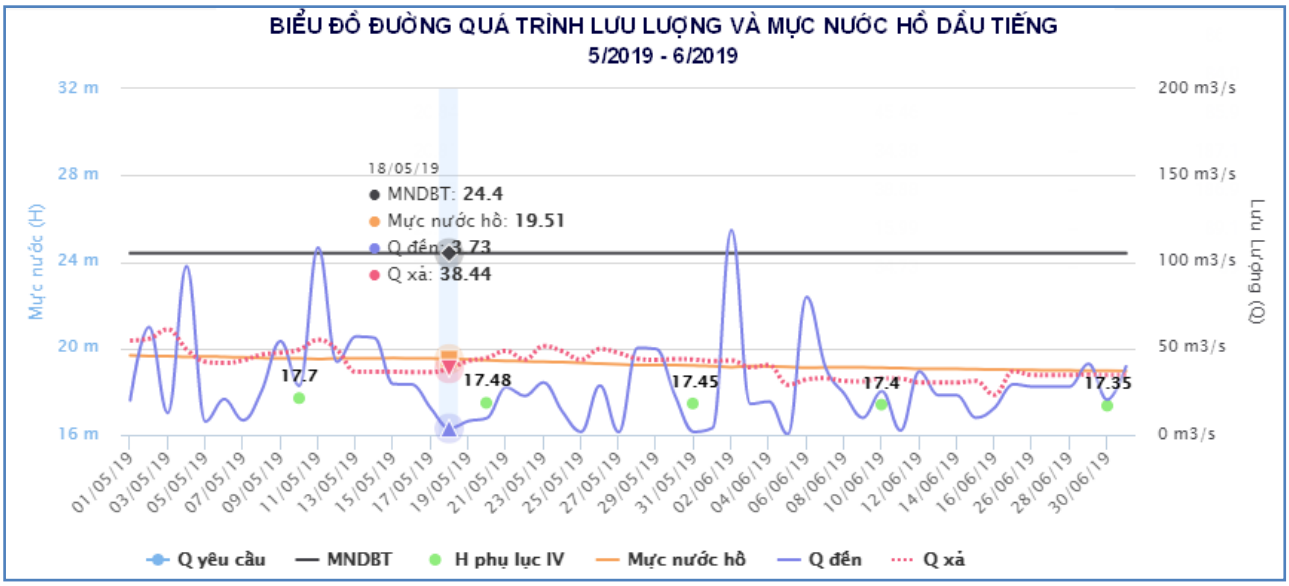
Hình 3- 31: Biến đổi mực nước trung bình tháng lớn nhất với biên độ lệch tương đối RVA

Sự thay đổi mực nước trung bình tháng lớn nhất với biên độ lệch tương đối RVA cho thấy rõ mức độ thay đổi dòng chảy. Mô hình xác định phạm vi biến động của RVA được xác định theo các thông số thủy văn trong giai đoạn trước khi có hồ chứa. Nếu một thông số thủy văn thuộc phạm vi biến động này, nó có thể được coi là chịu ảnh hưởng tác động của hồ chứa. Như vậy theo kết quả nêu trên, trong tháng 8,9,10 là ba tháng chịu tác động mạnh nhất của điều tiết hồ chứa. Các tháng mùa kiệt, đặc biệt là tháng 4,5 chịu tác động vận hành điều tiết của hồ chứa ít hơn.

Để đánh giá ảnh hưởng của việc vận hành hồ chứa đến xói lở lòng dẫn, sử dụng số liệu vận hành hồ chứa trong mùa lũ tháng 10/2016 và mùa kiệt 6/2016 để tính toán trên sông Đồng Nai và mùa kiệt tháng 5/2019 trên sông Sài Gòn.

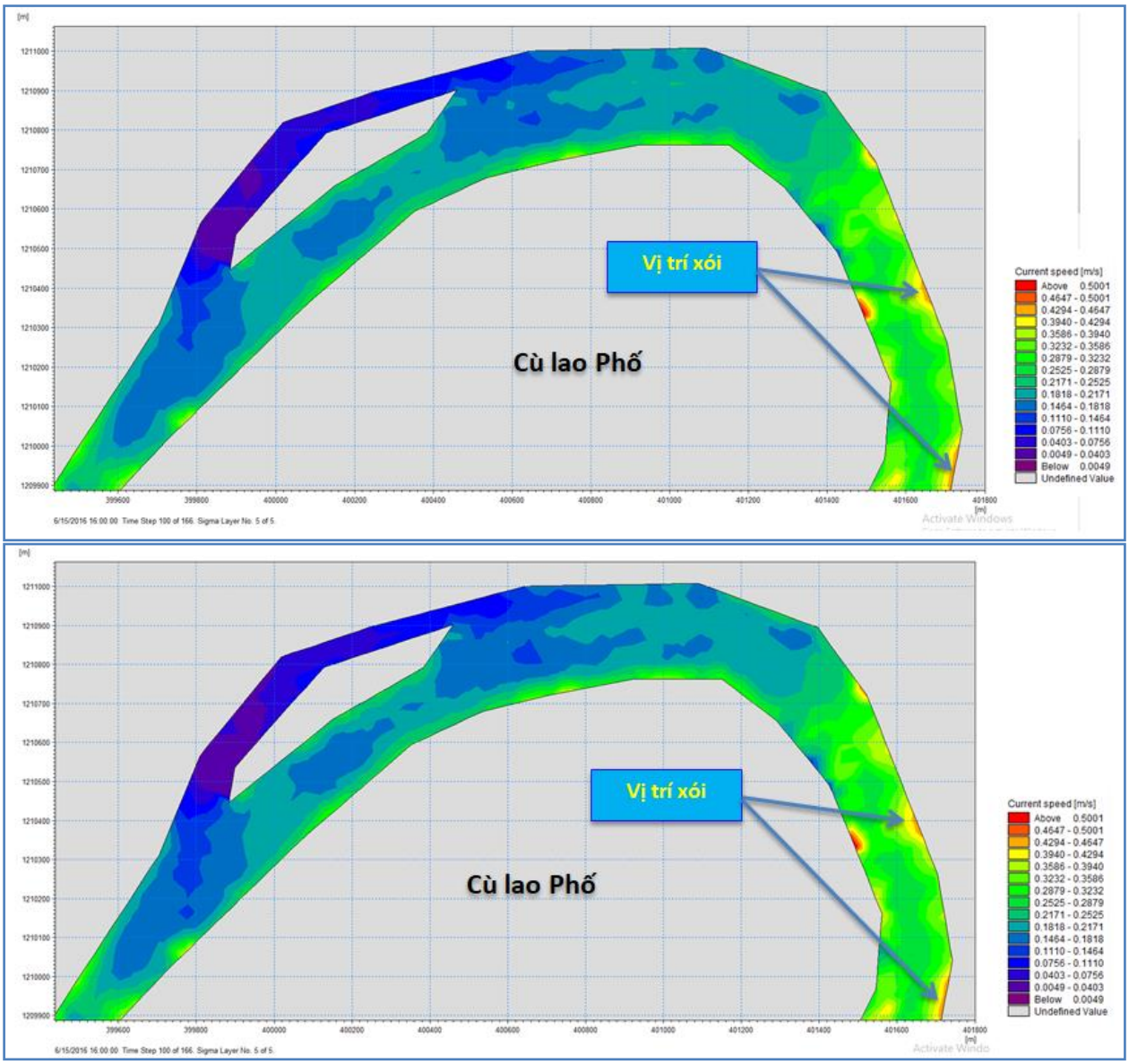






Ảnh hưởng của vận hành thủy điện đến diễn biến lòng dẫn vùng hạ lưu
Trên sông Đồng Nai:

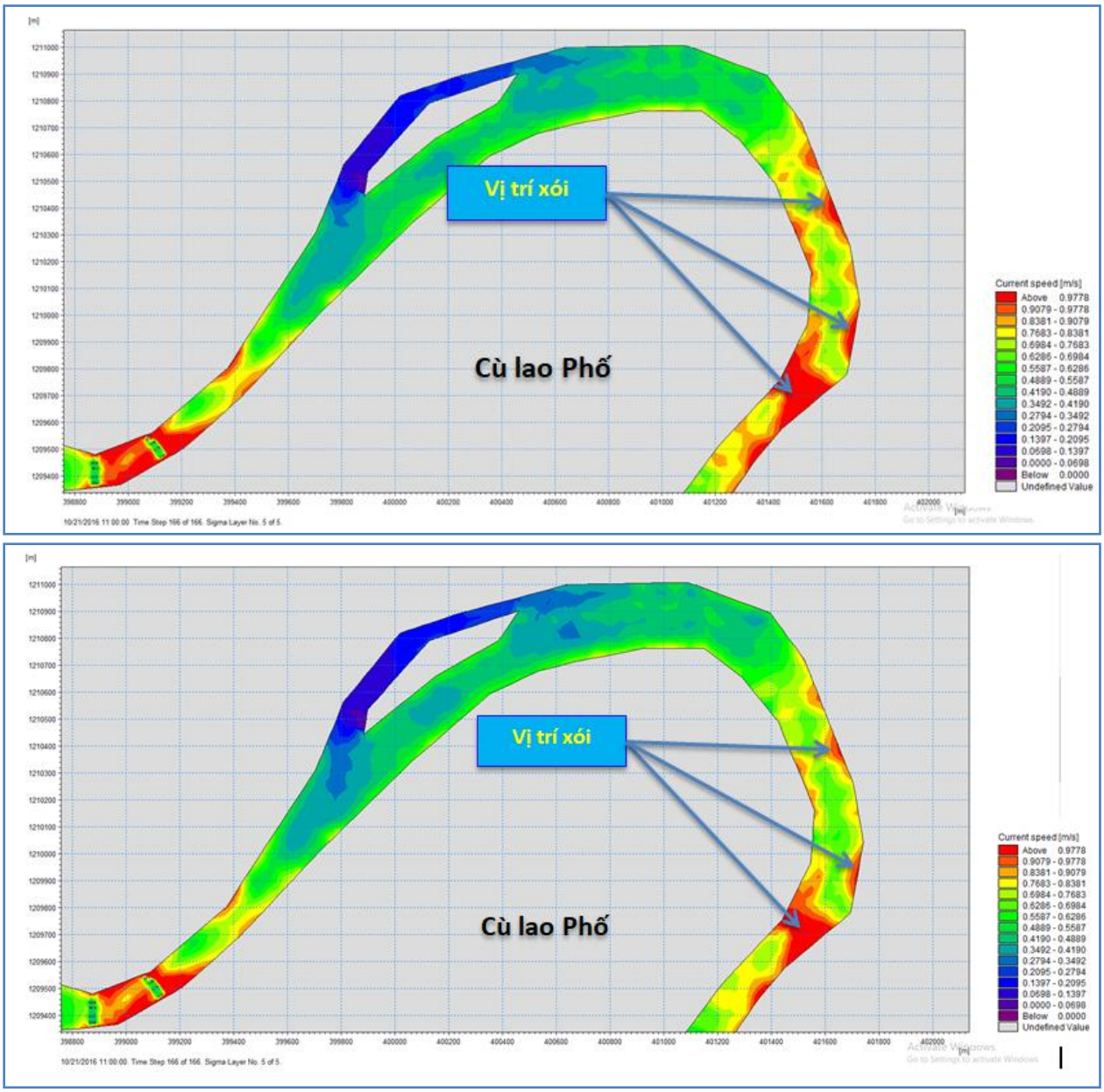
Kết quả mô phỏng trong thời gian mô phỏng tháng 6/2016 cho thấy trong trường hợp hồ vận hành với lưu lượng xả bằng lưu lượng dòng chảy đến, lũ đó coi như lhoong có hồ và trường hợp vận hành hồ theo thực tế. Vận tốc tính toán được vào khoảng (0,48-0,74) m/s. Do trong mùa khô lượng nước về hồ ít gần tương đương với lượng xả xuống hạ du cho nên không có sự chênh lệch đáng kể trước và sau khi có hồ Trị An.



Hình 3- 32. Phân bố lưu tốc dòng chảy tại vị trí đoạn sông cong khu vực cù lao Phố trong mùa kiệt năm 2016 khi không có hồ và có hồ xả lũ

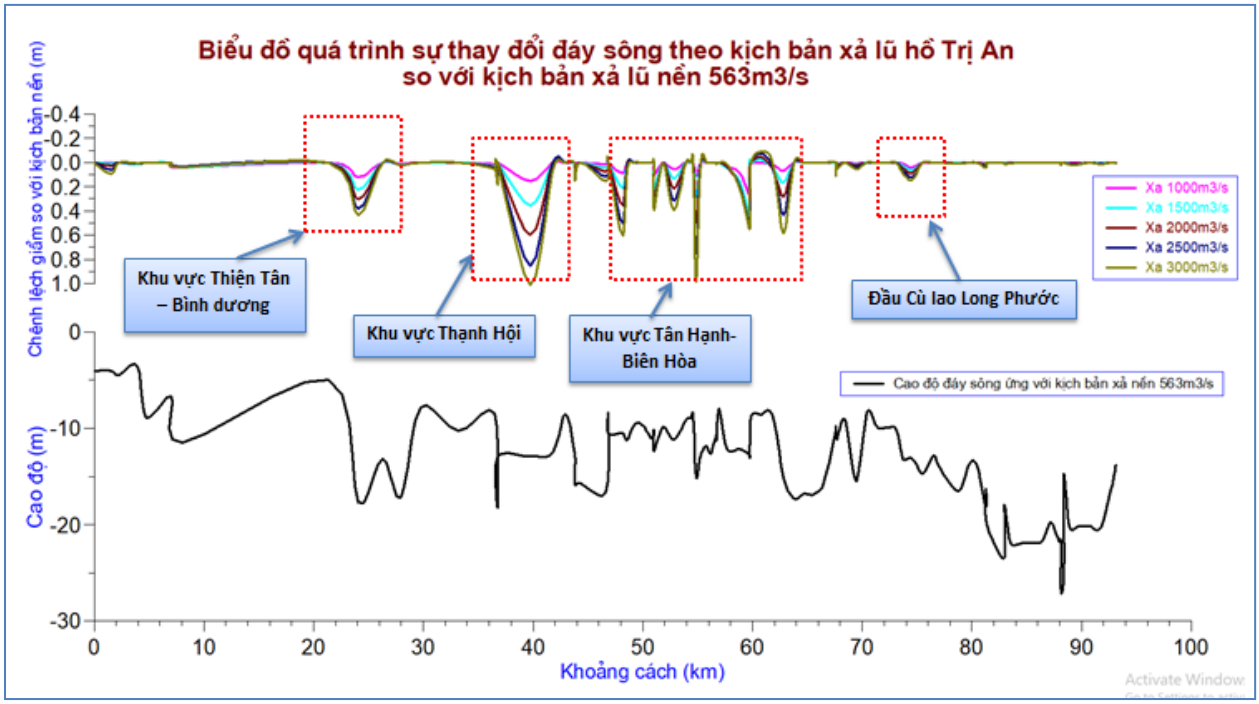
Trường hợp mùa lũ, lưu lượng xả nhỏ hơn lưu lượng đến hồ, hồ làm nhiệm vụ điều hành giảm lũ hạ du. Ngày 21/10/2016, Qđến = 1692m^3/s, Qx=846m^3/s. Một số trận lũ điển hình trên lưu vực có sự tham gia điều tiết cắt lũ của hồ Trị An như trong phụ lục báo cáo.

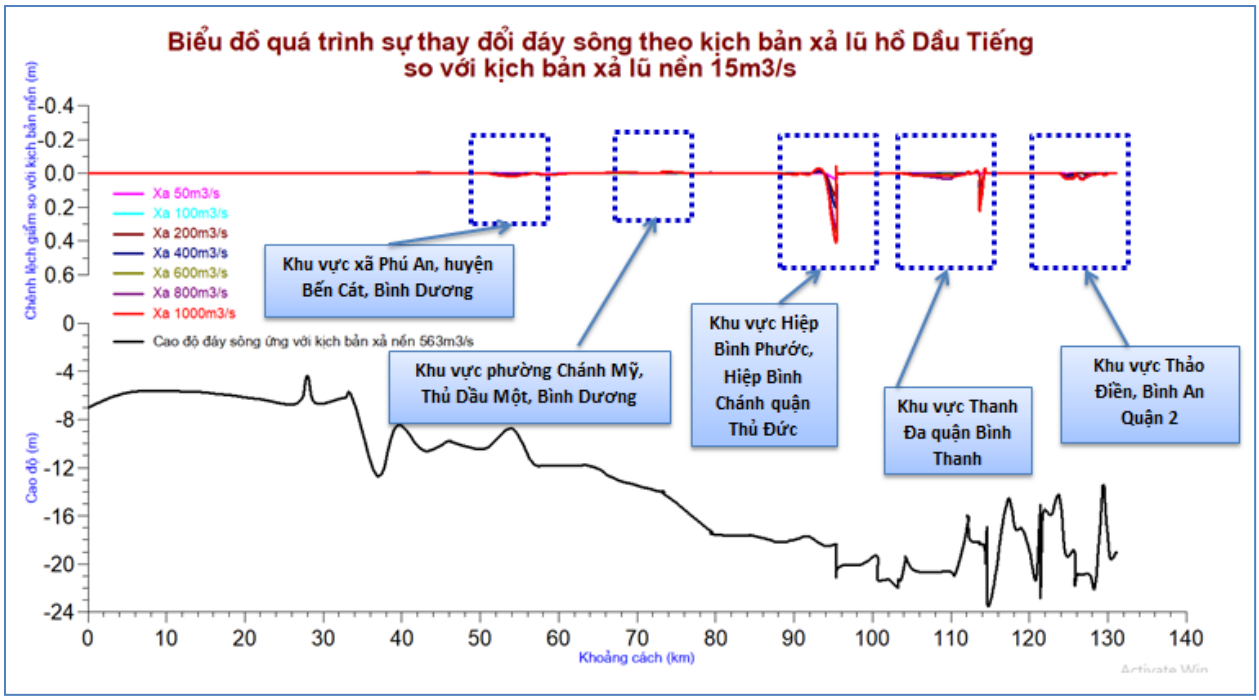
Kết quả mô phỏng cho thấy vận tốc dòng chảy lớn nhất khi chưa có hồ vị trí đoạn sông cong khu vực cù lao Phố khoảng 1,3m/s, sau khi có hồ thì vận tốc dòng chảy khoảng 0,8m/s, giảm gần 30% vận tốc dòng chảy làm giảm khả năng xói hạ du.



Hình 3- 33. Phân bố lưu tốc dòng chảy tại vị trí đoạn sông cong khu vực cù lao Phố trong mùa lũ năm 2016 khi có hồ và không có hồ xả lũ

Kết quả tính toán cho thấy, khi hồ Trị An điều tiết vận hành xả lũ 4.000m3/s trong mùa mưa lũ sẽ làm vận tốc dòng chảy tăng lên, vận tốc dòng chảy khu vực Cù lao Thạnh Hội khoảng 1,8m/s trên nhánh chính và 1,2m/s trên nhánh phụ, vận tốc dòng chảy lớn hơn [Vkx] sẽ gây xói mòn lớp đất dưới lòng sông, gây mất ổn định đường bờ và làm gia tăng khả năng sạt lở lớp đất này. Quá trình gây xói bờ lõm và bồi bên bờ lồi ngày càng xảy ra mạnh nếu cóa sự gia tăng lưu lượng xả từ hồ Trị An.





Ảnh hưởng của vận hành thủy điện đến chế độ bùn cát và trầm tích vùng hạ lưu

Hàm lượng phù sa (TSS) trong nước sông Đồng Nai dao động trong khoảng khá rộng từ (22 ÷ 240) mg/l. Giá trị TSS cao tại vùng thượng lưu trong mùa mưa (từ tháng VI đến tháng XI) và đạt đỉnh điểm vào tháng VIII, IX là tháng mưa nhiều nhất trong năm tại khu vực này. Sự gia tăng TSS trong nguồn nước có thể là do diện tích bề mặt che phủ giảm và tần suất sử dụng đất đang gia tăng tại khu vực thượng nguồn kết hợp với việc xây dựng các công trình tại vùng trung lưu và thượng lưu vực (bao gồm cả việc xây dựng các hồ chứa, khai thác cát trên sông và xây dựng các công trình dân sinh kinh tế khác,...).

Kết quả so sánh giá trị TSS tại Tà Lài (thượng lưu hồ Trị An) và Thiện Tân (hạ lưu hồ Trị An) cho thấy hàm lượng TSS đã giảm 2 – 4 lần khi qua hồ Trị An tương ứng với khoảng (20 ÷ 50) mg/l. Nếu áp dụng để tính toán với lưu lượng trung bình tại phía sau hồ Trị

An là 30m^3/s thì lượng TSS mất đi do hiện tượng sa lắng trong lòng hồ là (0,6 ÷ 1,5) g/s tương ứng với khoảng (20 ÷ 50) tấn/năm. Đây là một vấn đề cần quan tâm để bảo vệ tránh sa lắng bồi đắp lòng hồ, nâng cao hiệu suất hoạt động của hồ Trị An nói riêng và các các hồ chứa trong vùng.

Một số nhận xét.

Về mặt chế độ dòng chảy:

+ Về mùa kiệt: việc vận hành thủy điện Trị An có tác động không đáng kể đến chế độ dòng chảy vùng hạ du.

+ Về mùa lũ: việc vận hành hồ thủy điện Trị An có tác động rất lớn đến ngập lụt cũng như xói lở vùng hạ du, đặc biệt tại các đoạn sông cong, đoạn phân lưu nhập lưu. Hồ Trị An điều cắt lũ sẽ giảm lưu lượng dòng chảy về hạ du từ đó giảm vận tốc dòng chảy làm giảm đáng kể khả năng xói lở vùng hạ du. Tuy nhiên, khi xây dựng hồ Trị An lượng bùn các về hạ du giảm đáng kể khoảng (40÷50)% điều này đồng nghĩa với gia tăng xói lở bờ sông và lòng dẫn.

5. Do khai thác cát vượt ngưỡng cho phép

Theo số liệu thống kê hàng năm của Sở TN & MT tỉnh Đồng Nai cho thấy, sản lượng khai thác cát hàng năm từ năm 2010 – 2015 có xu hướng gia tăng. Sản lượng khai thác trung bình trong giai đoạn 2010 – 2015 là 297.436 m3 .

Bảng 4. Diễn biến sản lượng cát khai thác trên địa bàn tỉnh Đồng Nai 2010 – 2015

TT	Năm	Lượng khai thác (m^3)
1	2010	189.112
2	2011	157.406
3	2012	269.213
4	2013	362.15
5	2014	355.669
6	2015	451.064
Tổng cộng		**1.784.614**

Nguồn: Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh Đồng Nai, 2016

Hình 3- 34. Hoạt động khai thác cát trên sông Đồng Nai, xã Thanh Sơn, Định Quán

Các cơ sở, đơn vị được phép hoạt động khai thác trên địa bàn tỉnh Đồng Nai: Theo số liệu báo cáo của Sở TN&MT tỉnh Đồng Nai, tính đến năm 2016 trên địa bàn tỉnh có 04 đơn vị

được cấp phép khai thác cát tại 06 mỏ cát trên địa bàn tỉnh. Trong đó, có tổng cộng 40 ghe máy và 06 máy xúc để khai thác. Cụ thể thông tin về đơn vị được cấp phép khai thác cát như sau:

Bảng 3- 5. Các đơn vị được cấp phép khai thác cát trên địa bàn tỉnh Đồng Nai

TT	Đơn vị	Mỏ	Thiết kế khai thác	Ngày phê duyệt	Số lượng		Ghi chú
					Ghe	Máy xúc	
1	Cty TNHH MTV Đồng Tâm	Mỏ cát trị An 1	17/QĐ-SCT	2/6/2008	12	02	-
		Mỏ cát trị An 2	18/QĐ-SCT	2/6/2008	13	02	-
		Mỏ cát thượng nguồn sông ĐN	1701/QĐ-UBND	5/7/2011	06	-	Trong đó có 02 ghe dự phòng

TT	Đơn vị	Mỏ	Thiết kế khai thác	Ngày phê duyệt	Số lượng		Ghi chú
					Ghe	Máy xúc	
2	HTX Phú Thịnh	Mỏ cát sông ĐN	139/QĐ-SCT	10/10/2009	03	01	
3	HTX Phú Xuân	Mỏ cát Đạ Quay	2537/SXD-VLXD	24/10/2014	-	-	Chưa hoạt động
4	Cty Công trình giao thông ĐN	Mỏ cát Đắc Lua	1162/SXD-KTKT	6/7/2012	06	02	(Ghe+bơm hút)

Nguồn: Sở Tài nguyên Môi trường Tỉnh Đồng Nai, 2016.

Công nghệ khai thác cát: Nhìn chung, công nghệ khai thác hiện nay vẫn còn thô sơ. Các phương tiện khai thác chủ yếu sử dụng xáng cạp và tàu hút múc cát lên xà lan vận chuyển trục tiếp đến nơi tiêu thụ. Một số nơi nhiễm mặn, cát được khai thác lên và rửa qua nước ngọt để làm cát xây dựng. Đây là nguy cơ tiềm ẩn đối với các công trình xây dựng bởi vì hiện nay chưa có hệ thống kiểm tra chất lượng cát xây dựng (chủ yếu là hàm lượng muối mặn trong cát) dễ xảy ra hiện tượng lão hóa bê tông, ăn mòn cốt thép của các cấu kiện bê tông, giảm tuổi thọ các công trình.

Hình 3- 35. Một số phương tiện khai thác cát trên địa bàn tỉnh Đồng Nai - Quy hoạch thăm dò và khai thác cát trên địa bàn tỉnh Đồng Nai.

Theo báo cáo thuyết minh lập bản đồ địa chất khoáng sản của tỉnh Đồng Nai năm 2014, trên địa bàn tỉnh có tổng cộng 19 mỏ cát số lượng và kích thước các mỏ như bảng sau.

Bảng 3- 6: Thống kê các mỏ cát trên địa bàn tỉnh Đồng Nai

TT	Kích thước mỏ cát	Số lượng mỏ cát
1	Lớn	3
2	Trung bình	9
3	Nhỏ	7
	Tổng cộng	19

Nguồn: Báo cáo thuyết minh lập bản đồ địa chất khoáng sản tỉnh Đồng Nai 2014(Sở Tài nguyên môi trường tỉnh Đồng Nai 2014)

Theo quy hoạch thăm dò và khai thác khoáng sản 2016 – 2020, cát xây dựng có 09 mỏ với diện tích 471,09 ha, trữ lượng 4,95 triệu m3 . So với quy hoạch đến năm 2015 thì tăng 02 mỏ, tổng diện tích tăng 53,92 ha trong đó:

- Chuyển từ quy hoạch thăm dò khai thác sang quy hoạch khai thác 02 mỏ với diện tích 53,82 ha do đã thăm dò phê duyệt trữ lượng gồm có: mỏ thượng nguồn sông Đồng Nai 32,82 ha; mỏ Đạ Oai – Nam Cát Tiên 21 ha.

- Điều chỉnh tăng 0,1 ha đối với mỏ sông Đồng Nai cho phù hợp với kết quả thăm dò và đánh giá trữ lượng.

Quy hoạch cấp phép thăm dò giai đoạn 2016 – 2020: đối với cát xây dựng có 03 vị trí với diện tích 57 ha, tài nguyên dự báo khoảng 1,64 triệu m3 . So với quy hoạch đến năm 2015 thì giảm 01 vị trí, tổng diện tích giảm 82 ha trong đó:

- Bổ sung vào quy hoạch 02 vị trí, diện tích 37 ha gồm: xã Xuân Hòa, huyện Xuân Lộc 07 ha và xã Long An huyện Long Thành 30 ha.

- Chuyển từ quy hoạch thăm dò – khai thác sang quy hoạch khai thác 03 mỏ, diện tích 119 ha do các mỏ này đã thăm dò, phê duyệt trữ lượng nên chuyển sang quy hoạch khai thác trong giai đoạn 2010 – 2020, gồm: mỏ thượng nguồn Sông Đồng Nai 78 ha; mỏ Đạ Oai – Nam Cát Tiên 21 ha.

- Đưa ra khỏi quy hoạch 01 vị trí tại núi Chứa Chan, diện tích 20 ha do thuộc khu di tích danh lam thắng cảnh.

Bảng 3- 7. Quy hoạch khai thác cát xây dựng giai đoạn 2016 – 2020, tầm nhìn đến 2030

TT	**Tên mỏ**	**Số hiệu quy hoạch**	**Diện tích**	**Trữ lượng (triệu m3)**
1	Lòng hồ Trị An	HTA.C1-2	86.51	0.53
2	Lòng hồ Trị An	HTA.C2-2	75.06	0.42
3	Lòng hồ Trị An	HTA.C3-2	12.25	0.17
4	Sông Đồng Nai	SĐN.C1-2	65.6	0.78
5	Sông Đồng Nai	SĐN.C2-2	42.7	0.38
6	Sông La Ngà	SLN.C1-2	94.38	1.1
7	Sông La Ngà	SLN.C2-2	40.77	0.45
8	Thượng nguồn sông Đồng Nai	SĐN.C3-2	32.82	0.92
9	Sông Đạ Oai – Nam Cát Tiên	TP.C1-2	21	0.2
	Tổng cộng		471.09	4.95

Nguồn: Nghị quyết 184/2015/NQ-HĐND (Hội đồng nhân dân tỉnh Đồng Nai 2015)

Các hoạt động khai thác cát không phép, trái phép dù đã được kiểm tra, phát hiện kịp thời thời và xử lý nghiêm theo quy định, nhưng vẫn còn diễn ra phức tạp, chưa triệt để. Trong đó có nguyên nhân do các quy định về xủ lý vi phạm pháp luật trong lĩnh vực khoáng sản còn chưa đủ sức răn đe, chưa xử lý được các đối tượng tổ chức khai thác không phép. Theo thống kê của Sở TN & MT tỉnh Đồng Nai cho thấy trong giai đoạn từ năm 2011 – 2015 đã diễn ra 477 vụ khai thác cát trái phép với số tiền xử phạt lên tới 6.002.043.000 đồng tịch thu 351 phương tiện khai thác cát trái phép các loại. Nhìn chung, trong giai đoạn từ năm 2011 – 2015 có trung bình hơn 95 vụ vi phạm khai thác cát/năm và số lượng các vụ vi phạm đang có xu hướng gia tăng trong những năm gần đây.

Bảng 3- 8: Tình hình vi phạm khai thác cát trên địa bàn tỉnh Đồng Nai 2011-2015

TT	Năm	Số vụ vi phạm khai thác cát	Số tiền xử phạt (1.000 đồng)	Ghi chú
1	2011	43	801.000	
2	2012	138	710.168	Tịch thu 95 phương tiện bơm hút cát không phép
3	2013	43	826.550	Tịch thu 44 phương tiện bơm hút cát không phép
4	2014	111	2.320.275	Tịch thu 106 phương tiện các loại gồm xa cuốc, ghe bơm hút cát, máy bơm hút cát.

5	2015	142	1.344.050	Tịch thu 106 phương tiện các loại gồm xa cuốc, ghe bơm hút cát, máy bơm hút cát.
	Tổng cộng	477	6.002.043	Tịch thu 351 phương tiện khai thác cát các loại

Nguồn: Sở Tài nguyên môi trường Đồng Nai năm 2016

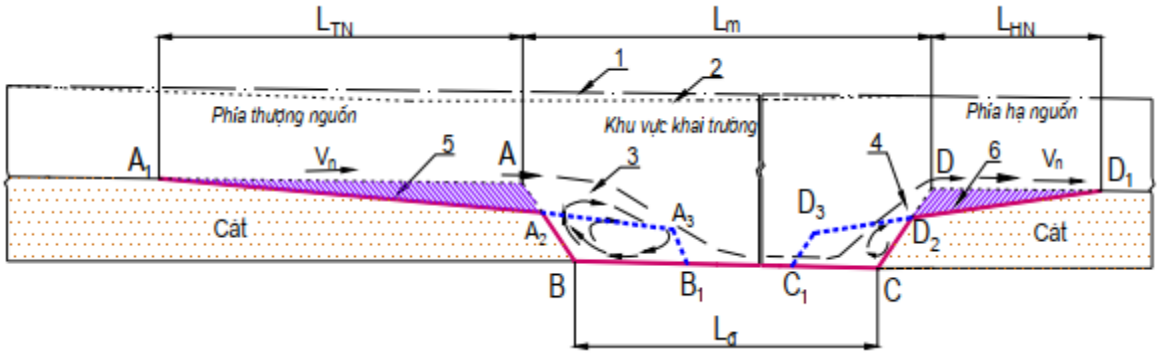
Trên địa bàn tỉnh Bình Dương, Giai đoạn từ 2004 đến 2010: Từ năm 2004 đến năm 2010 việc khai thác cát tại các bãi đều đã được dừng lại. Giai đoạn từ 2011 đến 2014: khai thác cát hoạt động trở lại trong đó có một số dự án nạo vét nâng cấp luồng giao thông thủy kết hợp khai thác tận thu sản phẩm được Bộ Giao thông Vận tải triển khai theo hình thức xã hội hóa. Tại khu vực Cù Lao Rùa có 02 dự án bao gồm (1): Dự án Nạo vét duy tu luồng sông Đồng Nai đoạn từ thượng lưu cầu Đồng Nai đến Km 47+050 do công ty Cổ phần Đầu tư Khai Thác Cảng làm nhà đầu tư và (2): Dự án Nạo vét duy tu luồng trên sông Đồng Nai đoạn từ Km 47+050 đến Km 65+ 500 do công ty Cổ phần xây dựng Đầu tư và Phát triển Cảng biển Tân Phú Thịnh làm nhà đầu tư thực hiện. Tuy nhiên, trong quá trình thực hiện đã gây sạt lở nghiêm trọng tại nhiều đoạn bờ sông thuộc TX Tân Uyên (TT Uyên Hưng, Cù Lao Bạch Đằng, Cù Lao Rùa…) nên chính quyền tỉnh Bình Dương, Đồng Nai đã đề nghị dừng các dự án này. Đến năm 2013 - 2014 Bộ Giao thông vận tải đã kiểm tra và cho Dừng dự án. Chưa có báo cáo chính thức và chính xác về khối lượng đã được thực hiện tại khu vực này. Giai đoạn từ 2015 đến nay: Không có dự án nạo vét hay khai thác cát chính thức nào được cấp phép và thực hiện.

Cơ sở lý thuyết về sự hình thành vùng xói lở lòng sông khi khai thác cát dưới lòng sông.

Khi khai thác các mỏ khoáng sàng sa khoáng nằm dưới lòng sông, dưới tác động của của hoạt động khai thác và động năng dòng chảy, đất đá xung quanh khai trường trong phạm vi nào đó sẽ bị phá hủy và dịch chuyển, tạo ra vùng xói lở về phía thượng nguồn và hạ nguồn.

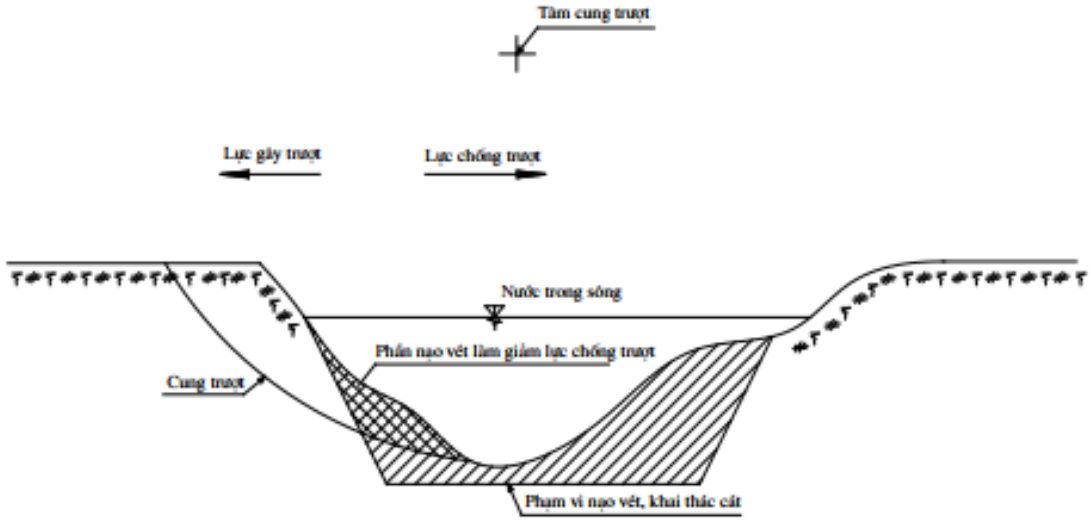
Hoạt động khai thác cát lòng sông gây ra tình trạng sạt lở bờ sông, bồi lắng lòng dẫn tại nhiều vị trí, gây khó khăn không nhỏ cho giao thông thủy và công tác cho thoát lũ. Nhiều đoạn sông bị suy thoái, hạ thấp mực nước vào mùa khô, gây khó khăn không nhỏ cho hàng loạt công trình lấy nước…

Khi khai thác cát, dưới tác động của của hoạt động khai thác và động năng dòng chảy, đất đá xung quanh khai trường trong phạm vi nào đó sẽ bị phá hủy và dịch chuyển, tạo ra vùng xói lở về phía thượng nguồn và hạ nguồn. Bên cạnh đó, hoạt động khai thác đã tạo ra các công trình nhân tạo (bờ mỏ, khai trường, bãi thải...) nằm dưới lòng sông, dẫn đến sự thay đổi chế độ dòng chảy.



Hình 3- 36. Sơ đồ hình thành vùng xói lở phía thượng nguồn và hạ nguồn khi khai thác cát1, 2 – mặt nước thủy tĩnh trước và sau khi khai thác; 3, 4 - vùng chuyển động xoáy tại ranh giới khai trường phía thượng nguồn và phía hạ nguồn; 5,6 – vùng xói lở phía thượng nguồn và phía hạ nguồn khai trường; ABCD – hình dạng khai trường thiết kế; $A_1A_2B_1C_1D_3D_1$ – hình dạng khai trường thực tế sau khi kết thúc khai thác.

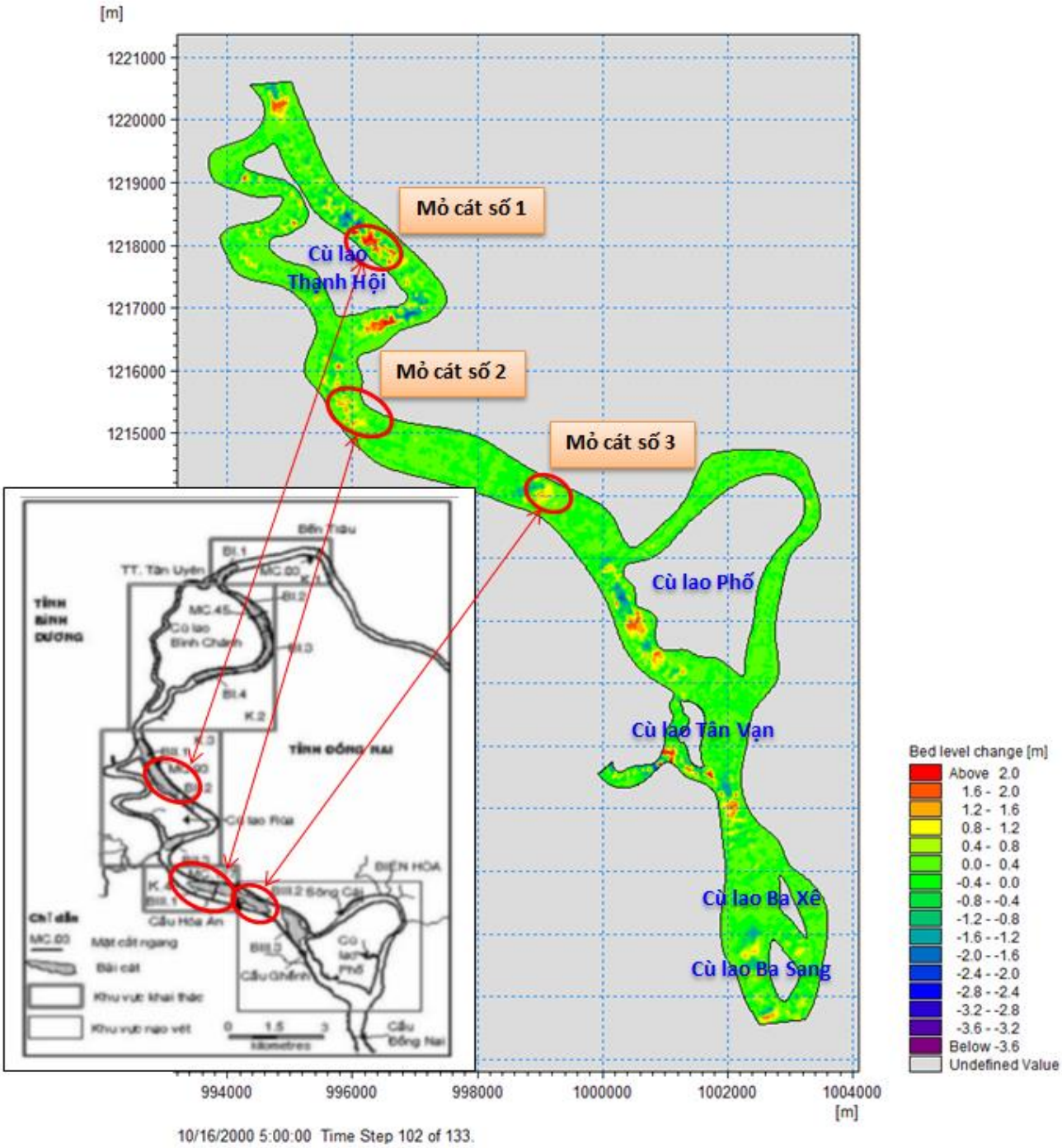
Như vậy, so với biên giới thiết kế ABCD, khai trường các mỏ dưới các lòng sông mở rộng biên giới mặt, nhưng lại thu hẹp biên giới đáy mỏ. Mức độ mở rộng (thu hẹp) bị chi phối bởi hình dạng và kích thước vùng xói lở phía thượng nguồn và hạ nguồn, mà vùng xói lở lại chịu ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên – kĩ thuật của từng mỏ cụ thể như: Tính chất cơ lý đá, kích thước cỡ hạt, tốc độ dòng chảy, công nghệ khai thác, trình tự khai thác.



Hình 3- 37: Nguyên nhân gây mất ổn định bờ sông do nạo vét, khai thác cát

Để đánh giá ảnh hưởng của việc khai thác cát đến diễn biến lòng dẫn, tài liệu về quy hoạch khai thác cát trên sông Đồng Nai của tỉnh Đồng Nai và Bình Dương được đưa vào để tính toán. Theo Nghị quyết 184/2015/NQ-HĐND ngày 11/12/2015 của HĐND tỉnh Đồng Nai về quy hoạch khoáng sản giai đoạn 2016-2020, tầm nhìn đến năm 2030, trên địa bàn tỉnh Đồng Nai diện tích quy hoạch các bãi cát khai thác là 471,09ha, trữ lượng là 4.95 triệu m^3, trong đó trên sông Đồng Nai là 141,12ha với trữ lượng khai thác là 2.08 triệu m^3. Theo quy hoạch khai thác và sử dụng khoáng sản làm vật liệu xây dựng thông thường tỉnh Bình Dương giai đoạn 2016-2020, tầm nhìn đến năm 2030 được UBND tỉnh Bình Dương phê duyệt tại quyết định số 2497/QĐ-UBND ngày 26/9/2016 thì việc khai thác cát chủ yếu là duy trì các mỏ đang khai thác phân bố ở Sông Bé (huyện Bắc Tân Uyên), suối Láng Loi và lòng hồ Dầu Tiếng với trữ lượng còn lại có thể khai thác là 0,269 triệu m^3. Ngoài ra, sẽ tiến hành quy hoạch thăm dò mới một số điểm mỏ như suối nhánh hồ Dầu Tiếng (Minh Hòa) với trữ lượng khoảng 2 triệu m^3 (giai đoạn 2016-2020 khoảng 0,5 triệu m^3); nhánh sông Cùng và sông Sài Gòn (Dầu Tiếng) với trữ lượng khoảng 1,5 triệu m^3.

Vị trí khai thác bãi cát theo quy hoạch và theo kết quả mô phỏng như sau:



Hình 3- 38: Vị trí khai thác cát khu vực sông Đồng Nai

Mục tiêu của việc tính toán mô phỏng vận chuyển bùn cát bằng mô hình MIKE3FM là nhằm đánh giá tác động của việc KTC tại các khu vực trọng điểm trên phương diện thủy động lực và hình thái lòng dẫn ứng với các kịch bản KTC khác nhau. Cụ thể là xem xét tác động của việc KTC đến khả năng làm thay đổi hình thái (gây ra xói, bồi) lòng dẫn ở đoạn sông nghiên cứu, những tác động tích cực và tiêu cực tổng thể trên đoạn sông, từ đó đề xuất kịch bản KTC hợp lý, điều chỉnh quy hoạch KTC và cuối cùng là đề xuất quy trình KTC hợp lý, giảm thiểu tác động tiêu cực đến các khu vực trọng điểm.

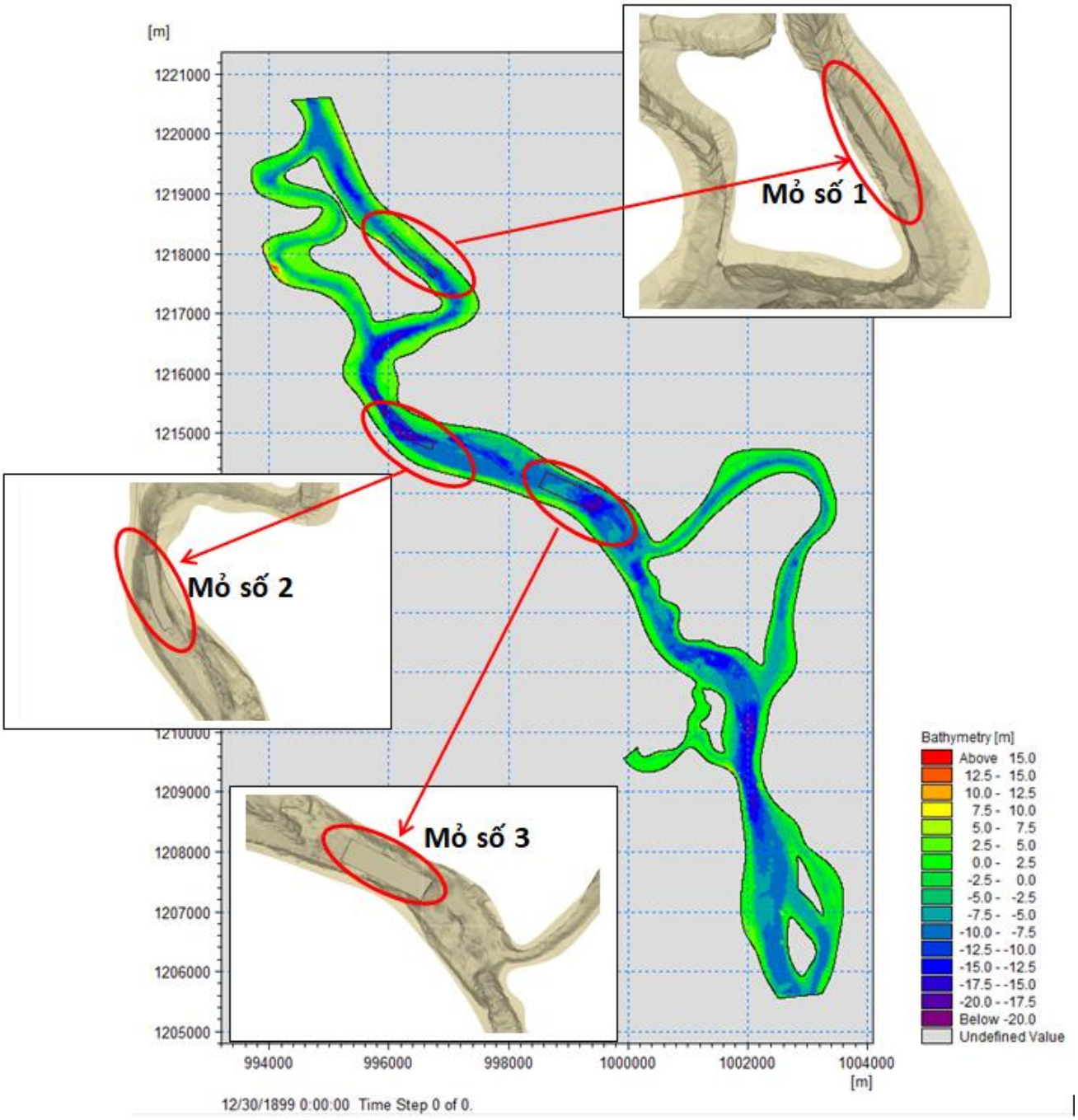
Theo quy hoạch khai thác cát tương ứng với độ sâu khai thác tối đa đến cao độ -8,0m, khoảng cách xa bờ 50m, các trường hợp được sử dụng để đánh giá tác động của việc khai thác cát đến biến đổi lòng dẫn như sau:

- Kịch bản 1: Chỉ KTC ở khu vực MC1 đến cao trình -8m (theo quy hoạch).
- Kịch bản 2: Chỉ KTC ở khu vực MC2 đến cao trình -8m (theo quy hoạch).
- Kịch bản 3: Chỉ KTC ở khu vực MC3 đến cao trình -8m (theo quy hoạch)
- Kịch bản 4: Khai thác đồng thời ở 2 khu vực MC1 + MC2 (theo quy hoạch)
- Kịch bản 5: Khai thác đồng thời ở 3 khu vực MC1 + MC2 + MC3 (theo quy hoạch).
- Kịch bản 6: Chỉ KTC ở khu vực MC1 đến cao trình -8m (không theo quy hoạch chênh vượt cho phép 20%).
- Kịch bản 7: Chỉ KTC ở khu vực MC2 đến cao trình -8m (không theo quy hoạch chênh vượt cho phép 20%).
- Kịch bản 8: Chỉ KTC ở khu vực MC3 đến cao trình -8m (không theo quy hoạch chênh vượt cho phép 20%).
- Kịch bản 9: Khai thác đồng thời ở 2 khu vực MC1 + MC2 (không theo quy hoạch chênh vượt cho phép 20%).
- Kịch bản 10: Khai thác đồng thời ở 3 khu vực MC1 + MC2 + MC3 (không theo quy hoạch chênh vượt cho phép 20%).

Phạm vi cho phép khai thác với chiều dày khai khai thác từ đáy sâu thêm 5m, chiều rộng khai thác lớn nhất cách xa bờ 100m. Chiều dài khai thác lớn nhất 1000m. Trường hợp khai thác vượt phạm vi nêu trên được coi lại khai thác quá mức quy định cho phép. Ở đây tính toán với trường hợp khai thác chiều rộng khai thác lớn nhất cách xa bờ 50m và chiều dài khai thác lớn nhất là 1500m.

Thời gian mô phỏng được chọn là năm 2000 vì đây là năm có lũ lớn, các tác động của việc khai thác cát trong mùa lũ nếu có đến chế độ thủy động lực và hình thái sẽ rất lớn.

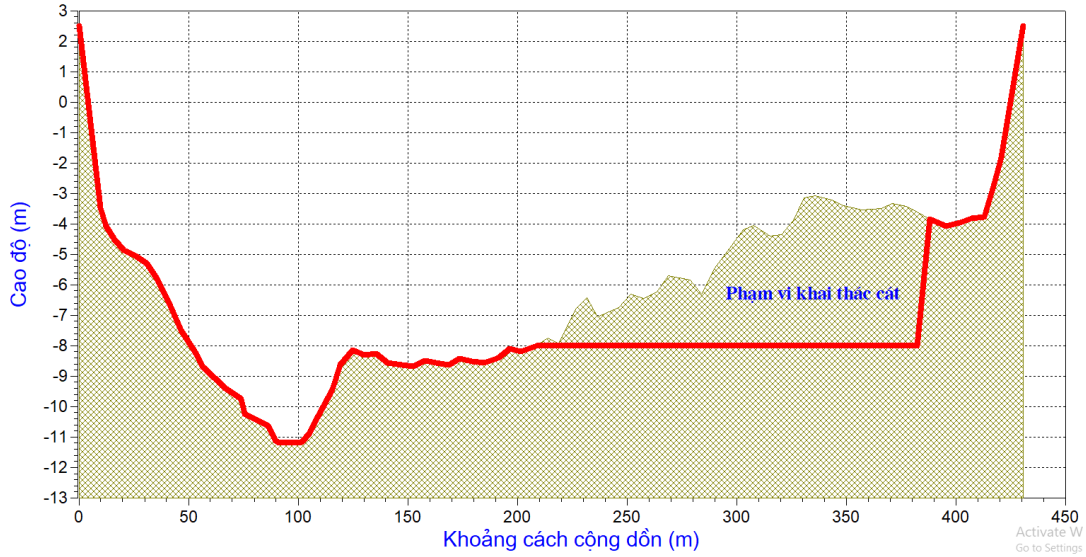
Địa hình đoạn sông khi khai thác cát theo các kịch bản tính toán như trên như sau:



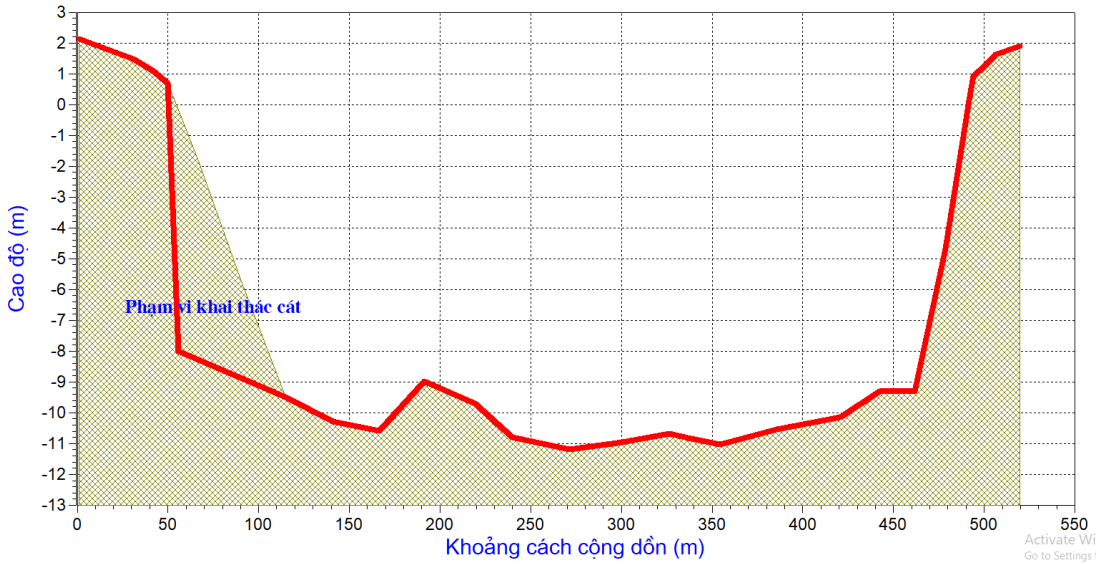
Hình 3- 39: Địa hình đoạn sông khi khai thác cát

Mặt cắt điển hình nạo vét khai thác cát tại mỏ số 1, số 2 và số 3 như sau:

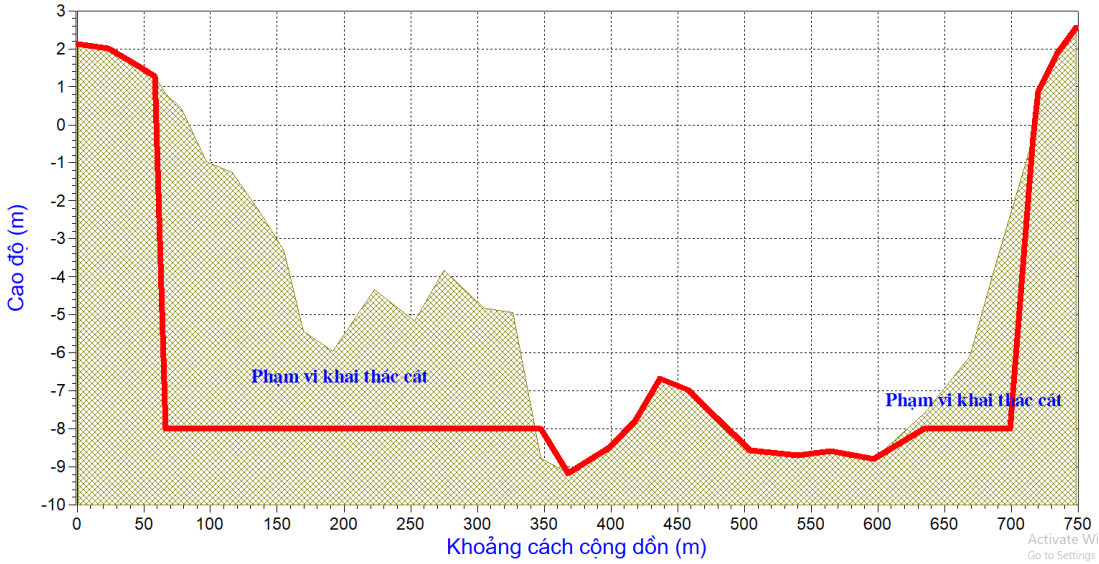
Mặt cắt điển hình khai thác cát tại mỏ cát số 1



Mặt cắt điển hình khai thác cát tại mỏ cát số 2



Mặt cắt điển hình khai thác cát tại mỏ cát số 3



6. Do hoạt động giao thông thủy

Dưới tác động của sóng do thuyền bè qua lại gây ra, đất mái bờ bị phá vỡ, bị bào xói rồi lôi kéo đi nơi khác. Trong trường hợp các tác động này xảy ra trong thời gian mùa lũ, mực nước cao thì xói lở chủ yếu diễn ra phía trên bề mặt mái bờ sông rạch. Khối đất mỗi một đợt sạt lở thường không lớn. Trường hợp các tác động của sóng thuyền bè xảy ra vào thời kỳ mùa kiệt, mực nước thấp thì xói lở mái bờ chủ yếu diễn ra trên mực nước thấp tạo thành hàm ếch, làm giảm dần ổn định mái bờ. Khi gặp mưa hay một tác nhân nào đó làm gia tăng tải trọng khối đất trên hàm ếch, khối đất sẽ hình thành nhiều vết nứt, trước khi sụt lở, tan rã rớt từng mảng nhỏ xuống lòng sông.

Khu vực sông Đồng Nai, Sài Gòn đoạn sông nghiên cứu có mật độ tàu thuyền đi lại nhiều, có các bến du lịch nội địa hoạt động, tàu thuyền chạy trên sông đã tạo nên những đợt sóng vỗ vào bờ, làm gia tăng mức độ xói lở bờ. Dưới tác động của sóng (áp lực sóng) mái bờ sông bị phá vỡ kết cấu, các hạt bùn cát thuộc bộ phận của lòng dẫn bị tách rời và vận chuyển đi nơi khác, nếu quá trình trên diễn ra lâu dài, liên tục chân mái bờ sẽ bị xói tạo thành hàm ếch dẫn đến khối đất bờ mất ổn định và sụp lở. Tốc độ dòng chảy lớn nhất của sóng đuôi tàu lớn hơn vận tốc khởi động bùn cát của bờ sông ([Vkx]b = (0,12 -:- 0,26)m/s). Đối với dòng chảy ngược ở hầu hết các tàu có tải trọng từ 300 Tấn trở lên đều có tốc độ dòng chảy ngược lớn nhất gần bờ gấp 1,5 – 5 lần so với vận tốc khởi động bùn cát lòng dẫn, gây xói lở bờ. Tuy nhiên tải trọng tàu lớn nhất khoảng 100 tấn – 200 tấn, chiều dài tàu tối đa khoảng 14m-20m nên tác động gia tăng mức độ xói lở do sóng tàu không nhiều.

Hình 3- 40: Mật độ tàu thuyền đi lại trên sông khu vực sông Đồng Nai (hình ảnh ngày 14/1/2015)

Tàu chở hàng vào cảng trên rạch Bà Lồ cạnh hộ gia đình Hoàng Công Nương ((X;Y) = (10.905302; 106.832695)). Địa chỉ: 12/09 khu phố Quyết Thắng, phường Bình Thắng, thị xã Dĩ An, Bình Dương (Thực địa 8/2018)	Tàu chạy trên rạch Bà Lồ cạnh hộ gia đình Triều Thị Đa ((X;Y) = (10.905317; 106.832558)) Địa chỉ: 564/08 khu phố Quyết Thắng, phường Bình Thắng, thị xã Dĩ An, Bình Dương

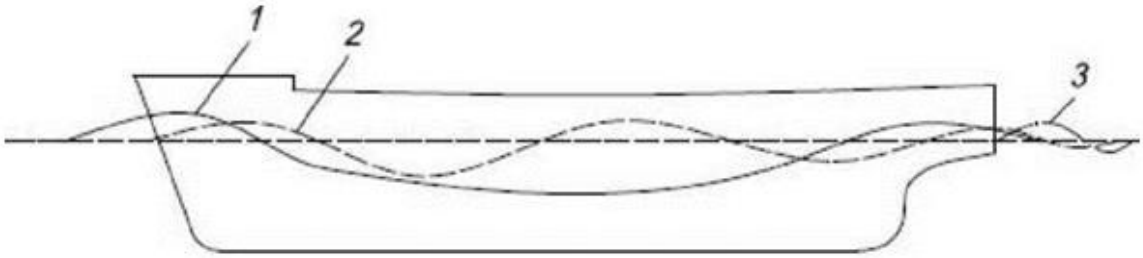
Hình 3- 41: Tàu thuyền đi lại trên sông Đồng Nai

Tàu chở hàng cát trên sông Sài Gòn (Thực địa 4/2019)	Tàu chở hàng cát trên sông Sài Gòn (Thực địa 4/2019)

Hình 3- 42: Tàu thuyền đi lại trên sông Sài Gòn

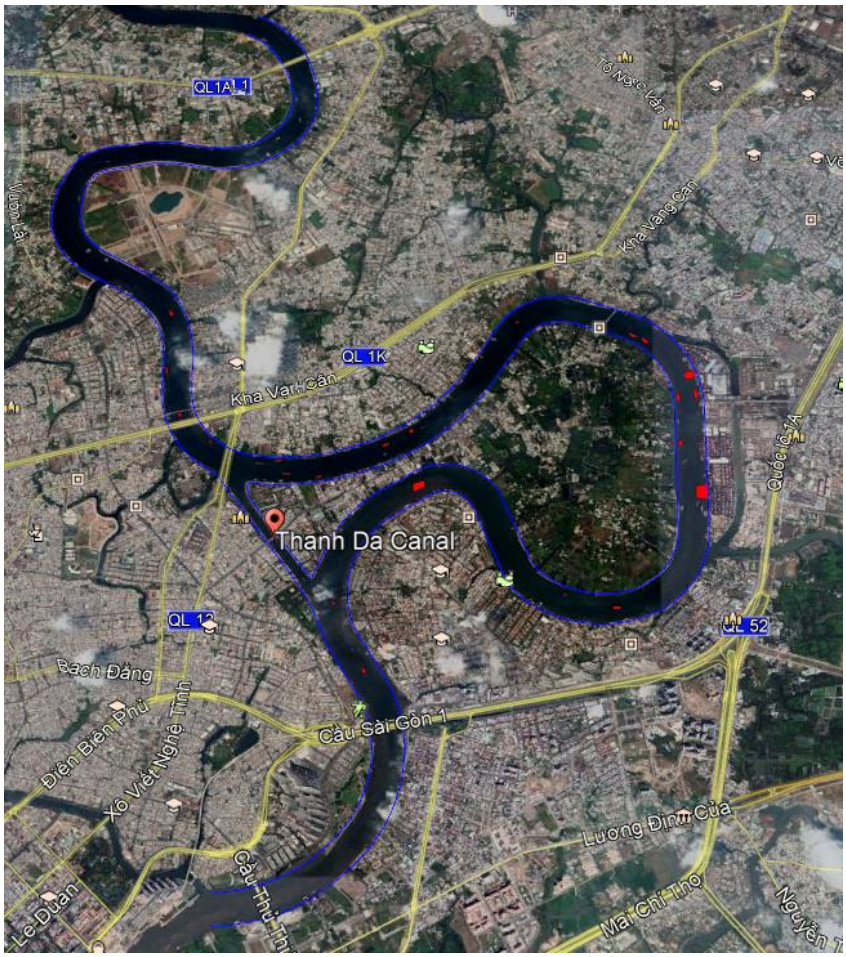
Sóng do tàu thuyền đi lại trên sông cũng có thể là nguyên nhân gây sạt lở bờ sông. Khi tàu chuyển động tạo ra sức căng bề mặt chất lỏng, phần chất ở phía mũi tàu bị căng nhiều nhất, kích thước phần này theo hướng di chuyển của tàu có thể lớn gấp vài lần chiều dài tàu. Mặt thoáng không ngăn cản được hạt lỏng di chuyển theo hướng thẳng đứng, nên theo phương trình Becnuli khi tàu chuyển động trong nước, ở vùng mũi và đuôi áp lực tăng lên làm mặt nước dâng lên, còn ở phần giữa tàu áp lực giảm xuống làm mặt nước hạ xuống ứng với đường 1. Dưới tác dụng của trọng lực và sức căng bề mặt các hạt lỏng nằm xung quanh tàu mất thế cân bằng bắt đầu thực hiện các dao động. Do tác dụng của lực quán tính các pha của chúng bị giảm so với các kích thích cơ bản, các dao động đó tương ứng là đường 2 và đường 3 có nguồn lùi, làm mặt thoáng biến dạng lặp đi lặp lại. Do kết hợp các loại biến dạng mặt thoáng, mà ở phần mũi nước dâng lên gọi là đỉnh sóng và phần giữa tàu nước tụt xuống gọi là bụng sóng. Toàn bộ vùng mặt nước biến dạng đó có đặc điểm của sóng dài và được xác định như là một nguồn

sóng sinh ra sóng tàu. Trên luồng sông hẹp, vùng nước hạ thấp trải dài trên toàn bộ chiều rộng luồng. Trên các luồng sông rộng vùng trên giảm dần theo khoảng cách tới tàu.



Hình 3- 43: Sự tạo thành sóng tàu

Tải trọng của sóng do tàu thuyền được xác định theo hướng dẫn thiết kế kênh chạy tàu nội địa, chúng tôi đã tiến hành tính toán các tải trọng thủy lực do tàu thuyền gây ra ở khu vực nghiên cứu như sau:



Hình 3- 44: Ví dụ phạm vi xác định tính toán tác động của sóng tàu

Bảng 3- 9. Tính toán sóng tàu khu vực nghiên cứu

THÔNG SỐ	KÝ HIỆU	LOẠI TÀU CÓ TẢI TRỌNG (TẤN)							
		300	400	500	600	700	800	900	1000
Chiều dài tàu (m)	L_s	32	36,22	43,6	43,2	45	37,3	49	52
Chiều rộng tàu (m)	B_s	9,2	10,72	7,7	8,7	9,2	10,7	9,4	9,85
Mớn nước tàu (m)	T_s	1,58	1,93	2,65	2,82	2,9	2,75	2,95	3,25
Khoảng cách giữa trục tàu và trục sông (m)	y	135,4	134,6	136,2	135,7	135,4	134,7	135,3	135,1

THÔNG SỐ	KÝ HIỆU	LOẠI TÀU CÓ TẢI TRỌNG (TẤN)							
		300	**400**	**500**	**600**	**700**	**800**	**900**	**1000**
Chiều dài tàu (m)	L_s	32	36,22	43,6	43,2	45	37,3	49	52
Chiều rộng tàu (m)	B_s	9,2	10,72	7,7	8,7	9,2	10,7	9,4	9,85
Mớn nước tàu (m)	T_s	1,58	1,93	2,65	2,82	2,9	2,75	2,95	3,25
K.c giữa mép bên tàu và mái bờ sông (m)	y_s	50	50	50	50	50	50	50	50
Hệ số mái bờ sông	m	**0,5**	**0,5**	**0,5**	**0,5**	**0,5**	**0,5**	**0,5**	**0,5**
Độ sâu kênh (m)	h	10	10	10	10	10	10	10	10
Chiều rộng đáy kênh (m)	b_b	280	280	280	280	280	280	280	280
Chiều rộng kênh tại mực nước (m)	b_w	290	290	290	290	290	290	290	290
Hệ số chiều rộng tàu [=1(nội địa),0.9(dịch vụ, kéo)]	C_m	1	1	1	1	1	1	1	1
Diện tích ướt của kênh (m2)	A_c	2850	2850	2850	2850	2850	2850	2850	2850
Diện tích ướt của tàu (m2)	A_m	14,54	20,69	20,41	24,53	26,68	29,43	27,73	32,01
Tính vận tốc giới hạn tàu theo 2 công thức:									
Công thức Vmax trên nước sâu (p.84- HDTKKCTNĐ)	V_L	7,070	7,522	8,253	8,215	8,384	7,633	8,749	9,013
Công thức balamin & Bykov (p.81- HDTKKCTNĐ)	V_L	9,005	8,841	8,848	8,751	8,703	8,646	8,681	8,594
Tính vận tốc thực tế của tàu (m/s) : $V_S=0.75V_L$	V_s	5,303	5,641	6,190	6,161	6,288	5,725	6,511	6,445
Tính độ hạ thấp mực nước Dh (m, thử dần)									
Độ hạ thấp mực nước giả thiết	**Dh**	**0,035**	**0,052**	**0,073**	**0,105**	**0,182**	**0,395**	**0,395**	**0,395**
Diện tích cắt ướt kênh sau khi có Dh(m2)	A*c	2825,3	2814,2	2808,4	2795,0	2770,6	2706,1	2707,8	2703,5
$\alpha_s = 1.4-0.4V_s/V_L$	α_s	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
Độ hạ thấp mực nước tính toán	Dh	0,171	0,208	0,259	0,278	0,330	0,368	0,472	0,471
Tính dòng chảy ngược Ur (m/s) =Vs(Ac/Ac*-1)	**Ur**	**0,046**	**0,072**	**0,092**	**0,121**	**0,180**	**0,304**	**0,342**	**0,349**
Tính độ hạ thấp mực nước lớn nhất Dh^ (m)	b_w/L_s	9,063	8,007	6,651	6,713	6,444	7,775	5,918	5,577
A^*_w= yh/Ac	A^*_w	0,475	0,472	0,478	0,476	0,475	0,472	0,475	0,474
Độ hạ thấp mực nước lớn nhất Dh^ (m)	**Dh^**	**0,102**	**0,150**	**0,212**	**0,305**	**0,528**	**1,141**	**1,145**	**1,144**
Tính dòng chảy ngược lớn nhất Ur^ (m/s)	**Ur^**	**0,112**	**0,173**	**0,223**	**0,294**	**0,437**	**0,736**	**0,829**	**0,846**
Tính sóng mũi tàu (m)	**Dh_f**	**0,105**	**0,155**	**0,220**	**0,315**	**0,546**	**1,181**	**1,185**	**1,183**
Độ dốc sóng mũi tàu	**i_f**	**0,003**	**0,005**	**0,007**	**0,009**	**0,016**	**0,035**	**0,036**	**0,036**
Tính sóng đuôi tàu (m) Zmax=1.5Dh^	**Z_{max}**	**0,152**	**0,225**	**0,319**	**0,457**	**0,792**	**1,712**	**1,718**	**1,716**
Hệ số	c2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Zo=0.16(0.5bw-0.5bs-y)-c2	Z_0	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
i_{max}=Zmax/Zo	**i_{max}**	**0,254**	**0,376**	**0,531**	**0,762**	**1,320**	**2,854**	**2,863**	**2,860**
Tỷ trọng tương đối của đất (r_r/r_w)-1	D	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Độ gồ ghề của vật liệu bờ lấy = Đường kính đất D50	D50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Tốc độ dòng chảy lớn nhất trong sóng đuôi tàu (m/s)	**Umax**	**0,795**	**0,846**	**0,928**	**0,773**	**3,111**	**4,388**	**4,995**	**4,943**
Tính sóng thứ cấp									
Khoảng cách dọc theo đỉnh sóng giữa mái kênh và tàu	s	151,2	151,2	151,2	151,2	151,2	151,2	151,2	151,2

THÔNG SỐ	KÝ HIỆU	LOẠI TÀU CÓ TẢI TRỌNG (TẤN)							
		300	**400**	**500**	**600**	**700**	**800**	**900**	**1000**
Chiều dài tàu (m)	Ls	32	36,22	43,6	43,2	45	37,3	49	52
Chiều rộng tàu (m)	Bs	9,2	10,72	7,7	8,7	9,2	10,7	9,4	9,85
Mớn nước tàu (m)	Ts	1,58	1,93	2,65	2,82	2,9	2,75	2,95	3,25
Chiều cao sóng thứ cấp (m)	**Hi**	**1,159**	**1,312**	**1,579**	**1,565**	**1,630**	**1,351**	**1,747**	**1,712**
Chiều dài sóng thứ cấp (m)	**Li**	**12,00**	**13,58**	**16,35**	**16,20**	**16,87**	**13,98**	**18,09**	**17,72**
Chu kỳ sóng thứ cấp (s)	**Ti**	**2,757**	**2,933**	**3,218**	**3,203**	**3,269**	**2,976**	**3,385**	**3,351**
Tính dòng xoáy do chân vịt (m/s)									
Công suất máy tàu (kw)	P	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Dung trọng nước (kg/m3)	□w	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Đường kính ban đầu của dòng xoáy (m)	Do=0.7 Ts	1,106	1,351	1,855	1,974	2,03	1,925	2,065	2,275
Đường kính hiệu qủa của chân vịt (m)	Dp=0.7 Do	0,77	0,95	1,30	1,38	1,42	1,35	1,45	1,59
Khoảng cách giữa trục chân vịt và đáy sông (m)	Zp	2	2	2	2	2	2	2	2
	□p	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Up	0,247	0,344	0,582	0,645	0,676	0,619	0,695	0,816

Các lọai tàu có tải trọng từ 300 Tấn trở lên khi chạy trên sông Đồng Nai khu vực nghiên cứu đều có tốc độ dòng chảy lớn nhất của sóng đuôi tàu lớn hơn vận tốc khởi động bùn cát của bờ sông ([Vkx]b = (0,12 -:- 0,26)m/s). Đối với dòng chảy ngược ở hầu hết các tàu có tải trọng từ 300 Tấn trở lên đều có tốc độ dòng chảy ngược lớn nhất gần bờ gấp 1,5 – 5 lần so với vận tốc khởi động bùn cát lòng dẫn. Như vậy sóng do tàu thuyền lưu thông trên sông là một trong những nguyên nhân gây nên hiện tượng sạt lở bờ sông trên địa bàn khu vực nghiên cứu. Đặc biệt là tại nhánh sông chính khi hiện nay đây đang là luồng giao thông thủy chính với mật độ tàu thuyền lớn.

3.5.3. Tổng hợp phân tích các nguyên nhân và cơ chế sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

Qua kết quả tính toán tổng thể cơ chế bồi xói sông Đồng Nai khu vực nghiên cứu bằng mô hình toán thủy lực một chiều MIKE 11, mô thủy lực ba chiều MIKE3FM, kiểm tra ổn định mái dốc, kết hợp với điều kiện địa hình, địa chất và điều tra tình trạng khai thác cát, giao thông thủy tại từng vị trí, tiến hành phân tích, đánh giá và tổng hợp các nguyên nhân, cơ chế sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai như sau:

Bảng 3- 10. Bảng tổng hợp và tổ hợp các yếu tố chính gây ra hiện tượng sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
1	Đoạn xã Dầu Tiếng	sông Sài Gòn	10÷735	100	2	0.167	200	0.729	0.80	1.295	0.613	3.610	0.247	-0.20	-0.05	-0.20	-0.15	0.171	-0.22	Bình thường
2	khu vực nhà thờ Fatima, phường Hiệp Bình Chánh	sông Sài Gòn	300	300	10	0.833	3000	0.659	0.86	0.773	0.854	2.982	0.005	-0.20	-0.10	-0.30	-0.20	0.854	-0.21	Nguy hiểm
3	khu phố 1, phường Hiệp Bình Chánh	sông Sài Gòn	250	250	10	0.833	2500	0.642	0.91	0.843	0.767	2.959	0.009	-0.20	-0.10	-0.30	-0.20	0.917	-0.21	Nguy hiểm
4	ngã ba sông Sài Gòn - thượng lưu sông Thanh Đa đến xưởng cơ khí Tiền Phong	sông Sài Gòn	2797	2797	19	1.583	53143	0.726	0.89	0.768	0.945	0.863	0.043	-0.15	-0.06	-0.21	-0.15	1.742	-0.17	Rất nguy hiểm

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
5	khu vực kí túc xá Đại học nghệ thuật, phường Hiệp Bình Chánh	sông Sài Gòn	150	150	5	0.417	750	0.620	0.89	0.751	0.779	1.598	0.004	-0.20	-0.10	-0.30	-0.20	0.458	-0.21	Nguy hiểm
6	Từ xưởng cơ khí Tiền Phong đến ngã ba rạch Chùa	sông Sài Gòn	4270	4270	19	1.583	81130	0.700	0.89	0.837	0.259	1.405	0.009	-0.20	-0.10	-0.30	-0.20	1.742	-0.23	Rất nguy hiểm
7	Rạch Chùa đến ngã ba sông Sài Gòn - hạ lưu kênh Thanh Đa	sông Sài Gòn	2772	2772	19	1.583	52668	0.736	0.93	0.799	0.281	1.196	0.031	-0.10	-0.05	-0.20	-0.11	1.663	-0.12	Rất nguy hiểm
8	nhà 16/5 đến 16/13 Nguyễn Văn Hường, phường Thảo Điền	sông Sài Gòn	350	350	10	0.833	3500	0.628	0.94	0.999	0.338	1.528	0.000	-0.10	-0.05	-0.20	-0.11	0.875	-0.11	Nguy hiểm

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
9	Sông Sài Gòn, phường Bình An	sông Sài Gòn	100	100	10	0.833	1000	0.633	0.80	0.816	0.068	2.786	0.091	-0.50	-0.30	-0.60	-0.45	0.917	-0.53	Nguy hiểm
10	Khu vực xã Thanh An	sông Sài Gòn	10÷735	735	30	2.500	22050	0.720	0.90	1.532	0.147	2.579	0.638	-0.20	-0.05	-0.20	-0.15	2.750	-0.23	Rất nguy hiểm
11	Khu vực xã Thanh Tuyền	sông Sài Gòn	10÷735	735	30	2.500	22050	0.749	0.82	1.054	0.209	0.784	0.427	-0.30	-0.15	-0.40	-0.31	2.625	-0.35	Rất nguy hiểm
12	Khu vực xã An Tây	sông Sài Gòn	50÷500	500	10	0.833	5000	0.654	0.88	0.952	0.258	1.552	0.506	-0.30	-0.15	-0.40	-0.31	0.875	-0.32	Nguy hiểm
13	Khu vực xã Phú An	sông Sài Gòn	50÷500	500	10	0.833	5000	0.650	0.88	0.753	0.256	0.841	0.191	-0.30	-0.15	-0.40	-0.31	0.875	-0.32	Nguy hiểm
14	Khu quy hoạch HUD thuộc Mỹ Hảo 2, phường Chánh Mỹ	sông Sài Gòn	50	50	10	0.833	500	0.656	0.93	0.648	0.204	3.183	0.036	-0.10	-0.05	-0.20	-0.15	0.875	-0.11	Nguy hiểm

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
15	Thuộc quy hoạch Ecovilas , phường Tương Bình Hiệp	sông Sài Gòn	6	6	10	0.833	60	0.638	0.86	0.732	0.615	2.927	0.268	-0.15	-0.06	-0.25	-0.13	0.875	-0.16	Nguy hiểm
16	khu vực công ty may Sài Gòn 3, phường Hiệp Bình Phước	sông Sài Gòn	1250	250	2	0.167	500	0.627	0.84	0.694	0.770	2.290	0.005	-0.50	-0.30	-0.60	-0.51	0.183	-0.56	Bình thường
17	Cuối đường số 7, khu phố 5, phường hiệp Bình Phước, quận Thủ Đức	sông Sài Gòn	100	100	40	3.333	4000	0.645	0.92	0.668	0.629	2.233	0.073	-0.20	-0.10	-0.30	-0.20	3.500	-0.23	Rất nguy hiểm
18	xã Lạc An, Tân Uyên, Bình Dương	sông Đồng Nai	40÷100	100	15	1.250	1500	0.655	0.90	0.964	0.769	2.310	0.010	-0.30	-0.10	-0.30	-0.18	1.313	-0.32	Nguy hiểm
19	xã Thường Tân, Tân	sông Đồng Nai	40÷100	100	15	1.250	1500	0.624	0.95	1.156	0.638	2.462	0.133	-0.10	-0.05	-0.25	-0.18	1.313	-0.11	Nguy hiểm

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
	Uyên, Bình Dương																			
20	XãTân Mỹ, Tân Uyên, Bình Dương	sông Đồng Nai	40÷100	100	15	1.250	1500	0.631	0.81	1.051	0.562	2.346	0.002	-0.30	-0.10	-0.50	-0.35	1.313	-0.32	Nguy hiểm
21	Thạnh Phước, Thạnh Hội và thị trấn Uyên Hưng, Tân Uyên, Bình Dương	sông Đồng Nai	50÷2000	2000	12	1.000	24000	0.717	0.95	0.898	0.885	1.769	0.187	-0.30	-0.10	-0.30	-0.19	1.050	-0.32	Nguy hiểm
22	xã Tân An, huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai)	sông Đồng Nai	800	800	10	0.833	8000	0.646	0.92	1.249	0.568	2.102	0.292	-0.10	-0.05	-0.25	-0.18	0.883	-0.11	Nguy hiểm
23	xã Bình Lợi, huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai)	sông Đồng Nai	1000	1000	15	1.250	15000	0.680	0.93	1.028	0.716	2.342	0.024	-0.12	-0.09	-0.20	-0.12	1.375	-0.13	Nguy hiểm

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
24	Chợ Tân Hạnh, xã Tân Hạnh, tp.Biên Hòa, Đồng Nai	sông Đồng Nai	25	25	7	0.583	175	0.651	0.85	1.239	0.293	2.505	0.148	-0.30	-0.10	-0.30	-0.19	0.642	-0.32	Nguy hiểm
25	Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố	sông Đồng Nai	800	800	7	0.583	5600	0.648	0.89	1.424	0.235	2.162	0.009	-0.30	-0.10	-0.40	-0.29	0.642	-0.32	Nguy hiểm
26	thượng và hạ lưu cầu Giồng Ông Tố 1, phường An Phú	Rạch Giồng Ông Tố	100	100	19.1	1.592	1910	0.646	0.83	1.273	0.299	2.339	0.002	-0.10	-0.10	-0.10	-0.09	1.751	-0.12	Rất nguy hiểm
27	thượng và hạ lưu cầu Giồng Ông Tố 1, P.Bình Trưng Tây	Rạch Giồng Ông Tố	100	100	19.3	1.608	1930	0.625	0.87	1.273	0.276	2.339	0.369	-0.10	-0.10	-0.10	-0.09	1.689	-0.12	Rất nguy hiểm
28	Trường THPT Giồng Ông Tố, phường	Rạch Giồng Ông Tố	50	50	19	1.583	950	0.626	0.87	2.047	0.829	2.874	0.169	-0.10	-0.10	-0.10	-0.09	1.663	-0.12	Rất nguy hiểm

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
	Bình Trưng Tây, quận 2																			
29	Rạch Ông Lớn 2, xã Phước Kiến	Rạch Ông Lớn 2	247	247	10	0.833	2470	0.622	0.94	1.010	1.053	2.720	0.008	-0.10	-	-0.20	-0.13	0.875	-0.11	Nguy hiểm
30	Rạch Ông Lớn 2, xã Phước Kiến	Rạch Ông Lớn 2	150	150	10	0.833	1500	0.659	0.93	1.334	0.762	2.752	0.009	-0.10	-	-0.20	-0.13	0.875	-0.11	Nguy hiểm
31	Rạch Ông Lớn 2, xã Phước Kiến	Rạch Ông Lớn 2	1000	1000	10	0.833	10000	0.669	0.94	1.914	1.011	2.574	0.011	-0.10	-	-0.20	-0.13	0.875	-0.11	Nguy hiểm
32	Kênh Xáng Lý Văn Mạnh, xã Tân Nhựt	Kênh Xáng Lý Văn Mạnh	300	300	15	1.250	4500	0.653	0.94	1.552	0.782	2.489	0.003	-0.30	-0.20	-0.50	-0.35	1.313	-0.34	Nguy hiểm
33	ngã ba kênh Cây Khô - Tắc Bến Rô	Kênh Cây Khô	250	250	10	0.833	2500	0.631	0.88	1.386	0.569	2.511	0.020	-0.20	-0.10	-0.30	-0.21	0.875	-0.21	Nguy hiểm
34	Rạch Giồng - S. Kinh Lộ, xã Hiệp Phước	Rạch Giồng -	24	24	20	1.667	480	0.627	0.89	0.656	1.004	2.797	0.004	-0.10	-	-0.20	-0.12	1.750	-0.12	Rất nguy hiểm

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
		S. Kinh Lộ																		
35	Rạch Giồng - S. Kinh Lộ, xã Hiệp Phước	Rạch Giồng - S. Kinh Lộ	20	20	7	0.583	140	0.625	0.91	0.622	0.595	2.797	0.005	-0.10	-0.10	-0.10	-0.09	0.613	-0.11	Nguy hiểm
36	Ngã 3 Kinh Lộ đến ngã Tắc Mương Lớn, xã Hiệp Phước	Rạch Giồng- S. Kinh Lộ	1000	1000	10	0.833	10000	0.676	0.91	1.177	0.597	1.705	0.009	-0.10	-0.10	-0.20	-0.11	0.917	-0.11	Nguy hiểm
37	ngã 3 Kinh Lộ - Tắc Mương Lớn, xã Hiệp Phước	Rạch Giồng- S. Kinh Lộ	1000	1000	20	1.667	20000	0.696	0.85	1.205	0.626	1.735	0.008	-0.30	-0.10	-0.40	-0.22	1.833	-0.35	Rất nguy hiểm
38	ấp 3, xã Hiệp Phước	Rạch Giồng	100	100	20	1.667	2000	0.638	0.81	1.054	0.683	2.045	0.003	-0.10	-0.10	-0.10	-0.09	1.833	-0.11	Rất nguy hiểm
39	Lê Văn Lương, Nhà Bè	Sông phước Kiểng	730	730	10	0.833	7300	0.650	0.89	1.016	0.903	2.087	0.013	-0.20	-	-0.30	-0.24	0.917	-0.21	Nguy hiểm

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
40	Sông Phước Kiếng, cầu Long Kiến	Sông Phước Kiếng	146	146	10	0.833	1460	0.647	0.83	0.714	0.790	2.684	0.013	-0.30	-0.20	-0.30	-0.24	0.917	-0.32	Nguy hiểm
41	Huỳnh Tất Phát, Phú Mỹ, Nhà Bè	Rạch Tôm	272	272	10	0.833	2720	0.635	0.87	0.488	0.873	2.637	0.008	-0.20	-0.10	-0.40	-0.24	0.917	-0.21	Nguy hiểm
42	tổ 8, ấp 3, xã Nhơn Đức	Rạch Tôm	40	40	10	0.833	400	0.621	0.80	0.576	0.696	1.717	0.020	-0.20	-0.10	-0.30	-0.21	0.917	-0.21	Nguy hiểm
43	Sông Mương Chuối, xã Nhơn Đức	Sông Mương Chuối	650	650	15	1.250	9750	0.638	0.85	2.057	0.788	2.704	0.011	-0.20	-0.10	-0.30	-0.23	1.375	-0.22	Nguy hiểm
44	Khu vực Trường cao đẳng công nghệ và quản trị doanh nghiệp, phường Tân Phú	Rạch Địa-Rạch Rơi-sông Phú Xuân	90	90	5	0.417	450	0.622	0.89	0.692	0.757	1.896	0.008	-0.20	-0.10	-0.30	-0.21	0.458	-0.21	Nguy hiểm
45	tổ 12, ấp 2, xã Long Thới	Rạch Dơi -	100	100	10	0.833	1000	0.643	0.92	0.655	0.544	2.239	0.006	-0.30	-0.20	-0.50	-0.35	0.917	-0.32	Nguy hiểm

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
		sông Kinh																		
46	Ngã ba Tắc Sông Chả giao với sông Soài Rạp	Tắc Sông Chà	770	770	10	0.833	7700	0.630	0.89	0.830	0.461	1.977	0.009	-0.20	-0.10	-0.30	-0.21	0.917	-0.22	Nguy hiểm
47	tổ 2, ấp An Hoà, xã An Thới Đông, huyện Cần Giờ	Tắc Ông Nghĩa	80	80	10	0.833	800	0.653	0.87	2.222	0.324	2.121	0.010	-0.10	-	-0.20	-0.19	0.917	-0.11	Nguy hiểm
48	Kênh Bà Tổng xã An Thới Đông	Kênh Bà Tổng	100	100	10	0.833	1000	0.624	0.95	1.120	0.270	2.306	0.005	-0.30	-0.20	-0.30	-0.21	0.917	-0.32	Nguy hiểm
49	Kênh Bà Tổng xã An Thới Đông	Kênh Bà Tổng	100	100	10	0.833	1000	0.640	0.84	1.213	0.312	2.032	0.004	-0.10	-	-0.20	-0.19	0.917	-0.11	Nguy hiểm
50	kè ấp An Hoà đến ngã 3 sông Soài Rạp, xã An Thới	Kênh Bà Tổng	100	100	10	0.833	1000	0.641	0.94	1.186	0.266	1.047	0.002	-0.20	-0.10	-0.30	-0.24	0.917	-0.22	Nguy hiểm

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
	Đông, Huyện Cần Giờ																			
51	phía sau trụ sở UBND xã Quý Đức	Sông Cần Giuộc	200	200	7	0.583	1400	0.649	0.84	1.245	0.313	2.724	0.003	-0.30	-0.20	-0.50	-0.35	0.642	-0.32	Nguy hiểm
52	Sông Chợ Đệm - Bến Lức, xã Tân Nhứt	Sông Chợ Đệm - Bến Lức	350	350	10	0.833	3500	0.643	0.87	1.266	0.272	2.446	0.005	-0.10	-0.10	-0.20	-0.11	0.917	-0.11	Nguy hiểm
53	Rạch Xóm Củi, xã Bình Hưng	Rạch Xóm Củi	400	400	20	1.667	8000	0.655	0.89	0.904	0.318	2.033	0.003	-0.30	-0.20	-0.50	-0.35	1.833	-0.35	Rất nguy hiểm
54	R. Tắc Mương Lớn, xã Hiệp Phước	R. Tắc Mương Lớn	400	400	15	1.250	6000	0.632	0.90	1.739	0.275	3.165	0.003	-0.30	-0.20	-0.30	-0.24	1.375	-0.32	Nguy hiểm
55	kho 277 - 289, Bến Bình Đông, phường 14	Kênh Tàu Hủ- Lò Gốm	100	100	3	0.250	300	0.656	0.87	2.164	0.322	2.840	0.007	-0.30	-0.20	-0.50	-0.35	0.275	-0.32	Nguy hiểm

STT	Đoạn sông	Sông	Chiều dài (m)	Chiều dài tính toán	Rộng tính toán	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực theo phân tích cấp bậc	Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc	Phương pháp thuỷ văn - hình thái lòng dẫn				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE11ST [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (m/năm)				Phương pháp mô hình toán thuỷ lực MIKE3FM [Mức độ xói (-) / bồi (+)] (trận lũ 10/2000) (m/năm)		Đánh giá tổng hợp cấp độ sạt lở
						Tốc độ xói lở bờ Vxl (m/năm)	Diện tích xói lở Sab (m^2)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)	Hệ số ổn định trượt K_{min}	Hệ số quan hệ hình dạng k	Vận tốc (m/s)	Hệ số ổn định theo chiều ngang Ss	Hệ số ổn định theo chiều dọc	Trận lũ 10/2000	Trận lũ 10/2007	Trận lũ 1%	Trận lũ 2%	Bờ sông	Lòng sông	Cấp độ sạt lở
56	Khu vực xã An Thái , Vĩnh Hòa	sông Bé	3600	3600	3	0.250	10800	0.663	0.86	0.467	0.641	1.933	0.008	-0.30	-0.20	-0.50	-0.35	0.275	-0.34	Nguy hiểm

Tổng hợp nguyên nhân gây sạt lở bờ sông vùng hạ du sông Đồng Nai Sài Gòn

Nguyên nhân sạt lở bờ sông

- Nguyên nhân ***nội lực*** là các hoạt động kiến tạo liên quan đến quá trình địa chất và địa hình địa mạo.

- Nguyên nhân ***ngoại lực*** là các tác động của các quá trình động lực, hình thái lòng sông liên quan đến dòng chảy lũ dòng chảy phù sa và các quan hệ hình thái ổn định và không ổn định của dòng sông.

- Nguyên nhân ***hoạt động nhân sinh kinh tế*** của con người cũng tác động mạnh đến quá trình xói lở lòng sông. Các hoạt động của con người ảnh hưởng nhiều nhất là xây dựng cầu, và khai thác cát, khai thác bề mặt lưu vực…

Nguyên nhân nội lực:

Đất đá cấu tạo bờ thuộc đất loại sét (có thành phần hạt sét chiếm ưu thế) và bị tẩm ướt bởi nước mưa, nước mặt, nước dưới đất. Quá trình tẩm ướt đất đá là một trong những nguyên nhân gây trượt lở, trước hết làm tăng trọng lượng khối đất trên bờ dốc, kèm theo sự giảm độ bền các liên kết kiến trúc, sự biến đổi độ sệt, do đó lực dính kết và góc ma sát trong của đất giảm đi. Ngoài ra, quá trình tẩm ướt và phơi khô đất đá mỗi khi triều dâng và khi triều rút lặp đi lặp lại nhiều lần làm cho đất đá tan rã mạnh, kém ổn định đối với nước, bị lôi cuốn, moi chuyển ra khỏi sườn dốc, tạo thế mất ổn định của bờ...

Nguyên nhân ngoại lực:

Địa hình những đoạn sông quanh co uốn khúc, vực sâu nằm sát bờ lõm, bờ cát nằm sát bờ lồi, đoạn uốn cong và đoạn quá độ nằm xen kẽ nối tiếp nhau, mặt cắt đoạn uốn cong vừa hẹp vừa sâu, có hình tam giác không đối xứng, các trị số dòng chảy về mùa mưa lũ đều lớn hơn trị số giới hạn xâm thực của đất đá cấu tạo bờ do đó dẫn đến phát sinh trượt lở bờ.

Tác động của áp lực thủy tĩnh: Vào các thời kỳ mùa lũ hoặc khi triều dâng, phần đất đá ngập nước nằm trong trạng thái bị đẩy nổi và trọng lượng của nó không đủ để giữ yên các khối đất đá nằm ở phía trên. Đất đá ở phía trên gần như mất điểm tựa bắt đầu dịch chuyển và làm cho phần đất đá trong trạng thái bị đẩy nổi bên dưới bị trượt. Ngoài ra, đất đá ở trạng thái đẩy nổi cũng làm giảm ứng suất pháp có hiệu ở tại mặt trượt đã xác định hoặc đang dự đoán, do đó sức chống cắt của đất đá giảm xuống và có thể phát sinh trượt.

Tác động của áp lực thủy động: Nước mưa, nước mặt ngấm xuống đất theo các lỗ hổng, khoảng trống có trong đất đá và tạo ra dòng thấm lưu thông trong đất đá. Sự vận động thấm của nước dưới đất gây ra áp lực thủy động có ảnh hưởng đến sự biến đổi trạng thái ứng suất của đất đá cấu tạo bờ và gây ra biến dạng thấm.

Ảnh hưởng trực tiếp của chế độ thủy văn bán nhật triền biển Đông và sự điều tiết lưu lượng của hồ Dầu Tiếng, hồ Trị An. Vận tốc lớn áp sát vào bờ đoạn đỉnh cong với vận tốc trung bình (1,2÷1,6)m/s. Khi dòng chảy có vận tốc lớn áp sát vào bờ kết hợp với dòng chảy hướng ngang thúc thẳng vào bờ sẽ đào xói bờ sông, khối đất phản áp của mái bờ bị suy giảm dần. Đến một giới hạn nhất định mái bờ sẽ bị mất ổn định và sạt lở sẽ xảy ra. Nguyên

nhân này kết hợp với việc vào mùa mưa lũ, khi đất luôn ở trạng thái bão hòa và triều rút xuống thấp sẽ làm tăng cao nguy cơ sạt lở mái sông.

Tại các vị trí bị sạt lở, mái bờ sông sau khi sạt thường có dạng mái dốc đứng đạt trạng thái cân bằng tới hạn vào mùa mưa lũ khi đất luôn ở trạng thái bão hòa và triều rút xuống thấp làm cho mái sông sạt lở bất cứ lúc nào.

Nguyên nhân hoạt động nhân sinh:

Phá hủy lớp phủ thực vật tạo mặt bằng xây dựng, làm mất ổn định bờ.

Xây dựng công trình nằm sát mé bờ sông thậm chí lấn chiếm ra phía sông làm thay đổi chế độ dòng chảy, cấu tạo địa chất không thuận lợi (đất yếu)… gây bất lợi cho sự ổn định bờ.

Tàu thuyền có tải trọng lớn đi lại gây nên sóng lớn tác dụng trực tiếp vào bờ, gây xói lở bờ. Theo kết quả tính toán, tốc độ dòng chảy lớn nhất của sóng đuôi tàu và tốc dộ dòng chảy ngược đối với các loại tàu phổ biến trên tuyến sông Đồng Nai, Sài Gòn (>300 tấn) đều có giá trị lớn hơn vận tốc khởi động của lớp đất bờ sông [Vkx].

Các bãi, bến ghe, thuyền neo đậu không hợp lý tạo ra mặt cắt ướt lòng sông co hẹp dẫn đến dòng chảy thay đổi, gây xói lở bờ.

Quá trình khai thác cát bừa bãi với qui mô lớn ở vùng và phụ cận làm thay đổi chế độ dòng chảy của sông dẫn đến quá trình lở bờ xảy ra.

Sử dụng không đúng, không hợp lý về các giải pháp và kết cấu của các công trình bảo vệ bờ do không nắm chắc số liệu về dòng chảy và sự biến đổi của dòng chảy, cũng như các số liệu về địa chất, về cấu tạo vùng bờ.

CHƯƠNG VI: QUAN HỆ HÌNH THÁI LÒNG DẪN VÀ ĐẶC TRƯNG DIỄN BIẾN

4.1. Các đặc trưng hình thái

Hình thái của một con sông bao gồm các đặc trưng: loại hình sông, mặt cắt ngang, mặt cắt dọc, hình dạng tuyến sông trên mặt bằng và mối quan hệ giữa các đặc trưng trên cũng như với các yếu tố thủy văn, thủy lực. Các mối quan hệ này được gọi là quan hệ hình thái sông.

Hình thái sông bao gồm hình thái trên mặt bằng (bình diện), hình thái mặt cắt ngang và hình thái mặt cắt dọc sông. Các hình thái này có thể xác định nhờ các yếu tố thủy văn, thủy lực.

Các quan hệ hình thái sông nói chung khá ổn định trong một quá trình dài nếu như không có các biến động lớn về chế độ, đặc trưng thủy văn, thủy lực, bùn cát. Lòng dẫn các sông hiện nay thay đổi nhiều do xây dựng các công trình điều tiết thượng nguồn, các công trình lớn trên sông hay các hoạt động xây dựng hạ tầng kinh tế, khai thác sử dụng tài nguyên trên lòng sông và vùng bãi sông ở quy mô lớn.

Giữa những yếu tố đặc trưng cho hình thái sông (như chiều rộng, chiều sâu, bán kính chính khúc, ...) với những yếu tố thủy lực, bùn cát (như lưu lượng, độ dốc mặt nước, đường kính hạt bùn cát...) có quan hệ nhất định với nhau. Những quan hệ này đặc trưng cho hình thái sông mà ứng với nó, trường vận tốc của dòng chảy có dạng có lợi nhất vỡ tổn thất năng lượng của dòng chảy là ít nhất. Trạng thái này của sông được gọi lỡ trạng thái cân bằng động lực hay "ổn định tương đối".

4.1.1. Phân đoạn dòng chảy.

Hình thái sông Đồng Nai trên đoạn đoạn chảy từ sau hồ Trị An được chia thành các đoạn có đặc trưng hình thái lòng sông khác nhau như sau:

+) Trên dòng chính sông Đồng Nai

Đoạn 1:Hồ Trị An đến điểm nhập lưu sông Bé

Đoạn 2:Điểm Nhập lưu Sông Bé tới Bến Đò Tân Uyên (Đoạn đầu Cù Lao)

Đoạn 3:Bến đò Tân Lương tới điểm phân lạch vào cù lao Thạnh Hội

Đoạn 4:Bến đò Trạm tới điểm phân lạch vào Cù Lao Phố

Đoạn 5:Điểm nhập lưu ra Cù lao Phố tới điểm nhập lưu sông tduc 1

Đoạn 6:Điểm nhập lưu sông tduc 1 tới điểm nhập lưu sông tduc 2

Đoạn 7:Điểm nhập lưu sông tduc 2 tới 2 đảo Đại Phước

Đoạn 8: 2 đảo Đại Phước tới Ngã 3 nhập cùng sông Nhà Bè và Sông Sài Gòn

+) Trên đoạn sông phân lạch

Dọc dòng chính sông Đồng Nai có 3 Cù Lao và 2 Đảo(Đại Phước Bé và Đại Phước lớn):

- Cù Lao Bạch Đằng

Sông Đồng Nai khu vực cù lao Bạch Đằng có 02 lạch:

Sông Đồng Nai lạch chính (dòng chính của sông Đồng Nai) tuyến sông dài, cong với bán kính cong R_1=1000m lòng sông rộng và sâu. ở cửa vào của lạch chính $B_{vào}$=335m, cửa ra của lạch chính B_{ra}=306m.

Lạch phụ là tuyến sông cong với bán kính cong R_2=9500m. Lòng sông hẹp $B_{vào}$=120m, ở đoạn lòng sông rộng B=200m lòng sông đã hình thành bãi bồi. Cửa vào của lạch phụ hẹp $B_{vào}$=120m, cửa ra của lạch phụ rộng B_{ra}=103m. ở vùng hợp lưu của rạch chính và rạch phụ lòng sông rộng B=530m, vào lòng sông xấp xỉ cao trình Z=-8m

- Cù Lao Thạnh Hội,

Sông Đồng Nai khu vực cù lao Thạnh Hội có 02 lạch:

Sông Đồng Nai lạch chính (dòng chính của sông Đồng Nai) tuyến sông dài, cong với bán kính cong R_1=320m lòng sông rộng và sâu. ở cửa vào của lạch chính $B_{vào}$=420m, cửa ra của lạch chính B_{ra}=385m.

Lạch phụ là tuyến sông cong với bán kính cong R_2=250m. Lòng sông hẹp $B_{vào}$=260m, ở đoạn lòng sông rộng B=320m lòng sông đã hình thành bãi bồi. Cửa vào của lạch phụ hẹp $B_{vào}$=260m, cửa ra của lạch phụ rộng B_{ra}=220m. ở vùng hợp lưu của rạch chính và rạch phụ lòng sông rộng B=620m, vào lòng sông xấp xỉ cao trình Z=-9.5m

- Cù Lao Phố

Sông Đồng Nai khu vực cù lao Phố có 02 lạch:

Sông Đồng Nai lạch chính (dòng chính của sông Đồng Nai) tuyến sông ngắn hơi cong với bán kính cong R_1=1200m lòng sông rộng và sâu. ở cửa vào của lạch chính $B_{vào}$=288m, cửa ra của lạch chính B_{ra}=730m.

Sông rạch Cát (lạch phụ) là tuyến sông cong với bán kính cong R_2=1350m. Lòng sông hẹp $B_{vào}$=120m, ở đoạn lòng sông rộng B=342m lòng sông đã hình thành bãi bồi. Cửa vào của lạch phụ hẹp $B_{vào}$=120m, cửa ra của lạch phụ rộng B_{ra}=332m. ở vùng hợp lưu của rạch chính và rạch phụ lòng sông rộng B=800m, vào lòng sông xấp xỉ cao trình Z=-8m

- Hai Đảo Đại Phước

Sông Đồng Nai khu vực 2 đảo Đại Phước có 03 lạch:

Sông Đồng Nai lạch chính (dòng chính của sông Đồng Nai) tuyến sông ngắn hơi cong với bán kính cong R_1=800m lòng sông rộng và sâu. ở cửa vào của lạch chính $B_{vào}$=850m, cửa ra của lạch chính B_{ra}=970m.

Lạch phụ đảo bé là tuyến sông cong với bán kính cong R_2=360m. Lòng sông hẹp $B_{vào}$=480m, ở đoạn lòng sông rộng B=580m lòng sông đã hình thành bãi bồi. Cửa vào của lạch phụ hẹp $B_{vào}$=480m, cửa ra của lạch phụ rộng B_{ra}=585m. ở vùng hợp lưu của rạch chính và rạch phụ lòng sông rộng B=1000m, vào lòng sông xấp xỉ cao trình Z=-10m.

Lạch phụ đảo lớn là tuyến sông cong với bán kính cong R_2=650m. Lòng sông hẹp $B_{vào}$=381m, ở đoạn lòng sông rộng B=410m lòng sông đã hình thành bãi bồi. Cửa vào của lạch phụ hẹp $B_{vào}$=381m, cửa ra của lạch phụ rộng B_{ra}=410m. ở vùng hợp lưu của rạch chính và rạch phụ lòng sông rộng B=600m, vào lòng sông xấp xỉ cao trình Z=-10m.

b. Sông Sài Gòn

Sông Sài Gòn đoạn chảy từ sau hồ Dầu Tiếng có nhiều đoạn sông cong và phân lạch, chiều dài dòng chính khoảng 126 km, có nhiều lạch phụ tạo thành các cù lao trên sông.

Hình thái sông Sài Gòn trên đoạn đoạn chảy từ sau hồ Dầu Tiếng được chia thành các đoạn có đặc trưng hình thái lòng sông khác nhau như sau:

+) Trên dòng chính sông Sài Gòn

Đoạn 1: Hồ Dầu Tiếng đến điểm nhập lưu rạch Thái Thái

Đoạn 2: Điểm nhập lưu rạch Thái Thái Điểm nhập lưu Rạch Son

Đoạn 3: Điểm nhập lưu rạch Son Điểm nhập lưu Rạch Lang The

Đoạn 4: Điểm nhập lưu Rạch Lang The đến Điểm nhập lưu sông Thị Tính

Đoạn 5: Điểm nhập lưu sông Thị Tính đến Điểm nhập lưu rạch Ke

Đoạn 6: Điểm nhập lưu Rạch Ke đến Điểm nhập lưu Sông Lu

Đoạn 7: Điểm nhập lưu Sông Lu đến Điểm nhập lưu Rạch Mướp

Đoạn 8: Điểm nhập lưu Rạch Mướp đến Điểm nhập lưu Rạch Dừa

Đoạn 9:Điểm nhập lưu Rạch Dừa đến Điểm nhập lưu Rạch Tra

Đoạn 10: Điểm nhập lưu Rạch Tra đến Điểm nhập lưu Rạch Bà Hồng

Đoạn 11: Điểm nhập lưu Bà Hồng đến Điểm nhập lưu Rạch Cầu Kình

Đoạn 12: Điểm nhập lưu Rạch Cầu Kình đến Điểm nhập lưu Rạch Cầu Ô Dung

Đoạn 13: Điểm nhập lưu Rạch Cầu Ô Dung đến Điểm nhập lưu Rạch Bà Cả Bốn

Đoạn 14: Điểm nhập lưu Rạch Bà Cả Bốn đến Điểm nhập lưu Rạch Tluong 2

Đoạn 15: Điểm nhập lưu Rạch Tluong 2 đến Điểm nhập lưu Rạch Cầu Bông 2

Đoạn 16: Điểm nhập lưu Rạch Cầu Bông 2 đến Điểm Phân lạch vào Bán đảo Thanh Đa

Đoạn 17: Điểm nhập lưu ra bán đảo thanh Đa đến Điểm nhập lưu Sông Thị Nghè

Đoạn 18: Điểm nhập lưu Sông Thị Nghè đến Điểm nhập lưu Sông Tàu Hủ 8

Đoạn 19: Điểm nhập lưu Sông Tàu Hủ 8 đến Điểm nhập lưu sông Kè Đồi 9

Đoạn 20: Điểm nhập lưu Sông kè đồi 9 đến Điểm nhập lưu Sông T Đức 11

Đoạn 21: Điểm nhập lưu Sông T Đức 11 đến Điểm nhập lưu vào sông Nhà Bè

+) Trên đoạn sông phân lạch

Sông Sài Gòn khu vực Bán đảo Thanh Đa có 02 lạch:

Sông Sài Gòn lạch chính (dòng chính của sông Sài Gòn) tuyến sông dài cong với bán kính cong R_1=388m lòng sông rộng và sâu. ở cửa vào của lạch chính $B_{vào}$=270m, cửa ra của lạch chính B_{ra}=290m đã hình thành bãi bồi. Ở vùng hợp lưu của rạch chính và rạch phụ lòng sông rộng B=430m, vào lòng sông xấp xỉ cao trình Z=-3m

Kênh Thanh Đa (lạch phụ) là tuyến sông thẳng được kè kiên cố.

c. Sông Nhà Bè

Sông Nhà Bè có chiều dài dòng chính khoảng 9 km, là đoạn sông cong với bán kính cong R_1=7000m lòng sông rộng và sâu.

Hình thái sông Nhà Bè được chia thành các đoạn có đặc trưng hình thái lòng sông khác nhau như sau:

Đoạn 1: Từ ngac ba sông Đồng Nai-Sài Gòn-Nhà Bè tới điểm nhập lưu sông Phú xuân

Đoạn 2:Điểm nhập lưu sông Phú xuân tới điểm nhập ngã ba sông Soài Rạp và Lòng Tàu

d. Sông Soài Rạp

Sông Soài Rạp có chiều dài dòng chính khoảng 44 km, là đoạn sông cong với bán kính congbé nhất R_1=600m lòng sông rộng và sâu.

Hình thái sông Soài Rạp được chia thành các đoạn có đặc trưng hình thái lòng sông khác nhau như sau:

Đoạn 1:Từ ngã ba sông Soài Rạp, lòng Tàu và Nhà Bè đến điểm nhập lưu sông Mương Chuối

Đoạn 2: Điểm nhập lưu sông Mương Chuối tới điểm nhập lưu sông kinh lộ 4

Đoạn 3: Điểm nhập lưu sông kinh lộ 4 tới điểm nhập lưu sông kinh lộ 3

Đoạn 4: Điểm nhập lưu sông kinh lộ 3 tới điểm nhập lưu sông Lo 4

Đoạn 5: Điểm nhập lưu sông lo 4 tới điểm ngã ba Vàm Cỏ, Soài Rạp và Cần Giuộc

Đoạn 6: Điểm ngã ba Vàm Cỏ, Soài Rạp và Cần Giuộc tới của biển

e. Sông Lòng Tàu

Sông Lòng Tàu là sông có độ phân nhánh cao. Dòng chính sông Lòng Taufcos chiều dài khoảng 46km. Trên dòng chính có chia thành nhiều nhánh, rạch, kênh nhỏ tạo nên hệ thống sông, kênh rạch chằng chịt.

Còn một số sông thuộc hệ thống sông Đồng Nai-Sài Gòn như:

Rạch Thái Thái	Rạch cầu kình
Rạch Son	Rạch cầu Ô Dung
Rạch Làng Thế	Rạch Bà Cả Bốn
Sông Thị Tính	Sông Tluong 2
Rach ke	sông Cầu Bông
Sông Lu	Sông Thị Nghè
Rạch Mướp	Sông Tàu Hũ
Rạch Dừa	Kênh đôi
Rạch tra 1	Sông T duc
Rạch Bà Hồng	Sông Bé

4.1.2. Các đặc trưng hình thái sông

Bảng 4- 1: Thống kê các đặc trưng hình thái lòng sông hệ thống sông Đồng Nai-Sài Gòn

STT	Sông	Đoạn sông	Chiều dài (km)	Chiều rộng sông			Cao trình Z(m) đáy thấp nhất	√B/h	Công trình qua sông
				B_{max}(m)	B_{min} (m)	B_{tb} (m)			
1	Sông Sài Gòn	Hồ Dầu Tiếng đến điểm nhập lưu rạch Thái Thái	45.95	240	20	100	-3.61 ÷ -3	2.76	Cầu Dầu Tiếng, Cầu Bến Súc bắc qua sông
2		Điểm nhập lưu rạch Thái Thái Điểm nhập lưu Rạch Son	12.45	255	120	170	-3	3.55	
3		Điểm nhập lưu rạch Son Điểm nhập lưu Rạch Lang The	9.7	175	100	130	-3	2.94	
4		Điểm nhập lưu Rạch Lang The đến Điểm nhập lưu sông Thị Tính	3.21	160	135	145	-3	2.81	
5		Điểm nhập lưu sông Thị Tính đến Điểm nhập lưu rạch Ke	3	195	150	160	-5 ÷ -3	2.15	

STT	Sông	Đoạn sông	Chiều dài (km)	Chiều rộng sông			Cao trình Z(m) đáy thấp nhất	√B/h	Công trình qua sông
				B_{max}(m)	B_{min} (m)	B_{tb} (m)			
6		Điểm nhập lưu Rạch Ke đến Điểm nhập lưu Sông Lu	4.7	205	180	185	-5 ÷ -3.535	2.20	
7		Điểm nhập lưu Sông Lu đến Điểm nhập lưu Rạch Mướp	2.23	230	265	185	-3	3.37	
8		Điểm nhập lưu Rạch Mướp đến Điểm nhập lưu Rạch Dừa	3.52	225	150	190	-3	3.33	
9		Điểm nhập lưu Rạc Dừa đến Điểm nhập lưu Rạch Tra	5.33	185	160	175	-3	3.02	Cảng Bà Lụa
10		Điểm nhập lưu Rạc Tra đến Điểm nhập lưu Rạch Bà Hồng	4.16	185	160	175	-3	3.02	Phà An Sơn, Nhị Bình
11		Điểm nhập lưu Bà Hồng đến Điểm nhập lưu Rạch Cầu Kình	1.1	190	155	180	-3	3.06	
12		Điểm nhập lưu Rạch Cầu Kình đến Điểm nhập lưu Rạch Cầu Ô Dung	2.25	200	160	175	-3	3.14	Cầu Phú Long
13		Điểm nhập lưu Rạch Cầu Ô Dung đến Điểm nhập lưu Rạch Bà Cả Bốn	0.83	205	190	195	-3.7 ÷ -3	2.75	
14		Điểm nhập lưu Rạch Bà Cả Bốn đến Điểm nhập lưu Rạch Tluong 2	7.72	240	185	230	-4.45 ÷ -3	2.60	Cầu Bình Phước
15		Điểm nhập lưu Rạch Tluong 2 đến Điểm nhập lưu Rạch Cầu Bông 2	2.29	245	220	235	-3.16 ÷ -3	3.36	Cầu Bình Lợi
16		Điểm nhập lưu Rạch Cầu Bông 2 đến Điểm Phân lạch vào Bán đảo Thanh Đa	0.4	350	220	235	-3	4.16	Cầu Bình Triệu
17		Điểm nhập lưu ra bán đảo thanh Đa đến Điểm nhập lưu Sông Thị Nghè	3.64	380	175	280	-3	4.33	Cầu sài Gòn, Cầu Thủ Thiêm
18		Điểm nhập lưu Sông Thị Nghè đến Điểm nhập lưu Sông Tàu Hủ 8	2	318	180	280	-3	3.96	

STT	Sông	Đoạn sông	Chiều dài (km)	Chiều rộng sông			Cao trình Z(m) đáy thấp nhất	√B/h	Công trình qua sông
				B_{max}(m)	B_{min} (m)	B_{tb} (m)			
19		Điểm nhập lưu Sông Tàu Hủ 8 đến Điểm nhập lưu sông Kè Đồi 9	1.83	340	237	300	-3	4.10	
20		Điểm nhập lưu Sông kè đồi 9 đến Điểm nhập lưu Sông T Đức 11	3.67	480	315	420	-3 ÷ -2.2	5.92	
21		Điểm nhập lưu Sông T Đức 11 đến Điểm nhập lưu vào sông Nhà Bè	5.8	885	400	515	-2.02 ÷ -1.32	8.04	Cầu Phú Mỹ
22	Sông Lòng Tàu	Sông Lòng Tàu	191	1815	3	700	-34.15 ÷ -3.46	1.20	
23	Rạch Thái Thái	Rạch Thái Thái	10.3	46	2	7	-17.66 ÷ -2.78	0.35	
24	Rạch Son	Rạch Son	3.3	27	2	10	-3	1.15	
25	Rạch Làng Thế	Rạch Làng Thế	22.8	50	2	15	-2.65 ÷ -2.02	1.70	
26	Sông Thị Tính	Sông Thị Tính	25	100	34	55	-2.02	2.70	
27	Rạch ke	Rach ke	4	45	15	25	-1.485 ÷ -1.432	2.25	
28	Sông Lu	Sông Lu	3.3	66	10	25	-1.411 ÷ -1.404	2.79	
29	Rạch Mướp	Rạch Mướp	3.4	45	15	35	-1.404 ÷ -1.34	2.31	Cầu Bà Bếp
30	Rạch Dừa	Rạch Dừa	8	63	20	35	-1.403 ÷ -1.264	2.73	
31	Rạch tra 1	Rạch tra 1	10	125	50	85	-10.25 ÷ -7.25	0.95	Cầu Rạch Tra
32	Rạch Bà Hồng	Rạch Bà Hồng	3.6	40	17	25	-1.396 ÷ -1.39	2.19	Cầu Bà Hồng
33	Rạch cầu kình	Rạch cầu kình	1.7	40	25	30	-1.389 ÷ -1.387	2.19	
34	Rạch cầu Ô Dung	Rạch cầu Ô Dung	3	45	20	40	-1.389 ÷ -1.38	2.32	
35	Rạch Bà Cả Bốn	Rạch Bà Cả Bốn	3.5	35	5	25	-1.377 ÷ -1.368	2.06	

STT	Sông	Đoạn sông	Chiều dài (km)	Chiều rộng sông			Cao trình Z(m) đáy thấp nhất	√B/h	Công trình qua sông
				B_{max}(m)	B_{min} (m)	B_{tb} (m)			
36	Sông Tluong 2	Sông Tluong 2	30	110	30	55	-1.393 ÷ -1.205	3.63	
37	sông Cầu Bông	sông Cầu Bông	3.2	72	10	30	-2.5	2.12	
38	Sông Thị Nghè	Sông Thị Nghè	10.5	60	25	35	-3.7 ÷ -2.16	1.49	Cầu Thị Nghè, cầu Công Lý, Cầu Kiệu Cầu Hoàng Hoa Thám
39	Sông Tàu Hũ	Sông Tàu Hũ	12	70	20	45	-15.15 ÷ -3.64	0.50	Cầu Khánh hội, Cầu Móng, Cầu Calmette, Cầu Ông Lãnh, Cầu Nguyễn Văn Cừ, Cầu Nguyễn Tri Phương, Cầu Chà Và,
40	Kênh đôi	Kênh đôi	13	135	40	110	-15.59 ÷ -8.79	0.68	Cầu Tân Thuận, Cầu Kênh Tẻ, Cầu Nguyễn Văn Cừ, Cầu Chữ Y, Cầu Chánh Hưng
41	Sông T duc	Sông T duc	41	90	20	60	-34.72 ÷ -2.11	0.26	
42	Sông Đồng Nai	Hồ Trị An đến điểm nhập lưu sông Bé	2	280	65	195	-11.47 ÷ -3.34	1.29	
43		Điểm Nhập lưu Sông Bé tới Bến Đò Tân Uyên (Đi vào Cù Lao)	30.4	330	125	230	-18.24 ÷ -7.63	0.92	Bến đò bà Miêu, Cầu Thủ Biên
44		Bến đò Tân Lương tới điểm phân lạch vào cù lao Thạnh Hội	1.67	540	220	270	12.38 ÷ -9.64	1.67	
45		Bến đò Trạm tới điểm phân lạch vào Cù Lao Phố	6.12	760	195	600	-17.24 ÷ -7.846	1.47	Cầu Hóa An
46		Điểm nhập lưu ra Cù lao Phố tới điểm nhập lưu sông tduc 1	8	950	295	650	-21.9 ÷ -12.8	1.32	

STT	Sông	Đoạn sông	Chiều dài (km)	Chiều rộng sông			Cao trình Z(m) đáy thấp nhất	√B/h	Công trình qua sông
				B_{max}(m)	B_{min} (m)	B_{tb} (m)			
47		Điểm nhập lưu sông tduc 1 tới điểm nhập lưu sông tduc 2	13.7	1400	480	790	-27 ÷ -13.18	1.31	Cầu Long Thành
48		điểm nhập lưu sông tduc 2 tới 2 đảo Đại Phước	1.7	1000	620	900	-13.33 ÷ -4.23	2.13	
49		2 đảo Đại Phước tới Ngã 3 nhập cùng sông Nhà Bè và Sông Sài Gòn	5	1600	550	900	-23.49 ÷ -10.18	1.60	Phà Cát Lái
50	Sông Bé	Sông Bé	350	90	65	70	0.56	4.61	Hồ Phước Hòa
51	Sông Nhà Bè	Từ ngac ba sông Đồng Nai-Sài Gòn-Nhà Bè tới điểm nhập lưu sông Phú xuân	4.35	1660	1150	1500	-22.9 ÷ -11.96	1.67	
52		Điểm nhập lưu sông Phú xuân tới điểm nhập ngã ba sông Soài Rạp và Lòng Tàu	4.18	1530	100	1330	-19.66 ÷ -12.62	1.85	
53	Sông Soài Rạp	Từ ngã ba sông Soài Rạp, lòng Tàu và Nhà Bè đến điểm nhập lưu sông Mương Chuối	4	1200	580	950	-8.89 ÷ -3.46	3.33	Phà Bình Khánh
54		Điểm nhập lưu sông Mương Chuối tới điểm nhập lưu sông kinh lộ 4	2.2	1200	550	800	-2.16	9.46	
55		Điểm nhập lưu sông kinh lộ 4 tới điểm nhập lưu sông kinh lộ 3	13.2	1650	700	1250	-4.689 ÷ -2.14	6.56	
56		Điểm nhập lưu sông kinh lộ 3 tới điểm nhập lưu sông Lo 4	2.3	1250	870	900	-4.689 ÷ -2.41	5.71	
57		Điểm nhập lưu sông lo 4 tới điểm ngã ba Vàm Cỏ, Soài Rạp và Cần Giuộc	7.8	2500	1250	1700	-5.8 ÷ -2.38	6.85	
58		Điểm ngã ba Vàm Cỏ, Soài Rạp và Cần Giuộc tới của biển	15.3	5300	2300	2700	-5.8 ÷ -2.52	6.97	

4.2. Tỷ lệ phân lưu

Xem xét phân tích đánh giá tỷ lệ phân lưu tại đoạn sông Đồng Nai khu vực thành phố Biên Hòa và đoạn sông Sài Gòn khu vực bán đảo Thanh Đa.

Gọi Qo là lưu lượng dòng chảy tại mặt cắt trước phân lạch cù lao Phố

Q1 là lưu lượng dòng chảy lạch chính sông Đồng Nai

Q2 là lưu lượng dòng chảy lạch phụ sang cù lao Phố

Theo nguyên tắc bảo toàn tổng lượng ta có:

$$Q_o=Q_1+Q_2$$

Đặt β_1 là tỷ lệ phân lưu dòng chảy qua lạch chính, bằng tỷ số giữa lưu lượng dòng chảy qua lạch chính với lưu lượng dòng chảy qua đoạn sông trước phân lạch, như vậy $\beta_1 = \frac{Q_1}{Q_O}$. Thay Qo vào biểu thức trên ta có:

$$\beta_1 = \frac{Q_1}{(Q_1 + Q_2)}$$

Đặt β_2 là tỷ lệ phân lưu dòng chảy qua lạch phụ, bằng tỷ số giữa lưu lượng dòng chảy qua lạch phụ với lưu lượng dòng chảy đoạn sông trước phân lạch, được thể hiện qua biểu thức:

$$\beta_2 = \frac{Q_2}{(Q_1 + Q_2)}$$

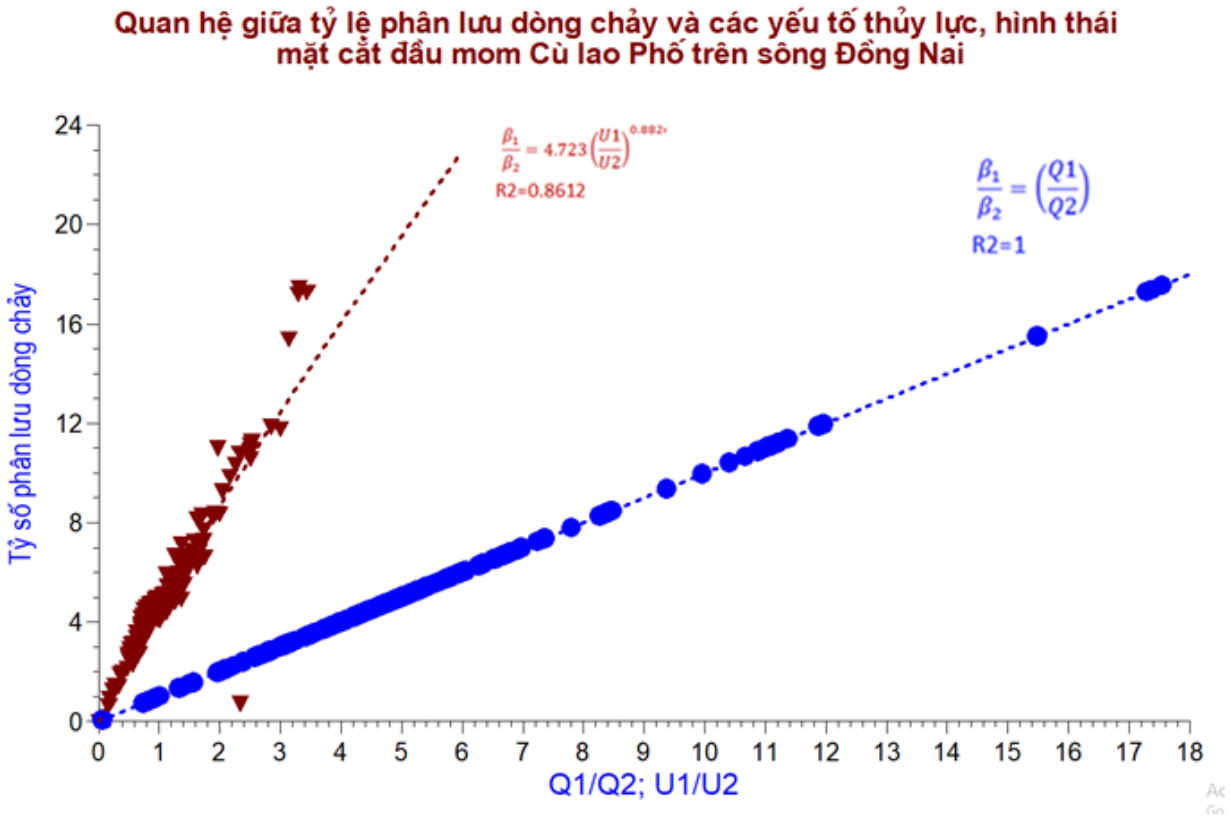
Lưu lượng dòng chảy và lưu lượng vận chuyển bùn cát của đoạn sông có quan hệ với nhau thông qua biểu thức Qs=Q.ρ.

Gọi λs là tỷ lệ phân chia lưu lượng bùn cát

$$\lambda_{s1} = \frac{Q_{s1}}{(Q_{s1} + Q_{s2})}$$

$$\lambda_{s2} = \frac{Q_{s2}}{(Q_{s1} + Q_{s2})}$$

Dựa vào kết quả tính toán, xây dựng quan hệ giữa tỷ lệ phân lưu dòng chảy và các yếu tố thủy lực, hình thái đoạn sông Đồng Nai khu vực Biên Hòa tại mặt cắt đầu mom Cù lao Phố như hình vẽ sau:



4.3. Đánh giá biến động chế độ dòng chảy vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

Để đánh giá tác động của các hồ chứa đến chế độ thủy văn vùng hạ du lưu vực sông, phương pháp sử dụng như tương quan đơn biến-đa biến giữa dòng chảy trước và sau hồ chứa, phương pháp khôi phục dòng chảy tự nhiên trong thời kỳ điều tiết hay mô hình mô phỏng, phương pháp đánh giá dựa trên các chỉ số biến đổi thủy văn IHA…

Ưu điểm của các phương pháp sử dụng mô hình mô phỏng để hoàn nguyên dòng chảy là có thể đánh giá tại rất nhiều điểm trên hệ thống sông cả khi có và không có số liệu thực đo, đánh giá được chi tiết theo từng giờ đối với các sự kiện cực đoan (như trận lũ). Ngược lại nhược điểm của chúng là cần rất nhiều công sức và số liệu để kiểm định, hiệu chỉnh mô hình, kết quả đánh giá phụ thuộc rất lớn vào số liệu đầu vào, chất lượng mô hình, kỹ năng của người sử dụng mô hình, vốn mang nhiều tính bất định.

Phương pháp đánh giá dựa trên các chỉ số biến đổi thủy văn IHA (Indicators Hydrologic of Alteration Method) được sử dụng rộng rãi. Ưu điểm của phương pháp này là tính đơn giản và tiết kiệm công sức, số liệu sử dụng trong đánh giá (trong trường hợp có trạm số liệu thực đo đủ dài) và giảm tính bất định của kết luận đánh giá. Nhược điểm là vẫn cần đến sự kết hợp các phương pháp tương quan, mô hình hóa trong các trường hợp thiếu hoặc không có số liệu thực đo, khó áp dụng để đánh giá đối với các sự kiện cực đoan (như lũ) hay điều tiết của hồ chứa thủy điện theo biểu đồ phụ tải ngày và khó phân tách tác động của hồ chứa với các tác động khác như thay đổi thảm phủ, sử dụng đất, điều kiện khí tượng, khí hậu. Do vậy, phương pháp này phù hợp cho các đánh giá nhanh, các kết luận liên quan đến các thông số thủy văn có thời đoạn từ ngày, tháng, mùa đến năm (như ảnh hưởng của chế độ thủy văn, thủy lực đến diễn biến hình thái sông, cửa sông, chế độ lưu lượng theo ngày của mùa lũ, mùa cạn).

Phương pháp chỉ số biến đổi thủy văn (Phương pháp IHA - *Indicators Hydrologic of Alteration Method*) được đề xuất đầu tiên bởi Richer và các cộng sự ở Hoa Kỳ vào năm 1996. Phương pháp này đề xuất sử dụng 32 thông số biến đổi thủy văn (IHA parameters) được chia làm 5 nhóm gồm các đặc tính về độ lớn dòng chảy, thời gian xuất hiện, thời gian duy trì, tần suất và cường độ biến đổi. Việc đánh giá các chỉ số IHA được thực hiện qua 4 bước: xác định các chuỗi dữ liệu trong thời gian trước và sau tác động của hệ thống hồ chứa; tính giá trị 32 thông số IHA cho mỗi năm; tính toán thống kê 32 thông số IHA cho thời kỳ nhiều năm; so sánh trước và sau tác động và kết quả là độ lệch tương đối giữa trước và sau khi có hồ chứa.

Độ lệch tương đối trị số dòng chảy trung bình các giai đoạn (chỉ số biến đổi), thời kỳ điều tiết so với thời kỳ tự nhiên được xác định như sau:

$$D_{tb} = \frac{\overline{K_2} - \overline{K_1}}{\overline{K_1}.100}\%$$

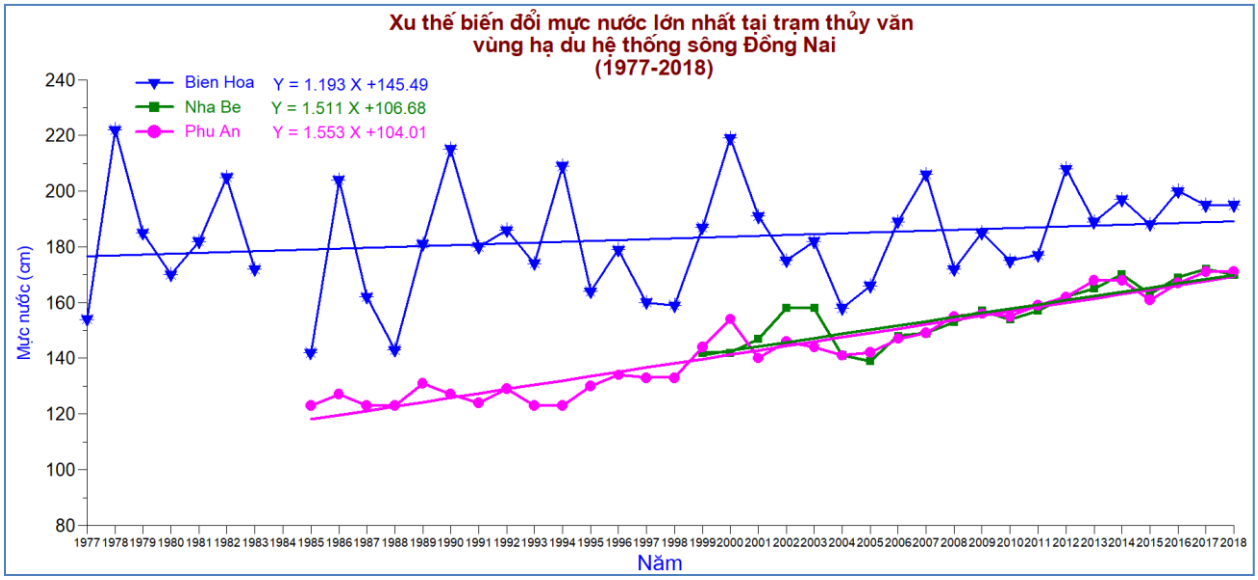
Trong đó: D_{tb}: Độ lệch tương đối trị số dòng chảy trung bình [-]; K_2 là hệ số phân tán thời kỳ vận hành [-], K_1 là hệ số phân tán thời kỳ tự nhiên [-].

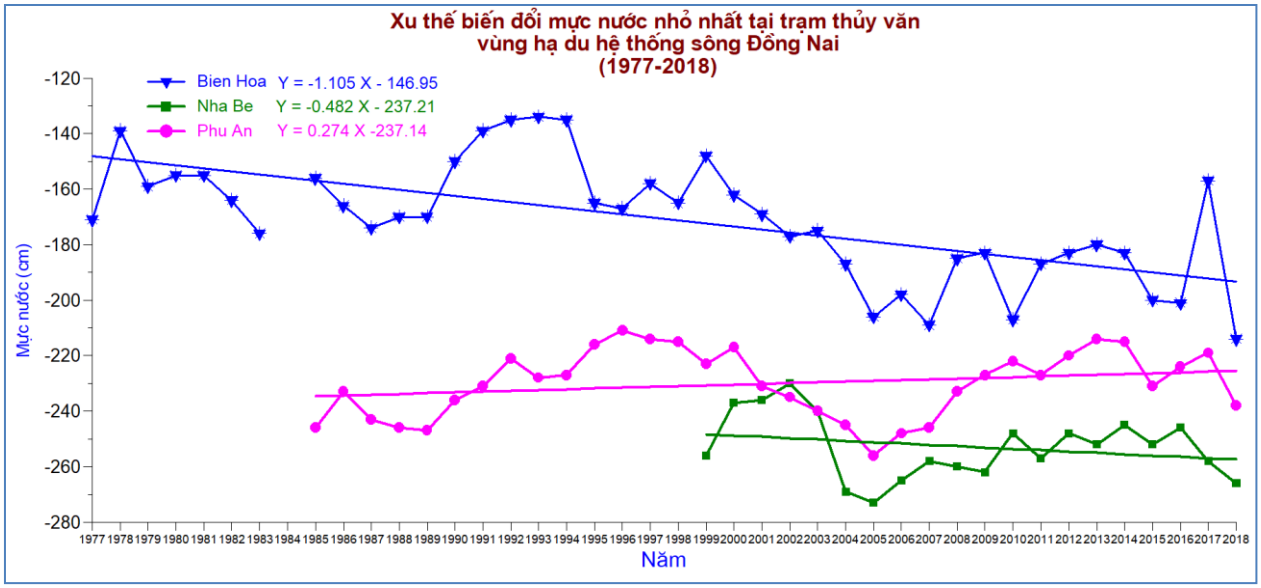
Độ lệch tương đối hệ số phân tán của các giai đoạn, thời kỳ điều tiết (C_{v2}) so với thời kỳ tự nhiên (C_{v1}) được xác định như sau:

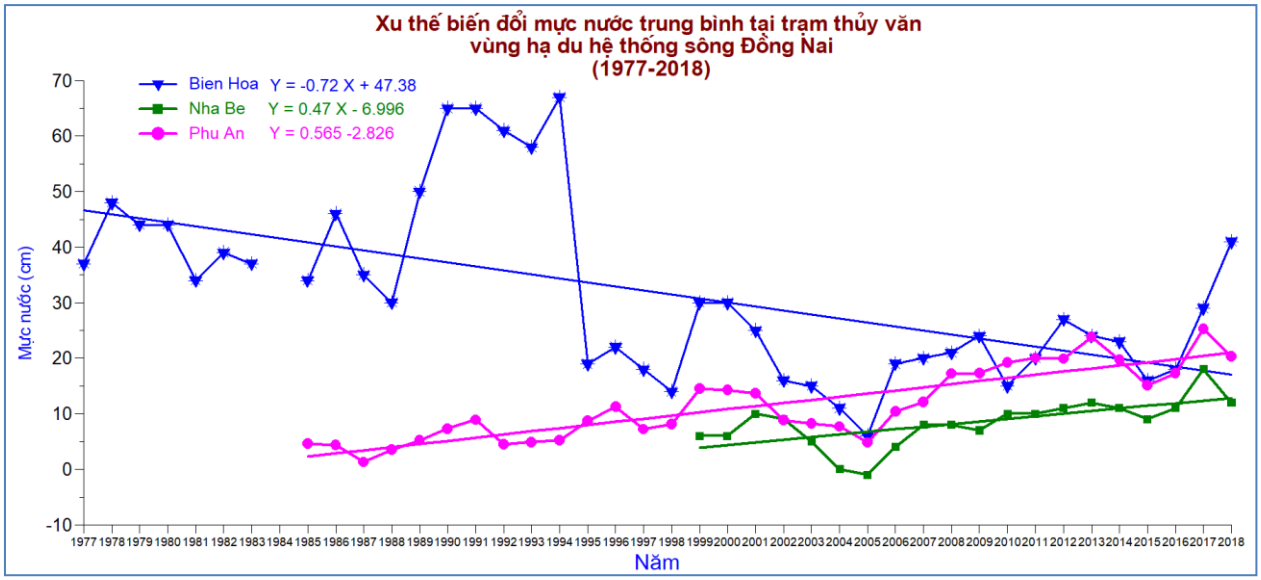
$$D_{\delta} = \frac{C_{v2} - C_{v1}}{C_{v1}.100}\%$$

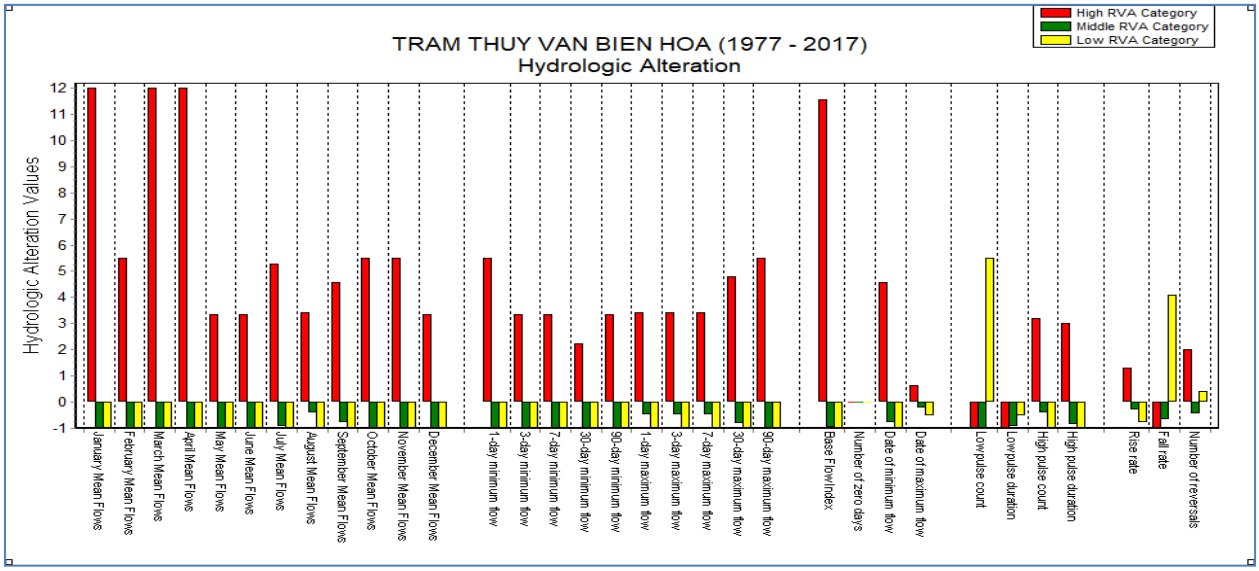
Dữ liệu được sử dụng để đánh giá là số liệu quan trắc mực nước tại trạm thủy văn Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai từ năm 1980-2017. Trạm đặt bên bờ trái sông Đồng Nai, nằm trong khu vực nhà máy nước Biên Hòa, trên đường Cách mạng tháng Tám, thuộc phường Quyết Thắng, thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai, trạm cách hồ Trị An khoảng 40km. cách trạm khoảng 06km là cù lao Rùa, thuộc tỉnh Bình Dương. Về phía hạ lưu, cách trạm khoảng hơn 600m là cù lao Hiệp Hòa (Xã Hiệp Hòa, thành phố Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai), nơi đây sông Đồng Nai tự chia ra làm hai nhánh ôm trọn cù lao này: dòng bên phải với mặt cắt lớn hơn là dòng chính, còn dòng bên trái hẹp hơn, nước chảy yếu. Theo dòng chính khoảng 04km là điểm cuối của cù lao Hiệp Hòa. Cách khoảng 40 km về phía hạ lưu bên bờ phải là nơi ngã ba giữa sông Sài Gòn và sông Đồng Nai; cách trạm khoảng 50km về phía hạ lưu là nơi sông chia làm hai nhánh: bên phải là Soài Rạp, bên trái là Lòng Tàu đổ ra biển Đông. Trạm Thủy văn Biên Hòa có dòng chảy chịu ảnh hưởng mạnh chế độ bán nhật triều không đều của Biển Đông trong cả năm. Trong mùa lũ và cả khi hồ Trị An xả lũ, chế độ thủy triều vẫn thể hiện rõ. Dòng chảy có 2 chiều rõ rệt. Hồ Trị An đi vào vận hành năm 1990. Do đó, khi tính toán sử dụng chuỗi số liệu từ 1980-1989 là thời gian dòng chảy tự nhiên và thời gian từ 1990-2017 là chịu ảnh hưởng của vận hành hồ chứa.

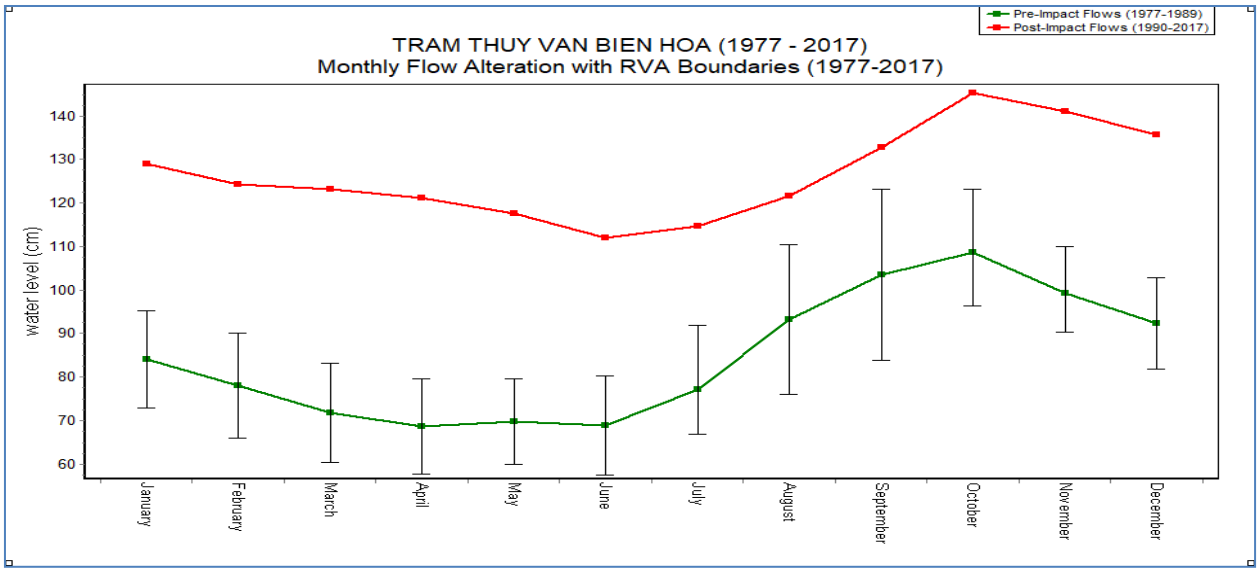
Sử dụng phần mềm IHA của The Nature Conservancy Ver. 7.1 để tính toán 32 thông số biến đổi thủy văn cho từng năm và tổng hợp cho từng thời kỳ. Chi tiết xem thêm phần phụ lục báo cáo.

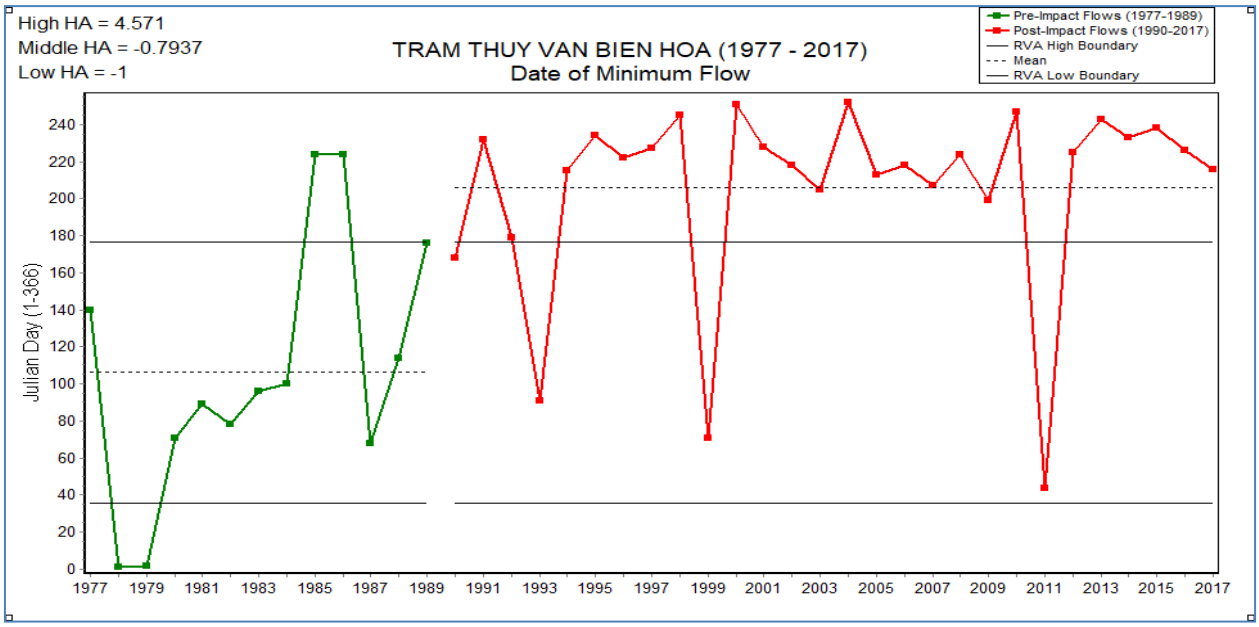

Xu thế biến đổi mực nước lớn nhất tại trạm thủy văn
vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai
(1977-2018)
Bien Hoa Y = 1.193 X +145.49
Nha Be Y = 1.511 X +106.68
Phu An Y = 1.553 X +104.01
Mực nước (cm)
Năm

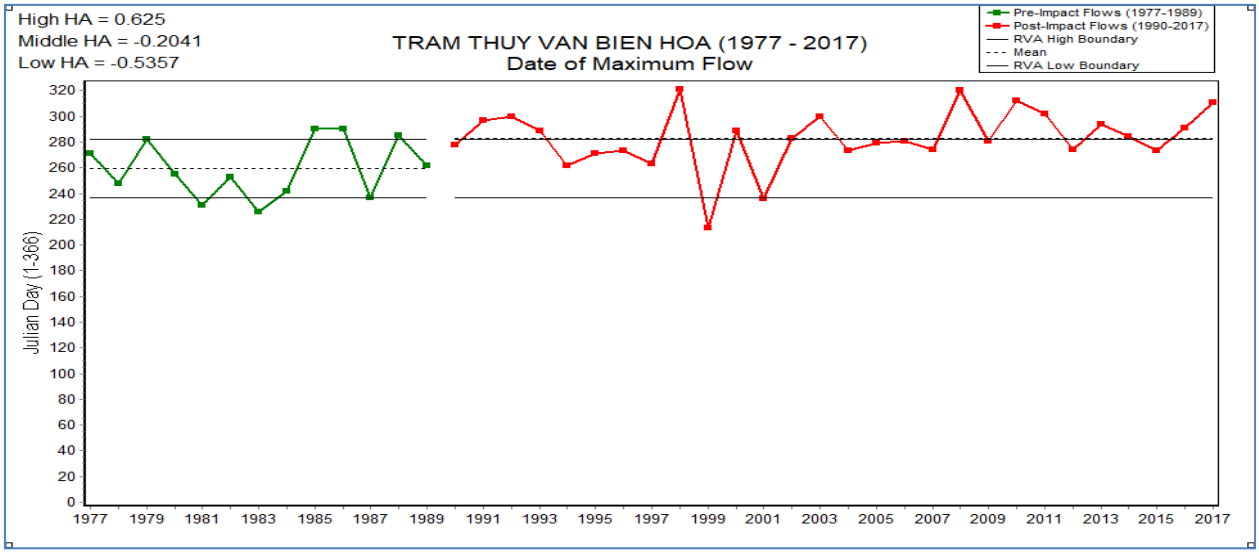

Xu thế biến đổi mực nước nhỏ nhất tại trạm thủy văn
vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai
(1977-2018)
Bien Hoa Y = -1.105 X - 146.95
Nha Be Y = -0.482 X - 237.21
Phu An Y = 0.274 X -237.14
Mực nước (cm)
Năm

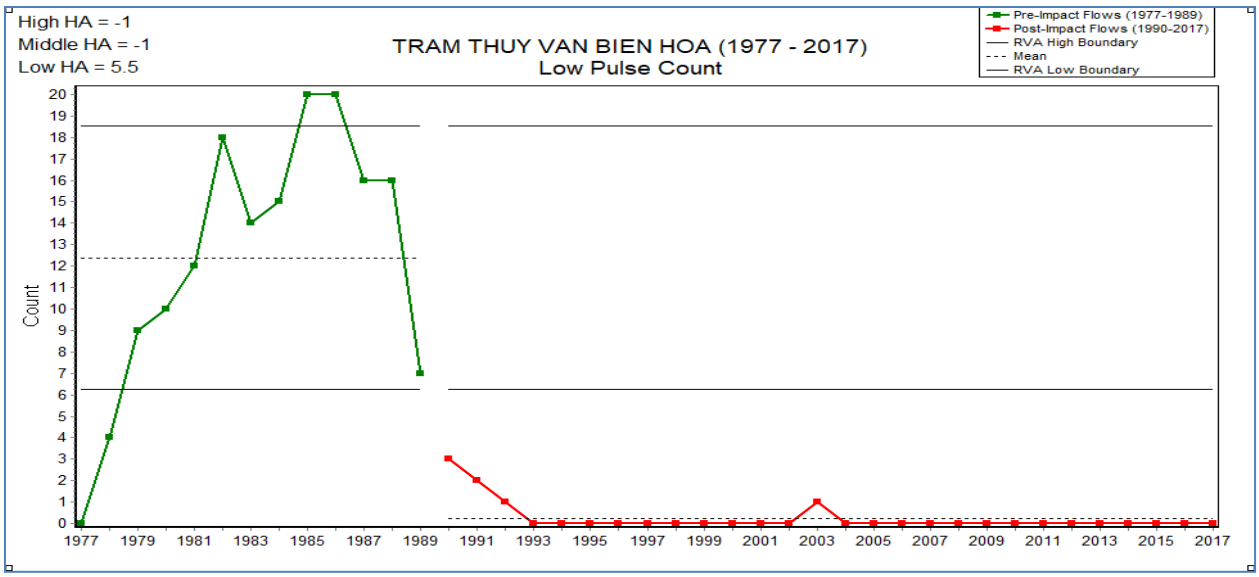

Xu thế biến đổi mực nước trung bình tại trạm thủy văn
vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai
(1977-2018)
Bien Hoa Y = -0.72 X + 47.38
Nha Be Y = 0.47 X - 6.996
Phu An Y = 0.565 -2.826
Mực nước (cm)
Năm

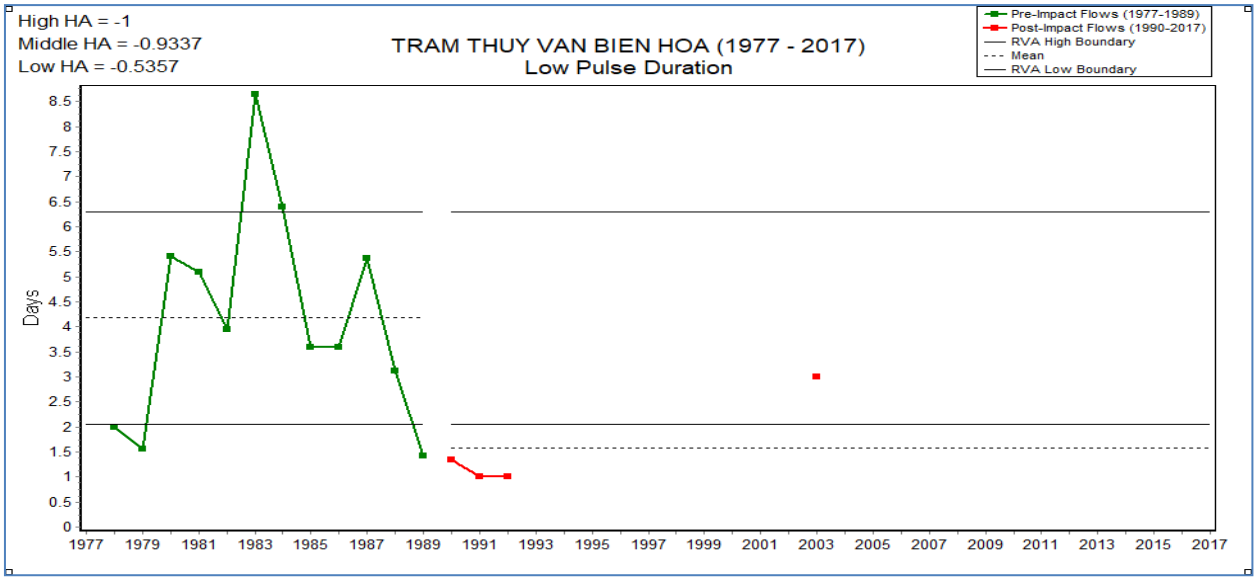

High RVA Category
Middle RVA Category
Low RVA Category
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Hydrologic Alteration
Hydrologic Alteration Values
January Mean Flows
February Mean Flows
March Mean Flows
April Mean Flows
May Mean Flows
June Mean Flows
July Mean Flows
August Mean Flows
September Mean Flows
October Mean Flows
November Mean Flows
December Mean Flows
1-day minimum flow
3-day minimum flow
7-day minimum flow
30-day minimum flow
90-day minimum flow
1-day maximum flow
3-day maximum flow
7-day maximum flow
30-day maximum flow
90-day maximum flow
Base Flow Index
Number of zero days
Date of minimum flow
Date of maximum flow
Low pulse count
Low pulse duration
High pulse count
High pulse duration
Rise rate
Fall rate
Number of reversals

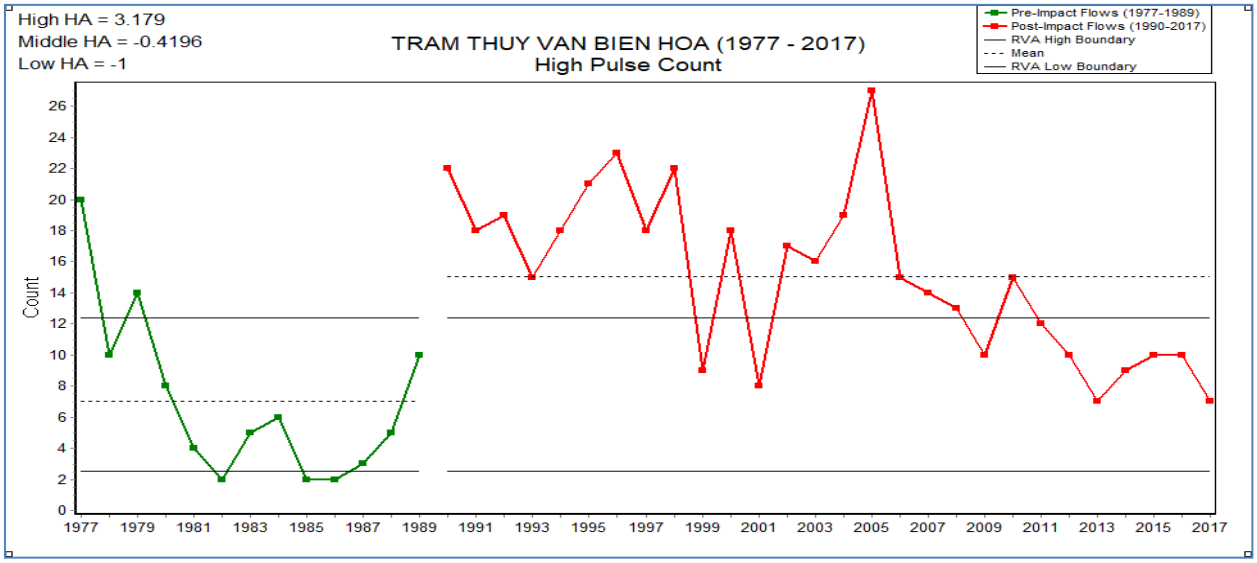

Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flow Alteration with RVA Boundaries (1977-2017)
water level (cm)
January
February
March
April
May
June
July
August
September
October
November
December

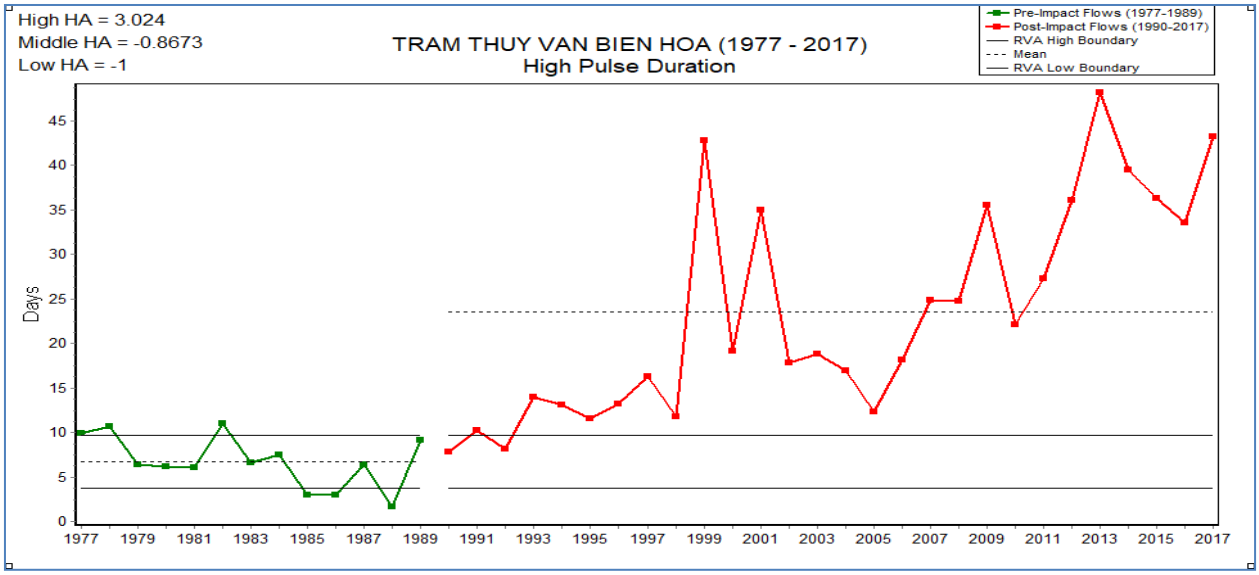

High HA = 4.571
Middle HA = -0.7937
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Date of Minimum Flow
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Julian Day (1-366)

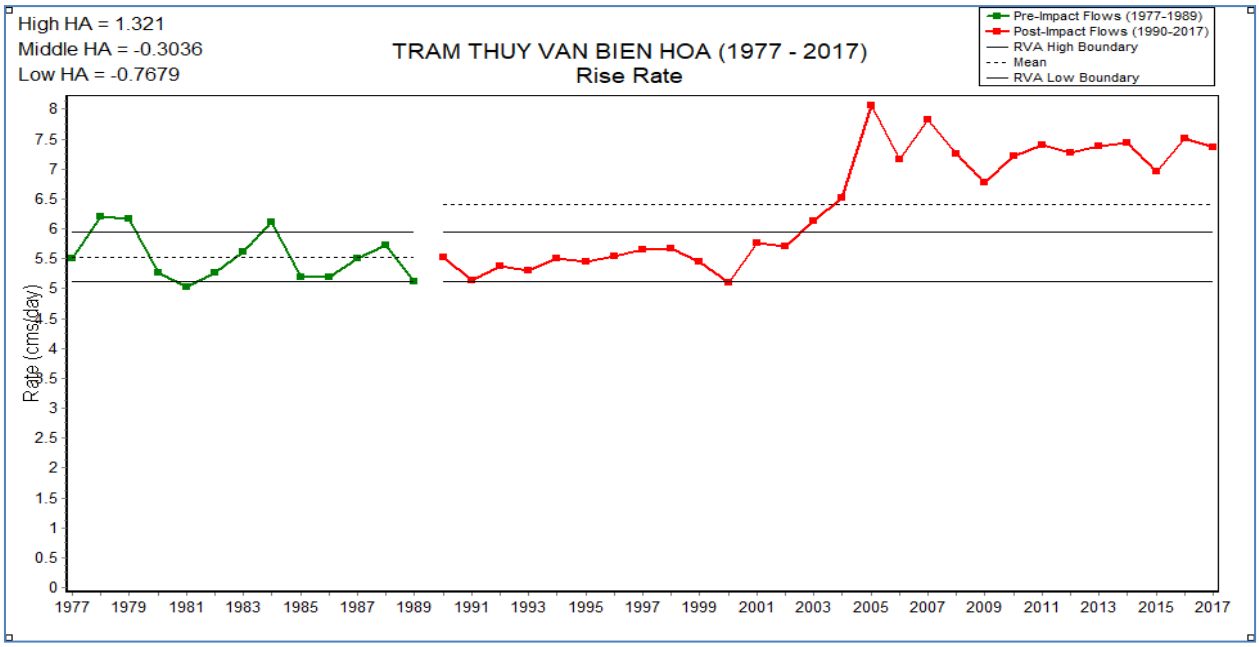

High HA = 0.625
Middle HA = -0.2041
Low HA = -0.5357
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Date of Maximum Flow
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Julian Day (1-366)

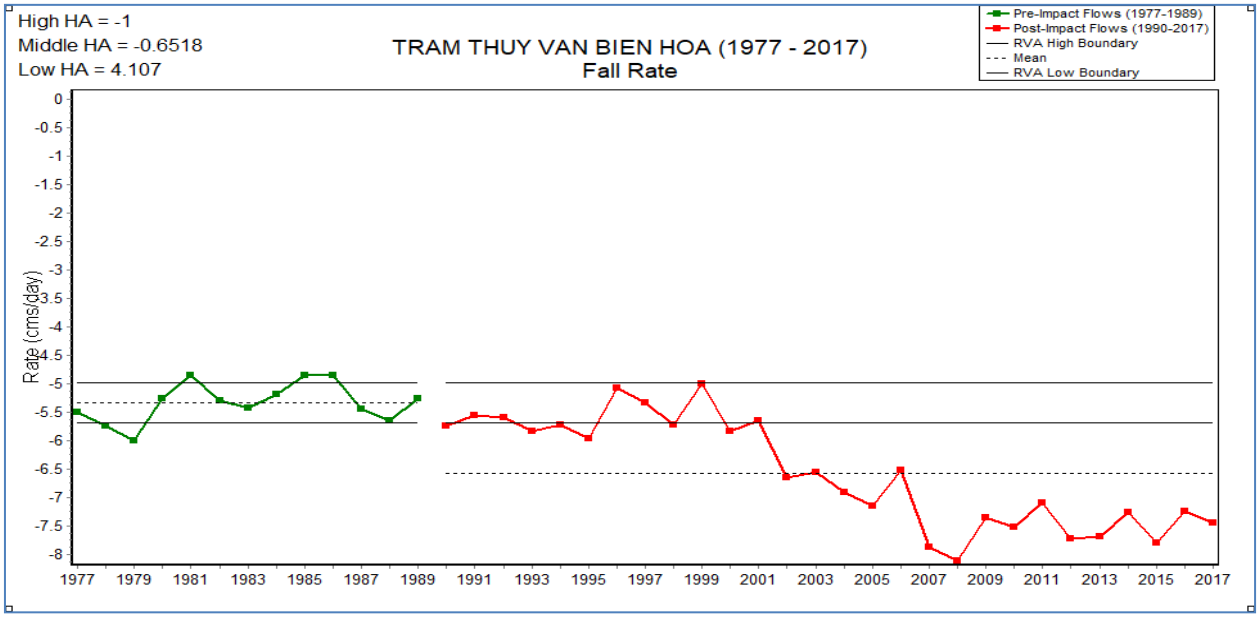

High HA = -1
Middle HA = -1
Low HA = 5.5
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Low Pulse Count
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Count

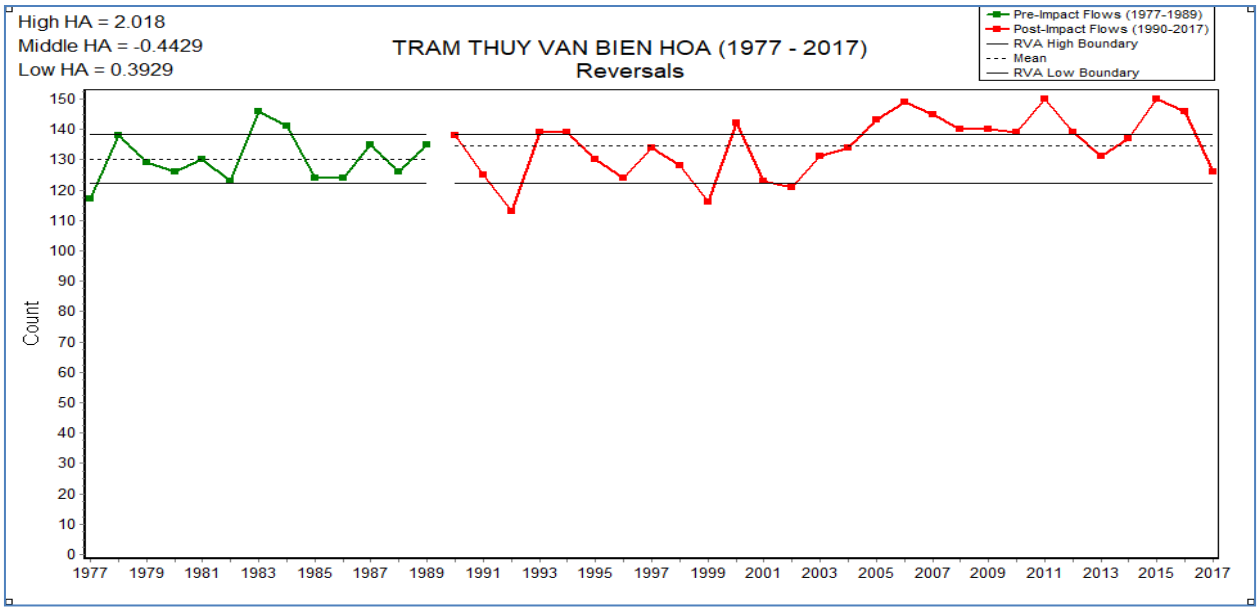

High HA = -1
Middle HA = -0.9337
Low HA = -0.5357
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Low Pulse Duration
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Days


High HA = 3.179
Middle HA = -0.4196
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
High Pulse Count
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Count


High HA = 3.024
Middle HA = -0.8673
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
High Pulse Duration
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Days


High HA = 1.321
Middle HA = -0.3036
Low HA = -0.7679
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Rise Rate
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Rate (cms/day)





Bảng 4- 2: Chỉ số biến đổi thủy văn qua các giai đoạn, thời kỳ điều tiết so với thời kỳ tự nhiên

Chỉ số biến đổi thủy văn (IHA)	Thời kỳ tự nhiên 1977-1989				Thời kỳ có hồ chứa 1990-2017				Biên độ lệch tương đối RVA		Hệ số biến động thủy văn (HA)
	TB	Hệ số phân tán	Min	Max	TB	Hệ số phân tán	Min	Max	Low	High	
Nhóm 1: Dòng chảy trung bình tháng											
Tháng 1	84.19	0.1325	72.71	114.9	129	0.09773	106.3	156.6	73.03	95.35	-1
Tháng 2	78.09	0.1554	65.11	109.5	124.3	0.1041	99.54	146.9	65.95	90.22	-1
Tháng 3	71.83	0.1574	59.39	99.23	123.1	0.1039	94.06	140.6	60.53	83.14	-1
Tháng 4	68.71	0.1604	53.07	93.23	121.1	0.1195	90.03	147.6	57.69	79.73	-1
Tháng 5	69.79	0.1412	54.26	85.94	117.5	0.1278	89.45	148.4	59.94	79.65	-1

Chỉ số biến đổi thủy văn (IHA)	Thời kỳ tự nhiên 1977-1989				Thời kỳ có hồ chứa 1990-2017				Biên độ lệch tương đối RVA		Hệ số biến động thủy văn (HA)
	TB	Hệ số phân tán	Min	Max	TB	Hệ số phân tán	Min	Max	Low	High	
Tháng 6	68.92	0.1658	54.67	88.13	112	0.1248	86.43	141.6	57.49	80.35	-1
Tháng 7	77.11	0.1922	63.68	107.3	114.6	0.1114	91.74	140.1	66.85	91.93	-0.4204
Tháng 8	93.18	0.1837	72.16	118.6	121.6	0.1032	103.4	146.5	76.07	110.3	-0.4382
Tháng 9	103.5	0.1905	81.93	145	132.7	0.08231	110.7	151.2	83.81	123.2	-0.5679
Tháng 10	108.7	0.134	95.13	140.5	145.3	0.08959	126.3	169.8	96.29	123.3	-0.3314
Tháng 11	99.33	0.1069	89.13	123	141	0.09786	118	170.3	90.4	109.9	-0.0846
Tháng 12	92.34	0.1132	80.1	115.1	135.8	0.107	110.6	162.7	81.89	82.8	-1
Nhóm 1: Dòng chảy cực trị											
H 1- ngày min	30.08	0.4685	12	63	71.79	0.145	54	93	15.99	44.17	-1
H 3- ngày min	43.94	0.2562	29.33	66.33	81.06	0.1272	58	98.67	32.68	55.19	-1
H 7- ngày min	49.95	0.2031	37	69.29	93.62	0.1229	72.86	115.6	39.8	60.1	-1
H 30- ngày min	62.86	0.1587	51.03	80.63	108.7	0.1236	84.17	136.2	52.88	72.83	-1
H 90- ngày min	66.94	0.1463	53.23	86.13	113.1	0.118	89.83	140.1	57.15	76.74	-1
H 1- ngày max	146	0.1861	112	207	179.7	0.1021	144	219	118.9	173.2	-0.4777
H 3- ngày max	142.8	0.1887	110	203	175	0.106	142	213.7	115.8	169.7	-0.4777
H 7- ngày max	135.7	0.1776	106.3	190.9	168	0.1039	136.9	202.3	111.6	159.7	-0.4777
H 30- ngày max	115.5	0.1322	98.8	151.8	150.1	0.08827	128.1	174.7	100.2	130.7	-0.8259
H 90- ngày max	106.7	0.131	93.72	138	143.1	0.08591	122.2	167.9	94.68	120.6	-0.9124
Chỉ số dòng chảy cơ bản	0.5862	0.09976	0.484	0.6638	0.7389	0.05199	0.6248	0.8068	0.5277	0.6447	-0.9536
Nhóm 3: Thời gian xuất hiện dòng chảy cực trị											
T (Hmin)	106.4	0.1927	1	224	206.1	0.1436	44	252	35.86	176.9	-0.7937
T (Hmax)	259.4	0.06159	226	290	283	0.06318	213	321	236.8	281.9	-0.2041
Nhóm 4: Xung dòng chảy cao, thấp											
Số lần xuất hiện xung thấp (LPC)	12.38	0.4961	0	20	0.25	2.802	0	3	6.24	18.53	-1
Khoảng thời gian duy trì xung thấp (LPD)	4.18	0.5082	1.429	8.643	1.583	0.6047	1	3	2.055	6.304	-0.9337
Số lần xuất hiện xung cao (HPC)	7	0.7671	2	20	15.07	0.3561	7	27	2.5	12.37	-0.4196
Khoảng thời gian duy trì xung cao (HPD)	6.711	0.4413	1.6	11	23.48	0.5123	7.818	48.14	3.749	9.672	-0.8673

Chỉ số biến đổi thủy văn (IHA)	Thời kỳ tự nhiên 1977-1989				Thời kỳ có hồ chứa 1990-2017				Biên độ lệch tương đối RVA		Hệ số biến động thủy văn (HA)
	TB	Hệ số phân tán	Min	Max	TB	Hệ số phân tán	Min	Max	Low	High	
Ngưỡng xung thấp là			62.14								
Ngưỡng xung cao là			107.2								
Nhóm 5: Tỉ lệ và tần suất biến đổi dòng chảy											
Tỷ lệ tăng	5.531	0.07375	5.031	6.202	6.411	0.1499	5.103	8.063	5.123	5.939	-0.3036
Tỷ lệ giảm	-5.334	-0.06573	-6	-4.849	-6.571	-0.1459	-8.116	-4.994	-5.685	-4.984	-0.6518
Số lần đảo chiều	130.3	0.06316	117	146	134.7	0.07423	113	150	122.1	138.5	-0.4429

Qua phân tích đánh giá theo chỉ số biến đổi thủy văn IHA kết hợp phân tích thống kê các đặc trưng thủy văn rút ra một số nhận xét như sau:

Trạm Thủy văn Biên Hòa có dòng chảy chịu ảnh hưởng mạnh chế độ bán nhật triều không đều của Biển Đông trong cả năm. Trong mùa lũ và cả khi hồ Trị An xả lũ, chế độ thủy triều vẫn thể hiện rõ. Dòng chảy có 2 chiều rõ rệt. Trị số trung bình số lần dòng chảy biến đổi ngược chiều thời kỳ điều tiết 1990-2017 tăng 7.42% so với thời kỳ tự nhiên từ 128 lần/năm lên 137 lần/năm.\

Sau khi có hồ Trị An thì chế độ thủy văn đã được điều tiết bớt chênh lệch hơn so với khi chưa có hồ, chủ yếu trong giai đoạn sau khi có hồ Trị An đến năm 1999, tuy nhiên sau năm 2000, mực nước có xu hướng tăng lên nhiều. Thời gian duy trì xung cao mực nước lớn nhất tăng 62% so với thời kỳ tự nhiên. Thời gian duy trì xung thấp mực nước lớn nhất giảm 73% so với thời kỳ tự nhiên. Kết quả này cho thấy hồ Trị An đã tác động tích cực đến chế độ thủy văn hạ lưu sau hồ tại trạm thủy văn Biên Hòa, đặc biệt trong mùa lũ, khi kết hợp với triều cường.

Mực nước cao mùa lũ ứng với các tần suất P=0,1 đến 2,0% sau khi có hồ Trị An tăng hơn so với trước khi có hồ giai đoạn sau 2000 đến nay, đặc biệt trong những năm gần đây từ năm 2012 đến nay mực nước max cao hơn mực nước max trung bình nhiều năm, điều này cho thấy sự gia tăng của mực nước triều và ảnh hưởng của mưa lớn trên lưu vực.

Trong mùa khô, hệ số phân tán lớn hơn so với thời kỳ tự nhiên, đặc biệt trong các tháng 2.

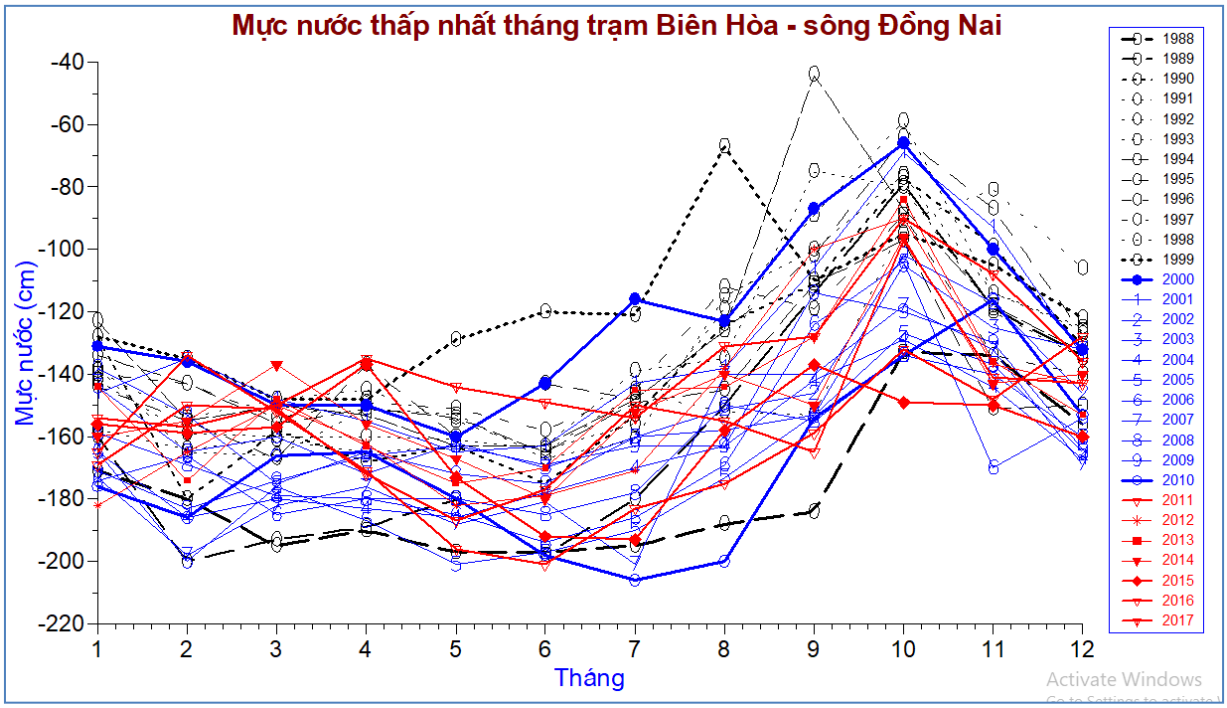
4.4. Xây dựng quan hệ thủy văn, thủy lực vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

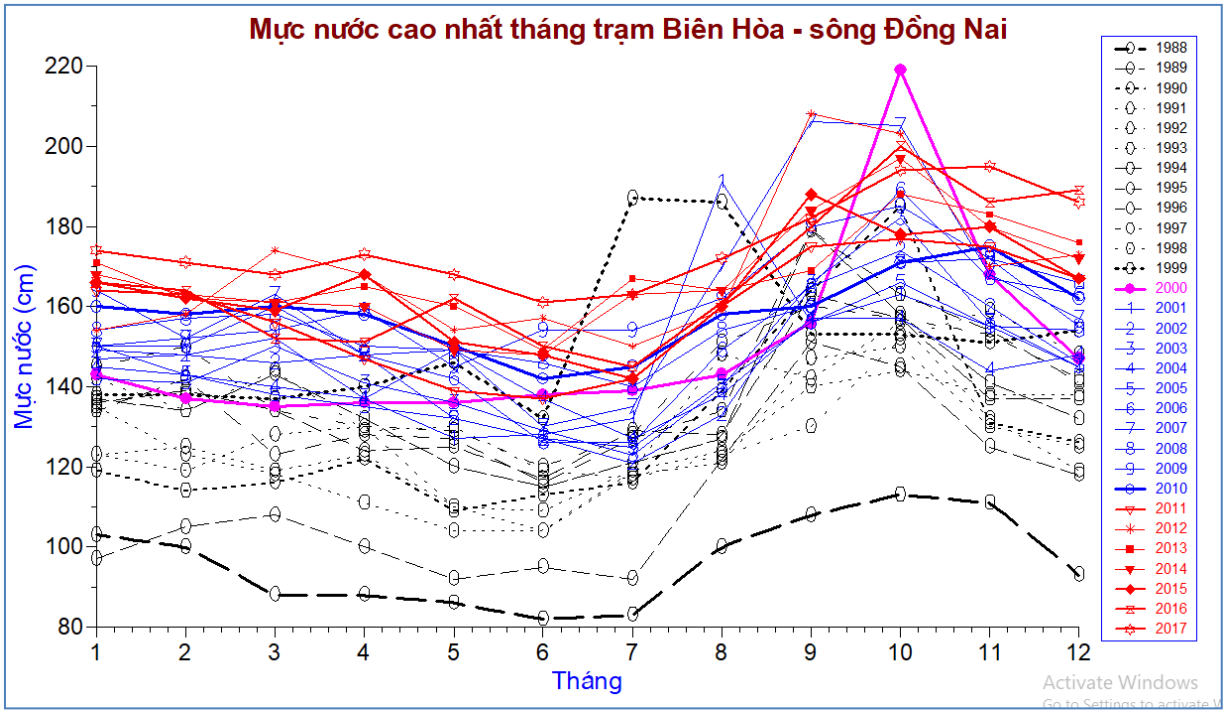
4.4.1. Xu thế biến đổi mực nước.

Mực nước sông lên xuống theo chế độ bán nhật triều (2 lần/ ngày đêm) cả trong mùa kiệt và mùa lũ đã làm cho đất bờ sông bị khô ướt liên tục, quá trình kéo dài làm suy giảm liên kết giữa các hạt đất gây xói lở bờ, gây ảnh hưởng đến ổn định bờ.

Mực nước lên xuống đã làm cột nước trong đất và ngoài sông chênh lệch tạo ra gradient đẩy khối đất gây trượt về phía lòng sông. Do hệ thống sông Đồng Nai Sài Gòn có mực nước triều với biên độ lớn (3-4m), lên xuống ngày hai lần (bán nhật triều không đều), với hai đỉnh xấp xỉ nhau và hai chân lệch nhau khá lớn nên ảnh hưởng càng mạnh, đặc biệt trong vài năm gần đây, từ sau năm 2000, mực nước thấp nhất các tháng trong năm có xu hướng thấp dần đi, trong khi đó mực nước cao nhất tháng trong năm có xu hướng tăng cao hơn dẫn đến ảnh hưởng của mực nước đến sạt lở bờ càng mạnh hơn. Hiện tượng sạt lở thường xảy ra khi mực nước phía ngoài sông xuống thấp nhất.

Xu thế biến đổi mực nước được thể hiện trong các hình vẽ dưới đây.

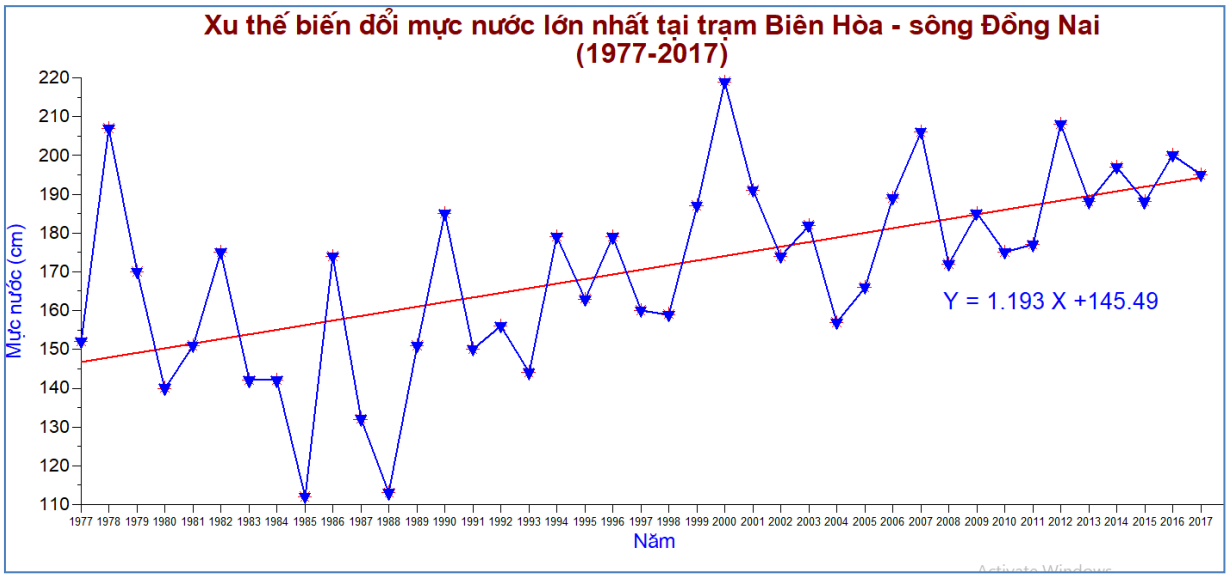


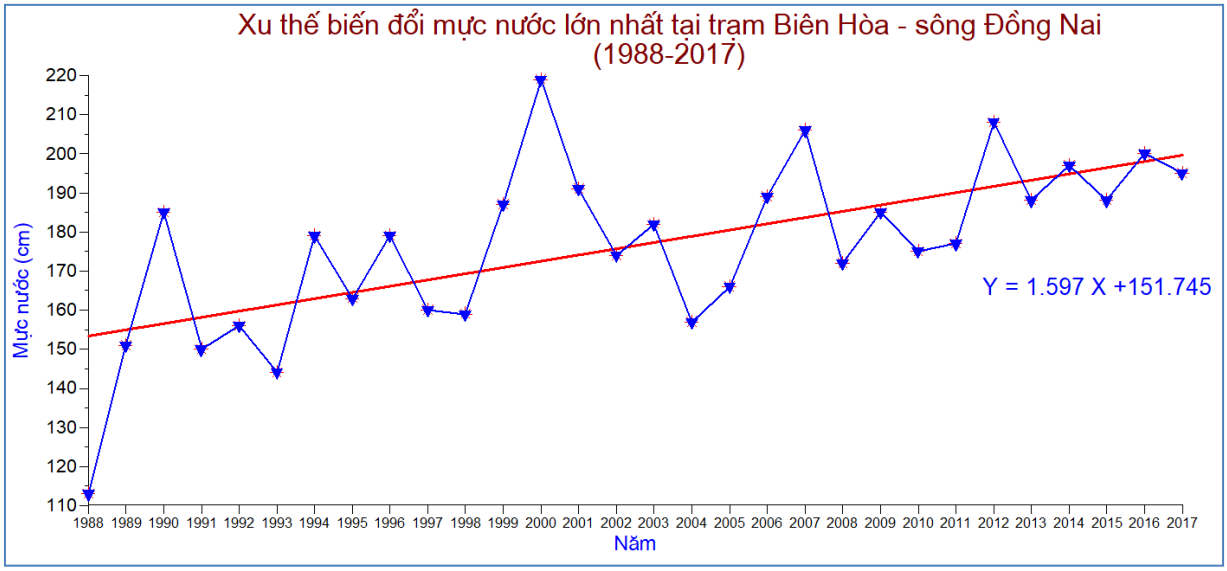


Đánh giá xu thế biến đổi mực nước lớn nhất hàng năm như các hình vẽ dưới đây cho thấy, cả hai chuỗi đều có xu thế tăng:

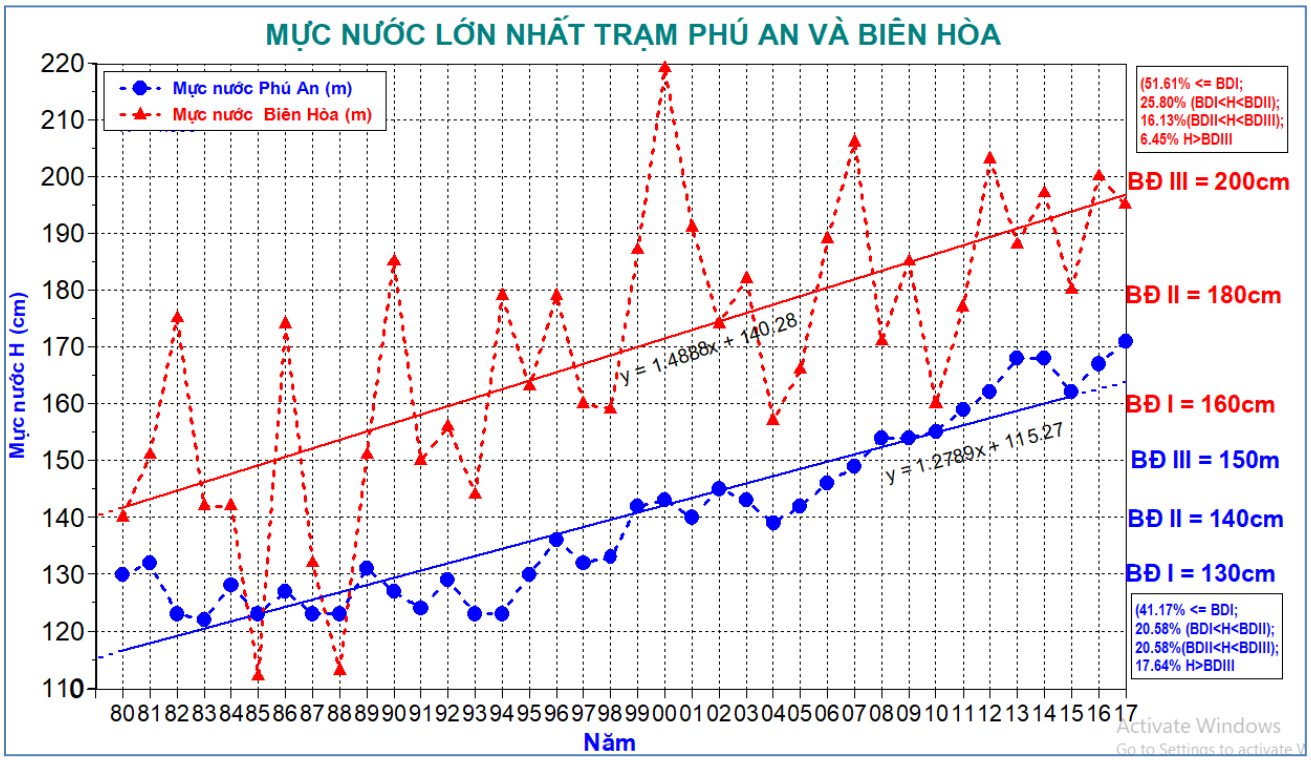
1) Với chuỗi 1977 ~ 2017 cho: y = 1,193x + 145.49; mức tăng trung bình 1,193 cm/năm so với gốc 146cm.

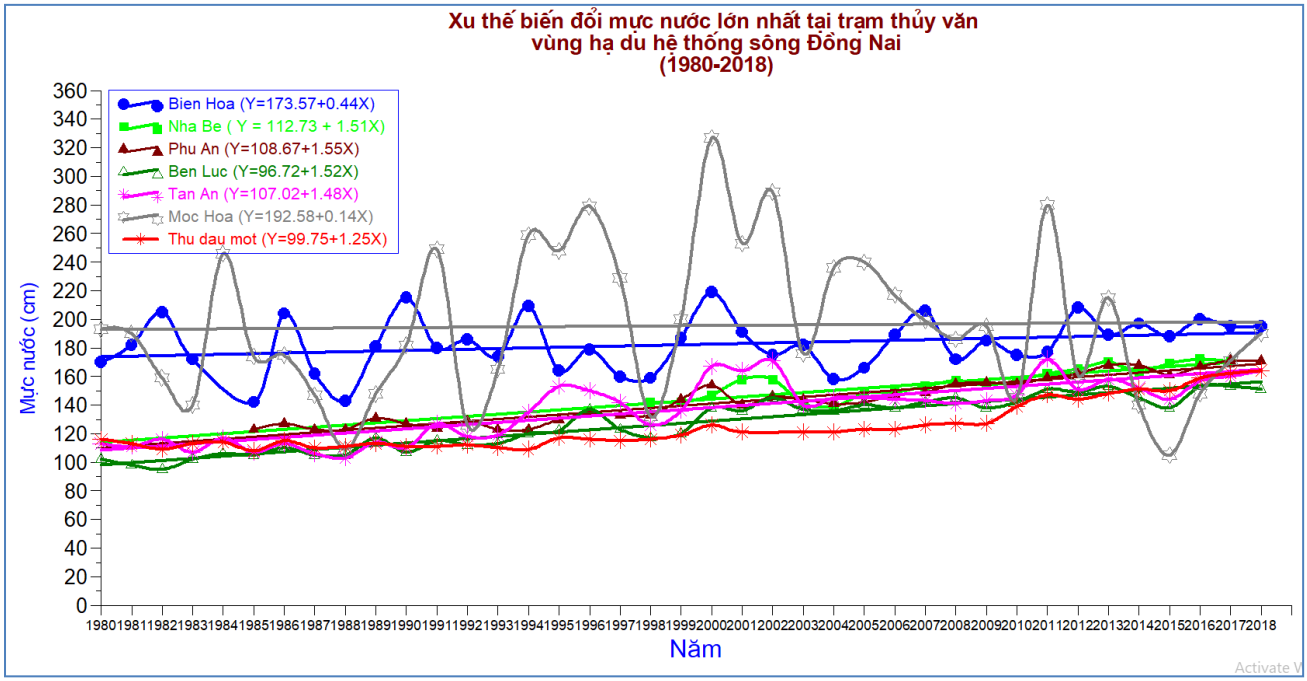
2) Với chuỗi 1988 ~ 2017 cho y = 1,597x + 151.745; mức tăng trung bình 1,60 cm/năm so với gốc 151.745cm.





Xu thế biến đổi mực nước lớn nhất hàng năm tại trạm Phú An từ năm 1988 đến 2015 cũng có xu thế tăng mạnh, mức tăng trung bình 1,227cm/năm so với gốc 126cm. Đặc biệt từ năm 2007 đến nay, mực nước lớn nhất năm đều lớn hơn báo động III, trong đó có năm 2013, 2014 mực nước lớn nhất năm lớn hơn báo động III rất nhiều.





Khi truyền vào sông, do tác động của nguồn nước từ thượng lưu và hình thái chung của lòng sông (độ dốc, độ uốn khúc, mặt cắt thủy lực...), thủy triều bị biến dạng dần cả về biên độ lẫn chu kỳ các bước sóng, và điều này ảnh hưởng đến các đặc trưng của triều là mực nước Max, Min và bình quân. Càng vào sâu trong sông, biên độ giảm càng nhanh và thời gian giữa hai nhánh lên, xuống càng sai biệt. Thời gian triều lên càng ngắn lại và thời gian triều xuống càng dài ra. Số liệu thực đo tại các trạm dọc sông cho các kết luận sau (VKHTLMN, 2010):

- Vào mùa kiệt, do nguồn nước từ thượng lưu về nhỏ, nên thủy triều ảnh hưởng mạnh nhất, mực nước trên sông phụ thuộc chủ yếu vào dao động triều. Do triết giảm năng lượng triều, mực nước đỉnh triều giảm dần dọc sông. Tuy nhiên, khi vào sâu hơn, do độ dốc lòng sông tăng, đỉnh triều lại có xu thế tăng dần về phía thượng lưu nên luôn xuất hiện một đoạn sông có mực nước thấp nhất dọc sông, được gọi là vùng điểm uốn độ dốc mặt nước.Vào mùa lũ, do lưu lượng thượng lưu tăng, xu thế chung là mực nước đỉnh giảm dần từ thượng lưu về hạ lưu. Điểm uốn độ dốc mặt nước lùi dần về phía hạ lưu.

- Mực nước đỉnh cao nhất hàng năm thường xuất hiện vào tháng XII, I ở vùng gần biển, ảnh hưởng triều rất mạnh (từ cửa vào sâu 20-30 km), và vào tháng IX, X ở vùng xa biển, ảnh hưởng triều yếu hơn (cách biển 150 km trở lên). Đoạn chuyển tiếp (50 100 km cách biển), mực nước đỉnh nằm trong khoảng tháng X-XII.

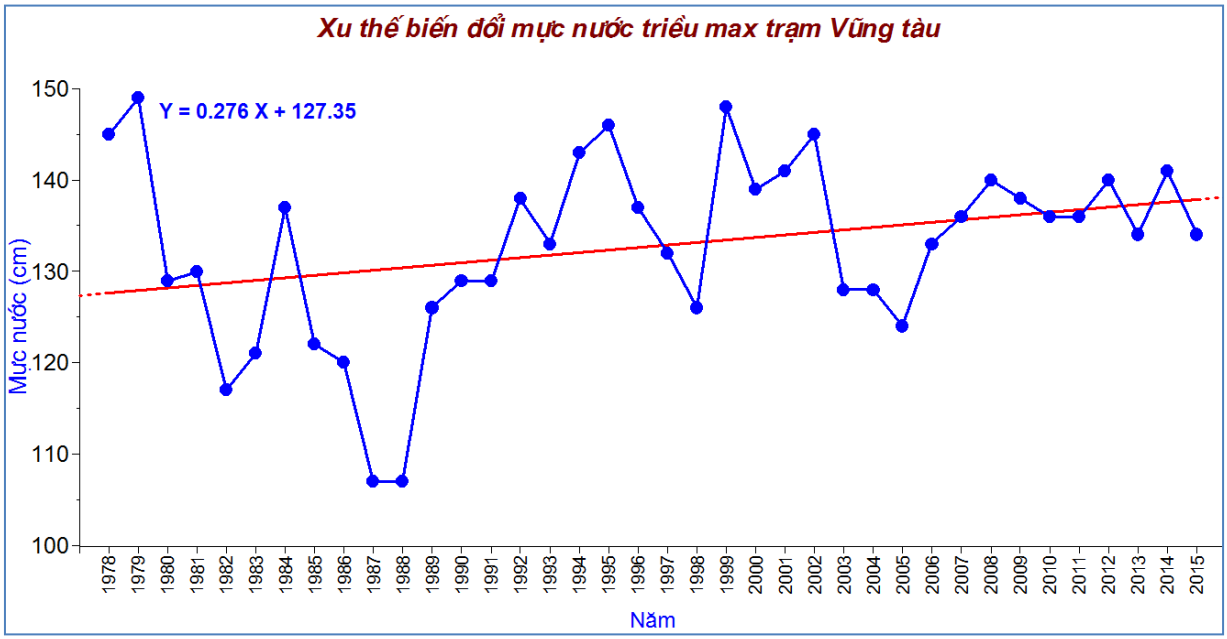
- Khi truyền sâu lên thượng lưu, cả mùa kiệt lẫn mùa lũ, sự biến đổi mực nước đỉnh triều nhìn chung là ít hơn so với biến đổi mực nước chân triều. Nếu lưu lượng thượng lưu về càng lớn thì chân triều sẽ được nâng lên càng nhiều. Mực nước chân thấp nhất hàng năm xuất hiện vào khoảng tháng VII, VIII ở vùng gần biển và khoảng tháng V, VI ở vùng xa biển.

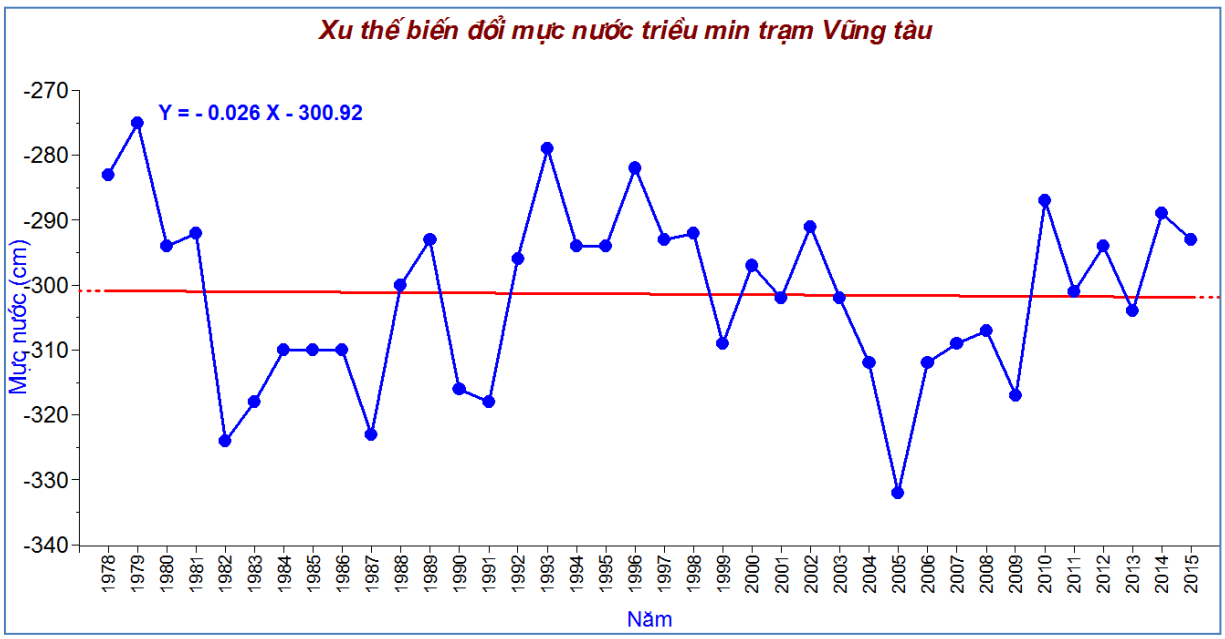
- Khoảng từ tháng VI-VIII không những là thời gian thường xuất hiện mực nước chân thấp nhất trong năm mà đây cũng là thời kỳ cho mực nước bình quân thấp nhất.

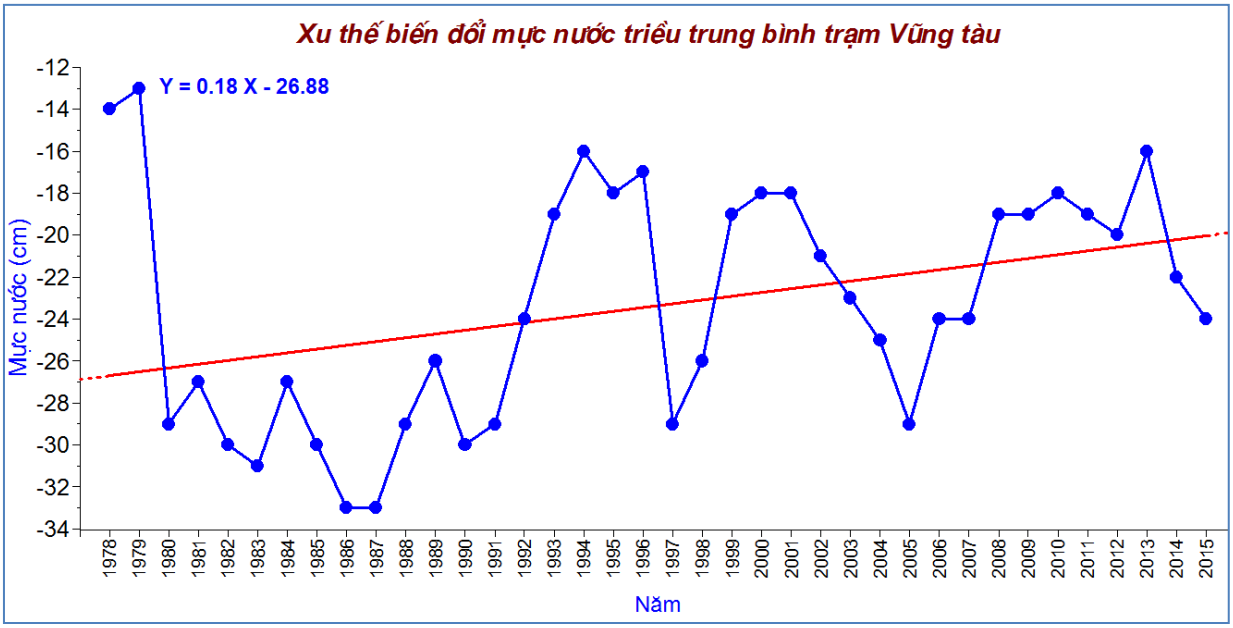
- Mực nước max tại các trạm thủy văn khu vực TPHCM ở Hình 2.15 cho thấy mực nước tại Vũng Tàu trong các năm qua tăng lên ít hơn so với mực nước tại Nhà Bè và Phú An. Điều này xảy ra có thể là do quá trình san lấp mặt bằng trong khu vực làm giảm dung tích trữ của kênh rạch

) Xu thế biến đổi mực nước tại trạm Vũng Tàu

Việc tăng mực nước triều trung bình tại trạm Vũng Tàu 8.84 cm trong 38 năm 1978 - 2015 không có nghĩa là mực nước đỉnh triều và chân triều cũng tăng lượng tương tự - Thực tế là đỉnh triều tăng 12,32 cm cùng thời kỳ (khoảng 1.4 lần), chân triều tăng 3,79cm cùng thời kỳ (khoảng 0,43 lần).





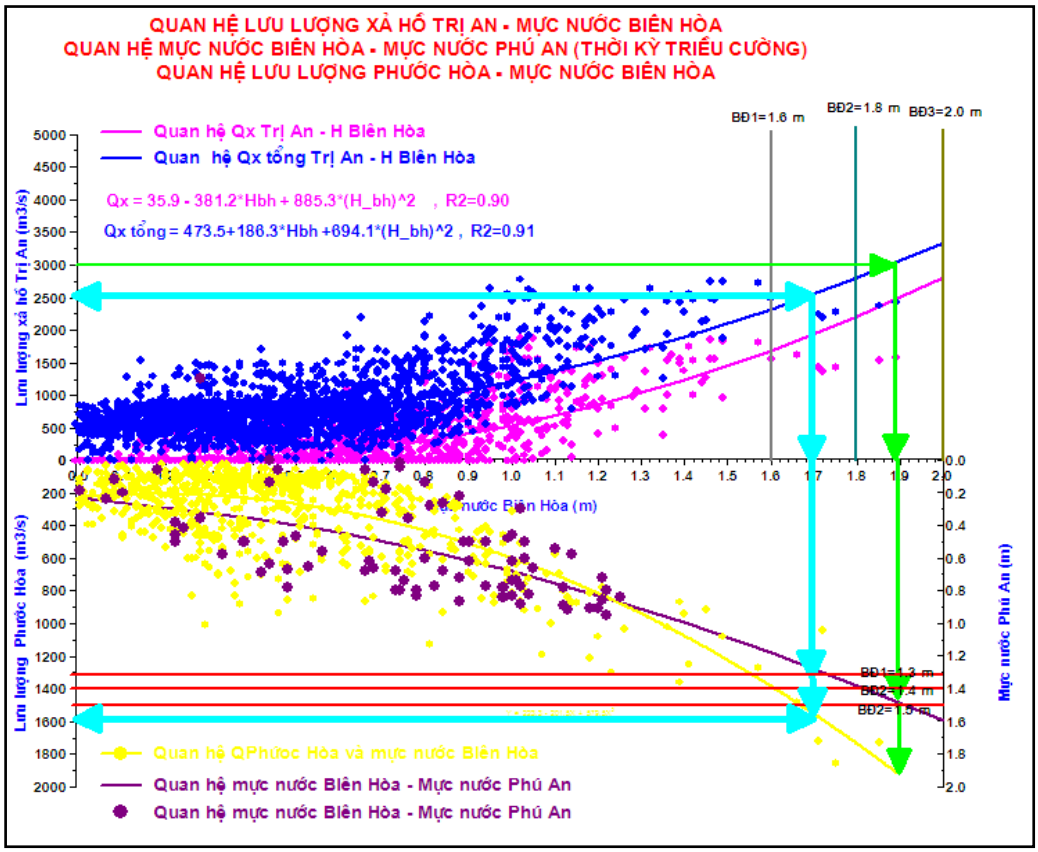


- Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu được thể hiện trong các chuỗi tài liệu thực đo và với trạm Vũng Tàu, tốc độ tăng khoảng 1.2mm/năm.

- Từ năm 2000 trở đi, mực nước cao nhất hằng năm tại trạm có xu hướng ngày càng cao, năm sau cao hơn năm trước. Điều này thể hiện rõ nét trên đường quá trình mực nước cao nhất năm của trạm.

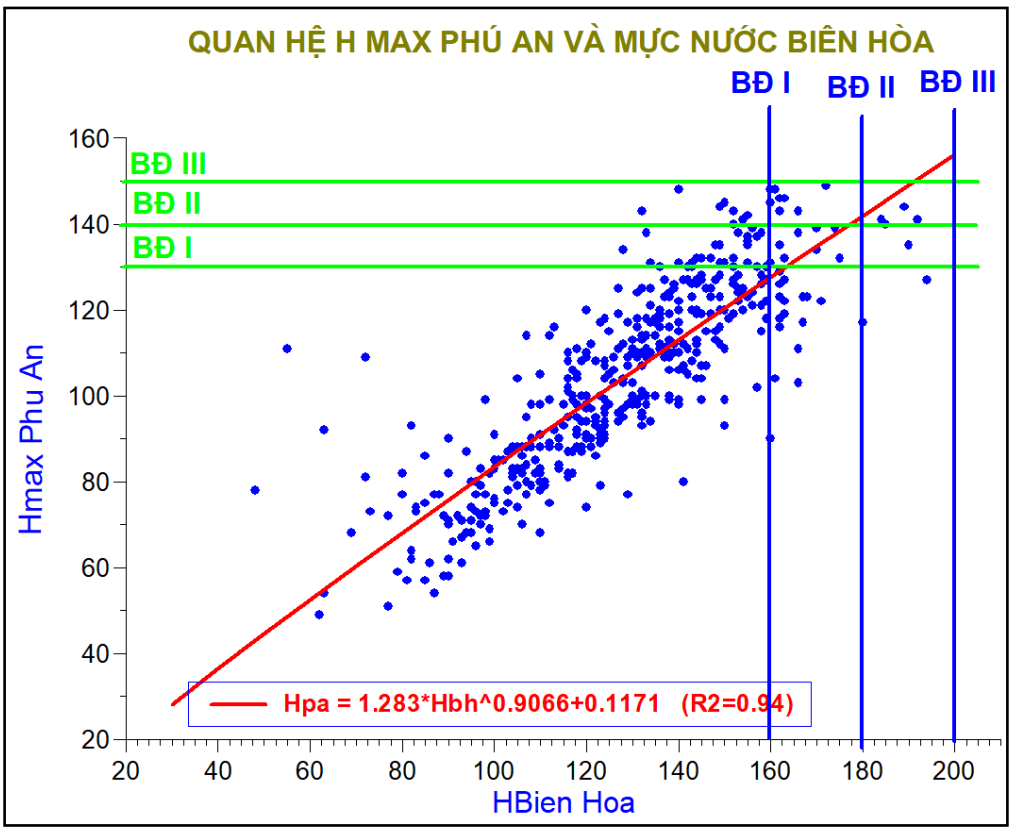
4.4.2. Quan hệ thủy văn – thủy lực

Thống kê lượng xả hồ Trị An, Dầu Tiếng qua các năm và xây dựng quan hệ lưu lượng xả các hồ với mực nước các trạm Phú An, Biên Hòa như sau:



Hình 4- 1: Quan hệ lưu lượng xả các hồ với mực nước hạ du hồ chứa

Theo số liệu thống kê tình hình xả lũ của hồ Trị An và quan hệ mực nước tại Biên Hòa cho thấy khi Trị An xả với lưu lượng < 2500m3/s thì H_Biên Hòa < 1,7m nhỏ hơn báo động II là 0,1m, mực nước tại H_Nhà Bè là <1.53m và mực nước tại Phú An là < 1.40m (BĐII).



Hình 4- 2: Quan hệ Hmax Phú An và Biên Hòa

4.4.3. Quan hệ giữa chiều rộng, chiều sâu và các yếu tố thủy lực bùn cát

Quan hệ hình thái sông phụ thuộc vào các nhân tố thủy lực theo dạng như sau:

$$\frac{B}{d} = f(Q, I, d, g, n)$$

$$\frac{h}{d} = f(Q, I, d, g, n)$$

$$\frac{v}{d} = f(Q, I, d, g, n)$$

Trong đó: B chiều rộng lòng dẫn (m); Q lưu lượng dòng chảy (m3/s), I độ dốc mặt nước ; d đường kính trung bình của hạt bùn cát; g là gia tốc trọng lực và n là độ nhám lòng sông.

Trên cơ sở tài liệu khảo sát, tài liệu thực đo tại các mặt cắt và kết quả tính toán từ mô hình MIKE11, xác định được quan hệ thình thái sông của các sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai như sau:

Sông Đồng Nai

$$\frac{B}{d} = 2.22E + 006 - 5.54(Q^{0.47}I^{-0.18}d^{-1.02}g^{-0.12}n^{0.051}) + 6.29E - 006(Q^{0.22}I^{0.03}d^{1.04}g^{0.01}n^{0.003})$$

$R^2 = 0.69$

Sông Sài Gòn

$$\frac{B}{d} = 4.87E + 005 - 0.92(Q^{0.47}I^{-0.18}d^{-1.02}g^{-0.12}n^{0.051}) + 2.43E - 007(Q^{0.22}I^{0.03}d^{1.04}g^{0.01}n^{0.003})$$

$R^2 = 0.65$

Sông Soài Rạp

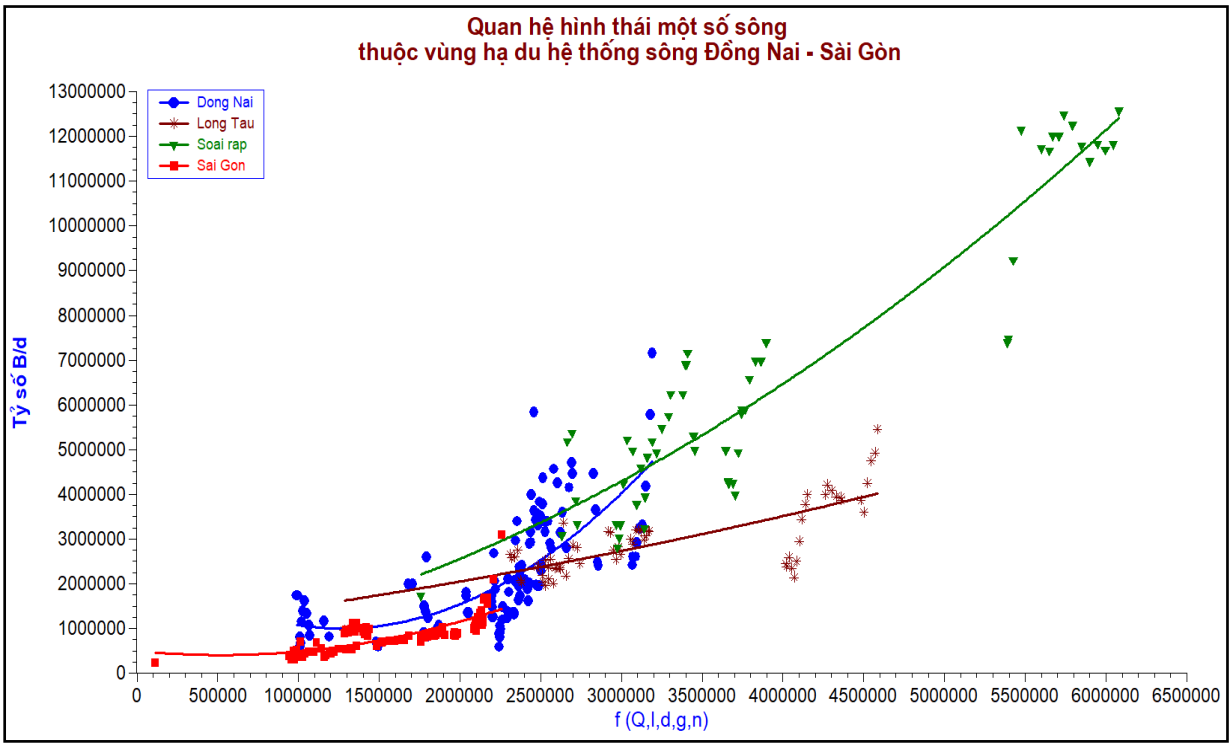
$$\frac{B}{d} = 4.12E + 005 + 1.69(Q^{0.47}I^{-0.18}d^{-1.02}g^{-0.12}n^{0.051}) + 1.58E - 006(Q^{0.22}I^{0.03}d^{1.04}g^{0.01}n^{0.003})$$

$R^2 = 0.60$

Sông Lòng Tàu

$$\frac{B}{d} = 4.85E + 005 + 4.55(Q^{0.47}I^{-0.18}d^{-1.02}g^{-0.12}n^{0.051}) - 1.70E - 007(Q^{0.22}I^{0.03}d^{1.04}g^{0.01}n^{0.003})$$

$R^2 = 0.64$



Sông Đồng Nai

$$\frac{h}{d} = 1.49E + 004 + 0.16(Q^{0.31}I^{-0.18}d^{-0.76}g^{-0.10}n^{0.07}) - 8.12E - 008(Q^{0.09}I^{0.03}d^{0.57}g^{0.01}n^{0.005})$$

$R^2 = 0.59$

Sông Sài Gòn

$$\frac{h}{d} = -3.65E + 004 + 0.80(Q^{0.31}I^{-0.18}d^{-0.76}g^{-0.10}n^{0.07}) - 1.26E - 006(Q^{0.09}I^{0.03}d^{0.57}g^{0.01}n^{0.005})$$

$R^2 = 0.61$

Sông Soài Rạp

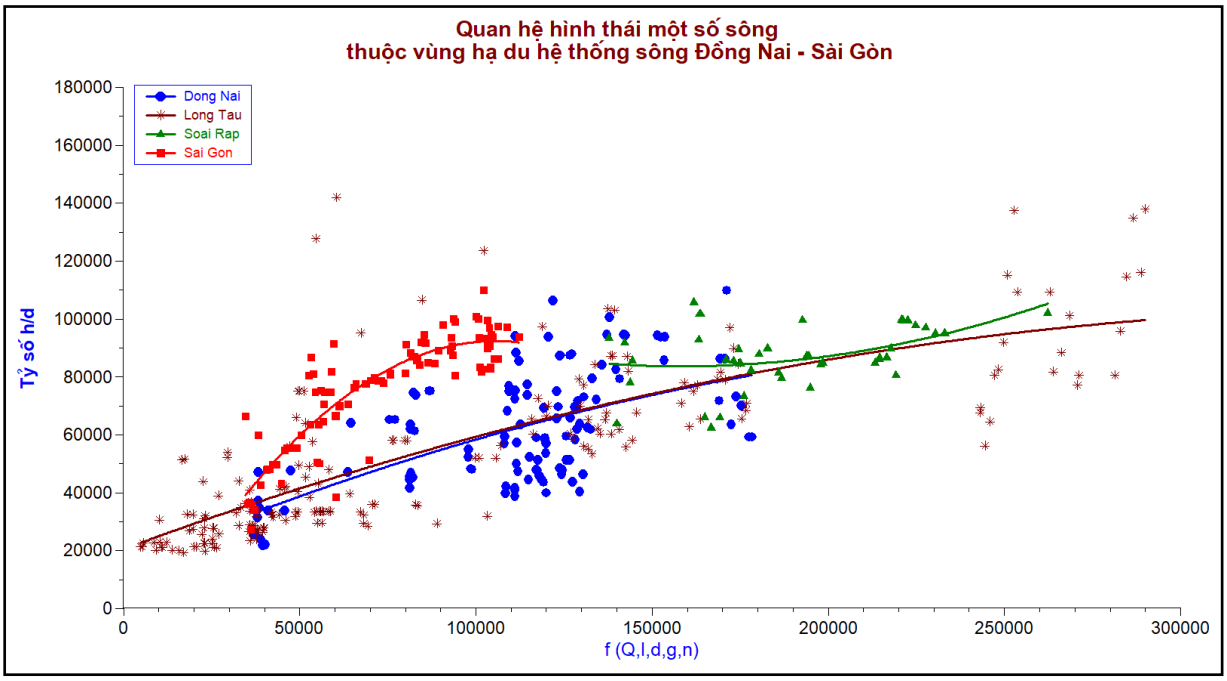
$$\frac{h}{d} = 1.34E + 005 - 0.19(Q^{0.31}I^{-0.18}d^{-0.76}g^{-0.10}n^{0.07}) + 1.92E - 007(Q^{0.09}I^{0.03}d^{0.57}g^{0.01}n^{0.005})$$

$R^2 = 0.57$

Sông Lòng Tàu

$$\frac{h}{d} = 2.06E + 004 + 0.13(Q^{0.31}I^{-0.18}d^{-0.76}g^{-0.10}n^{0.07}) - 5.81E - 008(Q^{0.09}I^{0.03}d^{0.57}g^{0.01}n^{0.005})$$

$R^2 = 0.61$



Sông Đồng Nai

$$\frac{v}{d} = -1.79E + 004 + 12.63(Q^{0.22}I^{0.36}d^{-1.04}g^{0.12}n^{-0.27}) - 1.71E - 003(Q^{0.048}I^{0.13}d^{1.08}g^{0.014}n^{0.073})$$

$R^2 = 0.81$

Sông Sài Gòn

$$\frac{v}{d} = -1897 + 2.91(Q^{0.22}I^{0.36}d^{-1.04}g^{0.12}n^{-0.27}) - 3.88E - 004(Q^{0.048}I^{0.13}d^{1.08}g^{0.014}n^{0.073})$$

$R^2 = 0.58$

Sông Soài Rạp

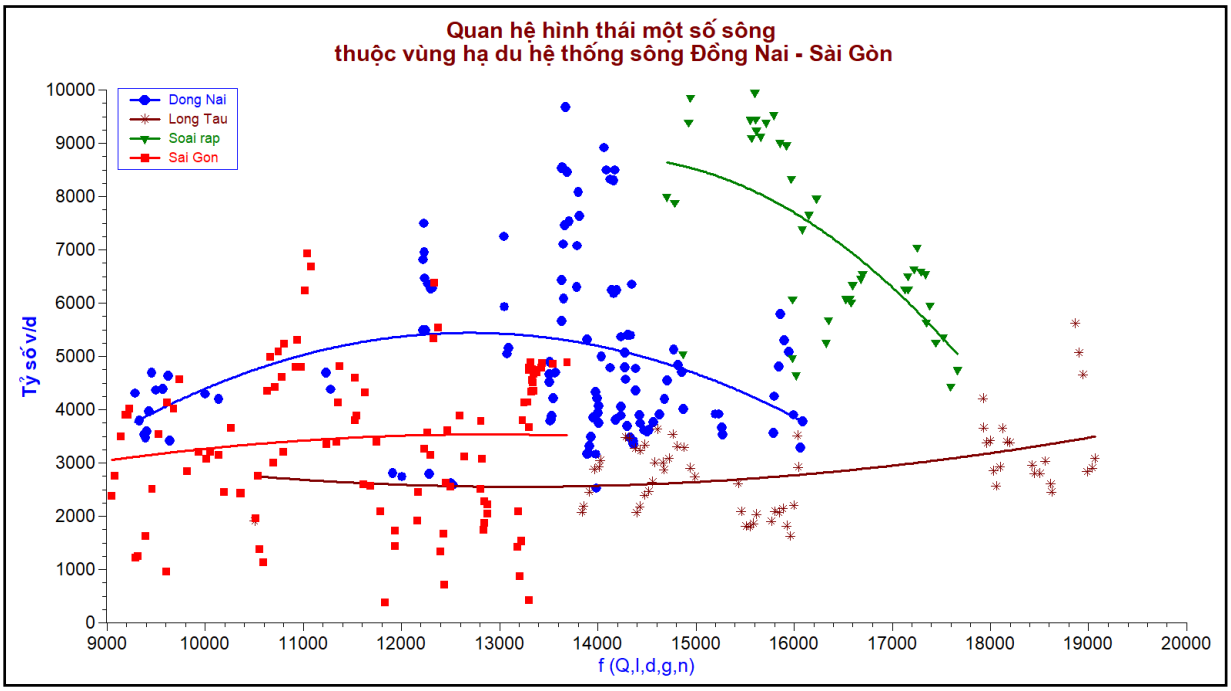
$$\frac{v}{d} = -4.9E + 004 + 28.52(Q^{0.22}I^{0.36}d^{-1.04}g^{0.12}n^{-0.27}) - 3.47E - 003(Q^{0.048}I^{0.13}d^{1.08}g^{0.014}n^{0.073})$$

$R^2 = 0.47$

Sông Lòng Tàu

$$\frac{v}{d} = 7301 - 2.48(Q^{0.22}I^{0.36}d^{-1.04}g^{0.12}n^{-0.27}) + 3.22E - 004(Q^{0.048}I^{0.13}d^{1.08}g^{0.014}n^{0.073})$$

$R^2 = 0.81$



4.5. Nhận xét chung

- Chế độ thủy văn, thủy lực trong các thời kỳ vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai ảnh hưởng đến quan hệ hình thái sông. Hình thái sông được quyết định hoàn toàn bởi sự tác dụng quan lại giữa dòng nước và lòng sông thể hiện qua các phương trình quan hệ hình thái.

- Các phương trình quan hệ hình thái sông được xác định đối với đoạn sông thẳng có giá trị bình quân, việc xác định quan hệ hình thái tại đoạn sông cong xem xét với các mặt cắt có đủ độ chi tiết để tính toán.

CHƯƠNG V: NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN DỰ BÁO SẠT LỞ BỜ SÔNG VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI - SÀI GÒN ĐIỀU KIỆN HIỆN TẠI VÀ CÓ XÉT ĐẾN PHÁT TRIỂN KINH TẾ XÃ HỘI VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU – NƯỚC BIỂN DÂNG

5.1. Phương pháp và kịch bản tính toán

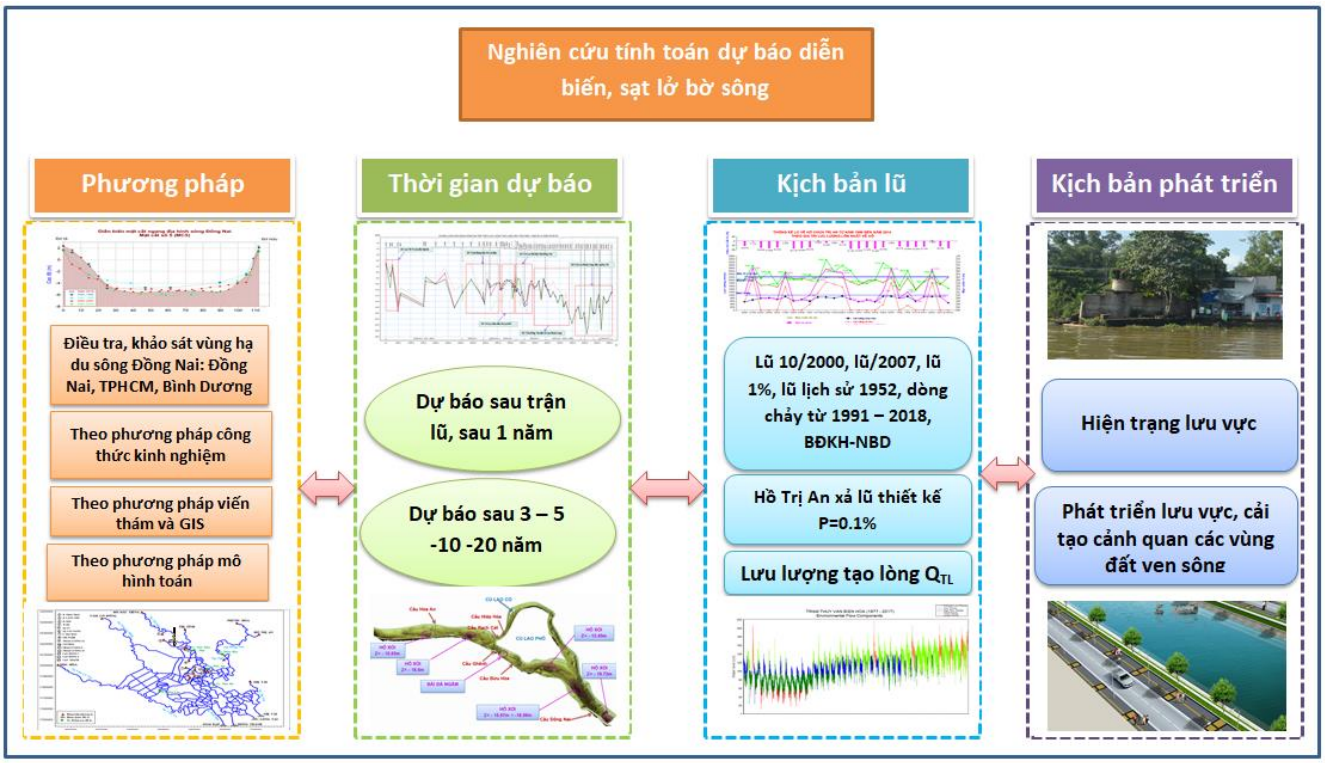
Để nghiên cứu tính toán dự báo diễn biến lòng dẫn, sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn trong điều kiện hiện tại và có xét đến phát triển kinh tế xã hội và biến đổi khí hậu – nước biển dâng, sử dụng các phương pháp sau:

Phương pháp phân tích các tài liệu thực đo: Sử dụng các tài liệu về địa hình, các tài liệu không ảnh, viễn thám, các số liệu có được trong nhiều năm tiến hành phân tích vị trí, quy mô, tốc độ xói, bồi trên mặt bằng, trên mặt cắt dọc, mặt cắt ngang, tìm ra quy luật thống kê và xu thế phát triển của đoạn sông nghiên cứu.

Phương pháp công thức kinh nghiệm: Sử dụng các công thức kinh nghiệm để tính toán diễn biến lòng dẫn.

Phương pháp mô hình toán: Dựa vào các hệ phương trình toán lý mô tả quy luật của dòng chảy và bùn cát tại đoạn sông nghiên cứu, xác định các điều kiện biên, điều kiện ban đầu hợp lý, tìm các lời giải giải tích, lời giải số trị cho các vấn đề nghiên cứu.

Phương pháp viễn thám GIS:



Hình 5- 1: Sơ đồ các phương pháp và kịch bản tính toán dự báo sạt lở bờ sông phục vụ quy hoạch sử dụng vùng ven sông phát triển KTXH vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

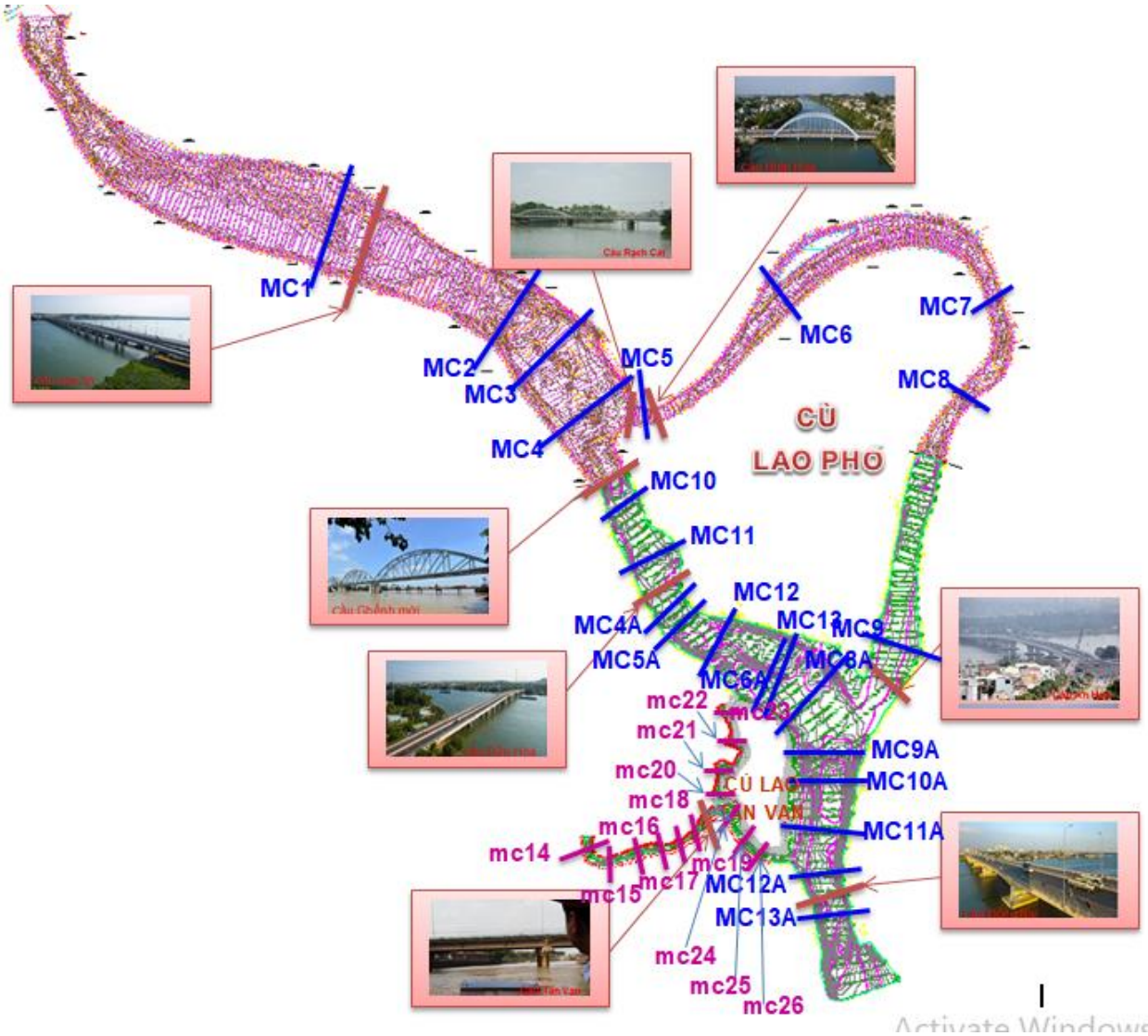
Chi tiết nội dung phương pháp và kịch bản tính toán được trình bày trong chương 2 báo cáo.

5.2. Đánh giá diễn biến, sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai theo tài liệu khảo sát địa hình và theo điều tra khảo sát hiện trường.

5.2.1. Đánh giá diễn biến, sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai theo tài liệu khảo sát địa hình.

1. Trên sông Đồng Nai.

Các tài liệu mặt cắt ngang địa hình được thu thập từ nguồn tài liệu đề tài KC08.29 và theo tài liệu đo đạc khảo sát năm 2008, 2015, 2016. 2017, 2018 và các nguồn tài liệu tham khảo đề tài và dự án có liên quan. Vị trí các mặt cắt ngang khu vực nghiên cứu được sử dụng để phân tích diễn biến đáy sông chỉ ra trên hình vẽ sau:



Hình 5- 2: Vị trí các mặt cắt vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai khu vực nghiên cứu

Qua phân tích tài liệu khảo sát địa hình lòng dẫn khu vực dự án tháng 9/2008 và tháng 10/2016, 7/2017 và tháng 8/2018 cho thấy hiện trạng và diễn biến tại một số vị trí như sau:

Địa hình sông Đồng Nai khu vực thành phố Biên Hòa ngoài tác động của việc vận hành điều tiết hồ chứa phía thượng nguồn, còn chịu tác động bởi các công trình như cầu Hóa An, cầu Ghềnh, cầu Rạch Cát, cầu Đồng Nai...

Qua phân tích các tài liệu đo đạc khảo sát cho thấy đoạn sông chính chảy ngang Cù lao Phố thì có nhiều khối đá ngầm tập trung ở giữa dòng và bên phía bờ hữu đã làm lệch chủ lưu dòng chảy hướng về Cù lao này.

Địa hình và cấu tạo lòng sông không ổn định. Đặc biệt là có nhiều khối đá xuất hiện khá nông, đồng thời nhiều hố sâu tới 17 – 18 mét (có nhiều khả năng do bơm hút cát tạo nên). Điều này làm cho cấu trúc dòng chảy trở nên rất phức tạp, nhất là khi có lưu lượng lớn vào mùa lũ. Cấu trúc địa chất lòng sông vốn đa dạng, gồm: đá gốc và trầm tích bở rời là cát, bột sét, làm cho địa mạo lòng sông dễ bị biến dạng khi dòng chảy bị tác động. Có nơi do đá ngầm dưới lòng sông mà dòng chảy bị ép sát bờ tạo nên hố xói sâu sát bờ.

Kết quả khảo sát bằng máy scan sonar của Viện Khoa học thủy lợi Miền Nam khảo sát năm 9/2008 cho thấy lòng sông khu vực ngang bến đò ở thượng lưu, nơi lòng sông hẹp nhất có dạng U, sâu hơn 18 mét. Xuôi về hạ lưu, đoạn lòng sông rộng ở trên và dưới cầu Hóa An cũng có dạng U với độ sâu nhất hơn 11 mét trong khi đoạn sông này thì rộng hơn 3 lần. Khu vực giữa cầu Hóa An và cầu Ghềnh, đoạn sông rộng hơn 800 mét, có địa hình nền đáy sông khá phức tạp, gồm các khối đá (kiểm chứng mẫu đáy là mảnh đá phong hóa, mảnh laterit) nhô lên cách mặt nước 3 – 6 mét, và những hố sâu tới 18 mét (có thể do khai thác cát). Các khối đá phân bố lệch từ giữa sông sang phía bờ hữu và đẩy chủ lưu về phía bờ tả.

Phía trên và dưới cầu Ghềnh có nền đá nông nên tạo nút ngẽn thoát lũ ở đây, và đây là một nguyên nhân tạo nên lạch phụ bao lấy cù lao Phố. Cửa lạch này sâu khoảng 7-9 mét và luồng sâu nhất ép về bờ tả.

Trên nhánh sông chính qua cầu Ghềnh về qua cầu Bửu Hòa, có xuất hiện đá ngầm tập trung ở phần giữa sông sang bờ hữu. Luồng sâu có hướng áp sát bờ tả (bờ cù lao Phố) và trong thời gian thực địa, mặc dù lưu lượng dòng chảy nhỏ, nhưng vẫn quan sát thấy các xoáy nước tập trung ở phía bờ này. Trong thời gian thực địa (9-10/2016) không có hoạt động khai thác cát sông nhưng có nhiều tàu thuyền chở cát trên sông.

- Tại vị trí thượng lưu cách cầu Hóa An khoảng 350m tồn tại hố xói với cao trình đáy khoảng -15.29m (năm 2008) và -15.63m (năm 2016). Phía thượng lưu đường lạch sâu có xu hướng dịch chuyển sang phía bờ tả.

- Hạ lưu cầu Hóa An từ năm 1982 -1993 lòng sông được bồi, từ năm 1993 – 1999 lòng sông bị xói với tốc độ xói trung bình khoảng 0,15m/năm.

- Từ sau khu vực trụ sở ủy ban nhân dân tỉnh Đồng Nai, tuyến lạch sâu lại uốn cong về phía bờ hữu và dịch dần về phía bờ tả. Khu vực này hình thành hố xói vùng gần giữa sông với cao trình Z_{min}=-18.6m.

- Ở đoạn này, lòng sông lại mở rộng dần. Đoạn đầu Cù lao Phố phía bờ tả cửa Rạch Cát đã hình thành bãi bồi làm cản trở dòng chảy vào cửa Rạch Cát.

- Tại vị trí đoạn đầu khu vực dự án tồn tại hố xói với cao trình đáy khoảng -18.51m (năm 2008) và -18.6m (năm 2016).

- Phía hạ lưu cầu Bửu Hòa, cách cầu Bửu Hòa khoảng 1080m, về phía bờ tả sông Đồng Nai (phía cù lao) có hố xói đã được bồi từ cao trình đáy khoảng -15.95m (năm 2008) đến -12.43m (năm 2016). Sát phía hạ lưu cầu Bửu Hòa đáy sông bị xói sâu so với năm 2008 khoảng 0.8-1.0m.

- Khu vực nhập lưu giữa nhánh Rạch Cát và sông Đồng Nai, có hố xói đã được bồi từ cao trình đáy khoảng -19.76m (năm 2008) và -16.06m (năm 2016).

- Sau hạ lưu cầu Đồng Nai, cách cầu khoảng 450m, lòng sông bị xói sâu từ từ cao trình đáy khoảng -13.76m (năm 2008) và -19.72m (năm 2016).

Cụ thể tình hình hiện trạng và diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai khu vực thành phố Biên Hòa qua các năm quan trắc như sau:

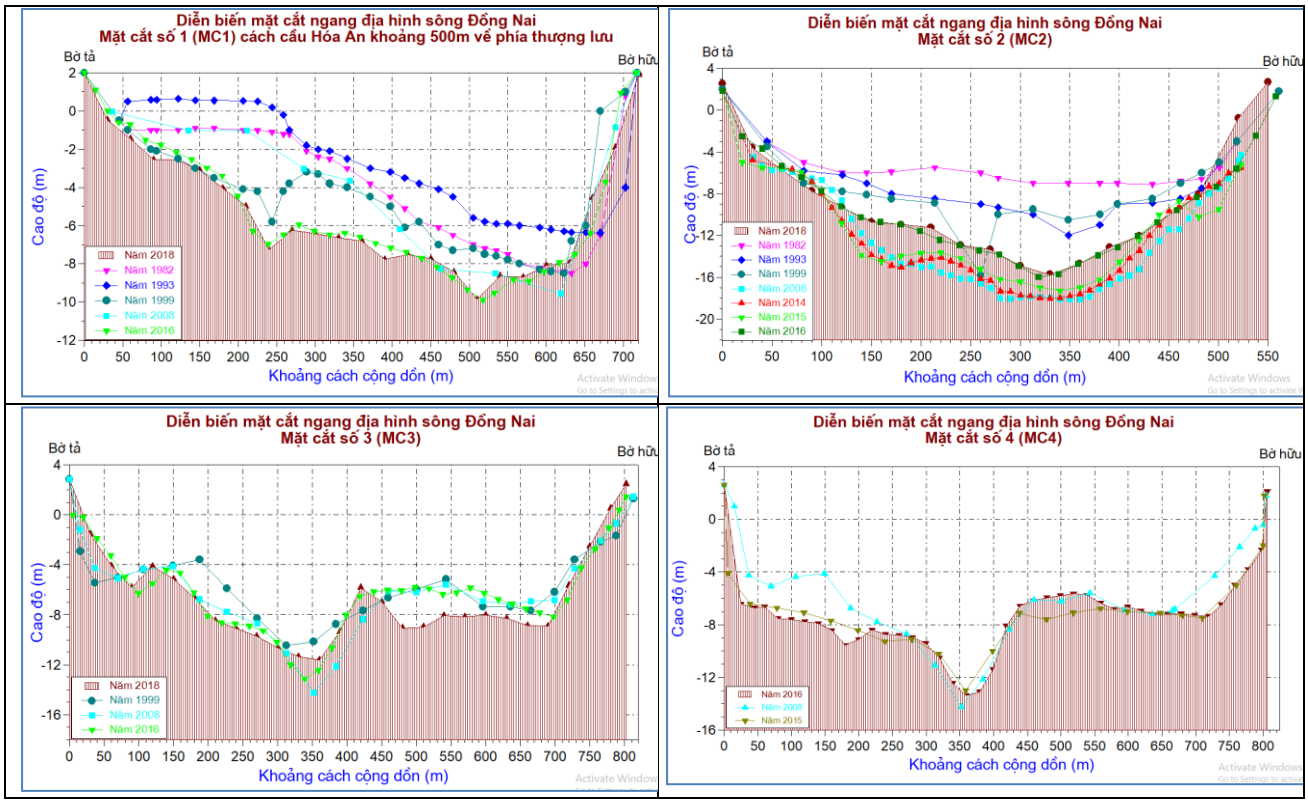
a. Trên dòng chính sông Đồng Nai:

(1) Đoạn từ hạ lưu cù lao Rùa đến cầu Hóa An

Đoạn thượng lưu cầu Hóa An từ hạ lưu cù lao Rùa đến cầu Hóa An dài khoảng 4,2km, bên bờ hữu (đối diện với trường Đại học dân lập Lạc Hồng) trên địa bàn xã Tân Hạnh và xã Hóa An. Phân tích tài liệu thực đo các năm 1982, 1993, 1999, 2008, 2016 cho thấy:

- Đây là đoạn sông hơi cong
- Tài liệu địa hình lòng sông đo đạc khảo sát năm 2016 hố xói sâu tới cao trình -15.63m.

Phân tích diễn biến mặt cắt ngang lòng dẫn sông Đồng Nai theo tài liệu khảo sát địa hình thực đo các năm 1982,1993,1999,2008,2016, 2018 tại mặt cắt như sau:



- Tại mặt cắt số 1 MC1 : Từ năm 1982 đến năm 1993 lòng sông được bồi, mức độ bồi trung bình khoảng 0.16m/năm. Từ năm 1993-1999 lòng sông bị xói, xói chủ yếu phía bờ tả bình quân khoảng △Z= -1.5m. Độ hạ thấp lòng sông khoảng 0.16m/năm. Từ năm 1999-2008 phía bờ tả bồi, lòng sông xói và bờ hữu xói, tốc độ xói khoảng 0.11m/năm. Từ năm 2008-2018 phía bờ tả bị xói, lòng sông xói không nhiều, tốc độ xói khoảng 0.24m/năm. Như vậy phía bờ tả sông Đồng Nai đoạn từ hạ lưu cù lao Rùa đến cầu Hóa An giai đoạn từ 1982 đến 2018 có các thời kỳ xói bồi xen kẽ nhau. Phía bờ hữu xói sâu hơn phía bờ tả, mặt cắt có xu thế lệch về phía bờ hữu.

- Đoạn từ cầu Hóa An đến cầu Ghềnh: Đoạn từ cầu Hóa An đến cầu Ghềnh dài khoảng 2700m. Xem xét diễn biến trên mặt cắt ngang từ mặt cắt MC2, MC3, MC4 và xem xét theo địa hình lòng sông khảo sát năm 2008 và 2016 như sau:

Từ cầu Hóa An đi về phía hạ lưu thuộc phường Hòa Bình, TP. Biên Hòa có bờ kè bằng cọc bêtông dự ứng lực có chiều dài là 1.834m.

Hình 5- 3: Hiện trạng kè đoạn từ cầu Hóa An đến Sở Giáo dục

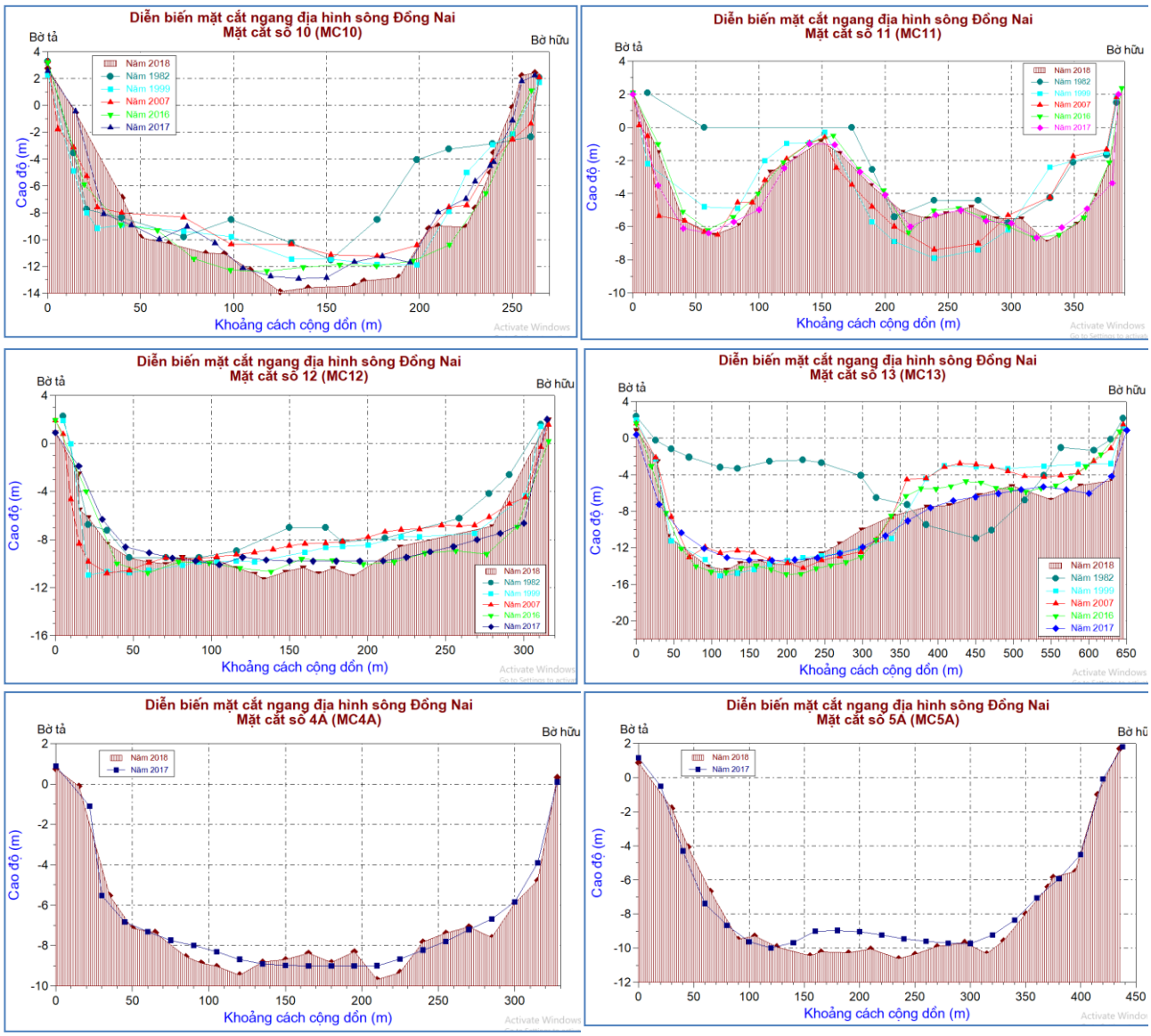
- Tại mặt cắt số 2 (MC2) cách hạ lưu cầu Hóa An khoảng 1280m, đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau: từ cầu Hóa An đi về phía hạ lưu thuộc phường Hòa Bình, TP. Biên Hòa một bờ kè bằng cọc bêtông dự ứng lực đã được xây dựng có chiều dài là 1.834m. Tại mặt cắt số 2 khu vực công viên Biên Hòa, tại bờ tả khu vực công viên, trước 2008 bị sạt lở bờ, sau khi có bờ kè bằng cọc bê tông dự ứng lực, bờ đã ổn định, không bị sạt lở. Từ 1999 – 2008, lòng dẫn bị xói sâu hơn, trung bình từ 4-6m, xuất hiện hố xói cục bộ. Từ 2008

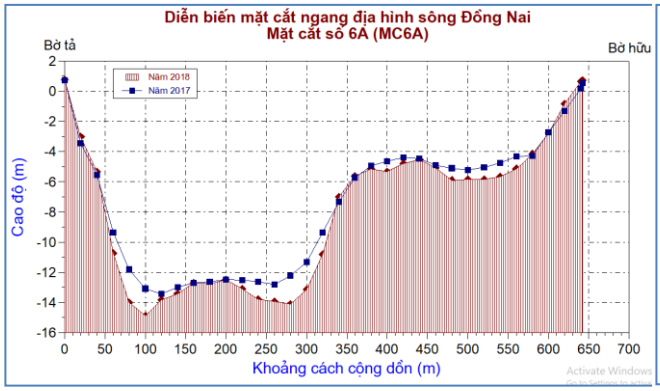
đến 2018, đoạn sông này tương đối ổn định, mặt cắt đáy sông ít có sự biến động, có xu hướng bồi nhẹ lòng sông.

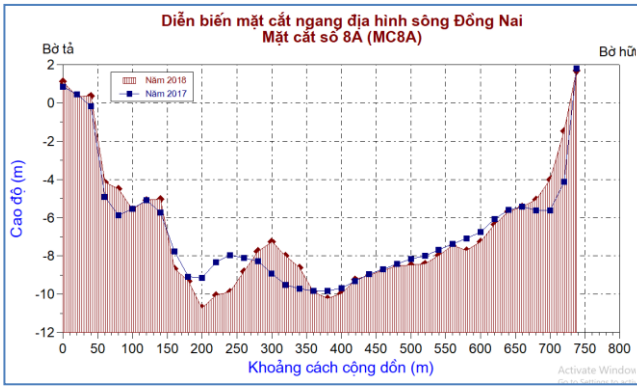
- Tại mặt cắt số 3 (MC3) cách hạ lưu cầu Hóa An khoảng 1750m, đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau: Từ 1999 – 2008, lòng dẫn bị xói sâu hơn, trung bình từ 2-3m, Từ 2008 đến 2018, lòng sông ít biến động, lòng sông phía bờ hữu xói, mức xói ∆Z=-0.5m.

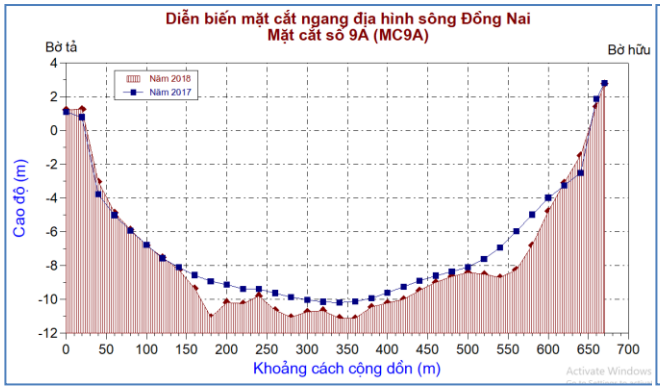
- Tại mặt cắt số 4 (MC4) cách hạ lưu cầu Hóa An khoảng 2030m, đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau: Từ 2008 – 2016, phía bờ tả bị xói, lòng dẫn phía bờ tả xói với mức xói trung bình từ 2-2.5m.

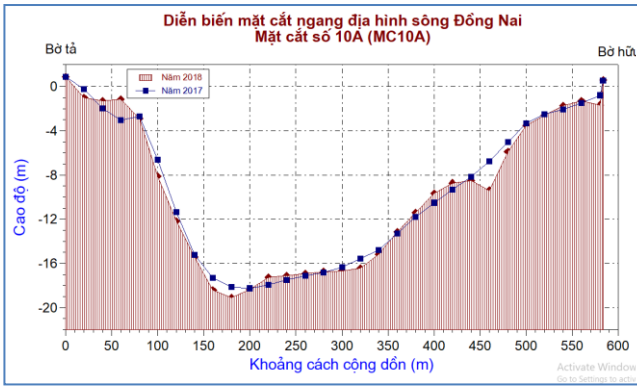
- Đoạn từ cầu Ghềnh đến cầu Đồng Nai: Đoạn này dài khoảng 3,8km. Xem xét diễn biến trên mặt cắt ngang từ mặt cắt MC10, MC11, MC12, MC13 và xem xét theo địa hình lòng sông khảo sát năm 2016 như sau:

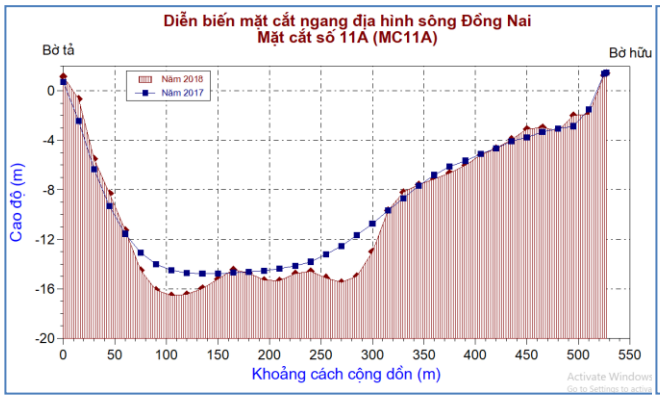


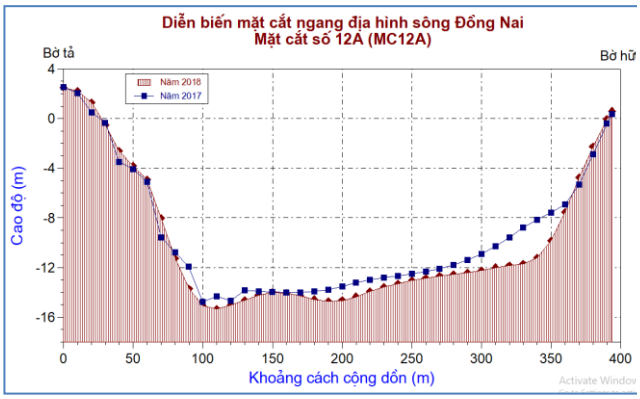


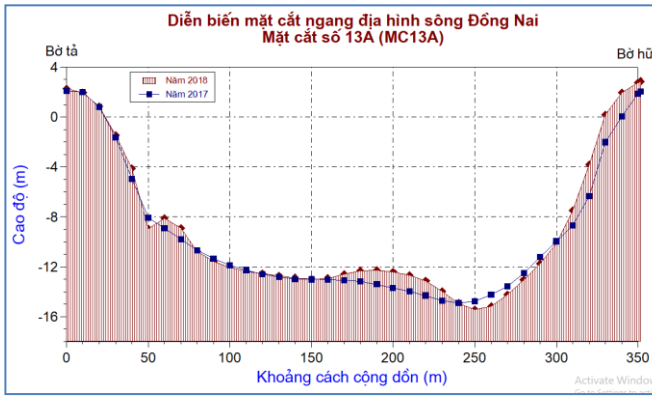












- Tại mặt cắt số 10 (MC10) cách cầu Ghềnh khoảng 170m về phía hạ lưu, đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau: Bờ tả lòng sông sâu và dốc.;Lòng sông phía bờ hữu bị xói, từ năm 1982 – 1999 có chỗ xói sâu đến đến 8m, mức xói trung bình khoảng 2-3m.; Từ 2007- 2016, lòng sông có xu thế xói sâu, bình quân khoảng $\triangle Z$=1.5m.

- Tại mặt cắt số 11(MC11) cách cầu Ghềnh khoảng 550m về phía hạ lưu, tại khu vực này có ghềnh đá, đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau:Từ năm 1982-1999 bờ tả bị xói sâu khoảng 6m. Do có bãi đá ngầm nên đã làm giảm diện tích mặt cắt thoát nước của lòng sông. Từ năm 2007 -2016, bờ hữu bị xói, bình quân khoảng ΔZ=1.1m -1.3m

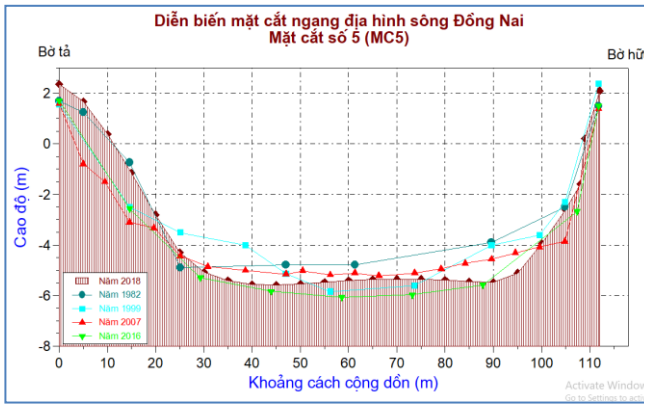
- Tại mặt cắt số 12(MC12) cách cầu Bửu Hòa khoảng 425m về phía hạ lưu, có đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau: Tuyến lạch sâu ép sát bờ tả, mái bờ sông rất dốc và sâu, bờ tả bị sạt lở. Từ năm 1982 đến năm 1999 bị sạt lở khoảng 10m. Từ năm 1999-2007 lòng sông không biến đổi nhiều, tuy nhiên sau 2007, đến năm 2016 lòng sông bị xói, nguyên nhân do ảnh hưởng của cầu Bửu Hòa gây diễn biến lòng dẫn phía hạ lưu cầu.

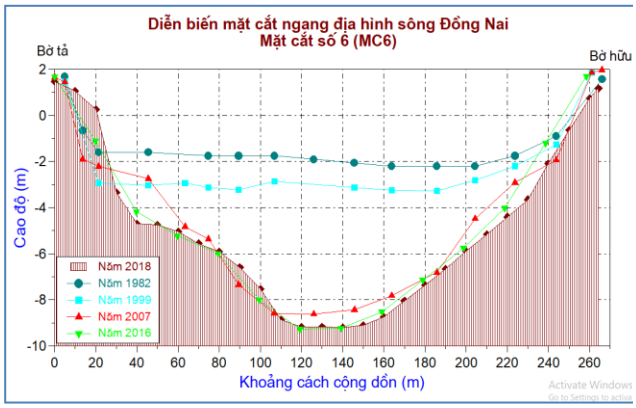
- Tại mặt cắt số 13(MC13) cách cầu Bửu Hòa khoảng 1250m về phía hạ lưu, có đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau: Tại mặt cắt này khu vực lòng sông mở rộng, tuyến lạch sâu ép sạt phía bờ trái. Từ năm 1982 -1999 diễn biến lòng dẫn khu vực này phức tạp do có sự biến đổi từ ghềnh cạn thành hố xói và từ hố xói thành ghềnh cạn. Từ năm 1999 – 2016 lòng sông tương đối ổn định.

b.Trên lạch phụ - Rạch Cát:

(1).Đoạn từ cầu Rạch Cát đến cù lao Cỏ:

Đoạn sông từ cầu Rạch Cát đến Cù Lao Cỏ dài khoảng 1,5km và có chiều rộng sông khá hẹp, có nơi chỉ rộng khoảng 100m. Xem xét diễn biến trên mặt cắt ngang từ mặt cắt MC5, MC6 và xem xét theo địa hình lòng sông khảo sát năm 2016 như sau:





- Tại mặt cắt số 5(MC5) cách cầu Rạch Cát khoảng 70m về phía hạ lưu, đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau:

Mặt cắt số 5(MC5) là mặt cắt cửa vào của lạch phụ, lòng sông hẹp, bề rộng chỉ khoảng hơn 100m.

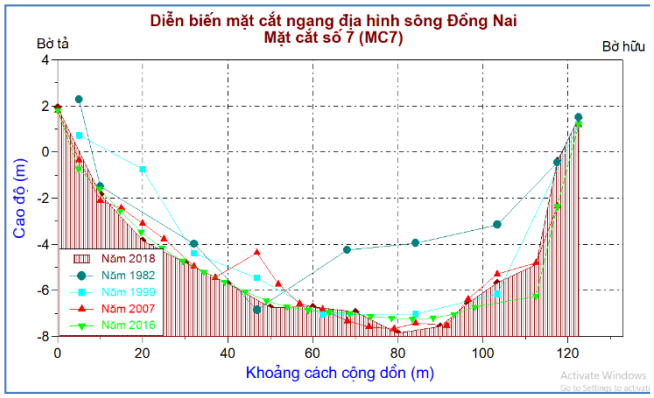
Hiện nay hai bên bờ sông đã được cứng hóa bởi các mố cầu và địa chất bờ tốt nên lòng sông tương đối ổn định

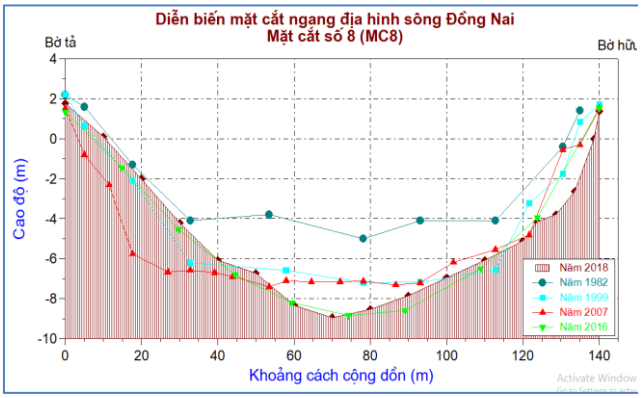
- Tại mặt cắt số 6(MC6) cách cầu Rạch Cát khoảng 1200m về phía hạ lưu, đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau:

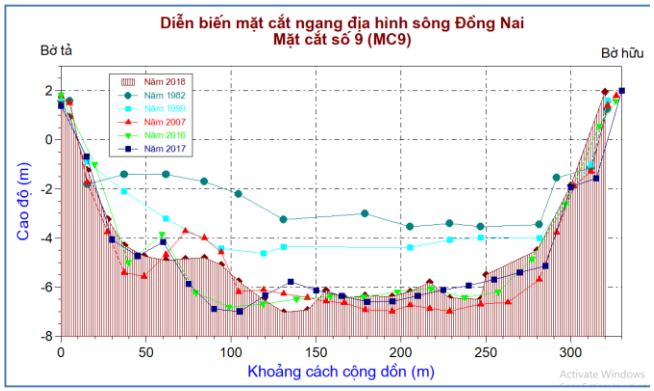
Từ năm 1982-1999 lòng sông bị xói, xói mạnh từ năm 1999 – 2007. Từ 2007 đến 2016 mức xói nhỏ hơn.

Khu vực này chịu ảnh hưởng của trạm bơm phía bờ tả khu vực phường Thống Nhất và trạm bơm phía bờ hữu xã Hiệp Hòa.

(2) Đoạn từ Cù lao Cỏ đến nhập lưu sông Đồng Nai :





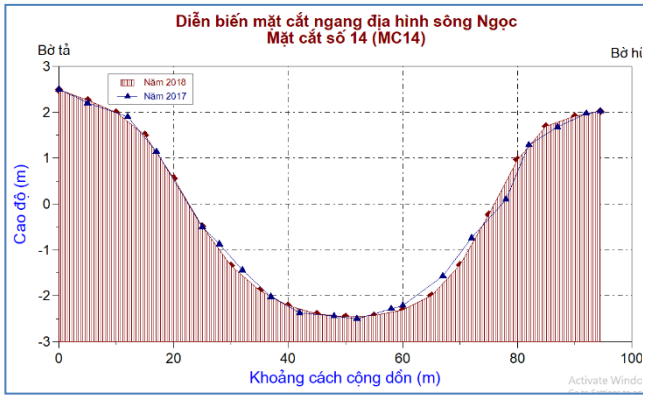


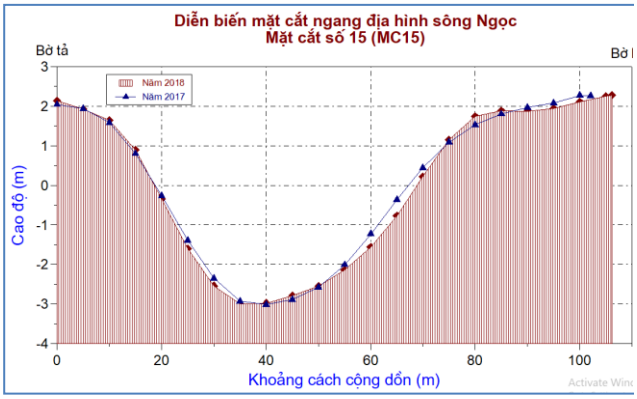
- Tại mặt cắt số 7(MC7) cách cù lao Cỏ khoảng 1150m về phía hạ lưu, đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau: Từ năm 1982-1999 lòng sông bị xói, xói mạnh phía bờ hữu. Từ 1999 đến 2016 lòng sông tương đối ổn định.

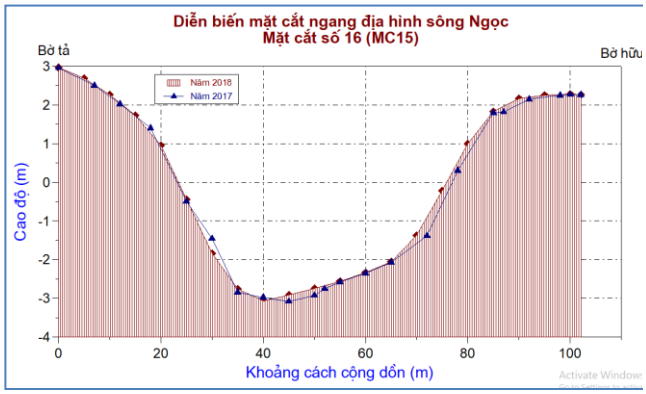
- Tại mặt cắt số 8(MC8) cách cù lao Cỏ khoảng 2300m về phía hạ lưu, đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau: Từ năm 1982-1999 lòng sông bị xói, độ hạ thấp lòng sông khoảng 0.16m/năm. Hai bên bờ sông năm 2007 bị xói sâu so với năm 1999 trung bình từ 1-2m. Từ năm 2007 đến 2016, lòng sông tương đối ổn định, bị xói nhẹ phía bờ hữu, mức xói bình quân khoảng 0.06m/năm.

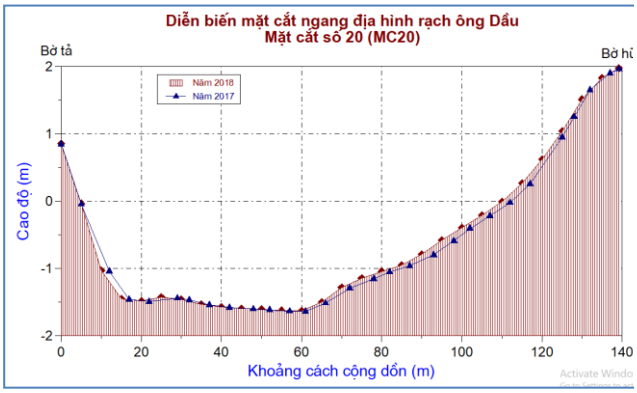
- Tại mặt cắt số 9 (MC9) cách điểm nhập lưu khoảng 570m về phía thượng lưu, đặc điểm biến hình lòng sông trên mặt cắt ngang như sau: Từ năm 1982-1999 lòng sông bị xói, độ hạ thấp lòng sông khoảng 0.12m/năm. Hai bên bờ sông năm 2007 bị xói sâu so với năm 1999 trung bình 2m. Từ năm 2007 đến 2016, lòng sông tương đối ổn định, bị xói nhẹ phía bờ hữu, mức xói bình quân khoảng 2m.

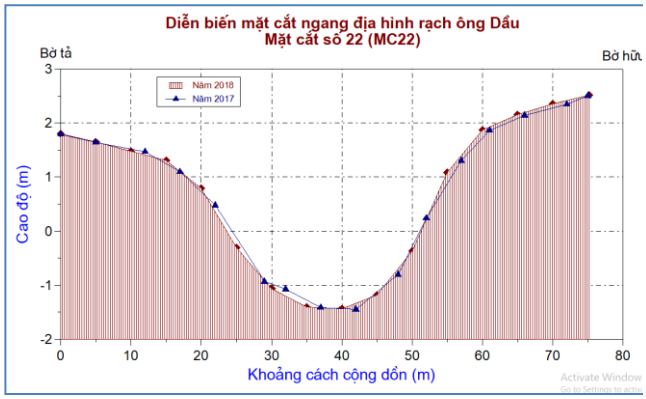
c. Trên sông Ngọc, rạch Ông Dầu, rạch Bà Lồ:

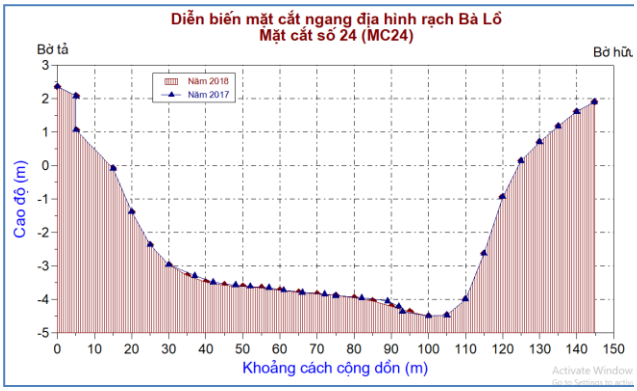












Nhận xét

Qua phân tích các tài liệu khảo sát của khu vực dự án và đoạn sông Đồng Nai đoạn chảy qua thành phố Biên Hòa cho thấy:

- Đoạn sông Đồng Nai khu vực giữa cầu Hóa An và cầu Ghềnh, đoạn sông rộng hơn 800 mét, có địa hình nền đáy sông khá phức tạp, gồm các khối đá (kiểm chứng mẫu đáy là mảnh đá phong hóa, mảnh laterit) nhô lên cách mặt nước 3 – 6 mét, và những hố sâu tới 18 mét (có thể do khai thác cát). Các khối đá phân bố lệch từ giữa sông sang phía bờ hữu và đẩy chủ lưu về phía bờ tả. Phía trên và dưới cầu Ghềnh có nền đá nông nên tạo nút ngẽn thoát lũ ở đây, và đây là một nguyên nhân tạo nên lạch phụ bao lấy cù lao Phố. Cửa lạch này sâu khoảng 7-9 mét và luồng sâu nhất ép về bờ tả. Từ năm 2008 – 2016 khu vực bờ tả bị xói, lòng dẫn phía bờ tả xói với mức xói trung bình từ 2-2,5m.

- Đoạn sông lạch phụ cù Lao Phố dài L= 7,5km, dòng chảy tại cửa vào khá bất lợi vì lòng sông rất hẹp chỉ rộng 100m, tuy nhiên hai bên bờ sông đã bị cứng hóa bởi các mố cầu và

địa chất tốt nên lòng sông ổn định. Phía hạ lưu hai trạm bơm của phường Thống Nhất phía bờ tả và của xã hiệp Hòa phía bờ hữu nên lòng sông và cả bờ sông khu vực này bị xói lở mạnh khi trạm bơm xả nước. MC7, MC8 lòng sông năm 1982 chỉ ở cao trình -4m ÷ -6m nhưng đến năm 1999 và 2007 thì lòng sông xói sâu hơn từ 2 ÷ 3m.Hai bên bờ sông năm 2007 cũng bị xói sâu hơn năm 1999 trung bình từ 1÷2m. MC9 là mặt cắt tại cửa ra có dạng hình chữ U khá đối xứng lòng sông năm 2007 xói sâu hơn năm 1999 trung bình là 2m và xói sâu hơn năm 1982 là 3m. Từ năm 1982 đến nay, lòng sông lạch Trái cù lao Phố đều có hiện tượng xói sâu phổ biến.

- Lạch chính sông Đồng Nai đoạn Cù Lao Phố dài hơn 3km nhưng lòng sông biến đổi khá phức tạp do có khối đá ngầm. Chiều rộng lòng sông cửa vào cầu Ghềnh có B=270m, cửa ra phía cù lao Phố có B= 650m. Diễn biến trên mặt cắt ngang khu vực lạch chính cù lao Phố cho thấy phạm vi bờ tả có nguy cơ sạt lở cao vì tuyến lạch sâu luôn ép sát bờ tả và bờ sông ngày càng dốc hơn.

- Dọc theo bờ phải khu vực các đoạn bị sạt lở trên sông Đồng Nai thuộc địa phận các xã Tân Hạnh và Hóa An thuộc TP. Biên Hòa người dân đã xây bờ kè bằng đá hộc, cừ tràm nên đoạn này hiện nay đã tương đối ổn định, tuy nhiên theo điều tra tháng 9/2016 của dự án, tại xã Tân Hạnh đã xảy ra sạt lở phần đất trống dài 4m vào đất nhà ông Tân và bà Lê Thị Tại, UBND xã Tân Hạnh đã thỏa thuận bồi thường theo biên bản làm việc ngày 15/7/2016.

- Đoạn đường bờ trái sông Đồng Nai từ trạm kiểm soát giao thông thủy thuộc phường Bửu Long đến cầu Hóa An có nhiều đoạn sạt lở nhẹ, nhưng người dân đã thả đá hộc, đóng cừ tràm và một số nơi còn thả các rọ đá để bảo vệ nhà cửa, ruộng vườn của họ.

- Phía bờ hữu trên địa bàn xã Hóa An và phường Bửu Hòa có khoảng 900m đường bờ bị sạt lở. Bên bờ tả thuộc phường Hòa Bình và Quyết Thắng có khoảng 400m đường bờ bị sạt lở đều ở mức độ nhẹ, từ 0,5÷3,0m/năm.

- Trên cồn Gáo trước đây vẫn có nhà dân (dài 70-80 m rộng khoảng 20 m) và đã bị xói mất sau những đợt lũ lụt khoảng sau năm 1980. Đồng thời, trong thời gian nhiều năm gần đây thì việc bơm hút cát từ lòng sông diễn ra với quy mô cao, tạo nên các hố sâu. Tốc độ xói mòn bờ sông cũng có khuynh hướng tăng ở dọc bờ tả (cù lao Phố) so với bờ hữu. Trong thời gian gần đây, do thủy điện Trị An xả lũ và có triều cường thì đã gây ra tình trạng ngập úng nghiêm trọng ở Biên Hòa và vùng lân cận, như sau nhiều ngày xả thì ngày 2/10/2012, đập thủy điện Trị An tiếp tục tăng lưu lượng xả lũ từ 1.800m3/s lên 2.130m3/s đã gây ngập trên diện rộng. Hiện tượng ngập lụt cao bất thường này đã được lặp lại vào năm 2014 với lưu lượng xả nhỏ hơn.

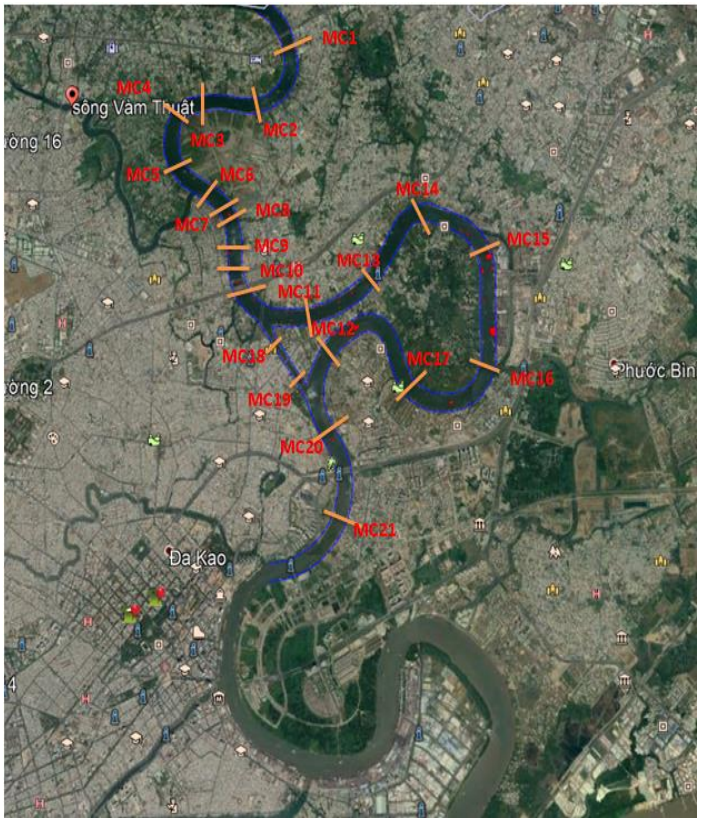
Theo điều tra khảo sát hiện trường đợt tháng 8/2018 và tháng 9/2018 cho thấy tại khu vực rạch Bà Lồ khu vực Bình Dương, cũng có xảy ra ngập lụt những năm có lũ lớn, đặc biệt khi có xả lũ của hồ Trị An. Kết quả điều tra tình hình ngập lụt khu vực dự án tại khu phố Quyết Thắng, phường Bình Thắng, thị xã Dĩ An, Bình Dương.

Hình 1. 20. Vết lũ tại hộ gia đình Hoàng Công Nương

Hình 1. 34. Vết lũ tại nhà bà Triều Thị Đa

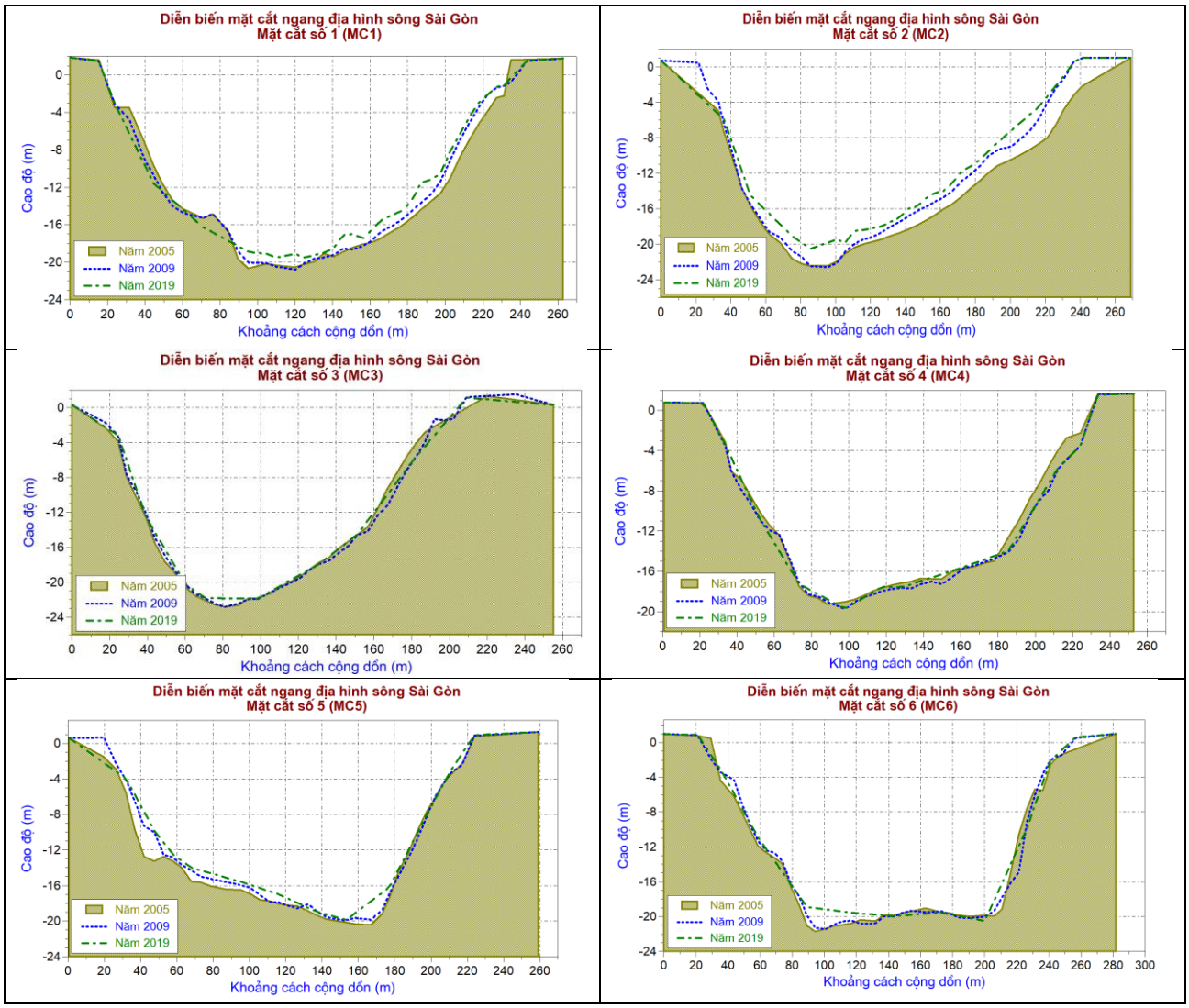
2. Trên sông Sài Gòn.

Vị trí các mặt cắt ngang khu vực nghiên cứu được sử dụng để phân tích diễn biến đáy sông chỉ ra trên hình vẽ sau:



Hình 5- 4: Vị trí các mặt cắt vùng hạ du hệ thống sông Sài Gòn khu vực nghiên cứu

Thay đổi địa hình đáy sông được thu thập từ nguồn tài liệu đề tài KC08.29 và theo tài liệu đo đạc khảo sát năm 2005, 2009, 2019 và các nguồn tài liệu tham khảo từ các đề tài, dự án khu vực nghiên cứu. Kết quả chi tiết các mặt cắt tính toán được chỉ ra trong các hình vẽ sau:



Nhận xét:

Khu vực thượng lưu cầu Bình Phước: Phía bờ tả thuộc xã Vĩnh Phú huyện Thuận An tỉnh Bình Dương, phía bờ hữu thuộc xã An Phú Đông quận 12. Lòng sông khu vực này hầu như không biến động nhiều từ năm 2005 đến nay, khu vực rạch Cầu Mới tuyến lạch sâu lệch phía bờ hữu, bờ sông thấp, lòng và bờ sông không biến động nhiều. Khu vực nhà máy Aone mặt cắt có dạng hình chữ U, mái bờ hữu khá dốc m= 1.8÷2, nguy cơ sạt lở cao. Lòng sông không biến động tuy nhiên hai bên bờ đều có sạt lở.

Khu vực hạ lưu cầu Bình Phước. Phía bờ tả thuộc ấp Bình Phước 2 và 3 phường Hiệp Bình Phước quận Thủ Đức. Phía bờ hữu thuộc khu vực xã An Phú Đông quận 12. Hai bên bờ là các nhà máy đay, nhà máy mỳ ăn liền A.one, khu biệt thự An Phú Đông và khu du lịch Sài Gòn Resort. Tại khu vực này có tường kè bảo vệ nên ổn định.

Sông Sài Gòn khu vực cầu Bình Phước là đoạn sông cong uốn khúc với đỉnh cong tại cầu Bình Phước và tại ấp Bình Phước 3 thuộc phường Hiệp Bình Phước quận Thủ Đức. Các mặt cắt cho thấy lạch sâu thường ở về phía bờ lõm, kèm theo mái bờ sông dốc hơn so với bờ đối diện.Chiều rộng lòng khá đều nhau từ 200m đến 220m, cao trình đáy sông -18m ÷ -22m.

Đoạn sông Sài Gòn khu vực Thanh Đa khu vực phường 27 và 28 thuộc đoạn sông có mức độ sạt lở bờ đặc biệt nguy hiểm. Tại những vị trí sạt lở mạnh trước đây là khu vực nhà Thờ Fatima đến nay đã xây dựng kè bờ kiện cố và không còn sạt lở nữa. Tuy nhiên một số vị

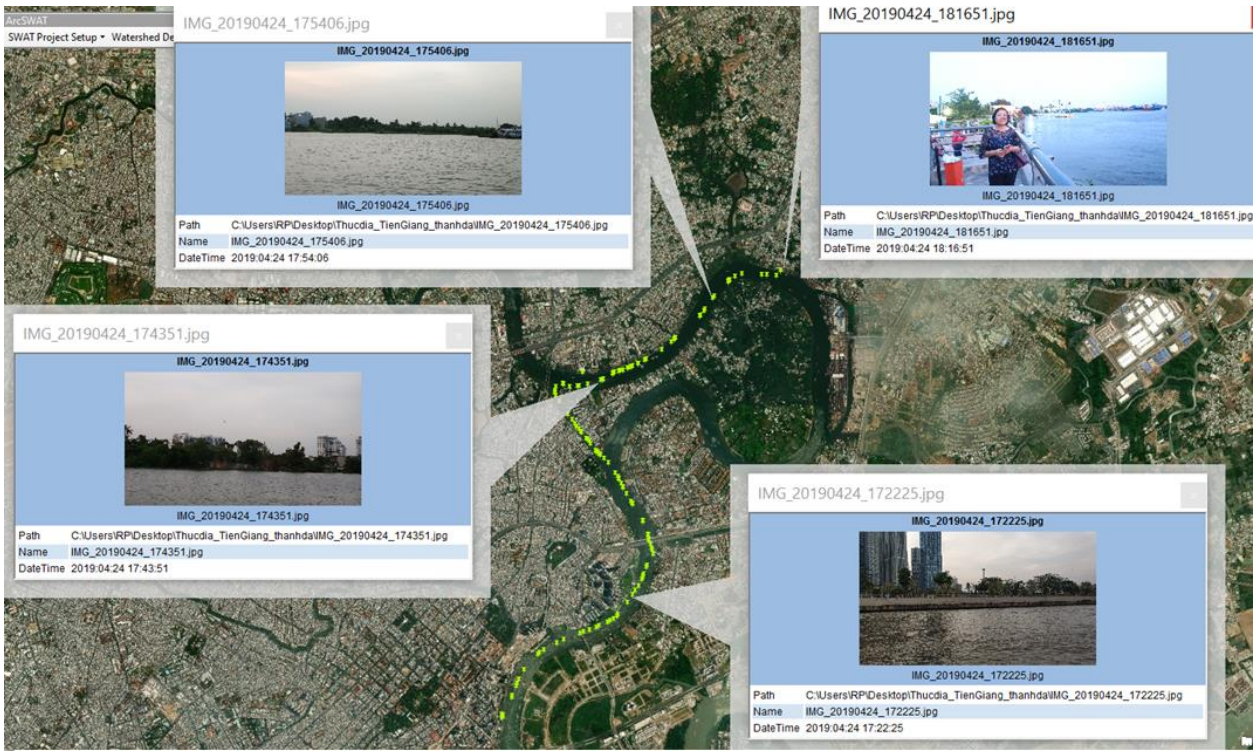
trí vẫn bị sạt lở là bờ lõm sông cong nhưng không có dân cư tập trung ven sông thì có cắm mốc cảnh báo còn hầu hết đoạn bờ dân cư sinh sống đều có kè tạm gia cố bờ giảm sạt lở.

5.2.2. Đánh giá diễn biến, sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai theo điều tra thực địa, tham vấn cộng đồng.

- Điều tra thực tiễn tại hiện trường khu vực dự án đánh giá sơ bộ tình hình ngập lụt, sạt lở bờ sông.

- Phỏng vấn thu thập thông tin vào phiếu điều tra, phỏng vấn trực tiếp với các hộ dân cư trong phạm vi dự án, thượng lưu và hạ lưu khu vực dự án, trao đổi thông tin và ghi nhận những ý kiến cá nhân vào mẫu phiếu điều tra thông tin về dự án. Mẫu phiều điều tra dự án được xây dựng trên Thông tư số 12/2014/TT-BTNMT ngày 17 tháng 02 năm 2014 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường.

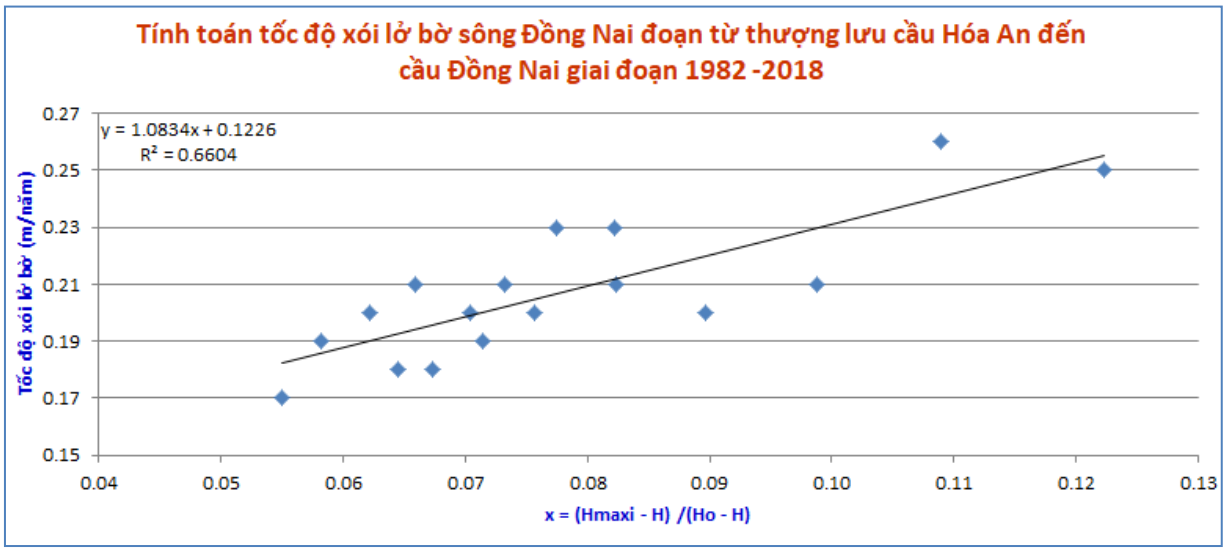
Phạm vi điều tra, tham vấn: Điều tra dọc sông Đồng Nai khu vực Bình Dương, Đồng Nai và sông Sài Gòn khu vực bán đảo Thanh Đa.



Hình 5- 5: Phỏng vấn các hộ gia đình về tình hình sạt lở bờ sông

5.3. Nghiên cứu tính toán tốc độ sạt lở bờ sông theo phương pháp kinh nghiệm

Dựa vào tài liệu thực đo về địa hình, địa chất, thủy văn từ 1997 đến 2019, kế thừa kết quả của các đề tài, dự án trước đây và kết quả điều tra dân gian, khảo sát hiện trạng bờ sông bị sạt lở trên phạm vi vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai, trên cơ sở phân tích thế sông, dòng nước, hình dạng sông, các nguyên nhân gây nên sạt lở và đã tính toán tốc độ sạt lở bờ bằng công thức kinh nghiệm Popov cho các đoạn sông thẳng, nơi có dòng chủ lưu vận tốc lớn ép sát bờ và đoạn sông cong nơi có cù lao phân lạch sử dụng công thức Ibadzade. Kết quả tính toán như sau:



Hình 5- 6: Kết quả tỉnh toán tốc độ xói lở sông Đồng Nai đoạn từ thượng lưu cầu Hóa An đến cầu Đồng Nai giai đoạn 1982-2018.

5.4. Đánh giá độ ổn định lòng dẫn đoạn sông vùng hạ du sông Đồng Nai

Dưới tác động của dòng lũ đạt tới lưu lượng tạo lòng thì lòng dẫn của sông sẽ biến đổi theo chiều ngang lẫn chiều dọc sông. Do đó, vấn đề dự báo sự biến dạng lòng dẫn về thực chất là nghiên cứu quan hệ thủy văn - hình thái của sông. Cụ thể là ứng với lưu lượng tạo lòng nhất định lòng dẫn sông theo chiều ngang cũng như chiều dọc có thể ổn định hoặc không ổn định và được đặc trưng bằng chỉ số ổn định tương ứng S_l, S_s và hệ số quan hệ hình dạng sông (k) như sau:

- Quan hệ hình dạng sông (k): Là quan hệ hình thái giữa chiều rộng trung bình (B) và chiều sâu trung bình (h) của sông ứng với Q_{TL}. Hệ số k càng lớn thì mức độ chênh lệch giữa chiều rộng và chiều sâu càng tăng, vì vậy mặt cắt ngang của sông càng không ổn định. Quan hệ này được xác định theo công thức của Viện nghiên cứu thủy văn Liên Xô: $k = \sqrt{B} / h$.

- Hệ số ổn định theo chiều dọc (φ'_h): Độ ổn định theo chiều dọc sông được quyết định bởi tỷ số giữa sức cản bùn cát chống lại tác dụng của dòng chảy và thay lưu tốc trung bình bằng lưu tốc đáy trong công thức tính áp lực thủy động của dòng nước. Nghĩa là, khi hệ số ổn định chiều dọc lớn thì tốc độ dòng nước nhỏ và chuyển động của bùn cát yếu. Hệ số ổn định theo chiều dọc càng nhỏ thì đáy sông càng kém ổn định (xói sâu xảy ra) và được xác định theo công thức của N.I.Makaveev : $\varphi'_h = \dfrac{d_{50}}{hJ_0}$

- Hệ số ổn định theo chiều ngang (S_s): Dòng sông có ổn định hay không là do tác dụng của dòng nước đối với bùn cát tạo ra lòng sông và do cấu trúc bờ quyết định. Nếu động năng dòng nước mạnh, thành phần bùn cát mịn thì lòng sông không ổn định và ngược lại. Hệ số ổn định theo chiều ngang càng nhỏ thì bờ sông càng ổn định (ít bị xói lở) và được xác định theo công thức của Antunin: $\varphi_B = \dfrac{BI^{0.2}}{Q_{TL}^{0.5}}$

Bảng 5- 1: Kết quả tính toán các chỉ số quan hệ hình thái sông

Mặt cắt tính toán		Sông	Hệ số quan hệ hình dạng k=sqrt(B) / h	Hệ số ổn định theo chiều ngang				Hệ số ổn định theo chiều dọc			
Ký hiệu	Vị trí			Bề rộng sông B(m)	Lưu lượng tạo lòng Q_{TL} m3/s	Độ dốc trung bình J.10-4	Hệ số ổn định ngang Ss	Đường kính hạt đất d50.10-3(m)	Độ sâu bình quân h (m)	Độ dốc đáy sông J_0	Hệ số ổn định theo chiều dọc
Mặt cắt 1	Đoạn xã Dầu Tiếng	sông Sài Gòn	1.30	100	37.77	0.537	3.61	0.00009	7.72	0.0000944	0.247
Mặt cắt 2	khu vực nhà thờ Fatima, phường Hiệp Bình Chánh	sông Sài Gòn	0.77	235	195.31	0.175	2.98	0.00032	19.83	0.0069649	0.005
Mặt cắt 3	khu phố 1, phường Hiệp Bình Chánh	sông Sài Gòn	0.84	230	187.40	0.169	2.96	0.00025	17.99	0.0029492	0.009
Mặt cắt 4	ngã ba sông Sài Gòn - thượng lưu sông Thanh Đa đến xưởng cơ khí Tiền Phong	sông Sài Gòn	0.77	225	179.65	0.000	0.86	0.00015	19.52	0.0003590	0.043
Mặt cắt 5	khu vực kí túc xá Đại học nghệ thuật, phường Hiệp Bình Chánh	sông Sài Gòn	0.75	255	228.53	0.008	1.60	0.00030	21.28	0.0076420	0.004
Mặt cắt 6	Từ xưởng cơ khí Tiền Phong đến ngã ba rạch Chùa	sông Sài Gòn	0.84	250	219.99	0.004	1.40	0.00033	18.89	0.0040203	0.009
Mặt cắt 7	Rạch Chùa đến ngã ba sông Sài Gòn - hạ lưu kênh Thanh Đa	sông Sài Gòn	0.80	250	219.99	0.002	1.20	0.00055	19.78	0.0017998	0.031
Mặt cắt 8	nhà 16/5 đến 16/13 Nguyễn Văn Hường, phường Thảo Điền	sông Sài Gòn	1.00	270	255.08	0.006	1.53	0.00001	16.45	0.0060367	0.000
Mặt cắt 9	Sông Sài Gòn, phường Bình An	sông Sài Gòn	0.82	270	255.08	0.122	2.79	0.00041	20.13	0.0004496	0.091
Mặt cắt 10	Khu vực xã Thanh An	sông Sài Gòn	1.53	110	45.37	0.098	2.58	0.00010	6.85	0.0000435	0.638
Mặt cắt 11	Khu vực xã Thanh Tuyền	sông Sài Gòn	1.05	115	49.42	0.000	0.78	0.00055	10.17	0.0002530	0.427
Mặt cắt 12	Khu vực xã An Tây	sông Sài Gòn	0.95	130	62.56	0.007	1.55	0.00035	11.98	0.0001154	0.506
Mặt cắt 13	Khu vực xã Phú An	sông Sài Gòn	0.75	140	72.14	0.000	0.84	0.00052	15.72	0.0003457	0.191
Mặt cắt 14	Khu quy hoạch HUD thuộc Mỹ Hảo 2, phường Chánh Mỹ	sông Sài Gòn	0.65	145	77.18	0.267	3.18	0.00000	18.57	0.0000089	0.036
Mặt cắt 15	Thuộc quy hoạch Ecovilas , phường Tương Bình Hiệp	sông Sài Gòn	0.73	180	116.97	0.168	2.93	0.00130	18.33	0.0005298	0.268
Mặt cắt 16	khu vực công ty may Sài Gòn 3, phường Hiệp Bình Phước	sông Sài Gòn	0.69	205	150.20	0.048	2.29	0.00036	20.64	0.0072115	0.005

Mặt cắt tính toán		Sông	Hệ số quan hệ hình dạng k=sqrt(B) / h	Hệ số ổn định theo chiều ngang				Hệ số ổn định theo chiều dọc			
Ký hiệu	Vị trí			Bề rộng sông B(m)	Lưu lượng tạo lòng Q_{TL} m3/s	Độ dốc trung bình J.10-4	Hệ số ổn định ngang Ss	Đường kính hạt đất d50.10-3(m)	Độ sâu bình quân h (m)	Độ dốc đáy sông J_0	Hệ số ổn định theo chiều dọc
Mặt cắt 17	Cuối đường số 7, khu phố 5, phường hiệp Bình Phước, quận Thủ Đức	sông Sài Gòn	0.67	200	143.24	0.043	2.23	0.00037	21.18	0.0004783	0.073
Mặt cắt 18	xã Lạc An, Tân Uyên, Bình Dương	sông Đồng Nai	0.96	170	104.79	0.052	2.31	0.00003	13.53	0.0004255	0.010
Mặt cắt 19	xã Thường Tân, Tân Uyên, Bình Dương	sông Đồng Nai	1.16	190	129.78	0.070	2.46	0.00081	11.92	0.0010232	0.133
Mặt cắt 20	XãTân Mỹ, Tân Uyên, Bình Dương	sông Đồng Nai	1.05	230	187.40	0.053	2.35	0.00003	14.44	0.0026021	0.002
Mặt cắt 21	Thạnh Phước, Thạnh Hội và thị trấn Uyên Hưng, Tân Uyên, Bình Dương	sông Đồng Nai	0.90	120	53.63	0.015	1.77	0.00075	12.20	0.0006581	0.187
Mặt cắt 22	xã Tân An, huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai)	sông Đồng Nai	1.25	180	116.97	0.032	2.10	0.00070	10.74	0.0004458	0.292
Mặt cắt 23	xã Bình Lợi, huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai)	sông Đồng Nai	1.03	220	172.05	0.053	2.34	0.00045	14.44	0.0026021	0.024
Mặt cắt 24	Chợ Tân Hạnh, xã Tân Hạnh, tp.Biên Hòa, Đồng Nai	sông Đồng Nai	1.24	200	143.24	0.076	2.50	0.00015	11.41	0.0001778	0.148
Mặt cắt 25	Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố	sông Đồng Nai	1.42	290	292.66	0.034	2.16	0.00008	11.96	0.0015255	0.009
Mặt cắt 26	thượng và hạ lưu cầu Giồng Ông Tố 1, phường An Phú	Rạch Giồng Ông Tố	1.27	40	6.49	0.073	2.34	0.00000	4.97	0.0003488	0.002
Mặt cắt 27	thượng và hạ lưu cầu Giồng Ông Tố 1, P.Bình Trưng Tây	Rạch Giồng Ông Tố	1.27	40	6.49	0.073	2.34	0.00032	4.97	0.0003488	0.369
Mặt cắt 28	Trường THPT Giồng Ông Tố, phường Bình Trưng Tây, quận 2	Rạch Giồng Ông Tố	2.05	75	21.72	0.182	2.87	0.00065	4.23	0.0018182	0.169
Mặt cắt 29	Rạch Ông Lớn 2, xã Phước Kiến	Rạch Ông Lớn 2	1.01	90	30.84	0.133	2.72	0.00049	9.40	0.0133333	0.008

Mặt cắt tính toán		Sông	Hệ số quan hệ hình dạng k=sqrt(B) / h	Hệ số ổn định theo chiều ngang				Hệ số ổn định theo chiều dọc			
Ký hiệu	Vị trí			Bề rộng sông B(m)	Lưu lượng tạo lòng Q_{TL} m3/s	Độ dốc trung bình J.10-4	Hệ số ổn định ngang Ss	Đường kính hạt đất d50.10-3(m)	Độ sâu bình quân h (m)	Độ dốc đáy sông J_0	Hệ số ổn định theo chiều dọc
Mặt cắt 30	Rạch Ông Lớn 2, xã Phước Kiến	Rạch Ông Lớn 2	1.33	85	27.63	0.143	2.75	0.00046	6.91	0.0142857	0.009
Mặt cắt 31	Rạch Ông Lớn 2, xã Phước Kiến	Rạch Ông Lớn 2	1.91	95	34.22	0.100	2.57	0.00028	5.09	0.0100000	0.011
Mặt cắt 32	Kênh Xáng Lý Văn Mạnh, xã Tân Nhựt	Kênh Xáng Lý Văn Mạnh	1.55	40	6.49	0.100	2.49	0.00006	4.08	0.0100000	0.003
Mặt cắt 33	ngã ba kênh Cây Khô - Tắc Bến Rô	Kênh Cây Khô	1.39	50	9.96	0.100	2.51	0.00005	5.10	0.0010000	0.020
Mặt cắt 34	Rạch Giồng - S. Kinh Lộ, xã Hiệp Phước	Rạch Giồng - S. Kinh Lộ	0.66	100	37.77	0.150	2.80	0.00170	15.24	0.0500000	0.004
Mặt cắt 35	Rạch Giồng - S. Kinh Lộ, xã Hiệp Phước	Rạch Giồng - S. Kinh Lộ	0.62	100	37.77	0.150	2.80	0.00000	16.09	0.0000500	0.005
Mặt cắt 36	Ngã 3 Kinh Lộ đến ngã Tắc Mương Lớn, xã Hiệp Phước	Rạch Giồng- S. Kinh Lộ	1.18	130	62.56	0.012	1.70	0.00000	9.69	0.0000445	0.009
Mặt cắt 37	ngã 3 Kinh Lộ - Tắc Mương Lớn, xã Hiệp Phước	Rạch Giồng- S. Kinh Lộ	1.21	135	67.27	0.013	1.73	0.00000	9.64	0.0000550	0.008
Mặt cắt 38	ấp 3, xã Hiệp Phước	Rạch Giồng	1.05	90	30.84	0.032	2.04	0.00000	9.00	0.0003500	0.003
Mặt cắt 39	Lê Văn Lương, Nhà Bè	Sông phước Kiểng	1.02	120	53.63	0.034	2.09	0.00002	10.78	0.0002670	0.013
Mặt cắt 40	Sông Phước Kiếng, cầu Long Kiến	Sông Phước Kiếng	0.71	110	45.37	0.120	2.68	0.00049	14.68	0.0052000	0.013
Mặt cắt 41	Huỳnh Tất Phát, Phú Mỹ, Nhà Bè	Rạch Tôm	0.49	61	14.60	0.123	2.64	0.00210	15.99	0.0320000	0.008
Mặt cắt 42	tổ 8, ấp 3, xã Nhơn Đức	Rạch Tôm	0.58	65	16.50	0.014	1.72	0.00036	13.99	0.0026000	0.020
Mặt cắt 43	Sông Mương Chuối, xã Nhơn Đức	Sông Mương Chuối	2.06	190	129.78	0.112	2.70	0.00060	6.70	0.0162000	0.011
Mặt cắt 44	Khu vực Trường cao đẳng công nghệ và quản trị doanh nghiệp, phường Tân Phú	Rạch Địa-Rạch Rơi-sông Phú Xuân	0.69	60	14.14	0.024	1.90	0.00011	11.20	0.0023500	0.008

Mặt cắt tính toán		Sông	Hệ số quan hệ hình dạng k=sqrt(B) / h	Hệ số ổn định theo chiều ngang				Hệ số ổn định theo chiều dọc			
Ký hiệu	Vị trí			Bề rộng sông B(m)	Lưu lượng tạo lòng Q_{TL} m3/s	Độ dốc trung bình J.10-4	Hệ số ổn định ngang Ss	Đường kính hạt đất d50.10-3(m)	Độ sâu bình quân h (m)	Độ dốc đáy sông J_0	Hệ số ổn định theo chiều dọc
Mặt cắt 45	tổ 12, ấp 2, xã Long Thới	Rạch Dơi - sông Kinh	0.66	65	16.50	0.054	2.24	0.00000	12.30	0.0000561	0.006
Mặt cắt 46	Ngã ba Tắc Sông Chả giao với sông Soài Rạp	Tắc Sông Chà	0.83	120	53.63	0.026	1.98	0.00000	13.20	0.0000645	0.009
Mặt cắt 47	tổ 2, ấp An Hoà, xã An Thới Đông, huyện Cần Giờ	Tắc Ông Nghĩa	2.22	100	37.77	0.038	2.12	0.00000	4.50	0.0000894	0.010
Mặt cắt 48	Kênh Bà Tổng xã An Thới Đông	Kênh Bà Tổng	1.12	65	16.50	0.062	2.31	0.00000	7.20	0.0001520	0.005
Mặt cắt 49	Kênh Bà Tổng xã An Thới Đông	Kênh Bà Tổng	1.21	70	19.02	0.033	2.03	0.00023	6.90	0.0186000	0.004
Mặt cắt 50	kè ấp An Hoà đến ngã 3 sông Soài Rạp, xã An Thới Đông, Huyện Cần Giờ	Kênh Bà Tổng	1.19	65	16.50	0.001	1.05	0.00018	6.80	0.0256000	0.002
Mặt cắt 51	phía sau trụ sở UBND xã Quý Đức	Sông Cần Giuộc	1.25	130	62.56	0.125	2.72	0.00015	9.16	0.0125000	0.003
Mặt cắt 52	Sông Chợ Đệm - Bến Lức, xã Tân Nhứt	Sông Chợ Đệm - Bến Lức	1.27	45	8.13	0.090	2.45	0.00004	5.30	0.0031600	0.005
Mặt cắt 53	Rạch Xóm Củi, xã Bình Hưng	Rạch Xóm Củi	0.90	55	11.96	0.034	2.03	0.00010	8.20	0.0089100	0.003
Mặt cắt 54	R. Tắc Mương Lớn, xã Hiệp Phước	R. Tắc Mương Lớn	1.74	120	53.63	0.269	3.17	0.00016	6.30	0.0176000	0.003
Mặt cắt 55	kho 277 - 289, Bến Bình Đông, phường 14	Kênh Tàu Hủ- Lò Gốm	2.16	45	8.13	0.189	2.84	0.00041	3.10	0.0375000	0.007
Mặt cắt 56	Khu vực xã An Thái , Vĩnh Hòa	sông Bé	0.47	75	21.72	0.025	1.93	0.00018	18.56	0.0025000	0.008

5.5. Đánh giá mức độ sạt lở bờ sông theo phương pháp viễn thám và GIS

5.5.1. Thành lập bình đồ ảnh

Việc nghiên cứu xây dựng quy trình thành lập bản đồ hiện trạng và bản đồ biến động đường bờ trên cơ sở ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS được thực hiện theo mô hình tổng quát được trình bày trong hình vẽ về quy trình thành lập bản đồ hiện trạng và biến động như đã nêu ở trên.

- Xử lý ảnh và độ chính xác của ảnh: Ảnh vệ tinh dạng số đã được hiệu chỉnh, độ cong trái đất và sự thay đổi độ cao quỹ đạo, nắn chỉnh hình học, xử lý sai số gây bởi chênh cao địa hình. Việc nắn chỉnh ảnh vệ tinh về hệ toạ độ VN2000 đã sử dụng 14 điểm khống chế ngoại nghiệp GPS với độ chính xác mặt phẳng Mp<5cm, khống chế tăng dầy cũng như kết hợp với các điểm địa vật rõ nét có trên bản đồ tỷ lệ1/2.000 đo đạc năm 2016, 2017, đo bổ sung năm 2018 và trên ảnh (chọn những điểm địa hình, địa vật ít thay đổi: các điểm nút, cầu đường, giao cắt các địa vật hình tuyến …) làm cơ sở khai báo toạ độ cho ảnh vệ tinh. Độ chính xác của ảnh nắn nằm trong giới hạn sai số cho phép ở tỷ lệ 1:10.000, hoàn toàn có thể đáp ứng cho việc thành lập bình đồ ảnh vệ tinh qua các thời kỳ.

- Kỹ thuật tăng cường chất lượng ảnh được sử dụng nhằm hỗ trợ để tăng độ chính xác trong giải đoán ảnh, qua đó nâng cao hiệu quả của việc sử dụng ảnh vệ tinh. Mục đích của việc tăng cường chất lượng ảnh trong trường hợp này là nhằm nâng cao tính chính xác trong việc đoán đọc điều vẽ các đối tượng đường bờ và đường mép nước. Do vậy sử dụng kỹ thuật lọc cao làm tăng độ nét (hight pass) ảnh và lọc tăng cường đường biên (Edge detection).

Quá trình xử lý và thành lập bình đồ ảnh đã được trình bày chi tiết trong Quy trình hiện chỉnh bản đồ địa hình bằng ảnh vệ tinh ban hành theo quyết định số 308/QĐ-TCĐC ngày 25 tháng 07 năm 2002 của Tổng Cục Địa Chính (nay là Bộ Tài nguyên và Môi trường), thông tư 05/2012/TT-BTNMT về hiện chỉnh bản đồ.

Trên các bức ảnh đa phổ (như các ảnh Landsat MSS, TM, ETM+) độ sáng phổ được ghi trên 6 đến 8 kênh (bands) khác nhau. Mỗi pixel được đặc trưng bởi tín hiệu phổ riêng biệt ở băng khác nhau. Phân loại đa phổ là quá trình chiết tách thông tin, xử lý và sắp xếp các pixel theo những tiêu chuẩn phân loại về đối tượng có dấu hiệu phổ tương tự rồi quy định thành các chỉ tiêu dựa trên các dấu hiệu tương tự đó.

Trong các phương pháp xử lý có nhiều thuật toán khác nhau như: phân loại theo khoảng cách gần nhất, phương pháp phân loại hình hộp,... các thuật toán đó được sử dụng để xây dựng các modul xử lý ảnh phân loại ảnh.

Quá trình phân loại được máy tính xử lý ảnh theo yêu cầu của người sử dụng. Yêu cầu của người sử dụng được đưa vào máy thông qua giai đoạn chọn tập mẫu. Sau khi người sử dụng chọn tập mẫu cho các đối tượng cần phân loại máy tính sẽ tự động phân loại và cho kết quả dưới dạng ảnh đã được phân loại. Có hai nhóm phương pháp phân loại cơ bản là phân loại không kiểm định (Unsupervised) và phân loại có kiểm định (Supervised)

-Phân loại không kiểm định

Với phân loại này phổ phản xạ và độ sáng khác nhau của các nhóm pixel trên ảnh và thang độ xám các lớp được phân loại theo kinh nghiệm và được đặt tên một cách không có kiểm tra ngoài thực địa. Thông thường số lượng các lớp được phân chia trong phân loại không có kiểm định nhiều hơn so với phân loại có kiểm định. Sau khi đối chiếu so sánh kỹ, một số lớp gần nhau có thể được điều chỉnh và ghép vào cùng một lớp để cho phù hợp với thực tế.

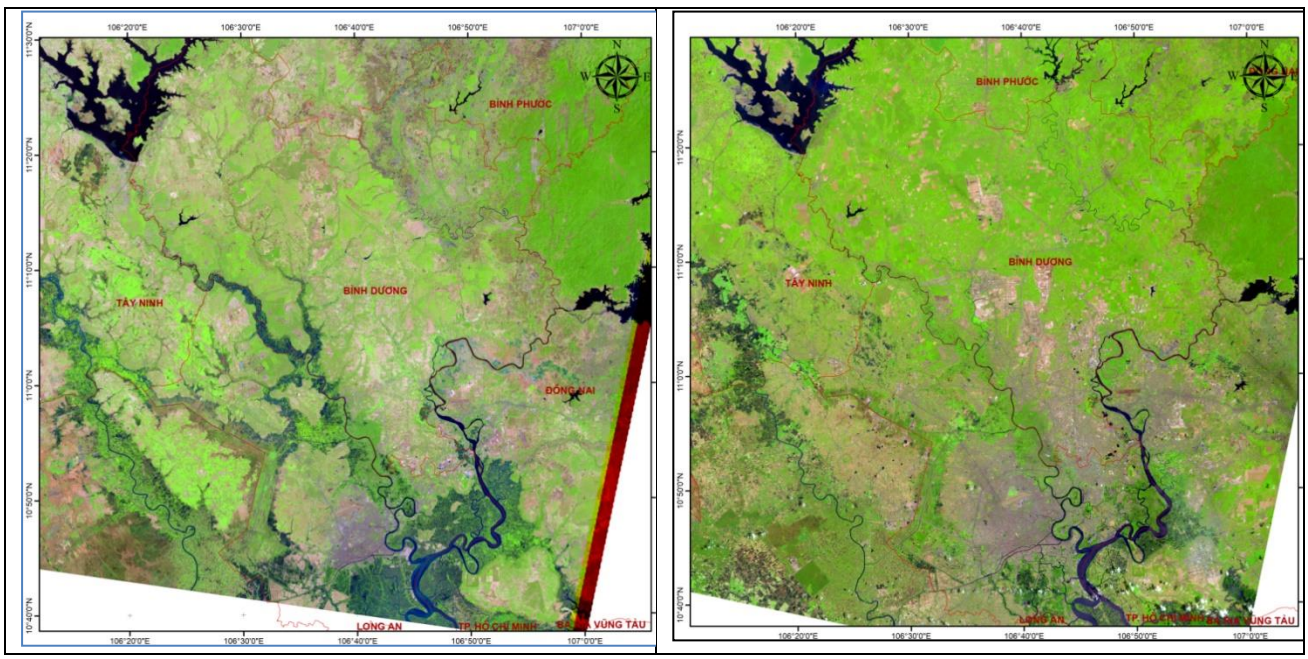
Trong phân loại không kiểm định máy tính yêu cầu cung cấp thông tin về số lượng lớp cần phân loại, độ tập trung của mỗi lớp thông qua độ chênh lệch chuẩn, vị trí tương đối của các lớp trong không gian phổ... Sau đó máy tính sẽ tự động tìm và gộp các pixel lại theo yêu cầu của người sử dụng. Phân loại không kiểm định thường chỉ dùng để phân loại sơ bộ trước khi bước vào phân loại chính thức.

- Phân loại có kiểm định.

Phân loại có kiểm định được dùng để phân loại các đối tượng theo yêu cầu của người sử dụng. Trong quá trình phân loại máy tính sẽ yêu cầu một số kiến thức của người sử dụng về khu vực mình cần phân loại. Những kiến thức này có được trên cơ sở khảo sát thực địa, phân tích ảnh máy bay hoặc các tư liệu bản đồ chuyên đề. Các vùng thử nghiệm được lựa chọn và xác định rõ các đặc điểm ngoài tự nhiên của chúng Trên các điểm chìa khoá các pixel được xác định rõ các giá trị phổ phản xạ trên ảnh và trên thực địa, bản chất của pixel đó cũng được xác định rõ đồng thời với khi thu nhận thông tin là đối tượng gì.

Dựa vào đặc điểm các pixel ảnh đã được kiểm định ảnh được phân loại theo nguyên tắc tương tự, các lớp được phân ra và đặt tên rõ ràng. Có ba nhóm phân loại có kiểm định là phân loại hình hộp, phân loại đa tâm và phân loại có xác suất cực đại.

Để phân tích đánh giá diễn biến đường bờ khu vực dự án chúng tôi đã xử lý tạo ra 26 mảnh bình đồ ảnh tỷ lệ 1/10.000 cho mỗi thời kỳ từ năm 1990 đến 2018 trong thời kỳ mùa lũ và mùa kiệt. Bình đồ ảnh các thời kỳ từ 1990 - 2018 khu vực dự án được minh hoạ dưới đây (chi tiết xem trong báo cáo chuyên đề phân tích ảnh viễn thám):



Hình 5- 7: Bình đồ ảnh vệ tinh khu vực dự án chụp năm 1995, năm 2015

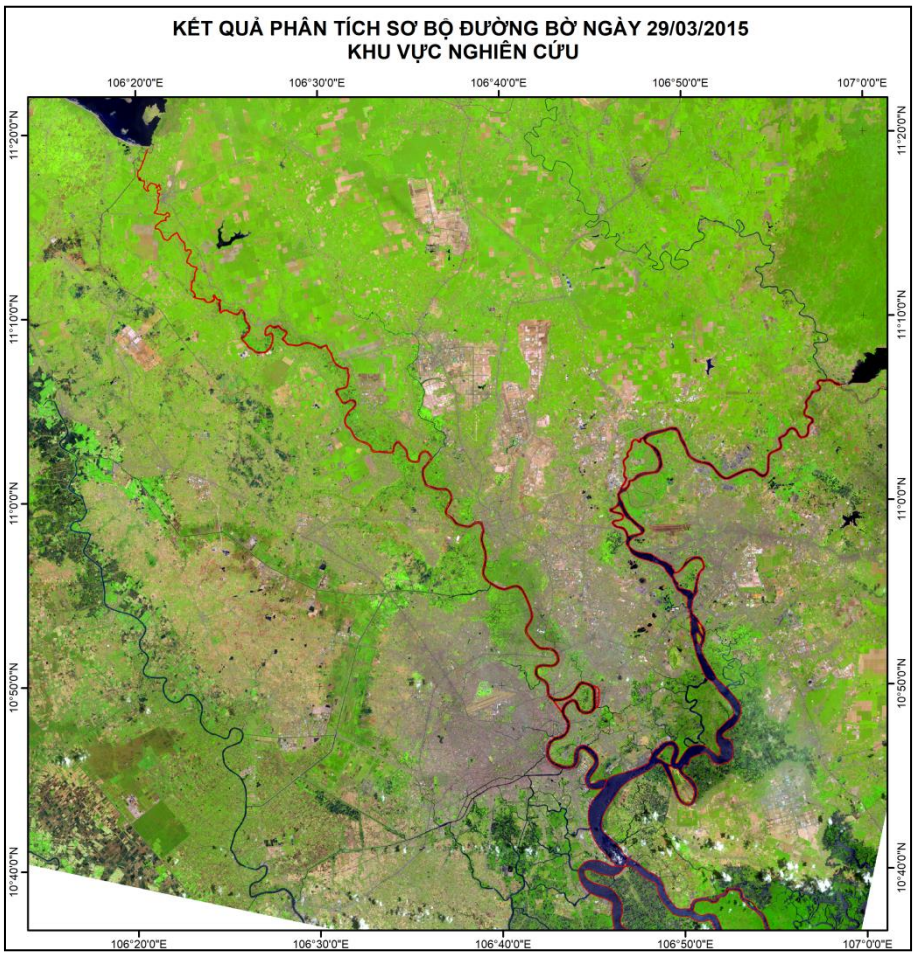
5.5.2. Thành lập bản đồ hiện trạng và diễn biến đường bờ của các thời kỳ bằng ảnh vệ tinh

Kết quả tính toán diễn biến đường bờ được mô phỏng bằng mô-đun DSAS Toolbar trong ArcGIS (11). Việc tính toán các đường bờ theo mùa lũ, mùa khô của từng năm được thực hiện bằng công cụ Landsat Toolbox trong ArcGIS như Bảng 4. Sau khi tính toán đường bờ cho từng năm, các đường bờ này sẽ được hiệu chỉnh lại dựa trên các tổ hợp màu thực RGB và band4 với chỉ thị màu nước là rõ nhất trong các Band ảnh. Kết quả phân tích này cũng đã được xem xét đến yếu tố thủy triều cũng như là các yếu tố sóng ảnh hưởng đến kết quả phân tích đường bờ.

Kết quả tính toán phân tích đường bờ dựa trên phân loại ảnh có kiểm định và không kiểm định. Từ ảnh vệ tinh Landsat 8, Landsat 7 hoặc Landsat 5, các band ảnh được đưa vào xử lý gồm các band 1, band 2, band 3, band 4, band 5, band 7, từ các band này, phần đất và phần nước sẽ được tách ra, từ đó đường bờ sông, bờ biển sẽ được vẽ dựa trên phần tiếp giáp giữa đất và nước.

Sau khi phân tích sơ bộ đường bờ từng năm sẽ được đối chiếu so sánh với ảnh tổ hợp màu thật để đánh giá, kiểm tra độ chính xác của kết quả phân loại ảnh.

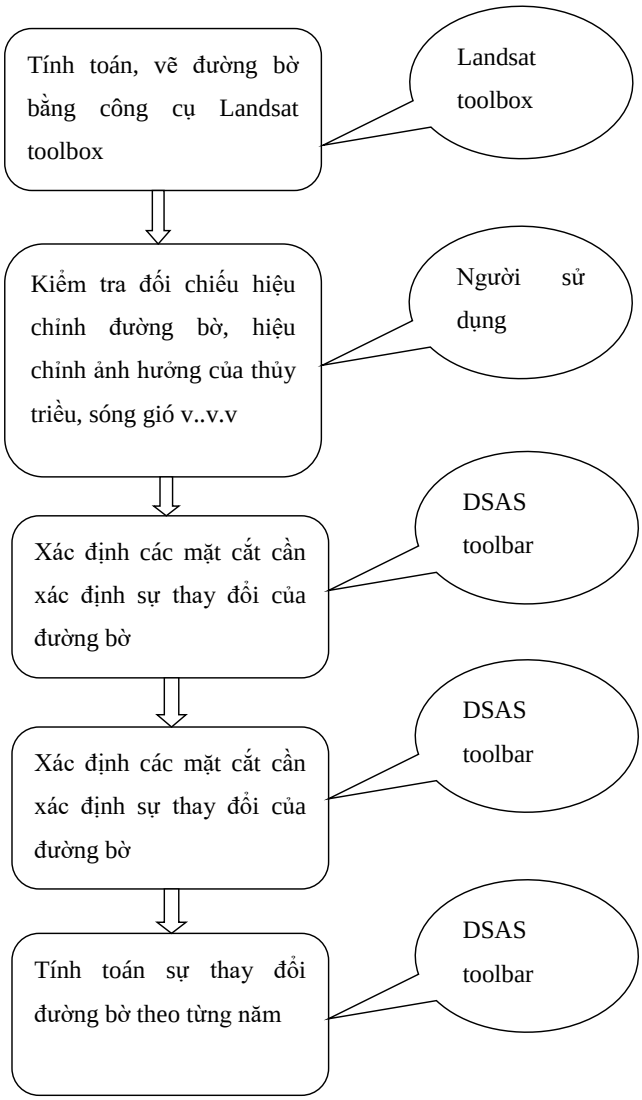
Kết quả phân tích sơ bộ đường bờ minh họa cho năm 2015 thể hiện trong hình vẽ sau (chi tiết xem trong báo cáo chuyên đề phân tích ảnh viễn thám).



Tính toán diễn biến đường bờ

Để tính toán diễn biến đường bờ, sử dụng module DSAS toolbar trong ArcGIS. DSAS (Digital Shoreline Analysis System) là một phần mềm có giao diện thân thiện, tính toán dễ dàng và được áp dụng khá nhiều trên thế giới. Phần mềm này được giới thiệu và download tại địa chỉ http://csc.noaa.gov/digitalcoast/tools/dsas.

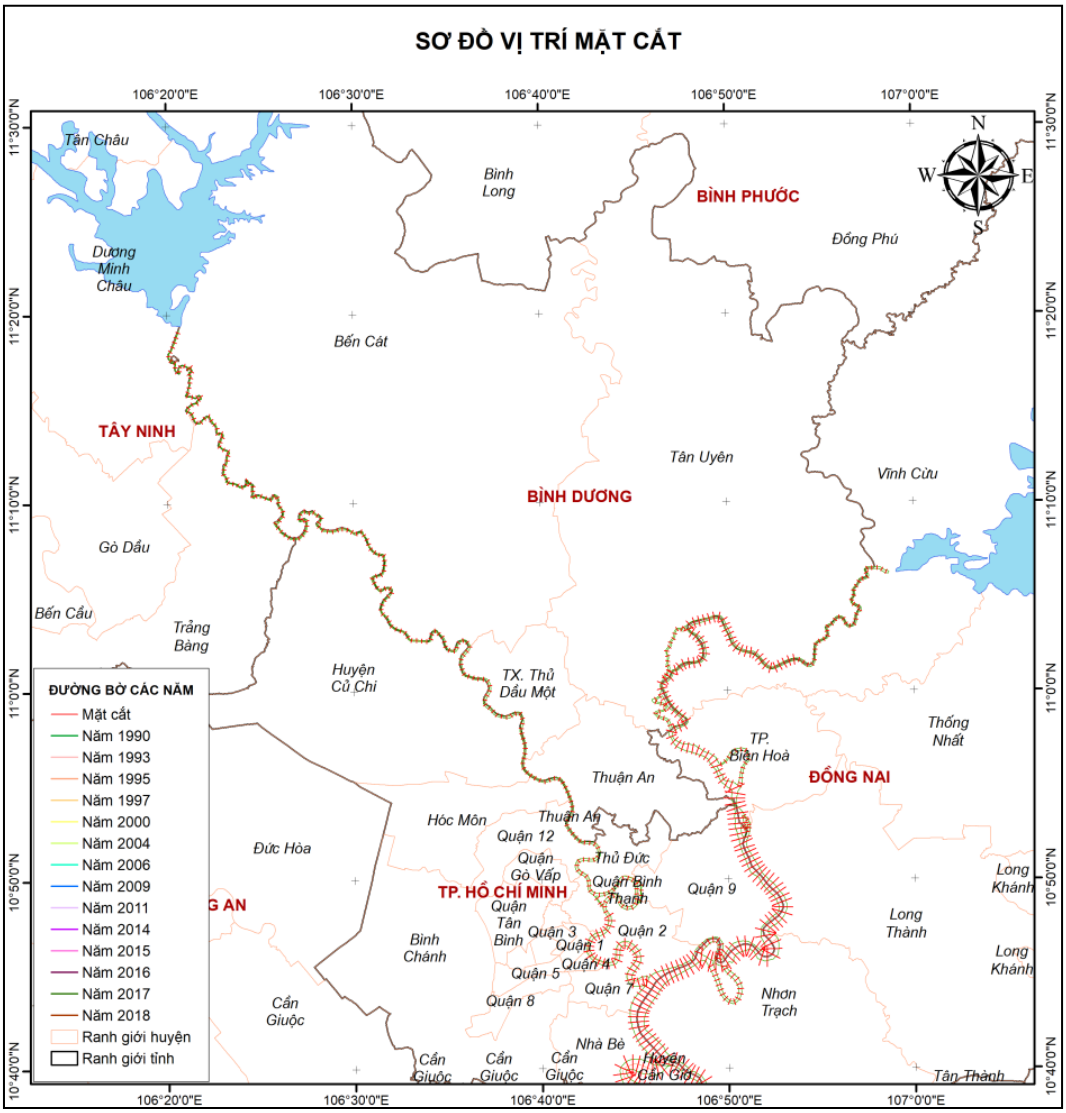
Các bước yêu cầu trong tính toán diễn biến đường bờ với Module DSAS như sau:



Hình 5- 8: Sơ đồ tính toán đường bờ

Việc tính toán các đường bờ theo mùa lũ, mùa khô của từng năm được thực hiện bằng công cụ Landsat Toolbar trong ArcGIS như bảng trên. Sau khi tính toán đường bờ cho từng năm, các đường bờ này sẽ được hiệu chỉnh lại dựa trên các tổ hợp màu thực RGB và band 4 với chỉ thị màu nước là rõ nhất trong các Band ảnh.

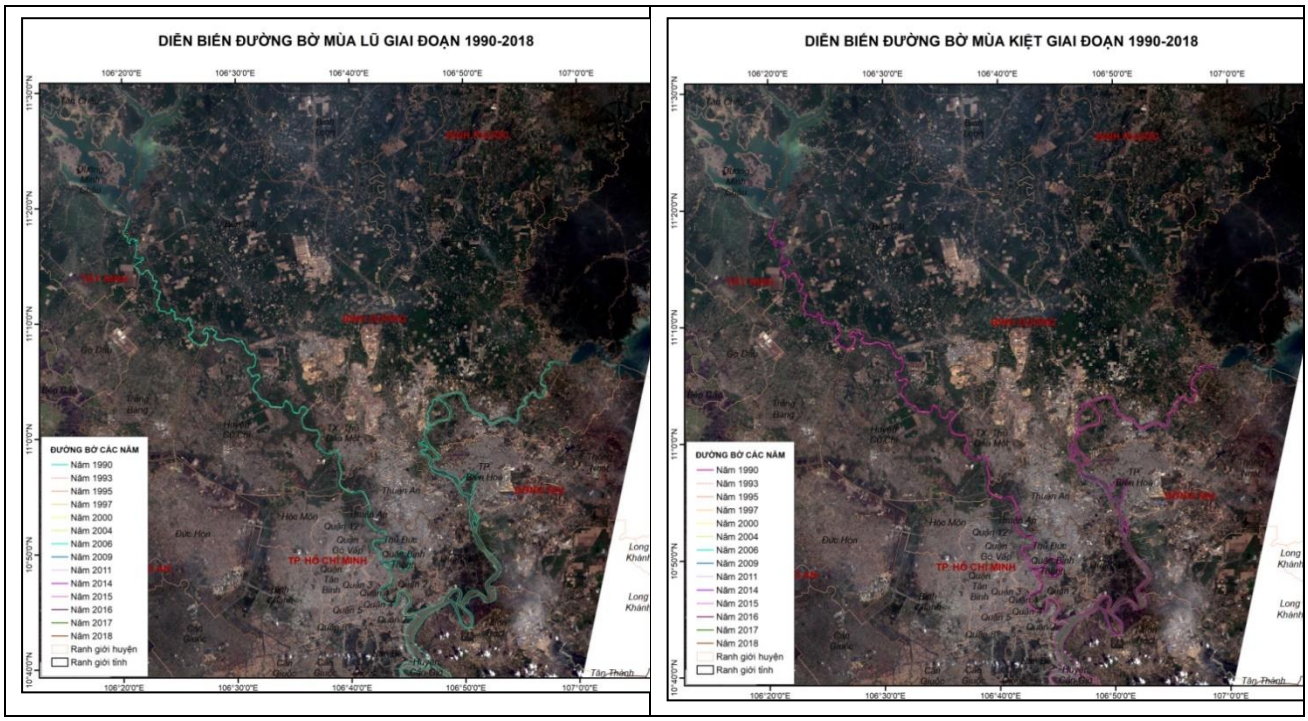
Đối với khu vực nghiên cứu, có thể xem xét diễn biến đường bờ cho cả mùa lũ và mùa kiệt. Để tính toán diễn biến đường bờ, trước tiên sử dụng DSAS để xác định các mặt cắt cần tính toán.



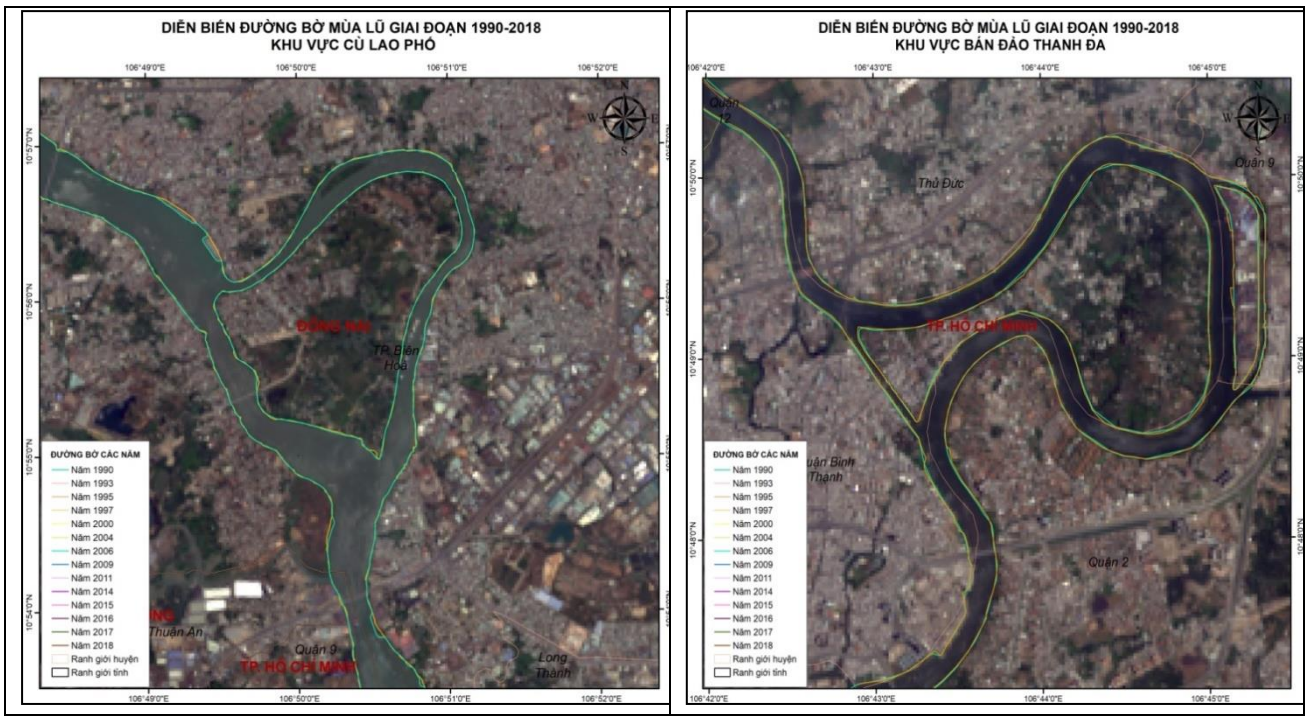
Hình 5- 9: Vị trí các mặt cắt để tính toán diễn toán đường bờ giai đoan 1990-2018 khu vực nghiên cứu

Sau khi xác định các đường bờ bao gồm đường bờ mùa khô và mùa lũ các năm từ 1990 đến 2018, các đường bờ này được đưa vào mô hình DSAS để tính toán phân tích. Việc xác định mặt cắt tính toán được xác định trong khoảng 200-1000 m, các mặt cắt cách nhau 500 m, ở các vị trí có công trình quan trọng hay các vị trí có khả năng xói, bồi cao thì chia khoảng cách các mặt cắt dày hơn. Các yếu tố như khoảng cách thay đổi lớn nhất cũng được tính toán trong phần mềm này.

Kết quả tính toán diễn biến đường bờ qua các thời kỳ được mô phỏng trong các hình vẽ sau:



Hình 5- 10: Kết quả tính toán đường bờ khu vực nghiên cứu



Hình 5- 11: Kết quả tính toán đường bờ khu vực Cù lao Phố và khu Thanh Đa

Dựa trên bản đồ diễn biến lòng dẫn, tiến hành đánh giá, phân tích và cuối cùng là xác định một số quy luật diễn biến cần thiết cho từng khu vực cụ thể phục vụ cho công tác dự báo như: Tốc độ và quy mô xói lở bờ, tốc độ bồi lắng lòng dẫn, tốc độ diễn biến xói bồi khu vực cù lao, tốc độ phát triển và dịch chuyển hố xói, ngưỡng cạn theo không gian và thời gian…Ước tính quy mô, tốc độ sạt lở bờ và vị trí sạt lở tại khu vực dự án trong giai đoạn từ 1990 đến 2018, được ghi trong bảng sau:

Bảng 5- 2: Ước tính quy mô, tốc độ sạt lở tại khu vực nghiên cứu giai đoạn từ năm 1990-2018

STT	Vị trí khu vực sạt lở	Tuyến bờ sông	Chiều dài sạt lở (m)	Chiều rộng sạt lở sâu vào bờ lớn nhất (m)	Tốc độ sạt lở trung bình (m/năm)
1	xã Lạc An, Tân Uyên, Bình Dương	Bờ phải sông Đồng Nai	100	15	0.535714
2	xã Thường Tân, Tân Uyên, Bình Dương	Bờ phải sông Đồng Nai	100	15	0.535714
3	XãTân Mỹ, Tân Uyên, Bình Dương	Bờ phải sông Đồng Nai	100	15	0.535714
4	Thạnh Phước, Thạnh Hội và thị trấn Uyên Hưng, Tân Uyên, Bình Dương	Bờ phải sông Đồng Nai	2000	12	0.428571
5	xã Tân An, huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai)	Bờ Trái sông Đồng Nai	800	10	0.357143
6	xã Bình Lợi, huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai)	Bờ Trái sông Đồng Nai	1000	15	0.535714
7	Chợ Tân Hạnh, xã Tân Hạnh, tp.Biên Hòa, Đồng Nai	Bờ Trái sông Đồng Nai	25	7	0.25
8	xã Dầu Tiếng, Bến Cát, Bình Dương	Bờ trái sông Sài Gòn	735	30	1.071429
9	khu vực nhà thờ Fatima, phường Hiệp Bình Chánh,	Bờ trái sông Sài Gòn	300	10	0.357143
10	khu phố 1, phường Hiệp Bình Chánh, Thủ Đức, tp. Hồ Chí Minh	Bờ trái sông Sài Gòn	250	10	0.357143
11	ngã ba sông Sài Gòn - thượng lưu sông Thanh Đa đến xưởng cơ khí Tiền Phong, Phường 23, Thủ Đức, tp. Hồ Chí Minh	Bờ hữu sông Sài Gòn	2797	10	0.357143
12	khu vực kí túc xá Đại học nghệ thuật, phường Hiệp Bình Chánh, Thủ Đức, tp. Hồ Chí Minh	Bờ trái sông Sài Gòn	150	5	0.178571
13	Từ xưởng cơ khí Tiền Phong đến ngã ba rạch Chùa	Bờ hữu sông Sài Gòn	4270	10	0.357143
14	Rạch Chùa đến ngã ba sông Sài Gòn - hạ lưu kênh Thanh Đa, phường 28, Thủ Đức, tp. Hồ Chí Minh	Bờ hữu sông Sài Gòn	2772	10	0.357143
15	nhà 16/5 đến 16/13 Nguyễn Văn Hường, phường Thảo Điền	Bờ trái sông Sài Gòn	350	10	0.357143
17	xã Thanh An , Bến Cát, Bình Dương	Bờ trái sông Sài Gòn	735	30	1.071429
18	xã Thanh Tuyền, Bến Cát, Bình Dương	Bờ trái sông Sài Gòn	735	30	1.071429
19	xã An Tây, Bến Cát, Bình Dương	Bờ trái sông Sài Gòn	500	10	0.357143
20	xã Phú An, Bến Cát, Bình Dương	Bờ trái sông Sài Gòn	500	10	0.357143

STT	Vị trí khu vực sạt lở	Tuyến bờ sông	Chiều dài sạt lở (m)	Chiều rộng sạt lở sâu vào bờ lớn nhất (m)	Tốc độ sạt lở trung bình (m/năm)
21	Khu quy hoạch HUD thuộc Mỹ Hảo 2, phường Chánh Mỹ, Thủ Dầu Một , Bình Dương	Bờ trái sông Sài Gòn	50	15	0.535714
22	Thuộc quy hoạch Ecovilas , phường Tương Bình Hiệp, Thủ Dầu Một , Bình Dương	Bờ trái sông Sài Gòn	6	10	0.357143
23	khu vực công ty may Sài Gòn 3, phường Hiệp Bình Phước, Thủ Đức, tp. Hồ Chí Minh	Bờ trái sông Sài Gòn	1250	5	0.178571
24	Cuối đường số 7, khu phố 5, phường hiệp Bình Phước, quận Thủ Đức, tp. Hồ Chí Minh	Bờ trái sông Sài Gòn	100	40	0.428571

Nhận xét chung:

- Nghiên cứu diễn biến đường bờ đoạn sông dự kiến được xây dựng dự án bằng phương pháp phân tích ảnh viễn thám GIS, trên cơ sở sử dụng nhiều ảnh sau khi xây dựng hồ Trị An và hồ Dầu Tiếng. Qua đó cho thấy được xu thế diễn biến đường bờ.

- Qua phân tích diễn biến lòng dẫn bằng phương pháp viễn thám và GIS cho thấy xu thế chung về diễn biến lòng dẫn đoạn sông Đồng Nai-Sài Gòn: Khu vực có mức độ diễn biến mạnh nhất là đoạn Cuối đường số 7 với tốc độ sạt lở 1,428571m/năm; khu phố 5, phường hiệp Bình Phước, quận Thủ Đức, tp. Hồ Chí Minh; xã Dầu Tiếng, Bến Cát, Bình Dương; xã Thanh An , Bến Cát, Bình Dương; xã Thanh Tuyền, Bến Cát, Bình Dương với tốc độ sạt lở 1,071429 m/năm.

- Do điều kiện sử dụng nguồn ảnh với độ phân dải thấp 15 m -30m và không đồng nhất, vì thế kết quả đảm bảo với độ tin cậy nhất định. Để đánh giá đúng diễn biến thay đổi đoạn sông Đồng Nai khu vực dự án Khu dân cư, dịch vụ và du lịch Cù lao Tân Vạn cần có những ảnh có độ phân giải cao hơn mới có thể xác định được chi tiết hơn với độ phân giải 1m hoặc dưới 1m, điều này trong điều kiện hiện nay là khó khả thi. Vì vậy, cần phải kết hợp với việc sử dụng các phương pháp điều tra thực địa, phương pháp mô hình toán, phương phân phân tích số liệu thực đo khảo sát địa hình để đánh giá mức độ diễn biến lòng dẫn.

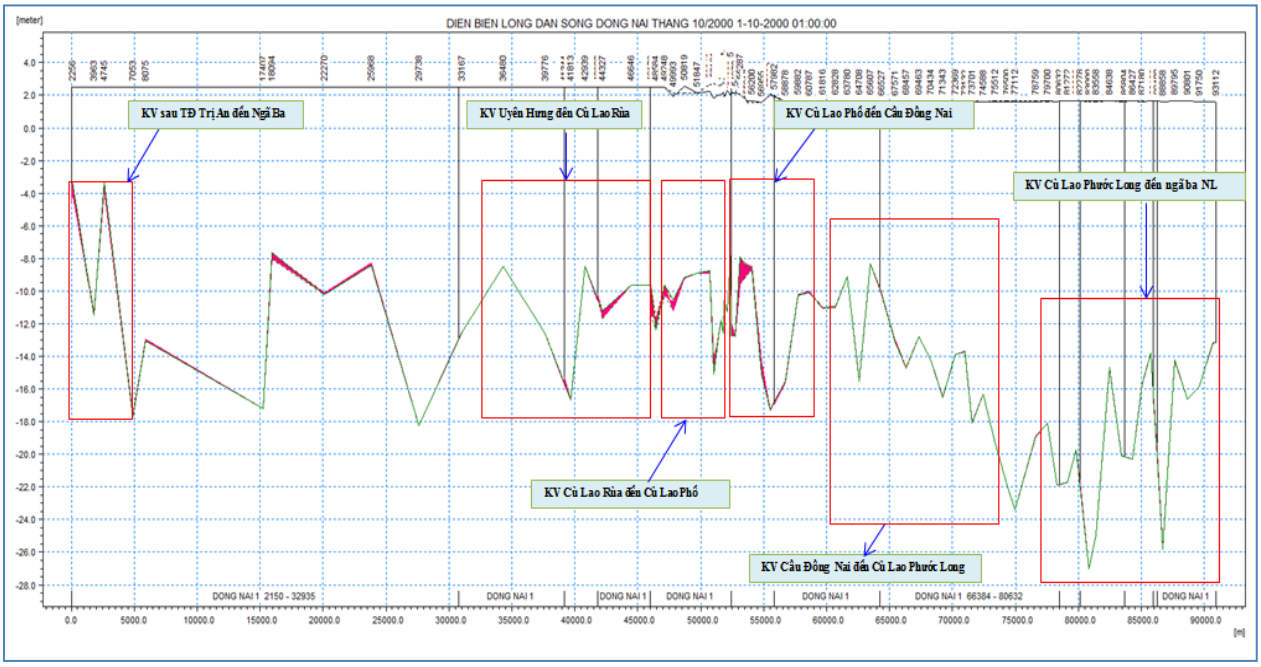
5.7. Kết quả mô phỏng diễn biến lòng dẫn vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai Sài Gòn

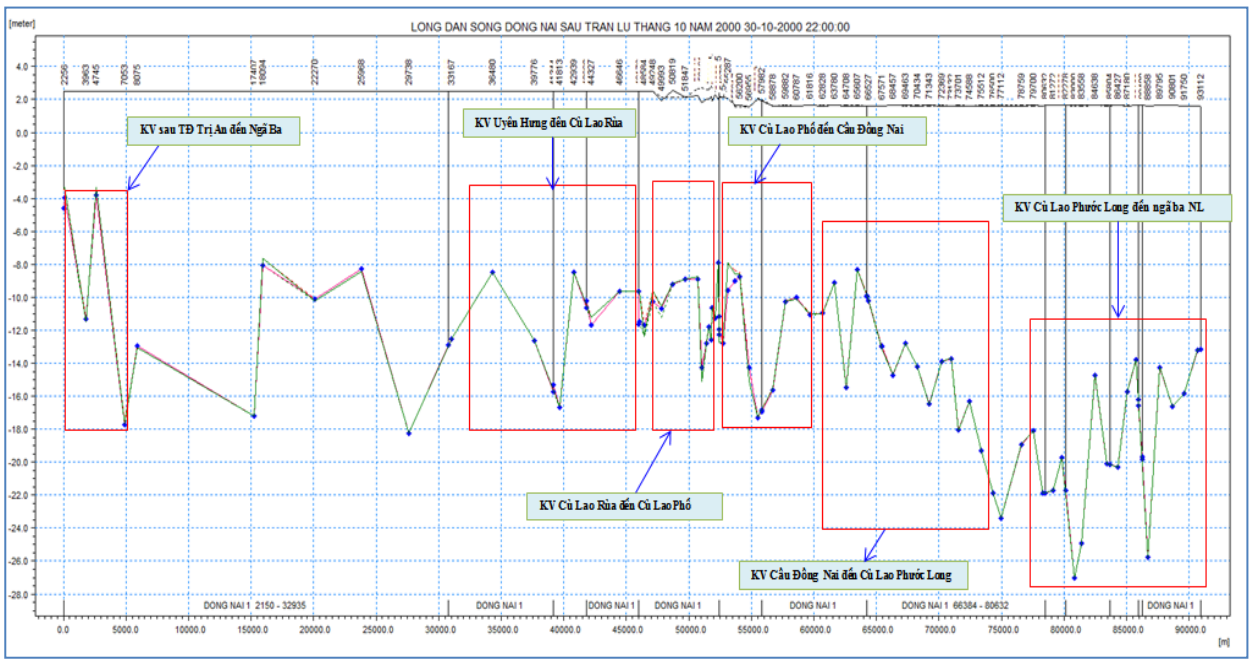
5.7.1. Kết quả mô phỏng diễn biến lòng dẫn theo chiều dọc sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

Sử dụng mô hình MIKE11ST để tính toán đánh giá mô phỏng diễn biến lòng dẫn theo chiều dọc sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn. Kết quả tính toán dự báo diễn biến lòng

dẫn dọc sông các sông chính vùng hạ du lưu vực sông Đồng Nai được thể hiện trên các hình vẽ sau. Chi tiết xem thêm phụ lục báo cáo về mức độ bồi lắng.

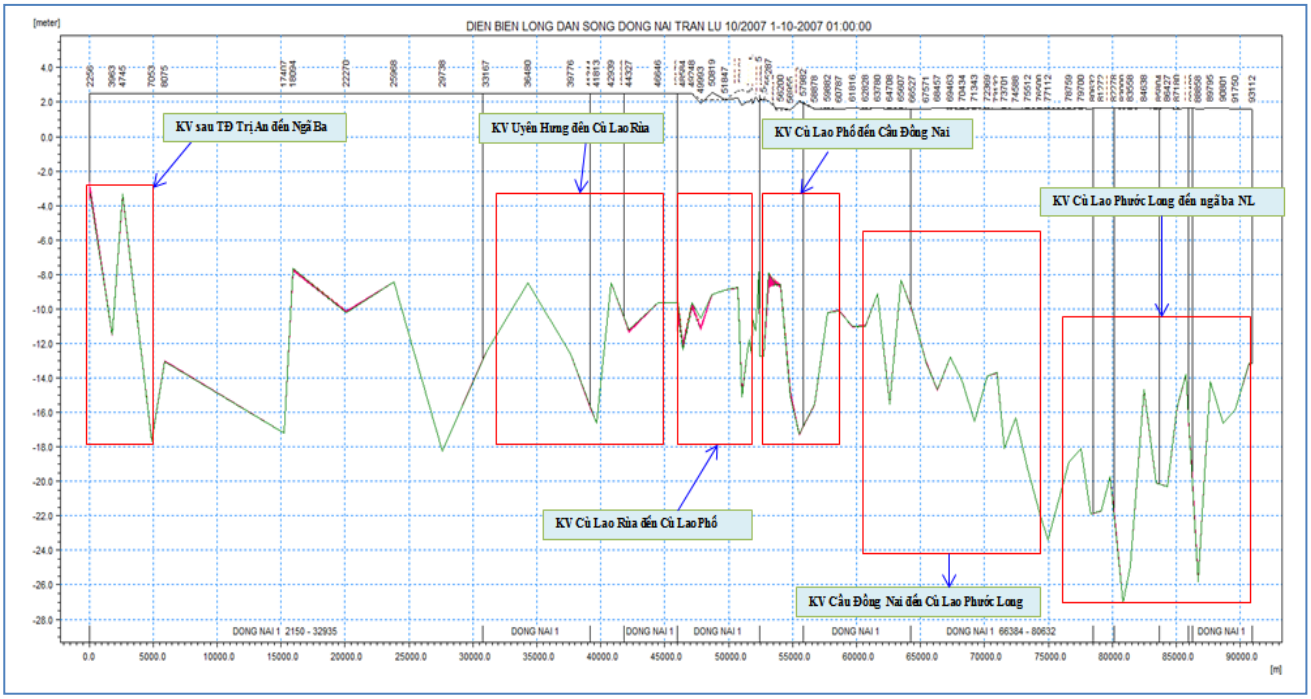
- Trận lũ tháng 10/2000:

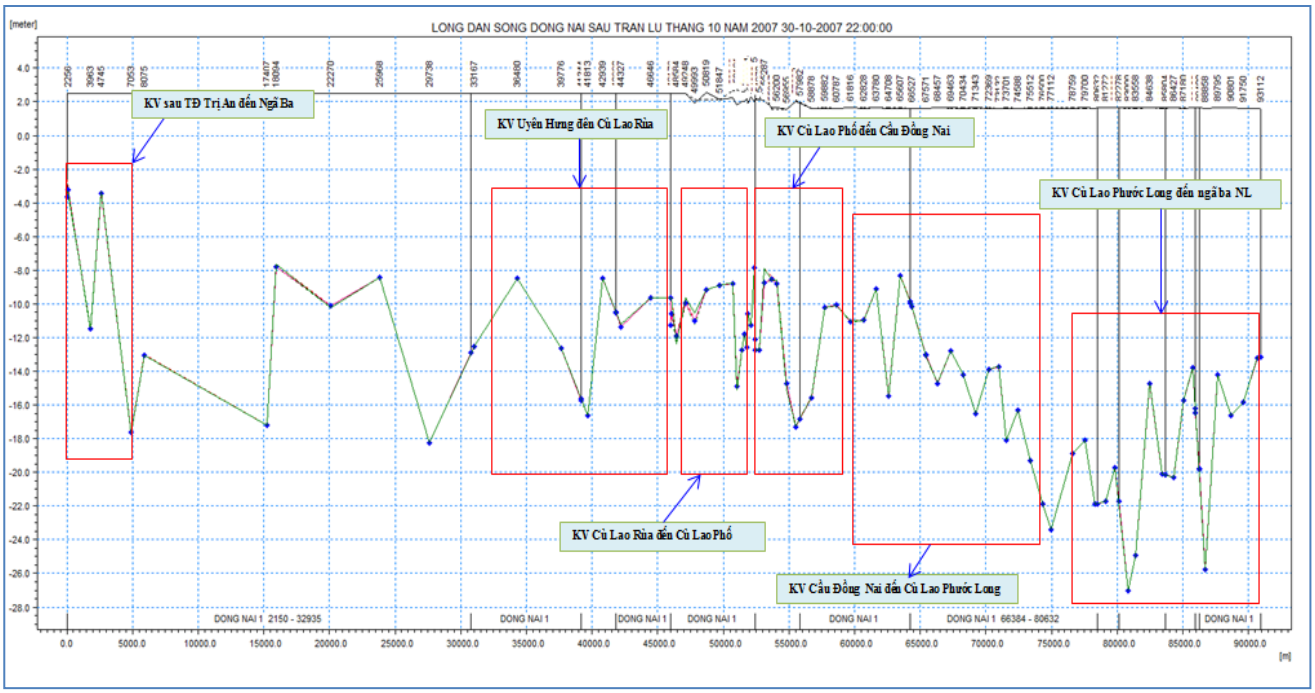




Hình 5- 12: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai trận lũ tháng 10/2000

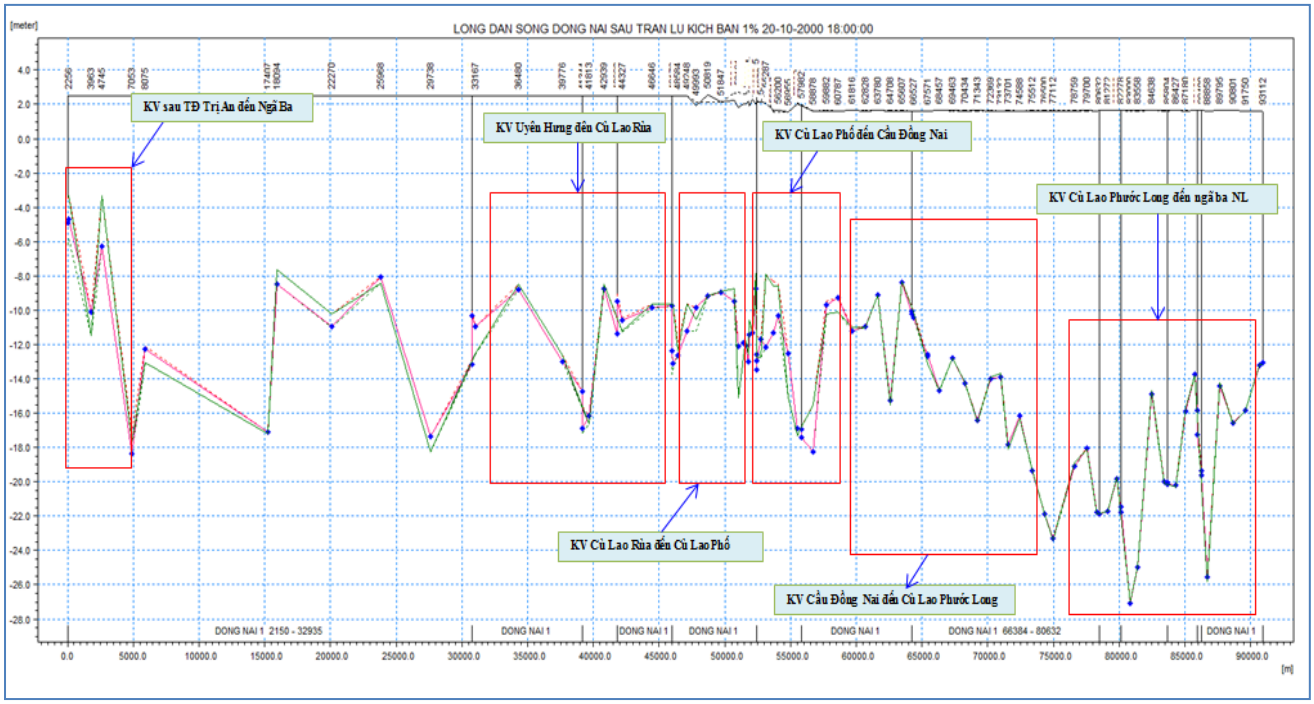
-Trận lũ tháng 10/2007





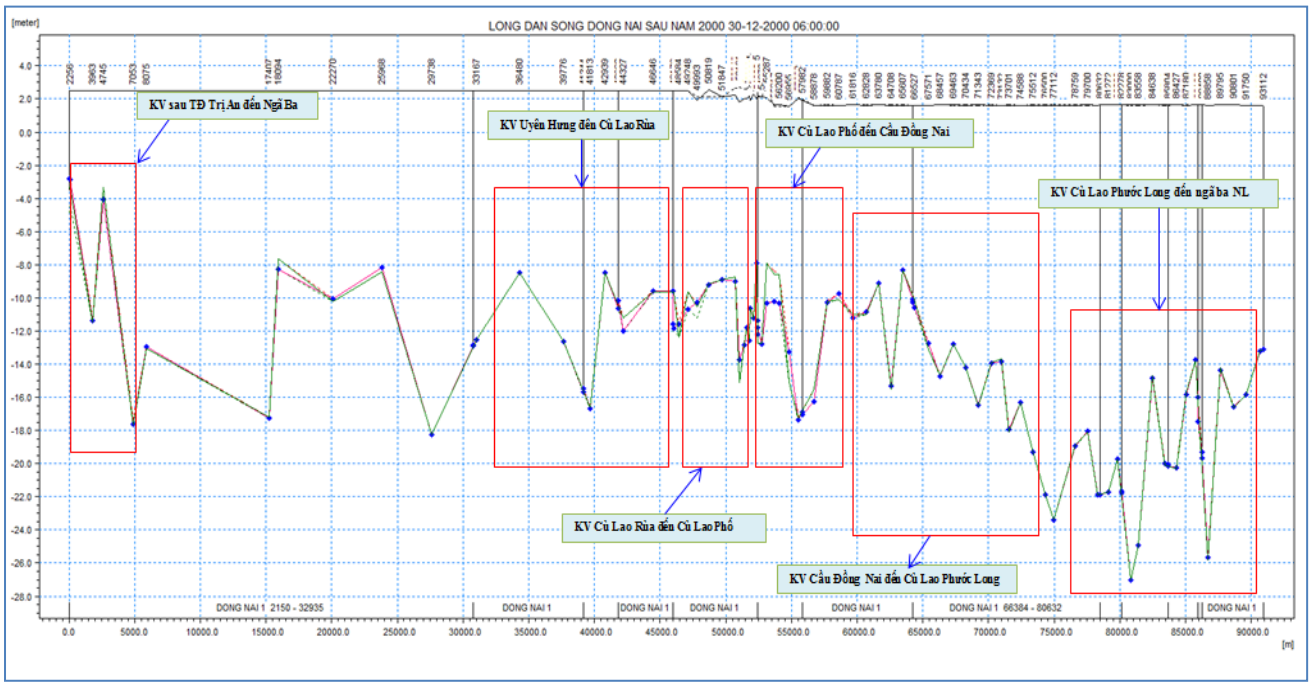
Hình 5- 13: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai trận lũ tháng 10/2007

-Kịch bản lũ 1%



Hình 5- 14: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai kịch bản lũ 1%

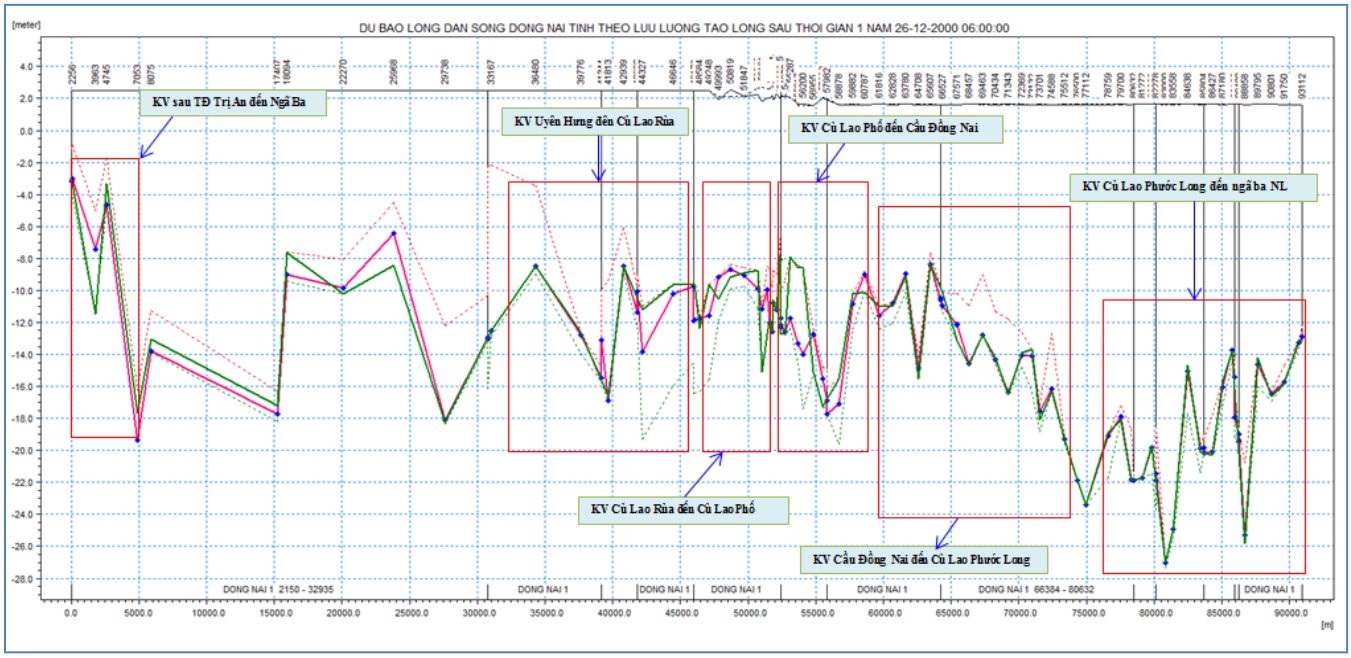
- Cả năm 2000



Hình 5- 15: Diễn biến lòng dẫn năm 2000

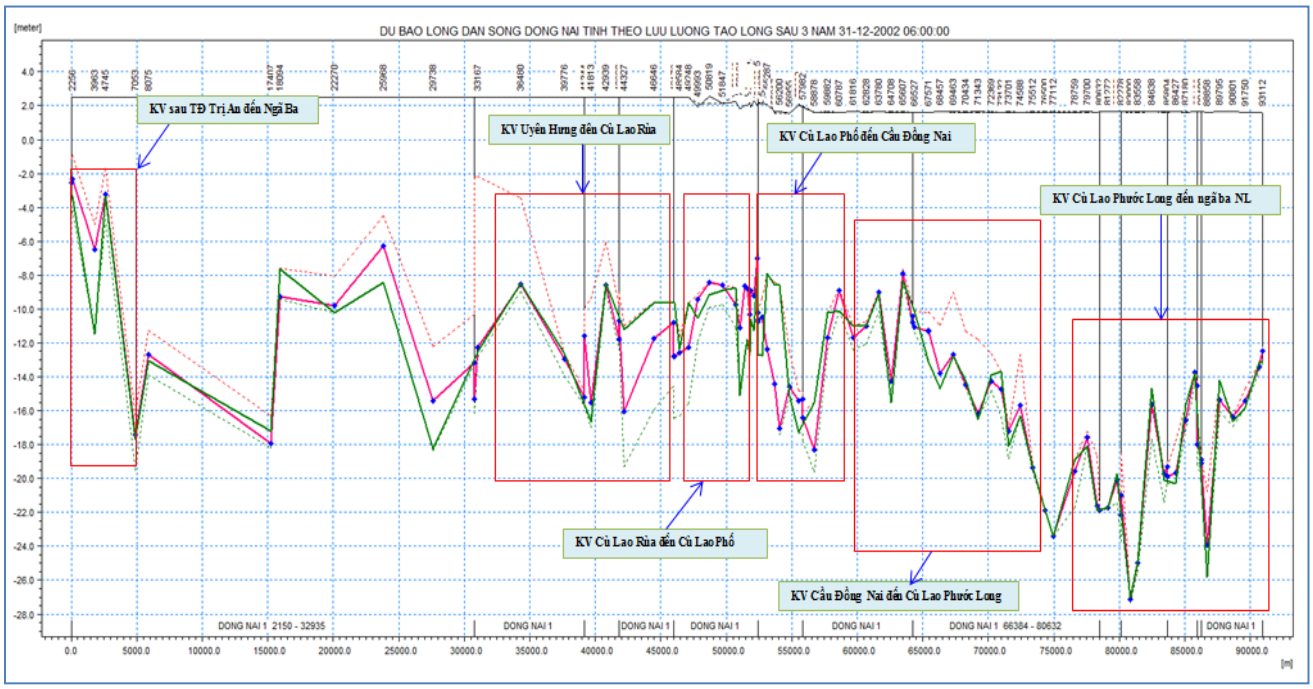
*** Dự báo diễn biến lòng tính theo lưu lượng tạo lòng (Q_{tl}=3950 m^3/s)**

- Dự báo sau 1 năm



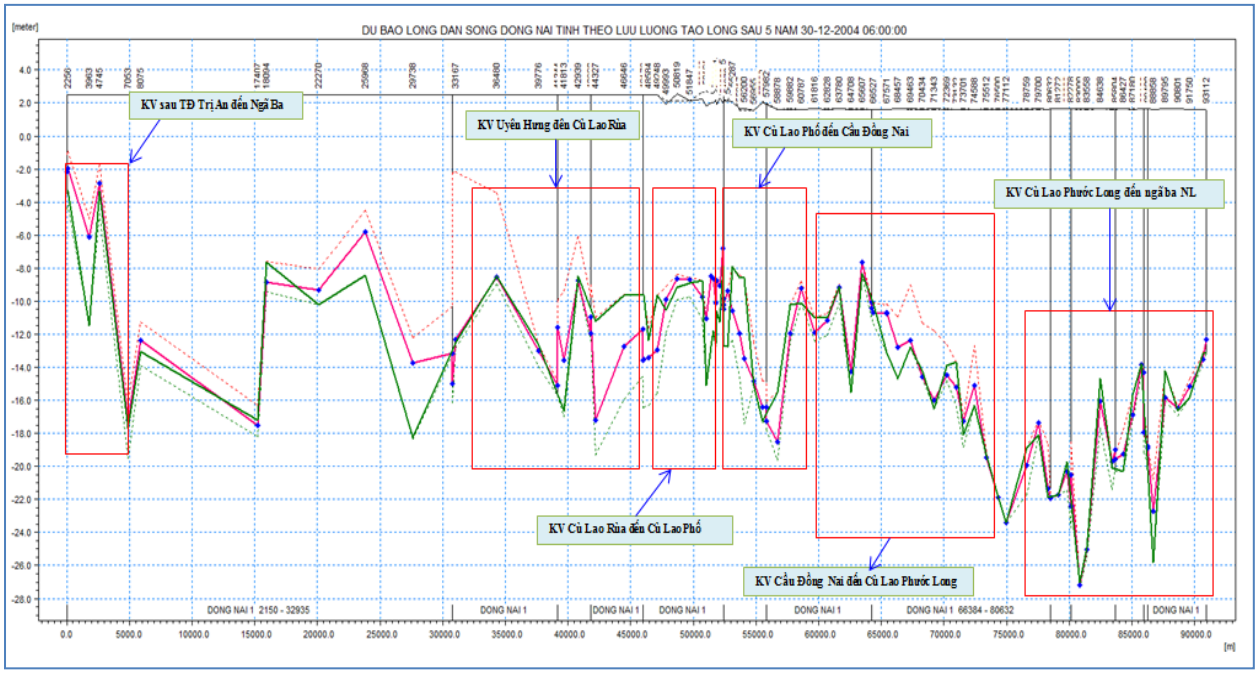
Hình 5- 16: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 1 năm

- Dự báo sau 3 năm

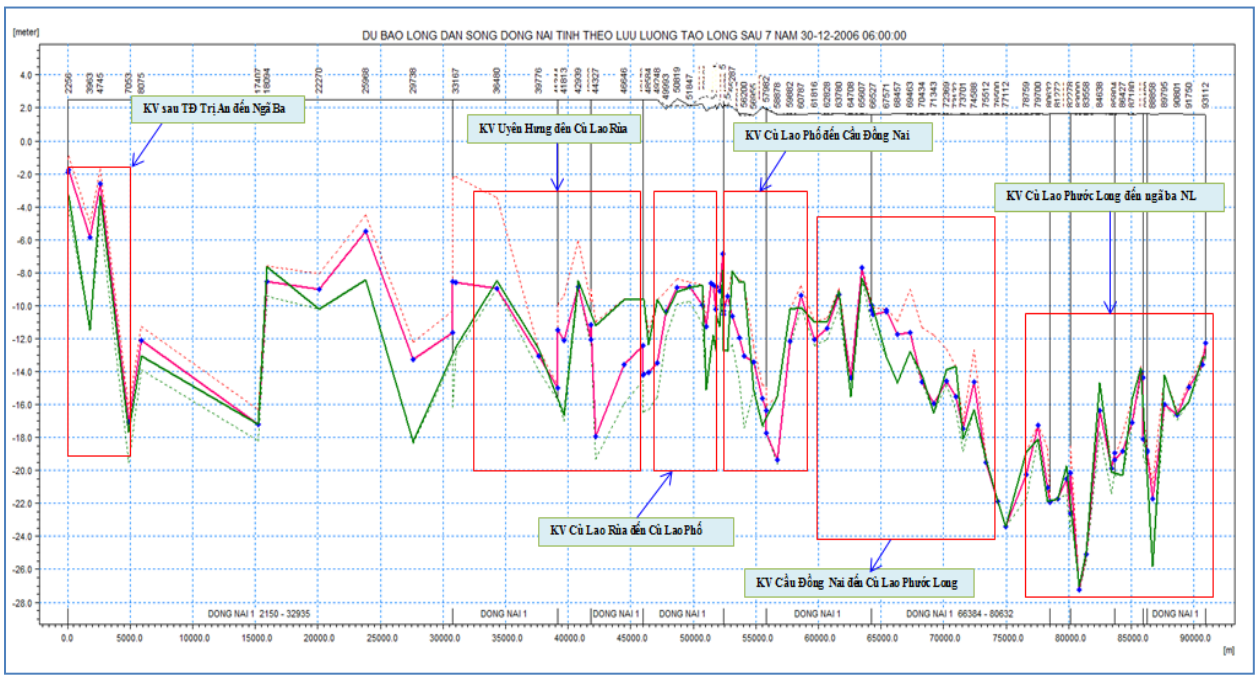


Hình 5- 17: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 3 năm

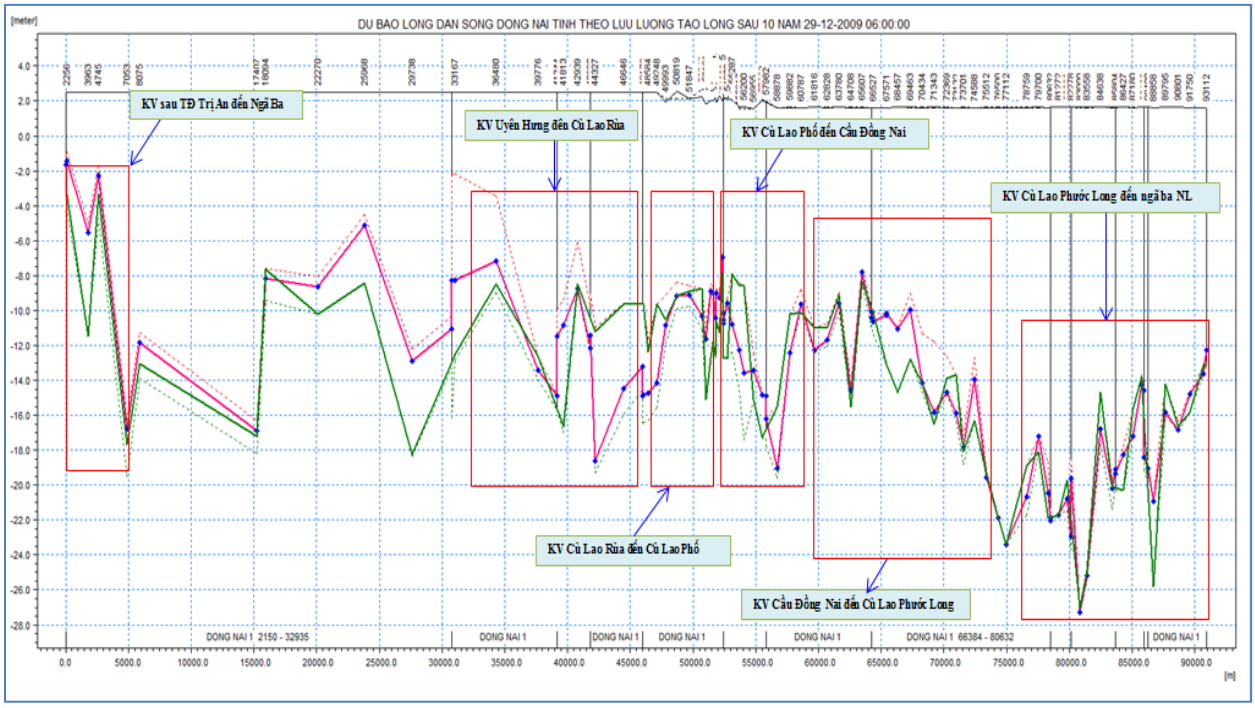
- Dự báo sau 5 năm



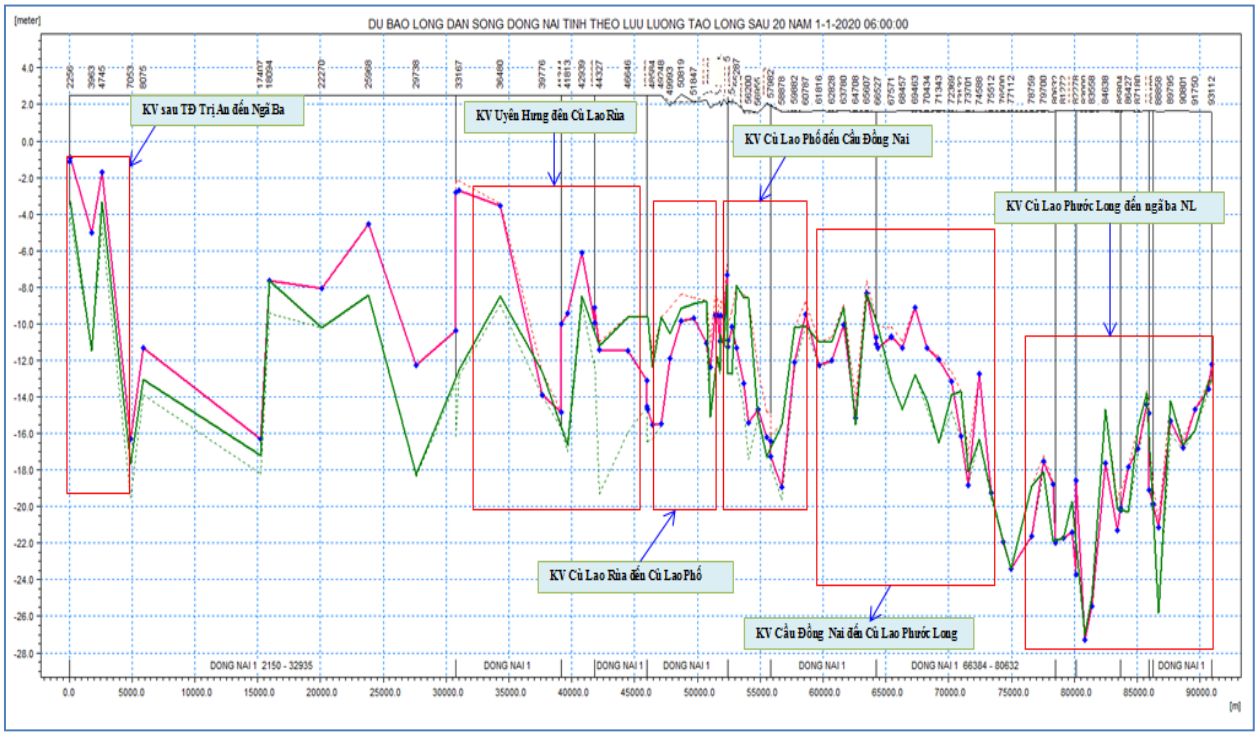
Hình 5- 18: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 5 năm - Dự báo sau 7 năm



Hình 5- 19: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 7 năm - Dự báo sau 10 năm



Hình 5- 20: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 10 năm - Dự báo sau 20 năm



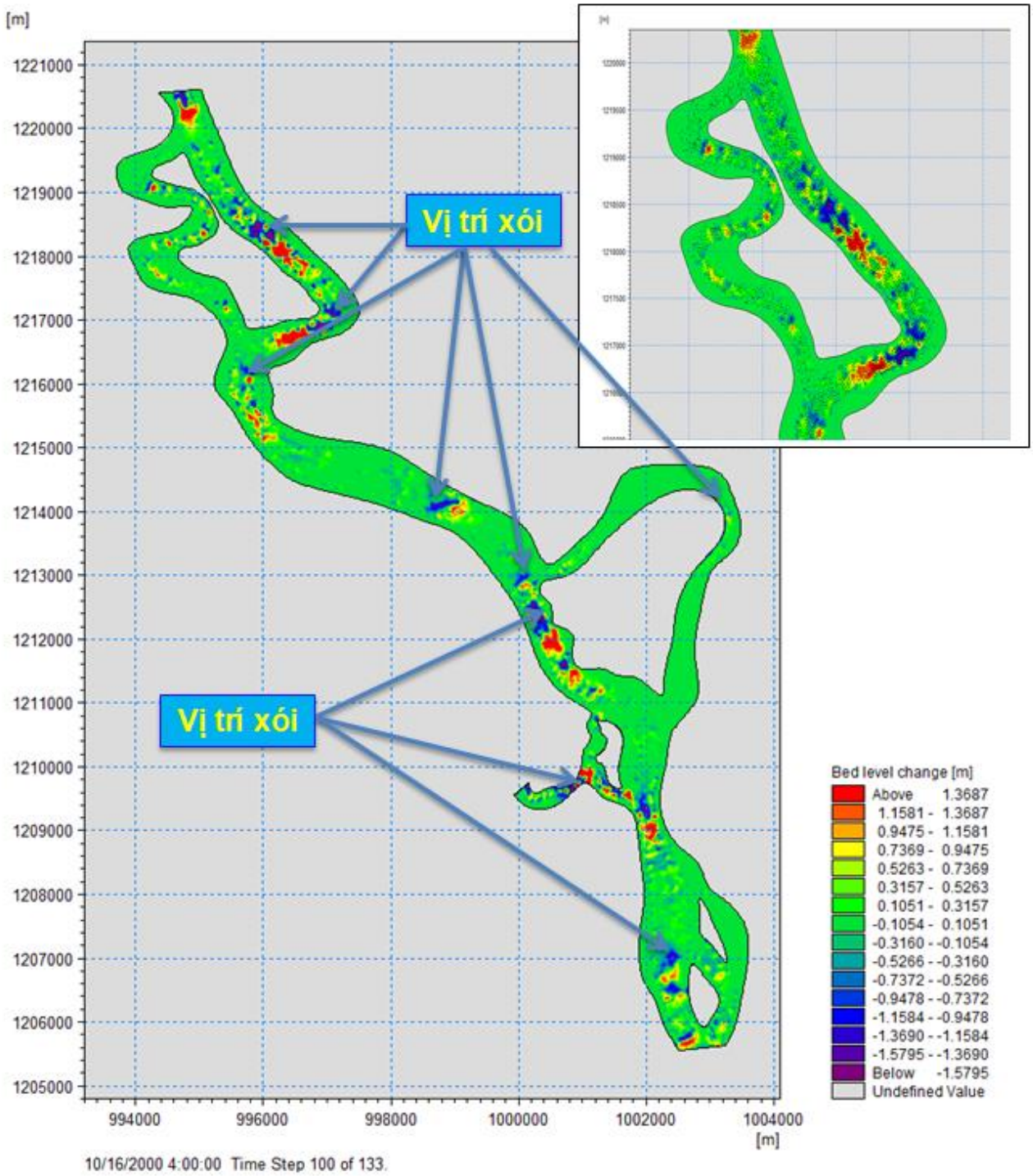
Hình 5- 21: Diễn biến lòng dẫn sông Đồng Nai theo lưu lượng tạo lòng sau thời gian 20 năm

5.7.2. Kết quả mô phỏng diễn biến lòng dẫn theo chiều ngang vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

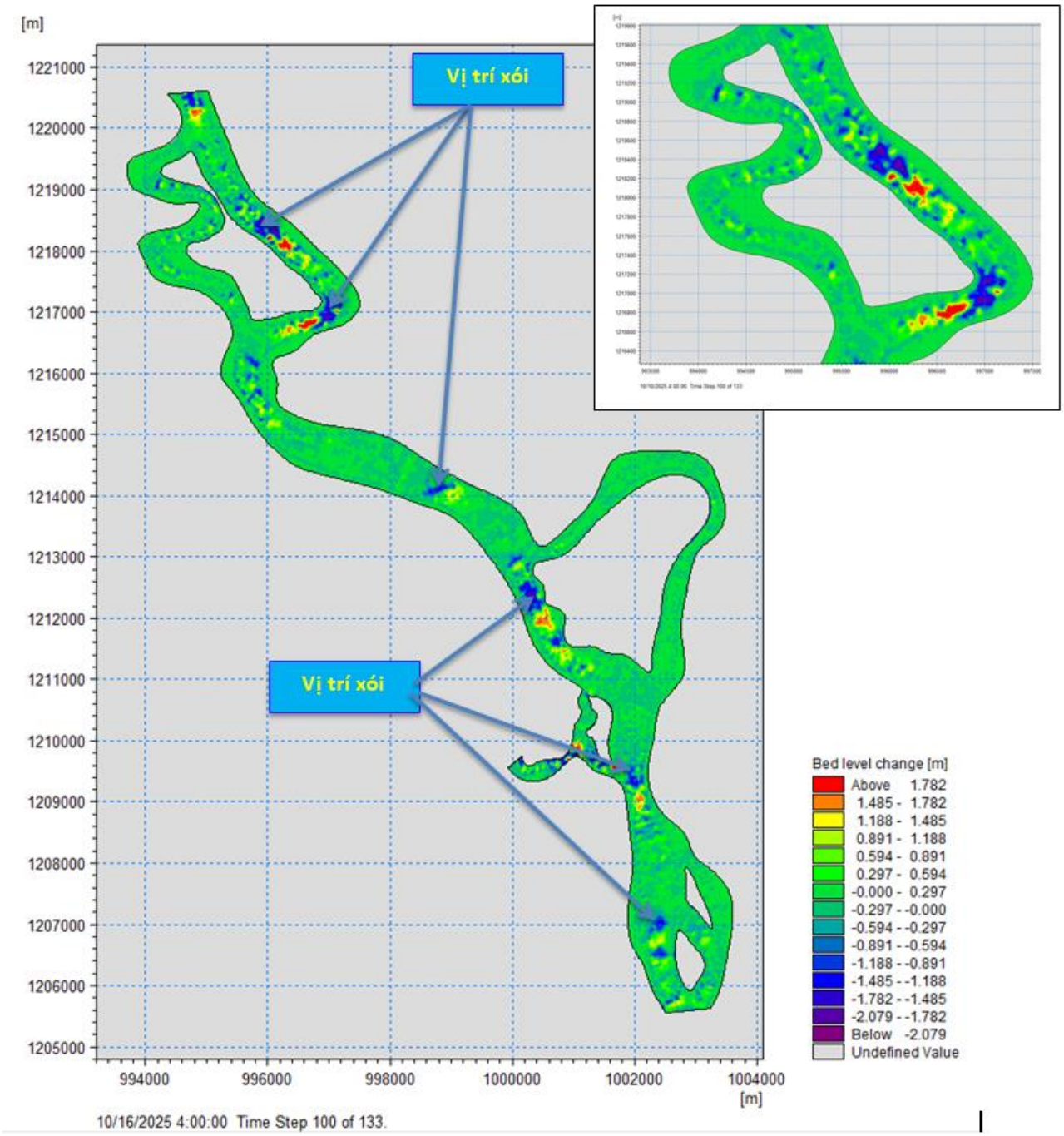
Sử dụng mô hình MIKE3FM mô phỏng diễn biến lòng dẫn tại một số đoạn trọng điểm thuộc sông Đồng Nai và Sài Gòn.

a) Trường hợp tính toán với trận lũ điển hình 10/2000

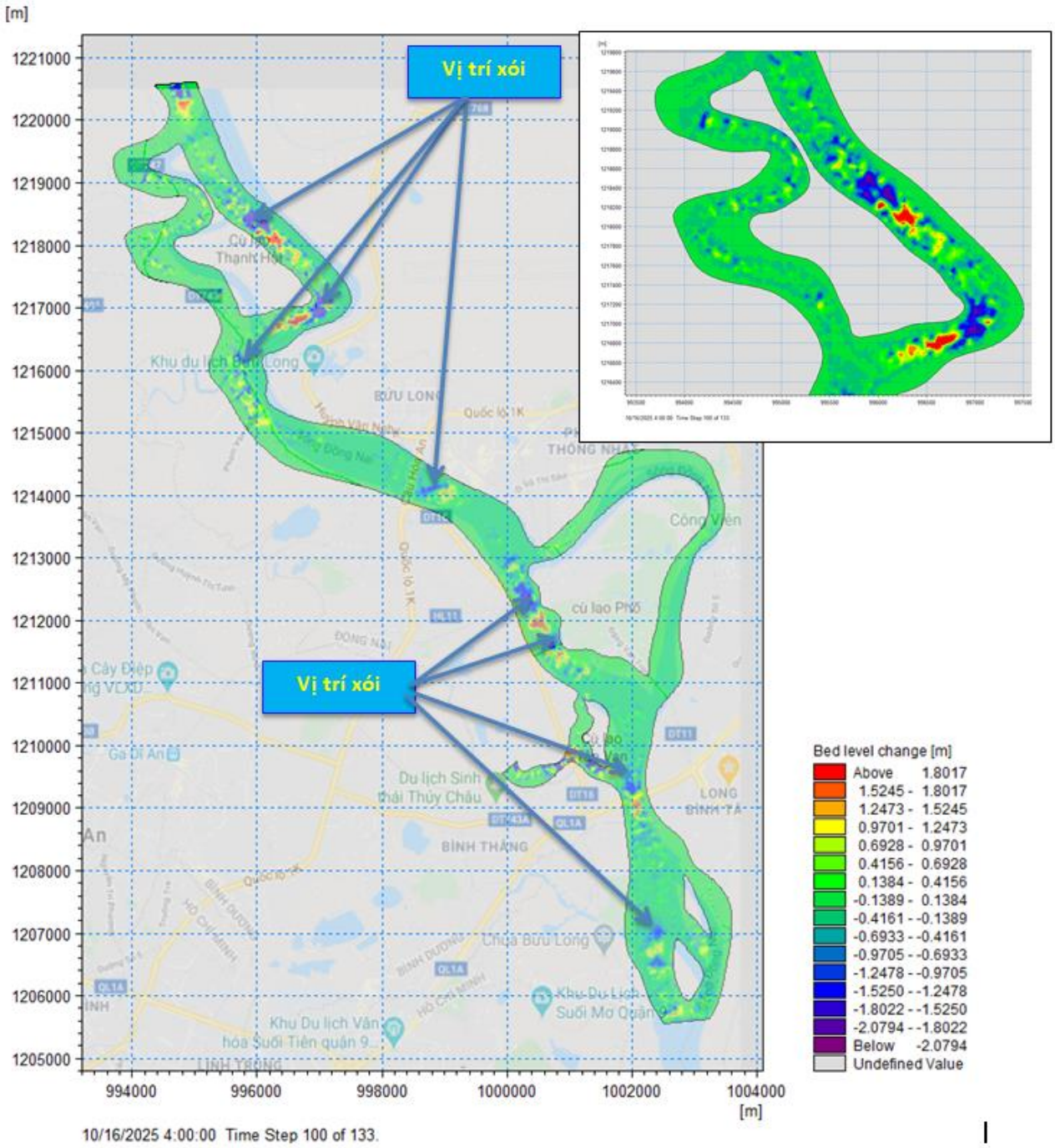
Với địa hình hiện trạng năm 2018 mô phỏng điều kiện thủy văn với trận lũ xảy ra 10/2000 cho thấy hiện trạng diễn biến lòng dẫn, cho thấy các hố xói tại sát bờ, đặc biệt là khu vực bờ lõm của khúc sông cong.



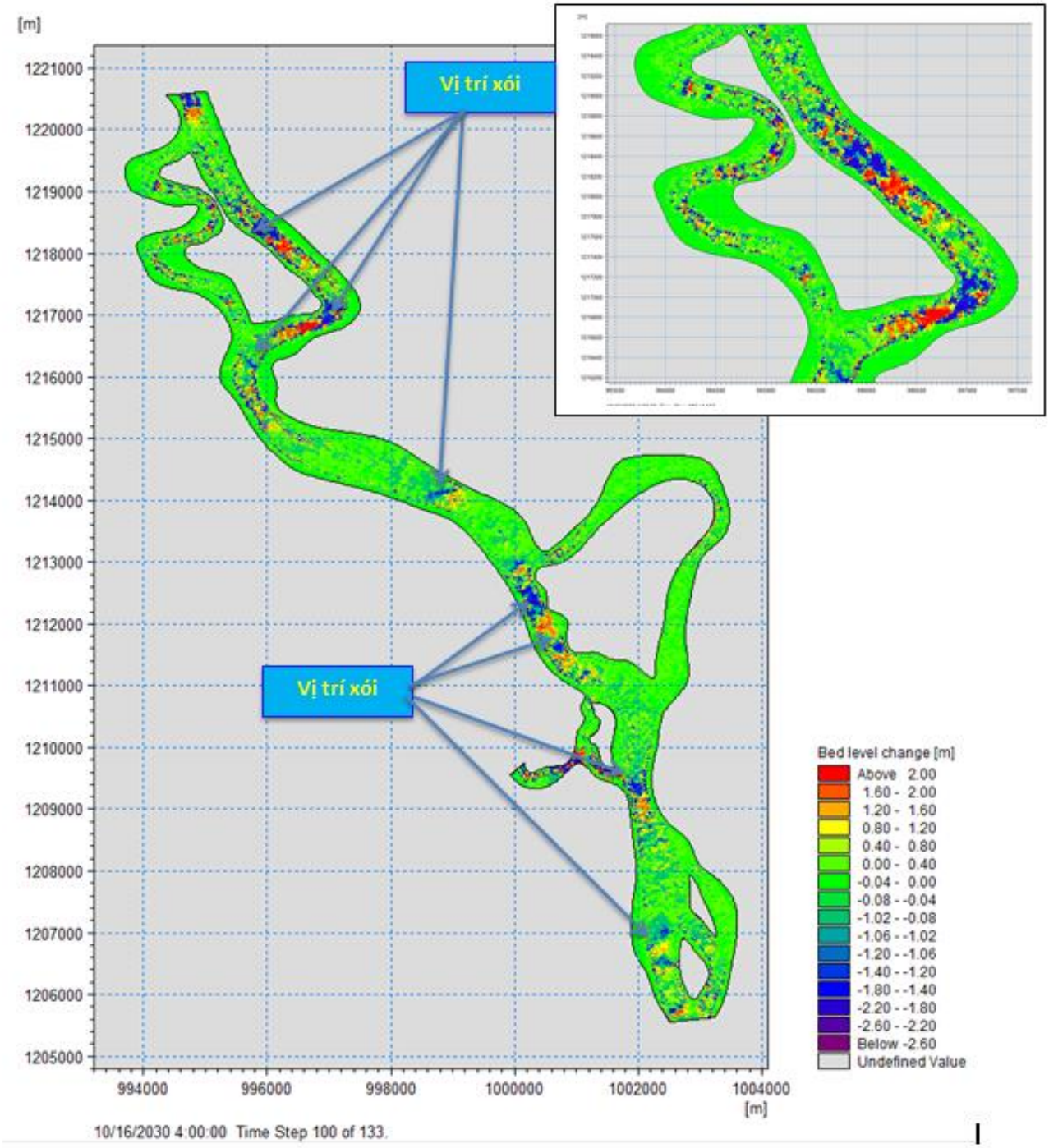
b) Tính toán dự báo biến hình lòng dẫn và xói lở bờ sông Đồng Nai đến năm 2025 – Điều kiện thủy văn hiện trạng



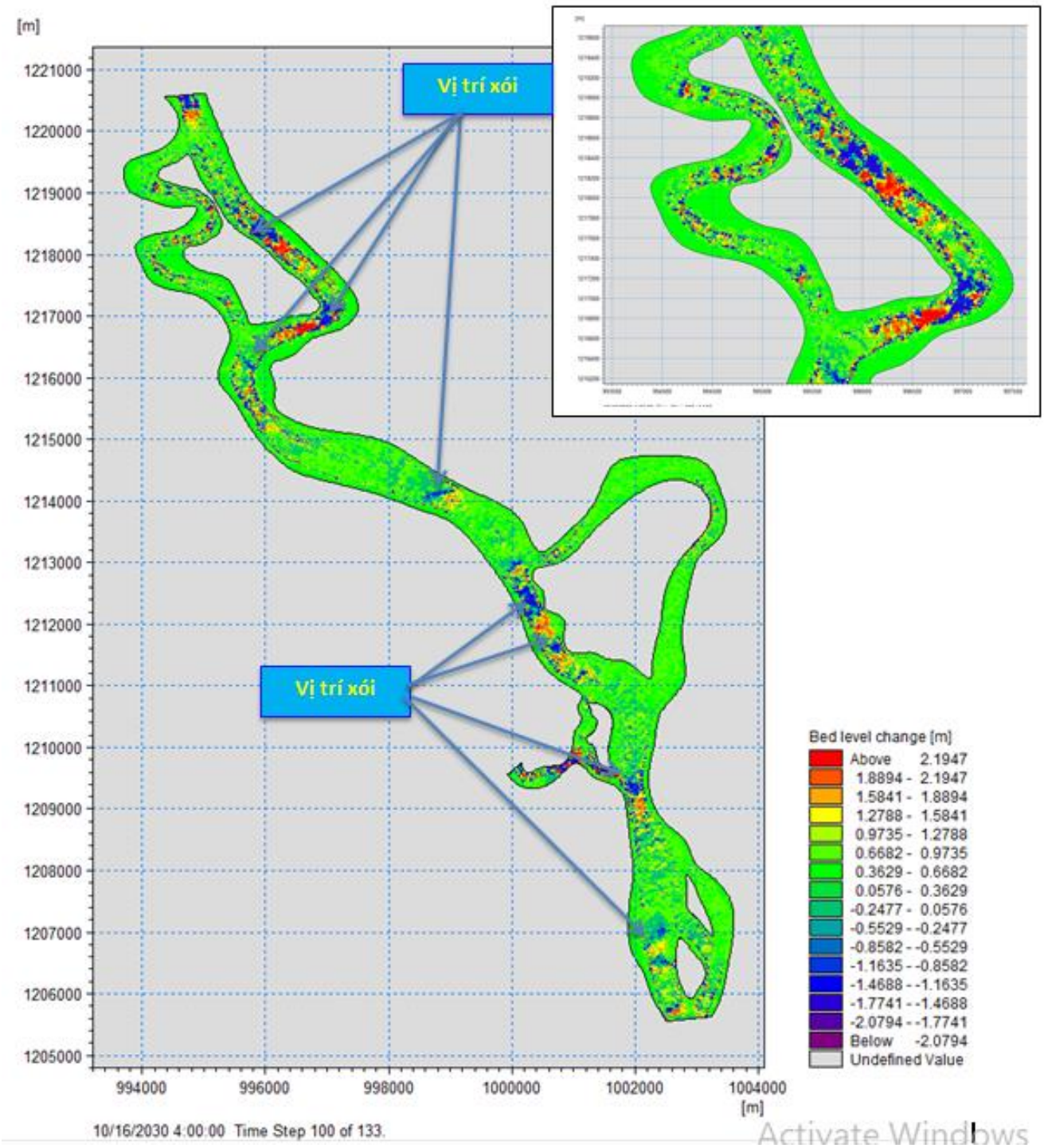
b) Tính toán dự báo biến hình lòng dẫn và xói lở bờ sông Đồng Nai đến năm 2025 – Điều kiện ảnh hưởng của BĐKH – NBD



c) Tính toán dự báo biến hình lòng dẫn và xói lở bờ sông Đồng Nai đến năm 2030 – Điều kiện thủy văn hiện trạng



d) Tính toán dự báo biến hình lòng dẫn và xói lở bờ sông Đồng Nai đến năm 2030 – Điều kiện ảnh hưởng của BĐKH – NBD



Nhận xét kết quả tính toán:

- Với địa hình hiện trạng cập nhật đến năm 2018với các kịch bản tính toán cập nhật số liệu thủy văn đến năm 2018 cho thấy các hố xói tại sát bờ có xu hướng xói sâu hơn đặc biệt là khu vực bờ lõm của khúc sông cong.

- Tại khu vực đoạn thượng lưu cầu Hóa An có xu thế xói, hố xói đạt cao trình từ -15.6m ÷ -16.5m. Phía hạ lưu cầu Hóa An lòng sông cũng có xu thế xói, lạch sâu có xu thế dịch chuyển sang bờ tả. Mức xói phổ biến vào khoảng 0.28m/năm. Phía bờ tả sông Đồng Nai khu vực vào phân lưu tại nhánh Rạch Cát khu vực phường Quyết Thắng và phường Thống Nhất xảy ra xói với mức xói vào khoảng 0.138m/năm. Tại khu vực đầu Cù Lao Phố cũng xảy ra xói với mức

xói vào khoảng 0.33m/năm. Phía bờ hữu đối diện phường Quyết Thắng khu vực Miếu Năm Ông cũng bị sạt lở, với mức xói khoảng 0.278m/năm. Đoạn đỉnh cong lạch phụ Rạch Cát cũng bị xói với mức xói vào khoảng 0.19m/năm. Khu vực hạ lưu cầu Đồng Nai có mức xói lớn nhất với mức xói khoảng 0.39m/năm. Các vị trí xói sâu phát triển mạnh trong khoảng 5-10 năm đầu, khi đạt đến giới hạn thì tốc độ phát triển chậm lại.

+ Ở đoạn sông bắt đầu phân lưu, vị trí cuối khu vực dự án, phía bờ tả sông Đồng Nai, đoạn từ Đình Phước Lư chạy dọc sông Rạch Cát với chiều dài khoảng 1000m, thuộc địa phận phường Quyết Thắng và phường Thống Nhất khu vực thượng và hạ lưu cầu Rạch Cát xảy ra xói, mức xói phổ biến khoảng 0.14m/năm.

+ Ở đoạn sông vị trí đầu mom cù lao Phố, mức xói xảy ra nhiều hơn, phổ biến khoảng 0.34m/năm. Phía bờ hữu đối diện với khu vực dự án về phía hạ lưu, cách cầu Ghềnh khoảng 450m về phía thượng lưu, mức xói phổ biến khoảng 0.28m/năm.

+ Ở đoạn sông phân lạch (nhánh chính cù lao Phố) phía sông Đồng Nai sau hạ lưu cầu Ghềnh mức xói phổ biến khoảng 0.18m/năm. Hạ lưu cầu Rạch Cát mức xói khoảng 0.11m/năm.

+ Ở đoạn sông phân lạch (nhánh phụ Cù lao Phố) phía sông Rạch Cát đoạn thuộc phường Tân Mai và một phần thuộc phường Tam Hiệp, mức xói phổ biến khoảng 0.19m/năm. Xói nhiều ở khu đỉnh cong, gần nhà hàng Gió Sông, mức xói phổ biến khoảng 0.22m/năm.

+ Tại khu vực nhánh chính phân lạch sông Đồng Nai (đoạn Cù lao Phố) do ảnh hưởng của các bãi đá ngầm tự nhiên lòng sông có dạng nhấp nhô, gồ ghề, địa hình lòng sông biến đổi phức tạp do hiện tượng xói và bồi diễn ra trên toàn bộ đáy sông.

+ Ở đoạn nhập lưu phía hạ lưu Cù lao Phố, có xu thế bồi lắng, mức bồi khoảng 0.34m/năm. Như vậy sau khoảng 10 năm, hố xói đoạn nhập lưu này có cao trình đáy nâng dần lên, cao trình đáy đạt khoảng Zd=-13.27m.

+ Tốc độ xói lớn nhất bờ tả xảy ra ở hạ lưu cầu Đồng Nai khoảng 0,33m/năm, ngay hạ lưu cầu Đồng Nai, cách cầu khoảng 300m về phía hạ lưu mức xói khoảng 0.39m/năm.

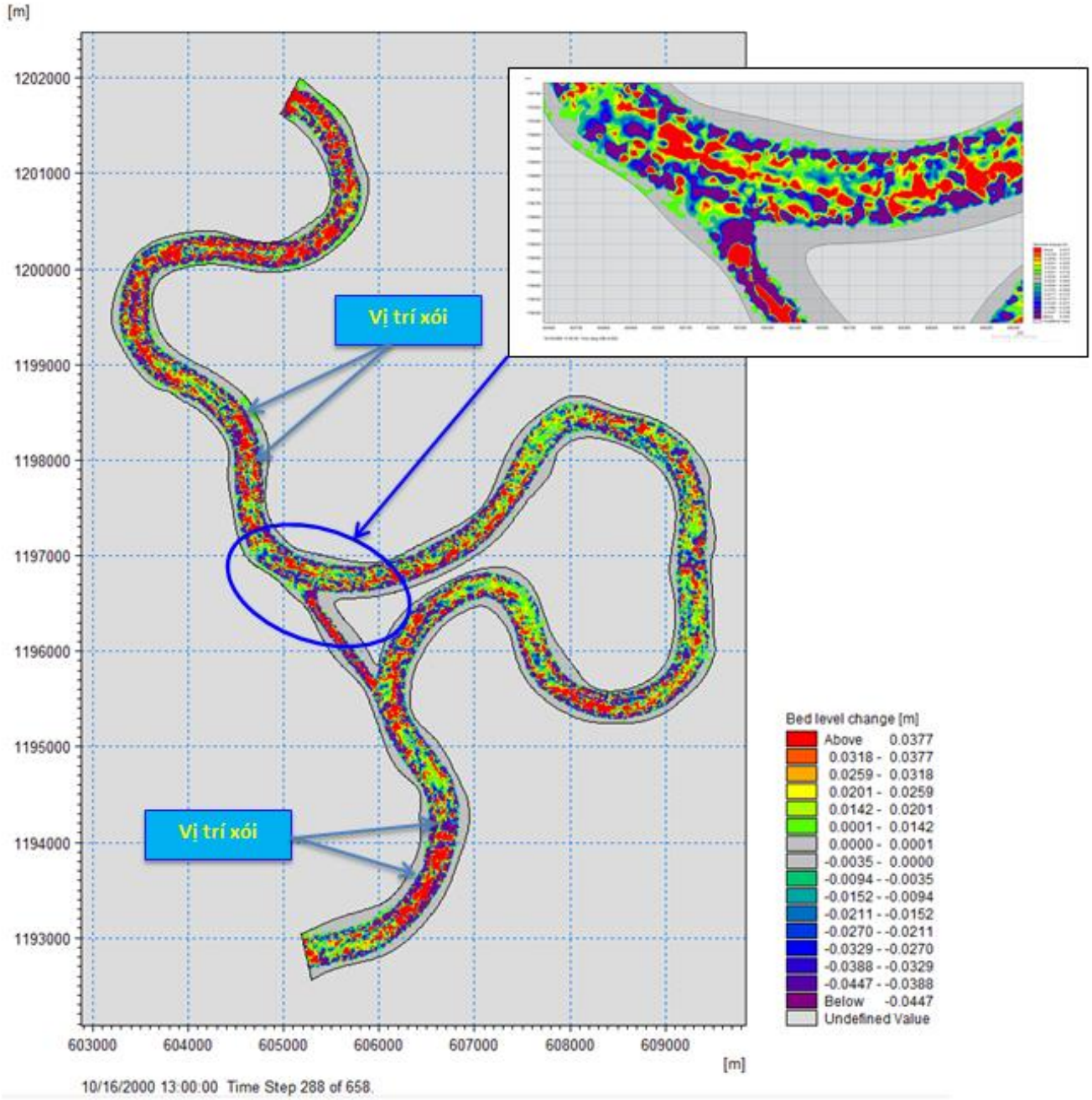
+ Tại khu vực hợp lưu đầu cù lao Phố lòng sông có xu thế bồi ngay phía cửa vào nhánh Rạch Cát, mức bồi khoảng 0.015m/năm và xói sâu hạ thấp đáy sông phía nhánh chính sông phân lạch với mức xói khoảng 0.35m/năm.

- Dự báo tới năm 2025 với tổng mức xói trung bình tại vị trí 4 khoảng 4,5m, tại vị trí 3 và 2 khoảng 3,5m. Theo thời gian trong năm, vào mùa lũ quá trình xói diễn ra rất mạnh sau đó qua tới mùa kiệt thì hiện tượng xói giảm dần hoặc không còn, nhưng quá trình bồi lắng khá yếu dẫn tới lòng dẫn tại các vị trí xói không được bồi tụ và quá trình này lặp lại theo thời gian.

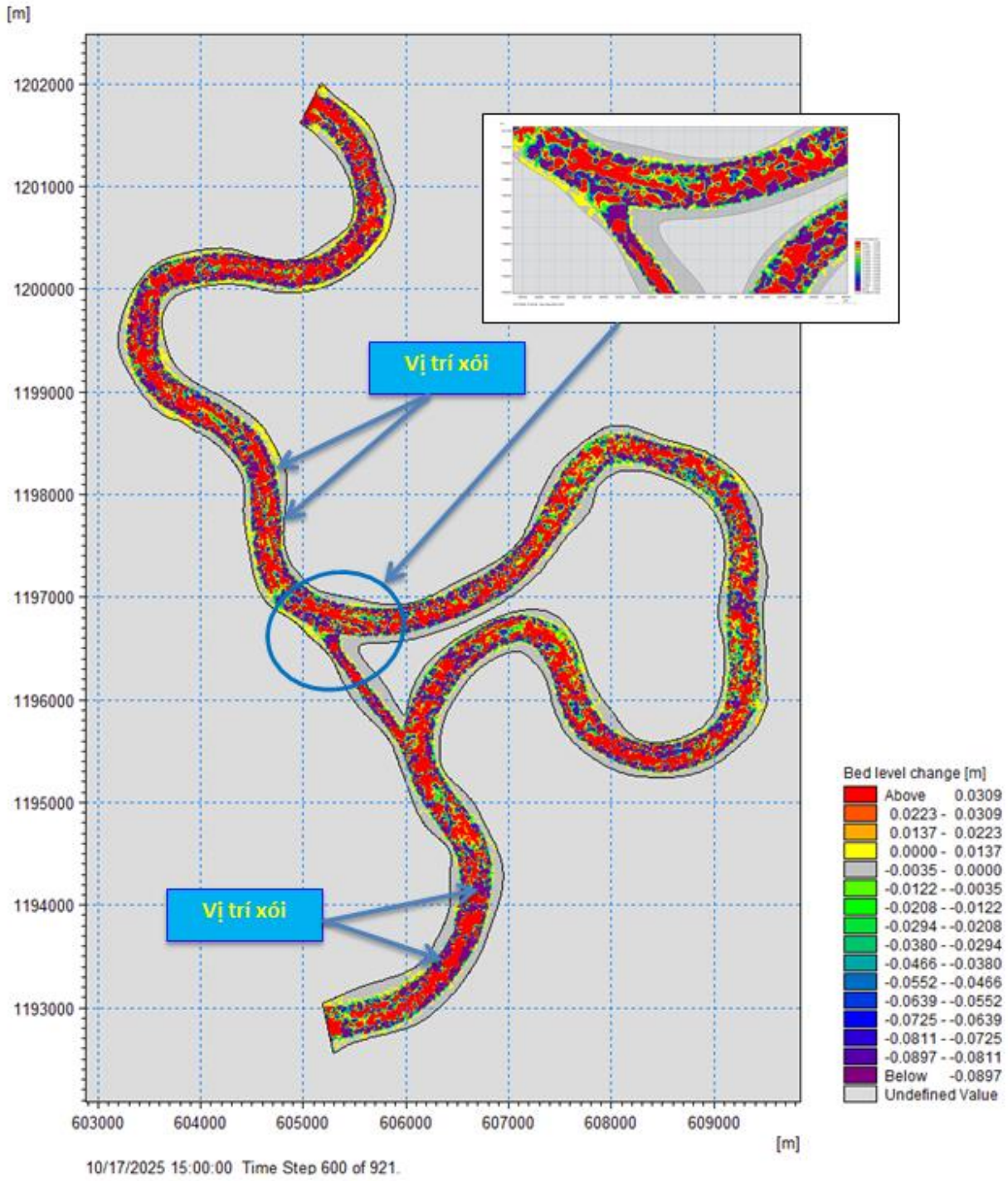
5.7.3. Kết quả tính toán dự báo biến hình lòng dẫn sông Sài Gòn khu vực bán đảo Thanh Đa

a) Trường hợp tính toán với trận lũ điển hình 10/2000

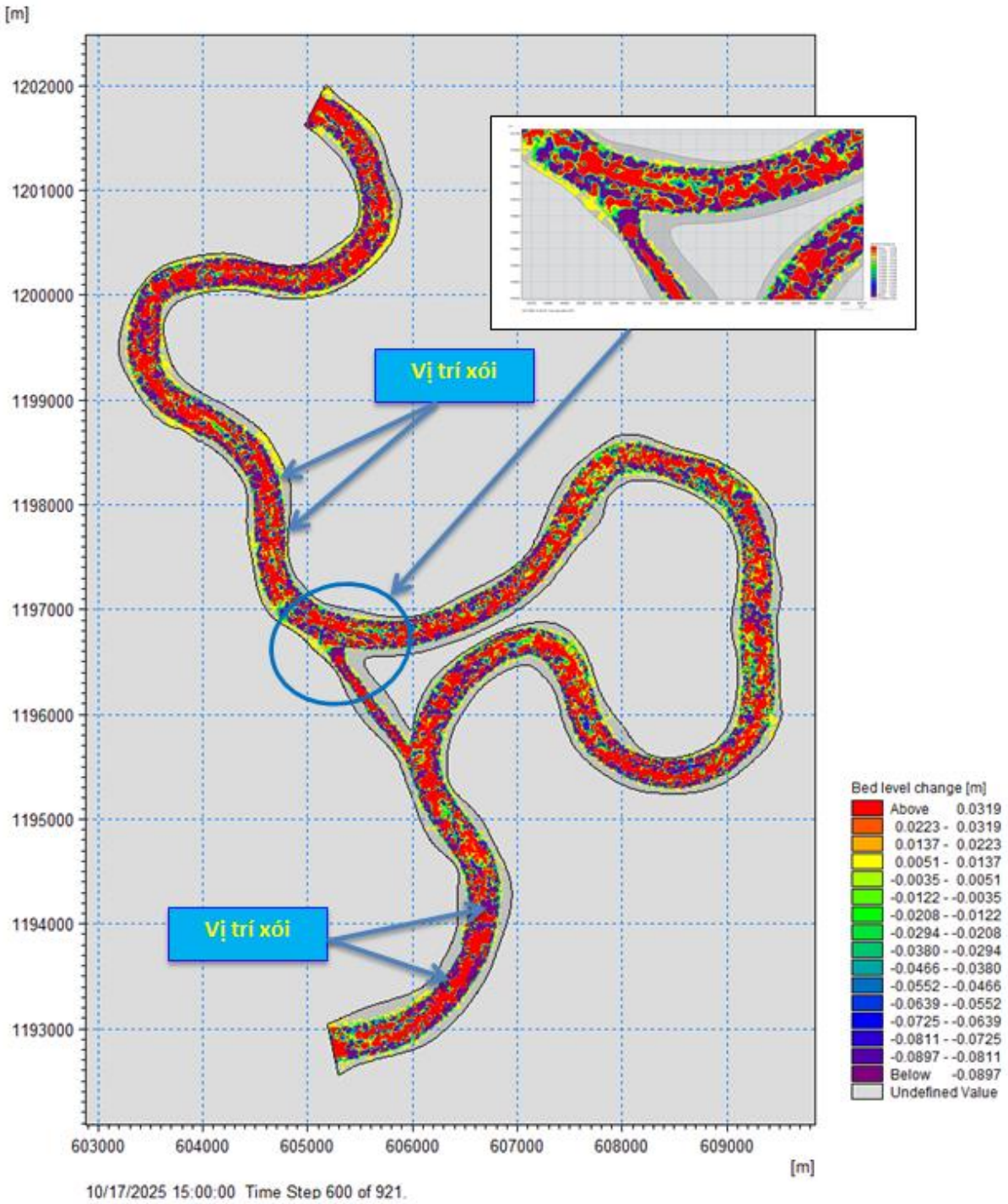
Với địa hình hiện trạng năm 2019 mô phỏng điều kiện thủy văn với trận lũ xảy ra 10/2000 cho thấy hiện trạng diễn biến lòng dẫn, cho thấy các hố xói tại sát bờ, đặc biệt là khu vực bờ lõm của khúc sông cong.



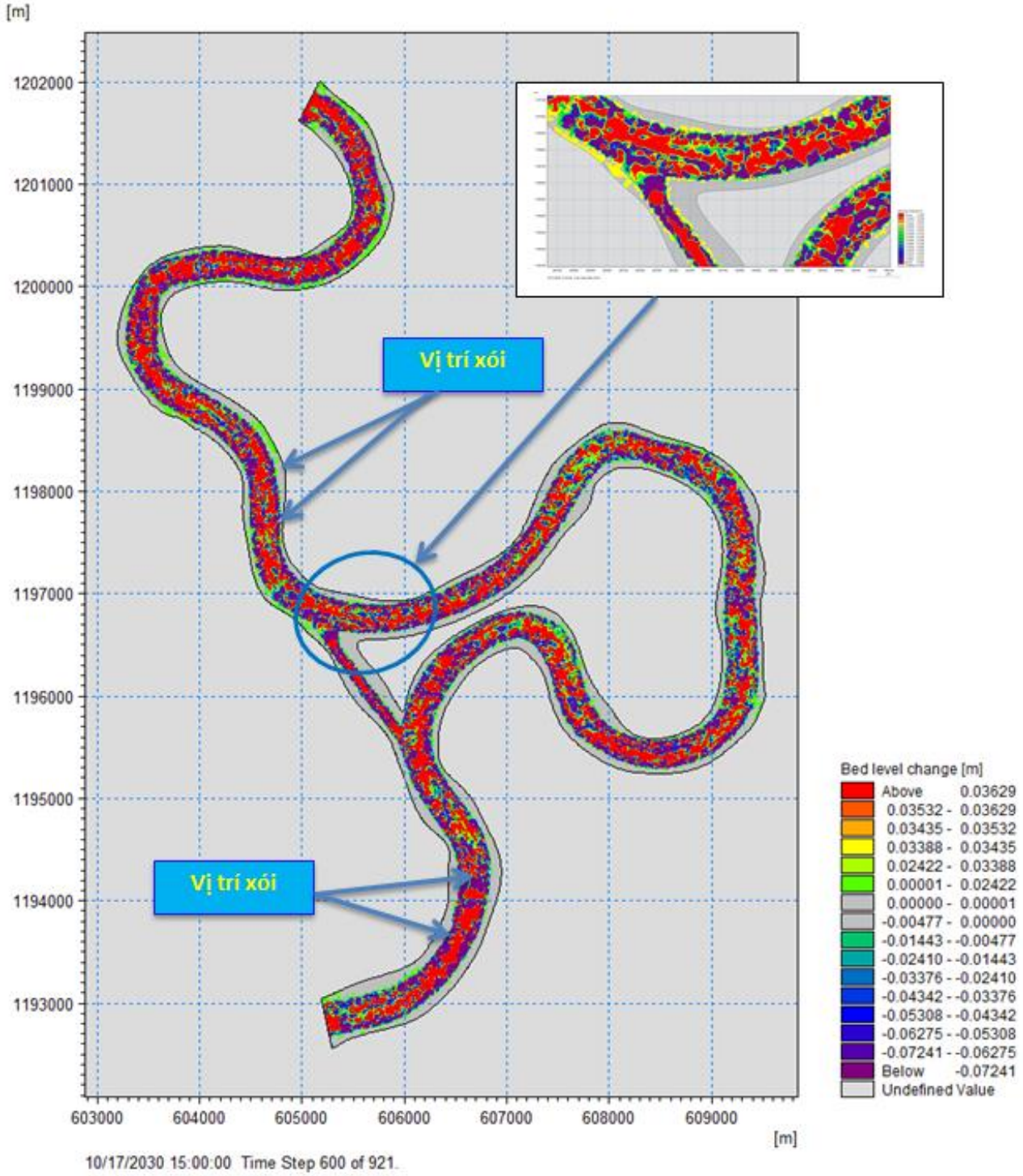
b) Tính toán dự báo biến hình lòng dẫn và xói lở bờ sông Sài Gòn đến năm 2025 – Điều kiện thủy văn hiện trạng



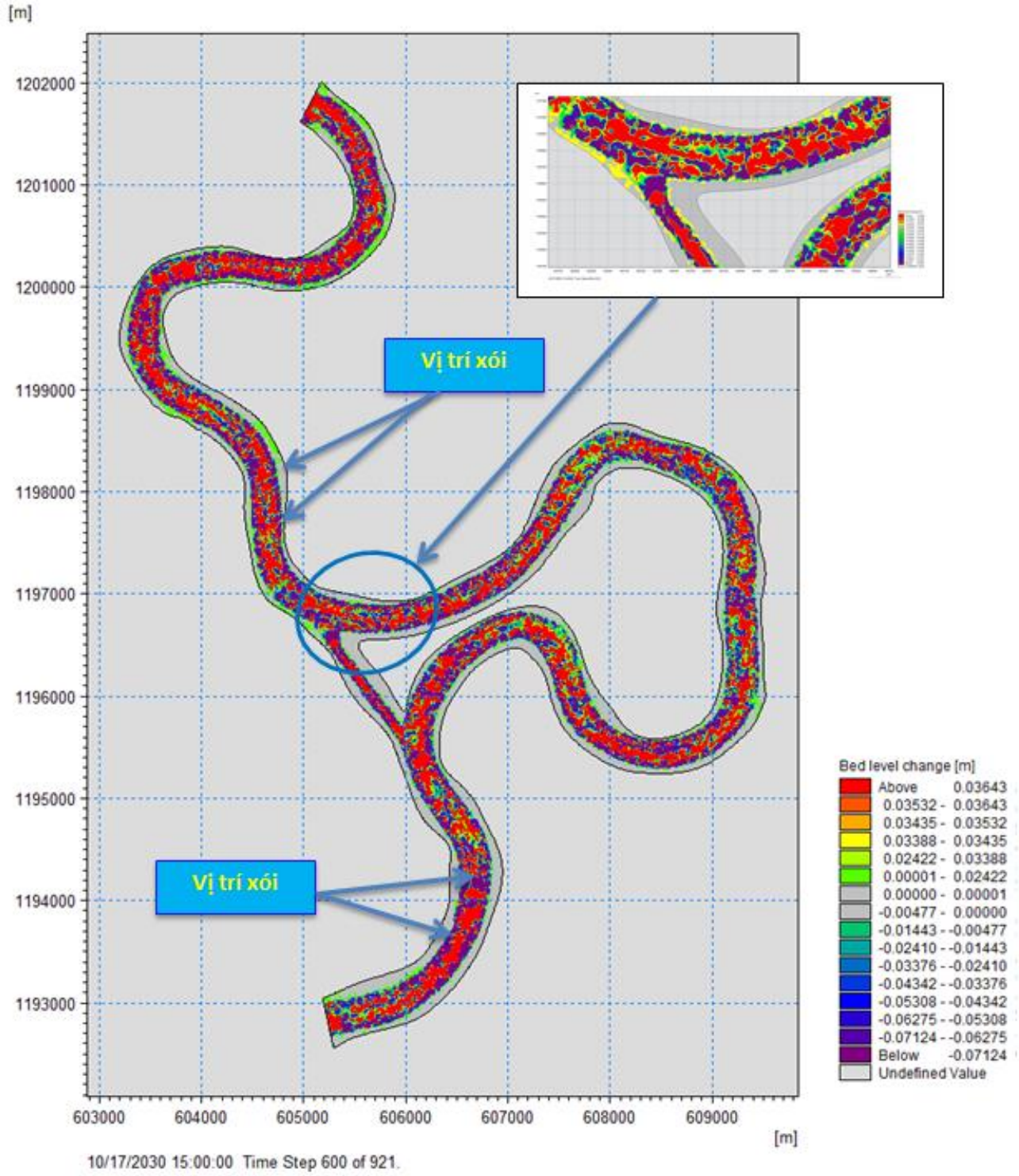
b) Tính toán dự báo biến hình lòng dẫn và xói lở bờ sông Sài Gòn đến năm 2025 – Điều kiện ảnh hưởng của BĐKH – NBD



c) Tính toán dự báo biến hình lòng dẫn và xói lở bờ sông Sài Gòn đến năm 2030 – Điều kiện thủy văn hiện trạng



d) Tính toán dự báo biến hình lòng dẫn và xói lở bờ sông Sài Gòn đến năm 2030 – Điều kiện ảnh hưởng của BĐKH – NBD



Nhận xét kết quả tính toán:

5.8. Phân vùng nguy cơ xói lở bờ sông

5.8.1. Cơ sở lý thuyết xây dựng thang phân cấp mức độ xói lở sông ngòi

Theo Quyết định số 01/2011/QĐ-TTg ngày 4 tháng 1 năm 2011 của Thủ tướng chính phủ quy định phân loại mức độ sạt lở nhưu sau:

Bảng 5- 3: Phân loại mức độ sạt lở bờ sông

STT	Cấp độ sạt lở	Múc độ nguy cơ	Mô tả ảnh hưởng
1	Sạt lở đặc biệt nguy hiểm	Nguy cơ xói lở cao	Gây nguy hiểm trực tiếp đến đối tượng cần bảo vệ trong thời gian ngắn (đe dọa trực tiếp đến an toàn đê, Các khu đô thị, khu dân cư sinh sống tập trung, trụ sở các cơ quan từ cấp huyện trở lên, các công trình hạ tầng quan trọng)
2	Sạt lở nguy hiểm	Nguy cơ xói lở trung bình	Ảnh hưởng đến đê nhưng còn ngoài phạm vi bảo vệ đê từ cấp đặc biệt đến cấp III hoặc ảnh hưởng trực tiếp đến đê dưới cấp III, Các khu đô thị, khu dân cư sinh sống tập trung, trụ sở các cơ quan từ cấp huyện trở lên, các công trình hạ tầng quan trọng
3	Sạt lở Bình thường	Nguy cơ xói lở thấp	Ảnh hưởng khác, không thuộc mô tả 1 và 2
4	Không sạt lở	Không có nguy cơ xói lở	

Để đánh giá mức độ nguy hại do hoạt động của sông gây ra, người ta thường dùng 2 tiêu chí về cường độ và tốc độ xói lở (bồi lấp). Trong đó, cường độ xói lở được đánh giá bằng hệ số xói lở (K_e - %) và bề rộng xói lở (B_e - m) đến thời điểm đo đạc. Còn cường độ bồi lấp được đặc trưng bằng hệ số bồi lấp (K_{ab} - %) và diện tích cát lấp (S_{ab} - ha) đến thời điểm đo đạc. Trong đó, hệ số xói lở (bồi lấp) là tỷ số phần trăm giữa tổng chiều dài các đoạn bờ sông bị xói lở (bồi lấp) đến thời điểm đo đạc với chiều dài đoạn sông nghiên cứu. Đối với tốc độ xói lở V_e (m/năm) được đánh giá bằng bề rộng bờ bị xói lở sau một đơn vị thời gian là năm hoặc 1 trận lũ, còn tốc độ bồi lấp bằng bề dày của tầng cát lấp (m_a) đối với lòng sông (mm/năm) hoặc vùng kế cận 2 bên bờ sông (m/năm).

Để đánh giá phân loại mức độ sạt lở cần xem xét đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến XLBS. Đánh giá nguy cơ XLBS được thực hiện trên cơ sở đánh giá quan hệ XLBS với các yếu tố có ảnh hưởng tới hoạt động xói lở trong khu vực, bao gồm:

- Độ uốn khúc
- Đất đá cấu tạo bờ
- Độ dốc lòng
- Chuyển động tân kiến tạo
- Độ phân cắt sâu
- Độ phân cắt ngang
- Thủy động lực
- Hoạt động nhân sinh

Hiện nay, trên thế giới thường sử dụng các phương pháp khác nhau để đánh giá tác động của yếu tố TN - KT đến XLBS. Tuy vậy, tùy thuộc vào mức độ nghiên cứu, tính đa dạng và phức tạp của đối tượng mà có thể chọn phương pháp cho phù hợp. Nhìn chung, các phương pháp đánh giá được phân thành 3 nhóm: Phương pháp quyết định (Deterministic), phương

pháp thống kê (Statistic) và phương pháp chuyên gia (Expertdriven, Knowledge-driven) hay phương pháp phát hiện (Heuristic). Phương pháp quyết định có dạng các biểu thức toán học biểu diễn các mối quan hệ dạng hàm số trên cơ sở các điều kiện biên đó cho trước. Đây là nhóm phương pháp đánh giá tác động rất hiệu quả khi số lượng các biến số không nhiều. Nhóm phương pháp thống kê được sử dụng khi số lượng các biến số (yếu tố) tăng lên và các yếu tố đó lại chịu ảnh hưởng của nhiều tác động khác. Đặc biệt, mô hình thống kê phân tích tương quan nhiều chiều thường áp dụng trong nghiên cứu các quá trình và hiện tượng địa chất động lực công trình. Nhóm phương pháp chuyên gia cũng được sử dụng phổ biến trong nghiên cứu, sản xuất. Đây là phương pháp gián tiếp, sử dụng kỹ thuật tổng hợp dữ kiện, các yếu tố tác động, cường độ tác động và hệ số tầm quan trọng được xác định bằng cách định tính, định lượng hoặc bán định lượng. Sau đó, cường độ của quá trình được đánh giá thông qua các chỉ tiêu tích hợp của ma trận tính toán. Tuy nhiên, phương pháp này đòi hỏi phải có thời gian và phụ thuộc nhiều vào trình độ, kinh nghiệm chuyên môn của các chuyên gia. Đối với hoạt động xói - bồi sông ngòi, để thể hiện rõ tương tác giữa các yếu tố trong hệ thống một cách đồng thời và định lượng, từ đó có thể khắc họa một bức tranh hoàn chỉnh về mức độ địa động lực khu vực, phục vụ dự báo nguy cơ phát sinh - phát triển hoạt động xói - bồi của sông, việc sử dụng tổ hợp các phương pháp khác nhau nói trên để thiết lập một ma trận tính toán tổng cường độ hoạt động ĐĐL khu vực là hợp lý và có ý nghĩa lớn về khoa học cũng như thực tiễn.

Trong đề tài sử dụng cơ sở lý thuyết của phương pháp ma trận định lượng môi trường để xây dựng thang phân cấp mức độ tác động của các yếu tố tự TN - KT đối với quá trình xói - bồi sông ngòi.

Phương pháp AHP của Saaty [6] được ứng dụng đánh giá vai trò của từng yếu tố trong mối quan hệ phát sinh XLBS, được thể hiện bằng cách cho điểm và tính trọng số, dựa trên nguyên tắc so sánh giữa các cặp nhân tố mà thường được gọi là "so sánh cặp thông minh". Độ nhạy cảm XLBS (Suceptibility map) được xác lập trên cơ sở phân tích đánh giá các yếu tố nguyên nhân sinh XLBS. Bản đồ chỉ số nhạy cảm XLBS là kết quả của sự tích hợp các bản đồ chỉ số nhạy cảm thành phần. Bản đồ nguy cơ XLBS (Hazard map) được tạo lập từ kết quả phân tích không gian và thực hiện trong môi trường GIS.

Chỉ số xói lở bờ sông thể hiện theo phương pháp phân tích cấp bậc AHP với công thức tính toán như sau:

$$H = \sum_{j=1}^{n} w_j \sum_{i=1}^{m} X_{ij} \qquad (1)$$

Trong đó: H Chỉ số nhạy cảm về xói lở bờ sông, Xij là điểm số của lớp thứ i trong nhân tố j (chỉ số mức độ tác động thể hiện mức độ (cường độ) tác động của yếu tố, Wj là trọng số của nhân tố j trong tổng thể tập hợp các nhân tố xói lở bờ sông.

Phương pháp quá trình phân tích cấp bậc để tính toán trọng số (hệ số tầm quan trọng) và phân cấp cường độ tác động của các yếu tố thành phần được nhà toán học người Mỹ T.L. Saaty và một số tác giả trên thế giới cũng như ở Việt Nam đã sử dụng để đánh giá định lượng cường độ

của các quá trình. Lý thuyết này phân chia cường độ tác động (j) thành 5 cấp: 1,3,5,7,9 và đưa ra thang tỷ lệ so sánh tầm quan trọng của các yếu tố tác động. Saaty đã dùng phương pháp chuyên gia để so sánh hơn các yếu tố tác động theo 5 câp độ (1, 3, 5, 7, 9) và so sánh thua theo 5 câp độ (1, 1/3, 1/5, 1/7, 1/9) trên một ma trận vuông cấp n (n là sô yêu tô tác động dùng để so sánh). Trong đó, Saaty qui định đường chéo chính của ma trận vuông có giá trị bằng 1. Ma trận này chỉ ra rằng nếu chỉ số quan trọng của yếu tố A so với B là n thì ngược lại tỷ số quan trọng của B so với A là 1/n. Dựa vào thang tỷ lệ sẽ xác lập được ma trận so sánh giữa các yếu tố tác động. Sau đó tính toán trọng số cho từng lớp thành phần bằng cách sử dụng vector nguyên lý Eigen (có thể tính toán gần đúng vecror nguyên lý Eigen bằng cách chia từng giá trị của mỗi cột cho tổng số giá trị trong cột đó để thiết lập một ma trận mới, khi đó giá trị trung bình trên mỗi hàng của ma trận mới chính là trọng số của yếu tố tác động có giá trị từ 0 đến 1).

Phương pháp AHP của Saaty [6] so sánh giữa 2 nhân tố theo nguyên tắc là nếu nhân tố A quan trọng hơn nhân tố B thì A/B>1 và ngược lại, A kém quan trọng hơn B thì A/B<1. Nếu A và B quan trọng như nhau thì A/B=1. Và mức độ quan trọng của A so với B càng tăng khi tỷ số A/B càng lớn. Và ngược lại, nếu tỷ số A/B càng nhỏ thì mức độ quan trọng của A so với B càng giảm. Saaty đưa ra thang tỷ lệ cho một "so sánh cặp thông minh" như sau:

Bảng 5- 4: Bảng so sánh cặp thông minh của AHP

<< Kém quan trọng hơn					Quan trọng hơn >>			
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Kém quan trọng hơn rất nhiều lần	Kém quan trọng hơn rất nhiều	Kém quan trọng hơn nhiều	Kém quan trọng hơn	Quan trọng bằng nhau	Quan trọng hơn	Quan trọng hơn nhiều	Quan trọng hơn rất nhiều	Quan trọng hơn rất nhiều lần

Từ những so sánh cặp các yếu tố tác động phát sinh XLBS cho thấy vai trò của từng cặp yếu tố với nhau, từng yếu tố trong tổng thể các yếu tố phát sinh XLBS. Từ đây cho phép đánh giá yếu tố nào có vai trò quyết định, yếu tố nào có vai trò ở mức độ nhất định và yếu tố nào có vai trò không rõ ràng trong phát sinh XLBS.

Trên nguyên tắc so sánh nói trên, xây dựng ma trận các cặp so sánh. Và từ ma trận này, theo Vector nguyên lí Eigen tính được một "tập hợp các trọng số phù hợp nhất". Tính toán trọng số cho từng nhân tố J trong tập hợp nhân số xói lở bờ sông theo phương pháp sử dụng vector nguyên lý Eigen bằng cách chia từng giá trị trong mỗi cột cho tổng giá trị trong cột đó để thiết lập ma trận, giá trị trung bình trên mỗi hàng của ma trận chính là trọng số của các yếu tố tác động có giá trị từ 0 đến 1.

Phương pháp "So sánh cặp thông minh" có thể phân tích rõ qua ví dụ sau đây (5 yếu tố với các điểm tương ứng 1, 3, 5, 7, 9): Cho các nhân tố tác động phát sinh tai biến: A, B, C, D, E và xây dựng ma trận so sánh cặp thông minh như bảng 1.

Bảng 5- 5: Ma trận so sánh các yếu tố phát sinh/ ảnh hưởng đến XLBS.

Các nhân tố	A(1)	B(3)	C(5)	D(7)	E(9)
A(1)	1	3	5	7	9

B(3)	1/3	1	1.67	2.33	3
C(5)	1/5	1/3	1	1.4	1.80
D(7)	1/7	1/5	1/3	1	1.29
E(9)	1/9	1/7	1/5	1/3	1

Tính toán vector nguyên lý eigen có thể được làm xấp xỉ theo cách thủ công khi chia giá trị của cột cho tổng giá trị của tỉ số trong cột này. Điều này cho một ma trận với giá trị mới nằm trong khoảng giá trị 0 và 1 khi tổng của các giá trị theo cột bằng 1. Giá trị trung bình của dòng trong ma trận này tương ứng với trọng số cho tiêu chuẩn đó [4]. Dựa theo ma trận này, theo Vector nguyên lí Eigen với phương pháp tính trọng số của Jones [4] tính được tổ hợp các trọng số phù hợp sau: A = 0,59; B = 0,20; C = 0,11; D = 0,07; E = 0,04.

5.8.2. Phân vùng nguy cơ xói lở bờ sông theo các chỉ số sạt lở bờ sông

1. Lựa chọn các chỉ số nhạy cảm để xác định nguy cơ XLBS

Theo kết quả điều tra thực địa, kết hợp thu thập phân tích số liệu cho thấy có hai nhóm nguyên nhân chính gây nên sạt lở bờ sông. Đó là: Nhóm thứ nhất, là các nhân tố làm giảm lực chống trượt; Nhóm thứ hai là tổ hợp các yếu tố tác động làm tăng lực gây trượt mái bờ.

Đối với nhóm nguyên nhân thứ nhất: Vận tốc của dòng chảy vượt quá vận tốc không xói cho phép của lòng dẫn. Khi vận tốc của dòng chảy lớn hơn vận tốc cho phép của lòng dẫn thì lòng dẫn sẽ bị bào xói, làm cho lòng dẫn ngày một sâu thêm, góc nghỉ của mái đất vượt quá góc nghỉ của đất đôi khi sẽ xuất hiện hàm ếch, kết quả dẫn tới Khi mái bờ phía trên (nằm ở phần khối "gây trượt") bị xói, trọng lượng của khối gây trượt bị xói, sẽ làm tăng khả năng chống trượt, khối đất mái bờ mất cân bằng rồi đi đến hiện tượng trượt theo cung tròn hay sụt lở từng mảng. Các lớp đất cấu tạo bờ sông có tính chất cơ lý thấp: Đối với bờ sông có cấu tạo bởi các tính chất cơ lý thấp dẫn đến tính kháng trượt của khối đất bờ, lòng dẫn kém. (Lực thủy động > lực cố kết của đất gây ra xói lở, sạt lở bờ).

Đối với nhóm nguyên nhân thứ hai: Đây là nhóm nguyên nhân gồm các nhân tố làm tăng trọng lượng khối đất mái bờ sông, trong đó các nhân tố chủ yếu bao gồm: Chất tải trọng lên mép bờ sông; Mưa, lũ rút, triều rút, làm khối đất bờ bão hoà nước tăng khối lượng mái; Áp lực sóng tác dụng vào bờ, Nếu mực nước cao, mái bờ phía trên cũng bị xói đi, tức là trọng lượng khối gây trượt cũng bị giảm đi…Dưới tác dụng của sóng (áp lực sóng), mái bờ sông bị phá vỡ kết cấu, các hạt bùn cát thuộc một bộ phận của lòng dẫn bị tách rời và vận chuyển đi, nếu quá trình trên diễn ra lâu dài, liên tục chân mái bờ sẽ bị xói tạo thành hàm ếch dẫn đến khối đất bờ mất ổn định và sạt lở. Sóng tác động gây xói lở bờ sông (sóng do gió, sóng do tàu thuyền…) phải đảm bảo các điều kiện sau: Để sóng có thể gây xói lở bờ thì áp lực sóng tác động vào bờ phải lớn hơn lực cố kết của đất cấu tạo bờ sông; Vận tốc dòng chảy ven bờ do sóng tạo ra đủ khả năng bào mòn và vận chuyển bùn cát đi nơi khác; Sóng tác động liên tục và duy trì trong thời gian dài.

Shofiul Islam (2008) đã phân tích những yếu tố thủy động lực học và bùn cát cần xem xét trong quá trình đánh giá diễn biến sạt lở bờ sông như sau: 1. Yếu tố Thủy động lực của dòng chảy (Mực nước – lưu lượng, kết cấu dòng chảy, lưu lượng dòng chảy, vận tốc dòng chảy

gần bờ lớn nhất, phân bố ứng suất cắt, dòng thứ cấp và độ rối, sự thay đổi đổi mực nước…). 2. Yếu tố hình thái (biến dạng đáy sông bằng cách tính toán ứng suất đáy, địa hình lòng sông, hình dạng sông, sự hình thành các bãi giữa…); 3. Yếu tố vận chuyển bùn cát (bùn cát đáy, bùn cát lơ lửng, chất tạo lòng và chất không tạo lòng); 4. Yếu tố độ ổn định của bờ sông và cấu trúc bờ sông (lớp phủ thực vật, mái dốc sông, chiều cao bờ sông ….); 5. Yếu tố đặc tính bùn cát (kích thước , thành phần hạt, thành phần trầm tích sông, mật độ, góc ma sát, tính dính kết…); 6. Các yếu tố tác động của con người (Việc sử dụng các xe cộ, xây dựng nhà cửa, đường xá có thể làm ảnh hưởng đến thực vật trên bờ và tác động đến bề mặt đất. Đất bị đè nén làm giảm khả năng thấm của đất, khi mưa xuống các dòng chảy được hình thành nhanh chóng và dễ làm xói lở bờ. Lúc này khối đất bờ sẽ không còn khả năng kháng trượt. Điều này đặc biệt nguy hiểm khi kết hợp với sự xuất hiện của các yếu tố khách quan khác trong tự nhiên: lũ xuống, triều rút làm tăng trọng lượng khối đất bờ hay giảm áp lực thay nổi, mưa làm bão hòa khối đất bờ và phát sinh áp lực thấm… khiến bờ sông bị gia tải quá mức. Điều này lý giải cho hiện tượng sạt lở mạnh ở các khu vực có nhiều nhà cửa, cơ sở hạ tầng được xây cất ven sông,…; Khai thác vật liệu trên sông không có quy hoạch, đào luồng, lạch cho tàu bè đi,… dẫn đến đất bờ mất ổn định và sụp lở; Nạn phá rừng gây nên cường suất lũ gia tăng, làm tăng đáng kể hàm lượng bùn cát trong dòng chảy, gây nên hiện tượng lắng đọng bùn cát ở các hồ thượng nguồn làm giảm khả năng điều tiết lũ của các hồ chứa đó. Việc mất cân bằng của bùn cát sẽ làm gia tang khả năng xói lở lòng dẫn và sạt lở bờ; Việc gia tăng hoạt động đi lại tàu thuyền trên sông gây sóng va đập bờ sóng gây sạt lở bờ; Xây dựng các công trình trên sông chưa đảm bảo kỹ thuật cũng là nguyên nhân gây sạt lở bờ sông....

Trên cơ sở phân tích đánh giá nguyên nhân/ các yếu tố gây xói lở bờ sông, nghiên cứu lựa chọn 8 chỉ số nhạy cảm gây XLBS để đánh giá như sau:

(1) Chỉ số thủy động lực (Flow Geometry Index, FGI);

(2) Chỉ số hình dạng trên mặt bằng, hệ số hình dạng dòng chảy, độ uốn khúc, (Plan Form Index, PFI);

(3) Chỉ số độ dốc lòng sông (Cross-Slope ratio CSR);

(4) Chỉ số địa chất bờ (ĐCB);

(5) Chỉ số hiểm họa sạt lở bờ (Bank Erosion Hazard Index, BEHI);

(6) Chỉ số ứng suất gần bờ (Near Bank Stress, NBS)

(7) Chỉ số tải trọng bờ (TTB);

(8) Chỉ số công trình bảo vệ bờ (CTBV).

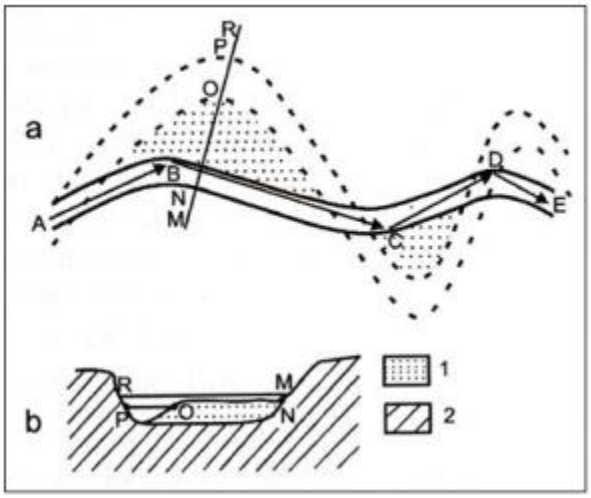
Chỉ số thủy động lực (Flow Geometry Index, FGI):

Tất cả các dòng sông đều có hoạt động xói mòn. Xói mòn phát triển chủ yếu dọc theo lòng sông và hai bên bờ sông. Vào mùa nước lớn và nước lũ, mực nước sông dâng cao, lưu lượng tăng, vận tốc dòng chảy lớn, động lực dòng chảy lớn, hiện tượng xói mòn phát triển mạnh, sự phá hoại bờ có tính chất tăng biến đột ngột với cường độ phá huỷ cao, hiện tượng khoét sâu lòng sông mạnh. Động lực của dòng chảy được đặc trưng bởi động năng của nó, thể

hiện ở sự rửa xói, phá hoại lòng và bờ, ở sự mang chuyển vật chất xốp rời từ lòng và bờ vào dòng chảy. Kết quả xác định vận tốc trung bình mặt cắt được trích xuất từ kết quả mô phỏng mô hình MIKE11. nếu tốc độ dòng chảy của sông càng cao thì công sinh ra do dòng chảy thực hiện càng lớn, hiện tượng rửa xói, phá hoại lòng và bờ càng mạnh. Tốc độ giới hạn của dòng nước không gây xói được xác định theo bảng phân loại của V.D.Lomtadze (1997).

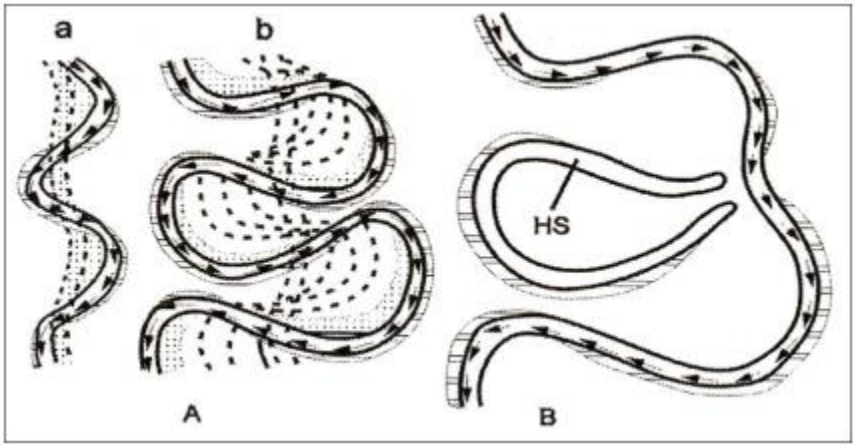
Chỉ số hình dạng trên mặt bằng, hệ số hình dạng dòng chảy, độ uốn khúc, (Plan Form Index, PFI)

Do ảnh hưởng của nhiều yếu tố như địa hình ban đầu, cấu tạo địa chất, thành phần đất đá nơi dòng sông đi qua, nên mỗi con sông thường có một độ cong nhất định. Đoạn sông trên hình 3.11 nước chảy từ Tây sang Đông, với tốc độ lớn nhất dọc theo các hướng AB, BC, CD, DE. Tại các điểm B, C, D bờ sông chịu sức va đập của dòng nước và của các vật liệu vụn do dòng nước chuyển tải, do vậy bờ sông ở những chỗ này bị xói mòn hoặc xói lở từng mảng, trở thành dốc đứng và lui dần. Ngược lại, ở phía bờ đối diện, tốc độ dòng nước nhỏ, động năng của dòng nước không đủ để chuyển tải hết vật liệu vụn nên chúng được tích đọng lại. Bằng cách đó, sau một thời gian, từ những đoạn sông hơi cong ban đầu đã xuất hiện những khúc uốn thực thụ (đường ngắt quãng trên hình 3.12). Các khúc uốn không chỉ chuyển dịch về hai bên sông mà còn chuyển dịch cả về phía dưới theo dòng nước.



Hình 5- 22. Sơ đồ thành tạo các khúc uốn của sông
a-Bình đồ; b-Mặt cắt ngang thung lũng sông. RM:Mực nước sông vào mùa lũ;
PO:Mực nước sông mùa khô. 1-Trầm tích của thung lũng sông (bồi tích); 2-Đá gốc.
(Sarugin,1962)

Đến một giai đoạn nào đó, các khúc uốn của sông ngày càng phình rộng ra (hình 3.12), tốc độ dòng chảy nhỏ, không còn hiện tượng xói lở hay bồi tụ nữa. Khi vào mùa lũ thung lũng sông ngập nước, có những thời kỳ khi nước mới dâng hoặc khi rút gần hết, nước sông có thể xẻ lạch qua những lớp bồi tích còn chưa cố kết chặt chẽ để chảy thẳng từ khúc sông này sang khúc sông khác. Dần dần lạch nước đó trở thành dòng chảy mới của sông, lối vào ra của khúc uốn bị lấp kín. Khi đó khúc uốn bắt đầu bị tách biệt với dòng sông, nước trong đó trở thành tù hãm. Đó chính là những hồ sót, còn gọi là hồ móng ngựa.



Hình 5- 23. Sơ đồ về sự phát triển của khúc uốn sông (A) và sự hình thành hồ sót (B) a-Pha uốn khúc đầu tiên, b-Tuần tự các pha tiếp sau, HS-Hồ sót (Theo E.Haug)

Các khúc uốn làm cho chiều dài của dòng sông (l) tăng so với chiều dài thung lũng (L). Tỷ lệ l/L được gọi là HSUK của dòng sông Trên cơ sở lý thuyết tính HSUK của sông (HSUK = l/L; l: chiều dài của dòng sông, L: chiều dài thung lung). Từ đó, chia HSUK thành 3 mức: mức độ thấp (HSUK <1,05), mức trung bình (HSUK 1,05 - 1,20), mức cao (HSUK >1,20). Sau khi phân vùng được mức độ uốn khúc của sông kết hợp với hiện trạng XLBS ở khu vực trọng điểm có được từ các đợt khảo sát thực địa, ta có thể đánh giá mối tương quan giữa hiện trạng (mật độ) các điểm xói lở đối với từng mức độ uốn khúc (thấp, trung bình và cao).

Chỉ số độ dốc lòng sông (Cross-Slope ratio CSR);

Trong toán học, độ dốc (slope) hay gọi là là gradient là một đường thẳng biểu diễn độ dốc hay grat. Giá trị của độ dốc càng cao thì độ nghiêng của đường thẳng càng cao. Độ dốc lòng sông KVNC có thể chia ra làm 3 mức như sau:

Đoạn sông có độ dốc cao: độ dốc > 0,02^o
Đoạn sông có độ dốc trung bình: độ dốc từ 0,01^o-0,02^o
Đoạn sông có độ dốc thấp: độ dốc < 0,01^o

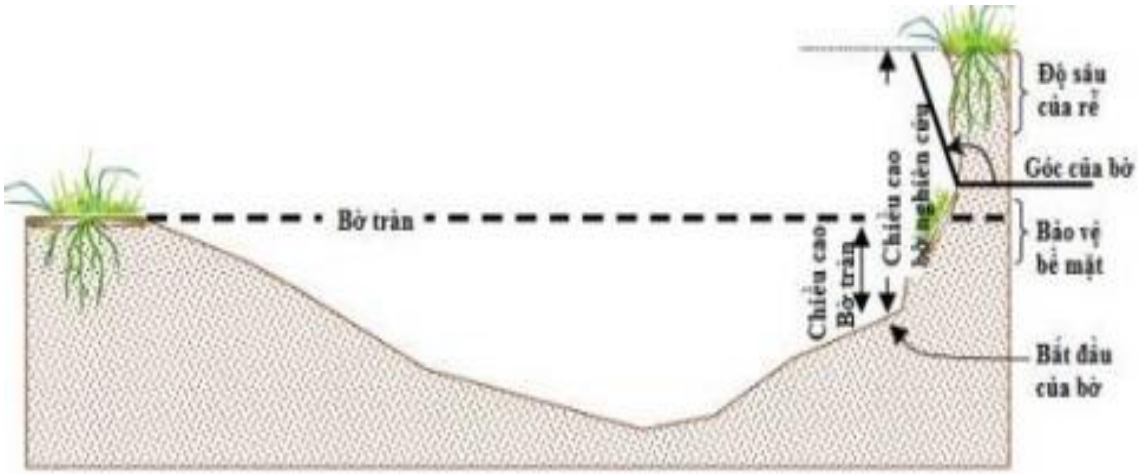
Đánh giá vai trò của độ dốc lòng với XLBS dựa trên các bản đồ độ dốc lòng và các vị trí xói lở đã được điều tra khảo sát và đưa lên bản đồ. Thông thường XLBS có xu thế như sau: độ dốc lòng lớn có nguy cơ xói lở trung bình, độ dốc lòng trung bình có nguy cơ xói lở mạnh và độ dốc lòng nhỏ có nguy cơ xói lở yếu.

Chỉ số địa chất bờ (ĐCB)

Để phân cấp nguy cơ XLBS theo yếu tố đất đá cấu tạo bờ cho bờ sông KVNC cần tiến hành phân chia thông qua việc xây dựng các mặt cắt đứng dọc bờ. Mặt cắt địa chất dọc bờ trên sông Đồng Nai – Sài Gòn tại một số vị trí mặt cắt điển hình như sau:

Chỉ số hiểm họa sạt lở bờ (Bank Erosion Hazard Index, BEHI)

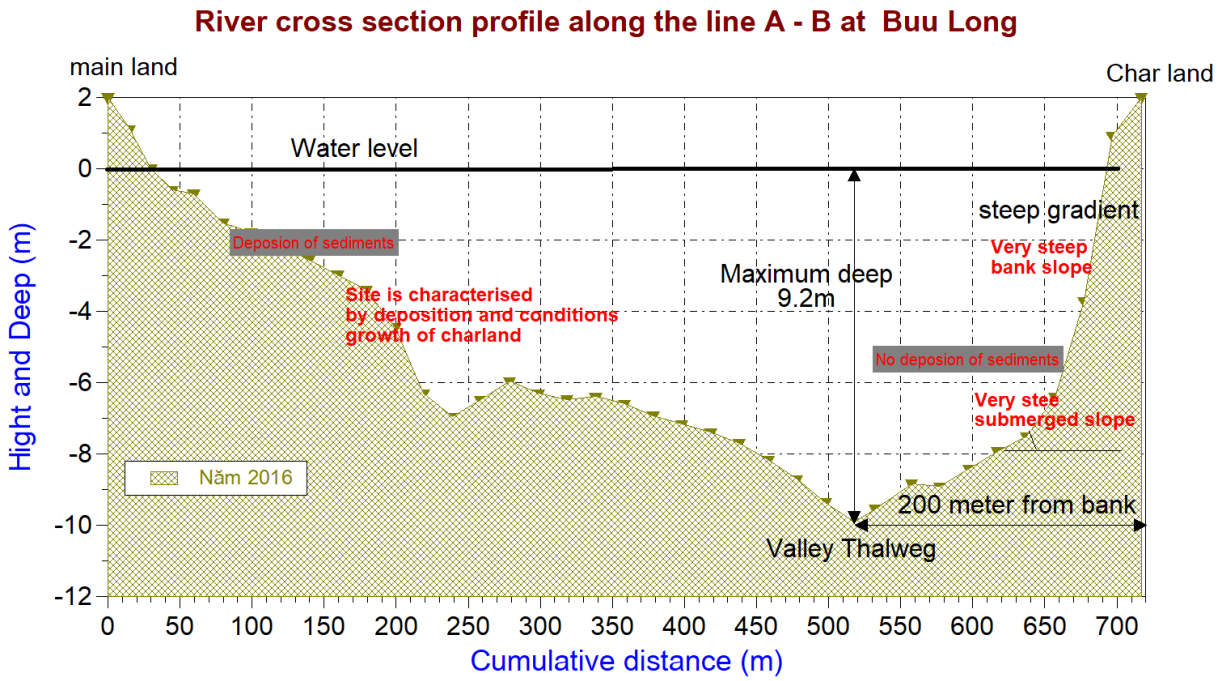
Những đặc điểm bờ quan trọng và nhạy cảm với các quá trình xói khác nhau được xác định để xây dựng chỉ số hiểm họa sạt lở (Bank Erosion Hazard Index, BEHI) dựa trên nghiên cứu của Rosgen (2001). Các tài liệu đo đạc tại các mặt cắt phục vụ cho việc tính toán theo phương pháp của Rosgen (2001. Các thông số gồm chiều cao bờ nghiên cứu, chiều cao bờ tràn (mực nước đầy bờ lớn nhất), độ sâu rễ cây, mật độ rễ, phần trăm diện tích bề mặt bờ được bảo vệ, góc của bờ, thành phần hạt đất. Chi tiết mặt cắt khảo sát như sau:



Giá trị (Value) của mỗi thông số này sẽ được quy đổi sang "Chỉ số hiểm họa" được phân thành nhiều mức khác nhau từ 1-10 (mức điểm 10 là mức hiểm họa cao nhất). Sau đó, tính tổng "Chỉ số hiểm họa" của tất cả các thông số. Tương ứng với từng tổng điểm này sẽ biểu thị hiểm họa sạt lở tiềm tàng từ thấp (tổng điểm từ 5 - 19.5), trung bình (tổng điểm từ 20 - 29.5), cao (tổng điểm từ 30 - 39.5), và rất cao (tổng điểm từ 40 - 50). Bảng 6.1 dưới đây thể hiện cách quy đổi từ giá trị (Value) sang chỉ số (Index) và mức độ hiểm họa tương ứng); trong đó có sự tổng hợp lại các mức độ nguy cơ so với cách phân chia nguyên thủy của Rosgen, như: mức độ rất thấp và thấp được quy vào một mức Thấp, mức độ rất cao và cực kỳ cao thì được quy lại thánh một mức Rất cao.Khi tính toán, tùy theo đặc điểm đất bờ mà tổng điểm này sẽ được hiệu chỉnh tăng thêm hay giảm đi. Cụ thể, nếu là đất nền đá, sỏi cuội thì trừ đi 10 điểm từ tổng điểm. Nếu đất sỏi dăm thì cộng thêm từ 5 - 10 điểm tùy theo thành phần cát chiếm bao nhiêu phần trăm. Nếu là đất cát thì cộng thêm 10 điểm, còn đất bùn/sét thì không phải hiệu chỉnh.

Bảng 5- 6: Các đặc tính bờ sông phục vụ cho thiết lập các chỉ số BEHI

Rủi ro phụ thuộc hoặc mức độ hiểm họa		Chiều cao bờ/Mực nước lớn nhất	Chiều sâu rễ/Chiều cao bờ	Mật độ rễ (%)	Góc của bờ (độ)	Bảo vệ bề mặt (%)	Tổng
Thấp	Giá trị	1,0-1,19	1,0-0,5	100-55	0-60	100-55	
	Chỉ số	1,0-3,9	1,0-3,9	1,0-3,9	1,0-3,9	1,0-3,9	5-19,5
Trung bình	Giá trị	1,2-1,5	0,49-0,3	54-30	61-80	54-30	
	Chỉ số	4,0-5,9	4,0-5,9	4,0-5,9	4,0-5,9	4,0-5,9	20-29,5
Cao	Giá trị	1,6-2,0	0,29-0,15	29-15	81-90	29-15	
	Chỉ số	6,0-7,9	6,0-7,9	6,0-7,9	6,0-7,9	6,0-7,9	30-39,5
Rất cao	Giá trị	>2,1	<0,14	<14	>91	<14	
	Chỉ số	8,0-10	8,0-10	8,0-10	8,0-10	8,0-10	40-50



Chỉ số ứng suất gần bờ (Near Bank Stress, NBS)

Hiểm họa sạt lở bờ dưới ảnh hưởng của các yếu tố thủy động lực được đánh giá qua chỉ số NBS (Near Bank Stress). Chỉ số này được tính từ tỷ số giữa ứng suất gần bờ/ Ứng suất bờ, được tính theo công thức sau:

$$NBS = \frac{\text{ứng suất gần bờ}}{\text{ứng suất bờ}}$$

Trong đó:

$$\text{Ứng suất gần bờ (Ứng suất bờ)} = \frac{g}{M^2 h^{1/3}} \rho V^2$$

g: gia tốc trọng trường [m/s2]

ρ: khối lượng riêng [kg/m3]

M: hệ số nhám Manning [m1/3/s];

h: độ sâu mực nước [m];

V: vận tốc dòng chảy tại vị trí đang tính [m/s]

Trong vùng tính toán, ứng suất gần bờ được tính ở vị trí cách bờ 1/3 bề rộng sông. Vị trí 1/3 bề rộng sông tính từ bờ là khá phù hợp. Ở những đoạn cong, luồng sông rất sát với bờ lõm, vì thế ở vị trí 1/3 bề rộng sông tính từ bờ lõm cho ứng suất rất lớn.

Chỉ số tải trọng bờ (TTB);

Tải trong bờ được tính trong phạm vi cách bờ sông 50m. Chỉ số tải trọng bờ được nhóm nghiên cứu chia thành 4 mức: thấp, trung bình, cao và rất cao, tương ứng với các trường hợp: không tải (Nguy cơ thấp), nhà cấp 4 (nguy cơ trung bình), nhà cao tầng/chung cư (nguy cơ cao) và nguy cơ rất cao khi gần bờ có công trình cảng/đường giao thông. Thang điểm cho chỉ số tải trong bờ cũng tuyến tính một cách định tính theo các mức độ, từ 5 – 50 điểm ứng với các tải trong từ thấp đến cao. Bảng 6.5 trình bày phân loại các hình thức tải trọng bờ tương ứng với thang điểm.

Bảng 5- 7: Phân loại và thang điểm chỉ số tải trọng bờ sông

Đánh giá tải trọng bờ	Phân loại tải trọng	Điểm
Thấp	Không có tải trọng	**5 - 20**
Trung bình	Nhà cấp 4	**21 – 30**
Cao	Nhà cao tầng, chung cư	**31 – 40**
Rất cao	Đường giao thông, công trình cảng	**41 – 50**

Chỉ số công trình bảo vệ bờ (CTBV).

Công trình bảo vệ bờ được thu thập từ các nghiên cứu trước, đồng thời kết hợp với tài liệu thu thập và khảo sát thực địa để phân thành 4 loại công trình ứng với các trường hợp có khả năng xảy ra nguy cơ sạt lở bờ. Công trình kiên cố (5 – 20), công trình bán kiên cố (21 – 30), không có công trình (31 – 40) và công trình đang bị sạt lở (41 – 50). Điểm số dao động tùy thuộc vào mức độ của các loại công trình tại vị trí đang xét. Thang điểm ứng với các loại công trình bảo vệ bờ được trình bày như trong bảng dưới đây.

Bảng 5- 8: Phân loại và thang điểmchỉ số công trình bảo vệ bờ

Đánh giá công trình bảo vệ bờ	Phân loại công trình	Điểm
Thấp	Công trình kiên cố	**5 - 20**
Trung bình	Công trình bán kiên cố	**21 - 30**
Cao	ông trình	**31 - 40**
Rất cao	Có công trình đang sạt lở	**41 - 50**

2. Xây dựng ma trận so sánh cặp thông minh theo phương pháp AHP.

Với nguyên tắc so sánh cặp thông minh cho các nhân tố tác động phát sinh nguy cơ XLBS với các nhân tố thành phần thủy động lực, độ uốn khúc, độ dốc lòng sông, địa chất bờ, hiểm họa sạt lở bờ, ứng suất gần bờ, tải trọng bờ và công trình bảo vệ bờ, xây dựng ma trận so sánh cặp thông minh (8 yếu tố với các điểm tương ứng 1,2,3,4,5,6,7,8). Việc cho điểm, tính

trọng số của mỗi yếu tố thể hiện vai trò của từng yếu tố trong tổng thể các yếu tố tác động phát sinh XLBS. AHP là một phương pháp đưa ra quyết định, nó đưa ra thứ tự sắp xếp của những chỉ tiêu và nhờ vào đó người quyết định có thể đưa ra quyết định cuối cùng hợp lý nhất do đó cần có sự tham vấn nhiều chuyên gia. Cơ sở của việc cho điểm chính là mức độ phân bố XLBS trên mỗi yếu tố đó. Việc đánh giá mức độ nhậy cảm trên thang cho điểm có thể biểu thị sự ưu tiên của chúng một cách thích đáng đối với XLBS. Để đem đến cho thang điểm này một ý nghĩa cụ thể, người ta đã sử dụng nguyên lý của sự phân hóa về ngữ nghĩa: một đầu của thang điểm này được gán với đại lượng định tính và đầu kia nhận một đại lượng định tính nghịch đảo. Phân tích độ nhạy cảm của yếu tố thành phần (nguy cơ XLBS theo từng yếu tố phát sinh) dựa trên cơ sở đánh giá mối tương quan yếu tố tác động phát sinh với hiện trạng phân bố XLBS. Phân tích so sánh cặp được ứng dụng nhằm xác định vai trò của từng yếu tố thể hiện bằng trọng số của nó trong tổng thể các yếu tố tác động phát sinh XLBS, kết quả được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 5- 9: Ma trận so sánh các yếu tố phát sinh/ ảnh hưởng đến XLBS vùng hạ du sông Đồng Nai

Các nhân tố	**Thủy động lực**	**Địa chất bờ**	**Tải trọng bờ**	**Độ dốc lòng sông**	**Hiểm họa sạt lở bờ**	**Độ uốn khúc**	**Ứng suất gần bờ**	**Công trình bảo vệ bờ**	**Trọng số (Wj)**
Thủy động lực	1	2	3	4	5	6	7	8	0.433
Địa chất bờ	1/2	1	1.5	2.0	2.5	3	3.5	4	0.206
Tải trọng bờ	1/3	1/2	1	1.33	1.67	2	2.33	2.67	0.126
Độ dốc lòng sông	1/4	1/3	1/2	1	1.25	1.4	1.75	2	0.084
Hiểm họa sạt lở bờ	1/5	1/4	1/3	1/2	1	1.2	1.40	1.6	0.059
Độ uốn khúc	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	1.17	1.33	0.042
Ứng suất gần bờ	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	1.14	0.030
Công trình bảo vệ bờ	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	0.021

Phân tích độ nhạy cảm của yếu tố thành phần (nguy cơ XLBS theo từng yếu tố phát sinh) dựa trên cơ sở đánh giá mối tương quan yếu tố tác động phát sinh nguy cơ XLBS với hiện trạng phân bố XLBS. Phân tích so sánh cặp được ứng dụng nhằm xác định vai trò của từng yếu tố thể hiện bằng trọng số của nó trong tổng thể các yếu tố tác động phát sinh XLBS trong đó có sự tham khảo của nhiều ý kiến chuyên gia. Trên cơ sở đó cho phép xây dựng các bản đồ nguy cơ XLBS thành phần. Bản đồ nguy cơ XLBS là tổng hợp các bản đồ nguy cơ thành phần. Phương pháp này được ứng dụng để xây dựng bản đồ nguy cơ XLBS khu vực hạ du sông Đồng Nai.

Chỉ số nguy cơ xói lở bờ sông) thể hiện theo công thức sau:

$$H = \sum_{j=1}^{n} W_j X_{ij} \qquad (2)$$

Trong đó: H Chỉ số nhạy cảm về xói lở bờ, Xij là điểm số của lớp thứ i trong nhân tố j (chỉ số mức độ tác động thể hiện mức độ (cường độ) tác động của yếu tố, Wj là trọng số của nhân tố j trong tổng thể tập hợp các nhân tố xói lở bờ sông. Điểm số của các lớp trong từng

nhân tố và trọng số nhân tố được xác định theo các mức nguy cơ xói lở (NCXL) cao, trung bình, thấp và không có nguy cơ XLBS ứng với các điểm cấp nguy cơ xói lở là 5,3,1,0.

Bản đồ nguy cơ xói lở bờ sông được xây dựng trên cở sở tích hợp các bản đồ nguy cơ XLBS theo các thành phần nhân tố gây xói lở, thể hiện theo công thức (1) nêu trên. Kết quả tổng hợp điểm số các lớp và trọng số các nhân tố gây XLBS vùng hạ du sông Đồng Nai được thống kê như bảng sau:

Bảng 5- 10. Bảng tổng hợp điểm số các lớp và trọng số các nhân tố gây XLBS vùng hạ du sông Đồng Nai.

Thành phần	Trọng số	Thứ tự cấp	Cấp nguy cơ trong thành phần	Chiều dài (m)	Điểm cấp nguy cơ (Xị)
Thủy động lực	0.433	1	Nguy cơ XLBS cao	169818	5
		2	Nguy cơ XLBS trung bình	139769	3
		3	Nguy cơ XLBS thấp	320618	1
		4	Không có nguy cơ XLBS	405385	0
Độ dốc lòng sông	0.084	1	Nguy cơ XLBS cao	116844	5
		2	Nguy cơ XLBS trung bình	121233	3
		3	Nguy cơ XLBS thấp	552194	1
		4	Không có nguy cơ XLBS	245320	0
Địa chất bờ	0.206	1	Nguy cơ XLBS cao	492159	5
		2	Nguy cơ XLBS trung bình	163666	3
		3	Nguy cơ XLBS thấp	202118	1
		4	Không có nguy cơ XLBS	177648	0
Ứng suất gần bờ	0.030	1	Nguy cơ XLBS cao	26654	5
		2	Nguy cơ XLBS trung bình	33392	3
		3	Nguy cơ XLBS thấp	312404	1
		4	Không có nguy cơ XLBS	663141	0
Độ uốn khúc	0.042	1	Nguy cơ XLBS cao	191203	5
		2	Nguy cơ XLBS trung bình	508202	3
		3	Nguy cơ XLBS thấp	162282	1
		4	Không có nguy cơ XLBS	173903	0
Tải trọng bờ	0.126	1	Nguy cơ XLBS cao	69208	5
		2	Nguy cơ XLBS trung bình	174908	3
		3	Nguy cơ XLBS thấp	116337	1
		4	Không có nguy cơ XLBS	675138	0
Công trình bảo vệ bờ	0.021	1	Nguy cơ XLBS cao	116532	5
		2	Nguy cơ XLBS trung bình	781076	3
		3	Nguy cơ XLBS thấp	91616	1
		4	Không có nguy cơ XLBS	46367	0
Hiểm họa sạt lở bờ	0.059	1	Nguy cơ XLBS cao	301874	5
		2	Nguy cơ XLBS trung bình	397244	3
		3	Nguy cơ XLBS thấp	83671	1
		4	Không có nguy cơ XLBS	252802	0

Tích hợp các bản đồ nhân tố gây XLBS đã được trọng số hóa bằng công cụ GIS. Kết quả tích hợp này cho bản đồ với các giá trị định lượng liên quan đến xói lở bờ sông. Cụ thể

trong trường hợp nghiên cứu vùng hạ du sông Đồng Nai là tích hợp 8 bản đồ nhân tố nguy cơ XLBS để có được bản đồ về chỉ số nhạy cảm xói lở bờ sông như sau:

[Chỉ số nhạy cảm] = 0,433[Thủy động lực] + 0,084[Độ dốc lòng sông] + 0,206[Địa chất bờ] + 0,030[Ứng suất gần bờ] + 0,042[Độ uốn khúc] + 0,126[Tải trọng bờ] + 0,021[Công trình bảo vệ bờ] + 0,059[Hiểm họa sạt lở bờ].

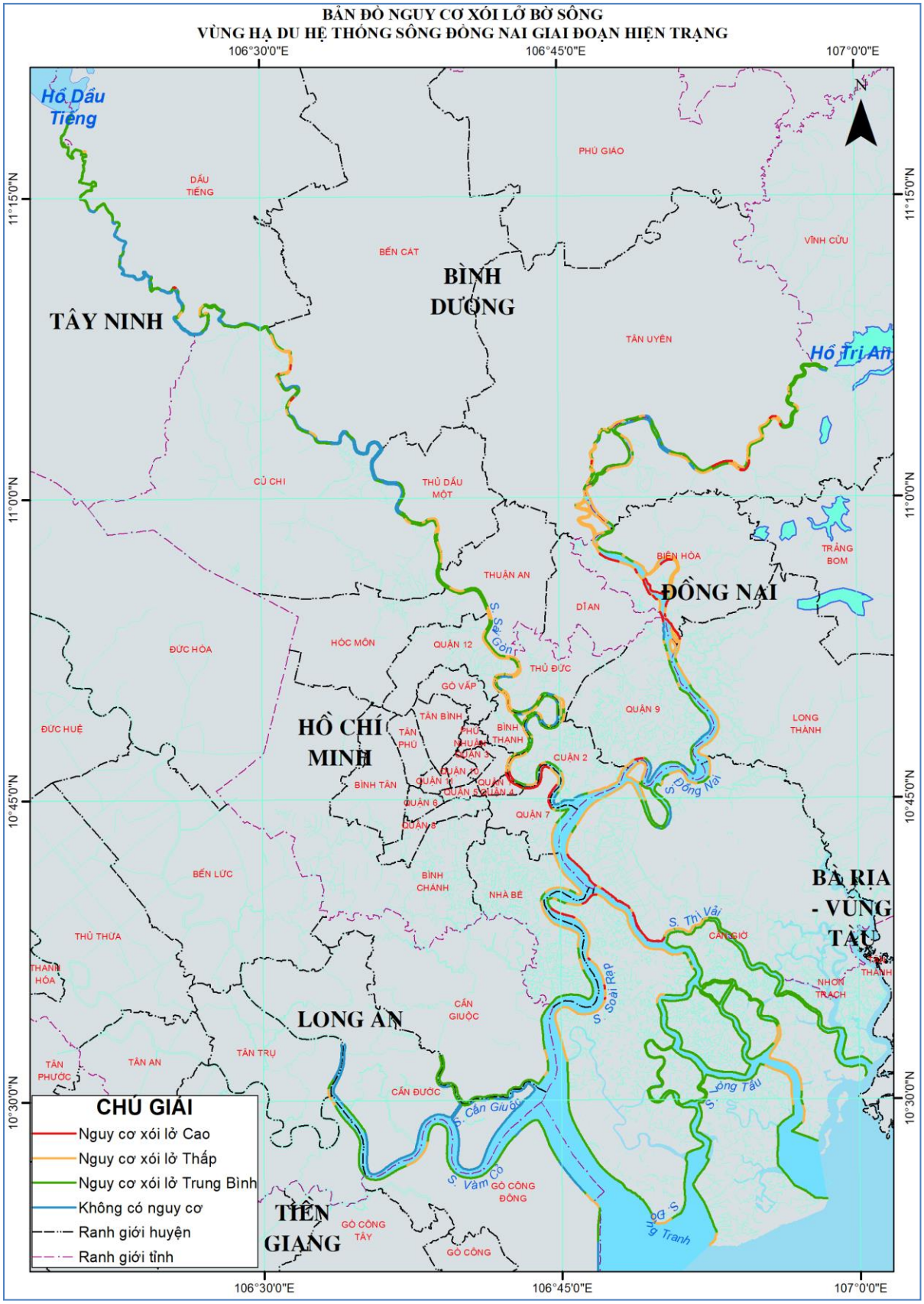
Các bản đồ thành phần được xây dựng với các lớp có giá trị là điểm số được xác định trong khoảng 0-5. Như vậy bản đồ tich hợp từ 8 bản đồ thành phần chỉ số nhạy cảm gây XLBS nêu trên, về lý thuyết, sẽ có giá trị của từng pixel, thể hiện độ nhạy cảm, thay đổi từ 0, trong trường hợp tất cả các giá trị trong bản đồ thành phần là 0, tức không có nguy cơ xói lở (NCXL) đến 5, trong trường hợp tất cả các giá trị trong bản đồ thành phần là 5, tức có NCXL cao. Việc phân chia dữ liệu thường có nhiều cách chia, trong đó có 3 phương pháp nhu sau: chia theo khoảng đều nhau; chia ngắt dữ liệu tự nhiên; chia theo độ lệch chuẩn. Nếu chia theo khoảng đều nhau (equal interval), các dữ liệu được chia nhóm thành với khoảng giá trị đều nhau, ngoại trừ các giá trị ở khoảng chặn trên và chặn dưới. Chia theo ngắt ngưỡng tự nhiên (natural break) dựa trên cơ sở nhóm tự nhiên vốn có trong tập hợp dữ liệu và các ngưỡng được xác định sao cho nhóm được các giá trị tương tự nhau và khoảng cách giữa các lớp được tối đa hóa. Chia theo độ lệch chuẩn (standard deviation) thể hiện sự đổi giá trị thuộc tính đối tượng từ giá trị trung bình, các ngưỡng phân chia được tạo ra với khoảng giá trị đều theo tỷ lệ với độ lệch chuẩn - thường là các khoảng bằng 1,½, ⅓, hay ¼ độ lệch chuẩn.

Trong trường hợp bước nhảy là 1 độ lệch chuẩn thì các ngưỡng giá trị phân chia thường là: giá trị trung bình ± (0,5 + k) x độ lệch chuẩn, với k = 0, 1, 2, . . .Kết quả xây dựng bản đồ NCXL bờ sông vùng hạ du sông Đồng Nai được chỉ ra trong hình vẽ 1 và thống kê trong bảng 4 như sau:

Bảng 5- 11. Bảng thống kê nguy cơ xói lở (NCXL) khu vực hạ du sông Đồng Nai.

STT	Cấp nguy cơ XLBS	Chiều dài (m)	Tỷ lệ %
1	Nguy cơ XLBS cao	42740	4.13
2	Nguy cơ XLBS trung bình	248454	23.99
3	Nguy cơ XLBS thấp	566613	54.71
4	Không có nguy cơ XLBS	177783	17.17

Kết quả nghiên cứu trên cho thấy có thể sử dụng phương pháp phân tích cấp bậc AHP để đánh giá nguy cơ XLBS vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai. Các vị trí sạt lở đã được kiểm chứng trong thực tế trong quá trình điều tra thực địa. Kết quả phân vùng nguy cơ xói lở cho thấy vùng hạ du sông Đồng Nai có khoảng 5% chiều dài bờ sông có nguy cơ xói lở cao, 24% chiều dài bờ sông có nguy cơ xói lở trung bình và 55% chiều dài bờ sông có nguy cơ xói lở thấp. Các khu vực có nguy cơ xói lở cao như đoạn qua xã Bình Lợi, huyện Vĩnh Cửu tỉnh Đồng Nai, qua huyện Định Quán và Tân Uyên của Bình Dương...



Hình 5- 24: Bản đồ phân vùng NCXL bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

Nhận xét

Trên cơ sở kết quả phân vùng nguy cơ xói lở nêu trên xác định vùng có nguy cơ xói lở cao. Kết quả phân vùng như sau:

Tỉnh	Huyện	Xã/phường	Mức độ xói lở (m)				
			Không có nguy cơ	Nguy cơ xói lở thấp	Nguy cơ xói lở trung bình	Nguy cơ xói lở cao	Grand Total
Đồng Nai	Biên Hòa	An Bình		335	3603	641	4579
		Bửu Hòa			1116	1429	2545
		Bửu Long	240	4484	496		5219
		Hóa An			1524	815	2339
		Hiệp Hòa			6407	3618	10025
		Hòa Bình		792	104		896
		Long Bình Tân		266	3090	2455	5811
		Quyết Thắng		144	1273		1417
		Tân Hạnh			1537	1045	2582
		Tân Mai			576		576
		Tân Vạn			1560	992	2552
		Tam Hiệp			921		921
		Thánh Bình		288	347		636
		Thống Nhất		96	2654		2750
	Biên Hòa Total		**240**	**6405**	**25208**	**10995**	**42848**
	Long Thành	Long Hng		2460	4034		6494
		Tam An			6588		6588
		Tam Phớc			663		663
	Long Thành Total			**2460**	**11285**		**13745**
	Nhơn Trạch	Đại Phớc		11833	9491		21324
		Long Tân	21	5700	4828		10549
		Phớc An		8354	344		8699
		Phớc Khánh		480	3971	8141	12591
		Phú Đông				2421	2421
		Phú Hội		960	7193	762	8915
		Phú Thạnh	2679	506			3185
		Vinh Thánh			1143		1143
	Nhơn Trạch Total		**2700**	**27833**	**26970**	**11323**	**68826**
	Vĩnh Cửu	Bình Hòa		885	4098		4983
		Bình Lợi	3504	4500	3526		11530
		Huổi Liêm		1606			1606
		Tân An	63	7317	1430	1385	10195
		Tân Bình		2174	1274		3447
		Thạnh Phú	456		47		503
		Thiện Tân	960	1800	4703	226	7688
		Trị An	780	6174	555		7510
	Vĩnh Cửu Total		**5763**	**24456**	**15633**	**1610**	**47463**
Đồng Nai Total			**8703**	**61154**	**79096**	**23929**	**172882**
Bình Dơng	Bến Cát	An Tây	8319	4265	3340	720	16644
		Phú An	7169	700			7869

Tỉnh	Huyện	Xã/phường	Mức độ xói lở (m)				
			Không có nguy cơ	Nguy cơ xói lở thấp	Nguy cơ xói lở trung bình	Nguy cơ xói lở cao	Grand Total
	Bến Cát Total		15488	4965	3340	720	24513
	Dầu Tiếng	Định Thành	180	6726	240		7146
		Dầu Tiếng	820	9542			10362
		Thánh An	11260	4361		35	15656
		Thánh Tuyền	9440	7011	1420	205	18077
	Dầu Tiếng Total		21700	27639	1660	240	51239
	Dĩ An	Bình An				549	549
	Dĩ An Total					549	549
	Tân Uyên	Bạch Đằng	480	12335	1870	233	14918
		Hiõu Liêm		3186			3186
		Khánh Bình		1215	2205	7	3427
		Lạc An		5527	4148	600	10275
		Tân Mỹ	1418	2160	422		4000
		Thái Hòa			2668		2668
		Thạnh Héi		700	9935		10635
		Thạnh Phớc		1020	4588		5608
		Thờng Tân	1220	5760	2720	1892	11592
		Uyên Hng	480	2026	2280		4786
	Tân Uyên Total		3598	33929	30837	2732	71096
	Thủ Dầu Một	Chánh Mỹ	1220	3382	180		4782
		Chánh Nghĩa		1160	1160		2320
		Phú Cờng		11	1730		1741
		Phú Thọ		486	730		1216
		Tân An	4954				4954
		Tơng Bình Hiệp	197	1267			1464
	Thủ Dầu Một Total		6372	6306	3800		16478
	Thuận An	Ân Sơn		3367	1280		4647
		Bình Nhâm		1883			1883
		Lái Thiêu		1576	1120		2696
		Vĩnh Phú		3448	678		4127
	Thuận An Total			10274	3078		13352
Bình Dơng Total			47158	83113	42716	4241	177227
Hồ Chí Minh city	Bình Thạnh	13			2528		2528
		22	208	2009	100		2317
		25	132	792	1060		1984
		26		788	48		836
		27	631	1914	339		2884
		28	2640	4666	1901		9207

Tỉnh	Huyện	Xã/phường	Mức độ xói lở (m)				
			Không có nguy cơ	Nguy cơ xói lở thấp	Nguy cơ xói lở trung bình	Nguy cơ xói lở cao	Grand Total
	Bình Thạnh Total		3611	10169	5976		19756
	Cần Giờ	An Thíi Đông	60	33393	10410	420	44283
		Bình Khánh		2598	16183	3957	22737
		Cần Thạnh		3970			3970
		Long Hòa		18115	6203		24318
		Lý Nhơn		20463	4443		24906
		Tam Thôn Hiệp		74314	1305		75619
		Thạnh An		24885	8165		33050
	Cần Giờ Total		60	177738	46709	4377	228884
	Củ Chi	Ân Phú		3301	5220	60	8581
		An Nhơn Tây	420	4125	580		5125
		Bình Mỹ		8297	540		8837
		Hoà Phú	1002	740	580		2322
		Nhuận Đức	700	3251	420		4371
		Phạm Văn Cội		206			206
		Phú Hoà Đông	4119	1074			5193
		Phú Mỹ Hng	3680	5807	240		9728
		Trung An	10078	520			10598
	Củ Chi Total		20000	27321	7580	60	54962
	Hóc Môn	Nhị Bình		5123	207		5330
	Hóc Môn Total			5123	207		5330
	Nhà Bè	Hiệp Phớc		8269	4569		12838
		Long Thới		167	2391		2558
		Nhà Bè			2079		2079
		Phú Xuân		1633	5126		6759
	Nhà Bè Total			10069	14166		24235
	Quận 1	Bến Nghé		431	1520	25	1977
		Nguyễn Thái Bình				150	150
	Quận 1 Total			431	1520	175	2127
	Quận 12	An Phú Đông		2180	4953		7133
		Thạnh Lộc		1280	2764		4044
	Quận 12 Total			3460	7717		11177
	Quận 2	Ân Phú		811			811
		An Khánh			1947		1947
		An Lợi Đông	40	2690	1000	60	3789
		Bình An		1454	320		1774
		Bình Khánh		552	460	0	1012
		Bình Trng Tây		717			717
		Cát Lái		180	2896		3076

Tỉnh	Huyện	Xã/phường	Mức độ xói lở (m)				
			Không có nguy cơ	Nguy cơ xói lở thấp	Nguy cơ xói lở trung bình	Nguy cơ xói lở cao	Grand Total
		Thảo Điền	1880	3237	60		5177
		Thạnh Mỹ Lợi	3954	1451	3318		8723
		Thủ Thiêm		150	394	820	1364
	Quận 2 Total		5874	11242	10395	880	28391
	Quận 4	12				471	471
		13				700	700
		18		255		714	969
	Quận 4 Total			255		1885	2140
	Quận 7	Ph Mỹ			1190		1190
		Phó Thuận		3420	1788	303	5511
		Tân Thuan Đông		105	1940	5637	7682
	Quận 7 Total			3525	4918	5940	14383
	Quận 9	Long Bình	1740	3845	3866	330	9781
		Long Phớc	5418	7555			12972
		Long Trờng	4242	404			4647
		Phú Hữu		136	1186	660	1981
	Quận 9 Total		11400	11940	5052	990	29382
	Thủ Đức	Hiệp Bình Chánh	520	2997	1486		5003
		Hiệp Bình Ph-ớc	1660	1400	3016		6076
		Linh Đông	708	277			986
		Trờng Thọ	12	2480	5059		7551
	Thủ Đức Total		2900	7154	9561		19615
Hồ Chí Minh city Total			43846	268428	113801	14307	440381
Long An	Cần Đớc	Long Hựu Đông	13461	1620			15081
		Long Hựu Tây	9707				9707
		Phớc Đông	7511	1740			9251
		Phớc Tuy	5330	150			5480
		Tân Ân	443	2925			3368
		Tân Chánh	8795				8795
		Tân Lân	262	2775			3037
		Tân trạch	821				821
	Cần Đớc Total		46328	9210			55538
	Cần Giuộc	Đông Thạnh		3708			3708
		Long Phông		3473			3473
		Phớc Vĩnh Đông		3050			3050
		Tân Tập	60	9989	1240		11289

Tỉnh	Huyện	Xã/phường	Mức độ xói lở (m)				
			Không có nguy cơ	Nguy cơ xói lở thấp	Nguy cơ xói lở trung bình	Nguy cơ xói lở cao	Grand Total
	Cần Giuộc Total		60	20220	1240		21520
	Châu Thành	Thánh Vinh Đông	123				123
		Thuận Mỹ	550	6761	842		8154
	Châu Thành Total		673	6761	842		8277
	Tân Trụ	Nhựt Ninh	242	994	631		1867
		Tân Phớc Tây	3186				3186
	Tân Trụ Total		3427	994	631		5052
Long An Total			50489	37186	2714		90388

3. Xây dựng bộ tiêu chí phân loại xói lở bờ vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

Trên cơ sở đánh giá mức độ diễn biến lòng dẫn kết hợp với điều tra thực tế về hiện trạng xói lở bờ sông, mức độ thiệt hại cũng như tham khảo một số tài liệu của các dự án, đề tài có liên quan, xác định tiêu chí phân loại xói lở bờ sông vùng hạ du sông Đồng Nai. Dựa trên các tiêu chí, kết quả đánh giá để xác định được khu vực xói bồi trọng điểm vùng hạ du sông Đồng Nai.

Bảng 5- 12: Tiêu chí phân loại xói lở bờ vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

STT	Bộ tiêu chí	Tiêu chí	Mức độ đánh giá	Nguy cơ sạt lở/mức độ sạt lở
1	Mức độ xói, bồi sạt lở bờ sông	Độ dốc địa hình bờ sông	Độ dốc mái địa hình >45º	cao
			Độ dốc mái địa hình từ 30°- 45°	trung bình
			Độ dốc mái địa hình từ 10°- 35°	thấp
			Độ dốc mái địa hình từ < 10°	Không có nguy cơ
		Cường độ mưa (mm/ngày)	>200mm/ngày	cao
			150mm/ngày<X<200mm/ngày	trung bình
			100mm/ngày<X<150mm/ngày	thấp
			X<100mm/ngày	Không có nguy cơ
		Lưu tốc dòng chảy (m/s)	V >1.6 m/s	cao
			0.6m/s<X<1.6m/s	trung bình
			0.3m/s<X<0.6m/s	thấp
			X<0.3m/s	Không có nguy cơ
		Địa chất kiến tạo bờ sông	Sét mịn	cao
			Sét trung	trung bình
			Sét thô	thấp
			Cát mịn	Không có nguy cơ
		Lớp phủ thực vật bờ sông	Không có thảm phủ cây bảo vệ bờ	cao
			Có thảm phủ cây bảo vệ bờ mật độ rễ thấp	trung bình

STT	Bộ tiêu chí	Tiêu chí	Mức độ đánh giá	Nguy cơ sạt lở/mức độ sạt lở
			Có thảm phủ cây bảo vệ bờ mật độ rễ trung bình	thấp
			Có thảm phủ cây bảo vệ bờ mật độ rễ cao	Không có nguy cơ
		Có tải trọng bờ	Tải trọng bờ >	cao
			Tải trọng bờ >	trung bình
			Tải trọng bờ >	thấp
			Tải trọng bờ >	Không có nguy cơ
		Vị trí, hình dạng lòng dẫn	Vị trí đoạn sông cong, tại đỉnh cong	cao
			Vị trí sau hạ du công trình khai thác trên sông: Đập, hồ chứa, công trình thu hẹp dòng chảy	cao
			Vị trí đoạn sông nhập lưu, phân lưu	trung bình
			Vị trí đoạn sông có hố xói cục bộ ép sát bờ, ghềnh đá…	cao
2	Múc độ ảnh hưởng đến dân sinh kinh tế xã hội.	Dân sinh kinh tế	Ảnh hưởng trực tiếp đến khu đô thị, khu dân cư sinh sống tập trung	Mức độ sạt lở đặc biệt nguy hiểm
			Có nguy cơ ảnh hưởng đến khu đô thị, khu dân cư sinh sống tập trung	Mức độ sạt lở nguy hiểm
		Hạ tầng xã hội	Ảnh hưởng trực tiếp đến các công trình hạ tầng quan trọng đang sử dụng gồm; sân bay, đường sắt, đường cao tốc, quốc lộ; bến cảng quốc gia; hệ thống điện cao thế từ 66KV trở lên; trường học, bệnh viện…	Mức độ sạt lở đặc biệt nguy hiểm
			Có nguy cơ ảnh hưởng đến các công trình hạ tầng quan trọng đang sử dụng gồm; sân bay, đường sắt, đường cao tốc, quốc lộ; bến cảng quốc gia; hệ thống điện cao thế từ 66KV trở lên; trường học, bệnh viện…	Mức độ sạt lở nguy hiểm

CHƯƠNG VI: ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP KHOA HỌC CÔNG NGHỆ VÀ QUẢN LÝ PHỤC VỤ PHÒNG CHỐNG SẠT LỞ, QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG, KHAI THÁC SỬ DỤNG CÓ HIỆU QUẢ KHÔNG GIAN VEN SÔNG VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI

6.1. Các yêu cầu kinh tế-xã hội-môi trường đối với đoạn sông nghiên cứu

6.1.1. Yêu cầu về phòng chống lũ, ngập

Các giải pháp khi xây dựng bảo vệ bờ chống xói lở cần đảm bảo:

- Có diện tích mặt cắt thoát lũ dưới mực nước thiết kế đủ để thông qua an toàn lưu lượng thiết kế;

- Có đường bờ ổn định, không bị dòng chảy và sóng làm sạt lở.

- Đảm bảo an toàn cho con người sống, làm việc trên hành lang trước nguy cơ xói lở.

Nguyên nhân gây ngập úng khu vực hạ du Đồng Nai – Sài Gòn:

- *Do tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng:* biến đổi khí hậu làm cho mưa lớn tập trung nhiều, tần suất xuất hiện hay chu kỳ lặp lại của trận mưa lớn ngày càng nhanh hơn so với trước đây, xu thế biến đổi mực nước lớn nhất hàng năm tại trạm Biên Hòa từ năm 1988 đến 2015 cũng có xu thế tăng mạnh, mức tăng trung bình 1,62cm/năm so với gốc 151.5cm. Đặc biệt từ năm 2007, 2012 đến nay, mực nước lớn nhất năm đều lớn hơn báo động III. Trận ngập lụt ngày 16-17/10/2016 lại rơi đúng vào thời kỳ triều cường kết hợp với mưa lớn trên diện rộng nên gây ra ngập lụt nghiêm trọng. Lũ và triều vận động ngược chiều nhau, nên triều là trở ngại chính cho việc thoát lũ, làm gia tăng ngập lụt. Số lần xuất hiện hàng năm của mực nước lớn nhất vượt quá giá trị cho trước ngày càng nhiều so với trước đây.

- *Do tốc độ đô thị hóa quá nhanh, hạ tầng thoát nước đầu tư không kịp*. Trước đây, TP.Biên Hòa chỉ có hơn 200 ngàn dân, nhưng hiện đã tăng lên hơn 1 triệu dân, đông hơn 30 tỉnh, thành khác trong cả nước.

- *Hệ thống thoát nước chưa đồng bộ, xuống cấp* nên không thoát nước kịp, chưa có nguồn vốn lớn đầu tư dự án thoát nước lớn đồng bộ.

- *Ý thức người dân chưa cao*: do nhiều người dân vứt rác bừa bãi xuống suối, cầu, khiến mưa lớn, rác cản dòng chảy, nước không thoát được, thậm chí người dân ven các đường lớn còn quét rác, đất xuống các miệng cống thoát nước, gây bồi lắng, khi mưa lớn nước thoát chậm.

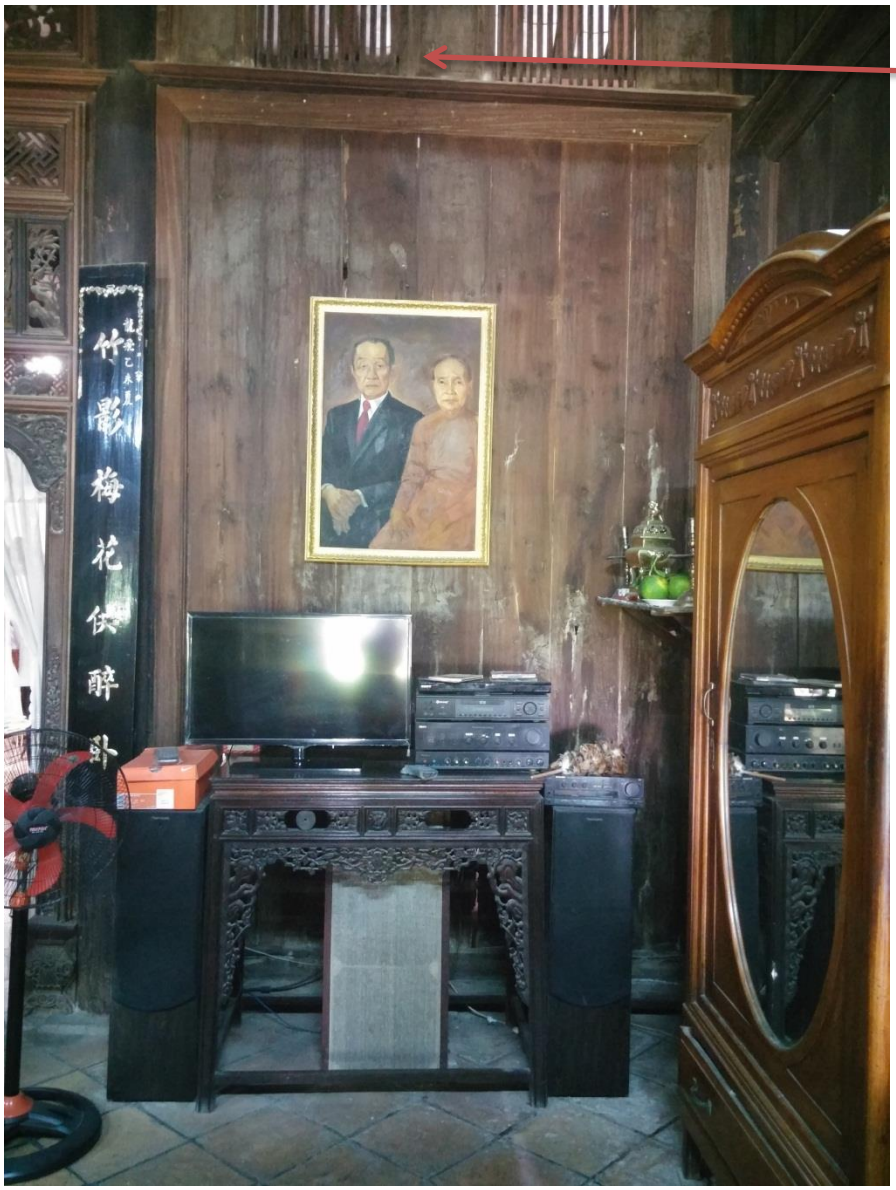
- *Lũ thượng nguồn:* Hiện tượng lũ cũng ngày càng gia tăng và Đồng Nai bị tác động mạnh do điều tiết của hồ Trị An nên khi biến đổi khí hậu sẽ gây mưa, lũ nhiều hơn cùng với tác động của triều cường sẽ ảnh hưởng nặng nề.

- *Nước biển dâng:* đến cuối thế kỷ, dự báo mực nước biển dâng khoảng 70-80cm ảnh hưởng đến ngập ngập lụt vùng đồng bằng Nam Bộ nói chung (theo kịch bản BĐKH và nước biển dâng do Bộ TNMT công bố).

Một số trận lũ điển hình trên lưu vực sông Đồng Nai như trận lũ 10/1952, 10/1978, 10/2000, 10/2007…

Trận bão VAE tháng X-1952 đổ bộ vào ven biển miền Trung, trên hầu khắp lưu vực hệ thống sông Đồng Nai đã có mưa lớn gây nên trận lũ lịch sử 1952. Lượng mưa 3 ngày max tại một số địa điểm trên lưu vực nhiều nơi đạt xấp xỉ 300 mm, thậm chí có nơi đạt đến gần 500 mm như Đà Lạt, Di Linh, Bến Cát....

Năm 1952 lũ rất lớn tần suất xuất hiện khoảng 2%. Ngay tại khu dân cư của phường Quyết Thắng gần Đình thờ Phước Lư ngày nay vẫn còn in dấu vết mực nước lũ ngập năm từ 1952 trên tường của một ngôi nhà cũ cho thấy mực nước ngập vào năm 1952 cao khoảng 3m. (Ngôi nhà này có địa chỉ 59/2 Đường CMT8 P. Quyết thắng Biên Hòa Chủ nhà Bà Phạm thị Sự sinh năm 1934). Kết quả điều tra khảo sát thực địa tham vấn cộng đồng của dự án tháng 10 năm 2016 cũng có kết quả điều tra vết lũ tại nhà ông Nguyễn Hảo Thoại như sau:



Vết lũ 1952 cao khoảng trên 3m

Hình 6- 1: Vết lũ năm 1952 tại nhà ông Nguyễn Hảo Thoại 67/CMT8 (số cũ 145C khu phố 3)

Trong lịch sử cũng đã có những trận lũ đột biến với cường độ mạnh khác thường như đã xảy ra vào tháng 10 năm 1952, lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất tại Biên Hoà là 12.500 m^3/s.

Kết quả điều tra nghiên cứu về lũ lịch sử tháng X năm 1952 (năm Nhâm Thìn) cho thấy lưu lượng nước lũ tại Trị An đạt tới 11.000 m^3/s ứng với tần suất lũ khoảng 2%.

Bảng 6- 1: Cao trình mực nước lũ ở các vị trị theo mức lũ lịch sử 1952 (theo quyết định 592 –QĐ/TN ngày 02/10/1987)

TT	Vị trí	Cao trình mực nước lũ (m)
1	Thị trấn Phú Cường	1.62
2	Phú An, Bến Cát	1.81
3	Trạm bơm TNI, Bến Cát	2.70
4	Bến Sức, Bến Cát	4.00
5	Thạnh An, Bến Cát	6.51
6	Dầu Tiếng, Bến Cát	9.50
7	Phú Mỹ, Củ Chi	3.92
8	Bùng Binh, Đơn Thuận	5.50
9	Sóc Lao, Đơn Thuận	5.50
10	Cầu Bến Nảy, Củ Chi	2.40
11	Cầu Láng The, Củ Chi	2.30
12	Cầu Bà Nõn	2.40
13	Cầu Bông, Hóc Môn	2.58
14	Lái Thiêu	1.70
15	Hiệp Bình, Thủ Đức	1.50
16	Cầu Rạch Chiếc	1.90
17	Cầu Phước Bình	1.84
18	Cát Lái	1.98

Theo Viện KHTL Miền Nam kết quả điều tra lũ lịch sử trên các sông như sau:

Bảng 6- 2 Lưu lượng và module đỉnh lũ bình quân và lớn nhất thực đo tại 1 số vị trí

Trạm	Flv (km^2)	Số năm	Qbqmax (m^3/s)	Mbq (m^3/skm^2)	Qmax (m^3/s)	Mmax (m^3/skm^2)	Thời gian xuất hiện
Đran	775	54			3.200	4,129	V/1932
Đại Nga	374	19	97,5	0,260	155	0,414	20/VIII/1984
Tà Pao	2.000	23	612,7	0,305	979	0,487	07/IX/1982
Phú Điền	3.070	6	596,0	0,194	798	0,260	06/IX/1990
Biên Hoà	22.900	ĐT			12.500	0,546	X/1952
Phước Hoà	5.765	ĐT			4.000	0,694	X/1952
Dầu Tiếng	2.700	ĐT			2.300	0,852	X/1952

Trong các công trình thủy lợi như hồ sông Quao, thủy điện Đại Ninh đều coi lũ 1952 ứng với lũ có tấn suất P=2%.

Hiện chưa có tiêu chuẩn chống lũ cho khu vực hạ du Đồng Nai Sài Gòn, tuy nhiên các tiêu chuẩn chống lũ được xác định dựa trên việc chống được lũ lịch sử đã xảy ra trên lưu vực. Vì vậy yêu cầu về phòng chống lũ, ngập úng vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn được xác định chống với lũ lịch sử với tần suất P=2%.

6.1.2. Yêu cầu về giao thông thủy

Các giải pháp khi xây dựng bảo vệ bờ chống xói lở cần đảm bảo:

- Không làm cản trở hoạt động của các phương tiện giao thông thủy trên sông, không làm giảm khả năng tiêu, thoát lũ;

- Lòng dẫn của đoạn sông thượng, hạ lưu cầu cần ổn định, sao cho khi tuyến sông xê dịch không phá sập đầu cầu, tường dẫn, làm cản trở giao thông hoặc thậm chí làm cầu mất hết tác dụng.

- Dòng chảy thượng hạ lưu cầu nối tiếp thuận lợi, tránh tạo thành các dòng chảy xiên nguy hiểm, uy hiếp an toàn của mố cầu, trụ cầu.

- Riêng với khu vực thành phố, công trình cầu cần được kết nối liên hoàn và hài hòa với các công trình dọc sông, trong đó chú ý đến các điểm nhấn kiến trúc, cảnh quan.

Tiêu chuẩn về chạy tàu: Kích thước tiêu chuẩn của luồng chạy tàu phải tính theo các điều quy định tương ứng sau đây:

- Độ sâu yêu cầu chạy tàu tiêu chuẩn

$$H = t + \Delta H$$

Trong đó:

H : Độ sâu yêu cầu chạy tàu tiêu chuẩn của luồng (m);

t: Mớn nước tiêu chuẩn của tàu (m);

ΔH : Dự phòng chiều sâu nước chạy tàu yêu cầu (m).

- Chiều rộng luồng lạch chạy tàu tiêu chuẩn

$$B = b1 + L1\sin + b2 + L2\sin\alpha + 2D + \Delta b$$

Trong đó:

B Chiều rộng của một luồng giao thông hai làn (m);

b1, b2 Các chiều rộng của đội tàu theo hướng ngược/xuôi;

L1, L2 Các chiều dài của đội tàu đẩy theo hướng ngược/ xuôi, hay chiều dài của sà lan dài nhất trong trường hợp đội tàu kéo (m);

α Góc trôi giạt của đội sà lan hay tàu đang chạy có thể lấy bằng 3-5o;

D Dự phòng khoảng cách giữa thành tàu và biên luồng (m);

Δb Dự phòng khoảng cách giữa các mạn tàu của hai đoàn sà lan (m);

- Bán kính cong tối thiểu của luồng:

Bán kính cong tối thiểu (Rmin) của luồng chạy tàu có thể lấy bằng 3 lần chiều dài của đội sà lan đẩy hoặc 4 lần chiều dài sà lan dài nhất của đội tàu kéo. Nếu áp dụng biện pháp mở rộng hoặc nếu chế độ dòng chảy êm thuận và điều kiện quan sát lẫn nhau khi lái tàu khá tốt thì có thể giảm bán kính cong một cách thoả đáng nhưng trong mọi trường hợp Rmin cũng không được nhỏ hơn 2 lần chiều dài đội sà lan đẩy hoặc 3 lần chiều dài sà lan dài nhất của đội tàu kéo.

- Điều kiện dòng chảy trên luồng chạy tàu: lưu tốc dọc mặt nước cực đại tại và dưới mực nước chỉnh trị cần có giá trị nhỏ hơn 2,0m/s.

6.1.3. Yêu cầu về cống thoát nước

Không gây ảnh hưởng đến xói lở, bồi lấp các cửa cống lấy nước của các công trình lấy nước trên sông, không ảnh hưởng đến môi trường

6.1.4. Yêu cầu về xây dựng thành phố các khu dân cư

- Đảm bảo không gian công cộng cùng với việc chỉnh trang xây dựng các không gian công cộng như không gian giao thông và không gian xanh dọc theo các con sông nhằm cải thiện chức năng phòng chống thiên tai của thành phố và bảo tồn không gian sông nước tự nhiên trong thành phố.

– Hình thành không gian có những hoạt động đa dạng như du lịch sinh thái, nghỉ ngơi, giải trí, học tập, vui chơi,... đồng thời khai phá những tiềm năng mới, tạo ra vị thế lớn hơn cho con sông.

– Về mặt văn hóa lịch sử, sẽ phát triển các cảnh quan thiên nhiên, bảo tồn các di tích văn hóa lịch sử ven sông. Ngoài ra, có thể kết hợp phát triển công viên ven sông thành lộ trình thám hiểm các di tích văn hóa lịch sử ven sông, tạo nét mới cho du lịch thành phố.

- Ngoài ra, có thể kết hợp phát triển công viên ven sông thành lộ trình thám hiểm các di tích văn hóa lịch sử ven sông, tạo nét mới cho du lịch thành phố; Phát triển đô thị dọc hai bên sông một cách hợp lý song song với việc bảo tồn sinh thái tự nhiên của sông. Ổn định bờ sông, lòng sông, chống sạt lở ổn định khu dân cư và các cơ sở hạ tầng bằng công trình bảo vệ bờ, chỉnh trị sông kết hợp tạo nên cảnh quan đô thị sạch đẹp, tạo điểm nhấn cho cho đô thị.

6.1.5. Yêu cầu về môi trường và cảnh quan

Đảm bảo yêu cầu thuộc các ngành xây dựng đô thị, môi trường và du lịch

-Khai thác và sử dụng tài nguyên nước cần xem xét đến các yếu tố sinh thái và môi trường như duy trì dòng chảy sinh thái, dòng chảy môi trường để có thể bảo tồn các hệ sinh thái, duy trì khả năng tái tạo của nguồn nước trong lưu vực.

-Về mặt sinh thái tự nhiên, phát triển hài hòa cảnh quan, hình thành trục cây xanh dọc sông, phục hồi tính đa dạng của các loài sinh vật của sông, cải thiện không gian ven sông và khu vực bãi ven hai bờ sông.

-Phát triển đô thị dọc hai bên sông một cách hợp lý song song với việc bảo tồn sinh thái tự nhiên của sông. Về mặt sinh thái tự nhiên, phát triển hài hòa cảnh quan, hình thành trục cây xanh dọc sông, phục hồi tính đa dạng của các loài sinh vật của sông, cải thiện không gian ven sông và khu vực bãi ven hai bờ sông.

- Khai thác và sử dụng tài nguyên nước cần xem xét đến các yếu tố sinh thái và môi trường như duy trì dòng chảy sinh thái, dòng chảy môi trường để có thể bảo tồn các hệ sinh thái, duy trì khả năng tái tạo của nguồn nước trong lưu vực.

- Với sông qua đô thị, yếu tố môi trường cần đặc biệt coi trọng, từ khâu xử lý nước thải không gây ô nhiễm đến việc chủ động tái tạo môi trường sinh thái vừa phù hợp với điều kiện tự nhiên khu vực, vừa đáp ứng được nhu cầu an dưỡng, nghỉ ngơi, du lịch của người dân sống ven sông.

Đảm bảo yêu cầu về khai thác sử dụng quỹ đất ven sông

- Phòng, chống lấn chiếm bờ sông, kênh, rạch và sử dụng đất không đúng theo mục đích đất đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt.

- Tạo quỹ đất để xây dựng các hệ thống hạ tầng kỹ thuật dọc sông, kênh, rạch (như đường giao thông, hệ thống cấp nước, thoát nước, xử lý nước thải, lắp đặt biển báo hiệu hàng hải, đường thủy nội địa, công trình điện, thông tin liên lạc, trồng cây và bảo vệ cây chắn sóng, xây dựng công trình chống sạt lở bờ sông, xây dựng công trình thủy lợi và các công trình khác), xây dựng công trình phục vụ lợi ích công cộng, công viên, cây xanh nhằm đảm bảo vệ sinh

môi trường và cảnh quan đô thị thành phố"

6.2. Định hướng quy hoạch chỉnh trị tổng thể cho khu vực sông nghiên cứu

6.2.1. Quan điểm quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội của các tỉnh vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

- Tuân thủ các quy định của Luật Tài nguyên nước, luật Phòng chống thiên tai và các quy định pháp luật có liên quan.

- Đảm bảo an toàn phòng, chống lũ, bảo vệ lòng bờ, bãi sông có tính đến tác động của biến đổi khí hậu; bảo đảm phát triển kinh tế, xã hội và môi trường bền vững.

- Đáp ứng yêu cầu trước mắt, dành điều kiện cho sự phát triển trong tương lai và ứng phó với những bất thường chưa lường hết được.

- Thực hiện đồng bộ các giải pháp công trình và phi công trình theo quan điểm quản lý rủi ro tổng hợp, đẩy mạnh các giải pháp phi công trình, tăng cường hiệu lực công tác quản lý.

- Đảm bảo tính kế thừa.

6.2.2. Nguyên tắc quy hoạch chỉnh trị sông bảo vệ bờ và quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội của các tỉnh vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

a) Có tầm nhìn chiến lược:

Quy hoạch chỉnh trị sông bảo vệ bờ kết hợp quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội của các tỉnh vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai cần có tầm nhìn, kế hoạch phát triển lâu dài, đảm bảo được sự quan tâm của cộng đồng.

b) Có kết nối, đa chức năng, đảm bảo cảnh quan, sinh thái, môi trường và chất lượng cao.

Các công trình bảo vệ bờ và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội phải đảm bảo đa chức năng và chất lượng cao, đảm bảo an toàn phòng lũ và an toàn cho hoạt động của con người vùng hành lang bảo vệ nguồn nước, đảm bảo chất lượng nguồn nước và môi trường, duy trì năng lực tái sinh của thủy sinh vật, đa dạng sinh học và tính liên tục của công năng sông.

c) Có sự tham gia của cộng đồng và sự phối hợp đa ngành.

Có sự tham gia ngay từ đầu của cộng đồng cư dân và doanh nghiệp khu vực có liên quan, phải phối kết hợp chặt chẽ với quy hoạch tổng thể các đô thị, quy hoạch sử dụng đất đai và các quy hoạch khác có liên quan.

d) Có mang tính bản sắc (đô thị, nông thôn) kết nối con người và không gian và thu hút các nguồn lực đầu tư

Các công trình bảo vệ bờ cần kết nối để nhằm nâng cao khả năng tiếp cận của cư dân đô thị, nâng cao khả năng lựa chọ các hoạt động và dịch vụ, tạo điều kiện cho sự giao tiếp và gắn kết xã hội, tạo nên các không gian đô thị sinh động và an toàn. Để quy hoạch chỉnh trị sông kết hợp với quy hoạch sử dụng vùng ven sông được thực hiện thì cần có nguồn lực tài

chính và con người. Vì vậy mô hình hợp tác công tư thu hút các nguồn lực đầu tư là cần thiết, từ đó tạo nên giá trị bản sắc đô thị, bảo tồn những giá trị lịch sử đô thị. Quá trình cải tạo xây dựng bờ sông cần thực hiện liên tục và thường xuyên.

6.2.3. Định hướng đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ và quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội của các tỉnh vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

Định hướng chỉnh trị đoạn sông qua thành phố và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội.

Sử dụng hiệu quả, hài hòa đặc tính của dòng sông, kết nối dòng sông và bảo vệ hệ sinh thái tự nhiên

Sử dụng đầy đủ hệ sinh thái luôn khác nhau và đa dạng, phong phú của dòng sông có xem xét đặc tính của dòng sông. Tận dụng tối đa các yếu tố địa hình của khu vực để bố trí các khu chức năng đảm bảo cảnh quan sinh thái ven sông. Khai thác kết nối dòng sông phục vụ đa mục tiêu du lịch và giao thông thủy. Giải pháp công trình bảo vệ bờ, quy hoạch chỉnh trang cải tạo dòng sông, ngoài việc đảm bảo các chức năng kiểm soát lũ, việc cải thiện các chức năng môi trường, sử dụng thích hợp các dòng sông là mục tiêu quan trọng.

Tạo vùng an toàn ứng phó với BĐKH.

Tạo thêm các vùng đệm trữ lũ khi có lũ lớn bằng cách tạo tuyến đường mới kết hợp đê bao tạo các hành lang mềm ngăn cách giữa các khu dân cư với khu nông nghiệp, dịch vụ du lịch, kết hợp hài hòa với khu vực sinh thái tự nhiên.

Có tính liên kết vùng, đặc biệt các vùng giáp gianh

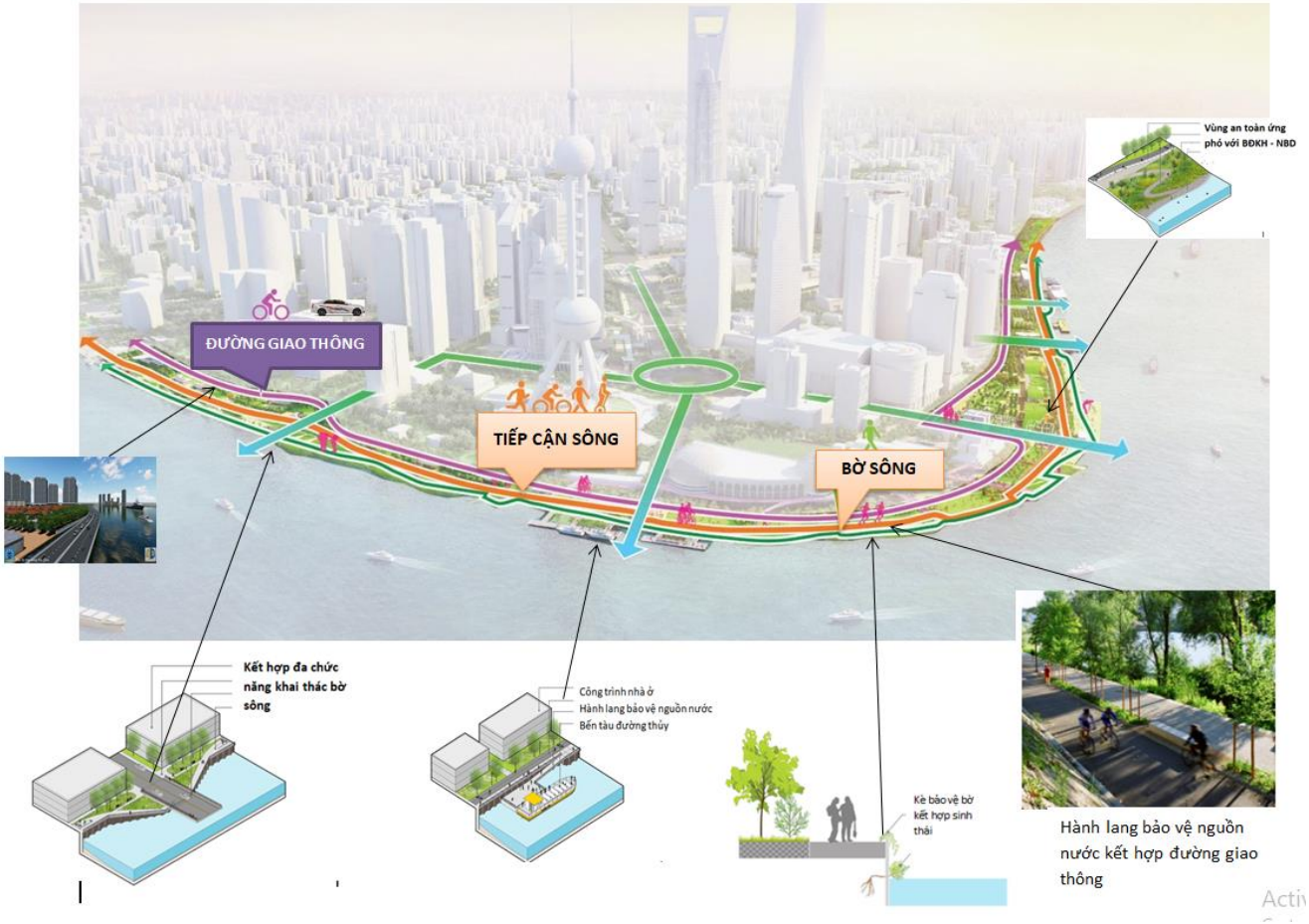
Các giải pháp bảo vệ bờ và quy hoạch cho các phân khu này phải kết nối được với các khu vực khác trên sông và đồng bộ, kết hợp hài hòa giữa vùng giáp gianh. Trong khu vực ven sông khi thiết kế công trình bảo vệ bờ, khai thác dòng sông và các cơ sở hạ tầng kỹ thuật cần thống nhất đảm bảo tính liên tục không gian đô thị.

Có tính bản sắc đô thị

Đối với các đoạn sông đi qua khu đô thị, khu dân cư tập trung, khi thực hiện các giải pháp công trình bảo vệ bờ cần quan tâm đến không gian sống động, với mỗi tỉnh, vùng miền cũng có thể tạo sự khác biệt nhau về hình thức tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan và hoạt động trên đó nhằm tạo ra một điểm khác biệt của mỗi vùng những vẫn đảm bảo tiêu chí bảo vệ bờ kết hợp cải tạo cảnh quan sinh thái.

Có tính truyền thống kết hợp với hiện đại

Sử dụng các biện pháp công trình bảo vệ bờ truyền thống có ứng dụng khoa học công nghệ hiện đại, đảm bảo cảnh quan, sinh thái, môi trường phù hợp với quan điểm chỉnh trị sông hiện đại.



Hình 6- 2: Ví dụ về các giải pháp bảo vệ bờ kết hợp quy hoạch khai thác sử dụng vùng ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội.

6.2.4. Đề xuất các giải pháp khoa học-công nghệ để ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội

1. Xây dựng hệ thống quan trắc xói lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai.

Đối với các đoạn sông có nguy cơ bị xói lở bờ, không đi qua khu dân cư tập trung, chưa thực hiện các biện pháp công trình bảo vệ bờ, cần thực hiện quan trắc xói lở bờ sông để có giải pháp ứng phó kịp thời.

a. Các phương pháp quan trắc xói lở bờ

- Quan trắc xói lở bờ sông dựa trên mốc quan trắc xói lở bờ

Xói lở bờ sông thường phân bố không đều dọc sông mà có sự biến thiên rất lớn theo không gian và thời gian. Các số liệu đo đạc khảo sát mặt bằng của 1 con sông thường không đủ chi tiết để phản ánh sự biến thiên này theo không và thời gian.

Tuy nhiên đối với phạm vi nhỏ thì các số liệu này hoàn toàn có thể thu thập được thông qua việc sử dụng các mốc quan trắc xói lở bờ (erosion pins). Một hệ thống các tuyến mốc quan trắc xói lở bờ cho phép đánh giá mức độ xói lở chi tiết theo thời gian mà không đòi hỏi chi phí đo đạc quá tốn kém.

Theo (Colin, 1981), (Wolman, 1959) là người đầu tiên cọc sử dụng mốc quan trắc xói lở để đánh giá xói lở bờ sông. Rất nhiều nhà khoa học sau này đã sử dụng mốc quan trắc xói lở bờ sông trong các nghiên cứu của mình như (Thorne, 1978) và (Hooke, 1980).

Ban đầu, mốc xói lở bờ được làm bằng các loại dây thừng đã có gia cố với đường kính khoảng 6 mm và được chèn, chôn sâu vào trong vách bờ, chỉ chừa ra 1 đoạn nhỏ để đánh dấu vị trí. Quá trình xói lở vách bờ sẽ làm chiều dài đoạn thừng nhô ra nhiều hơn và qua đo đạc chiều dài thực tế của các đoạn thừng nhô ra khỏi vách bờ, có thể đánh giá được tốc độ xói lở. Tập hợp nhiều số liệu xói lở trên các tuyến đo có thể cho ta biết được mức độ xói lở trên toàn bộ 1 đoạn sông nghiên cứu.

Khoảng cách giữa các mốc quan trắc xói lở trên 1 tuyến quan trắc thường phụ thuộc vào mức độ chi tiết cần thiết của nghiên cứu và thường dao động trong phạm vi từ 1 đến 5 m. Và trên 1 tuyến đo phải bố trí ít nhất từ 2 đến 3 mốc đo. Thời điểm quan trắc lý tưởng nhất là sau 1 trận lũ, sau 1 trận mưa lớn hoặc trong quá trình diễn ra lũ.

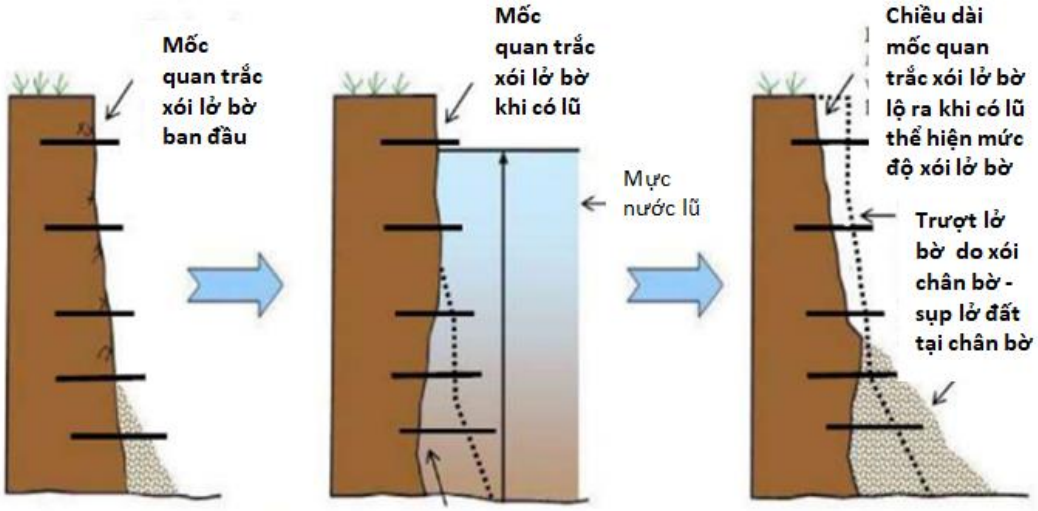
Các mốc quan trắc xói lở có thể thiết lập cho hầu như mọi bờ có cấu tạo đất khác nhau, tuy nhiên đối với đất có lẫn cuội, sỏi thì các nghiên cứu trước đây cho thấy là không phù hợp để áp dụng. (Thorne, 1978)

Một điểm quan trọng nữa là việc thiết lập các mốc quan trắc xói lở bờ phải đảm bảo 1 nguyên tắc là không làm ảnh hưởng hoặc làm gia tăng tới hiện tượng xói lở vách bờ và thềm bờ sông. Việc chôn các mốc quan trắc xói lở bờ với mật độ quá dày hoặc sử dụng vật liệu có đường kính lớn có thể làm gia tăng tốc độ xói lở bờ hoặc dẫn tới việc sạt lở cả 1 mảng bờ lớn.

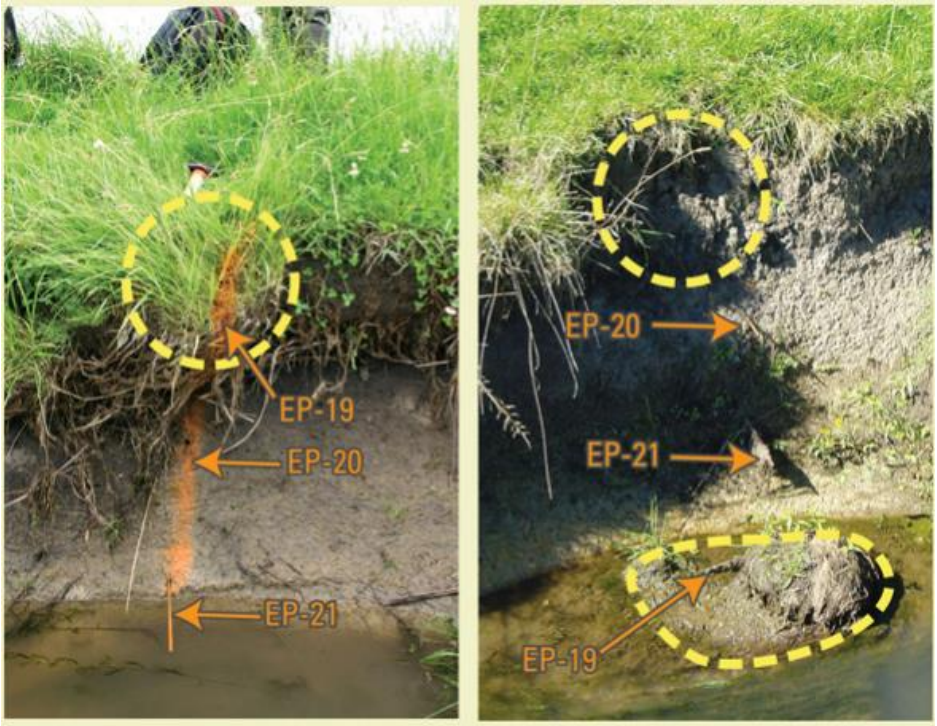
Đối với các dạng xói lở bờ sông có cường độ lớn thì mốc quan trắc xói lở bờ phải đủ dài để đảm bảo các mốc này vẫn còn được giữ lại ở vách bờ sau khi đã xảy ra sạt lở. Thông thường, chiều dày xói lở lớn nhất dao động từ khoảng 0.4-0.8 m (Thorne, 1978); và do vậy các mốc xói lở bờ nên có chiều dài dao động trong khoảng từ 0.3-0.5 m. Chiều dài này cũng xấp xỉ với chiều dài của các mốc đã được (Wolman, 1959) sử dụng. Mốc xói lở bờ quá ngắn sẽ dễ bị cuốn mất khi xảy ra sạt lở và do vậy thông tin về sạt lở sẽ chỉ phản ảnh được phạm vi sạt lở chứ không phản ánh được tốc độ và tính chất của xói lở. Tuy nhiên, nếu sử dụng nhiều tuyến mốc quan trắc xói lở thì có thể tham khảo vào các số liệu ở các tuyến lân cận.

Đối với sông lớn, có vách bờ cao, các mốc xói lở bờ thường không đủ để đánh giá xói lở bờ. Trong trường hợp này cần sử dụng phương pháp đo đạc định kỳ các mặt cắt ngang để giám sát xói lở bờ.

Ngoài ra, khi hiện tượng xói lở bờ kiểu hàm ếch hoặc phạm vi xói lở nằm bên dưới mực nước thì không nên áp dụng các mốc xói lở bờ để quan trắc xói lở. Trường hợp này phải dùng các thiết bị quan trắc chuyên dụng như thiết bị hồi âm quét sườn hoặc hồi âm đa tia để đo đạc hình dạng mặt cắt và vách bờ phần ở dưới nước.



Chân bờ bị xói lở bờ do tác động của dòng chảy



June 24, 2004 September 17, 2004

Hệ thống quan trắc xói lở bờ bằng các mốc xói lở có thể thiết lập, bảo dưỡng và đo đạc 1 cách nhanh chóng, dễ dàng. Không cần phải sử dụng thiết bị kỹ thuật phức tạp, đắt tiền.

Hệ thống quan trắc xói lở bờ bằng các mốc xói lở khá rẻ vì có thể sử dụng vật liệu địa phương như tre, gỗ hoặc que thép. Với khoảng 100 mốc quan trắc xói lở bờ làm bằng tre chỉ tốn vài trăm nghìn tiền vật liệu và từ 2, 3 ngày công cho 1 nhóm 2, 3 người.

Mốc xói lở bờ có thể giám sát được sự xói lở bờ rất nhỏ (vài cm) và chính xác hơn rất nhiều so với các phương pháp đo đạc các mặt cắt ngang truyền thống. Do vậy phương pháp này đặc biệt phù hợp với các đoạn sông nhỏ, có tốc độ xói lở bờ bé và quy mô xói lở bờ không lớn lắm. Việc quan trắc xói lở bờ cho kết quả ngay và có thể phục vụ đánh giá nhanh hiện tượng xói lở bờ.

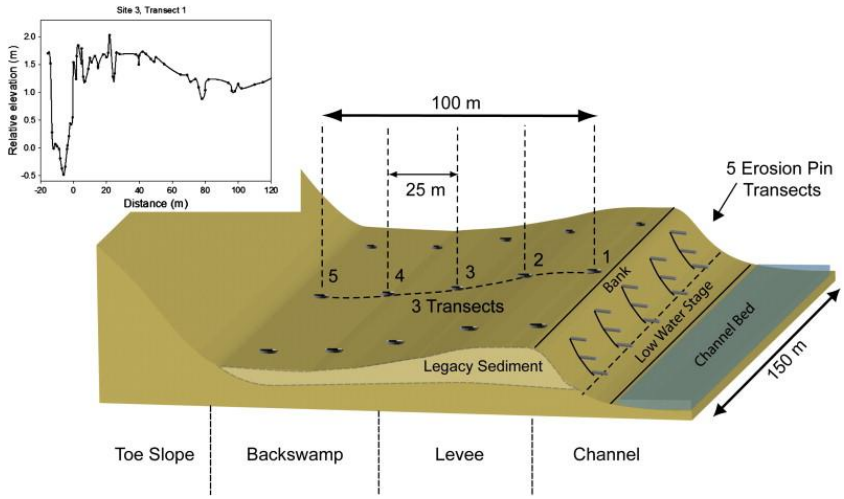
Tùy thuộc vào tính chất xói lở và chiều dài của mỗi đoạn bờ bị xói lở mà bố trí các tuyến quan trắc xói lở bờ tương ứng. Nếu đoạn bờ xói lở tương đối đều, không có những điểm xói lở đột biến, bất thường thì có thể bố trí các tuyến quan trắc đều và khoảng cách giữa các tuyến quan trắc từ 50m đến 100m. Trường hợp trên đoạn quan trắc xói lở có điểm xói lở bất thường thì phải bố trí tuyến quan trắc xói lở tại vị trí xói lở bất thường.

Các tuyến quan trắc xói lở bờ phải đánh số thứ tự, theo chiều từ thượng lưu xuống hạ lưu và ghi chú bờ tả hay bờ hữu. Mã của tuyến quan trắc xói lở bờ có thể dùng 2 chữ cái đầu tên của thôn, hoặc xã.

Dụng cụ để thiết lập các mốc xói lở bờ đơn giản là các cọc gỗ, cọc tre, que tre, que thép, sơn màu đỏ hoặc vàng và cờ đỏ đánh dấu. Kích thước các cọc gỗ, cọc tre, que tre và que thép mô tả ở phần bên dưới. Việc lựa chọn vật liệu gỗ, tre hay thép tuỳ thuộc vào loại đất bờ sông cần quan trắc xói lở.

Trên 1 tuyến xói lở, cần bố trí các cọc mốc xói lở trên vách bờ và trên thềm bãi sông. Trên vách bờ sông, cần bố trí các mốc xói lở từ điểm có mực nước thấp nhất trong mùa kiệt tới điểm trên cùng của thềm bãi, tốt nhất là điểm ở bên trên mực nước lũ cao nhất đã từng xuất hiện.

Đối với phần thềm bãi, các mốc quan trắc xói lở bờ có thể có thể làm bằng thanh gỗ hoặc thanh tre, có chiều dài từ 40 cm đến 50 cm, đường kính từ 8 đến 10 cm, 1 đầu được vát nhọn để cắm vào đất. Cọc mốc xói lở phải cắm vào trong đất và nhô lên trên khỏi mặt đất tự nhiên khoảng 5 đến 7 cm. Có sơn màu đỏ hoặc vàng hoặc buộc cờ để đánh dấu. Khoảng cách giữa các cọc dao động từ 5, 10 đến 25m tuỳ thuộc vào chiều rộng của bãi và tốc độ xói lở.



Hình 6- 3: Sơ hoạ bố trí các mốc quan trắc xói lở bờ và bãi sông

Hình 6- 4: Minh hoạ bố trí các mốc quan trắc xói lở bờ

Đối với phần vách bờ, các mốc quan trắc xói lở bờ có thể làm bằng các que tre vát mỏng (dày từ 2-3 cm) hoặc bằng que thép có chiều dài khoảng 50 cm. Mốc quan trắc xói lở bờ phải nhô ra khỏi vách bờ khoảng 5 -7 cm, sơn màu đỏ, vàng. Vị trí cắm mốc quan trắc xói lở ở vách bờ cũng có thể cắm cờ để dễ quan sát và cảnh báo để không gây nguy hiểm cho người dân sinh sống ở ven sông.

- Quan trắc xói lở bờ sông dựa trên quan trắc mặt cắt ngang

Mặt cắt ngang là các số liệu quan trọng trong đánh giá diễn biến lòng dẫn và xói lở bờ, đặc biệt là đối với những trường hợp xói lở bờ do dòng chảy vòng hoặc do dịch chuyển dòng chủ lưu hay hạ thấp lòng dẫn.

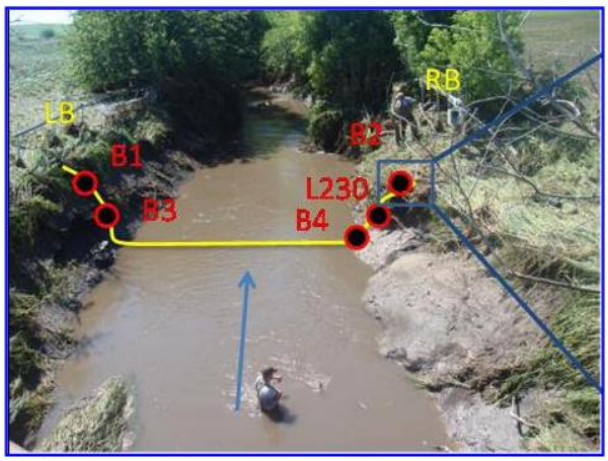
Việc đo đạc định kỳ và đồng bộ các mặt cắt ngang trong các thời kỳ khác nhau sẽ là cơ sở để so sánh và đánh giá mức độ bồi xói của lòng sông, đưa ra xu thế diễn biến của lòng dẫn và bờ sông trong tương lai. Tuy nhiên để có thể đưa ra các đánh giá và phân tích diễn biến lòng dẫn có độ tin cậy cao thì cần phải có chuỗi số liệu đo đạc đủ dài, và các số liệu đo đạc phải đảm bảo tính thống nhất và đồng bộ.

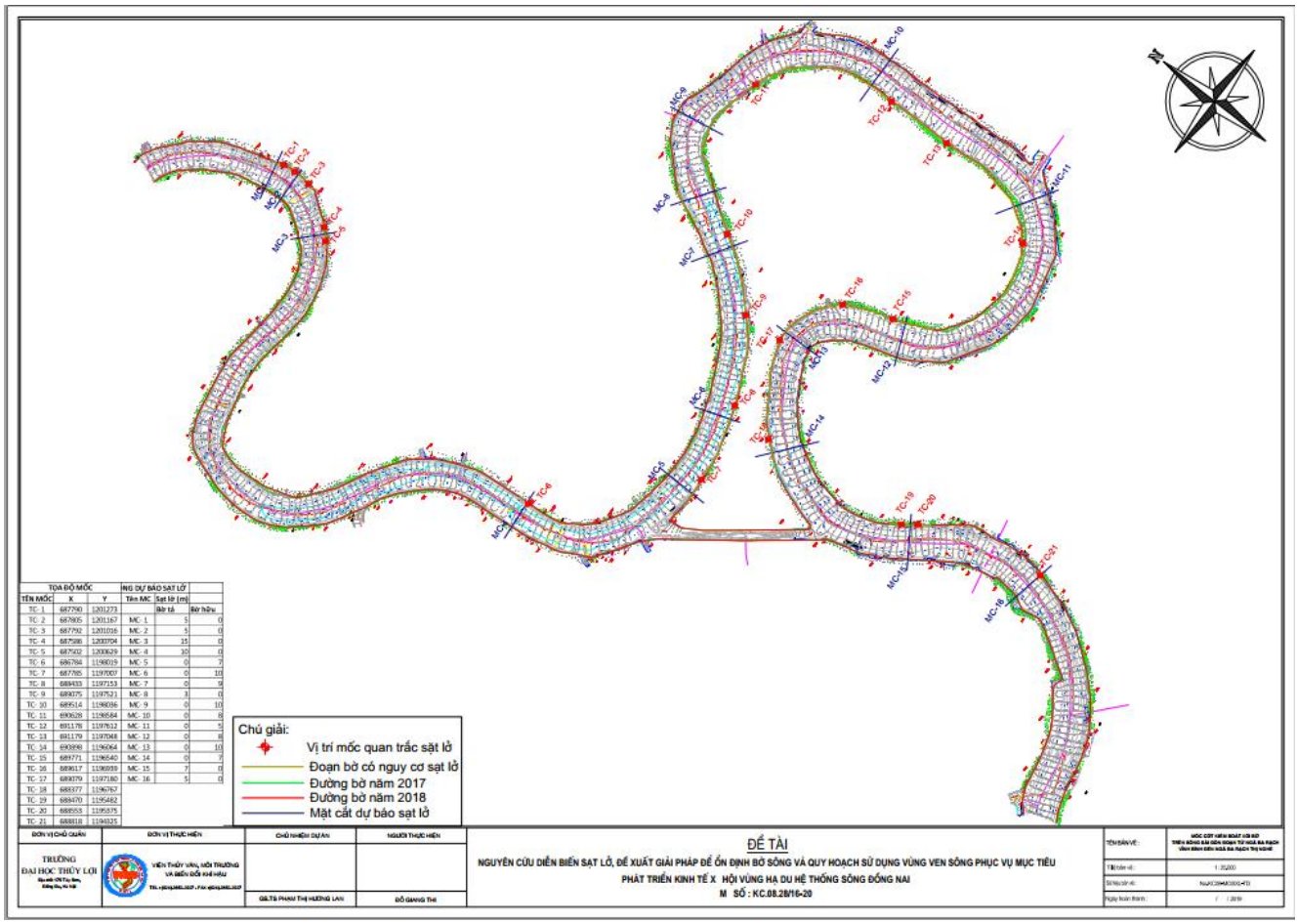
Trong nghiên cứu dự báo diễn biến lòng dẫn và xói lở bờ bằng phương pháp mô hình toán các số liệu mặt cắt ngang là những số liệu quan trọng để thiết lập địa hình đáy sông trong mô hình.

Vị trí các mặt cắt ngang được đo đạc định kỳ cần được đặt ở cả 2 bên bờ, lên tới trên cao trình bãi cao hoặc mực nước cao nhất đã từng xuất hiện và cố định bằng các cọc mốc kiên cố bằng bê tông hoặc thép. Các mốc này phải được truyền dẫn độ cao theo hệ cao độ quốc gia để thuận lợi trong quá trình so sánh.

Phương pháp đo đạc mặt cắt ngang đơn giản nhằm xác định chính xác vị trí đo sâu (toạ độ X, Y) trên mặt cắt ngang của mỗi lần đo sâu, và độ sâu Z tại các điểm đo sâu trên mặt cắt. Đối với đoạn sông có chiều rộng không lớn (B <150m) ít tàu thuyền qua lại, lưu tốc dòng chảy nhỏ thì có thể tiến hành đo đạc mặt cắt ngang đơn giản bằng phương pháp đo sâu trên đường thẳng.

Khi tiến hành đo sâu theo các mặt cắt ngang định sẵn, vị trí của các điểm đo sâu được định rõ bằng đường thẳng của mặt cắt ngang và khoảng cách giữa các điểm với một mốc so sánh. Đường thẳng của mặt cắt ngang được đánh dấu từ một hoặc cả hai bờ bằng các mốc, trong đó có một mốc đóng vai trò mốc so sánh. Cần biết đích xác vị trí của nó trong mối liên hệ với các mốc (cơ sở) hình học.





Hình 6- 5: Các vị trí quan trắc xói lở khu vực nghiên cứu

2. Áp dụng công nghệ bay quét chụp ảnh số Lidar để giám sát xói mòn bờ sông

Công nghệ quét laser từ máy bay (Airborne Laser Scanning) hay còn gọi là Lidar (Light Detection And Ranging) là một công nghệ mới được áp dụng tại Việt Nam. Đây là công nghệ

cho phép đo đạc độ cao chi tiết của địa hình một cách nhanh chóng và chính xác với mật độ các điểm dày đặc. Công nghệ Lidar thể hiện nhiều ưu thế vượt trội so với các công nghệ khác trong việc đo đạc thành lập bản đồ và xây dựng cơ sở dữ liệu cũng như công tác mô phỏng không gian ba chiều.

Hệ thống Lidar bao gồm bộ đầu quét (bộ cảm biến), hệ thống đo quán tính (IMU), hệ thống GPS, hệ thống quản lý bay, hệ thống camera số và hệ thống các thiết bị lưu trữ dữ liệu.

Hệ thống Lidar xác định được tọa độ các điểm trong không gian ba chiều X,Y, Z) bằng việc xác định độ D dài của tia laser, xác định góc phương vị của tia quét (dựa vào các góc xoay của thiết bị và góc quay của gương quét được xác định bằng hệ thống IMU) và hệ tọa độ GPS lựa chọn tại thời điểm quét laser .

LiDAR có thể sử dụng để quan trắc và dự báo xói lở bờ sông, nhờ đặc điểm thu thập dữ liệu nhanh chóng với độ chính các cao và mật độ dữ liệu dày đặc. Công nghệ này cũng có thể được sử dụng để đánh giá nhanh thiệt hại và thiết lập bản đồ thể hiện tình trạng xói lở bờ sông nhanh chóng chính xác.

- Xác định các vị trí và tần suất, thời điểm quan trắc xói lở bờ

Các vị trí quan trắc xói lở bờ sông phải đảm bảo các điều kiện sau:

+ Là các điểm đang bị xói lở hoặc có nguy cơ xói lở nghiêm trọng trong tương lai, có tác động lớn tới các hoạt động dân sinh, kinh tế và xã hội (ví dụ là nơi tập trung đông dân cư, gần đường giao thông, công trình thuỷ lợi, công trình hạ tầng quan trọng, di tích văn hoá..). Đây chính là các vị trí xói lở trọng điểm đã được thống kê ở mục 4

+ Vị trí quan trắc xói lở bờ sông thể hiện xu thế xói lở rõ rệt

+ Vị trí quan trắc xói lở bảo đảm các yêu cầu về mặt kỹ thuật của việc quan trắc xói lở

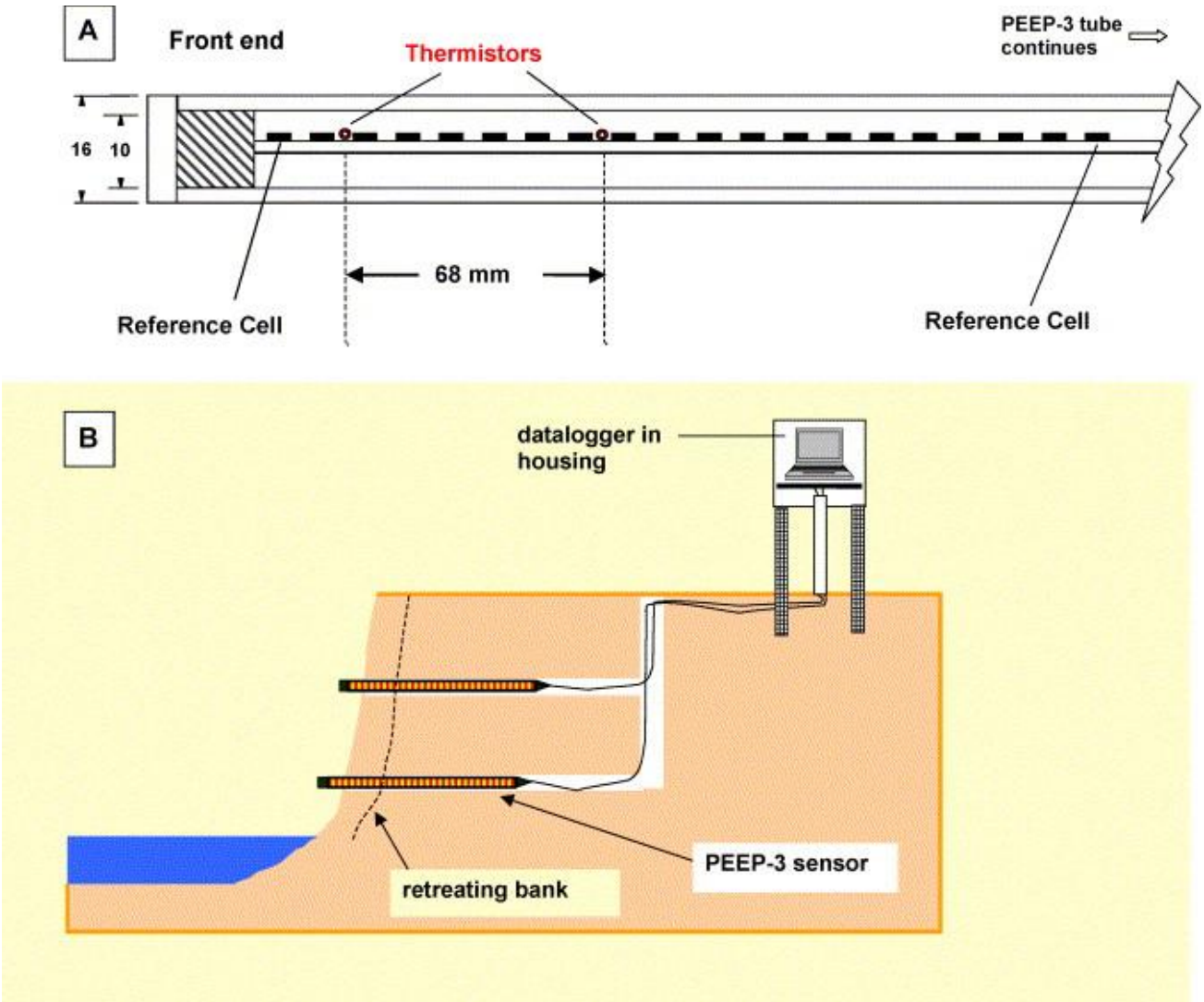
+ Vị trí quan trắc xói lở bờ còn là những điểm có vai trò khống chế sự diễn biến của lòng sông trong xu thế dài hạn, ví dụ như tại những điểm nhập và phân lưu, các điểm đang có xu thế cắt dòng, đổi dòng.

Thông thường, muốn đánh giá diễn biến xói lở bờ sông, người ta phải tiến hành đo đạc định kỳ các mặt cắt ngang hoặc địa hình lòng sông và bãi sông với tỷ lệ thích hợp qua nhiều năm và sử dụng các số liệu đo đạc này để tính toán, xác định diễn biến và quy luật bồi xói. Tuy nhiên việc đo đạc định kỳ các mặt cắt ngang hay địa hình đáy sông cho 1 hệ thống sông lớn đòi hỏi chi phí rất lớn. Ngoài ra, nếu cần đo đạc định kỳ liên tục nhiều lần trong 1 năm (ví dụ như trước và sau 1 trận lũ) thì sẽ không khả thi và tốn kém

Để đánh giá nhanh và tương đối chính xác tốc độ, vị trí và thời gian xói lở bờ, có thể sử dụng phương pháp quan trắc xói lở bờ đơn giản bằng các cọc mốc quan trắc xói lở, bố trí dọc sông, theo các tuyến quan trắc đã định trước. Phương pháp quan trắc xói lở bằng cọc mốc đã được sử dụng khá rộng rãi ở các nước phát triển như Úc, Anh, Mỹ… (Rebecca, 2006), (Bull., 1997).

Trong thời gian xảy ra lũ, căn cứ vào cường suất và tốc độ xói lở bờ đã xảy ra trước đó mà quyết định tần suất quan trắc xói lở bờ. Đối với những vị trí xói lở có tốc độ xói lở bờ < 10m/năm thì việc quan trắc xói lở bờ bằng các mốc xói lở cần thực hiện 2 lần: trước khi lũ về và sau khi lũ rút. Quan trắc này đảm bảo đánh giá được tác động của từng trận lũ riêng lẻ đối với hiện tượng xói lở. Vào mùa kiệt, cần quan trắc mốc xói lở vào đầu mùa kiệt và cuối mùa kiệt.

Đối với những vị trí xói lở bờ có tốc độ xói lở > 10m/năm thì việc quan trắc xói lở bờ bằng mốc xói lở bờ cần tiến hành ít nhất 3 lần: trước khi lũ về, khi lũ đạt đỉnh và sau khi lũ rút. Kết quả quan trắc cho phép đánh giá sơ bộ tác động của dòng chảy đối với bờ sông khi lũ lên và khi lũ rút. Riêng đối với trận lũ đầu tiên sau mùa kiệt hoặc trận lũ có cường suất lũ lớn (lũ lên nhanh và rút trong thời gian ngắn với lưu lượng lớn) thì cần tăng số lần quan trắc lên nhiều hơn. Về mùa kiệt, định kỳ 2 tháng 1 lần cần tiến hành quan trắc các mốc xói lở bờ để ghi nhận các ảnh hưởng của các yếu tố khác ngoài lũ tới bờ sông.



Hình 6- 6: Mô phỏng hoạt động hệ thống quan trắc xói lở bờ tự động

3. Sử dụng công nghệ thông tin Quản lý, lưu trữ thông tin của các vị trí sạt lở bờ sông

Sử dụng công nghệ thông tin Quản lý, lưu trữ thông tin của các vị trí sạt lở bờ sông, khai thác sử dụng vùng ven sông gồm:

- Lưu trữ thông tin và xác định thông tin sạt lở (vị trí, phạm vi quy mô kích thước sạt lở, thiệt hại….)

- Sơ đồ tổng thể khu vực bị sạt lở: phạm vi các công trình lân cận: vấn đề sản xuất, khu vực bảo tồn, sông, suối, khu dân cư. có tên riêng, số hiệu, mã code hay được phân biệt bằng màu sắc trên tất cả các ghi chép sổ sách.

- Có biển hiệu cố định trên tất cả các khu vực bị sạt lở.

- Việc ghi chép và lưu giữ hồ sơ như nhật ký... theo yêu cầu của cơ quan quản lý phải được cập nhật và kiểm tra viên có thể tiếp cận.

- Hồ sơ phải được lưu trữ ít nhất hai năm.`

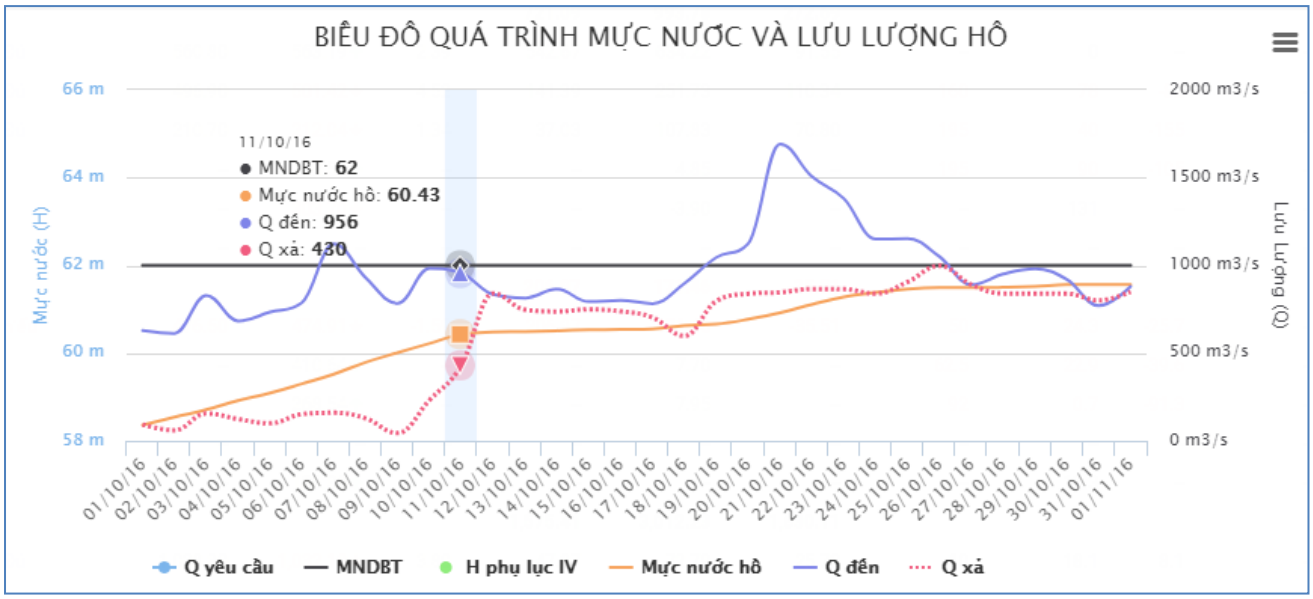
4. Phối hợp vận hành hồ chứa giảm tác động đến xói lở bờ sông

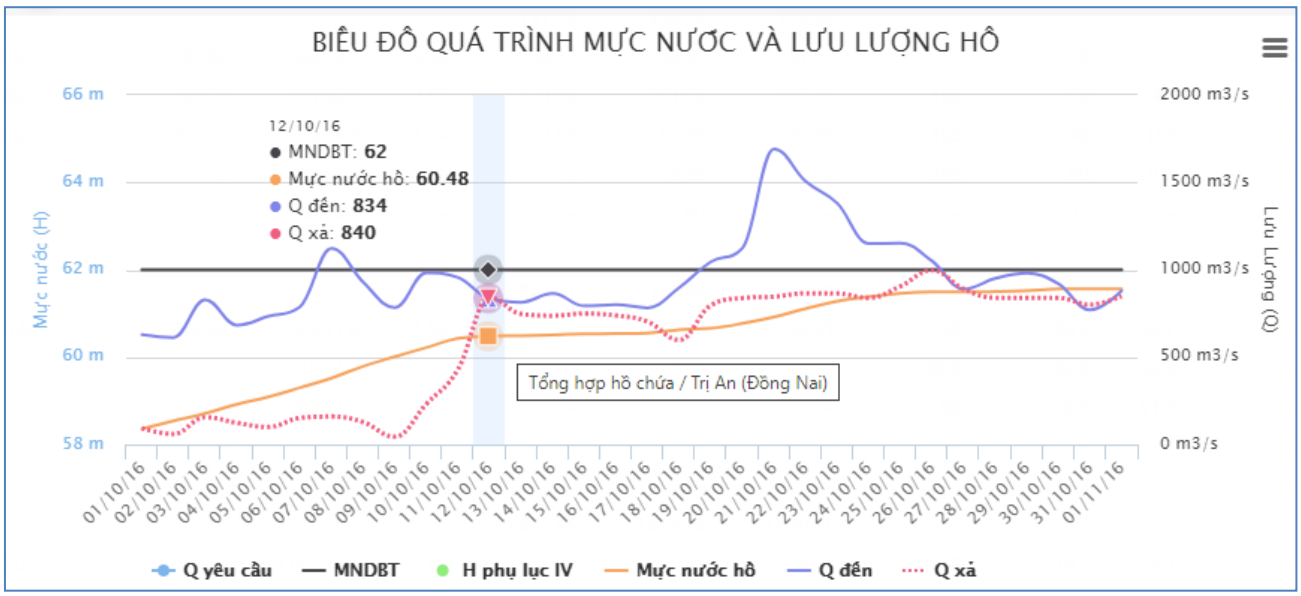
Để nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của việc vận hành hồ chứa đến xói lở bờ sông, xem xét vận hành hồ thực tế và xói lở thực tế đã xảy ra vùng hạ du hồ chứa Trị An. Trên sông Đồng Nai khu vực cù lao Rùa năm 11/2012 bị sạt lở nghiêm trọng, đặc biệt đoạn từ thượng lưu cầu Thạnh hội đến hạ lưu Cảng cát.

Hình 6- 7: Sạt lở bờ sông Đồng Nai khu vực cù lao Rùa (11/2012)

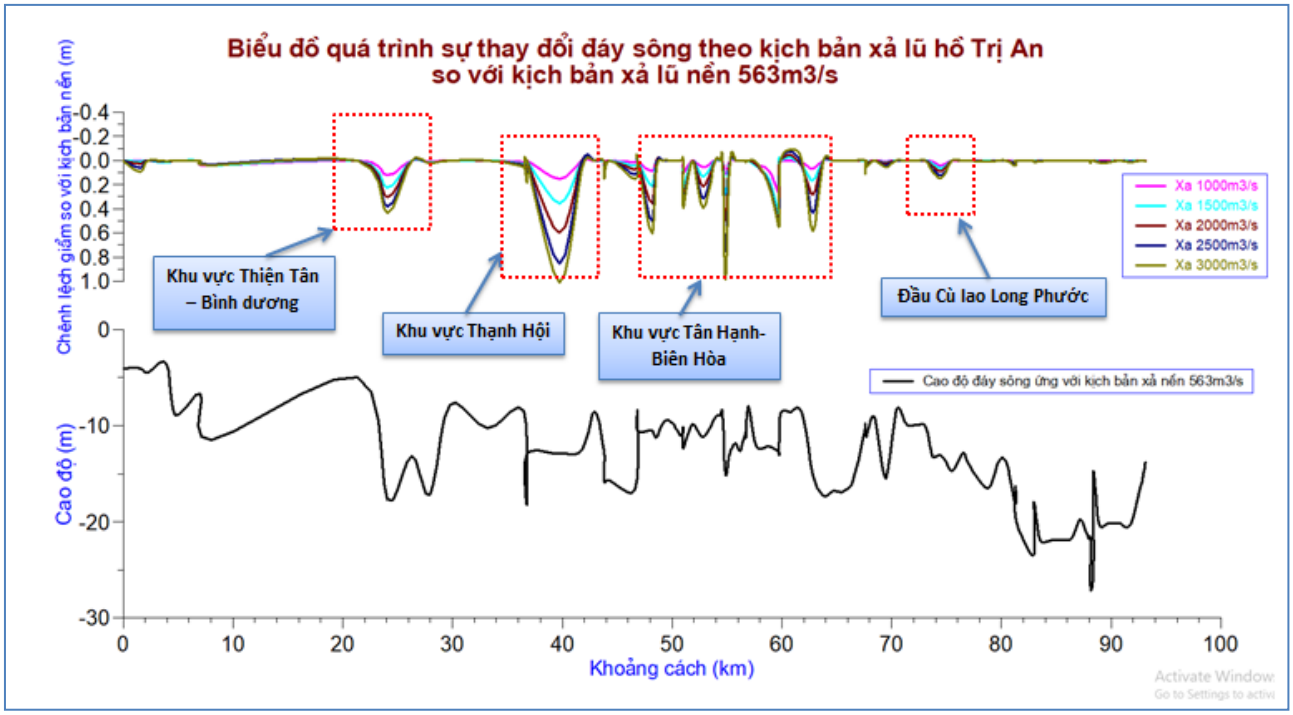
Hình 6- 8: Sạt lở bờ sông Đồng Nai khu vực phường Thái Hòa 10/2016

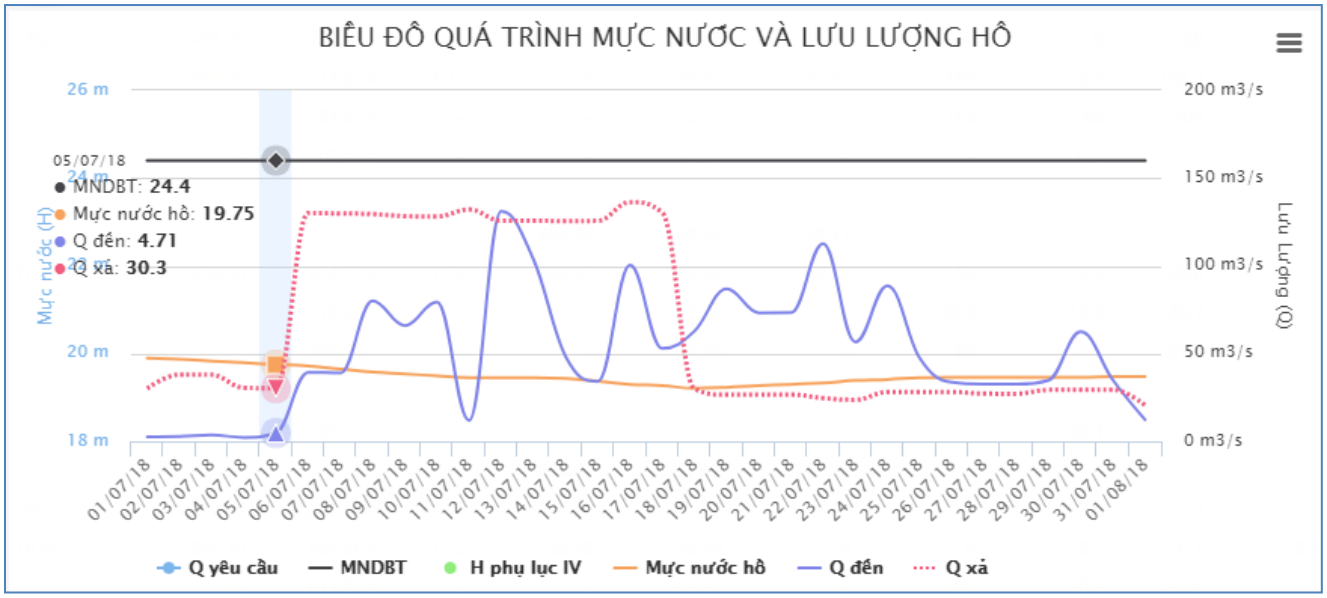
Vị trí này cách chân đập Trị An khoảng gần 40km.

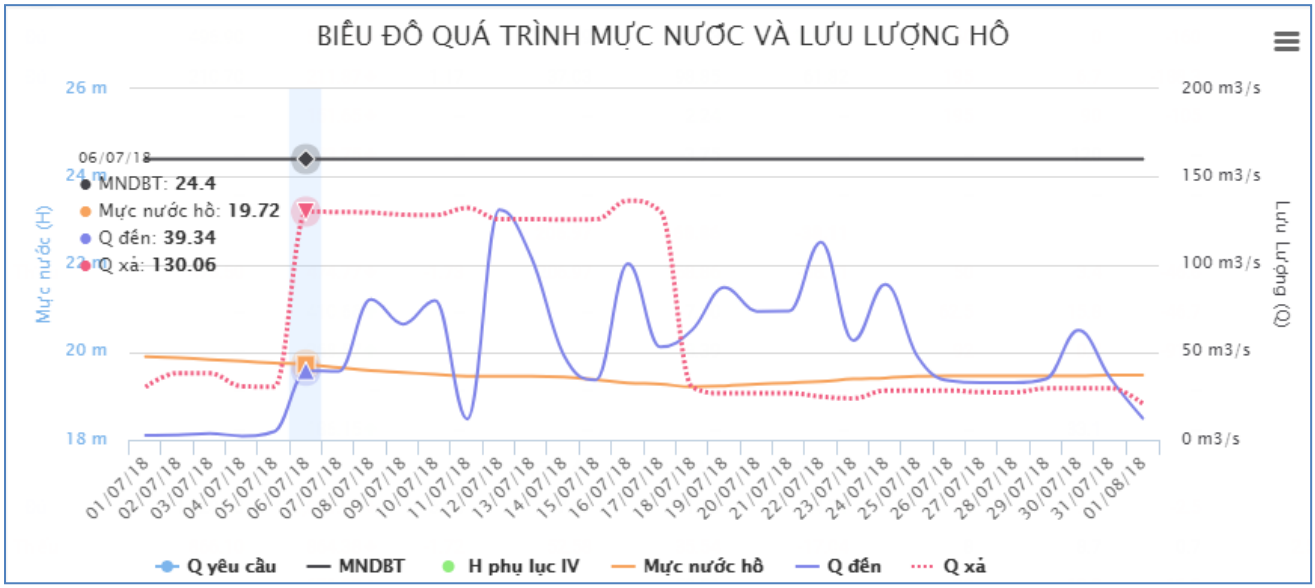


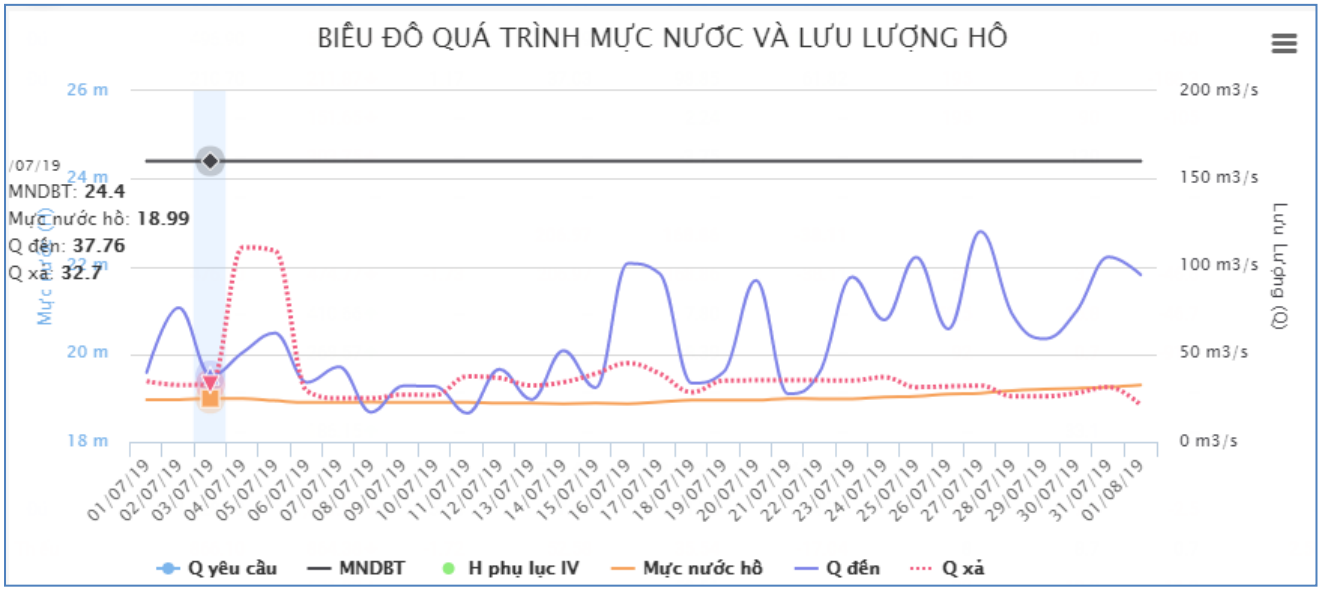


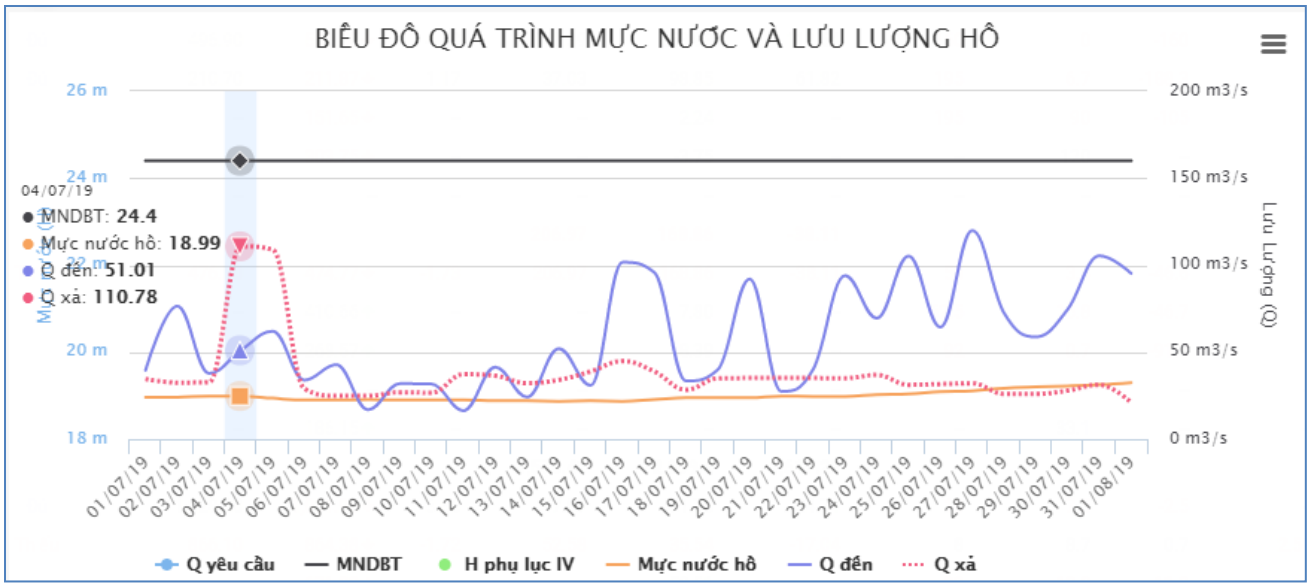
Tháng 10/2016 đoạn

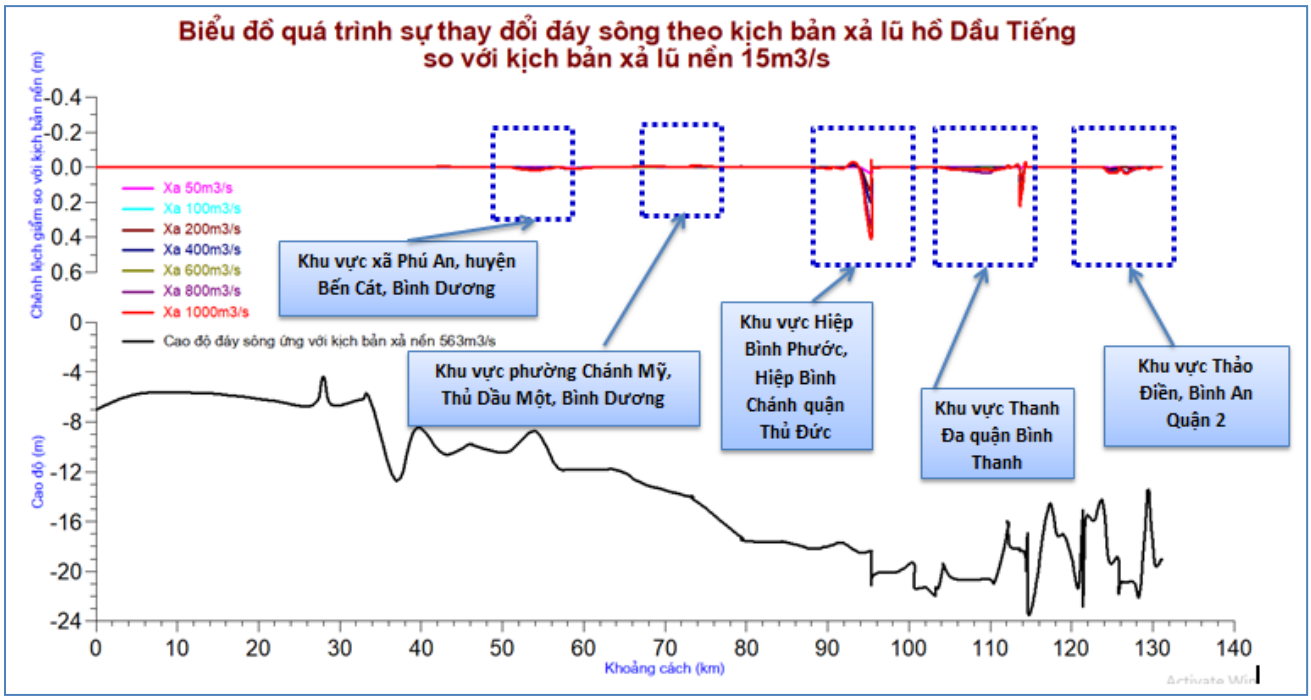

Biểu đồ quá trình sự thay đổi đáy sông theo kịch bản xả lũ hồ Trị An so với kịch bản xả lũ nền 563m3/s
Chênh lệch giảm so với kịch bản nền (m)
Cao độ (m)
Khoảng cách (km)
Xả 1000m3/s
Xả 1500m3/s
Xả 2000m3/s
Xả 2500m3/s
Xả 3000m3/s
Cao độ đáy sông ứng với kịch bản xả nền 563m3/s
Khu vực Thiện Tân – Bình dương
Khu vực Thạnh Hội
Khu vực Tân Hạnh-Biên Hòa
Đầu Cù lao Long Phước


BIỂU ĐỒ QUÁ TRÌNH MỰC NƯỚC VÀ LƯU LƯỢNG HỒ
05/07/18
MNDBT: 24.4
Mực nước hồ: 19.75
Q đến: 4.71
Q xả: 30.3
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả


BIỂU ĐỒ QUÁ TRÌNH MỰC NƯỚC VÀ LƯU LƯỢNG HỒ
06/07/18
MNDBT: 24.4
Mực nước hồ: 19.72
Q đến: 39.34
Q xả: 130.06
Mực nước (H)
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả


BIỂU ĐỒ QUÁ TRÌNH MỰC NƯỚC VÀ LƯU LƯỢNG HỒ
/07/19
MNDBT: 24.4
Mực nước hồ: 18.99
Q đến: 37.76
Q xả: 32.7
26 m
24 m
22 m
20 m
18 m
200 m3/s
150 m3/s
100 m3/s
50 m3/s
0 m3/s
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả


BIỂU ĐỒ QUÁ TRÌNH MỰC NƯỚC VÀ LƯU LƯỢNG HỒ
04/07/19
MNDBT: 24.4
Mực nước hồ: 18.99
Q đến: 51.01
Q xả: 110.78
26 m
24 m
22 m
20 m
18 m
200 m3/s
150 m3/s
100 m3/s
50 m3/s
0 m3/s
Lưu lượng (Q)
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả


Biểu đồ quá trình sự thay đổi đáy sông theo kịch bản xả lũ hồ Dầu Tiếng so với kịch bản xả lũ nền 15m3/s
Chênh lệch giảm so với kịch bản nền (m)
Xả 50m3/s
Xả 100m3/s
Xả 200m3/s
Xả 400m3/s
Xả 600m3/s
Xả 800m3/s
Xả 1000m3/s
Cao độ đáy sông ứng với kịch bản xả nền 563m3/s
Cao độ (m)
Khoảng cách (km)
Khu vực xã Phú An, huyện Bến Cát, Bình Dương
Khu vực phường Chánh Mỹ, Thủ Dầu Một, Bình Dương
Khu vực Hiệp Bình Phước, Hiệp Bình Chánh quận Thủ Đức
Khu vực Thanh Đa quận Bình Thanh
Khu vực Thảo Điền, Bình An Quận 2

6.3. Quy hoạch chỉnh trị trên đoạn từ ngã ba rạch Vĩnh Bình đến ngã ba rạch Thị Nghè

6.3.1. Tuyến chỉnh trị

a. Xác định tuyến lòng sông ổn định:

Tuyến lòng sông ổn định (hoặc có thể gọi là tuyến bờ ổn định không bị ảnh hưởng bởi xói lở) cho bất kỳ 1 con sông hay đoạn sông. Theo Antunin, chiều rộng và chiều sâu lòng sông ổn định phụ thuộc vào lưu lượng tạo lòng. Theo phương pháp chỉ tiêu tổng hợp, xác định quan hệ giữa chiều rộng lòng sông và lưu lượng thực đo, từ đó xác định được chiều rộng lòng sông ổn định .

Tuyến lòng sông ổn định khu vực từ ngã ba rạch Vĩnh Bình đến ngã ba rạch Thị Nghè cần thỏa mãn các yêu cầu khống chế bắt buộc sau:

- Ổn định lòng dẫn, ngăn chặn sạt lở bờ;

- Phù hợp với quy hoạch của Thành phố đảm bảo về mặt mỹ quan môi trường đô thị;

- Không gây cản trở đối+ với giao thông thủy và không tác động xấu đến công trình vượt sông;

- Đáp ứng nhu cầu của các ngành du lịch, đô thị và các ngành khác.

b. Xác định tuyến chỉnh trị

Lưu lượng tạo lòng đoạn sông nghiên cứu được xác định như mục ... báo cáo.

Việc xác tuyến chỉnh trị và ổn định lòng dẫn nhằm mục đích giải quyết triệt để các hiện tượng sạt lở, kết hợp với khai thác hợp lý lòng sông, bãi sông và đảm bảo thoát lũ nhanh. Vì vậy, yêu cầu đặt ra cho tuyến lòng sông ổn định phải dựa trên các tiêu chí như sau:

Đảm bảo các yêu cầu của tuyến thoát lũ: Nhằm để tăng cường thoát lũ qua lòng dẫn cơ bản.

Không tạo ra sự đột biến lớn tỉ lệ phân lưu vào các sông nhánh, duy trì dưới cấp tỉ lệ phân lưu hiện nay.

Tuyến chỉnh trị phải trơn thuận bảo đảm cho giao thông thuỷ được thuận lợi và tạo cảnh quan đẹp cho vùng ven sông.

Ít ảnh hưởng tới các công trình trên sông: Duy trì hoạt động của các công trình như cầu qua sông, bến thủy nội địa....

Phù hợp với quy luật vận động tự nhiên của đoạn sông.

Tuyến chỉnh trị là một đường bao gồm các khúc cong ngược chiều xen kẽ nhau và được nối với nhau bằng các đoạn thẳng có độ dài thích hợp sao cho dòng chảy chuyển động theo lòng sông của tuyến đó mục tiêu chỉnh trị sẽ đạt được. Đây chính là nguyên tắc vạch tuyến chỉnh trị.

Các bán kính cong và các đoạn thẳng quá độ được xác định trên cơ sở bề rộng của tuyến chỉnh trị bằng công thức của Altunin như sau:

$$R=3,5B$$

$$L=(1\div3)B$$

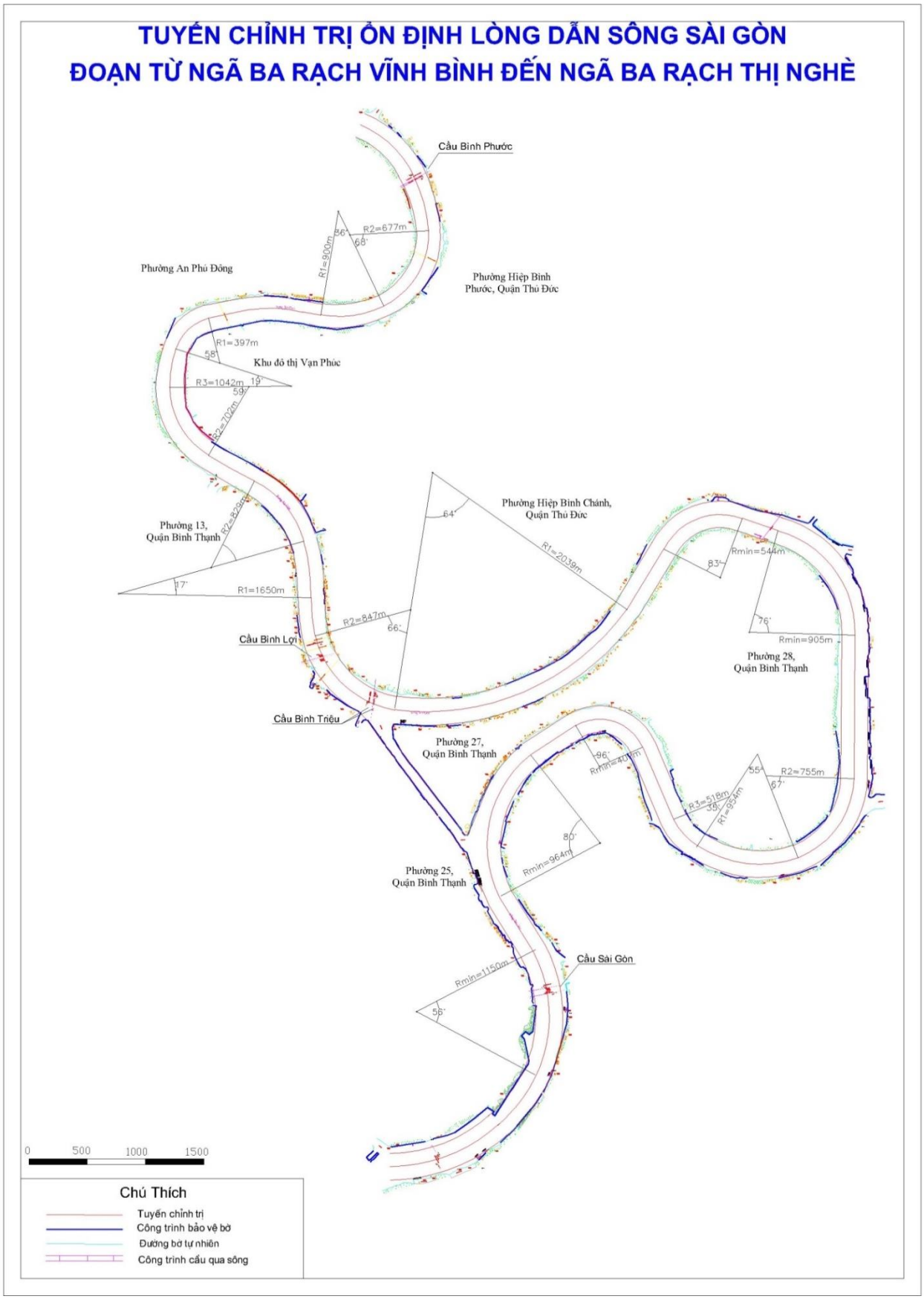
Trong đó:

R : Bán kính cong.

L : Chiều dài đoạn chuyển tiếp giữa hai đoạn cong (quá độ).

B : Bề rộng tuyến chỉnh trị.

Xuất phát từ tình hình thực tế đoạn sông và các qui chuẩn nêu trên, đã xác định được tuyến chỉnh trị cho đoạn sông trong vùng dự án trên quan điểm tận dụng xu thế phát triển tự nhiên của sông và các công trình chỉnh trị sông đã có. Kết quả xác định tuyến chỉnh trị đoạn sông Sài Gòn đoạn từ ngã ba rạch Vĩnh Bình đến ngã ba rạch Thị Nghè như sau:



6.3.2. Mặt cắt chỉnh trị

) Phương pháp nghiên cứu:

Sử dụng phương pháp kế thừa, phân tích - tổng hợp có chọn lọc thông tin, Phương pháp tính toán ổn định trượt bờ sông bằng lý thuyết ổn định mái dốc và phương pháp mô hình toán để tính toán diễn biến lòng dẫn. Theo hướng dẫn kỹ thuật của Liên minh Châu Âu (MDD,2018) thì hàng lang bảo vệ sông được xác định như sau:

$$B_{HL} = B_{lõi} + B_{đệm} + B_{Chuyểntiếp}$$

Trong đó: $B_{lõi}$: Vùng bảo tồn các hệ sinh thái, đảm bảo cung cấp nước ; $B_{đệm}$: Vùng liền kề với vùng cốt lõi, đảm bảo sự ổn định của bờ; $B_{Chuyểntiếp}$: Vùng liền kề với vùng đệm, bị ngập khi xảy ra lũ lớn.

Trong công thức trên thì vùng bảo tồn hệ sinh thái ứng với cấp lưu lượng tháng nhỏ nhất đến lưu lượng trung bình của 3 tháng nhỏ nhất (m^3/s). Vùng liền kề với vùng cốt lõi, đảm bảo sự ổn định của bờ ứng với cấp lưu lượng tạo lòng. Để phù hợp với điều kiện quản lý hiện nay của Việt Nam, hành lang bảo vệ bờ sông có thể coi là phạm vi chiều rộng khu đất nằm dọc hai bên bờ sông, suối, kênh rạch được tính từ bờ vào phía trong để bảo vệ an toàn về tính mạng, tài sản, cơ sở hạ tầng và phải đảm bảo chức năng bảo vệ nguồn nước. Như vậy hành lang bảo vệ bờ sông được xác định theo công thức sau:

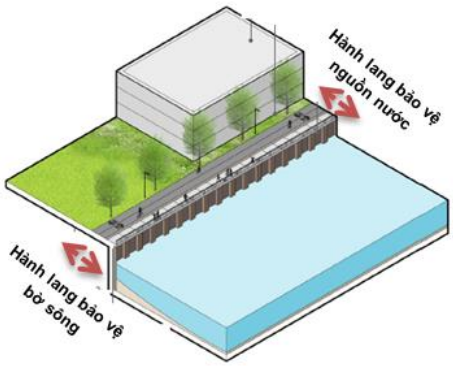
$$B_{HLBV} = B_{od} + B_{bvnn} \qquad (1)$$

Trong đó: B_{od}: Chiều rộng xói lở bờ cực hạn/ chiều rộng hành lang bờ ổn định; B_{bvnn}:

Hành lang bảo vệ nguồn nước. Đối với đoạn sông khi có lũ lớn, bị tràn bờ, ngập lụt vùng ven sông, khi đó hành lang bảo vệ bờ sông được tính thêm vùng đệm khi có ngập xảy ra với lũ lớn, $B_{Chuyểntiếp}$: được xác định tùy thuộc đoạn sông đó có bị ngập hay không. Đối với đoạn sông đã có công trình bảo vệ bờ theo tuyến chỉnh trị, mép bờ sông được bảo vệ vững chắc trước các tác động bên ngoài như dòng chảy, tác động qua lại của tàu thuyền..., khi đó hành lang bảo vệ bờ sông được tính bằng hành lang bảo vệ nguồn nước.

Minh họa hành lang bảo vệ bờ sông đối với trường hợp đoạn bờ sông tự nhiên có nguy cơ xói lở và đoạn bờ sông đã có công trình chỉnh trị như hình vẽ sau:

Trường hợp sông kênh rạch tự nhiên



Trường hợp sông kênh rạch đã có công trình chỉnh trị

Việc xác định mức độ xói lở bờ cực hạn được dựa trên kết quả tính toán từ công thức kinh nghiệm; theo chương trình tính toán ổn định mái dốc GEO-SLOPE và từ mô hình toán MIKE3FM. Bài báo này giới thiệu phương pháp tính toán mức độ xói lở bờ cực hạn dựa trên công thức kinh nghiệm và chương trình phần mềm Geo-Slope. Phần mô hình toán MIKE3FM

sẽ được đề cập trong nghiên cứu khác của chính nhóm tác giả.

GS.TS. Lương Phương Hậu (Lương Phương Hậu, 1998) đã đưa ra công thức tính phạm vi sạt lở bờ sông (chiều rộng xói lở bờ sông) như sau:

$$B_{od} = \frac{B^m}{h}.h_{max} \qquad (2)$$

Trong đó: $h_{max:}$ là chiều sâu lớn nhất tại vị trí tính toán [m]; B: Bề rộng lòng dẫn ứng với mực nước tạo lòng [m]; m: hệ số biến động đường bờ, thường lấy trong khoảng từ 0.5 - 1.0. Trong nghiên cứu này, m được lấy giá trị bằng 0,5. Theo kết quả điều tra tại hầu hết các điểm sạt lở đã xảy ra trên sông Sài Gòn, thì các vụ sạt lở đều xảy ra nhanh, bất ngờ và theo dạng trượt sâu, do khối đất trên bờ sông mềm yếu, đồng chất (lớp mặt dày), phạm vi cung trượt lớn và mức độ lấn sâu đáng kể, thời gian diễn ra nhanh, bất ngờ. Theo Hoàng Văn Huân (2006) với loại hình thức sạt lở sâu (dạng trượt sâu) chọn m=0,5.

Berkovitch trong nghiên cứu của mình (Berkovitch, 1992) đã xác định chiều rộng xói lở bờ sông được tính theo công thức sau:

$$B_{od} = K_i \frac{Q^2 I}{d_{50} H_b} \qquad (3)$$

Trong đó: d_{50}: Đường kính hạt trung bình bùn cát [mm]; Hb: Chiều cao của bờ sông tính từ mực nước min [m]; Ki:Hệ số xói mòn [$(m^3/s)^{-1}$]; I:Độ dốc lòng sông [-].

Để đánh giá hiện tượng xói lở bờ sông do dòng chảy trong mùa mưa lũ được thực hiện bằng phương pháp của Hickin và Nanson (Hickin và Nanson, 1984). Phương pháp này được xây dựng trên cơ sở của phương trình cân bằng năng lượng, thể hiện bằng các công thức:

$$M\left(\frac{R}{B}\right) = \frac{2}{3}M\left(\frac{R}{B} - 1\right) \; trường\ hợp \frac{R}{B} < 1 \; hoặc \frac{R}{B} > 2.5 \qquad (4)$$

$$M\left(\frac{R}{B}\right) = 2.5M\left(\frac{R}{B}\right)^{-1} \; trường\ hợp 1 < \frac{R}{B} < 2.5 \qquad (5)$$

$$M = \frac{\Omega}{hGB} \quad và \quad \Omega = \rho g I Q \qquad (6)$$

Trong đó: M(R/B) - tốc độ sạt lở bờ trong một năm, tính bằng m/năm; R - bán kính cong của đoạn sông bị sạt lở (m); B - chiều rộng trắc diện ngang của đoạn sông sạt lở ứng với lưu lượng tạo lòng (m); ρ - trọng lượng riêng của nước (kg/m^3); g - gia tốc trọng trường, bằng 9.82 m/s^2 ; I - độ dốc mặt nước theo chiều dọc; Q - lưu lượng dòng chảy tương ứng với lưu lượng tạo lòng (m^3 /s); h-độ sâu trung bình tương ứng của mặt cắt (m); GB - thông số phản ánh mức độ kiên cố của bờ sông, GB phụ thuộc vào đường kính của hạt tạo bờ. Từ đường kính trung bình (d50) (lớp mặt) và các tính chất cơ lý của đất cấu tạo bờ xác định được giá trị của GB theo bảng đã lập sẵn của Hickin và Nauson (Hickin và Nanson, 1984), phục vụ việc tính toán dự báo sạt lở. Chiều rộng xói lở bờ cực hạn/ chiều rộng hành lang bờ ổn định theo phương pháp dự báo chiều rộng xói theo phần mềm Geo Slope được xác định theo công thức (7) như sau:

$$\mathrm{B_{od}} = \mathrm{B_{max}^{sl}} * \frac{\Delta \mathrm{T}}{\mathrm{T}} + \Delta \mathrm{B} \qquad (7)$$

Trong đó: $B_{\max}^{sl}$ (m): chiều rộng xói dự báo lớn nhất của mặt cắt. Chiều rộng có khả năng bị sạt lở" theo Geoslope ở mỗi mặt cắt ứng với một hệ số ổn đinh khác nhau. Theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN9902:2016, thì chọn K = 1.1 ÷ 1.25; $n = \frac{\Delta T}{T}$: Số lần xảy ra sạt lở; ΔT : Thời gian dự báo (năm); T: Chu kỳ sạt lở (năm) ; ΔB =k. $B_{\max}^{sl}$ _ là số gia an toàn (k=0.5÷1.0). Trong nghiên cứu này lựa chọn K =0.5.

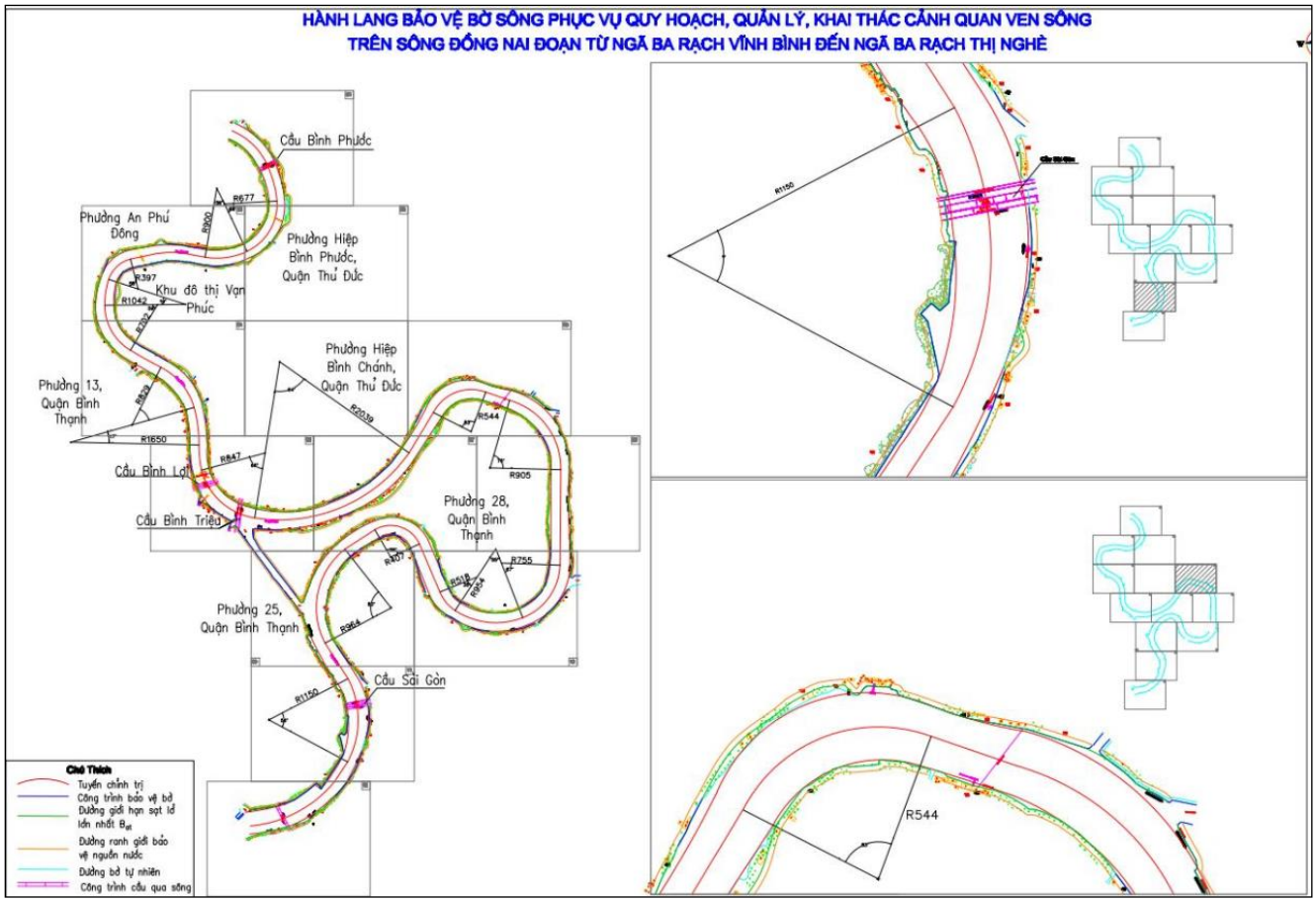
Chiều rộng xói lở dự báo lớn nhất của từng mặt cắt được tính toán từ chương trình GEO-Slope - chương trình đề cập khá đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng: địa hình, địa chất, thuỷ văn (mực nước) và các hoạt động do con người tác động như chất tải đỉnh bờ...

) Tài liệu tính toán

+ Tài liệu địa hình đo đạc lòng sông khu vực nghiên cứu thực hiện tháng 4/2019. Vị trí các mặt cắt tính toán như trên hình vẽ 2.

+ Tài liệu địa chất khu vực nghiên cứu được kế thừa từ kết quả đề tài nghiên cứu cấp nhà nước (Hoàng Văn Huân-2006).

+ Tài liệu thuỷ văn thu thập tại trạm thuỷ văn Phú An. Kết quả tính toán mực nước tại các vị trí mặt cắt tính toán được trích xuất từ kết quả chạy mô hình MIKE11. Vị trí các mặt cắt được chỉ ra trong hình 2.



). Trường hợp tính toán

+ Tính toán khi mực nước thấp nhất tại vị trí các mặt cắt, kết quả được trích xuất từ mô

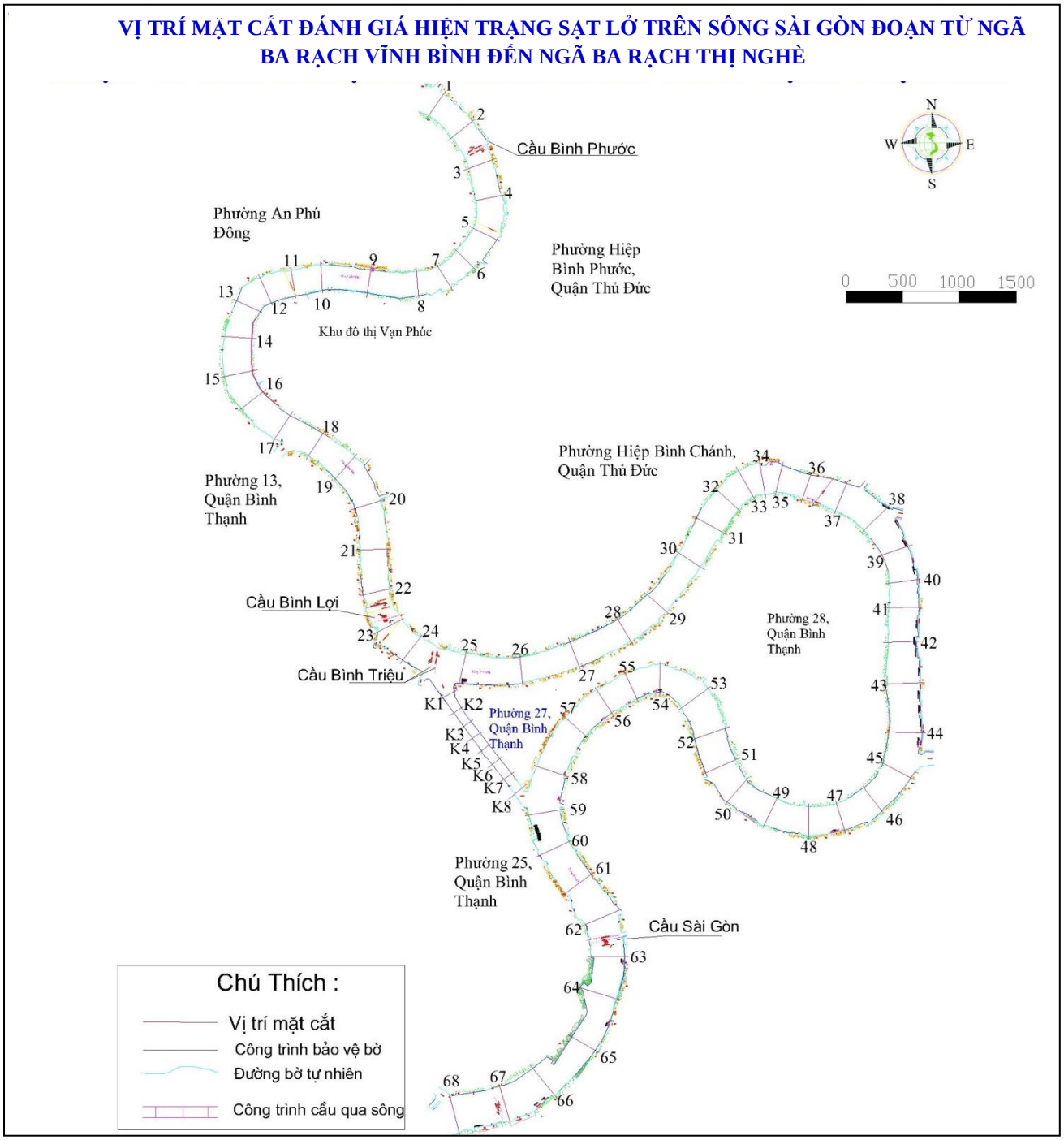
hình MIKE11.

+ Tải trọng đỉnh bờ sông là tải trọng phân bố đều với cường độ t=1T/m^2

Nghiên cứu kế thừa kết quả tính toán từ mô hình MIKE11, MIKE3FM khu vực nghiên cứu từ đề tài KC08.28 để tính toán xác định hành lang bảo vệ bờ sông.

). Kết quả xác định hành lang bảo vệ bờ sông

Trên cơ sở xác định mức độ xói lở bờ cực hạn nêu trên xác định được hành lang bảo vệ bờ sông theo công thức (1). Chiều rộng xói lở bờ cực hạn/ chiều rộng hành lang an toàn được xác định theo các công thức kinh nghiệm nêu trên.



Kết quả tính toán như bảng sau:

Bảng 6- 3: Chiều rộng xói lở bờ cực hạn/ chiều rộng hành lang an toàn khu vực nghiên cứu

STT	Vị trí	Chiều rộng sạt lở max B_{sl} (m)		Bề rộng an toàn tính từ mép bờ B_{at} (m) (theo công thức 7)		Bề rộng an toàn tính từ mép bờ B_{at} (m) (theo công thức GS.TS. Lương Phương Hậu)		Bề rộng an toàn tính từ mép bờ Bat (m) (theo công thức Berkovitch (1992))		Bề rộng an toàn tính từ mép bờ Bat (m) (theo công thức Hickin và Nanson (1984))	
		Bờ trái	Bờ phải	Bờ trái	Bờ phải	Bờ trái	Bờ phải	Bờ trái	Bờ phải	Bờ trái	Bờ phải
1	*mc1*	13.02	0	39.07	0	36.74	0	37.44	0	33.78	0
2	*mc2*	12.96	0	38.87	0	36.55	0	37.25	0	33.61	0
3	*mc3*	12.17	11.85	36.51	35.54	34.33	33.42	34.99	34.06	31.57	30.73
4	*mc4*	9.76	0	29.28	0	27.53	0	28.06	0	25.31	0
5	*mc6*	5.55	0	16.65	0	15.66	0	15.96	0	14.40	0
6	*mc10*	0	11.66	0	34.98	0	32.89	0	33.52	0	30.24
7	*mc11*	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0
8	*mc12*	0	7.03	0	21.10	0	19.84	0	20.22	0	18.24
9	*mc13*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	*mc14*	12.99	0	38.98	0	36.65	0	37.35	0	33.70	0
11	*mc18*	0	11.65	0	34.94	0	32.85	0	33.48	0	30.21
12	*mc19*	11.68	0	35.04	0	32.95	0	33.58	0	30.29	0
13	*mc20*	4.91	0	14.73	0	13.85	0	14.12	0	12.74	0
14	*mc26*	0	12.12	0	36.35	0	34.18	0	34.83	0	31.43
15	*mc27*	0	9.28	0	27.83	0	26.17	0	26.67	0	24.06
16	*mc28*	0	11.96	0	35.88	0	33.74	0	34.38	0	31.02
17	*mc29*	0	12.22	0	36.65	0	34.46	0	35.12	0	31.69
18	*mc30*	0	4.77	0	14.31	0	13.46	0	13.71	0	12.37
19	*mc31*	0	12.11	0	36.32	0	34.15	0	34.80	0	31.40
20	*mc32*	7.31	0	21.92	0	20.61	0	21.01	0	18.95	0
21	*mc33*	4.64	0	13.92	0	13.09	0	13.34	0	12.03	0
22	*mc34*	4.40	0	13.21	0	12.42	0	12.66	0	11.42	0
23	*mc49*	12.97	0	38.90	0	36.58	0	37.28	0	33.63	0
24	*mc50*	11.62	0	34.85	0	32.77	0	33.40	0	30.13	0
25	*mc51*	13.04	0	39.12	0	36.78	0	37.49	0	33.82	0
26	*mc55*	0	8.38	0	25.15	0	23.65	0	24.10	0	21.74
27	*mc56*	0	5.05	0	15.15	0	14.25	0	14.52	0	13.10
28	*mc57*	0	11.82	0	35.45	0	33.33	0	33.97	0	30.65
29	*mc64*	11.57	0	34.70	0	32.63	0	33.25	0	30.00	0

(*). Ghi chú: những đoạn đã có kè kiên cố bảo vệ bờ sông thì chiều rộng xói lở bờ sông cực đại bằng 0.

Các kết quả tính toán nêu trên có sự chênh lệch nhưng không nhiều. Trong nghiên cứu này sử dụng theo công thức kinh nghiệm của phần mềm Geo Slope vì trong tính toán có xem xét dự báo chu kỳ sạt lở bờ sông. Kết quả tính toán kết hợp với việc mô phỏng diễn biến lòng dẫn khu vực nghiên cứu theo mô hình MIKE3FM để xác định chiều rộng sạt lở bờ sông cực đại hay để xác định chiều rộng an toàn bờ sông. Theo Điểm a, Khoản 1, Điều 4 của Nghị định 43/2015/NĐ-CP ngày 06 tháng 05 năm 2015 thì hành lang bảo vệ nguồn nước đoạn sông Sài Gòn khu vực nghiên cứu được lập để thực hiện chức năng Bảo vệ sự ổn định của bờ và phòng, chống lấn chiếm đất ven nguồn nước. Phạm vi hành lang bảo vệ nguồn nước theo quy định Khoản 1 Điều 9 của Nghị định 43/2015/NĐ-CP ngày 06 tháng 05 năm 2015 Không nhỏ hơn 20 m tính từ mép bờ đối với đoạn sông, suối, kênh, rạch chảy qua các đô thị, khu dân cư tập trung hoặc được quy hoạch xây dựng đô thị, khu dân cư tập trung. Kết quả xác định hành lang

bảo vệ bờ sông Sài Gòn khu vực bán đảo Thanh Đa đoạn từ ngã ba rạch Vĩnh Bình đến ngã ba rạch Thị Nghè được thể hiện trên hình vẽ 3. Như vậy hành lang bảo vệ bờ sông sẽ bằng giá trị Bề rộng an toàn tính từ mép bờ Bat nêu trên cộng thêm 20m.

Với phạm vi quy định hành lang an toàn bờ sông không được phép xây dựng nhà ở, chỉ có thể cho phép làm cảnh quan, không vi phạm các quy định về bảo vệ an toàn bờ sông.

6.3.2. Bố trí công trình

Các hình thức kè bảo vệ bờ hiện nay đang xây dựng như sau:

6.3.2.1. Kè loại tường đứng, chân kè mái nghiêng

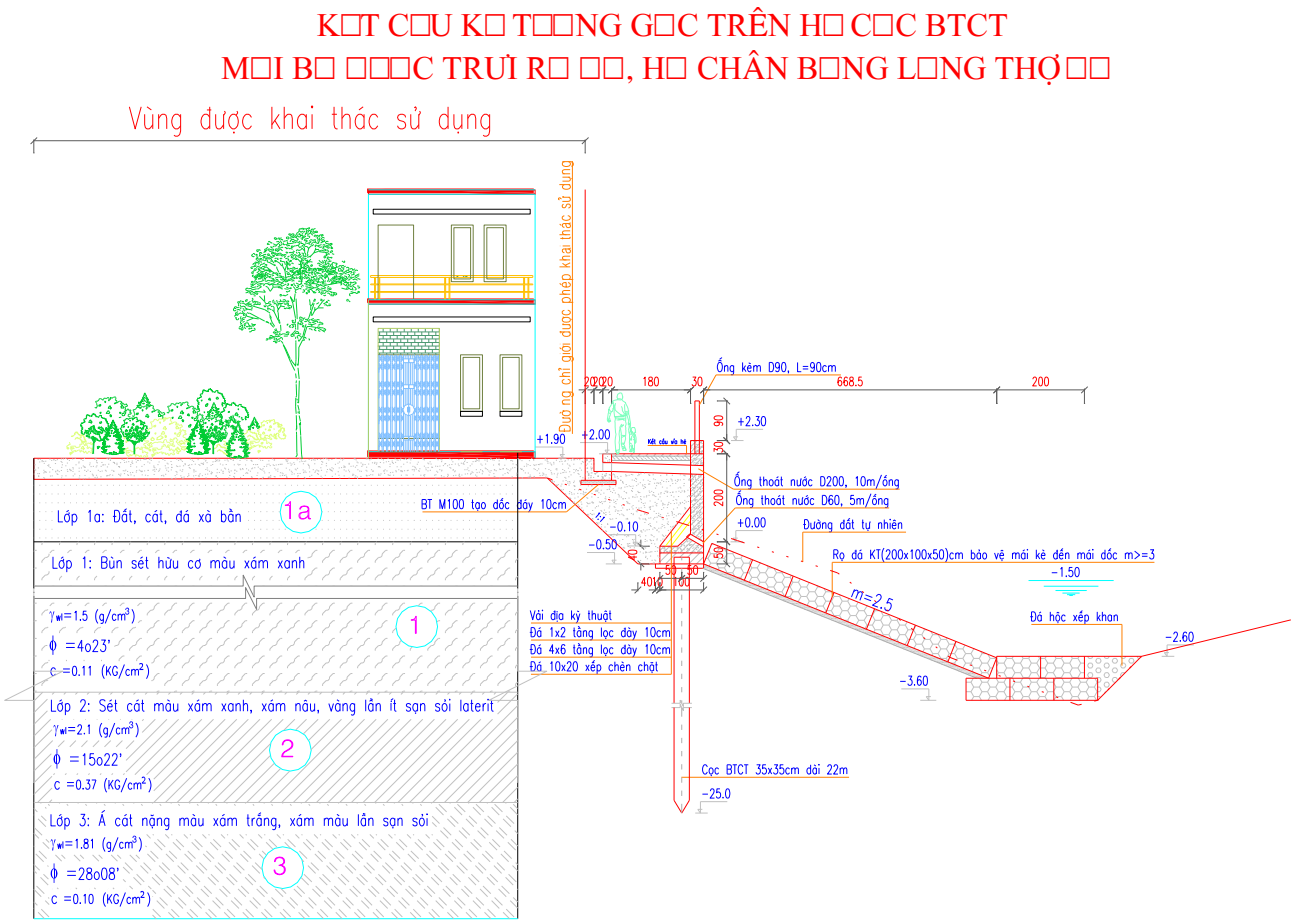
Tường đứng BTCT phía trên xử lý nền bằng hệ cọc BTCT đóng sâu đến lớp đất chịu lực. Mái nghiêng phía trên (lát đá, xây đá, cục bê tông tự chèn…) phía dưới của mái nghiêng được gia cố bằng dầm chặn.

Kết cấu của công trình kè tường đứng cao 2,5m, trên hệ cọc BTCT kích thước cọc là 35x35cm, khoảng cách giữa các cọc là 1.25m. Cọc đóng sâu xuống cao trình -22.6m, sâu vào trong lớp cát ít nhất là 1.0m. Mái bờ sông được trải rọ đã để chống xói. Từ cao trình 0m đến cao trình -2.31m. Chân mái bờ sông đổ lăng thể đá rộng 3.5m, cao 1.0m.

Kè tường đứng nên không giảm tải được đầu bờ toàn bộ tải trọng trên đỉnh kè do hệ cọc chống đỡ. Tường đứng cao so với mực nước thấp nên khi mực nước xuống mái đất nổi lên trên mặt nước. Do đó bố trí các tấm bê tông lục lăng vừa gia cố mái chống xói lở, vừa tạo cảnh quan cho kè khi mực nước sông xuống thấp.

Loại hình công trình kè này thích hợp với đoạn sông có biên độ triều thấp.

Thân kè tường đứng hình chữ L bằng bê tông cốt thép, cao 2.2m, rộng 2m. Bản đáy trên hệ cọc chống 2 hàng có kích thước 35x35x2400cm, có gia cố cừ tràm với mật độ 25cây/m2. Phía ngoài sông bạt mái m=2 có gia cố bằng tấm bê tông lục lăng, chân mái bố trí hệ thống dầm khóa mái. Mặt đỉnh kè lát gạch, vỉa hè. Đỉnh tường là lan can bảo hiểm.



6.3.2.2. Kè loại tường đứng, chân kè mái nghiêng kết hợp bến thuyền

Hình thức giống kè tường đứng chân kè mái nghiêng, cao trình đỉnh tường 0.0m để tàu thuyền cập bến. Từ cao trình +0.0m đến cao trình +2.2m đổ bản cầu thang tạo bậc lên xuống có độ dốc hợp lý cho tàu thuyền áp bờ thuận tiện trong mọi trường hợp mực nước. Bên cạnh đó từ cao trình -1.92 bố trí rọ đã theo mái m=2 phía bờ sông để chống xói lở.

Đỉnh kè bố trí bậc lên xuống bê tông cốt theo từ cao trình +2.2m xuoongs.0m.

Thân kè tường đứng chữ L bằng BTCT M300 cao 2,2m, đặt trên 2 hàng cọc chống: 1 hàng đứng và 1 hàng xiên (5:1), bên dưới bản đáy gia cố cừ tràm L=4,5m, mật độ cây 25 cây/m2. Lưng tường bố trí ống Ø50 để thoát nước.

Mặt kè lát gạch 40x40x3cm

Chân kè bạt mái m=1.5 và được gia cố bằng rọ đá 200x100x30cm

Cọc chống BTCT 35x35x2400cm, cao trình đỉnh 0.10m. Khoảng cách giữa các cọc 1.5m, giữa tim 2 hàng cọc 1.35m.

- Cao trình bến +1.80m, cao trình đỉnh kè +2.20m

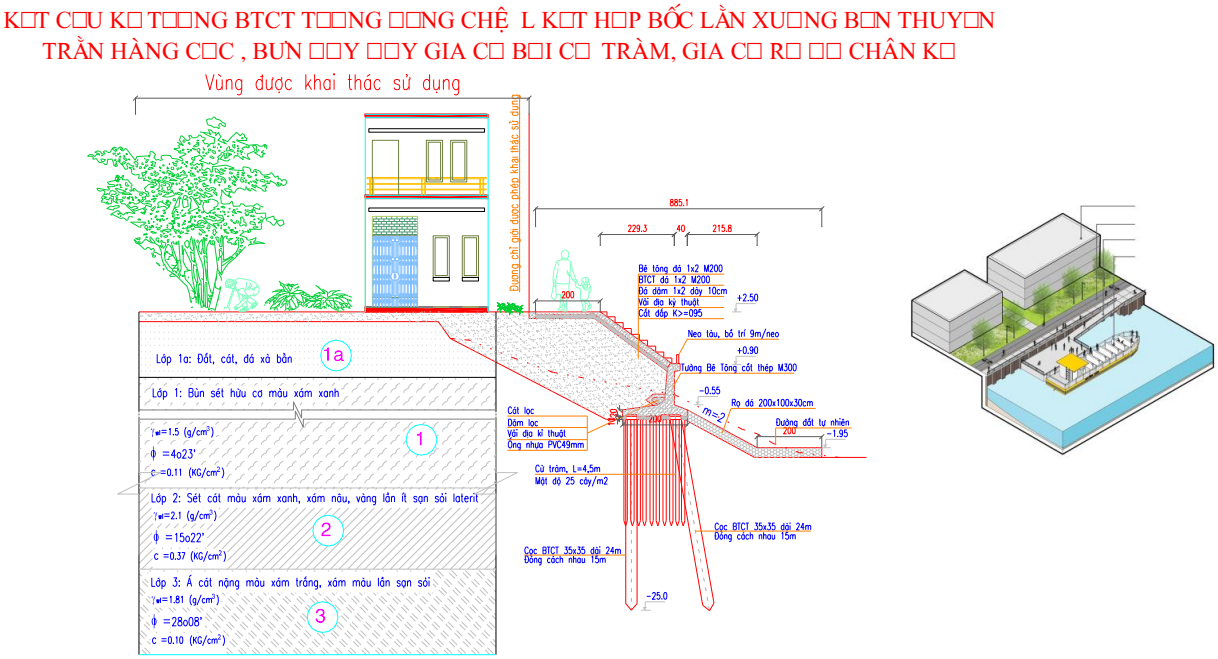
- Ngoài cùng là cừ bê tông dự ứng lực loại SW300 dài L=14m và cọc BTCT M300 (30x30)cm đỉnh cừ và cọc BTCT được cố định bằng dầm mũ. Hàng cừ bê tông dự ứng lực được neo vào hai hàng cọc BTCT đóng xiên (m = 1÷8). Phía trong cùng được gia cố bằng tấm

đan BTCT M300-(215x80x15)cm để triệt tiêu lực xô ngang. Tại cao trình -1.00m toàn bộ đóng cừ tràm L = 4.50m mật độ 25 cây/m².

- Tại cao trình +1.90m trải sàn BTCT M300 dày 20cm.

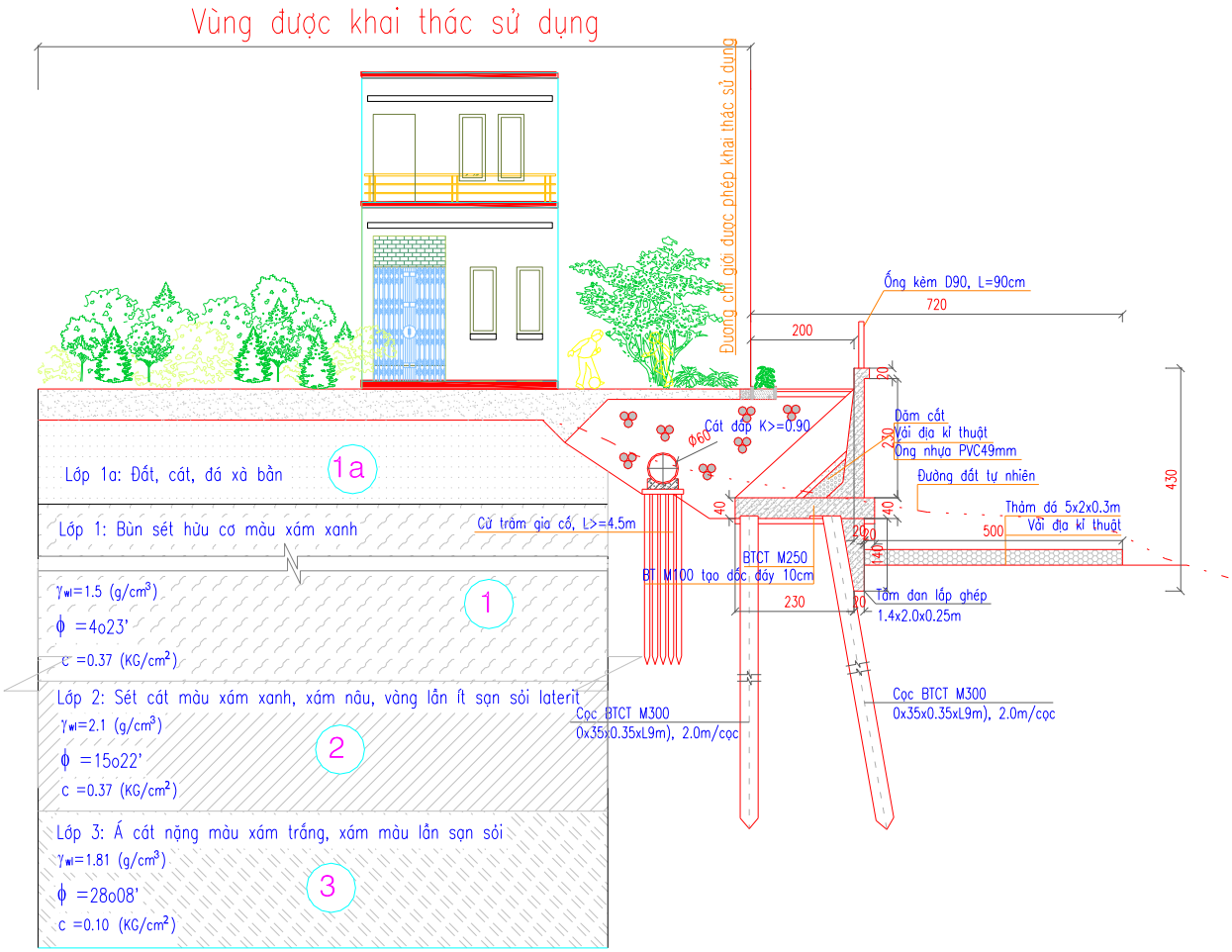
- Phía ngoài cừ bê tông dự ứng lực loại SW300 làm hệ thống chống va khi tàu thuyền cập bến. Trên có bố trí neo tàu, bố trí 2m/neo.

Kè hình thức kết hợp bến thuyền có ưu điểm tàu thuyền cập bến lên xuống dễ dàng, đảm bảo khai thác vận chuyển hàng hóa và phát triển du lịch, công trình ổn định hơn do giảm tải đầu bờ và tạo cảnh quan đô thị đẹp.



6.3.2.3. Kè tường góc chữ L trên hệ cọc BTCT

Kè tường góc BTCT trên hệ cọc, đây là dạng kết cấu khá phổ biến hiện nay. Tường góc BTCT dạng chữ L được đổ tại chỗ trên hệ cọc BTCT vuông hoặc cọc li tâm được đóng xuống lớp đất cứng. Sau lưng kè được đắp đất cát và đất tận dụng đến cao trình thiết kế tạo thành mặt bằng sau kè ở cao trình thiết kế.



6.3.2.4. Kè đứng BTCT dự ứng lực gia cố nền bằng hệ cọc ly tâm

Loại hình kè dùng cừ ván bê tông cốt theo dự ứng lực đóng sâu đủ chiều dài đảm bảo ổn định, kỹ thuật cho phép và phần gia cố chân kè bằng thảm đá để hạn chế xói chân kè. Hệ giảm tải sau lưng kè sử dụng cọc ống ly tâm gia cố nền dưới lớp vải. Tùy theo địa tầng mà bố trí cọc neo, bước cọc khác nhau, đất sau phía lưng kè dùng cốt vải địa kỹ thuật, sàn giảm tải cứng BTCT hoặc mềm bằng vải hay lưới địa kỹ thuật.

Tường đứng bằng cừ ván BTCT DUL được đóng đến lớp đất tốt. Sử dụng 2 loại cọc ván SW600, chiều dài 16~24m và SW 940, chiều dài 26~30 m. Dầm mũ liên kết đầu cọc ván (90x70)cm cho cọc ván SW600 và (124 x 80) với cọc SW940.

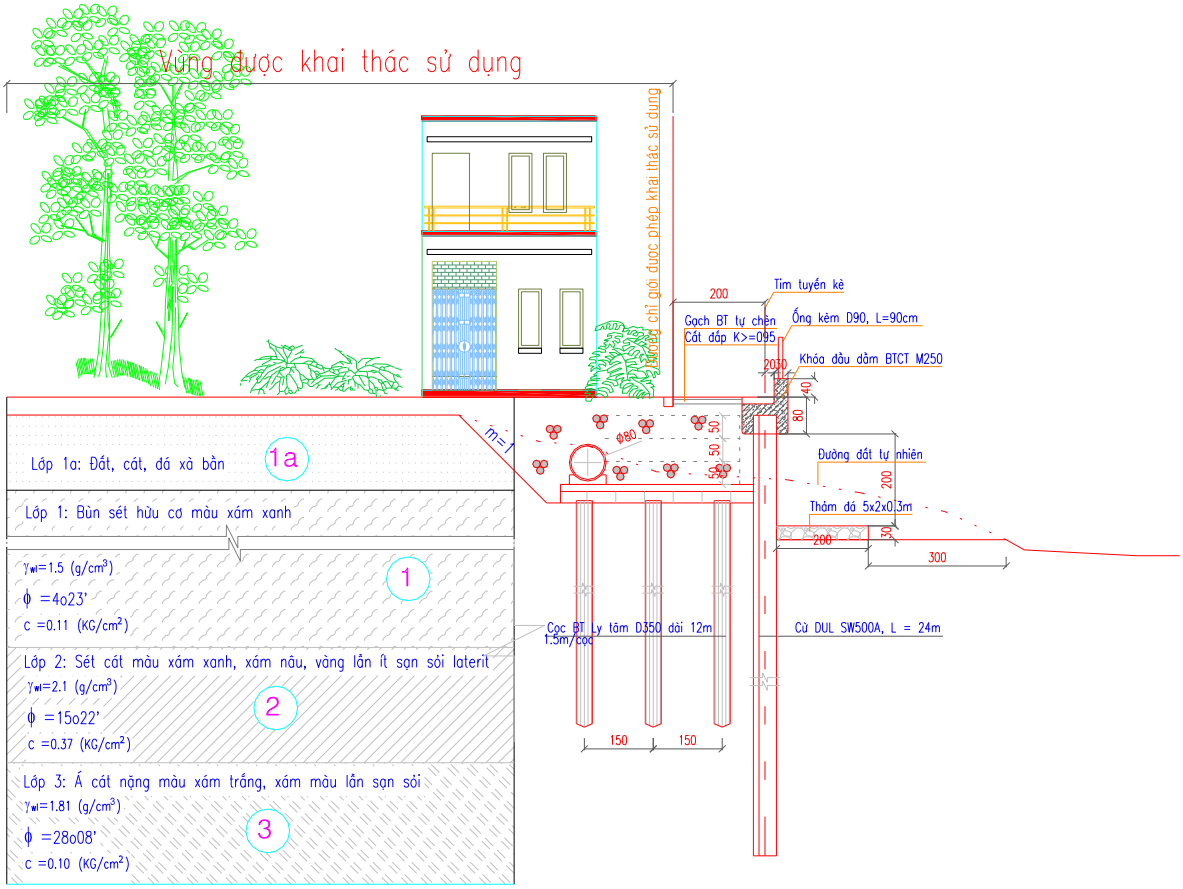
Phía trong, đất được đào đến cao trình -0.10 để thi công tầng lọc và hệ thống cống thoát nước. Đắp cát theo từng lớp dày 50 cm, đầm nén để đạt độ chặt thiết kế K=0.9. Nước ngầm thoát ra sông qua hệ thống tầng lọc và các lỗ thoát nước qua cọc ván.

Hành lang đỉnh kè: Cát được đắp từng lớp (trung bình 50 cm) đầm nện đạt K≥0,90 đến cao trình +2.00. Kết cấu trên mặt hành lang đỉnh kè gồm gạch con sâu dày 5,5 cm trên lớp vữa lót M75, dày 5 cm, phía dưới là bê tong M150 đá 1x2 dày 10 cm. Bề rộng đỉnh kè 5,0 m, độ dốc i=1% vào trong. Gờ bó vỉa BTCT M250, hố ga thu nước và hệ thống cống dọc kè, cống ngang kè để thoát

nước ra sông. Hệ thống chiếu sáng. Lan can kè được gắn đảm bảo an toàn cho người dân và du khách. Phía trong được trồng cây thảm cỏ tạo khuôn viên xanh.

Phần chân kè: Sử dụng thảm đá bọc PVC dày 30 cm (riêng 4 m từ hàng cọc BTCT DUL ra sông 4 m dày 50 cm) trên lớp vải địa kỹ thuật. Ở một số đoạn có lòng sông dốc sẽ được tạo mái bằng bao tải cát. Phạm vi bảo vệ lòng sông đến mái m ≥ 4.

K□T C□U K□ □□NG D□ □NG L□C
H□ GIUM TUI M□M SAU L□NG K□ S□ D□NG C□C LY TÂM, THUM □□ H□ CHÂN K□



6.4. Phân tích lựa chọn phương án

- Đánh giá xu thế biến đổi mực nước lớn nhất hàng năm cho thấy, cả hai chuỗi đều có xu thế tăng:

1) Tại trạm thủy văn Biên Hòa: Với chuỗi 1977 ~ 2017 cho: y = 1,193x + 145.49; mức tăng trung bình 1,193 cm/năm so với gốc 146cm. Với chuỗi 1988 ~ 2017 cho y = 1,597x + 151.745; mức tăng trung bình 1,60 cm/năm so với gốc 151.745cm.

2) Tại trạm thủy văn Phú An, với chuỗi 1985-2018 cho: y = 1,553x + 116.44; mức tăng trung bình 1,553cm/năm so với gốc 116cm

- Tỷ trọng lũ theo của các trạm theo cấp báo động:

Xét chuỗi số liệu cập nhật đến năm 2012 tỷ trọng lũ của các trạm theo cấp báo động thống kê trong bảng sau:

Bảng 6- 4: Tỷ trọng lũ theo các cấp báo động

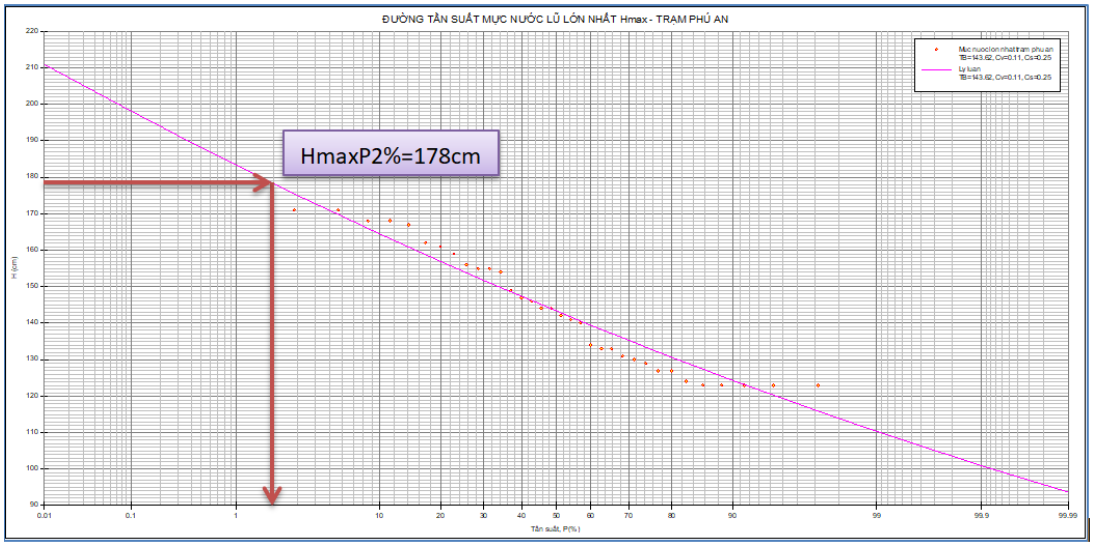
Cấp báo động	≤ BĐ I	BĐI ÷ BĐ II	BĐII ÷ BĐ III	> BĐ III
Trạm Phước Hòa	1983, 1984, 1985, 1987, 1988, 1989, 1993, 1994, 1995, 1997, 1998, 2003, 2004, 2005, 2008, 2010 (53%)	1981, 1990, 1991, 1996, 2001, 2006, 2009 (23%)	1982, 1999, 2007 (10%)	1986, 1992, 2000, 2002 (13%)
Trạm Tà Lài	2010 (3%)	1985, 1989, 1993, 1995, 2003, 2004, 2008, 2011, 2012 (28%)	1981, 1983, 1984, 1986, 1988, 1990, 1991, 1992, 1994, 1996, 1997, 1998, 2005, 2009 (44%)	1982, 1987, 1999, 2000, 2001, 2002, 2006, 2007 (25%)
Trạm Tà Pao		2011 (3%)	1992, 1993, 2002, 2003, 2004, 2008, 2009, 2010, 2012 (30,3%)	1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2005, 2006, 2007 (66,7%)
Trạm Biên Hòa	1980, 1981, 1983, 1984, 1985, 1987, 1988, 1989, 1991, 1992, 1993, 1997, 1998, 2004 (46%)	1982, 1986, 1994, 1995, 1996, 2002, 2005 (27%)	1990, 1999, 2001, 2003, 2006 (19%)	2000, 2007 (8%)
Trạm Phú An	1980; 1982-1988; 1990-1995 (41.17%)	1981; 1989; 1996; 1997; 1998; 1999; 2001; 2004; (20.58%)	1999; 2000; 2002; 2003; 2005; 2006; 2007 (20.58%)	2008; 2008; 2010; 2011; 2012; 2013 (17.64%)

Từ năm 2010 đến nay, mực nước tại trạm Phú An luôn lớn hơn BĐIII. Trong chuỗi năm từ 1985-2018 có 20.58% số năm có mực nước lớn hơn BĐIII. Xu thế ngày càng gia tăng do BĐKH và nước biển dâng.

Các công trình xây dựng bảo vệ bờ thuộc Công trình kè – Công trình Thủy lợi thuộc công trình ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn (Nghị định 15/2013/NĐ-CP ngày 06/02/2013 của Chính phủ Nước CHXHCN Việt Nam).

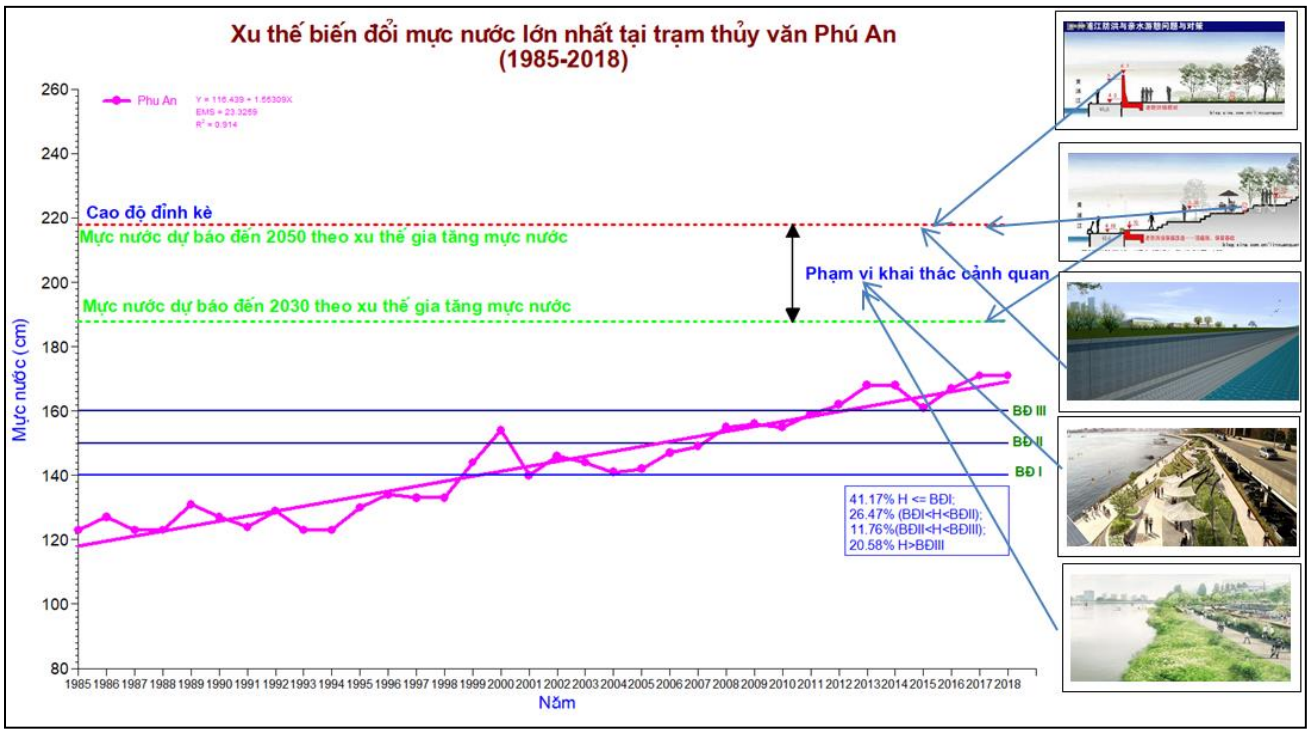
Cấp công trình: Cấp IV (theo mục 6, Bảng 1 – QCVN 04-05:2012) với tần suất thiết kế 2%.

Mực nước Hmax P2% tại Phú An = 178cm.



Hình 6- 9: Đường tần suất mực nước lũ lớn nhất trạm Phú An.

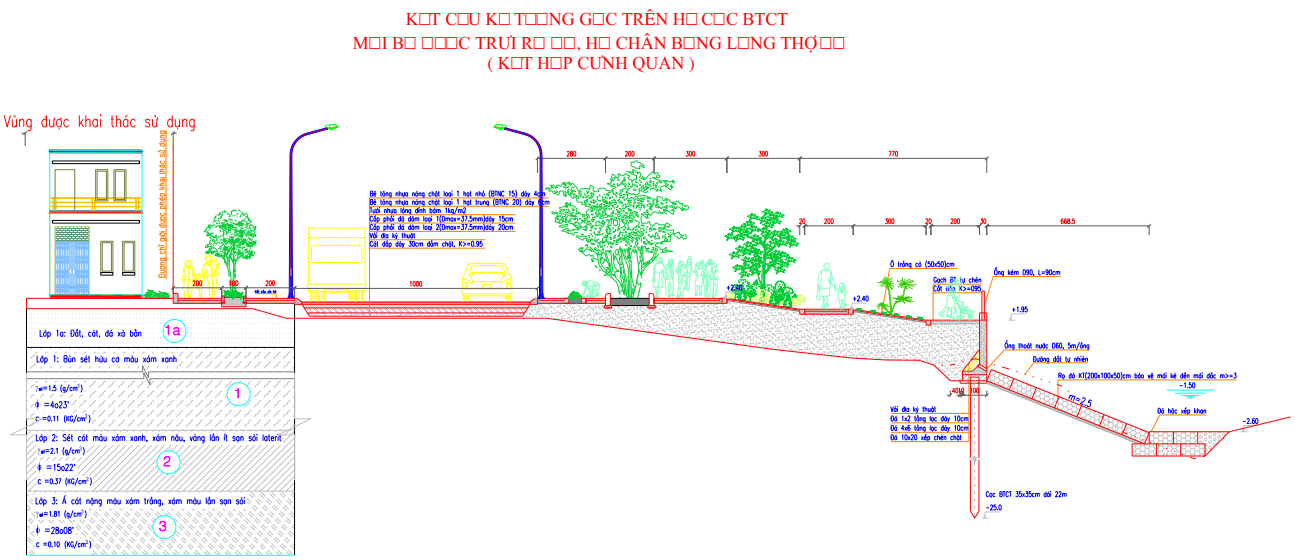
Với xu thế biến đổi mực nước lớn nhất hàng năm tại trạm Phú An với chuỗi quan trắc từ 1985-2018 cho thấy mực nước dự báo đến năm 2030 theo xu thế gia tăng mực nước là 188cm và mực nước dự báo đến năm 2030 theo xu thế gia tăng mực nước là 218cm gần bằng với mực nước thiết kế cao độ đỉnh kè tính tại trạm Phú An. Như vậy với quan điểm khai thác dòng sông hiện nay của các nước trên thế giới, có thể khai thác cảnh quan ven sông theo hướng xây dựng kè 2 lớp kết hợp. Với phương án xây dựng kè hay dùng hiện nay, như kè tường đứng BTCT dự ứng lực, cao trình đỉnh kè bằng cao trình mực nước thiết kế kè, không tận dụng được không gian ven sông. Khi xây dựng kè 2 lớp thì phần diện tích giữa lớp 1 và lớp 2 sẽ được đầu tư theo hướng giữ nguyên cao độ hiện trạng để tăng khả năng thoát lũ, không ảnh hưởng đến dòng chảy và giao thông thủy, tránh hiện tượng xói lở và bảo tồn hiện trạng đa dạng sinh học cho dự án, thông qua việc trồng hệ thực vật thủy sinh theo đặc thù của khu vực. Cao trình kè lớp 2 sẽ được tính bằng mực nước dự báo đến năm 2030. Cao trình kè lớp 1 được tính bằng cao trình đỉnh kè thiết kế ứng với lũ tần suất 2%. Ở Trung Quốc hiện còn có công trình xây dựng kè bảo vệ bờ sông 3 lớp như hình sau:



Hình 6- 10: Xu thế biến đổi mực nước lớn nhất trạm thủy văn Phú An và phương án khai thác cảnh quan ven sông.

Hình 6- 11: Kè 2 lớp bảo vệ bờ sông kết hợp khai thác cảnh quan ven sông

Hình 6- 12: Kè 3 lớp bảo vệ bờ sông kết hợp khai thác cảnh quan ven sông.



6.4.1. Lựa chọn giải pháp kỹ thuật để ổn định bờ sông

Trên cơ sở phân tích đặc điểm địa hình, địa chất, chế độ dòng chảy và nguyên nhân gây sạt lở bờ sông thì giải pháp bảo vệ bờ chống xói lở bờ trực tiếp dạng kiên cố được lựa chọn là phù hợp.

Hiện nay giải pháp bảo vệ bờ trực tiếp được áp dụng có thể phân chia theo hình thức kết cấu kè mái nghiêng, kè dạng tường đứng, dạng hỗn hợp.

Trong các kè tường đứng có hình thức kè tường góc BTCT trên nền cọc, kè tường đứng bằng BTCT Dự ứng lực, kè tường đứng bằng cọc bản chắn BTCT.

Ưu nhược điểm các các loại kè được thể hiện trong bảng sau:

	Kè mái nghiêng	**Kè tường góc BTCT trên nền cọc**	**Kè tường đứng bằng BTCT Dự ứng lực**	**Kè tường đứng bằng cọc bản chắn BTCT**	**Kè tường đứng chân kè mái nghiêng**	**Kè kết hợp bến thuyền**
Ưu điểm	Là giải pháp bảo vệ bờ đã được ứng dụng nhiều, có thể thiết kế một cách chính xác với từng trường hợp cụ thể, là giải pháp chống xói hiệu quả và tức thì. Với giải pháp này thì các vấn đề về xói mặt bờ	- Kết cấu đơn giản, vững chắc. - Giá thành hợp lý	Kết cấu đơn giản, vững chắc. Mức độ tin cậy cao hơn phương án tường cọc kết hợp tấm BTCT. Biện pháp thi công đơn giản. Phạm vi giải phóng mặt bằng nhỏ hơn phương án tường góc	Kết cấu đơn giản, vững chắc. Biện pháp thi công tương đối đơn giản. Phạm vi giải phóng mặ bằng nhỏ hơn phương án tường góc BTCT. Giá thành hạ. Có thể phân kỳ đầu tư phù hợp với điều	Ổn định trên nền đất yếu.	Ổn định trên nền đất yếu Tàu thuyền cập bến lên xuống thuận tiện Công trình ổn định hơn do giảm tải đầu bờ Tạo cảnh quan đô thị đẹp

	Kè mái nghiêng	**Kè tường góc BTCT trên nền cọc**	**Kè tường đứng bằng BTCT Dự ứng lực**	**Kè tường đứng bằng cọc bản chắn BTCT**	**Kè tường đứng chân kè mái nghiêng**	**Kè kết hợp bến thuyền**
	do dòng chảy tràn bờ được giải quyết triệt để. Biện pháp thi công đơn giản, giá thành hạ hơn so với phương án kè tường đứng.		BTCT. Có thể phân kỳ đầu tư trước tường cừ làm công trình cản kín.	kiện kinh phí. Xây dựng trước tường cọc bản chắn làm công trình cản hở hoặc kín.		
Nhược điểm	Đòi hỏi phải có công tác tạo mái để đáp ứng yêu cầu ổn định cũng như do yêu cầu về thi công lắp đặt. Điều này có thể dẫn đến chi phí công trình cao, phá hoại môi trường ven bờ, và làm ảnh hưởng tới cơ sở hạ tầng gần đó. Trong một số trường hợp, khối lượng đào đắp để chỉnh tuyến kè là rất lớn. Việc thi công kè lát mái dưới nước sâu hoặc trong dòng chảy xiết thường là khó khăn và tốn kém. Một số vật liệu có thể đòi hỏi các biện pháp đặc	- Phạm vi chân kè dưới bản đáy vẫn có nguy cơ bị xói lở nếu kết cấu gia cố mái không đảm bảo. Biện pháp thi công phức tạp hơn khi đòi hỏi phải có khung vây hố móng thi công tường. Diện tích hố móng lớn nên phạm vi giải phóng mặt bằng rộng. Thời gian thi công lâu	-Thiết bị thi công cồng kềnh. - Giá thành cao.	-Phạm vi phía dưới tấm chắn BTCT vẫn có khả năng bị xói nều lớp gia cố không đảm bảo do đó cần đặt sâu hơn.	Kè tường đứng nên không giảm tải được đầu bờ toàn bộ tải trọng trên đỉnh kè do hệ cọc chống đỡ	

	Kè mái nghiêng	**Kè tường góc BTCT trên nền cọc**	**Kè tường đứng bằng BTCT Dự ứng lực**	**Kè tường đứng bằng cọc bản chắn BTCT**	**Kè tường đứng chân kè mái nghiêng**	**Kè kết hợp bến thuyền**
	biệt để giảm thiểu các đặc tính sinh học và mỹ học bất lợi. Khi thiết kế, kè áp mái phải đủ trọng lượng hay cường độ để ổn định tại chỗ dưới tác động của dòng chảy. Kè cũng phải đảm bảo giữ được vật liệu bờ phía dưới nó dưới tác động của dòng chảy rối hoặc dòng thấm					

6.4.2. Định hướng quy hoạch sử dụng vùng ven sông sông Sài Gòn đoạn từ ngã ba rạch Vĩnh Bình đến ngã ba rạch Thị Nghè phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội

▪ ***a. Hiện trạng hai bên bờ sông Sài Gòn khu vực từ ngã ba rạch Vĩnh Bình đến ngã ba rạch Thị Nghè phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội***

- Phía bờ Tây sông Sài Gòn

+ Đoạn ven sông Sài Gòn khu vực phường An Phú Đông quận 12 có tuyến đê bao bờ hữu sông Sài Gòn (chạy qua địa bàn quận 12, huyện Hóc Môn, Củ Chi) kết hợp với giao thông này nhiều đoạn cũng bị chia cắt, đứt đoạn. các nhà xây dựng ven sông như khu biệt thự tổ 40 Khu phố 3 phường An Phú Đông…có những nhà xây sát bờ sông..

+ Đoạn qua phường 13 phía Bắc đường Phạm Văn Đồng đa phần là các dự án nhà ở có quy hoạch chi tiết 1/500 (khu vực này trước đây là KCN Bình Hòa).

+ Đoạn qua phường 13 phía Nam đường Phạm Văn Đồng, phường 26, phường 27 có dân cư hiện hữu khá dày đặc.

+ Đoạn qua phường 28 (khu vực bán đảo Thanh Đa) có một phần là dân cư hiện hữu còn lại là quỹ đất nông nghiệp. Khu vực này được bao bọc xung quanh bởi sông Sài Gòn. Từ mé sông vào khoảng 30m có tuyến đường hiện hữu dọc sông, trong đoạn 30m này có một số vị trí hiện hữu là các điểm dịch vụ dọc sông, còn lại phần bên trong tuyến đường là dân cư, đa số nhà ở cấp 2, cấp 3, mật độ phân bố dân cư khu vực này thấp hơn so với các khu vực khác thuộc Bình Thạnh. Khu vực này thường xuyên bị sạt lở.

+ Khu vực quận Bình Thạnh hạ lưu cầu Sài Gòn hình thành các khu dân cư mới cao tầng và thương mại dịch vụ như Vinhomes Tân Cảng - Landmark 81, khu Sài Gòn Pearl…

- Phía bờ Đông sông Sài Gòn

+ Đoạn từ rạch Vĩnh Bình đến sông Rạch Chiếc thuộc địa phận quận Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh có dân cư xây dựng khá dày đặc xen cài với các dự án nhà ở thuộc phường Hiệp Bình Chánh, đặc biệt trong khu vực này là khu Cảng Phước Long trải dài phía Đông dọc sông Sài Gòn, đối diện bán đảo Thanh Đa là quỹ đất tiềm năng để có thể định hướng phát triển trong tương lai.

+ Đoạn từ sông Rạch Chiếc đến cầu Sài Gòn thuộc phường Thảo Điền, Quận 2. Đa phần nhà ở biệt thự cao cấp hiện hữu thuộc các dự án nhà ở, khu vực này bị lấn chiếm hành lang kênh rạch khá nhiều.

+ Đoạn hạ lưu cầu Sài Gòn đến rạch Thị Nghè, khu vực này có nhiều khu dân cư, nhiều nhà dân xây dựng sát ven sông Sài Gòn.

▪ ***b. Quy hoạch sử dụng đất hai bên bờ sông Sài Gòn khu vực từ ngã ba rạch Vĩnh Bình đến ngã ba rạch Thị Nghè (theo quy hoạch chung của thành phố).***

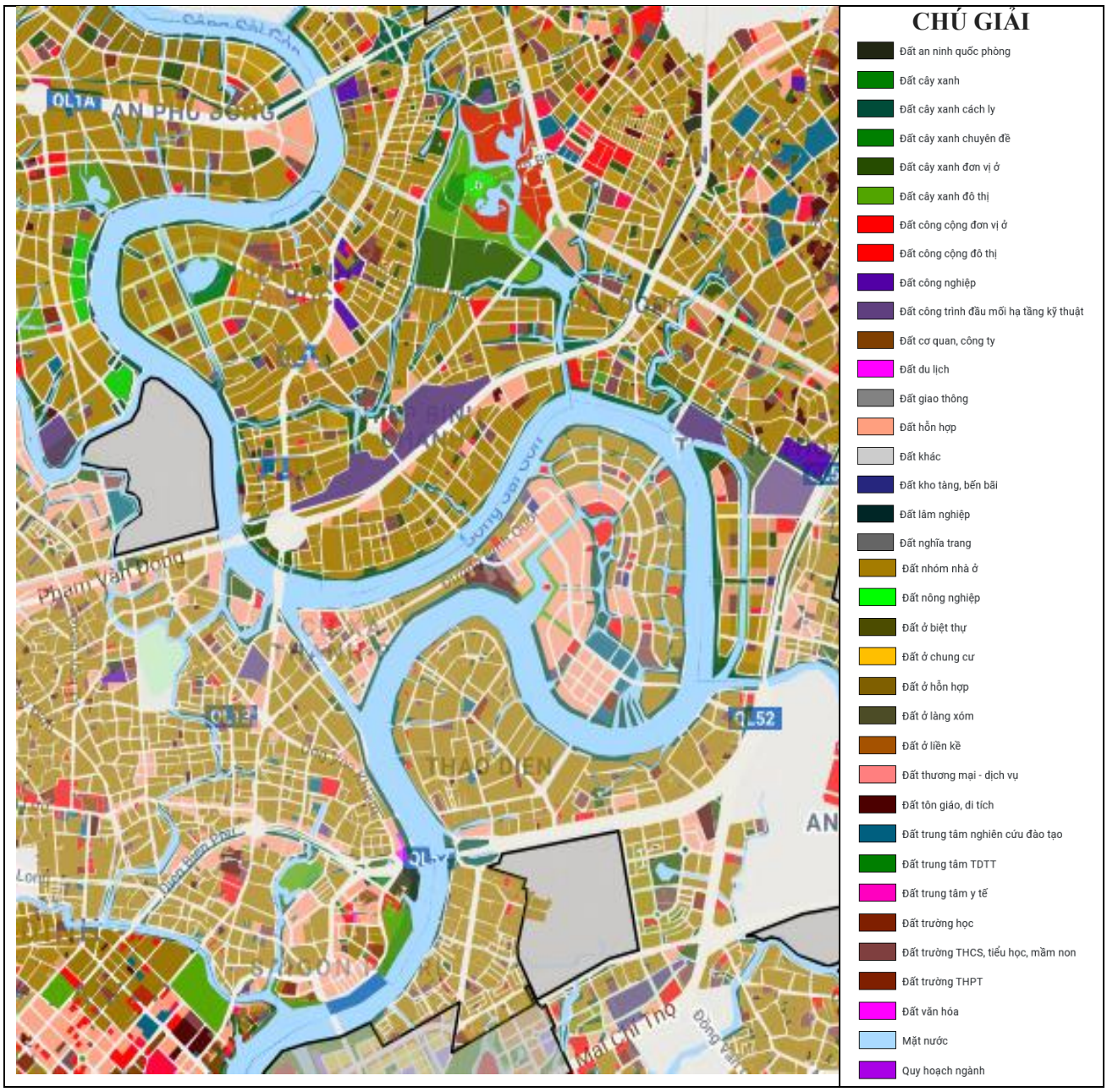
Từ năm 1993, đã bắt đầu có các quy hoạch tổng thể xây dựng thành phố HCM và cho đến này đã có 2 lần điều chỉnh quy hoạch HCM đó là:

Quy hoạch tổng thể xây dựng TPHCM đến năm 2010 phê duyệt năm 1993 (Quy hoạch 1993)

Điều chỉnh Quy hoạch chung TP.HCM đến năm 2020 phê duyệt năm 1998 (Quy hoạch 1998

Điều chỉnh Quy hoạch chung xây dựng TPHCM đến năm 2025 phê duyệt năm 2010 (Quy hoạch 2010).

Điều chỉnh tổng thể quy hoạch chung TP.HCM đến năm 2040, tầm nhìn đến năm 2060 mới nhất thay thế cho Bản đồ quy hoạch TP Hồ Chí Minh chung đến năm 2025.



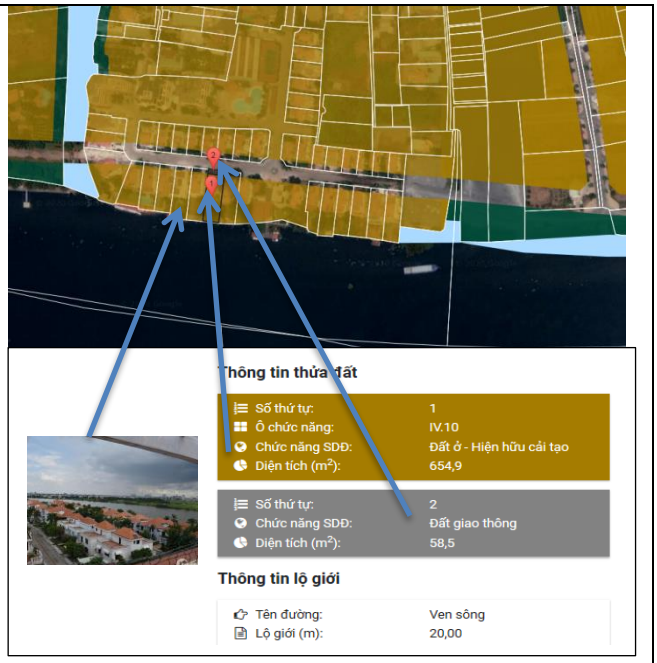
Hình 6- 13: Quy hoạch sử dụng đất khu vực nghiên cứu

Ghi chú: Phân loại chức năng sử dụng đất dựa theo quy định trong Phụ lục của Thông tư số 12/2016/TT-BXD ngày 29/06/2016 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng

Khu vực bờ Tây sông Sài Gòn:

Khu vực phường An Phú Đông có khu vực Villa An Phú Đông xây dựng sát mép bờ sông.

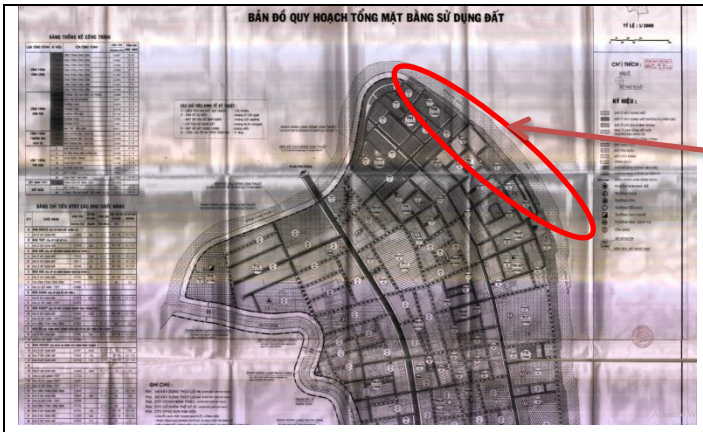
Vị trí khu dân cư hiện hữu ven sông Sài Gòn khu vực phường An Phú Đông



Vị trí khu dân cư ven sông Sài Gòn khu vực phường An Phú Đông theo quy hoạch năm 2013

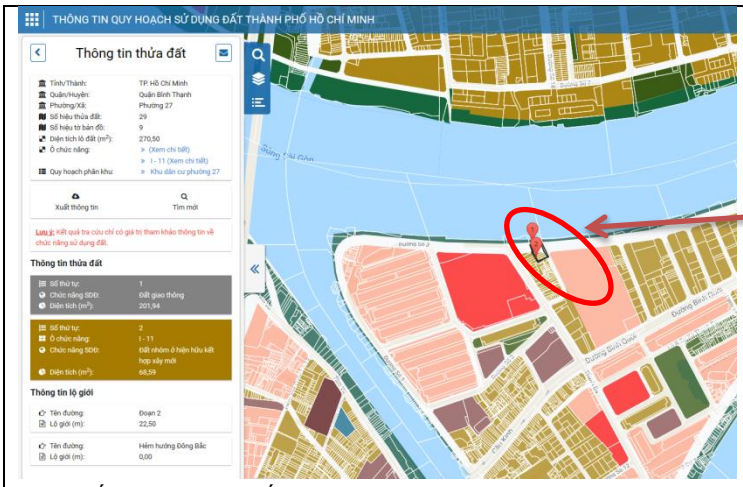
Vị trí khu dân cư ven sông Sài Gòn khu vực phường An Phú Đông hiện nay.

Khu vực phường 13, theo quy hoạch sử dụng đất năm 2006 khu dân cư Bình Hòa quận Bình Thạnh ven sông chủ yếu dành cho đất khu công viên cây xanh nhưng hiện nay đã xây dựng công trình nhà ở khu dân cư ra tận mép bờ sông.



Vị trí khu dân cư ven sông Sài Gòn khu vực phường An Phú Đông theo quy hoạch năm 2013

Khu vực phường 27, phường 28 theo quy hoạch sử dụng đất khu đô thị mới Bình Quới Thanh Đa thì toàn bộ phần đất giáp ranh bờ sông được quy hoạch là đất giao thông, nhưng hiện nay một số hộ dân đã xây nhà sát ven sông.

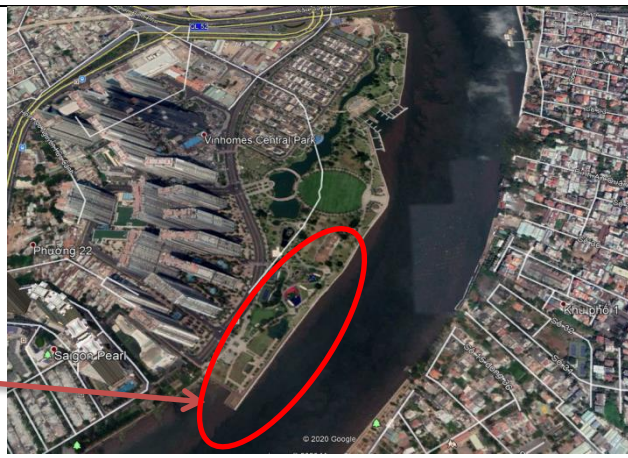


Vị trí số 1 quy hoạch đất giao thông (theo quy hoạch khu đô thị mới Bình Quới Thanh Đa)

Vị trí số 1 hiện nay là nhà dân xây sát ven sông, không có đường giao thông.

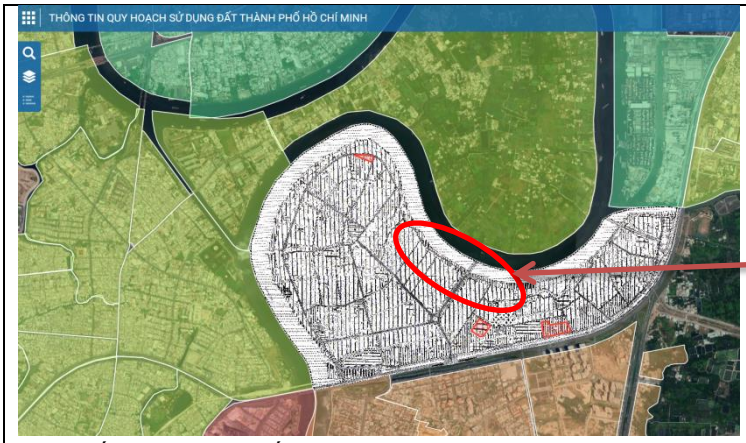
Khu vực quy hoạch khu Tân Cảng theo quy hoạch phần đất sát sông là đất xây dựng quảng trường, đất công viên cây xanh.

Vị trí quy hoạch đất xây dựng quảng trường và khu công viên cây xanh (theo quy hoạch chi tiết xây dựng đô thị khu Tân Cảng).



Vị trí hiện nay là nhà dân xây sát ven sông, không có đường giao thông.

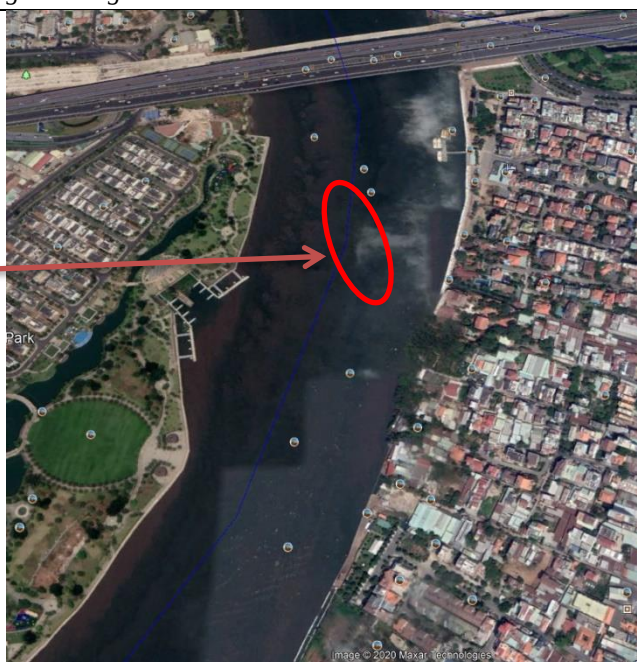
Khu vực quy hoạch khu dân cư bắc xa lộ Hà Nội có bố trí đường giao thông ven sông, nhưng hiện nay các khu nhà cũng đều xây sát ven sông.



Vị trí số 1 quy hoạch đất xây dựng quảng trường và khu công viên cây xanh (theo quy hoạch chi tiết xây dựng đô thị khu Tân Cảng).

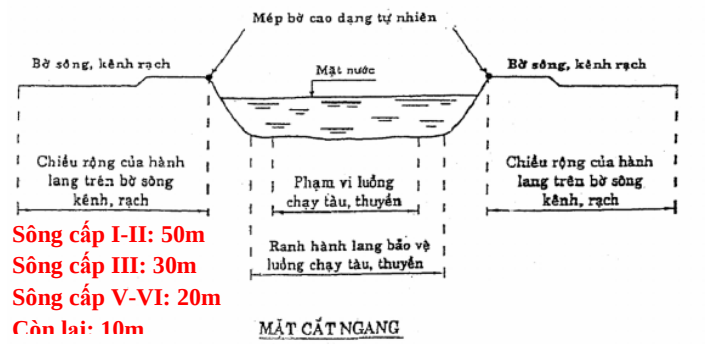
Vị trí số 1 hiện nay là nhà dân xây sát ven sông, không có đu giao thông.

Vị trí quy hoạch xây dựng đường sát ven sông

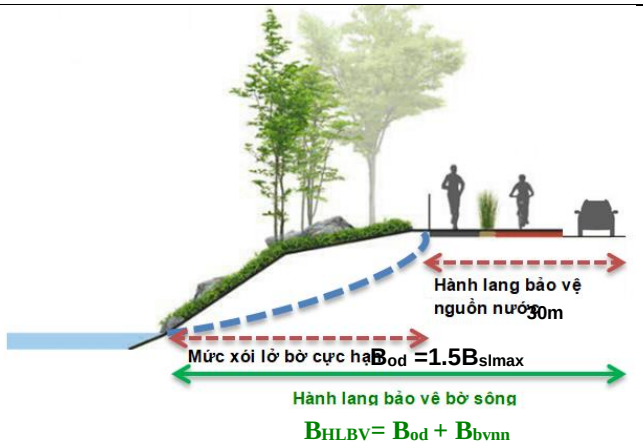


Vị trí hiện nay là đường sát ven sông.

c. Đề xuất quy hoạch sử dụng đất hai bên bờ sông Sài Gòn khu vực từ ngã ba rạch Vĩnh Bình đến ngã ba rạch Thị Nghè theo hướng tiếp cận hành lang bảo vệ nguồn nước và đảm bảo an toàn bờ sông.



Quy định về quản lý, sử dụng hành lang trên bờ sông, suối, kênh, rạch, mương và hồ công cộng thuộc địa bàn thành phố Hồ Chí Minh



Đoạn sông Sài Gòn theo phân cấp kỹ thuật đường thủy nội địa số 46/2016/TT-BGTVT ngày 29/12/2016 của Bộ giao thông vận tải, quy định đoạn sông Sài Gòn khu vực nghiên cứu như sau:

STT	Tên đường thủy nội địa	Phạm vi	Chiều dài (km)	Cấp kỹ thuật	
				Hiện trạng	Quy hoạch đến 2030
1	Sông Sài Gòn	Từ ngã ba rạch Thị Nghè đến hạ lưu đập Dầu Tiếng 2 km	128,1		
		- Từ ngã ba rạch Thị Nghè đến cầu Bình Triệu	*15,1*	II	II
		- Từ cầu Bình Triệu đến hạ lưu đập Dầu Tiếng 2 km	*113,0*	III	II

Theo quy định về quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ trên bờ sông, suối, kênh rạch mương và hồ công cộng thuộc địa bàn thành phố Hồ Chí Minh thì trong đoạn sông nghiên cứu, đoạn từ Cầu Bình triệu đến ngã ba rạch Vĩnh Bình chiều rộng phạm vi hành lang trên bờ sông Sài Gòn là 30m mỗi bên, đoạn từ cầu Bình Triệu đến ngã ba rạch Thị Nghè mỗi bên là 50m.

III.1. Phân đoạn I:

Toàn khu vực chia làm 12 phân khu, bao gồm: 10 phân khu Củ Chi, 01 phân khu Hóc Môn và 01 phân khu Quận 12. Chiều dài sông: 52,5km,gồm: Củ Chi (44km) + Hóc Môn (7km) + Quận 12 (1,5km). Diện tích: 5.230ha, gồm: Củ Chi (4.780ha) + Hóc Môn (400ha) + Quận 12 (50ha). Định hướng quy hoạch: Phát triển kinh tế (nông nghiệp kỹ thuật cao, du lịch sinh thái); Xây dựng văn hoá (điểm đến cuối tuần là hành lang sinh thái giải trí ven sông dài nhất); Tôn tạo và giữ gìn các giá trị hiện hữu (di tích, làng nghề, cụm dân cư nông thôn). Để hạn chế xáo trộn giữa các khu vực dân cư nông thôn hiện hữu, các dự án, đồ án đã có pháp lý, phương án này tạo sự cân bằng giữa giữ lại chỉnh trang và phát triển mới. - *Kết nối dòng sông và bảo*

vệ hệ sinh thái tự nhiên: Bờ sông Sài Gòn có bề mặt thuỷ giới rộng lớn (200 – 250m) cần khai thác triệt để, phát triển du lịch. Tạo một không gian mặt nước tự nhiên an toàn – thoải mái cho các hoạt động lễ hội, góp phần điều tiết nước, đề xuất đào thêm một số đoạn sông để nối kết hai bờ sông.

- *Tạo ra các khu vực an toàn nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu:* tạo thêm tuyến đường mới kết hợp thành đê bao bổ sung (ngoài những tuyến hiện hữu đã có sẵn). Ngoài ra, để hạn chế sự lan toả theo vết dầu loang của đô thị hoá, ý tưởng nối kết các dòng sông hiện hữu cũng tạo ra hành lang mềm ngăn cách giữa khu vực dân cư với khu nông nghiệp, khu nghỉ dưỡng du lịch, tách bạch không khí náo nhiệt đô hội với khu vực sinh thái tự nhiên.

+ *Liên kết vùng để bổ sung và tổ hợp chức năng:* Để tạo sức hút đầu tư, khai thác tiềm năng phát triển kinh tế qua việc giao thương giữa các địa phương TP.HCM – Bình Dương – Tây Ninh, bổ sung cho nhau các chức năng khác giữa khu đô thị mới và nội thành hiện hữu, giải pháp quy hoạch cho các phân khu này phải kết nối được với các khu vực nêu trên.

- *Kiến tạo các khu cảnh quan bờ sông khác biệt:* tạo một không gian sống động, khác biệt nhau về hình thức tổ chức không gian kiến trúc cảnh quan và hoạt động trên đó nhằm tạo ra một điểm đến cuối tuần hấp dẫn cho du khách tại đây.

- *Đa dạng và tiếp nối các hoạt động vui chơi giải trí và nghĩ dưỡng:* Với mục tiêu tạo ra một hành lang giải trí sinh thái ven sông với các hoạt động đa dạng và đủ sức hấp dẫn, với nhiều dịch vụ đẳng cấp trên cơ sở những tiềm năng thế mạnh về di tích lịch sử, văn hóa làng nghề truyền thống,... Kết hợp đề xuất tổ chức nhiều loại hình vui chơi giải trí đa dạng, mô hình du lịch Home stay.

- *Tạo điều kiện để phát triển kinh tế nông nghiệp ứng dụng khoa học kỹ thuật (KHKT):* Củ Chi nổi tiếng với làng nghề truyền thống về sản phẩm mây tre- lá, gốm, thuốc trước đây và cây – sinh vật cảnh ngày nay. Lưu giữ và phát triển thêm bằng cách ứng dụng khoa học kỹ thuật hiện đại vào các cánh đồng mẫu lớn.

III.2. Phân đoạn II:

Nhìn chung theo định hướng đa số hai bên bờ sông đều quy hoạch khu dân cư hiện hữu chỉnh trang để tránh xáo trộn cuộc sống người dân. Với sông Sài Gòn bao bọc xung quanh, Khu Đô thị Bình Quới Thanh Đa là một trong những dự án hiếm hoi còn sót lại với quỹ đất lớn thuộc khu vực nội thành, dự báo sẽ trở thành khu đô thị mang tầm vóc quốc tế bên cạnh khu đô thị Nam Sài Gòn và Khu đô thị mới Thủ Thiêm. Việc đầu tư xây dựng cụm cảng trung chuyển ICD Long Bình là để di dời cụm cảng Trường Thọ hiện hữu tại phường Trường Thọ, quận Thủ Đức. Dự kiến dự án di dời này sẽ thực hiện theo hình thức đầu tư đối tác công tư và chủ trương đã được Thủ tướng Chính phủ đồng ý tại Công văn số 211/TTg ngày 3 tháng 02 năm 2016. Dự án khu đô thị Bình Quới Thanh Đa đã được định hướng quy hoạch đã lâu nhưng chưa thể thực hiện nên còn gây nên nhiều vấn đề kinh tế xã hội.

III.3. Phân đoạn III: "Từ cầu Sài Gòn đến mũi Đèn Đỏ":

Khu vực 930ha là khu vực phát triển mới đa chức năng, trải dài từ cầu Sài Gòn đến cầu Tân Thuận, thuộc một phần quận Bình Thạnh, quận 1 và quận 4 (giới hạn bởi: phía Bắc giáp cầu Sài Gòn, phía Tây giáp đường Nguyễn Hữu Cảnh, Tôn Đức Thắng, phía Nam giáp đường Nguyễn Tất Thành, kênh Tẻ, phía Đông giáp sông Sài Gòn), có diện tích khoảng 274.8 ha. Khu quận 7 gồm khu chế xuất Tân Thuận và khu công viên Mũi Đèn Đỏ. Theo quy hoạch 930ha, hai bên bờ sông Sài Gòn xây dựng hàng loạt các cụm chung cư cao cấp, ngoài ra còn có khu thương mại, văn phòng làm việc, khách sạn 5 sao, các tổ hợp giải trí hiện đại… với mật độ xây dựng chung của khu đô thị khoảng 35%, số tầng được xây dựng tối đa là 55 tầng (tương đương chiều cao 220m).

- Bờ Đông sông Sài Gòn: thuộc khu vực quận 2, một phần là các khu dân cư hình thành từ các dự án có quy mô nhỏ, hiện đã và đang xây dựng, không gian cảnh quan bờ sông thiếu đồng bộ, là sự ráp nối của các dự án nên thiếu tính kết nối, công trình kiến trúc dọc bờ sông chủ yếu là dạng nhà ở thấp tầng.Phần còn lại thuộc khu đô thị mới Thủ Thiêm: đang trong quá trình đầu tư xây dựng theo quy hoạch. Trong tương lai sẽ hình thành tuyến cảnh quan ven sông có giá trị mỹ quan, gắn kết không gian bờ sông với quãng trường, cầu đi bộ, các công trình công cộng cấp thành phố; nơi diễm ra các hoạt động văn hóa – nghệ thuật và là không gian lý tưởng cho hoạt động ngoài trời.

- Bờ Tây sông Sài Gòn: từ cầu Sài Gòn (phía quận Bình Thạnh) kéo dài dọc 2 bờ sông Sài Gòn đến cầu Tân Thuận (quận 4), có khoảng 50 tòa cao ốc đã và đang thi công. Bên cạnh những dự án lớn đã đi vào sử dụng như Vinhomes Central Park, khu cảng Ba Son, khu đô thị Sala...hàng loạt dự án lớn khác đang chuẩn bị triển khai có thể kể đến như Dự án Khu công viên Bến Bạch Đằng, Khu phức hợp Nhà Rồng - Khánh Hội quy mô 31,5ha, bên cạnh đó, Dự án đầu tư xây dựng hạ tầng kỹ thuật khu công viên Mũi Đèn Đỏ và khu nhà ở đô thị (có tên thương mại là Saigon Peninsula) tại phường Phú Thuận, Quận 7, TP.HCM, giáp với rạch Bà Bướm và sông Sài Gòn với diện tích khoảng 117ha, trong đó có khu công viên hỗn hợp đa chức năng khoảng 82ha và khu đô thị nhà ở khoảng 35ha gồm khu nghỉ dưỡng, trung tâm tài chính, khách sạn, vui chơi giải trí.

6.5. Các giải pháp thi công

CHƯƠNG VII: THIẾT KẾ SƠ BỘ CÔNG TRÌNH CHỐNG SẠT LỞ KHU VỰC TRỌNG ĐIỂM TRÊN SÔNG SÀI GÒN ĐOẠN TỪ NGÃ BA RẠCH VĨNH BÌNH ĐẾN NGÃ BA RẠCH THỊ NGHÈ

7.1. Những căn cứ đề nghiên cứu, lập thiết kế sơ bộ công trình chống sạt lở khu vực trọng điểm

7.1.1. Các văn bản pháp lý

- Luật Xây dựng ban hành ngày 26/11/2003, có hiệu lực thi hành từ ngày 01/07/2004.

- Luật số 38/2009/QH12 ban hành ngày 19/6/2009, sửa đổi bổ sung một số điều của các luật liên quan đến đầu tư xây dựng cơ bản.

- Nghị định số 12/2009/NĐ-CP ngày 12/2/2009 của Chính Phủ về quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình.

- Nghị định số 15/2013/NĐ-CP ngày 06/02/2013 của Chính Phủ về quản lý chất lượng công trình xây dựng.

- Nghị định số 112/2009/NĐ-CP ngày 14/12/2009 của Chính Phủ về quản lý chi phí đầu tư xây dựng công trình.

- Thông tư 04/2010/TT-BXD ngày 26/05/2010 của Bộ xây dựng về quản lý chi phí đầu tư xây dựng công trình.

- Thông tư 27/2009/TT-BXD của Bộ Xây dựng ngày 31/7/2009 hướng dẫn một số nội dung về quản chất lượng công trình xây dựng.

- Thông tư 05/2011/TT-BXD của Bộ Xây dựng ngày 09/6/2011 quy định việc kiểm tra, thẩm định và nghiệm thu công tác khảo sát lập bản đồ địa hình phục vụ quy hoạch và thiết kế xây dựng.

- Quyết định số 957/QĐ-BXD ngày 29/9/2009 của Bộ Xây dựng về việc công bố định mức chi phí quản lý dự án và đầu tư xây dựng công trình.

7.1.2. Các tiêu chuẩn tính toán – thiết kế

- Tiêu chuẩn Việt Nam phân cấp đường thủy nội địa TCVN 5664-2009.

- Công văn số 9427/SXD-QLKTXD ngày 05/12/2011 của Sở xây dựng Tp. Hồ Chí Minh về việc hướng dẫn điều chỉnh dự toán xây dựng công trình trên địa bàn Tp.Hồ Chí Minh.

- Công văn số 1730/BXD-KTXD ngày 20/10/2011 của Bộ Xây dựng về việc Hướng dẫn điều chỉnh dự toán xây dựng công trình theo mức lương tối thiểu mới từ 01/10/2011 theo quy định tại Nghị định số 70/2011/NĐ-CP.

- QCVN 04-05:2010/BNNPTNT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia - Công trình Thuỷ lợi – Các quy định chủ yếu về thiết kế (thay cho TCXDVN 285:2002);

- QCVN 04-01:2010/BNNPTNT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về thành phần, nội dung báo cáo đầu tư dự án đầu tư và báo cáo kinh tế kỹ thuật.

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

- TCVN 9152-2012: Công trình thủy lợi - Quy trình thiết kế tường chắn đất;
- TCVN 2737-1995: Tải trọng và tác động - tiêu chuẩn thiết kế.

- TCVN 8421:2010 : Công trình thuỷ lợi - Tải trọng và lực tác dụng lên công trình do sóng và tàu
- TCVN 4253:2012 : Nền các công trình thủy công - Tiêu chuẩn thiết kế.
- TCXD 205:1998 : Tiêu chuẩn thiết kế móng cọc.
- TCVN 7888:2008 – Cọc bê tông ly tâm ứng lực trước
- TCVN 4116-1985 : Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công - tiêu chuẩn thiết kế.
- TCVN 9114:2012 : Sản phẩm bê tông ứng lực trước – Yêu cầu kỹ thuật và kiểm tra chấp nhận
- TCVN 5664:2009 : Phân cấp kỹ thuật đường thủy nội địa.
- TCVN 9398:2012 : Công tác trắc địa trong xây dựng công trình - Yêu cầu chung
- TCVN 8217:2009 : Đất xây dựng công trình thủy lợi. Phân loại
- TCVN 8218:2009 : Bê tông thủy công - Yêu cầu kỹ thuật.
- TCVN 8228:2009 : Hỗn hợp bê tông thủy công - Yêu cầu kỹ thuật.
- QCVN 7:2011/BKHCN: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về thép cốt bê tông
- TCVN 6284:1997 (ISO 6934:1991), Thép cốt bê tông dự ứng lực
- TCVN 6067:2004 : Xi măng poóc lăng bền sun phát theo QCVN 16:2011/BXD.
- TCVN 7570:2006 : Cốt liệu cho bê tông và vữa – Yêu cầu kỹ thuật.
- TCVN 349-2005 : Cát xây dựng. Yêu cầu kỹ thuật
- TCVN 1771-1987 : Đá dăm, sỏi và sỏi dăm dùng trong xây dựng. Yêu cầu kỹ thuật
- TCVN 8220:2009 : Vải địa kỹ thuật. Phương pháp xác định độ dày danh định
- TCXD 302 – 2004 : Nước trộn bê tông và vữa - Yêu cầu kỹ thuật.
- TCVN 4314-2003 : Vữa xây dựng - Yêu cầu kỹ thuật.
- ISO 4422-1996/TCVN 6151-1996: Tiêu chuẩn ống UPVC, PVC.

7.1.3. Các tài liệu, số liệu sử dụng trong tính toán

- Tài liệu khảo sát địa hình khu vực dự án thực hiện tháng 5 năm 2019.

- Tài liệu khảo sát địa chất khu vực xây dựng công trình do Viện Khoa học Thuỷ lợi miền Nam thực hiện tháng 12 năm 2013.

- Tài liệu thủy văn, bùn cát phục vụ lập dự án: sử dụng số liệu của trạm thủy văn cơ bản Phú An (sông Sài Gòn) cập nhật đến 2018 để xác định mực nước tính toán và tham khảo tài liệu tài liệu thuỷ văn khu vực dự án do viện Khoa học thủy lợi miền Nam thực hiện.

- Tài liệu về kinh tế xã hội, tài liệu quy hoạch phát triển kinh tế xã hội.

- Các kết quả nghiên cứu của đề tài và của các dự án khác có liên quan.

7.2. Mục tiêu xây dựng dự án công trình chống sạt lở bờ khu vực bán đảo Thanh Đa đoạn khu vực cầu Bình Quới và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội.

Xây dựng công trình kè chống sạt lở bán đảo Thanh Đa và quy hoạch sử dụng vùng ven sông với mục tiêu:

- Chống sạt lở bờ sông nhằm bảo vệ cơ sở hạ tầng xây dựng ven sông, đảm bảo an toàn cho cuộc sống của nhân dân sống bên sông.

- Phòng, chống lấn chiếm bờ sông, kênh, rạch và sử dụng đất không đúng theo mục đích đất đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt.
- Đảm bảo an toàn giao thông thủy.
- Tạo quỹ đất để xây dựng các hệ thống hạ tầng kỹ thuật dọc sông, kênh, rạch, xây dựng công trình phục vụ lợi ích công cộng, công viên, cây xanh nhằm đảm bảo vệ sinh môi trường và cảnh quan đô thị thành phố phục vụ phát triển kinh tế xã hội.
- Cải tạo môi trường, tạo cảnh quan khu vực ven sông.

7.3. Đặc điểm địa hình, địa chất khu vực dự án

7.3.1. Đặc điểm địa hình

Mái sông bờ hữu tương đối thoải, hệ số mái dốc m=3÷ 6. Tuyến lạch sâu nằm giữa sông hoặc lệch về phía bờ tả.

7.3.2. Đặc điểm địa chất

Căn cứ vào mô tả địa chất ở thực địa và kết quả thí nghiệm các đặc trưng cơ lý của đất nền trong phạm vi khảo sát tới độ sâu 30.0m, gồm các lớp như sau (nguồn Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam):

Lớp 1a: Đất san lấp

Lớp đất san là lớp đất bụi màu nâu vàng, nâu đỏ, lấy này chỉ xuất hiện ở vị trí hố khoan HK15, phân bố từ mặt đất tự nhiên đến độ sâu. 3,1m.

Lớp 1: Bùn sét màu xám xanh, xám đen

Bùn sét màu xám xanh, xám đen, đôi chỗ lẫn thực vật chưa phân hủy hoàn toàn, lớp này phân bố từ bề mặt tự nhiên và dưới lớp 1a đến độ sâu rất khác nhau từ 10.2 m trở xuống, tùy từng vị trí hố khoan, riêng hố khoan HK4 chiều dày lớp bùn sét 38,5m.

Lớp 2a: Đất sét, bụi pha cát, màu xám vàng, xám trắng, nâu đỏ loang lỗ.

Lớp 2a có diện phân bố không liên tục, bề dày lớp thay đổi lớn theo từng vị trí hố khoan, lớp này xuất hiện ở các hố khoan HK8, hố khoan HK9; hố khoan HK10; hố khoan HK11; hố khoan HK12; hố khoan HK13; hố khoan HK16; ở vị trí hố khoan HK16, lớp này có thế nằm dạng thấu kính. Độ sâu phân bố của đáy lớp thay đổi tùy theo vị trí các hố khoan, từ 21.0m trở xuống. Riêng ở vị trí hố khoan HK11, khi khoan đến độ sâu thiết kế vẫn chưa phát hiện đáy lớp.

Lớp 2b: Đất sét bình thường, màu xám xanh, xám vàng

Lớp đất sét màu xám xanh xám vàng chỉ xuất hiện ở vị trí hố khoan HK1, hố khoan HK2 và phân bố từ độ sâu lần lượt là 25,0m, 28,0m cho đến hết độ sâu hố khoan. Khi khoan hết độ sâu thiết kế vẫn chưa phát hiện đáy lớp.

Lớp 2: Đất cát chứa sét, lẫn bụi, đôi chổ lẫn sạn sỏi, màu xám trắng, vàng nhạt, xám đen

Lớp đất cát chứa chứa sét, lẫn bụi đôi chổ lẫn sạn sỏi, màu xám trắng, vàng nhạt, xám đen phân bố ngay dưới lớp 1 và lớp 2a đến các độ sâu rất khác nhau tùy theo vị trí hố khoan.

Ở hố khoan HK11 không xuất hiện lớp này. Đa số ở các vị trí hố khoan khi khoan hết độ sâu thiết kế chưa phát hiện đáy lớp trừ ở vị trí hố khoan HK1, hố khoan HK2.

Từ kết quả thí nghiệm các đặc trưng cơ lý được ghi ở bảng 3.

Bảng 7- 1: Chỉ tiêu cơ lý đặc trưng của các lớp đất

TT	Đặc trưng cơ lý		Lớp 1a San lấp	Lớp 1 Bùn sét	Lớp 2a Sét , bụi	Lớp 2b Sét	Lớp 2 Cát
1	Số mẫu thí nghiệm	i	1	96	17	3	45
2	Thành phần cỡ hạt	P, %					
		- *Hạt sỏi sạn*	10.2				2.0
		- *Hạt cát*	71.6	10.3	29.8	16.9	89.9
		- *Hạt bụi*	5.7	33.5	30.5	29.2	3.4
		- *Hạt sét*	12.4	56.2	39.7	53.9	4.7
3	Độ ẩm tự nhiên	W , %	24.36	80.51	27.48	29.61	22.96
4	Dung trọng tự nhiên	γ_w , g/cm^3	1.96	1.49	1.94	1.896	1.99
5	Dung trọng bảo hoà	γ_{bh} , g/cm^3	2.00	1.52	1.96	1.926	2.02
6	Dung trọng khô tiêu chuẩn	γ_c^{tc}, g/cm^3	1.58	0.82	1.52	1.463	1.62
7	Tỷ trọng	Δ_s	2.71	2.65	2.72	2.724	2.68
8	Độ bão hòa	G, %	91.63	96.33	95.02	93.58	93.96
9	Độ rỗng	n, %	41.90	68.90	44.07	46.29	39.55
10	Hệ số rỗng	e_o, %	0.721	2.216	0.788	0.862	0.654
11	Giới hạn chảy	W_L , %	31.10	55.20	39.72	41.66	
12	Giới hạn dẻo	W_p , %	18.22	34.60	22.39	24.13	
13	Chỉ số dẻo	I_p , %	12.88	20.60	17.33	17.54	
14	Độ sệt	B	0.48	2.23	0.30	0.31	
15	Góc ma sát trong tiêu chuẩn	φ^{tc} , độ	11°11	3°23	14°30	13°25	23°47
16	Lực dính tiêu chuẩn	C^{tc}, kG/cm^2	0.163	0.059	0.240	0.232	0.069
17	Góc ma sát trong tính toán 1	φ^{tt}_1, độ		3°04	13°40	12°47	22°54
18	Lực dính tính toán 1	C^{tt}_1, kG/cm^2		0.056	0.224	0.219	0.050
19	Góc ma sát trong tính toán 2	φ^{tt}_2, độ		3°11	13°59	13°02	23°14
20	Lực dính tính toán 2	C^{tt}_2, kG/cm^2		0.057	0.230	0.224	0.057

TT	Đặc trưng cơ lý		Lớp 1a San lấp	Lớp 1 Bùn sét	Lớp 2a Sét , bụi	Lớp 2b Sét	Lớp 2 Cát
21	Hệ số nén lún	a, cm^2/kG					
		- $a_{0.0-0.25}$		0.773			
		- $a_{0.25-0.5}$	0.097	0.538	0.065	0.066	0.045
		- $a_{0.5-1.0}$	0.065	0.308	0.038	0.037	0.025
		- $a_{1.0-2.0}$	0.038	0.188	0.022	0.022	0.016
		- $a_{2.0-4.0}$	0.025	0.118	0.014	0.015	0.010
		- $a_{4.0-8.0}$	0.014		0.008	0.009	0.006
22	Moduyn biến dạng	E_{1-2}, kG/cm^2	12.06	4.75	21.64	22.43	79.30
23	Hệ số thấm	K, cm/s	7.26E-05	7.41E-06	9.48E-07	6.16E-06	5.90E-04

Kết quả xuyên tiêu chuẩn SPT trung bình được ghi trong các bảng 4 và kết quả thí nghiệm 3 trục CU trên bảng 5.

Bảng 7- 2: Diễn giải sức chịu tải của đất nền theo kết quả xuyên SPT

TT	Lớp đất	Số búa trung bình sau khi đã hiệu chỉnh (trunng bình)	Sức chịu tải tương đương ($q, kG/cm^2$); □□	Trạng thái của đất
1	Lớp 1. Bùn sét	< 2	< 0.25	Chảy
2	Lớp 2a,2b. Sét, sét pha	21	1,0 ÷ 2,0	Sét cứng đến rất cứng
3	Lớp 2. Cát	16,4	$30^0 0 \div 32^0 30'$	Cát chặt vừa

Bảng 7- 3: Kết quả thí nghiệm nén CU

Mẫu	Áp lực nén cố kết	KQ thí nghiệm sức chống cắt				Hệ số cố kết	Hệ số BĐ thể tích	HS thấm cố kết
	σ_3 kN/m²	C_{CU} kN/m²	φ_{CU} độ	C'_{CU} kN/m²	φ'_{CU} độ	C_v x10⁻³cm²/s	m_v cm²/KG	Kv x10⁻⁷cm/s
I. LỚP BÙN SÉT								
Trị tiêu chuẩn lớp 1	50 100 150	16,50	$6^0 56'$	15,23	$13^0 02'$	7,93 5,13 13,16	8,18 3,22 8,19	8,4 2,5 6,5
II. LỚP SÉT , SÉT PHA 2a, 2b								
Trị tiêu chuẩn lớp 2a,2b	100 200 300	36,56	$14^0 57'$	33,17	$24^0 02'$	6,74 1,73 1,43	6,84 0,49 1,06	7,2 0,4 0,9

7.4. Quy mô và các thông số kỹ thuật của công trình kè bảo vệ bờ.

- Loại công trình: Công trình kè – Công trình Thủy lợi thuộc công trình ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn (Nghị định 15/2013/NĐ-CP ngày 06/02/2013 của Chính phủ Nước CHXHCN Việt Nam).
- Cấp công trình: Cấp IV (theo mục 6, Bảng 1 – QCVN 04-05:2012).
- Chiều rộng mặt kè: 5.0 m
- Cao độ đỉnh kè: +2.4 m (hệ cao độ Hòn Dấu)
- Cao độ đỉnh chân kè : -1.00 m (hệ cao độ Hòn Dấu)
- Độ dốc mái kè: m = 3.0

7.5. Phân tích lựa chọn kết cấu kè

Kè đứng thường được dùng khi không gian hạn chế không cho phép sử dụng kè mái nghiêng. Trong trường hợp này, kè đứng có vai trò giống như tường chắn. Kè đứng thường là cấu kiện tường chắn đất bêtông cốt thép (tường trọng lực hay tường bản chống), tường cọc bản chống, tường cừ bêtông dự ứng lực…

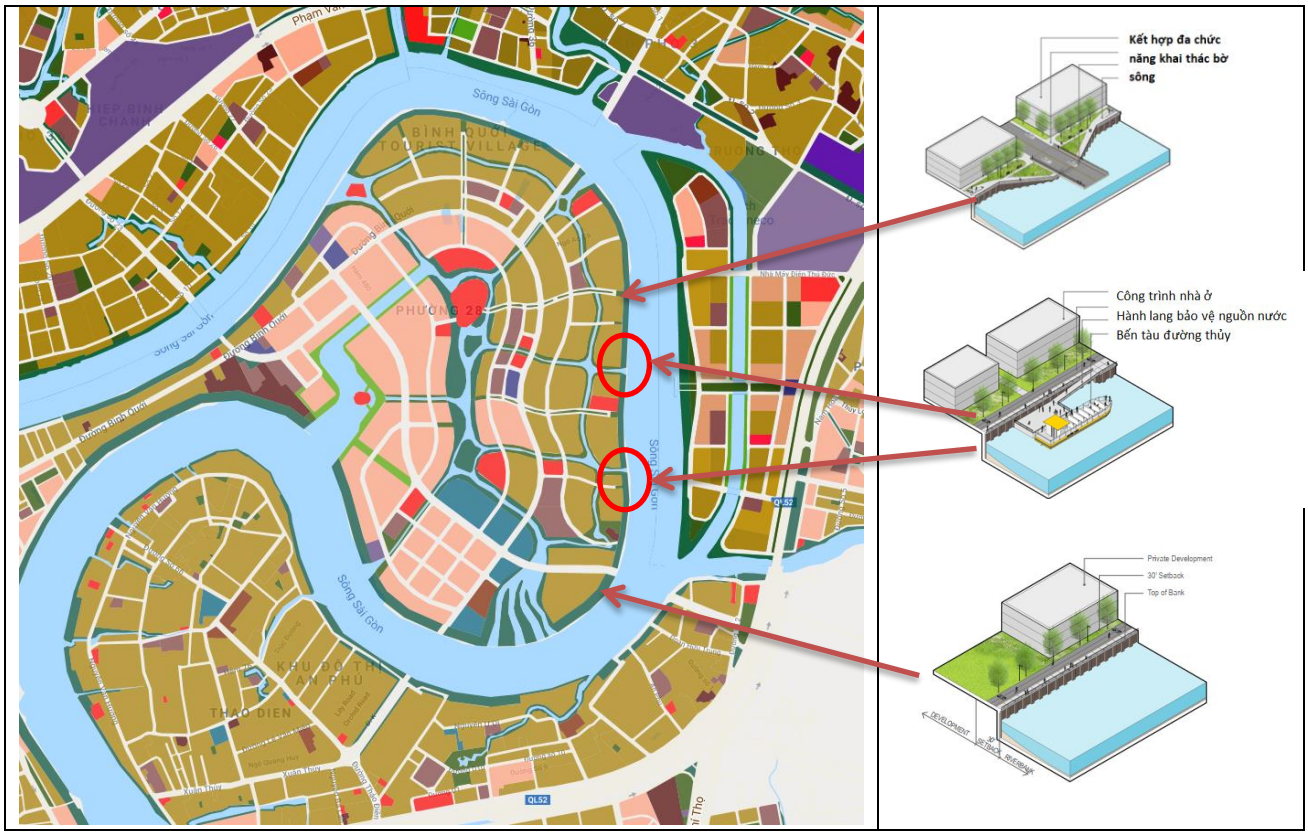
Ưu điểm của loại hình kè này là tiết kiệm không gian. Đối với kè đứng bằng cừ bản (bêtông dự ứng lực, cừ thép, cừ nhựa) thì công tác thi công không đòi hỏi mặt bằng lớn, ít ảnh hưởng đến các công trình hạ tầng liền cạnh, thời gian thi công ngắn. Cừ bản thép và cừ bản bêtông có độ bền và khả năng chịu lực cao.

Bề mặt thẳng đứng của loại hình kè này có thể làm đổi hướng tác động của sóng và gây ra xói chân công trình, nếu như không được bảo thì có thể gây ra sụp đổ công trình. Do phải gia cố chân nên giá thành công trình khá cao. Đối với loại kè đứng bằng tường bêtông trọng lực cũng thường đòi hỏi mặt bằng thi công lớn, phải dùng đê quây hay cừ vây để thi công nên giá thành công trình khá cao.

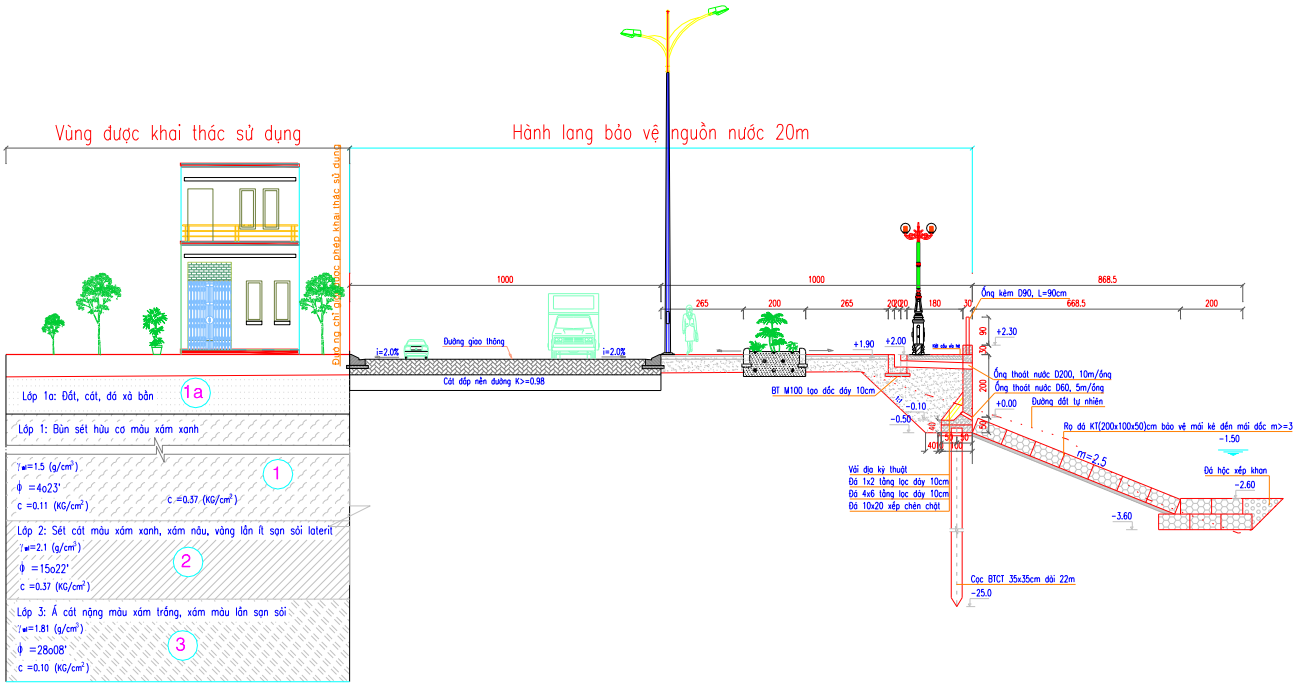
Trong phạm vi khu vực Bình Quới bản đảo Thanh Đa, đất nền trong khu vực xây dựng có các lớp đất chính sau: Lớp 1 là lớp đất bùn sét có khả năng chịu lực kém, tính nén lún cao thuộc trầm tích Holoxen (trầm tích sông-biển $amQ_{IV}^{2-3}{}_2$), không thích hợp cho việc đặt móng công trình; Các lớp 2 và lớp 2a, 2b thuộc trầm tích cổ Pleitocen là các lớp đất có khả năng chịu lực tốt, tính nén lún nhỏ, thích hợp cho việc đặt móng công trình.

Quy mô xây dựng kè sẽ quyết định tới giá thành, chi phí đầu tư xây dựng do đó việc giảm quy mô kết cấu kè sẽ tiết kiệm được chi phí. Quy mô kè phụ thuộc vào mục tiêu nhiệm vụ yêu cầu với mỗi nhiệm vụ khác nhau kết cấu kè có thể điều chỉnh khác nhau đảm bảo nguyên tắc kinh tế và kỹ thuật.

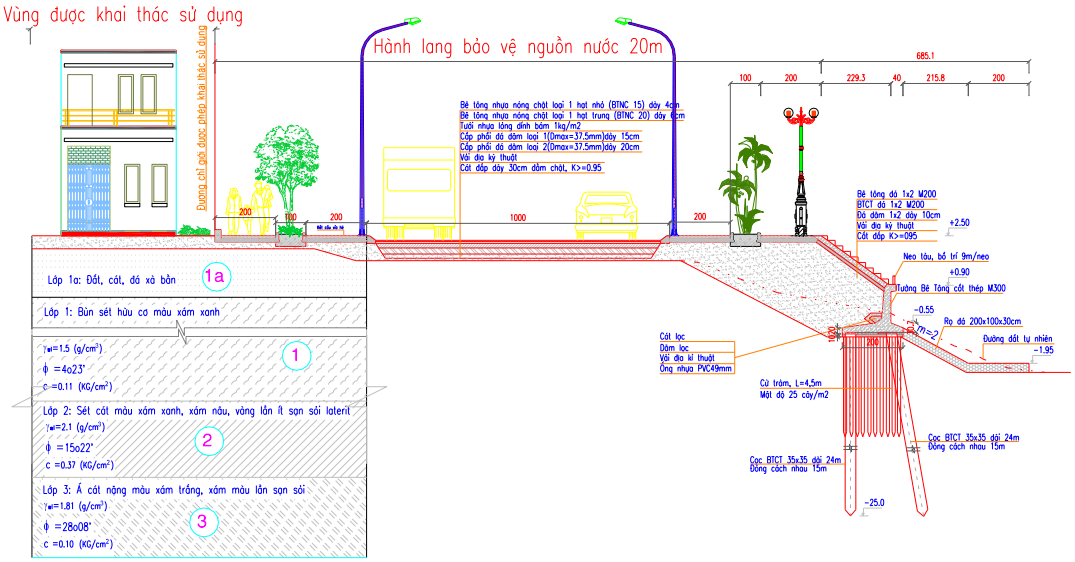
Trên cơ sở phân tích ưu nhược điểm nêu trên, lựa chọn phương án kết cấu cho khu vực Thanh Đa với kè tường đứng BTCT trên nền cọc BTCT, Kè loại tường đứng, chân kè mái nghiêng kết hợp bến thuyền, vị trí loại kè này sẽ kết hợp theo quy hoạch tại vị trí tiếp nối có đường giao thông và Kè đứng BTCT dự ứng lực gia cố nền bằng hệ cọc ly tâm.



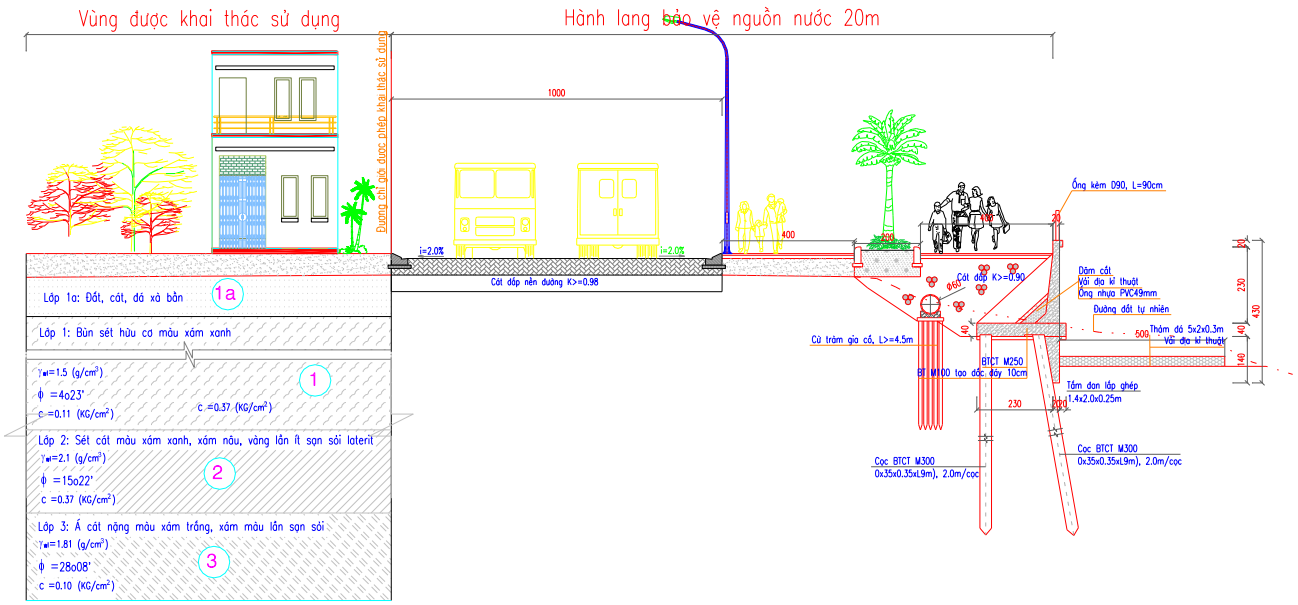
K□T C□U K□ T□□NG G□C TRÊN H□ C□C BTCT
M□I B□ □□□C TRƯ□ R□ □□, H□ CHÂN B□NG L□NG THỢ□□

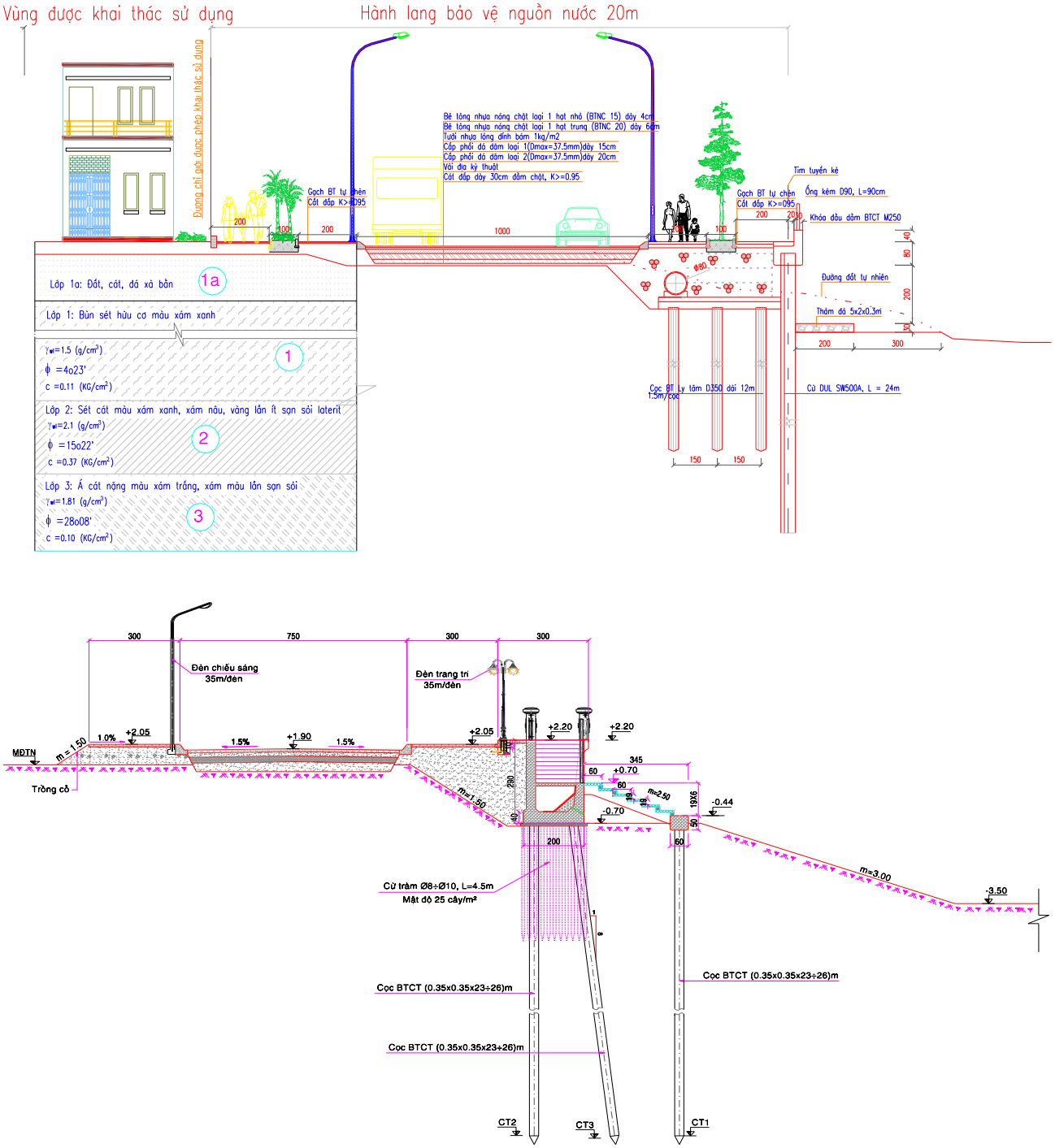


K□T C□U K□ T□□NG BTCT T□□NG □□NG CHỆ L K□T H□P BỐC LẦN XU□NG B□N THUY□N TRẦN HÀNG C□C , BƯN □□Y □□Y GIA C□ B□I C□ TRÀM, GIA C□ R□ □□ CHÂN K□



K□T C□U K□ T□□NG G□C CHỆ L TRÊN H□ C□C BTCT L□NG K□ □□P □□T T□O MĐT B□NG, CHÂN GIA C□ B□I THƯM □□





Hình 7- 1. Cắt ngang chi tiết tại vị trí bậc thang của kè

7.6. Đánh giá tính ổn định và hiệu quả kinh tế của các công trình chỉnh trị bảo vệ bờ.

7.6.1. Tính toán ổn định tổng thể của công trình

Tính toán cho trường hợp bất lợi nhất: mặt cắt địa hình, địa chất nguy hiểm nhất, trong bờ có tải trọng người, xe cộ đi lại và tải trọng nhà cửa, phía sông mực nước thấp nhất. Sử dụng

phần mềm Geoslope và phần mềm SLIDE Rocscience của Canada để tính toán ổn định tổng thể.

Tài liệu phục vụ tính toán:

- Tài liệu địa chất
- Mực nước tính toán: Mực nước sông thấp nhất -1.69m, mực nước ngầm lấy bằng mực nước sông thấp nhất
- Tải trọng tính toán:
  - Tải trọng đỉnh kè với tải trọng khai thác q=4KN/m2, tải trọng người đi bộ quy đổi thành lực phân bố đều trên đỉnh kè.
  - Tải trọng trên đường giao thông dùng để tính toán ổn định kè: lấy bằng tải trọng tính toán thiết kế đường gia thông, xe tải trọng 10T. Theo quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô trên đất yếu 22TCN 262 – 2000, tải trọng xe cộ được xem là tải trọng của số xem nặng tối đa cùng một lúc có thể đõ kín khắp bề rộng nền đường phân bố trên 1m chiều dài đưởng trải trọng này được quy đổi thành lực phân bố đều qx được xác định theo công thức sau:

$$qx = 1,2\frac{NG}{BL} = 1,2x\frac{2x10}{5,4x4,2} = 0,88\ T/m2.\ \text{Lấy}\ qx = 1T/m2$$

Trong đó:

G : trọng lượng 1 xe nặng nhất.

N: số xe tối đa xếp trên phạm vi bề rộng mặt đường.

L: Khỏang cách phủ bì từ bánh trước đến bánh sau.

B: bề rộng phân bố ngang của các xe

B = Nb + (N-1)d + e = 2x1.8 + (2-1)x1.3 + 0.5 = 5.4m

- Tính cho mặt cắt nguy hiểm nhất

7.6.2. Tính toán ổn định trượt sâu:

Để tính toán sức kháng cắt của cọc dựa vào công thức sau :

$$Q_{ci} = \frac{4M_c}{t_z L}$$

Q_{ci} : lực cắt cọc tính cho một mét dài công trình.

M_c : moment uốn trong cọc ở dưới mặt trượt, xác định theo hai điều kiện (lấy giá trị nhỏ để tính) :

a) Điều kiện độ bền theo TCVN 4116 – 85.

b) Điều kiện ngàm của cọc dưới mặt trượt một đoạn $t_z = t_n/1.25$, theo công thức sau

$$M_c = \frac{(\sigma_p - \sigma_a) l_c t_z^2}{8}$$

Trong đó :

$l_c = 3d_c = 0.9m$: chiều dài của đoạn thẳng mà trên phạm vi đó áp lực chủ động và bị động của đất sẽ truyền lên cọc.

t_z : nửa chiều dài đoạn cọc bị uốn giữa hai mặt phẳng ngàm.

$$t_z = \sqrt{\frac{8M_c}{(\sigma_p - \sigma_a)l_c}}$$

$$\sigma_a = \lambda_a(q_i^{tc} + \sum \gamma_i^{tc} h_i) + c\lambda_{ac}$$

$$\sigma_p = \lambda_p \sum \gamma_i^{tc} h_i + c\lambda_{pc}$$

$q_i^{tc} = 0.4T/m^2$: hoạt tải trên bờ.

$\sum \gamma_i^{tc} h_i$: áp lực thẳng đứng do trọng lượng bản thân của đất ở độ sâu cần xác định tung độ biểu đồ áp lực chủ động.

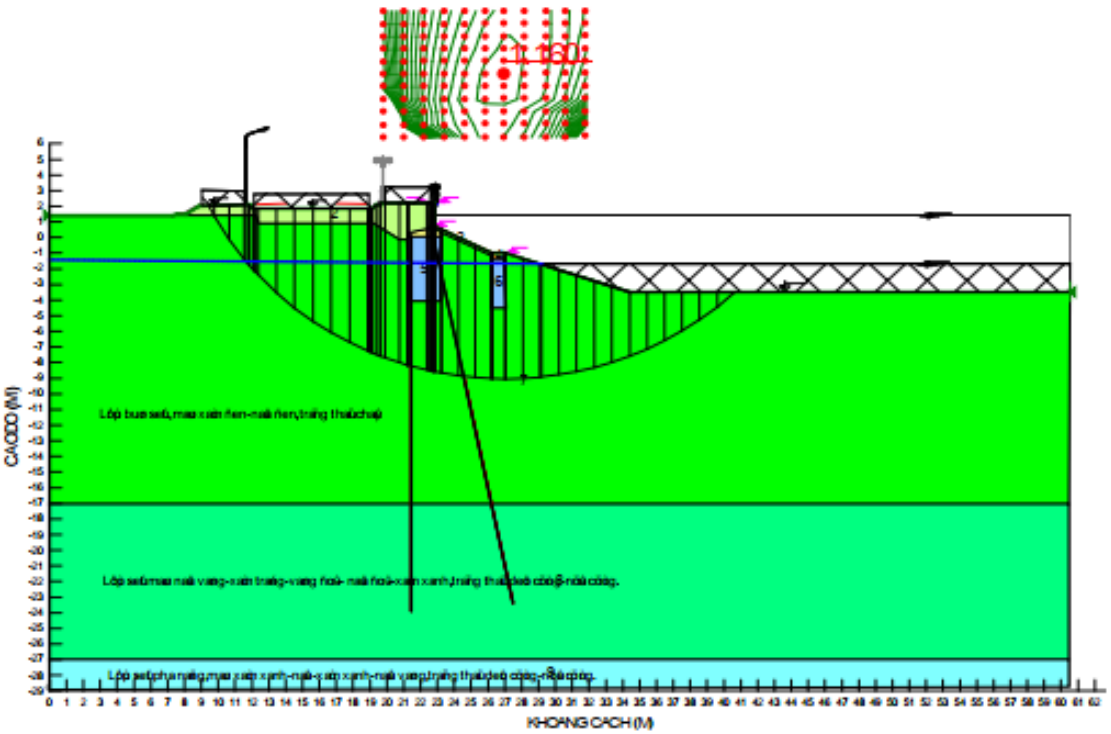
γ_i^{tc} : dung trọng tự nhiên của đất.

h_i : chiều cao lớp đất thứ i.

c : lực dính của đất.

φ : góc ma sát trong của đất.

- Mô men uốn của cọc theo điều kiện vật liệu: M = 4.90Tm
  (Với tiết diện cọc 35x35 bằng BTM300 với số lượng thanh thép 3 phi 18, chiều dày lớp bảo vệ 5cm).
  Sức kháng cắt cọc tương đối lớn nhưng vẫn nhỏ hơn sức kháng cắt của cọc theo vật liệu. Hệ số ổn định nhỏ nhất K_{minmin} = 1.16> [K] = 1.15 → đảm bảo ổn định theo quy phạm thiết kế.



***) Tính toán ổn định tường chắn đỉnh kè**

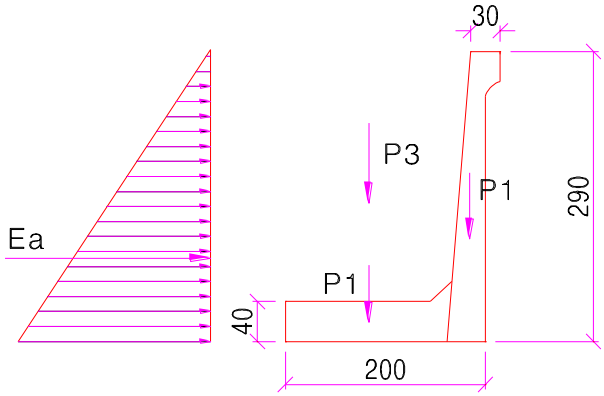
Ngoài việc tính toán ổn định tổng thể ta cũng cần kiểm tra cục bộ tường chắn trong trường hợp nguy hiểm nhất, ngoài sông tương ứng MN_{min}, bao gồm:

+ Ổn định trượt phẳng

+ Ổn định lật

+ Khả năng chịu tải của đất nền

Ổn định trượt phẳng



a. *Các tải thẳng đứng tác dụng lên tường tính cho 1m dài)*

- Ap lực chủ động E_a của tác dụng lên tường (tính cho 1m dài). Để an toàn bỏ qua lực dính C

$$E_a = \frac{1}{2}Ka.\gamma_d H^2 = \frac{1}{2}x0.70\times1.8\times2.9^2 = 5.30\text{T}$$

$$K_a = tg^2\left(45^o - \frac{\varphi}{2}\right) = tg^2\left(45^o - \frac{20^o}{2}\right) = 0.70.$$

b. *Các tải thẳng đứng tác dụng lên tường (tính cho 1m dài)*

- Trọng lượng bản tường P_1

$$P_1 = 2.5\times0.30\times2.9 = 2.17T$$

- Trọng lượng bản đáy P_2

$$P_2 = 2.5\times0.4\times1.7 = 1.70T$$

- Trọng lượng khối đất trên bản đáy P_3

$$P_3 = 1.8\times1.7\times2.5 = 7.65T$$

Tổng tải trọng thẳng đứng

$$N = P_1 + P_2 + P_3 = 2.17 + 1.70 + 7.65 = 11.52T$$

Lực chống trượt:

$$F_{ct} = N\times tg\varphi + cxL = 11.52\times tg2.52 + 0.9x2.0 = 2.31T$$

Lực gây trượt:

$$F_{gt} = E_a = 5.30T$$

Hệ số an toàn ổn định chống trượt phẳng:

$$K = \frac{F_{ct}}{F_{gt}} = \frac{2.31}{5.30} = 0.45 < [K] = 1.2$$

→ Tường bị trượt khi không xét sức chống trượt của cọc.

Do đó không thể đặt tường trực tiếp ln nền tự nhin hoặc cừ trm (vì lực khng cắt mặt tiếp xc giữa nền cĩ cừ trm v bản đáy không xác định chính xc). Sử dụng biện php cọc BTCT l hợp lý.

) Ổn định lật

- Để kiểm tra ổn định chống lật ta tính momen chống lật và momen gây lật của tất cả các lực đối với điểm chân tường phía kênh như sau:

Tổng momen chống lật

$$M_{cl} = P_1 \times 0.15 + P_2 \times 1.2 + P_3 \times 1.2 = 2.17 \times 0.15 + 1.70 \times 1.20 + 7.65x1.20 = 11.54\text{Tm}$$

Tổng momen gây lật

$$M_{gl} = 0.97xE_a = 5.14Tm$$

Hệ số an toàn chống lật

$$K = \frac{M_{cl}}{M_{gl}} = \frac{11.54}{5.14} = 2.24 > [K] = 1.20$$

→ Tường đảm bảo an toàn chống lật.

) Khả năng chịu tải của cọc

- Sức chịu tải của cọc theo vật liệu

$$Q_{vl} = km(R_a F_a + R_n F_b)$$

Trong đó : k - hệ số đồng nhất lấy bằng 0,7.

m - hệ số điều kiện làm việc lấy bằng 1.

R_a – sức chịu kéo hay nén cho phép của bêtông

F_a : diện tích thép, chọn 8Þ18 bố trí trong cọc (theo điều kiện vận chuyển và dựng cọc) $\Rightarrow F_a$ = 20.36 c m^2

R_n- sức chịu nén cho phép của thép AII

F_b : diện tích mặt cắt ngang cọc, m^2

k	**m**	**R_a (T/m²)**	**F_a (cm²)**	**R_n (T/m²)**	**F_b (m²)**	**Q_{VL} (T)**
0.70	1.00	27000	20.36	1350	0.12	**154.24**

) Sức chịu tải của cọc theo cường độ đất nền

$$Q_a = \frac{Q_s}{2} + \frac{Q_p}{3}$$

Trong đó

+ Q_s : tổng sức chống cực hạn giữa đất và vật liệu làm cọc

$$Q_s = u\sum f_{si} l_i$$

f_{si} : lực chống cắt đơn vị của đất và cọc

$$f_{si} = c_a + (1 - \sin\varphi)\sigma_v^{'} tg\varphi_a$$

c_a : lực bám dính giữa cọc và đất , lấy bằng lực dính giữa đất và đất

$\sigma_v^{'}$: ứng suất hữu hiệu tại mặt bên cọc , $\sigma_v^{'} = (1 - \sin\varphi)\gamma^{'} z$

φ_a : góc ma sát giữa cọc và đất , lấy bằng φ

l_i : chiều dài từng đoạn chia trong đất

+ Q_p : sức chịu tải của đất ở mũi cọc

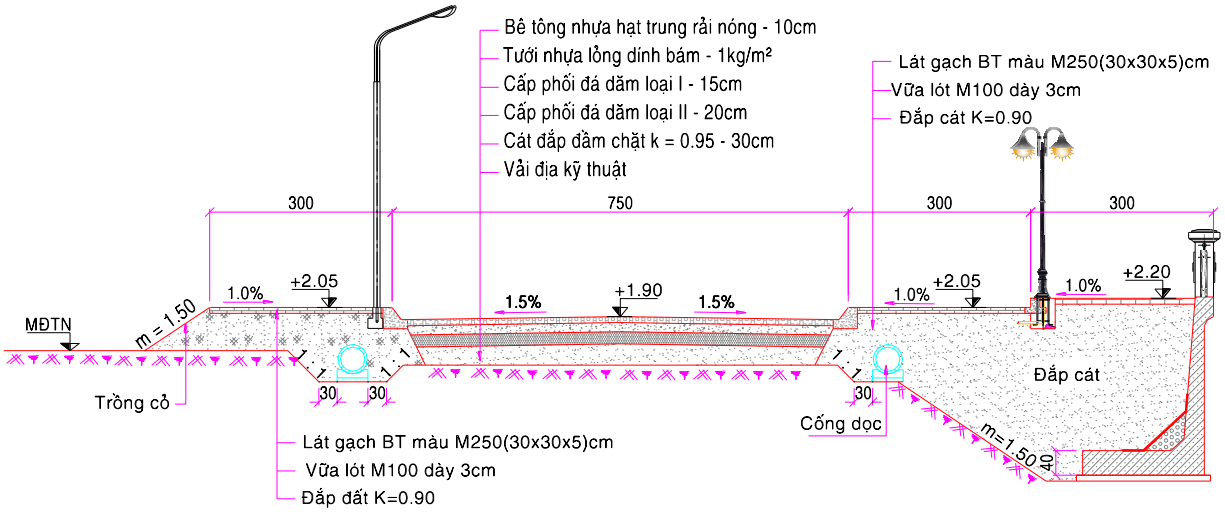
Theo Terzaghi : $Q_p = D^2\left(1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma D N_\gamma\right)$

Với : D : đường kính cạnh cọc

N_c, N_q, N_γ : các hệ số

Thực tế để chính xác khi tính toán áp lực bên cần phải sử dụng góc ma sát có hiệu. Tuy nhiên xác định khó khăn khi thí nghiệm, để an toàn có thể lấy góc ma sát tổng.

***) Tính toán kết cấu áo đường**



Sơ đồ kết cấu đường giao thông

1. Các qui trình, qui phạm áp dụng :

STT	TIÊU CHUẨN	SỐ HIỆU
	Tiêu chuẩn áp dụng trong công thức thiết kế	
	a. Tiêu chuẩn thiết kế áp dụng	
1	Đường ô tô – yêu cầu thiết kế	TCVN 4054-2005
2	Tiêu chuẩn đường đô thị	TCVN 104-2007
3	Quy trình thiết kế áo đường mềm	22TCN 211 -2006
4	Tiêu chuẩn thiết kế chiếu sáng đường, đường phố và quảng trường	TCXDVN 259:2001 TCXDVN 333 : 2005.
5	Điều lệ báo hiệu đường bộ	22TCN 237 -01
	Tiêu chuẩn và vật liệu, thí nghiệm , thi công và nghiệm thu	
	a. Quy trình thi công và nghiệm thu	
1	Tiêu chuẩn kỹ thuật thi công và nghiệm thu mặt đường láng nhựa	22 TCN 271-2001
2	Quy trình thí nghiệm xác định chỉ số CBR của đất, đá dăm	22TCN 332-2006

STT	TIÊU CHUẨN	SỐ HIỆU
	trong phòng thí nghiệm	
3	Quy trình đầm nén đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm	22TCN 333-2006
4	Quy trình thi ông và nghiệm thu cầu cống	22TCN 266 -2000
5	Quy trình công nghệ thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông nhựa	22TCN 249 -98
6	Quy trình thi công và nghiệm thu cống tròn bê tong cốt thép lắp ghép	22TCN 159 -86
7	Quy chuẩn Kiểm tra đánh giá độ bằng phẳng mặt đường theo chỉ số độ gồ ghề quốc tế IR	22 TCN 277-01
8	Quy trình kỹ thuật đo độ bằng phẳng mặt đường sử dụng thước dài 3 mét	22 TCN 16-79
9	Quy trình thi công và nghiệm thu mặt đường đá dăm nước	22TCN 06-77
10	Quy trình kỹ thuật thi công và nghiệm thu các lớp kết cấu áo đường bằng cấp phối thiên nhiên	22 TCN 304-03
11	Quy trình thử nghiệm xác định mo đun đàn hồi chung của áo đường mềm bằng cần đo võng Benkenlman	22 TCN 251-98
	b. Quy trình và vật liệu	
1	Tiêu chuẩn phân loại nhựa đường đặc (bi tum đặc) dùng cho đường bộ	22TCN 227 -95
2	Têu cầu kỹ thuật và phương pháp thí nghiệm – Tiêu chuẩn vật liệu nhựa đường đặc	22TCN 279-01
3	Công tác đất-quy phạm thi công và nghiệm thu	TCVN 4447 : 1987
4	Tiêu chuẩn thí nghiệm đất xây dựng	TCVN 4195 TCVN 4202 : 1995
5	Cốt liệu cho bê tông và vữa	TCXD 7570 : 2006 TCXD 7572:2006
6	Nước trộn bê tông và vữa - yêu cầu kỹ thuật	TCVN 302:2004
7	Thép cốt bê tông	TCVN 1651:2008
8	Quy phạm trang bị điện	19TCN 19:11TCN 20 vaø TCVN 4756-89
9	Các quy phạm hiện hành khác	

2. Nhiệm vụ và qui mô thiết kế

- Nhiệm vụ chính là phục vụ giao thông đô thị

* Quy mô thiết kế đường có yêu cầu kỹ thuật chính sau:

a. Qui mô:

- Quy mô đường phục vụ giao thông đô thị:

Đường đô thị cấp IV với vận tốc thiết kế 30Km/h. Theo qui trình thiết kế áo đường mềm 22TCN 211-06 chọn loại tầng mặt đường cấp cao A2.

+ Quy luật tăng trưởng 6%.

+ Tải trọng trục thiết kế: 10 tấn/trục.

+ Đường kính vệt bánh xe: 33cm.

+ Áp lực tính toán: 0.6Mpa

+ Độ tin cậy thiết kế: 0.9

- Hệ số cường độ về độ võng : 1.1
- Hệ số cường độ về trượt : 0.94
- Hệ số cường độ về kéo uốn : 0.94

+ Kết cấu nền và móng đường:
- Cấp phối đá dăm loại I dày 15cm
- Cấp phối đá dăm loại II dày 20cm
- Nền đường cát đầm chặt K =0.95

+ Kết cấu mặt đường:
- BTN chặt hạt trung dày 10cm

+ Thoát nước mặt theo độ dốc ngang đường.

b. Chỉ tiêu kỹ thuật chủ yếu:

Chỉ tiêu kỹ thuật	Thiết kế	Ghi chú
+ Bề rộng mặt đường (m)	7.0	
+ Bề rộng lề đường (m)	2 x 3.0	
+ Độ dốc ngang mặt đường	1.5	
+ Tốc độ thiết kế (km/h)	30	
+ Eyc ≥ 111MPa		

- Cấp phối đá dăm loại II dày 20cm
- Cấp phối đá dăm loại I dày 15cm

Thiết kế áo đường BTN chặt.

- Đường thiết kế là đường đô thị cấp IV có lưu lượng khoảng 500 xe/ngày đêm có mô đun đàn hồi yêu cầu E_{yc}=111MPa.
- BTN chặt hạt trung dày 10cm
- Tưới nhựa bám dính 1.0kg/m²
- Cấp phối đá dăm loại I dày 15cm
- Cấp phối đá dăm loại II dày 20cm
- Cát đầm chặt K=0.95 dày 30cm
- Vải địa kỹ thuật .
- BTN chặt hạt trung dày 10cm
- Cấp phối đá dăm loại I dày 15cm

- Cấp phối đá dăm loại II dày 20cm
- Cát đầm chặt K=0.95 dày 30cm

Modun đàn hồi của nền : $E_0 = \beta/a_0$ với $a_0 = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{1+\varepsilon_1} x \frac{1}{P_2 - P_1}$.

Tính toán và thống kê với nền đường là cát mịn được đầm nện lên đến k = 0.95 với chiều dày lớp cát đầm nện là 30cm thì Module đàn hồi E_n = 40 MPa. Trong tính toán lấy E_n = 35 MPa

+ Nền đường :

Cát đắp nền đường : Cát mịn
Module đàn hồi E (MPa) : 35
Lực dính C (MPa) : 0.005
Góc ma sát (độ) : 35

+ Tải trọng :

Đường kính vệt bánh xe D (cm) : 36
Áp lực tính toán p (MPa) : 0.6
Module đ.h yêu cầu Eyc (MPa) : 111

+ Kết cấu áo đường :

Tổng số lớp áo đường : 3

Lớp vật liệu	H	Ev	Eku	Etr	Ru	C	j
BTN chặt hạt trung	10	350	1600	250	1.6	0.00	0
Cấp phối đá dăm loại I	15	300	300	300	0.0	0.00	0
Cấp phối đá dăm loại II	20	250	250	250	0.0	0.00	0

b .1. Kiểm tra kết cấu theo tiêu chuẩn độ võng đàn hồi :

+ Module đàn hồi yêu cầu : Eyc = 111 (MPa).

+ Sơ đồ tính :

Lớp vật liệu	Ev (Mpa)	h (cm)
BTN chặt hạt trung	350	10
Cấp phối đá dăm loại I	300	15
Cấp phối đá dăm loại II	250	20
Nền : Cát mịn	35	

+ Module đàn hồi chung của kết cấu : Ech = 139.4 (MPa).

Hệ thống thoát nước mưa để thoát nước cho vỉa hè, đường giao thông và một phần lưu vực dọc tuyến.

Hệ thống hạ tầng gồm :

+ Hệ thống thoát nước mưa
+ Hệ thống thoát nước thải sinh hoạt
+ Hệ thống và thiết bị điện

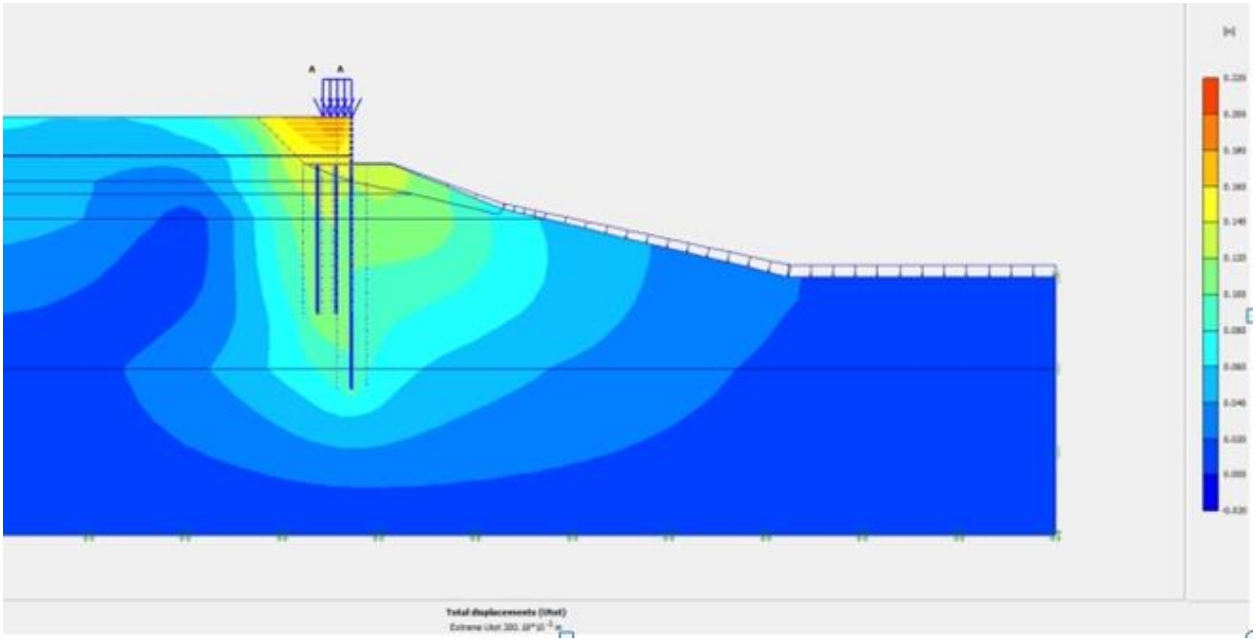
7.6.3. Tính toán kiểm tra chuyển vị của kè:

Tính toán biến dạng theo trạng thái giới hạn thứ hai bằng phương pháp phần tử hữu hạn với sự hỗ trợ của phần mềm PLAXIS.

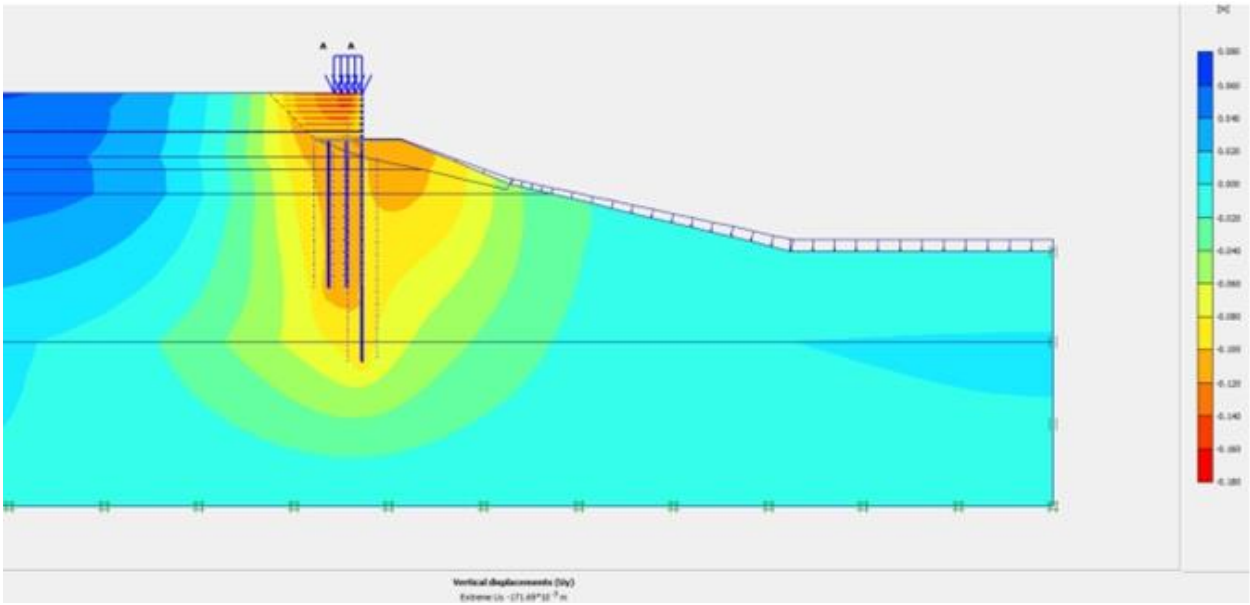
Bảng 7- 4. Bảng thông số các phần tử Plate trong plaxis

Ord.	Parameters	Symbol	Units	Value		
1	Identification			**R.wall 300**	**RC-350**	**D300-C**
2	Concrete grade			*M300*	*M300*	*M450*
3	Young's Modulus	E_{ref}	kN/m²	2,89E+07	2,89E+07	4,50E+07
4	Dimension	h	m	0,2	0,35	0,3
		b	m	1	0,35	
5	Section area	A	m²	0,2	0,1255	0,07169
6	Moment of inertial	I	m4	0,000676667	0,001350521	0,0004
7	Spacing	s	m	1	1	2
8	Axial stiffness	EA	kN/m	5,18E+06	3,24E+06	1,39E+06
9	Flexural rigidity	EI	kN/m²/m	1,93E+04	3,61E+04	6,74E+03
10	Equivalent plate thickness	d'	m	0,200	0,350	0,226
11	Weight	w	kN/m/m	1,41	0,87	0,50
12	Poisson's ratio	ν (nu)		0,2	0,2	0,2
13	Length	L	m	-	31,00	-
14	Allowable displacement	[d]	cm	-	20,67	-
15	Crack bending moment	$[M]_{kn}$	KN.m			38,00

Kết quả tính toán chuyển vị của kè như sau:



Hình 7- 2. Kết quả chuyển vị tổng thể



Hình 7- 3. Kết quả chuyển vị của đất theo phương thẳng đứng

Kết quả tính toán cho thấy chuyển vị ngang của cọc BTCT có chuyển vị nhỏ hơn chuyển vị cho phép.

Chuyển vị ngang của cọc BTCT DUL D300 chuyển vị nhỏ hơn chuyển vị cho phép, chuyển vị ngang là 2,7cm < L/150 = 12/150 = 8,0cm.

7.7. Khái toán kinh phí đầu tư xây dựng công trình

Cơ sở tính toán khối lượng các hạng mục công trình trong từng khu vực của từng phương án được dựa trên các bản vẽ thiết kế sơ bộ.

TT	Hạng mục	Đơn vị	Khối lượng PA1	Khối lượng PA2	Khối lượng PA3
I	**KHỐI LƯỢNG CHÍNH**				
1	Khối lượng đất đào	(m^3)	26180	29750	27370
2	Khối lượng đất đắp	(m^3)	747	849	781
	Khối lượng cát đắp (bọc trong vải địa kỹ thuật)	(m^3)	19506	22166	20393
3	Khối lượng cát đắp lòng sông (bao tải cát)	(bao)	5357551	6088126	5601076
4	Khối lượng cát đắp dưới mái kè (bao tải cát)	(bao)	36112	41036	37753
5	Khối lượng vải địa kỹ thuật	(m^2)	80533	91515	84194
6	Khối lượng thảm đá KT (5x2x0,3)m	(thảm)	8053	9151	8419
7	Khối lượng cọc bê tông cốt thép đá M300	(m^3)	3108	3531	3249
8	Số cọc BTCT M300 (30x30x2750)cm	(cọc)	1256	1428	1313
9	Khối lượng bê tông cốt thép đá (1x2)cm đổ tại chỗ M250	(m^3)	1266	1439	1324
10	Khối lượng bê tông cốt thép M250 đá (1x2)cm đúc sẵn	(m^3)	1306	1484	1365
11	Khối lượng bê tông M250 đúc sẵn	*(m^3)*	1273	1446	1331

TT	Hạng mục	Đơn vị	Khối lượng PA1	Khối lượng PA2	Khối lượng PA3
	Số cấu kiện(40x40x20)cm	*(ck)*	36363	41321	38016
12	Khối lượng bê tông đổ tại chỗ M200 đá(2x4)cm	(m^3)	2303	2617	2408
13	Bê tông lót M100 dày 5cm	(m^3)	611	694	638
14	Dăm lót đá (1x2)cm	(m^3)	910	1034	951
15	Vải lọc mái kè	(m^2)	9928	11281	10379
16	Cọc cừ tràm d=8-10cm, L=4,5m; 25cọc/m2	(cọc)	34337	39019	35897
17	Khe lún giấy dầu tẩm 2 lớp nhựa đường	(m^2)	599	680	626
19	Thép	(tấn)	486	553	508

Các định mức, đơn giá, thông tư, quyết định, chế độ áp dụng.

- Căn cứ vào các Tiêu chuẩn, Quy chuẩn XDVN hiện hành.

- Nghị định 16/2005/NĐ-CP ngày 07/02/2005 của Chính Phủ về quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình;

- Định mức Dự toán xây dựng cơ bản ban hành kèm theo Quyết định số 24/2005/QĐ - BXD ngày 29/7/2005 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng;

- Định mức dự toán trong công tác xây dựng tu sửa đê kè ban hành kèm theo Quyết định số 65/2003/QĐ-BNN-PCLB ngày 02/6/2003 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;

- Định mức dự toán công tác duy tu bảo dưỡng đê điều ban hành kèm theo Quyết định số 1228/QĐ-BNN-ĐĐ ngày 02/06/2005 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và PTNT;

- Định mức chi phí quản lý đầu tư xây dựng công trình ban hành kèm theo Quyết định số 10/2005/QĐ-BXD ngày 15/04/2005 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng;

- Định mức chi phí lập dự án và thiết kế xây dựng công trình ban hành kèm theo Quyết định số 11/2005/QĐ-BXD ngày 15/04/2005 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng;

- Thông tư số 04/2005/TT-BXD ngày 01/4/2005 của Bộ Xây dựng về việc hướng dẫn lập và quản lý chi phí dự án đầu tư xây dựng công trình;

- Thông tư số 07/2006/TT-BXD ngày 10/11/2006 của Bộ Xây dựng về việc hướng dẫn điều chỉnh dự toán chi phí xây dựng công trình;

- Thông tư số 109/2000/TT-BTC ngày 13/11/2000 của Bộ Tài Chính hướng dẫn chế độ thu, nộp và sử dụng lệ phí thẩm định đầu tư;

- Thông tư số 120/2003/TT-BTC ngày 12/12/2003 của Bộ Tài chính hướng dẫn thi hành Nghị định số 158/2003/NĐ-CP ngày 10/12/2003 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành Luật thuế GTGT và Luật sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật thuế GTGT;

- Thông tư số 33/2007/TT-BTC ngày 9/4/2006 của Bộ Tài chính hướng dẫn quyết toán dự án hoàn thành thuộc nguồn vốn Nhà nước;

- Đơn giá xây dựng cơ bản

STT	Các khoản mục chi phí	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
1	Chi phí xây dựng	257,028,492,600	292,077,832,500	268,711,605,900
2	Chi phí đền bù giải tỏa	50,634,980,000	57,539,750,000	52,936,570,000
3	Chi phí quản lý dự án	3,004,697,788	3,414,429,305	3,141,274,961
4	Chi phí TVĐTXD	7,454,957,400	8,471,542,500	7,793,819,100
5	Chi khác	6,390,840,119	7,262,318,318	6,681,332,852
6	Dự phòng	49,050,855,700	55,739,608,750	51,280,440,050
	KHÁI TOÁN TỔNG MỨC ĐẦU TƯ	**373,564,823,608**	**424,505,481,373**	**390,545,042,863**

7.8. Đánh giá sơ bộ tác động của dự án đến môi trường và các ngành kinh tế xã hội của khu vực.

7.8.1. Đánh giá hiệu quả kinh tế của công trình.

Phân tích và đánh giá hiệu quả kinh tế các dự án thuỷ lợi là đánh giá tính bền vững về hiệu quả của dự án trên cơ sở phân tích tương quan giữa toàn bộ chi phí cần thiết cho việc thực hiện các mục tiêu kinh tế xã hội của dự án vạch ra và các lợi ích do dự án mang lại, thông qua các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế.

Một dự án khả thi về mặt kinh tế là dự án có các chỉ tiêu kinh tế như lợi nhuận ròng NPV>0, tỷ số lợi ích trên chi phí B/C>1,... cũng có nghĩa là dự án tạo ra nhiều hơn của cải vật chất và phúc lợi xã hội. Một dự án nếu chỉ mang lại lợi ích cho nhà đầu tư (khả thi về mặt tài chính) mà làm tổn hại đến nền kinh tế quốc dân (không khả thi về mặt kinh tế) sẽ không được các cấp quản lý nhà nước có thẩm quyền phê duyệt. Một dự án được coi là khả thi khi dự án đó khả thi về mặt kỹ thuật, kinh tế, tài chính, đồng thời không gây tổn hại về môi trường (nếu gây tổn hại về môi trường thì phải có chi phí và phương án khắc phục giảm thiểu các tác động xấu).

Phương án chọn là phương án có hiệu quả về mặt kinh tế và có các chỉ tiêu hiệu ích cao hơn các phương án khác.

Phương pháp nghiên cứu

Việc đánh giá hiệu quả kinh tế của một công trình, một dự án là một việc làm hết sức phức tạp và khó khăn, không thể chỉ dùng một chỉ tiêu đơn độc, một phương pháp để xác định vì mỗi chỉ tiêu, mỗi nhóm chỉ tiêu, mỗi phương pháp chỉ phản ánh, thể hiện được một mặt hiệu quả kinh tế của công trình, của dự án.

Ta sẽ sử dụng các phương pháp sau để đánh giá hiệu quả kinh tế của dự án:

Phương pháp giá trị hiện tại ròng NPV

Phương pháp tỷ lệ lợi tức nội bộ IRR

Phương pháp tỷ số lợi ích trên chi phí (B/C)

Chi phí của dự án:

Tổng chi phí của dự án bao gồm: Vốn đầu tư ban đầu, chi phí duy tu bảo dưỡng.

+ Vốn đầu tư ban đầu của dự án được lấy bằng tổng mức đầu tư đã khấu trừ thuế VAT. Vốn đầu tư được phân bổ vào năm đầu của dự án.

+ Chi phí quản lý, duy tu bảo dưỡng hàng năm: gồm lương cán bộ quản lý vận hành, chi phí tu sửa thường xuyên và định kỳ. Thông thường chi phí này được lấy theo hệ số kinh nghiệm từ (1.5-3)% tổng vốn đầu tư ban đầu. Trong dự án này chi phí quản lý duy tu bảo dưỡng hàng năm được lấy bằng 3% tổng vốn đầu tư ban đầu.

Xác định các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế:

Với các giả định: tuổi thọ của dự án (là thời gian từ khi thực hiện dự án cho đến khi thay thế bằng 1 dự án khác) T = 20 năm, hệ số chiết khấu r = 12% ta xác định được các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế của dự án như sau:

- Giá trị hiện tại ròng (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^{T} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

Trong đó:

Bt: thu nhập của dự án ở năm thứ t

Ct: Chi phí năm thứ t của dự án

T: Tuổi thọ kinh tế (thời hạn hoạt động) của dự án;

r: Hệ số chiết khấu.

Tiêu chuẩn đánh giá của chỉ tiêu này là NPV≥0.

- Chỉ tiêu tỷ số lợi ích trên chi phí:

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^{T} \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{T} \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

Tiêu chuẩn đánh giá của chỉ tiêu này là: B/C≥ 1.

- Tỷ lệ lợi tức nội bộ IRR

Khi cho NPV = 0 sẽ tìm được r = IRR, ứng với nó NPV đúng bằng vốn đầu tư. Nghĩa là nếu r do dự án đem lại đúng bằng IRR thì dự án không mang lại lợi nhuận gì. Nếu có nhiều phương án thì phương án IRR max sẽ được chọn.

IRR được xác định từ phương trình $\sum_{t=1}^{T} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} = 0$

Kết quả tính toán đối với phương án chọn như sau:

Theo kết quả tính dự toán, khái toán vốn đầu tư ban đầu của dự án là: 390.545.000.000 đ

Từ đó xác định được

NPV >0

B/C = 1,51 >1

IRR =24 % > r =12%

Kết quả phân tích của dự án cho thấy các chỉ tiêu đầu tư như NPV, B/C, IRR hầu như không bị tác động bởi các yếu tố bất lợi có thể xảy ra trong tương lai. Vậy việc thực hiện phương án với mục đích Kè bờ sông và quy hoạch khai thác sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội sẽ đem lại hiệu quả kinh tế.

7.8.2. Phân tích, đánh giá tác động đến kinh tế xã hội

a. Tác động đến dân cư

Tác động lớn nhất đến dân cư trong nhiều dự án là vấn đề di dân, đền bù. Để thực hiện các dự án phát triển ở Việt Nam thì vấn đề này luôn luôn là vấn đề gay cấn, gây nhiều khó khăn, trở ngại cho việc giải phóng mặt bằng, nhiều khi làm chậm hoặc kéo dài thời gian thi

công dự án.

Đối với dự án xây dựng kè bờ sông Sài Gòn thì vấn đề di dân, tái định cư cần phải đặt ra vì ở khu vực xây dựng công trình phải di dời rất nhiều hộ dân đi nơi khác.

b. Tác động đến đời sống kinh tế địa phương

Hoạt động sản xuất của khu vực không bị ảnh hưởng nhiều vì diện tích công trình theo chiều dài sông và hẹp, thời gian thi công chỉ xảy ra trong các tháng mùa khô, tuy vậy việc xây dựng và phục vụ công trình có thể ảnh hưởng phần nào đến sản xuất của các doanh nghiệp sát hai bên bờ sông và của các cá thể tư nhân kinh doanh dựa vào bến bãi. Những ảnh hưởng này không đáng kể và chỉ diễn ra trong các tháng thi công công trình nếu bố trí tuyến thi công và vận chuyển nguyên vật liệu vào công trình hợp lý.

Tác động tích cực là sự có mặt của công trình sẽ thúc đẩy hoạt động dịch vụ nhất thời ở gần công trường nhằm phục vụ cho những người công nhân tham gia thi công công trình. Dịch vụ này sẽ kết thúc ngay sau khi hết thúc công trình. Mặt khác việc vận chuyển vật liệu, và các công việc trên công trường cần tuyển dụng một số lao động thủ công, do vậy người dân địa phương có cơ hội tham gia làm việc cho dự án để tăng thu nhập gia đình.

Nhu cầu về lương thực và thực phẩm của công nhân không nhiều nên không ảnh hưởng đến cán cân cung - cầu của khu vực. Khả năng của địa phương hoàn toàn có thể đáp ứng các nhu cầu của công trình về mọi mặt.

c. Tác động đến đời sống xã hội

Vấn đề quản lý xã hội, vấn đề này có thể nảy sinh trong khi giải quyết công việc đền bù giải phóng mặt bằng, việc này có thể không dẫn đến mâu thuẫn nếu giải quyết thỏa đáng theo luật định kết hợp với nguyện vọng của dân cư. Đối với công trình thì khối nhân công phải tuân thủ các quy định của pháp luật về quản lý hành chính và quản lý nhân khẩu, đây là công việc của các cấp quản lý cơ sở của địa phương phối hợp với Ban quản lý công trình để tránh những mâu thuẫn xã hội có thể nảy sinh.

d. Tác động đến giao thông thủy

Sông Sài Gòn là đường thủy quan trọng, mật độ tàu thuyền qua lại trên sông rất cao, việc thi công kè vào mùa nước cạn, khi mà lạch nước sâu ép sát bờ nơi xây kè sẽ gây ra những trở ngại cho giao thông thủy. Ở giai đoạn đầu thời kỳ thi công, việc tập trung các phương tiện phao, bè, thuyền... để xây dựng kè, thả bao tải tạo mái và thả thảm đá hộ chân kè sẽ chiếm dụng tạm thời một diện tích mặt nước sông, làm thu hẹp chiều rộng của tuyến vận tải sông tại các khúc sông gây cản trở cho lưu thông thuyền bè trên sông. Trở ngại này chỉ xảy ra trong thời gian ngắn, sau khi kết thúc việc thả thảm đá và bắt đầu thi công kè ở phần trên mực nước kiệt thì tác động tiêu cực này sẽ giảm đi về cơ bản.

a. Tác động đến tài nguyên đất

Đây là tác động tích cực nhất của dự án kè, nó sẽ xáo trộn đối với khu vực dân cư ven sông khi dự án bắt đầu thực hiện. Nhưng đem lại tính ổn định lâu dài quỹ đất, đặc biệt là ổn định cho tuyến đường ven sông.

b. Tác động đến môi trường kinh tế - xã hội

Tuyến kè cứng làm ổn định dòng chảy là điều kiện thuận lợi cho các phương tiện vận tải trên sông chạy theo luồng ổn định, việc bố trí các cọc tiêu biển báo cũng được thuận tiện hơn, có thể làm giảm nhẹ rủi ro cho hoạt động vận tải trên sông.

Tuyến kè được xây dựng còn làm cảnh quan đô thị, tạo một khung cảnh đẹp bên bờ sông Sài Gòn thu hút khách du lịch, khách tham quan. Tạo tiền đề cho sự phát triển du lịch và phát triển thị trấn trong tương lai.

Đối với đời sống xã hội thì việc kè bờ sông sẽ góp phần bảo đảm an ninh xã hội trong mùa mưa bão, tiết kiệm được nguồn nhân lực phục vụ cho các hoạt động xã hội khác.

7.8.3. Phân tích, đánh giá tác động đến môi trường, cảnh quan sinh thái ven sông.

Sau khi dự án hoàn thành, toàn bộ khu vực sẽ là công trình kè sạch đẹp, không chỉ tạo cảnh quan – kiến trúc mà còn cải thiện điều kiện môi trường phù hợp với tiêu chuẩn văn minh đô thị.

Dự án hoàn thành sẽ tác động tích cực đến những mặt của xã hội như:

- Môi trường không khí, môi trường nước, môi trường đất, chất thải,
- Cơ sở hạ tầng phúc lợi cho xã hội,
- Sức khỏe cho cộng đồng,
- Hệ sinh thái, cảnh quan và môi trường đô thị.

CHƯƠNG VIII: QUẢN LÝ CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ KIẾN NGHỊ CÁC NGUYÊN TẮC QUẢN LÝ PHỤC VỤ MỤC TIÊU PHÁT TRIỂN KINH TẾ XÃ HỘI VÙNG VEN SÔNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI - SÀI GÒN

8.1. Phân tích, lựa chọn phần mềm xây dựng cơ sở dữ liệu

- Đề tài sử dụng các kỹ thuật lập trình như C# để xây dựng các ứng dụng trong nhóm phục vụ công tác quản lý cơ sở dữ liệu về sạt lở bờ sông (đây là các ứng dụng để bàn chạy trên máy đơn), kỹ thuật lập trình PHP, Javascript,.. để xây dựng ứng dụng quản lý tầm vĩ mô (WebGIS). Bên cạnh việc phát triển hệ thống chính còn sử dụng kỹ thuật lập trình để tạo công cụ cho tự động xử lý dữ liệu trong quá trình biên tập, chuẩn hóa dữ liệu.

- Kỹ thuật mạng: Đề tài sử dụng kỹ thuật mạng để xây dựng hệ thống mạng giả lập cho hệ thống hoàn chỉnh nhằm tạo ra môi trường hoạt động hoàn chỉnh để triển khai chạy thử hệ thống trước khi được triển khai thật.

Phần mềm sử dụng

- Phần mềm GIS sử dụng hệ phần mềm GIS của ESRI bao gồm ARCGIS Server, ArcMap.

- Phần mềm quản lý cơ sở dữ liệu sử dụng hệ quản trị cơ sở dữ liệu mã nguồn mở PostgreSQL, PostGIS

- Ngôn ngữ lập trình sử dụng các ngôn ngữ phổ biến như .Net, Java, Php

Công nghệ WebGIS

Cùng với sự bùng nổ về công nghệ Internet, GIS cũng đã phát triển công nghệ cho phép chia sẻ thông tin thông qua Internet bằng cách kết hợp GIS và Web để tạo thành WebGIS.

Webgis được một số chuyên gia, tổ chức định nghĩa như sau:

- WebGIS là một hệ thống phức tạp cung cấp truy cập trên mạng với những chức năng như là copy hình ảnh, lưu trữ, hợp nhất dữ liệu, điều khiển và thao tác với dữ liệu, phân tích và hiển thị dữ liệu không gian (theo Harder 1998).

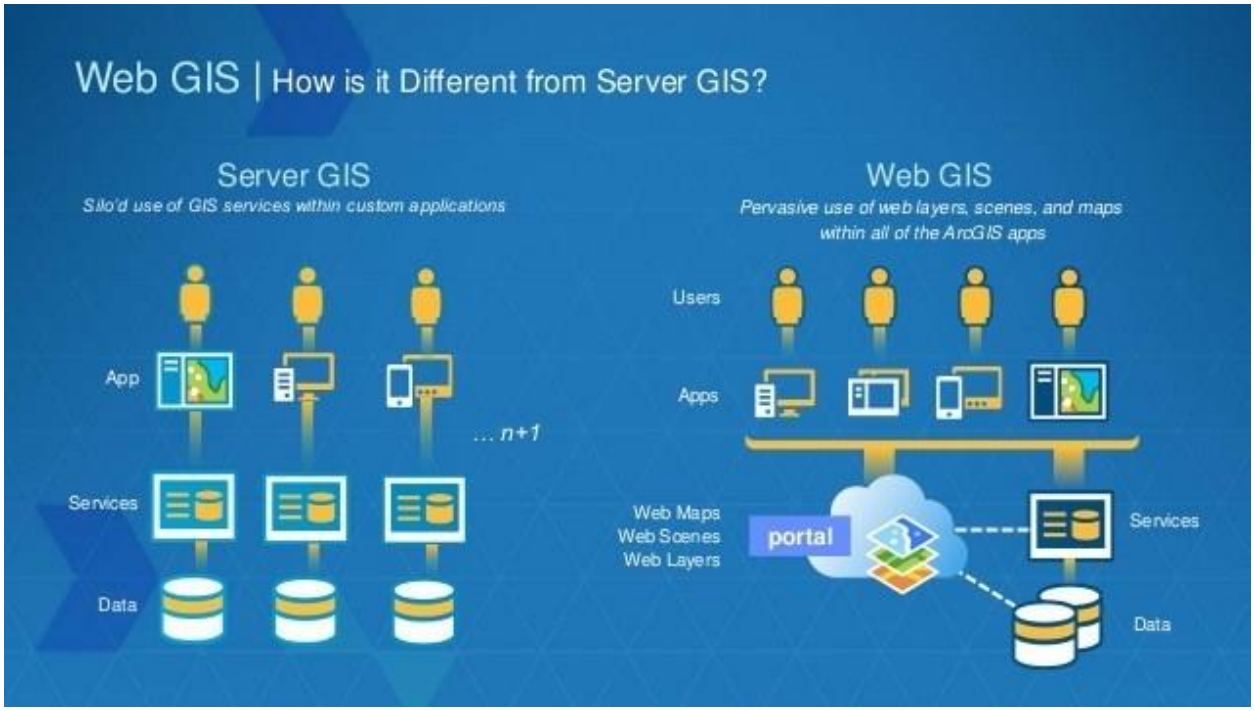
- WebGIS là hệ thống thông tin địa lý được phân bố thông qua hệ thống mạng máy tính phục vụ cho việc thống nhất, phổ biến, giao tiếp với các thông tin địa lý được hiển thị trên World Wide Web (Edward,2000,URL).

- Theo định nghĩa do tổ chức bản đồ thế giới (Cartophy) đưa ra thì WebGIS được xem như là một hệ thống thông tin địa lý được phân bố qua môi trường mạng máy tính để tích hợp, phân phối và truyền tải thông tin địa lý trực tiếp trên Internet.

Nhìn chung công nghệ GIS trên nền Web (hay còn gọi là WebGIS) là hệ thống thông tin địa lý phân tán trên một mạng các máy tính để tích hợp, trao đổi các thông tin địa lý trên mạng Internet. WebGIS có tiềm năng lớn trong công việc làm cho thông tin địa lý trở nên hữu dụng và sẵn sàng tới số lượng lớn người sử dụng trên thế giới. Với việc sử dụng bản đồ trực

tuyến, giải pháp này sẽ giúp người dùng có thể cập nhật dữ liệu lên bản đồ để phục vụ cho mục đích quản lý.

Hiện nay, có rất nhiều giải pháp bản đồ trực tuyến được các nhà phát triển đưa ra như Mapbender, MapBuilder, MapGuide Open Source, MapServer, OpenLayers, Geoserver chúng đều là các phần mềm mã nguồn mở hỗ trợ xây dựng các ứng dụng về bản đồ trên nền web. Nếu kết hợp xây dựng WebGIS trên phần mềm mã nguồn mở thì sẽ có được các lợi ích mà phần mềm mã nguồn mở mang lại như chi phí đầu tư về phần mềm giảm, tận dụng được các thành quả ý tưởng chung của cộng đồng, tính chất an toàn cao, mạnh hơn, tùy biến tương tác nhiều hơn.



Hình 8- 1. Tổng quan về WEBGIS và mộ số ứng dụng webgis

Đặc điểm của một hệ thống WebGIS

a. Cho phép quản lý nhiều bản đồ

- Người dùng có thể chọn và mở bất kỳ một bản đồ, chương bản đồ nào nằm trong CSDL.

- Có thể bật tắt các lớp, nhóm các lớp thông tin và xem định nghĩa hiển thị lớp, thanh tỷ lệ của một bản đồ.

- Thực hiện các thao tác phóng to, thu nhỏ, dịch chuyển, hỏi đáp, tìm kiếm.

b. Cho phép chọn lọc, tìm kiếm thông tin

- Đo khoảng cách các đối tượng.

- Xem thông tin thuộc tính và không gian của một đối tượng

- Tìm kiếm đối tượng trên bản đồ.

c. Cho phép cập nhật thông tin

- Cập nhật trực tiếp các thông tin thuộc tính của một đối tượng trên trang Web, ví dụ như các chỉ tiêu về dân số, kinh tế, đầu tư của một huyện.

- Cập nhật các thông tin không gian trên trang Web, ví dụ như toạ độ địa lý của một trường đại học, một trạm xá.

- Thêm mới một điểm (trường học, bệnh viện, bưu điện,..), một đường, một polyline hay polygon, nhằm phục vụ cho các mục đích thu thập số liệu, điều tra theo dõi trên diện rộng.

- Đồng thời người dùng cũng có thể xoá bỏ trực tiếp các đối tượng trên bản đồ bằng một thao tác đơn giản ngay trên giao diện Web.

- Khi thay đổi thông tin, hệ thống sẽ tự cập nhật và tạo nên biểu đồ tương ứng. d. Quản trị hệ thống

- Phân quyền cho người dùng các cấp.

- Tính bảo mật hệ thống cao, đảm bảo thông tin trong CSDL được an toàn.

- Khả năng lưu vết của hệ thống, tự tạo ra các log file.

8.2. Thiết kế các mô đun chương trình cho phần mềm quản lý và khai thác cơ sở dữ liệu của đề tài:

8.2.1. Các yêu cầu khi xây dựng phần mềm quản lý cơ sở dữ liệu

- Yêu cầu tác nhân của hệ thống ứng dụng:

Căn cứ vào nhu cầu ứng dụng và quy định trong thông tư 26/2014/TT-BTNMT về quy trình và định mức kinh tề - kỹ thuật xây dựng cơ sở dữ liệu tài nguyên và môi trường, các tác nhân (actors) của hệ thống các ứng dụng được xác định như sau:

+ Hệ thống: các ứng dụng, chức năng phân tích, tổng hợp dữ liệu và hiển thị cho người dùng.

+ Quản trị (admin): Đây là nhóm người có quyền cao nhất trong nhóm người sử dụng hệ thống. Nhóm người này có quyền can thiệp sâu vào hệ thống thông qua các chức năng mà phần mềm cho phép. Họ có quyền biên tập, nhập liệu, thậm chí cấu hình cho toàn hệ thống.

+ Nhân viên (user): Đây là nhóm người sử dụng chương trình phổ thông, họ chỉ có quyền hạn chế để tác động đến hệ thống một cách chủ quan, các quyền của họ chủ yếu là thực hiện các công việc chuyên môn và nhập liệu cho hệthống

+ Người dân (end user): Đây là nhóm người sử dụng có quyền thấp nhất. Họ không có quyền tác động đến hệ thống một cách chủ quan, họ chỉ có quyền thai khác hệ thống ở mức người dùng cuối. Tuy nhiên, có thể sẽ có những lỗi phát sinh làm ảnh hưởng đến hệ thống do có quá nhiều người truy cập vô hệ thống cùng lúc, lúc này sẽ gây quá tải cho hệ thống do phải xử lý một khối lượng các yêu cầu quá lớn. Điều này có thể làm hư hỏng cấu trúc vật lý của hệ thống.

- Yêu cầu về giao diện

+ Giao diện được thiết kế hiển thị tốt nhất trên màn hình có độ phân giải tối thiểu là 1024x768. Giao diện tổ chức khoa học, thân thiện và dễ sử dụng nhất đối với mọi đối tượng.

+ Màn hình nhập liệu bố trí khoa học, tạo điều kiện thuận lợi nhất cho người sử dụng có thể dễ dàng nhập liệu một cách nhanh chóng, chính xác.

+ Các thông báo lỗi đầy đủ thông tin nhưng ngắn gọn, xúc tích (nội dung bằng tiếng Việt có dấu).

- Yêu cầu hiệu năng

+ Đảm bảo tốc độ nhanh, ổn định, liên tục.

+ Đáp ứng được số lượng truy cập lớn.

- Yêu cầu an toàn và bảo mật

+ Đảm bảo các yêu cầu về bảo mật, an toàn của hệ thống thông qua phương pháp phân quyền.

- Yêu cầu về chất lượng

+ Hệ thống phải áp dụng chương trình xử lý lỗi thông thường

+ Việt hóa thông báo lỗi.

+ Hiển thị thông báo lỗi cho người dùng.

+ Kiểm tra tính hợp lệ của dữ liệu đầu vào và đưa ra thông báo lỗi nếu có.

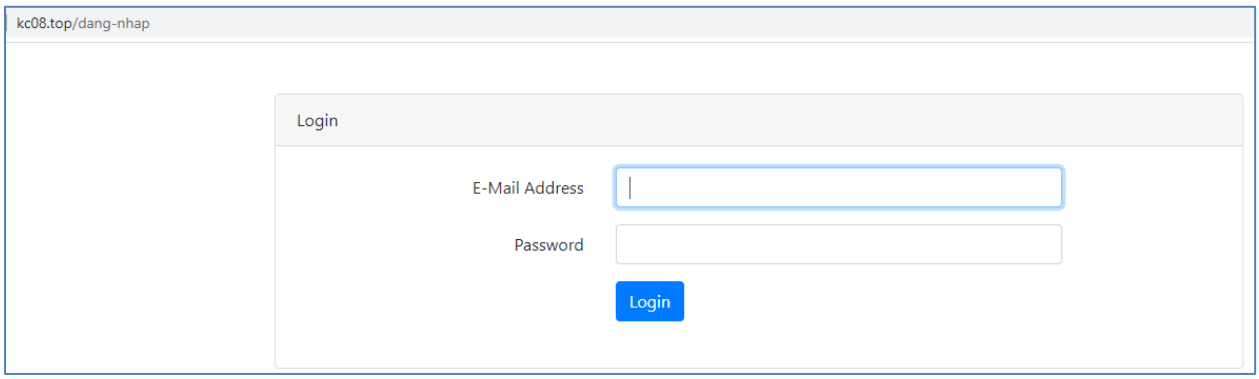
- Yêu cầu khác

+ Hệ thống có thể chạy trên nhiều trình duyệt với các phên bản khác nhau: Firefox, Google Chrome…

+ Hệ thống phải có tính mở. Dễ dàng phát triển mở rộng.

+ Đảm bảo khả năng chịu lỗi, dễ dàng bảo trì.

8.3. Xây dựng phần mềm quản lý, khai thác dữ liệu

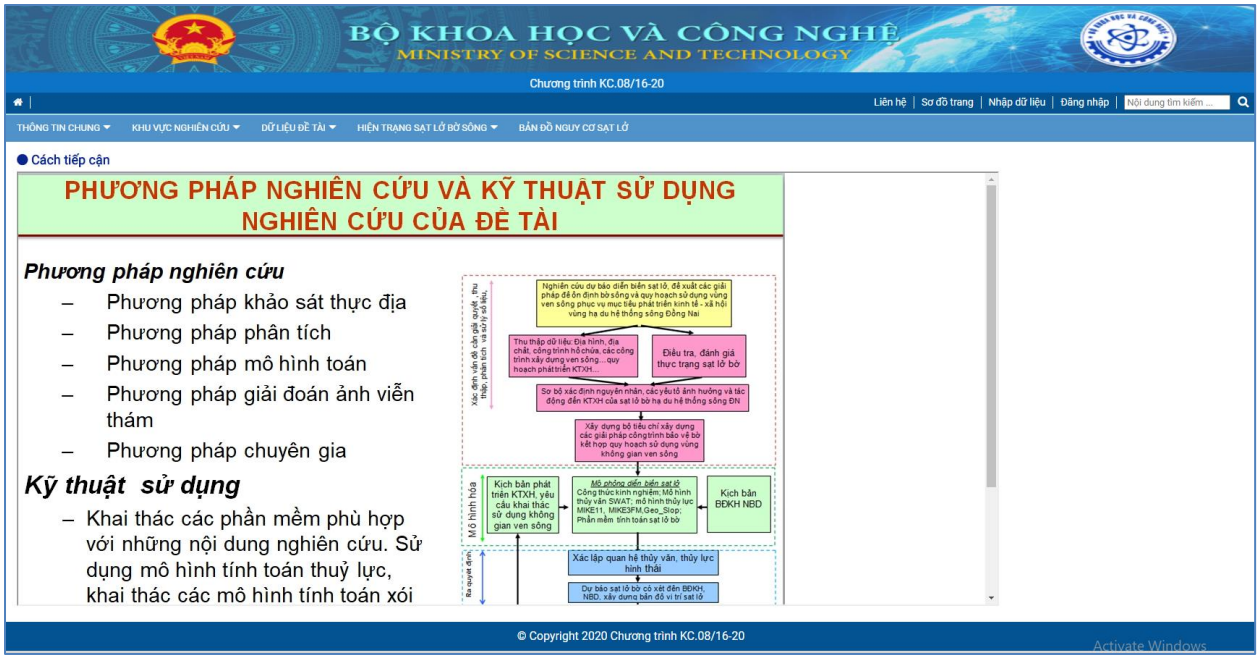


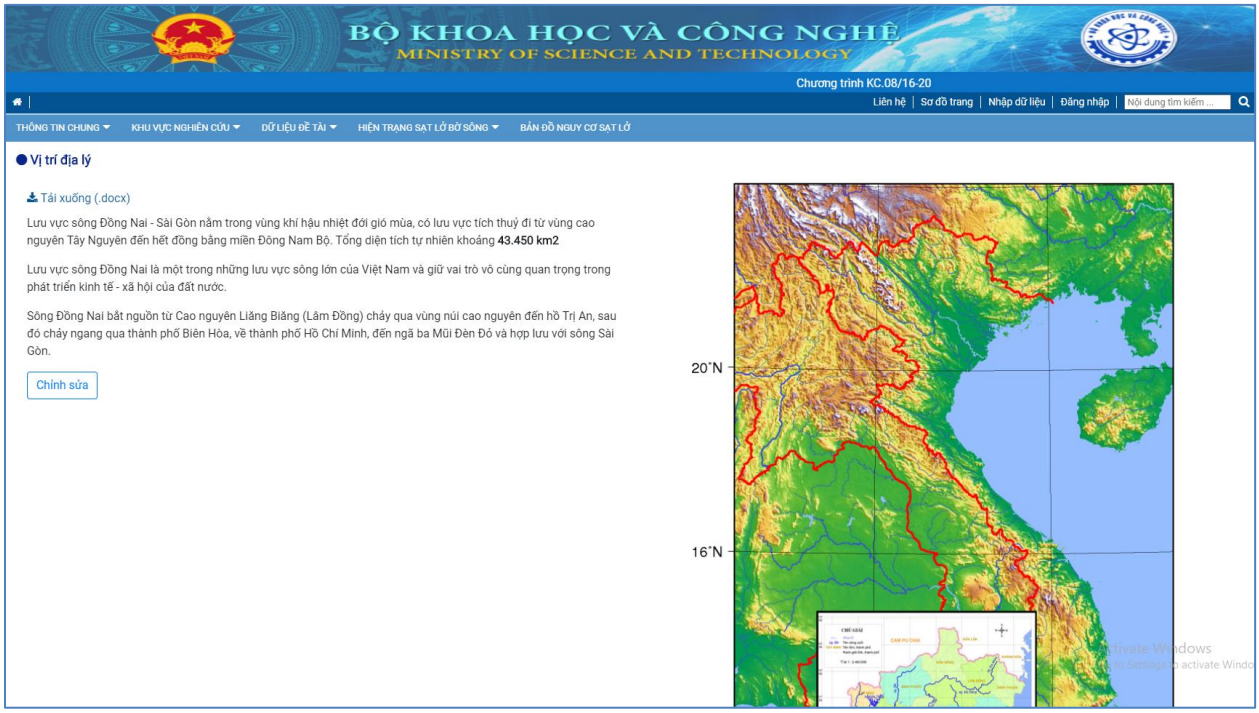
BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang | Nhập dữ liệu | Đăng nhập
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
Mục tiêu cụ thể
Mục tiêu của đề tài:
Mục tiêu cụ thể:
1) Xác định được hiện trạng, nguyên nhân, cơ chế, quy luật và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông Đồng Nai.
2) Xác định được các quan hệ thủy văn, thủy lực, quan hệ hình thái lòng dẫn trong điều kiện hiện tại vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai
3) Dự báo được mức độ sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng
4) Đề xuất được các giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý
CẨM NANG HƯỚNG DẪN
QUẢN LÝ, SỬ DỤNG HÀNH LANG VÀ BẢO VỆ BỜ SÔNG, SUỐI, KÊNH RẠCH CÓ SỰ THAM GIA CỦA CỘNG ĐỒNG
© Copyright 2020 Chương trình KC.08/16-20

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang | Nhập dữ liệu | Đăng nhập
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
Mục tiêu đề tài
Sản phẩm đề tài
Đóng góp mới của đề tài
Hiệu quả của đề tài
Cách tiếp cận - phương pháp nghiên cứu
Bài báo đã công bố
Báo cáo tổng hợp
Báo cáo tóm tắt
Các sản phẩm của đề tài
Phân tích quá trình ĐBLD ĐNSG
Phân tích quan hệ thủy văn thủy lực
Kết quả dự báo sạt lở bờ sông
Bản đồ khu vực có nguy cơ sạt lở cao
Giải pháp KHCN chống sạt lở
Thiết kế sơ bộ công trình chống sạt lở
đề xuất các giải pháp để ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai
Thuộc: Chương trình KC.08.28/16-20
Bắt đầu
7/2018
Kết thúc
12/2020
Chủ nhiệm đề tài: GS
Tổ chức chủ trì nhiệm vụ: Viện Thủy văn Môi trường và Biến đổi khí hậu.
© Copyright 2020 Chương trình KC.08/16-20

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang | Nhập dữ liệu | Đăng nhập
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
Mục tiêu đề tài
Sản phẩm đề tài
Đóng góp mới của đề tài
Hiệu quả của đề tài
Cách tiếp cận - phương pháp nghiên cứu
Bài báo đã công bố
Báo cáo tổng hợp
Báo cáo tóm tắt
Các sản phẩm của đề tài
Phân tích quá trình ĐBLD ĐNSG
Phân tích quan hệ thủy văn thủy lực
Kết quả dự báo sạt lở bờ sông
Bản đồ khu vực có nguy cơ sạt lở cao
Giải pháp KHCN chống sạt lở
Thiết kế sơ bộ công trình chống sạt lở
KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
THƯƠNG TRÌNH KC.08/16-20
học và công nghệ phục vụ bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai"
ĐỀ TÀI
BÁO DIỄN BIẾN SẠT LỞ, ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI SÔNG VÀ QUY HOẠCH SỬ DỤNG VÙNG VEN TIÊU PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI VÙNG HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI
Mã số: KC.08.28/16-20
BÁO CÁO SẢN PHẨM 01
Kết quả phân tích tổng hợp quá trình diễn biến lòng dẫn, nguyên nhân và cơ chế sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai
Cơ quan thực hiện: Viện Thủy văn, Môi trường và Biến đổi khí hậu – Trường Đại học Thủy lợi
Địa điểm : 175 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội
Chủ nhiệm đề tài : GS. TS. Phạm Thị Hương Lan
© Copyright 2020 Chương trình KC.08/16-20

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang | Nhập dữ liệu | Đăng nhập
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
Những đóng góp mới của đề tài
Những đóng góp về mặt khoa học, thực tiễn của đề tài
1) Phân cấp mức độ xói lở bờ sông, bồi lắng lòng dẫn theo các loại hình xói lở bờ, xác định được khu vực sạt lở trọng điểm, cấp đặc biệt nguy hiểm để có giải pháp cấp bách và cấp sạt lở nguy hiểm để có giải pháp lâu dài
2) Xây dựng công cụ/phần mềm đánh giá nhanh mức độ sạt lở bờ dựa trên mặt cắt hình học sông (chiều cao bờ, góc nghiêng của bờ, địa chất lớp bờ, góc nghiêng đáy bờ…)
3) Xây dựng được bộ tiêu chí cho việc xây dựng các giải pháp công trình bảo vệ bờ kết hợp với quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội kết hợp cảnh quan môi trường sinh thái bổ sung cho các quy phạm, tiêu chuẩn hiện hành về việc xây dựng đô thị và khu dân cư vùng ven sông.
4) Các giải pháp về công nghệ và quản lý
© Copyright 2020 Chương trình KC.08/16-20

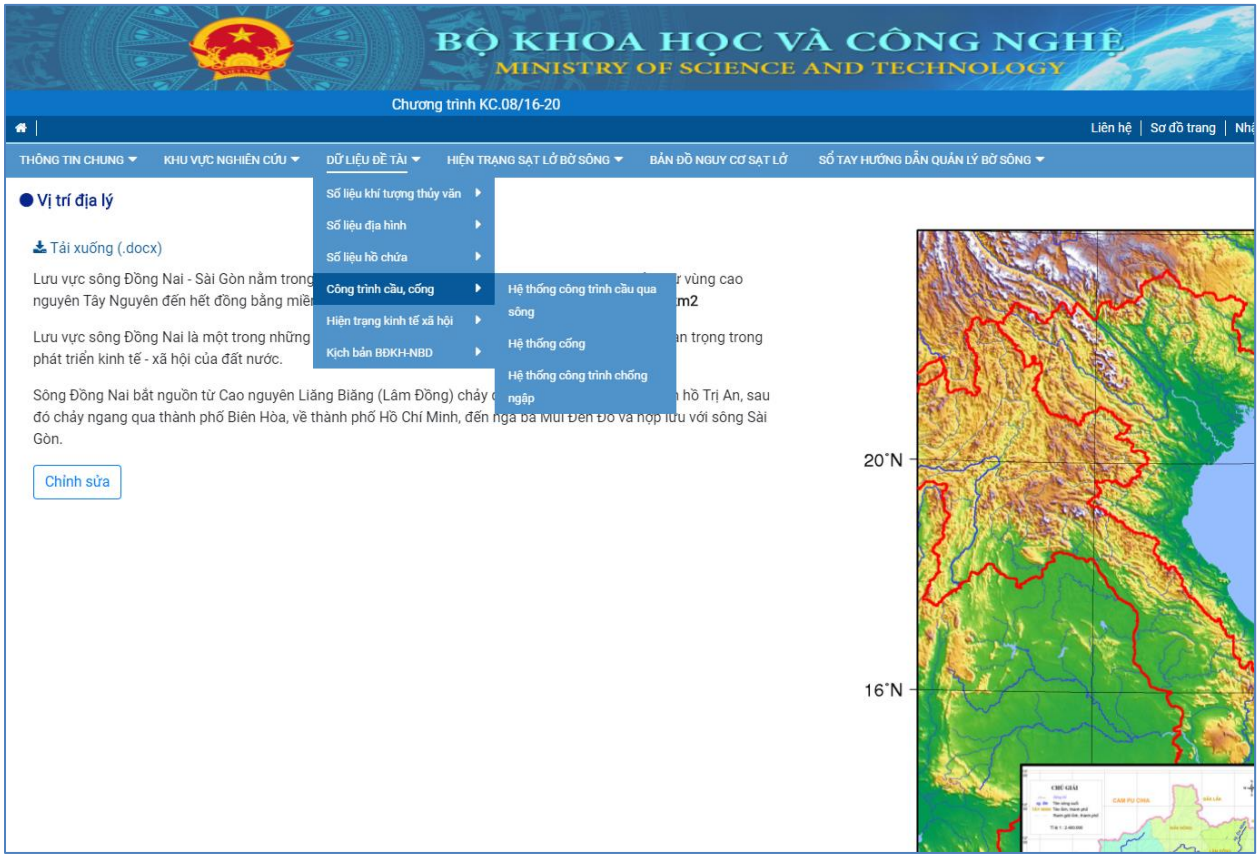

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang | Nhập dữ liệu | Đăng nhập
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
Cách tiếp cận
PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ KỸ THUẬT SỬ DỤNG NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI
Phương pháp nghiên cứu
– Phương pháp khảo sát thực địa
– Phương pháp phân tích
– Phương pháp mô hình toán
– Phương pháp giải đoán ảnh viễn thám
– Phương pháp chuyên gia
Kỹ thuật sử dụng
– Khai thác các phần mềm phù hợp với những nội dung nghiên cứu. Sử dụng mô hình tính toán thuỷ lực, khai thác các mô hình tính toán xói
Nghiên cứu dự báo diễn biến sạt lở, đề xuất các giải pháp để ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai
Thu thập dữ liệu: Địa hình, địa chất, công trình hồ chứa, các công trình xây dựng ven sông... quy hoạch phát triển KTXH...
Điều tra, đánh giá thực trạng sạt lở bờ
Sơ bộ xác định nguyên nhân, các yếu tố ảnh hưởng và tác động đến KTXH của sạt lở bờ hạ du hệ thống sông ĐN
Xây dựng bộ tiêu chí xây dựng các giải pháp công trình bảo vệ bờ kết hợp quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông
Mô hình hóa
Kịch bản phát triển KTXH, yêu cầu khai thác sử dụng không gian ven sông
Mô phỏng diễn biến sạt lở
Công thức kinh nghiệm; Mô hình thủy văn SWAT; mô hình thủy lực MIKE11, MIKE3FM,Geo_Slop; Phần mềm tính toán sạt lở bờ
Kịch bản ĐBKH NBD
Xác lập quan hệ thủy văn, thủy lực hình thái
Dự báo sạt lở bờ có xét đến ĐBKH, NBD, xây dựng bản đồ vị trí sạt lở
© Copyright 2020 Chương trình KC.08/16-20

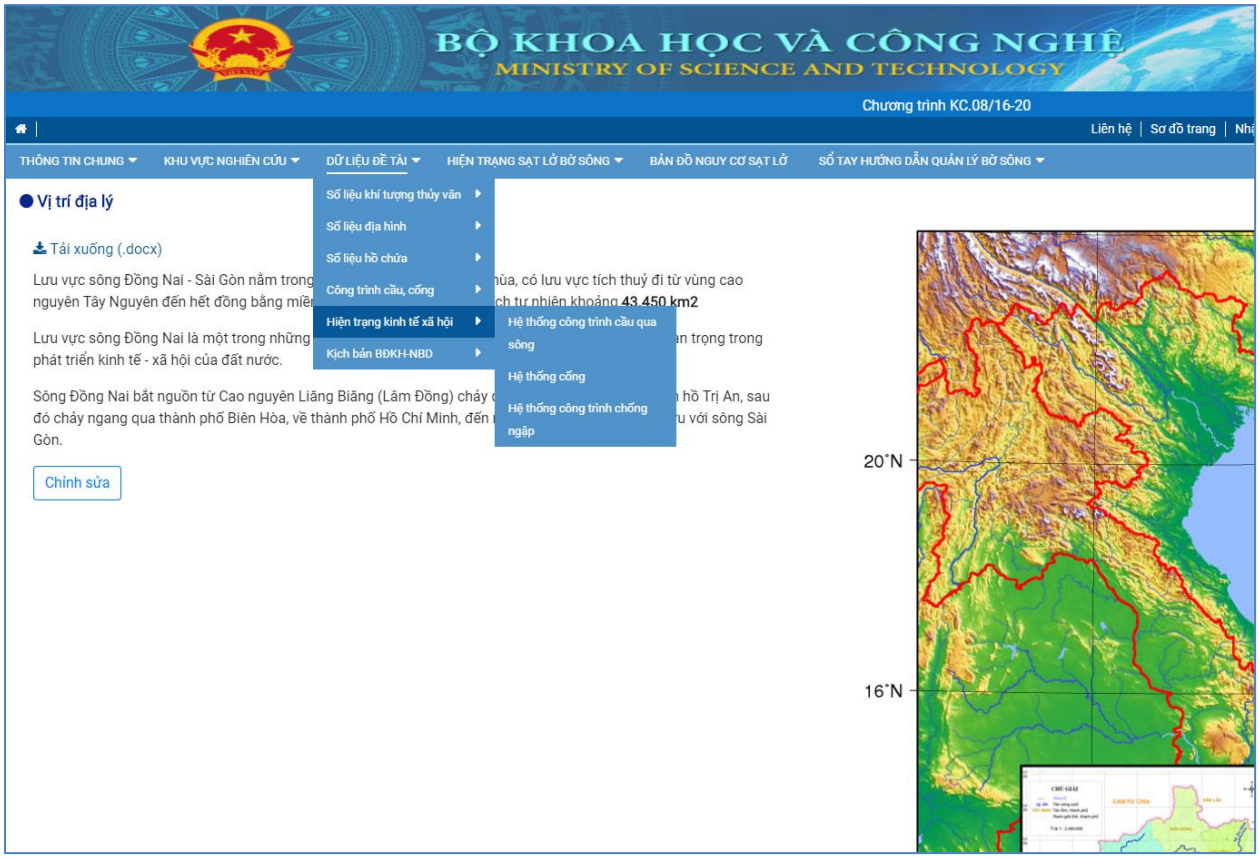

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang | Nhập dữ liệu | Đăng nhập
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
Vị trí địa lý
Tải xuống (.docx)
Lưu vực sông Đồng Nai - Sài Gòn nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, có lưu vực tích thuỷ đi từ vùng cao nguyên Tây Nguyên đến hết đồng bằng miền Đông Nam Bộ. Tổng diện tích tự nhiên khoảng 43.450 km2.
Lưu vực sông Đồng Nai là một trong những lưu vực sông lớn của Việt Nam và giữ vai trò vô cùng quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của đất nước.
Sông Đồng Nai bắt nguồn từ Cao nguyên Lâng Biàng (Lâm Đồng) chảy qua vùng núi cao nguyên đến hồ Trị An, sau đó chảy ngang qua thành phố Biên Hòa, về thành phố Hồ Chí Minh, đến ngã ba Mũi Đèn Đỏ và hợp lưu với sông Sài Gòn.
Chỉnh sửa
20°N
16°N

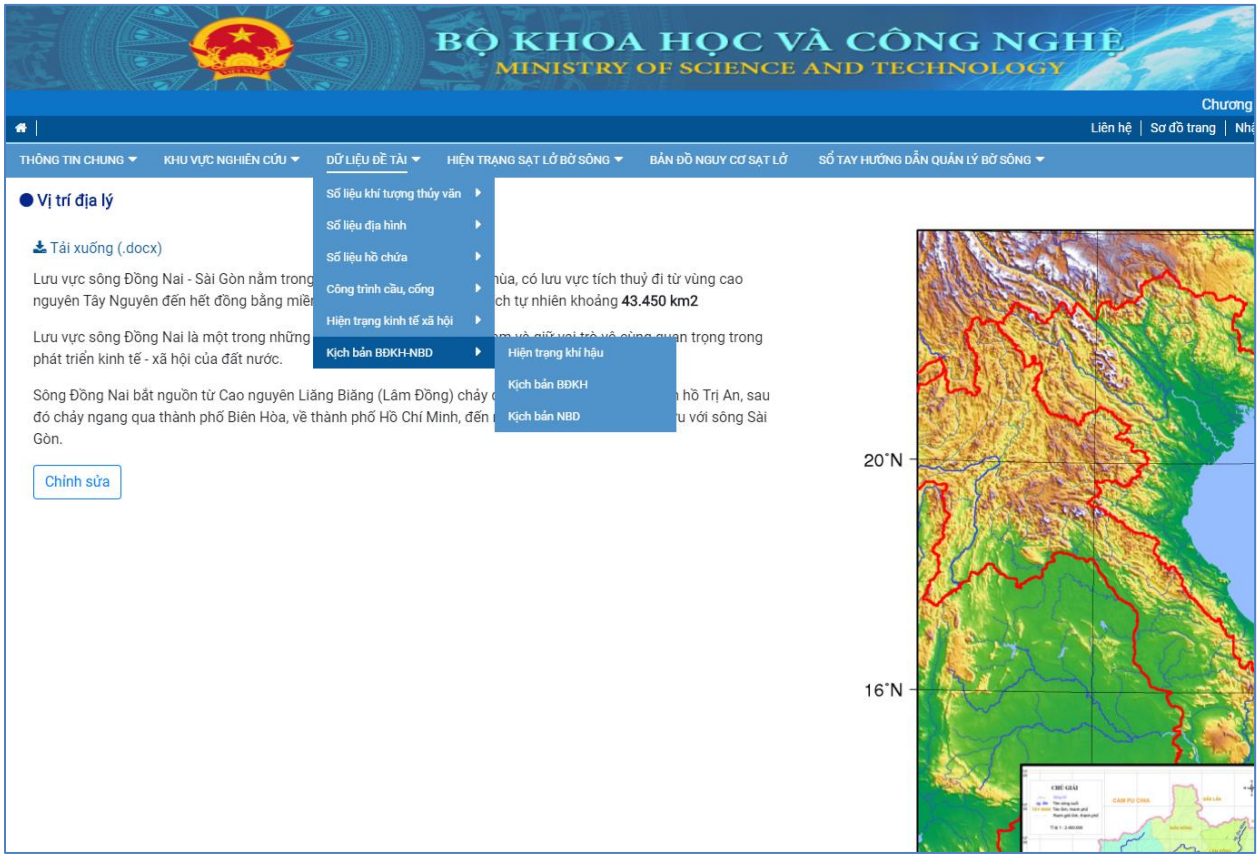
BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
SỔ TAY HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ BỜ SÔNG
Số liệu khí tượng thủy văn
Số liệu địa hình
Số liệu hồ chứa
Công trình cầu, cống
Hiện trạng kinh tế xã hội
Kịch bản BĐKH-NBD
Số liệu khí tượng
Số liệu thủy văn
Số liệu bùn cát
Mục tiêu chung
Mục tiêu của đề tài:
Mục tiêu chung:
1) Đánh giá được trạng, nguyên nhân, cơ chế và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông hạ du hệ thống sông Đồng Nai và dự báo trong tương lai
2) Đề xuất được các giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông.
SỔ TAY HƯỚNG DẪN
QUẢN LÝ, SỬ DỤNG HÀNH LANG VÀ BẢO VỆ BỜ SÔNG, SUỐI, KÊNH RẠCH CÓ SỰ THAM GIA CỦA CỘNG ĐỒNG

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
SỔ TAY HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ BỜ SÔNG
Mục tiêu chung
Số liệu khí tượng thủy văn
Số liệu địa hình
Số liệu hồ chứa
Công trình cầu, cống
Hiện trạng kinh tế xã hội
Kịch bản BĐKH-NBD
Số liệu bình đồ lòng dẫn
Số liệu mặt cắt ngang
Số liệu mặt cắt dọc
Mục tiêu của đề tài:
Mục tiêu chung:
1) Đánh giá đư
trạng, nguyên nhân, cơ chế và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông hạ du hệ thống sông Đồng Nai và dự báo trong tương lai
2) Đề xuất được các giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông.
SỔ TAY HƯỚNG DẪN
QUẢN LÝ, SỬ DỤNG HÀNH LANG VÀ BẢO VỆ BỜ SÔNG, SUỐI, KÊNH RẠCH CÓ SỰ THAM GIA CỦA CỘNG ĐỒNG

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
SỔ TAY HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ BỜ SÔNG
Mục tiêu chung
Số liệu khí tượng thủy văn
Số liệu địa hình
Số liệu hồ chứa
Công trình cầu, cống
Hiện trạng kinh tế xã hội
Kịch bản BĐKH-NBD
Sơ đồ hệ thống hồ chứa thượng nguồn
Vận hành hồ chứa
Thông số hồ chứa
Mục tiêu của đề tài:
Mục tiêu chung:
1) Đánh giá đư
trạng, nguyên nhân, cơ chế và các yếu tố ảnh hưởng đến sạt lở bờ sông hạ du hệ thống sông Đồng Nai và dự báo trong tương lai
2) Đề xuất được các giải pháp thích hợp, khả thi về khoa học công nghệ và quản lý phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, khai thác sử dụng có hiệu quả không gian ven sông.
SỔ TAY HƯỚNG DẪN
QUẢN LÝ, SỬ DỤNG HÀNH LANG VÀ BẢO VỆ BỜ SÔNG, SUỐI, KÊNH RẠCH CÓ SỰ THAM GIA CỦA CỘNG ĐỒNG

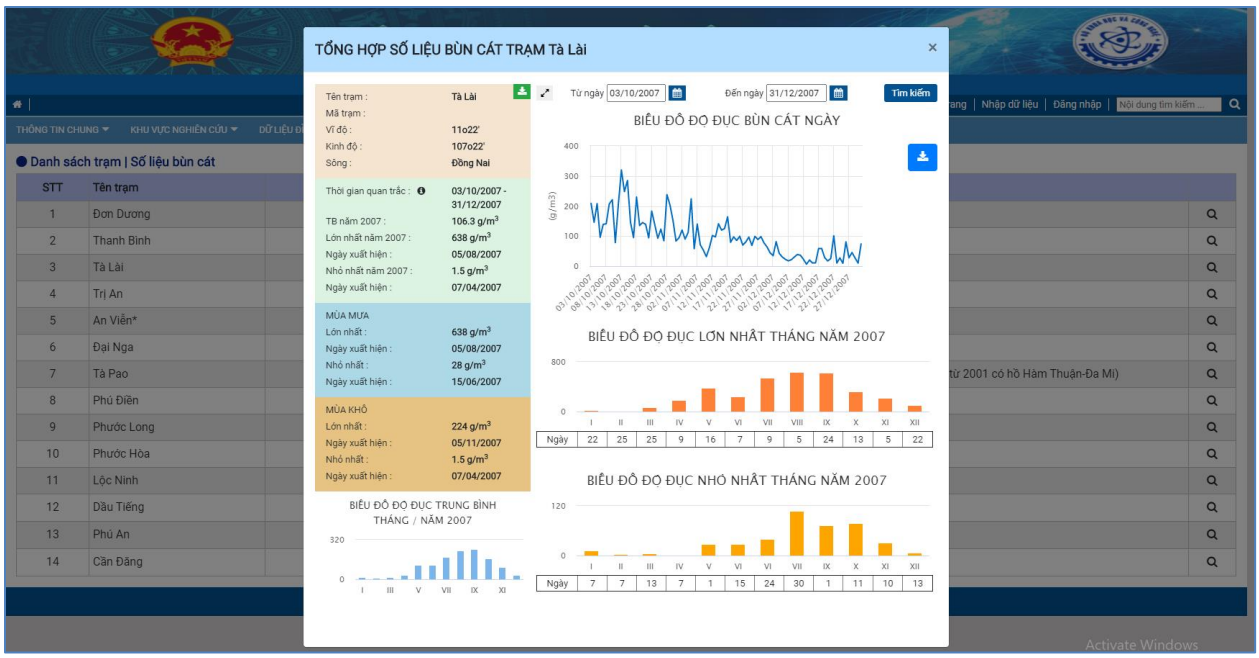

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
SỔ TAY HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ BỜ SÔNG
Số liệu khí tượng thủy văn
Số liệu địa hình
Số liệu hồ chứa
Công trình cầu, cống
Hiện trạng kinh tế xã hội
Kịch bản BĐKH-NBD
Hệ thống công trình cầu qua sông
Hệ thống cống
Hệ thống công trình chống ngập
Vị trí địa lý
Tải xuống (.docx)
Lưu vực sông Đồng Nai - Sài Gòn nằm trong
nguyên Tây Nguyên đến hết đồng bằng miền
Lưu vực sông Đồng Nai là một trong những
phát triển kinh tế - xã hội của đất nước.
Sông Đồng Nai bắt nguồn từ Cao nguyên Liăng Biăng (Lâm Đồng) chảy
hồ Trị An, sau
đó chảy ngang qua thành phố Biên Hòa, về thành phố Hồ Chí Minh, đến
Gòn.
Chỉnh sửa
20°N
16°N

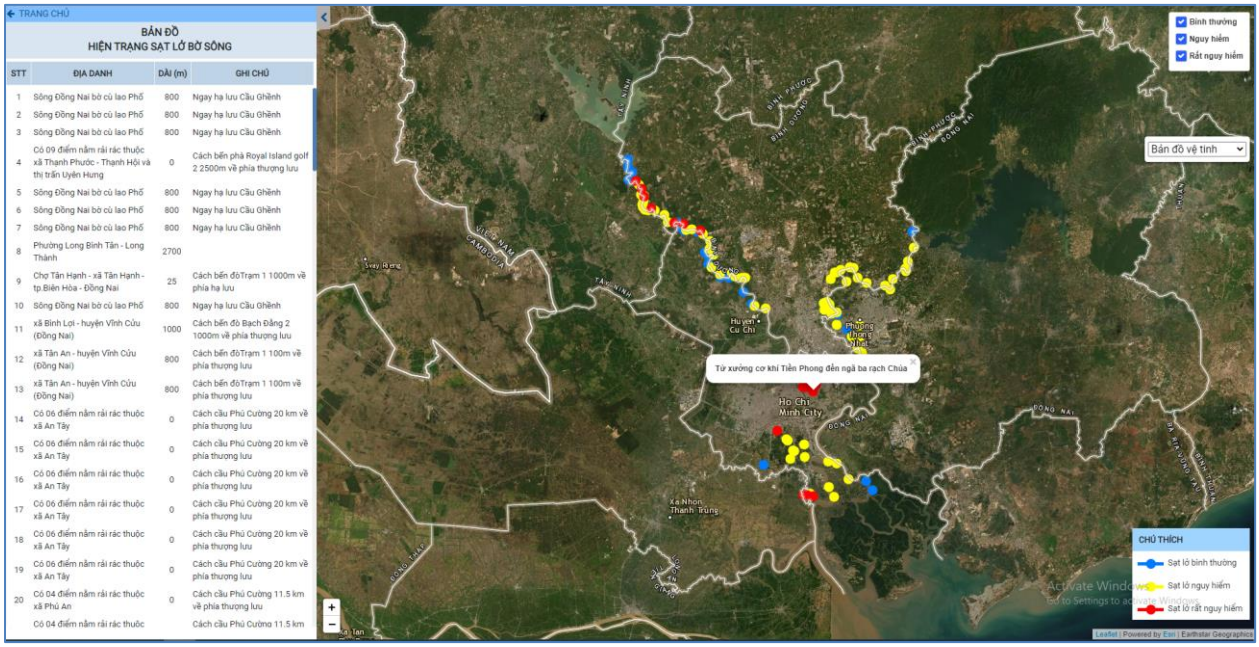

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
SỔ TAY HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ BỜ SÔNG
Số liệu khí tượng thủy văn
Số liệu địa hình
Số liệu hồ chứa
Công trình cầu, cống
Hiện trạng kinh tế xã hội
Kịch bản BĐKH-NBD
Hệ thống công trình cầu qua sông
Hệ thống cống
Hệ thống công trình chống ngập
Vị trí địa lý
Tải xuống (.docx)
Lưu vực sông Đồng Nai - Sài Gòn nằm trong
nguyên Tây Nguyên đến hết đồng bằng miền
Lưu vực sông Đồng Nai là một trong những
phát triển kinh tế - xã hội của đất nước.
Sông Đồng Nai bắt nguồn từ Cao nguyên Liăng Biăng (Lâm Đồng) chảy
hồ Trị An, sau
đó chảy ngang qua thành phố Biên Hòa, về thành phố Hồ Chí Minh, đến
Gòn.
Chỉnh sửa
20°N
16°N

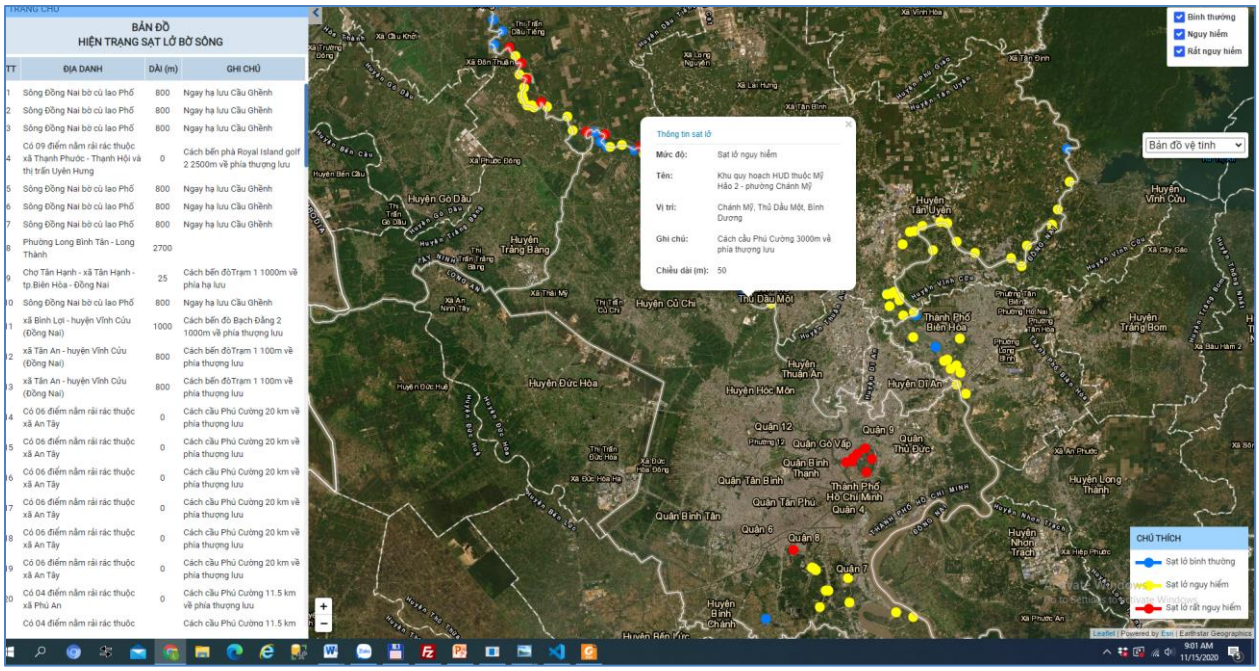


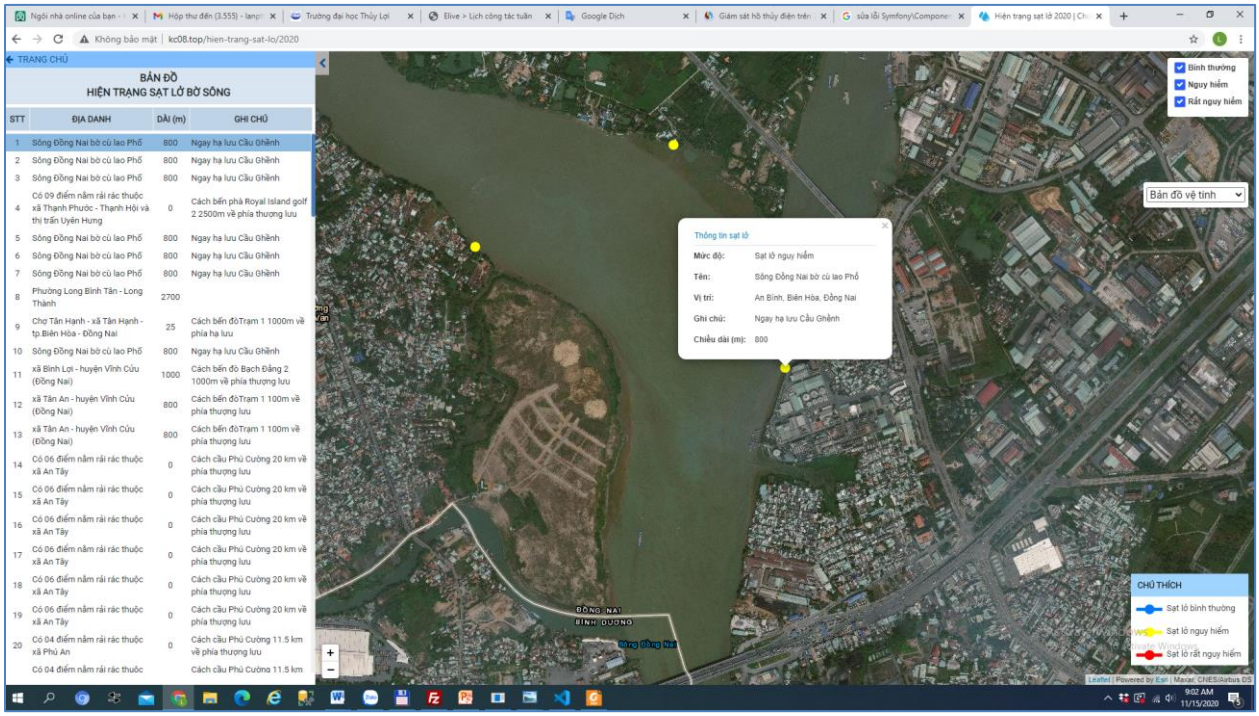
STT	Tên trạm	Tỉnh / Thành phố	Thời kỳ đo đạc
1	An Lộc	Bình Phước	1929-1970
2	An Viên	Đồng Nai	1978-2001
3	Bảo Lộc	Lâm Đồng	1929-nay
4	Bến Cát	Bình Dương	1952-1999
5	Biên Hoà	Đồng Nai	1907-nay
6	Bình Ba	BRVT	1926-nay
7	Bình Long	Bình Phước	1914-nay
8	Bobla	Bình Thuận	1931-1979
9	Bù Đăng	Bình Phước	1926-nay
10	Bù Đốp	Bình Phước	1919-1999
11	Bù Nho	Bình Phước	1978-nay
12	Cẩm Tâm	BRVT	1926-1974
13	Cần Giờ	TP. HCM	1930-nay
14	Cát Tiên	Lâm Đồng	1984-1991
15	Chợ Lách	Tiền Giang	1984-1997
16	Chơn Thành	Bình Dương	1979-1999
17	Củ Chi	TP. HCM	1995-nay
18	Dầu Giây	Đồng Nai	1919-1991
19	Dầu Tiếng	Bình Dương	1927-nay
20	Di Linh	Lâm Đồng	1906-nay

STT	Tên trạm	Lưu vực sông	F (km^2)	Thời kỳ đo đạc
1	Đơn Dương	Đa Nhim	775	1934-nay (tiếp tục, từ 1964 có hồ Đơn Dương)
2	Thanh Bình	Cam Ly	294	1980-nay (tiếp tục, có hồ Ankroet và hồ Xuân Hương)
3	Tà Lài	Đồng Nai	8850	1987-nay (tiếp tục)
4	Trị An	Đồng Nai	14025	1978-1986 (từ 1988 có hồ Trị An)
5	An Viễn*	Lá Buông	264	1978-2000 (ngưng hoạt động từ 2001)
6	Đại Nga	Dargna	373	1978-nay (tiếp tục)
7	Tà Pao	La Ngà	2000	Q, H đo từ 1960-1964.1973-1974.1976-2005; ρ đo từ 1997-nay (tiếp tục, từ 2001 có hồ Hàm Thuận-Đa Mi)
8	Phú Điền	La Ngà	3060	1987-nay (tiếp tục, từ 2001 có hồ Hàm Thuận-Đa Mi)
9	Phước Long	Bé	2015	1974-nay (tiếp tục, từ 1994 có hồ Thác Mơ)
10	Phước Hòa	Bé	5765	Q, H đo từ 1976-nay; ρ đo từ 2004 (tiếp tục, từ 1994 có hồ Thác Mơ)
11	Lộc Ninh	Sinh Đôi	500	1974-1983 (từ 1983 có hồ Dầu Tiếng)
12	Dầu Tiếng	Sài Gòn	2700	1976-1981 (từ 1983 có hồ Dầu Tiếng)
13	Phú An	Sài Gòn	0	1977-nay (tiếp tục)
14	Cần Đăng	Vàm Cỏ Đông	617	1974-nay (tiếp tục)

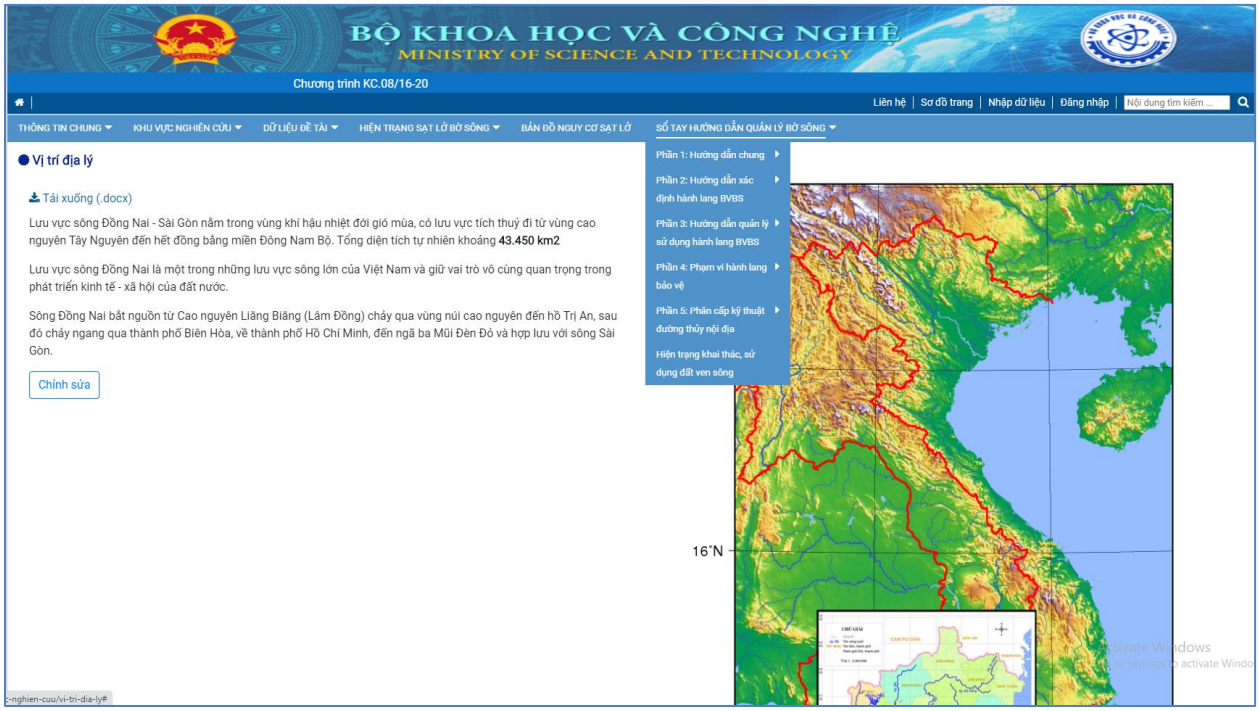


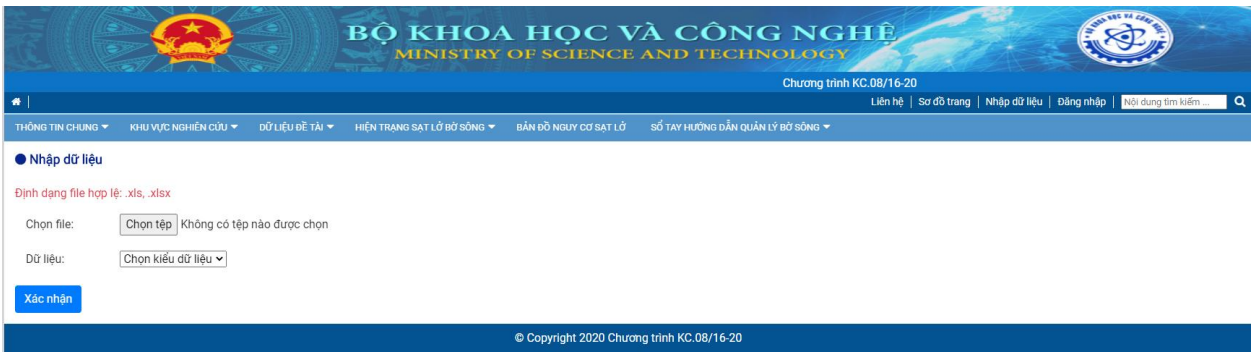

TRANG CHỦ
BẢN ĐỒ
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
STT | ĐỊA DANH | DÀI (m) | GHI CHÚ
1 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
2 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
3 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
4 | Có 09 điểm nằm rải rác thuộc xã Thạnh Phước - Thạnh Hội và thị trấn Uyên Hưng | 0 | Cách bến phà Royal Island golf 2 2500m về phía thượng lưu
5 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
6 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
7 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
8 | Phường Long Bình Tân - Long Thành | 2700 |
9 | Chợ Tân Hạnh - xã Tân Hạnh - tp.Biên Hòa - Đồng Nai | 25 | Cách bến đòTrạm 1 1000m về phía hạ lưu
10 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
11 | xã Bình Lợi - huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai) | 1000 | Cách bến đò Bạch Đằng 2 1000m về phía thượng lưu
12 | xã Tân An - huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai) | 800 | Cách bến đòTrạm 1 100m về phía thượng lưu
13 | xã Tân An - huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai) | 800 | Cách bến đòTrạm 1 100m về phía thượng lưu
14 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
15 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
16 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
17 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
18 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
19 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
20 | Có 04 điểm nằm rải rác thuộc xã Phú An | 0 | Cách cầu Phú Cường 11.5 km về phía thượng lưu
Có 04 điểm nằm rải rác thuộc | Cách cầu Phú Cường 11.5 km
Bình thường
Nguy hiểm
Rất nguy hiểm
Bản đồ vệ tinh
Từ xưởng cơ khí Tiến Phong đến ngã ba rạch Chùa
CHÚ THÍCH
Sạt lở bình thường
Sạt lở nguy hiểm
Sạt lở rất nguy hiểm


TRANG CHỦ
BẢN ĐỒ
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
TT | ĐỊA DANH | DÀI (m) | GHI CHÚ
1 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
2 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
3 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
4 | Có 09 điểm nằm rải rác thuộc xã Thạnh Phước - Thạnh Hội và thị trấn Uyên Hưng | 0 | Cách bến phà Royal Island golf 2 2500m về phía thượng lưu
5 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
6 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
7 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
8 | Phường Long Bình Tân - Long Thành | 2700 |
9 | Chợ Tân Hạnh - xã Tân Hạnh - tp.Biên Hòa - Đồng Nai | 25 | Cách bến đòTrạm 1 1000m về phía hạ lưu
10 | Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố | 800 | Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
11 | xã Bình Lợi - huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai) | 1000 | Cách bến đò Bạch Đằng 2 1000m về phía thượng lưu
12 | xã Tân An - huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai) | 800 | Cách bến đòTrạm 1 100m về phía thượng lưu
13 | xã Tân An - huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai) | 800 | Cách bến đòTrạm 1 100m về phía thượng lưu
14 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
15 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
16 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
17 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
18 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
19 | Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây | 0 | Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
20 | Có 04 điểm nằm rải rác thuộc xã Phú An | 0 | Cách cầu Phú Cường 11.5 km về phía thượng lưu
Có 04 điểm nằm rải rác thuộc | Cách cầu Phú Cường 11.5 km
Thông tin sạt lở
Mức độ: Sạt lở nguy hiểm
Tên: Khu quy hoạch HUD thuộc Mỹ Hảo 2 - phường Chánh Mỹ
Vị trí: Chánh Mỹ, Thủ Dầu Một, Bình Dương
Ghi chú: Cách cầu Phú Cường 3000m về phía thượng lưu
Chiều dài (m): 50
Bình thường
Nguy hiểm
Rất nguy hiểm
Bản đồ vệ tinh
CHÚ THÍCH
Sạt lở bình thường
Sạt lở nguy hiểm
Sạt lở rất nguy hiểm


TRANG CHỦ
BẢN ĐỒ
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
STT | ĐỊA DANH | DÀI (m) | GHI CHÚ
1 Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố 800 Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
2 Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố 800 Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
3 Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố 800 Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
4 Có 09 điểm nằm rải rác thuộc xã Thạnh Phước - Thạnh Hội và thị trấn Uyên Hưng 0 Cách bến phà Royal Island golf 2 2500m về phía thượng lưu
5 Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố 800 Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
6 Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố 800 Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
7 Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố 800 Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
8 Phường Long Bình Tân - Long Thành 2700
9 Chợ Tân Hạnh - xã Tân Hạnh - tp.Biên Hòa - Đồng Nai 25 Cách bến đòTrạm 1 1000m về phía hạ lưu
10 Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố 800 Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
11 xã Bình Lợi - huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai) 1000 Cách bến đò Bạch Đằng 2 1000m về phía thượng lưu
12 xã Tân An - huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai) 800 Cách bến đòTram 1 100m về phía thượng lưu
13 xã Tân An - huyện Vĩnh Cửu (Đồng Nai) 800 Cách bến đòTram 1 100m về phía thượng lưu
14 Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây 0 Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
15 Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây 0 Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
16 Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây 0 Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
17 Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây 0 Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
18 Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây 0 Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
19 Có 06 điểm nằm rải rác thuộc xã An Tây 0 Cách cầu Phú Cường 20 km về phía thượng lưu
20 Có 04 điểm nằm rải rác thuộc xã Phú An 0 Cách cầu Phú Cường 11.5 km về phía thượng lưu
Có 04 điểm nằm rải rác thuộc Cách cầu Phú Cường 11.5 km
Thông tin sạt lở
Mức độ: Sạt lở nguy hiểm
Tên: Sông Đồng Nai bờ cù lao Phố
Vị trí: An Bình, Biên Hòa, Đồng Nai
Ghi chú: Ngay hạ lưu Cầu Ghềnh
Chiều dài (m): 800
Bình thường
Nguy hiểm
Rất nguy hiểm
Bản đồ vệ tinh
CHÚ THÍCH
Sạt lở bình thường
Sạt lở nguy hiểm
Sạt lở rất nguy hiểm
ĐỒNG NAI
BÌNH DƯƠNG

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang | Nhập dữ liệu | Đăng nhập
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
Bản đồ nguy cơ sạt lở
1 Bản đồ quy hoạch 3 PA
2 Giám sát Đồng Nai
3 Giám sát Thanhda
4 Nguy cơ sạt lở
5 Quy hoạch hệ thống cục bộ
6 Quy hoạch toàn diện
© Copyright 2020 Chương trình KC.08/16-20


BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang | Nhập dữ liệu | Đăng nhập
Nội dung tìm kiếm ...
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
SỔ TAY HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ BỜ SÔNG
Phần 1: Hướng dẫn chung
Phần 2: Hướng dẫn xác định hành lang BVBS
Phần 3: Hướng dẫn quản lý sử dụng hành lang BVBS
Phần 4: Phạm vi hành lang bảo vệ
Phần 5: Phân cấp kỹ thuật đường thủy nội địa
Hiện trạng khai thác, sử dụng đất ven sông
Vị trí địa lý
Tải xuống (.docx)
Lưu vực sông Đồng Nai - Sài Gòn nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, có lưu vực tích thuỷ đi từ vùng cao nguyên Tây Nguyên đến hết đồng bằng miền Đông Nam Bộ. Tổng diện tích tự nhiên khoảng 43.450 km2.
Lưu vực sông Đồng Nai là một trong những lưu vực sông lớn của Việt Nam và giữ vai trò vô cùng quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội của đất nước.
Sông Đồng Nai bắt nguồn từ Cao nguyên Lăng Biăng (Lâm Đồng) chảy qua vùng núi cao nguyên đến hồ Trị An, sau đó chảy ngang qua thành phố Biên Hòa, về thành phố Hồ Chí Minh, đến ngã ba Mũi Đèn Đỏ và hợp lưu với sông Sài Gòn.
Chỉnh sửa
16°N


BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
MINISTRY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
Chương trình KC.08/16-20
Liên hệ | Sơ đồ trang | Nhập dữ liệu | Đăng nhập
Nội dung tìm kiếm ...
THÔNG TIN CHUNG
KHU VỰC NGHIÊN CỨU
DỮ LIỆU ĐỀ TÀI
HIỆN TRẠNG SẠT LỞ BỜ SÔNG
BẢN ĐỒ NGUY CƠ SẠT LỞ
SỔ TAY HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ BỜ SÔNG
Nhập dữ liệu
Định dạng file hợp lệ: .xls, .xlsx
Chọn file:
Chọn tệp
Không có tệp nào được chọn
Dữ liệu:
Chọn kiểu dữ liệu
Xác nhận
© Copyright 2020 Chương trình KC.08/16-20

CHƯƠNG IX: XÂY DỰNG SỔ TAY HƯỚNG DẪN QUẢN LÝ, SỬ DỤNG HÀNH LANG VÀ BẢO VỆ BỜ SÔNG, SUỐI, KÊNH RẠCH CÓ SỰ THAM GIA CỦA CỘNG ĐỒNG

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay, việc quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch còn nhiều nơi, nhiều lúc chưa đúng theo quy định pháp luật, có những vi phạm thường xuyên đang xẩy ra do nhiều nguyên nhân.

Nội dung "Sổ tay Hướng dẫn quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch có sự tham gia của cộng đồng" góp phần hướng dẫn thực hiện đúng quy định pháp luật, vừa đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, góp phần phát triển kinh tế xã hội, dân sinh, bảo vệ môi trường và đáp ứng nhu cầu chính đáng của cộng đồng. Trong đó sự tham gia của cộng đồng từ xây dựng các chính sách, văn bản pháp luật đến tổ chức và giám sát việc thực hiện đóng vai trò hết sức quan trọng.

Sổ tay là kết quả của đề tài "Nghiên cứu dự báo diễn biến sạt lở, đề xuất các giải pháp để ổn định bờ sông và quy hoạch sử dụng vùng ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế - xã hội vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai" - Mã số: KC.08.28/16-20 thuộc Chương trình "Nghiên cứu khoa học và công nghệ phục vụ bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai" - KC.08/16-20do Viện Thủy văn, Môi trường và Biến đổi khí hậu trường Đại học Thủy lợi thực hiện.

CHƯƠNG TRÌNHKC.08/16-20

PHẦN I: HƯỚNG DẪN CHUNG

1.1. Phạm vivà đối tượng áp dụng

1.1.1. Phạm vi

Sổ tay này hướng dẫn về xác định hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch và nội dung quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch có sự tham gia của cộng đồng.

1.1.2. Đối tượng áp dụng

1. Sổ tay sử dụng cho các cơ quan quản lý nhà nước, chính quyền, tổ chức, hộ gia đình và cá nhân liên quan đến việc xác định, quản lý, sử dụnghành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch thuộc lãnh thổ nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, bao gồm:

- Quản lý, xây dựng, khai thác, sử dụng công trình trong phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ.
- Quản lý, xây dựng, khai thác, sử dụng công trình kè bờ, gia cố bờ song suối, kênh rạch, mương ; san lấp, lấn sông cải tạo cảnh quan các vùng đất ven sông.
- Quản lý, xây dựng, khai thác, sử dụng cảng biển, cảng - bến thủy nội địa.
- Quản lý hoạt động mở mới và nạo vét, khơi thông luồng, tuyến giao thông thủy nội địa.
- Thu hẹp, mở rộng, chỉnh tuyến để nắn dòng chảy của sông, suối, kênh, rạch, mương.

2. Trường hợp điều ước quốc tế mà Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam ký kết hoặc gia nhập có quy định khác với nội dung sổ tay này thì áp dụng quy định của điều ước quốc tế đó.

1.2. Một số thuật ngữ

1. Kênh là công trình có chức năng chuyển tải nước phục vụ tưới tiêu, sinh hoạt và sản xuất, ngoài ra bờ kênh và lòng kênh còn có thể làm chức năng khác như giao thông thủy, bộ, bao gồm kênh được xây dựng bằng đất, đá, gạch, bê tông, bê tông cốt thép, bê tông lưới thép hoặc các vật liệu khác.

2. Rạch là đường dẫn nước từ sông vào đồng ruộng, thuyền bè có thể đi lại.

3. Mương là công trình dẫn nước có mặt cắt ngang nhỏ, phục vụ thủy lợi (tưới tiêu trong nông, lâm, ngư nghiệp), giao thông, thoát nước.

4. Hành lang bảo vệ trên bờ là chiều rộng khu đất nằm dọc hai bên bờ sông, suối, kênh, rạch, mương và hồ công cộng; được tính từ mép bờ của sông vào bên trong phía đất liền.

5. Cấp kỹ thuật của sông, kênh, rạch là cấp kỹ thuật theo phân cấp đường thủy nội địa được cơ quan có thẩm quyền công bố.

6. Chỉ giới đường sông là ranh giữa phần đất bên trong với hành lang bảo vệ trên bờ sông, suối, kênh, rạch, mương và hồ công cộng.

7. Hành lang bảo vệ luồng là phần giới hạn của vùng nước hoặc dải đất dọc hai bên luồng để lắp đặt báo hiệu, bảo vệ luồng và bảo đảm an toàn giao thông.

8. Mép bờ của sông là ranh giới giữa mái dốc địa hình tự nhiên của bờ với mặt đất tự nhiên theo chiều ngang. Trường hợp đã kè bờ thì mép bờ là đỉnh của bờ kè. Trường hợp chưa có kè thì mép bờ sông trong khoảng từ mực nước trung bình mùa lũ nhiều năm đến mực nước đỉnh lũ lớn nhất.

9. Bãi sông là vùng đất ven sông được tính từ mép của bờ 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 bãi sông là vùng đất ven sông trong khoảng mép bờ của sông đến mực nước đỉnh lũ lớn nhất.

10. Lòng sông là phạm vi giữa hai mép bờ sông.

11. Hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạchlà chiều rộng khu đất lớn nhất nằm dọc hai bên bờ sông, suối, kênh, rạchđược tính từ mép bờ của sông vào bên trong phía đất liền được xác định theo quy định tại các văn bản quy phạm pháp luật hiện hành.

12. Cộng đồng là những người sinh sống trong khu vực liên quan trực tiếp hoặc gián tiếp và có cùng các mối quan tâm đến hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch.

1.3. Nguyên tắc xác định, quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch

1.3.1. Việc xác định, quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch phải tuân thủ các quy định của Luật và các văn bản pháp luật hiện hành liên quan, trong đó bao gồm:

1. Văn bản số 11/VBHN-VPQH ngày 4/7/2019 của Văn phòng Quốc hội hợp nhất Luật quy hoạch đô thị từ Luật Tổ chức chính quyền địa phương số 77/2015/QH13, Luật số 35/2018/QH14, Luật Kiến trúc số 40/2019/QH14.

2. Văn bản số 48/VBHN-VPQH 10 tháng 12 năm 2018 của Văn phòng Quốc hội hợp nhất Luật xây dựng.

3. Luật Đo đạc và Bản đồ số 27/2018/QH14 ngày 14/6/2018.

4. Luật Thủy lợi số 08/2017/QH14 ngày 19/6/2017.

5. Luật Quy hoạch số 21/2017/QH14 ngày 24/11/2017.

6. Luật Giao thông đường thủy nội địa số 48/2014/QH13 ngày 17/6/2014.

7. Luật Bảo vệ Môi trường số 55/2014/QH13ngày 20/6/2014.

8.Luật Phòng, chống thiên tai 33/2013/QH13ngày 19/6/2013.

9.Luật đất đai số: 45/2013/QH13 ngày 29/11/2013.

10. Luật Tài nguyên nước số 17/2012/QH13ngày 21/6/2012.

11. Luật Đê điều năm 2006 số 79/2006/QH11 ngày 29/11/2006.

12. Các văn bản pháp luật, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia liên quan.

1.3.2. Trong trường hợp hành lang bảo vệ trên bờ chồng lấn giữa hành lang bảo vệ công trình đường bộ, hành lang bảo vệ công trình thủy lợi, hành lang bảo vệ đê điều, hành lang bảo vệ nguồn nước thì phạm vi hành lang bảo vệ được chọn là phạm vi lớn nhất trong các hành lang trên.

1.3.3. Đối với những đoạn sông, suối, kênh, rạch có bờ tự nhiên khúc khuỷu, lồi lõm và không đảm bảo yêu cầu tổ chức giao thông đường thủy, yêu cầu tổ chức tiêu thoát nước hoặc yêu cầu tổ chức đường giao thông bộ dọc sông, suối, kênh, rạch theo các tiêu chuẩn kỹ thuật đã quy định: cho phép điều chỉnh hướng tuyến dòng chảy. Phương án điều chỉnh hướng tuyến được Sở Giao thông vận tải thẩm định, phê duyệt và tổ chức thực hiện là cơ sở áp dụng quy định hành langbảo vệ bờ sông suối, kênh rạch trên bờ.

1.3.4. Đối với những đoạn sông, suối, kênh, rạch bị sạt lở hoặc bồi đắp làm thay đổi hiện trạng mép bờ của sông, cần tổ chức khảo sát, đánh giá diễn biến thay đổi đường bờ sông và quy hoạch xác định phạm vi, quy mô ranh giới mép của bờ sông ổn định. Đối với đoạn sông liên tỉnh do Bộ Tài nguyên và Môi trường phối hợp với các tỉnh thực hiện. Đối với đoạn sông thuộc một tỉnh do Bộ Nông nghiệp và PTNT phối hợp với tỉnh thực hiện.

1.3.5. Đối với trường hợp thay đổi cấp kỹ thuật đường thủy nội địa của các tuyến sông, kênh, rạch dẫn đến thay đổi ranh phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ, thì phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ được xác định theo cấp kỹ thuật đường thủy nội địa nhỏ hơn. (Lưu ý: cấp đặc biệt là cấp đường thủy nội địa lớn nhất, cấp VI là cấp đường thủy nội địa nhỏ nhất).

1.3.6. Bảo đảm yêu cầu quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch, đồng thời phải bảo đảm hài hòa quyền, lợi ích hợp pháp của tổ chức, cá nhân có liên quan.

1.3.7. Ranh giới hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch được thể hiện trên bản đồ quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất.

1.3.8. Quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất và các quy hoạch chuyên ngành khác phải bảo đảm việc duy trì, phát triển các chức năng của hành langbảo vệ bờ sông suối, kênh rạch đã được phê duyệt.

1.3.9. Việc lập hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạchphải bảo đảm công khai, dân chủ, có sự tham gia của cộng đồng.

PHẦN II: HƯỚNG DẪN XÁC ĐỊNH HÀNH LANG BẢO VỆ BỜ SÔNG SUỐI, KÊNH RẠCH

2.1. Phạm vi hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch

2.1.1. Hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch

1. Theo hướng dẫn kỹ thuật của Liên minh Châu Âu (MDD, 2018): hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch xác định theo công thức sau:

$$B_{HL} = B_{lõi} + B_{đệm} + Bc_{huyểntiếp}$$

Trong đó:

- $B_{lõi}$: Vùng bảo tồn các hệ sinh thái, đảm bảo cung cấp nướcthái ứng với cấp lưu lượng tháng nhỏ nhất đến lưu lượng trung bình của 3 tháng nhỏ nhất (m^3/s);

- $B_{đệm}$: Vùng liền kề với vùng cốt lõi, đảm bảo sự ổn định của bờ ứng với cấp lưu lượng tạo lòng;

- $Bc_{huyểntiếp}$: Vùng liền kề với vùng đệm, bị ngập khi xảy ra lũ lớn.

2. Với điều kiện quản lý hiện nay của Việt Nam, hành lang bảo vệ bờ sông có thể coi là phạm vi chiều rộng khu đất nằm dọc hai bên bờ sông, suối, kênh rạch được tính từ bờ vào phía trong để bảo vệ an toàn về tính mạng, tài sản, cơ sở hạ tầng và phải đảm bảo chức năng bảo vệ nguồn nước, được xác định theo công thức sau:

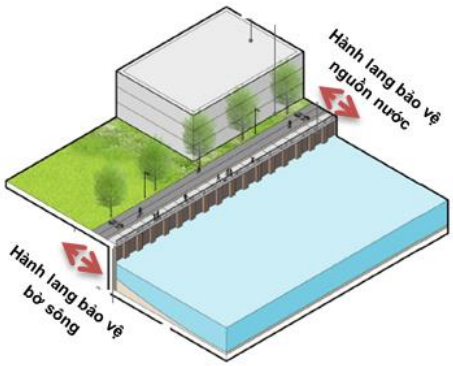
$$B_{HLBV} = B_{od} + B_{bvnn} \quad (1)$$

Trong đó:

- B_{od}: Chiều rộng xói lở bờ cực hạn/chiều rộng hành lang bờ ổn định;

- B_{bvnn}: Hành lang bảo vệ nguồn nước. Đối với đoạn sông khi có lũ lớn, bị tràn bờ, ngập lụt vùng ven sông, khi đó hành lang bảo vệ bờ sông được tính thêm vùng đệm khi có ngập xảy ra với lũ lớn; $Bc_{huyểntiếp}$: được xác định tùy thuộc đoạn sông đó có bị ngập hay không. Đối với đoạn sông đã có công trình bảo vệ bờ theo tuyến chỉnh trị, mép bờ sông được bảo vệ vững chắc trước các tác động bên ngoài như dòng chảy, tác động qua lại của tàu thuyền..., khi đó hành lang bảo vệ bờ sông được tính bằng hành lang bảo vệ nguồn nước.

3. Hành lang bảo vệ bờ sông đối với trường hợp đoạn bờ sông tự nhiên có nguy cơ xói lở và đoạn bờ sông đã có công trình chỉnh trị như hình vẽ sau:



Trường hợp sông kênh rạch tự nhiên *Trường hợp sông kênh rạch đã có công trình chỉnh trị*

4. Xác định mức độ xói lở bờ cực hạn/ chiều rộng hành lang bờ ổn định

4.1. Xác định mức xói lở bờ cực hạn theo công thức kinh nghiệm.

GS.TS. Lương Phương Hậu (Lương Phương Hậu, 1998) đưa ra công thức tính phạm vi sạt lở bờ sông (chiều rộng xói lở bờ sông) như sau:

$$B_{od} = \frac{B^m}{h} . h_{max} \qquad (2)$$

Trong đó:

h_{max}: là chiều sâu lớn nhất tại vị trí tính toán [m]; B: Bề rộng lòng dẫn ứng với mực nước tạo lòng [m]; m: hệ số biến động đường bờ, thường lấy trong khoảng từ 0,5 - 1,0. Theo kết quả điều tra tại hầu hết các điểm sạt lở đã xảy ra trên sông Sài Gòn, thì các vụ sạt lở đều xảy ra nhanh, bất ngờ và theo dạng trượt sâu, do khối đất trên bờ sông mềm yếu, đồng chất (lớp mặt dày), phạm vi cung trượt lớn và mức độ lấn sâu đáng kể, thời gian diễn ra nhanh, bất ngờ: m được lấy giá trị bằng 0,5.

4.2. Xác định chiều rộng hành lang bờ ổn định theo phương pháp quan trắc diễn biến hàng năm dựa trên mốc quan trắc xói lở bờ.

Dựa trên kết quả quan trắc xói lở bờ qua thời gian ít nhất 2 – 5 năm có thể dự báo mức độ sạt lở bờ để từ đó sơ bộ xác định đường hành lang bờ ổn định.

Các tuyến quan trắc xói lở bờ phải đánh số thứ tự, theo chiều từ thượng lưu xuống hạ lưu và ghi chú bờ tả hay bờ hữu. Mã của tuyến quan trắc xói lở bờ có thể dùng 2 chữ cái đầu tên của thôn, hoặc xã.

Dụng cụ để thiết lập các mốc xói lở bờ đơn giản là các cọc gỗ, cọc tre, que tre, que thép, sơn màu đỏ hoặc vàng và cờ đỏ đánh dấu. Kích thước các cọc gỗ, cọc tre, que tre và que thép mô tả ở phần bên dưới. Việc lựa chọn vật liệu gỗ, tre hay thép tuỳ thuộc vào loại đất bờ sông cần quan trắc xói lở.

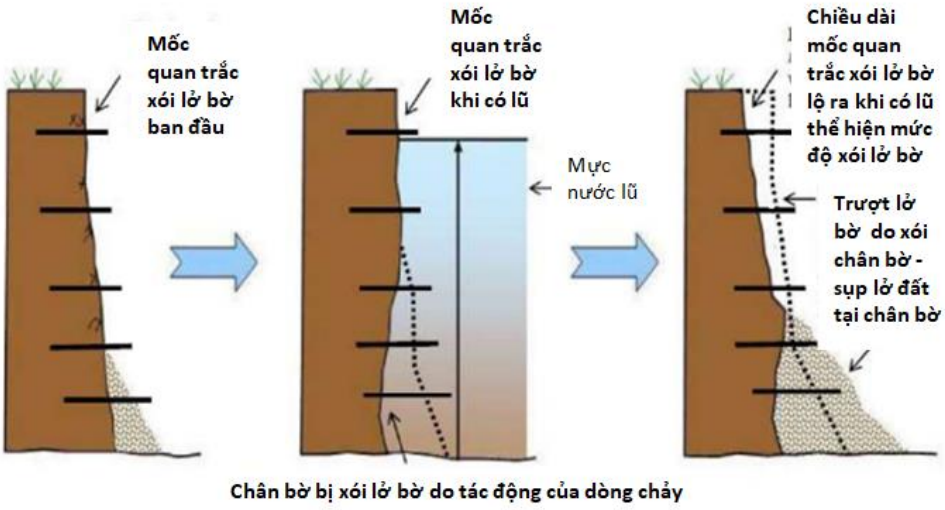
Trên 1 tuyến xói lở, cần bố trí các cọc mốc xói lở trên vách bờ và trên thềm bãi sông. Trên vách bờ sông, cần bố trí các mốc xói lở từ điểm có mực nước thấp nhất trong mùa kiệt tới điểm trên cùng của thềm bãi, tốt nhất là điểm ở bên trên mực nước lũ cao nhất đã từng xuất hiện.

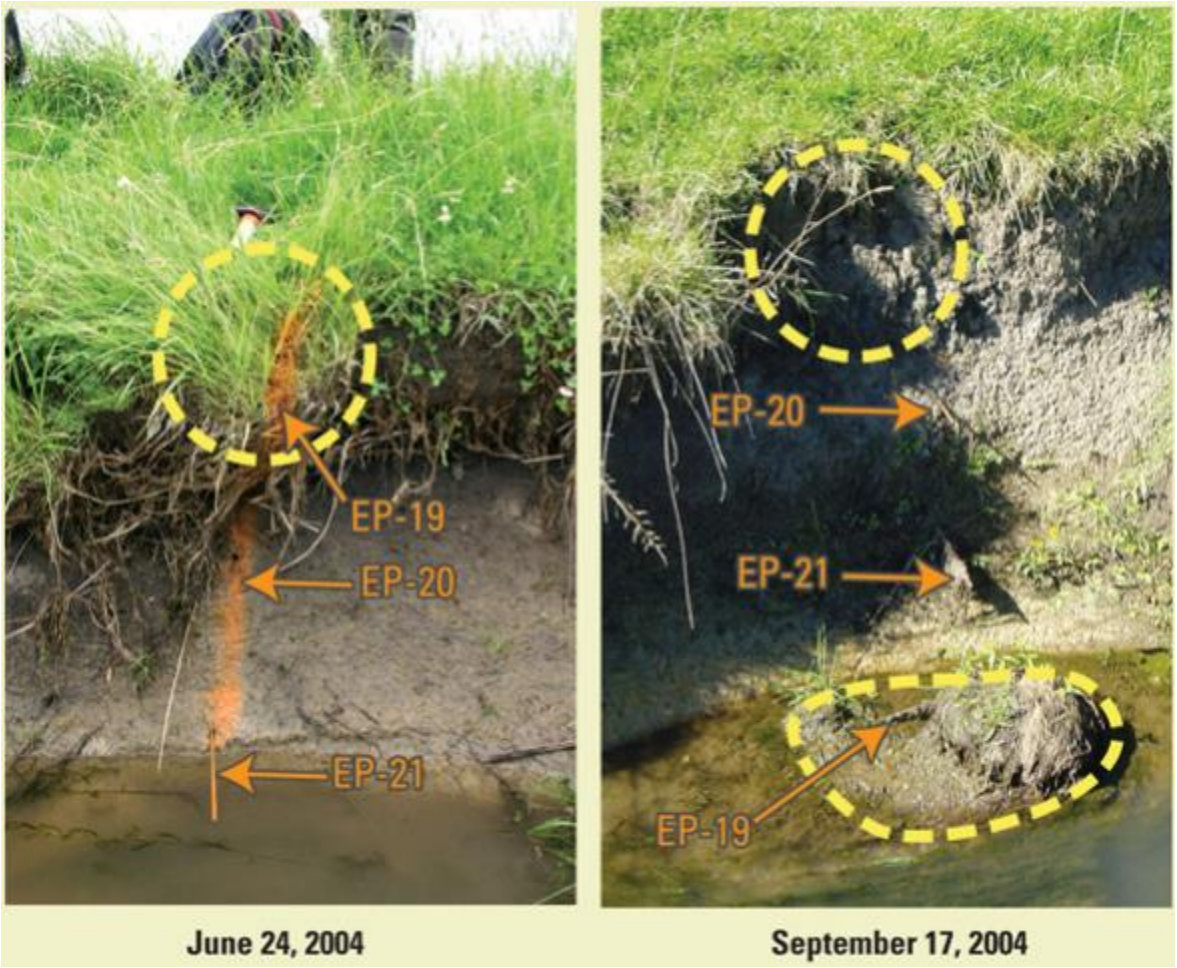
Đối với phần thềm bãi, các mốc quan trắc xói lở bờ có thể có thể làm bằng thanh gỗ hoặc thanh tre, có chiều dài từ 40 cm đến 50 cm, đường kính từ 8 đến 10 cm, 1 đầu được vát nhọn để cắm vào đất. Cọc mốc xói lở phải cắm vào trong đất và nhô lên trên khỏi mặt đất tự nhiên khoảng 5 đến 7 cm. Có sơn màu đỏ hoặc vàng hoặc buộc cờ để đánh dấu. Khoảng cách giữa các cọc dao động từ 5, 10 đến 25m tuỳ thuộc vào chiều rộng của bãi và tốc độ xói lở.

Dụng cụ để thiết lập các mốc xói lở bờ đơn giản là các cọc gỗ, cọc tre, que tre, que thép, sơn màu đỏ hoặc vàng và cờ đỏ đánh dấu. Kích thước các cọc gỗ, cọc tre, que tre và que thép mô tả ở phần bên dưới. Việc lựa chọn vật liệu gỗ, tre hay thép tuỳ thuộc vào loại đất bờ sông cần quan trắc xói lở.

Trên 1 tuyến xói lở, cần bố trí các cọc mốc xói lở trên vách bờ và trên thềm bãi sông. Trên vách bờ sông, cần bố trí các mốc xói lở từ điểm có mực nước thấp nhất trong mùa kiệt tới điểm trên cùng của thềm bãi, tốt nhất là điểm ở bên trên mực nước lũ cao nhất đã từng xuất hiện.

Đối với phần thềm bãi, các mốc quan trắc xói lở bờ có thể có thể làm bằng thanh gỗ hoặc thanh tre, có chiều dài từ 40 cm đến 50 cm, đường kính từ 8 đến 10 cm, 1 đầu được vát nhọn để cắm vào đất. Cọc mốc xói lở phải cắm vào trong đất và nhô lên trên khỏi mặt đất tự nhiên khoảng 5 đến 7 cm. Có sơn màu đỏ hoặc vàng hoặc buộc cờ để đánh dấu. Khoảng cách giữa các cọc dao động từ 5, 10 đến 25m tuỳ thuộc vào chiều rộng của bãi và tốc độ xói lở.

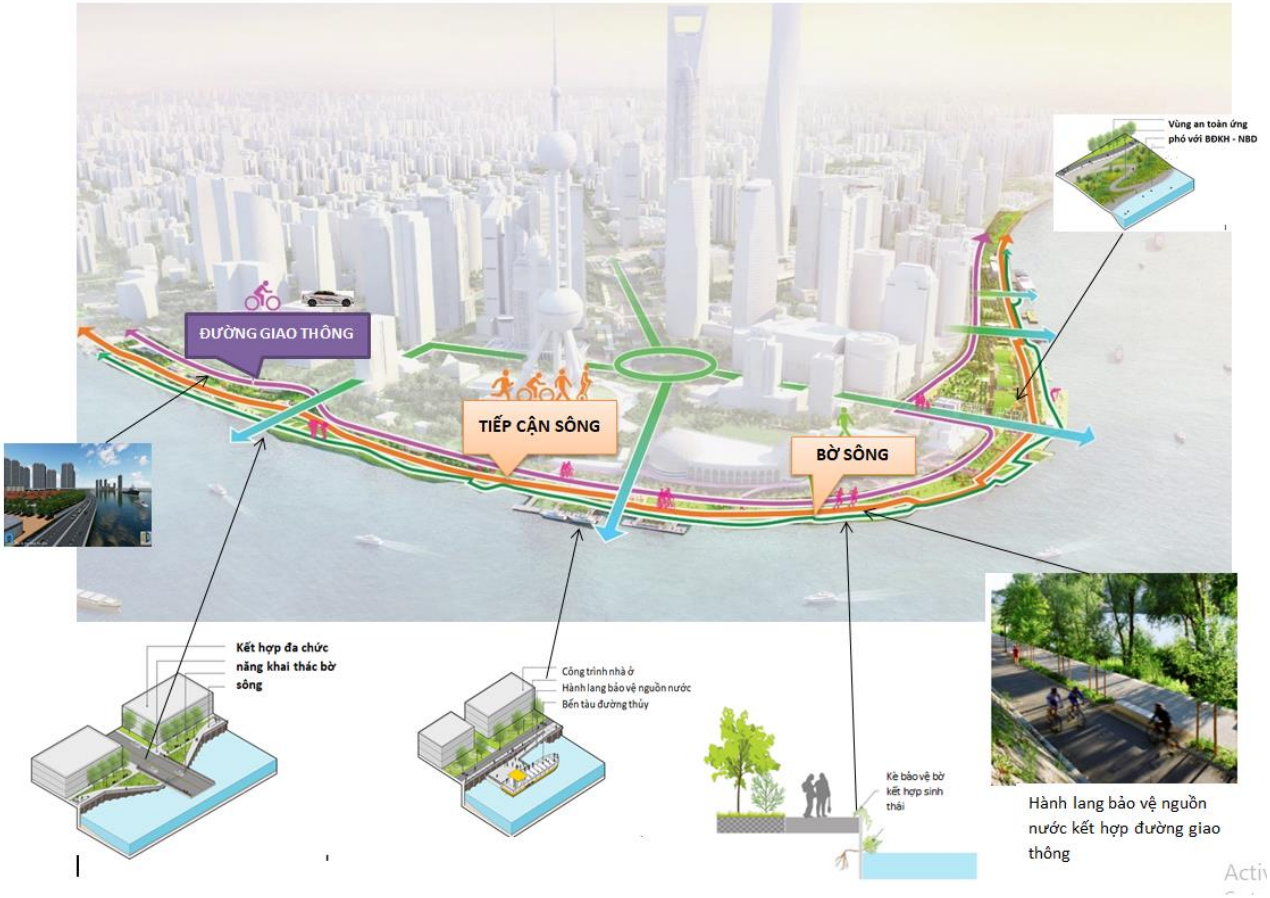




Hình 9- 1: ví dụ xây dựng mốc quan trắc mức độ xói lở bờ.

4.3. Xác định chiều rộng hành lang bờ ổn định theo phương pháp mô hình toán.

5. Các giải pháp bảo vệ bờ kết hợp quy hoạch khai thác sử dụng vùng ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội.



Hình 9- 2: Ví dụ minh họa về các giải pháp bảo vệ bờ kết hợp quy hoạch khai thác sử dụng vùng ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội.

6. Nhận diện rủi ro sạt lở bờ sông:

Nhận diện rủi ro phải bắt đầu từ mục tiêu phòng chống sạt lở bờ sông, cần xác định nguồn rủi ro, đối tượng/khu vực chịu tác động, nguyên nhân và hệ quả tiềm ẩn của sự cố sạt lở bờ sông. Mục đích của bước này nhằm tạo một danh mục các rủi ro có thể xảy ra. Trên cơ sở bộ tiêu chí đánh giá mức độ sạt lở bờ sông có thể nhận diện nguy cơ sạt lở bờ sông.

Bảng 9- 1: Các tiêu chí nhận diện rủi ro sạt lở bờ sông

STT	Bộ tiêu chí	Tiêu chí	Mức độ đánh giá	Nguy cơ sạt lở/mức độ sạt lở
1	Mức độ xói, bồi sạt lở bờ sông	Độ dốc địa hình bờ sông	Độ dốc mái địa hình >45°	cao
			Độ dốc mái địa hình từ 30°- 45°	trung bình
			Độ dốc mái địa hình từ 10°- 35°	thấp
			Độ dốc mái địa hình từ < 10°	Không có nguy cơ
		Cường độ mưa (mm/ngày)	>200mm/ngày	cao
			150mm/ngày<X<200mm/ngày	trung bình
			100mm/ngày<X<150mm/ngày	thấp
			X<100mm/ngày	Không có nguy cơ
		Lưu tốc dòng chảy (m/s)	V >1.6 m/s	cao
			0.6m/s<X<1.6m/s	trung bình
			0.3m/s<X<0.6m/s	thấp
			X<0.3m/s	Không có nguy cơ

STT	Bộ tiêu chí	Tiêu chí	Mức độ đánh giá	Nguy cơ sạt lở/mức độ sạt lở
		Địa chất kiến tạo bờ sông	Sét mịn	cao
			Sét trung	trung bình
			Sét thô	thấp
			Cát mịn	Không có nguy cơ
		Lớp phủ thực vật bờ sông	Không có thảm phủ cây bảo vệ bờ	cao
			Có thảm phủ cây bảo vệ bờ mật độ rễ thấp	trung bình
			Có thảm phủ cây bảo vệ bờ mật độ rễ trung bình	thấp
			Có thảm phủ cây bảo vệ bờ mật độ rễ cao	Không có nguy cơ
		Có tải trọng bờ	Tải trọng bờ >	cao
			Tải trọng bờ >	trung bình
			Tải trọng bờ >	thấp
			Tải trọng bờ >	Không có nguy cơ
		Vị trí, hình dạng lòng dẫn	Vị trí đoạn sông cong, tại đỉnh cong	cao
			Vị trí sau hạ du công trình khai thác trên sông: Đập, hồ chứa, công trình thu hẹp dòng chảy	cao
			Vị trí đoạn sông nhập lưu, phân lưu	trung bình
			Vị trí đoạn sông có hố xói cục bộ ép sát bờ, ghềnh đá…	cao
2	Múc độ ảnh hưởng đến dân sinh kinh tế xã hội.	Dân sinh kinh tế	Ảnh hưởng trực tiếp đến khu đô thị, khu dân cư sinh sống tập trung	Mức độ sạt lở đặc biệt nguy hiểm
			Có nguy cơ ảnh hưởng đến khu đô thị, khu dân cư sinh sống tập trung	Mức độ sạt lở nguy hiểm
		Hạ tầng xã hội	Ảnh hưởng trực tiếp đến các công trình hạ tầng quan trọng đang sử dụng gồm; sân bay, đường sắt, đường cao tốc, quốc lộ; bến cảng quốc gia; hệ thống điện cao thế từ 66KV trở lên; trường học, bệnh viện…	Mức độ sạt lở đặc biệt nguy hiểm
			Có nguy cơ ảnh hưởng đến các công trình hạ tầng quan trọng đang sử dụng gồm; sân bay, đường sắt, đường cao tốc, quốc lộ; bến cảng quốc gia; hệ thống điện cao thế từ 66KV trở lên; trường học, bệnh viện…	Mức độ sạt lở nguy hiểm

7. Hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch tuân theo các quy định tại văn bản quy phạm văn bản pháp luật liên quan.

8. Hành lang bảo vệ bờ sông suối theo các giai đoạn quy hoạch:

8.1. Giai đoạn đến 2030.

a) Đối với những đoạn sông đi qua khu đô thị, dân cư hoặc được quy hoạch xây dựng đô thị, khu dân cư tập trung.

Đối với những đoạn đã có công trình chỉnh trị kè bảo vệ bờ, hành lang bảo vệ bờ, sông suối kênh rạch quy định hành lang bảo vệ bờ sông suối có phạm vi không nhỏ hơn 20 m tính từ mép bờ.

Đối với những đoạn chưa có công trình chỉnh trị kè bảo vệ bờ quy định hành lang bảo vệ bờ sông suối có phạm vi không nhỏ hơn chiều rộng hành lang bờ ổn định cộng thêm 20 m tính từ mép bờ hoặc bao gồm toàn bộ vùng đất ngập nước ven sông, suối, kênh, rạch để đảm bảo chức năng bảo vệ, bảo tồn và phát triển hệ sinh thái thủy sinh, các loài động, thực vật tự nhiên ven nguồn nước. Không được làm gia tăng tải trọng bờ gây mất ổn định bờ.

b) Đối với những đoạn sông không đi qua khu đô thị, dân cư.

Đối với những đoạn đã có công trình chỉnh trị kè bảo vệ bờ, hành lang bảo vệ bờ, sông suối kênh rạch quy định hành lang bảo vệ bờ sông suối có phạm vi không nhỏ hơn 30 m tính từ mép bờ.

Đối với những đoạn chưa có công trình chỉnh trị kè bảo vệ bờ quy định hành lang bảo vệ bờ sông suối có phạm vi không nhỏ hơn chiều rộng hành lang bờ ổn định cộng thêm 30 m tính từ mép bờ hoặc bao gồm toàn bộ vùng đất ngập nước ven sông, suối, kênh, rạch để đảm bảo chức năng bảo vệ, bảo tồn và phát triển hệ sinh thái thủy sinh, các loài động, thực vật tự nhiên ven nguồn nước. Không được làm gia tăng tải trọng bờ gây mất ổn định bờ.

Khi quy hoạch xây dựng kè khuyến khích lựa chọn hình thức kè hai lớp làm tăng khả năng thoát lũ, cải tạo cảnh quan sinh thái ven sông.

8.2. Giai đoạn đến 2050.

Khuyến khích kè hóa hai bên bờ sông theo hướng tiếp cận môi trường sinh thái, lựa chọn hình thức kè hai lớp làm tăng khả năng thoát lũ, cải tạo cảnh quan sinh thái ven sông. Hành lang bảo vệ bờ, sông suối kênh rạch quy định hành lang bảo vệ bờ sông suối có phạm vi không nhỏ hơn 30 m tính từ mép bờ.

9. Trường hợp hành lang bảo vệ sông, suối, kênh, rạch ở các đoạn sông, suối, kênh, rạch có công trình đê điều, các tuyến đường sắt, đường bộ hoặc các công trình kết cấu hạ tầng khác ở ven nguồn nước thì phạm vi tối đa của hành lang bảo vệ nguồn nước không vượt quá chỉ giới hành lang bảo vệ đê về phía sông hoặc hành lang an toàn của các công trình đó về phía bờ.

10. Trường hợp kênh, rạch thuộc hệ thống công trình thủy lợi, công trình phòng chống thiên tai thì thực hiện lập và quản lý hành lang bảo vệ theo quy định của pháp luật về bảo vệ công trình thủy lợi.

11. Trường hợp sông, suối, kênh, rạch nằm trong khu vực bảo tồn thiên nhiên hoặc nằm trong phạm vi bảo vệ di tích lịch sử, văn hóa thì thực hiện theo quy định của pháp luật về bảo tồn thiên nhiên và bảo vệ di tích lịch sử, văn hóa.

2.2. Lập Hồ sơ, phê duyệt; cắm mốc, biển báo phạm vi hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch

2.2.1. Nguyên tắc

1. Việc cắm mốc hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch được thực hiện đối với các đoạn sông, suối, kênh, rạch chảy qua các đô thị, khu dân cư tập trung, khu, cụm công nghiệp tập trung, làng nghề hoặc được quy hoạch xây dựng đô thị, khu dân cư tập trung, khu, cụm công nghiệp tập trung, làng nghề.

2. Hằng năm, căn cứ vào Danh mục hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch phải lập hành lang Ủy ban nhân dân cấp huyện trình Ủy ban nhân dân cấp tỉnh phê duyệt kế hoạch cắm mốc hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch trên địa bàn và xây dựng phương án, kinh phí cắm mốc chi tiết sau khi Ủy ban nhân dân cấp tỉnh phê duyệt kế hoạch.

2.2.2. Lập Hồ sơ, phê duyệt, gồm:

1. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất (trên nền bản đồ địa chính số hệ tọa độ VN 2000) tại khu vực có hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch(tỷ lệ 1: 2000);

2. Bản đồ (trên nền bản đồ địa chính số hệ tọa độ VN 2000)phạm vi hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch(tỷ lệ 1:2000) được Ủy ban nhân dân cấp tỉnh phê duyệt;

3. Các văn bản, quyết định phê duyệt: tênhành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch; vị trí, phạm vi giới hạn hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch.

2.2.3. Cắm mốc, biển báo xác định ranh giới phạm vi hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch trên thực địa:

1. Ủy ban nhân dân cấp huyện chỉ đạo tổ chức thực hiện việc cắm mốc giới trên thực địa theo phương án cắm mốc giới hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch đã được phê duyệt; bàn giao mốc giới hành lang bảo vệ nguồn nước cho Ủy ban nhân dân cấp xã để quản lý, bảo vệ.

2. Phương án cắm mốc, biển báo hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch có các nội dung chính sau đây:

a) Xác định phạm vi cụ thể của hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch trên sơ đồ mặt bằng;

b) Tọa độ, địa danh hành chính, khoảng cách của các mốc giới trên bản đồ địa hình tỷ lệ 1/25.000 đến 1/2.000;

c) Phương án bồi thường, giải phóng mặt bằng, tái định cư (nếu có);

d) Phương án tổ chức, huy động vật tư, vật liệu, trang thiết bị, nhân lực, giải pháp kỹ thuật để triển khai trên hiện trường;

đ) Dự toán chi tiết kinh phí thực hiện;

e) Tiến độ cắm mốc, bàn giao mốc giới.

3. Các cột mốc nên đặt ở vị trí điểm thay đổi của ranh giới phạm vi hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch; không bị che khuất, dễ nhìn; được đánh số để theo dõi.

4. Biển báo nên đặt ở vị trí mọi người dễ nhận biết, không bị che khuất. Thông tin trên biển báo gồm: tên biển; tọa độ; đơn vị quản lý; phạm vị hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch; số điện thoại tiếp nhận thông tin.

PHẦN III: HƯỚNG DẪN NỘI DUNG QUẢN LÝ, SỬ DỤNG HÀNH LANG BẢO VỆ BỜ SÔNG SUỐI, KÊNH RẠCH

3.1. Nguyên tắc

3.1.1. Nguyên tắc quản lý hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch

1. Mọi tổ chức, cá nhân có quyền sử dụng đất hợp pháp trong phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ sông suối, kênh rạch, được quyền tham gia đầu tư xây dựng công trình phù hợp với quy hoạch chi tiết được cấp có thẩm quyền phê duyệt.

2. Nghiêm cấm mọi hành vi lấn chiếm, sử dụng đất bất hợp pháp, sử dụng đất không đúng mục đích đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt, hoặc những hành vi gây tác hại xấu, gây sạt lở, làm ảnh hưởng đến sự an toàn, ổn định của các công trình xây dựng bảo vệ bờ sông, suối, kênh, rạch.

3. Tôn trọng và bảo vệ hiện trạng tự nhiên của bờ sông, suối, kênh, rạch.

4. Tùy điều kiện cụ thể từng khu vực quy hoạch, cơ quan Nhà nước có thẩm quyền xem xét cho các tổ chức, cá nhân thuê đất trong phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ có thời hạn để sử dụng, đảm bảo yếu tố bảo vệ bờ sông kết hợp với không gian cảnh quan.

3.1.2. Nguyên tắc sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch

1. Tổ chức, cá nhân, hộ gia đình sinh sống, hoạt động sản xuất, kinh doanh, dịch vụ trong phạm vi hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạchphải bảo đảm các yêu cầu sau đây:

a) Không được gây sạt, lở bờ sông, suối, kênh, rạch, hồ chứa hoặc gây ảnh hưởng nghiêm trọng, uy hiếp đến sự ổn định, an toàn của sông, suối, kênh, rạch;

b) Không làm ảnh hưởng đến các chức năng của hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạchđã được cơ quan nhà nước có thẩm quyền phê duyệt;

c) Không gây ảnh hưởng xấu đến cảnh quan, môi trường sinh thái trong phạm vi hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch;

d) Thực hiện các biện pháp bảo vệ bờ sông suối, kênh rạchtheo quy định của pháp luật.

2. Tổ chức, cá nhân khi thực hiện các hoạt động trong hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch sau đây phải có ý kiến chấp thuận của cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền:

a) Xây dựng kho bãi, bến, cảng, cầu, đường giao thông, các công trình ngầm và công trình kết cấu hạ tầng khác;

b) San, lấp, kè bờ sông, suối, kênh, rạch, trừ trường hợp xây dựng công trình cấp bách phục vụ phòng, chống, khắc phục thiên tai;

c) Khoan, đào phục vụ hoạt động điều tra, khảo sát địa chất, thăm dò, khai thác khoáng sản, xử lý nền móng công trình, tháo khô mỏ;

d) Khai thác khoáng sản, vật liệu xây dựng.

3. Trong phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ được xây dựng các công trình phục vụ lợi ích công cộng dọc sông, suối, kênh, rạch với điều kiện phù hợp không gian cảnh quan kiến trúc, đảm bảo an ninh quốc phòng, đảm bảo ổn định bờ sông và môi trường như sau:

a) Nhóm công trình hạ tầng kỹ thuật và hạ tầng xã hội

- Đường giao thông, hệ thống cấp nước, hệ thống thoát nước, hệ thống xử lý nước thải, hệ thống điện, hệ thống thông tin liên lạc, hệ thống chiếu sáng công cộng.

- Xây dựng công trình chống sạt lở bờ sông, công trình thủy lợi, công trình cảng thủy nội địa, bến thủy nội địa; công trình nhà quản lý đường thủy nội địa, quản lý cảng bến, quản lý công trình thủy lợi.

- Xây dựng các công trình công viên, cây xanh, khu thể dục thể thao phục vụ lợi ích công cộng cho người dân được tự do tiếp cận.

- Lắp đặt báo hiệu: hàng hải, đường thủy nội địa, công trình điện, nước, thông tin liên lạc.

- Các công trình nhà điều hành, nhà chờ, nhà vệ sinh công cộng, khu vực giữ xe của các bến thủy nội địa phục vụ vận tải hành khách công cộng, du lịch đường thủy với mục đích kinh doanh, có quy mô một tầng, kết cấu vật liệu nhẹ (Không được phép xây dựng các bến thủy nội địa phục vụ nội bộ, bến thủy nội địa của hộ gia đình).

- Các công trình nhà kho, bãi hàng của các cảng thủy nội địa, cảng biến theo quy hoạch, dự án được Bộ Giao thông vận tải, Ủy ban nhân dân thành phố phê duyệt*(Lưu ý: nhà kho không được xây dựng trong phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ tính từ mép bờ cao trở vào đất liền 20m).*

- Một số công trình cụ thể khác được Ủy ban nhân dân cấp tỉnh xem xét, chấp thuận trên cơ sở các quy định của pháp luật.

b) Nhóm công trình an ninh quốc phòng, phòng cháy chữa cháy.

c) Nhóm công trình phục vụ hoạt động dịch vụ có thời hạn: thời hạn sử dụng tối đa là 3 năm.

- Triển lãm ngoài trời, khu vui chơi giải trí ngoài trời, biển quảng cáo, chợ hoa tết.

- Các điểm cà phê, giải khát ngoài trời, các điểm kinh doanh phục vụ du lịch.

- Khu thể dục - thể thao.

Chủ đầu tư công trình này phải tự tháo dỡ, không bồi thường khi hết thời hạn sử dụng hoặc khi nhà nước thu hồi đất để xây dựng công trình.

4. Các công trình xây dựng trên hành lang bảo vệ trên bờ, trước khi xây dựng phải được cơ quan có thẩm quyền cấp phép theo quy định.

3.2. Nội dung quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch

3.2.1. Quản lý việc lập hồ sơ, phê duyệt, tổ chức cắm mốc hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch trên thực địa

3.2.2. Quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch

3.2.3.Giáo dục, truyền thông về việc quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch: thường xuyên phổ biến, nâng cao kiến thức, chấp hành pháp luật liên quan cho các cấp chính quyền và cộng đồng trên các phương tiện thông tin truyền thông.

3.2.4. Tổ chức cộng đồng tham gia việc quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch

3.3.Trách nhiệm quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch

3.3.1. Cơ quan quản lý nhà nước liên quan

1. Sở Giao thông vận tải

a) Tổ chức quản lý và công bố danh mục các tuyến sông, suối, kênh, rạch có chức năng giao thông thủy và thoát nước thuộc phạm vi quản lý trên trang thông tin điện tử của Sở Giao thông vận tải. Thỏa thuận vị trí và quy mô xây dựng kè trên các tuyến giao thông thủy, các tuyến quy hoạch thoát nước đô thị trên địa bàn tỉnh.

b) Công bố mép bờ quy hoạch các tuyến sông, suối, kênh, rạch, mương có chức năng thoát nước thuộc địa bàn.

c) Lập kế hoạch nghiên cứu và tổ chức thực hiện dự án chỉnh trị những đoạn sông nguy hiểm, nhằm khắc phục tình trạng sạt lở do tác động của dòng chảy, đồng thời đảm bảo an toàn giao thông thủy. Tổ chức thực hiện các công trình kè bảo vệ bờ sông tại các khu vực có nguy cơ sạt lở cao.

d) Tổ chức lực lượng thường xuyên kiểm tra và hỗ trợ Ủy ban nhân dân quận - huyện trong công tác phát hiện, xử lý đối với những trường hợp vi phạm, lấn chiếm trái phép hệ thống sông, suối, kênh, rạch, mương trên địa bàn. Chỉ đạo lực lượng Thanh tra chuyên ngành phối hợp chặt chẽ với Thanh tra xây dựng các cấp kiên quyết xử phạt các trường hợp vi phạm xây dựng trái phép các công trình trong hành lang bảo vệ trên bờ theo thẩm quyền quy định.

e) Phối hợp với Sở Quy hoạch - Kiến trúc, Ủy ban nhân dân quận - huyện đề xuất phương án điều chỉnh phạm vi chiều rộng hành lang bảo vệ trên bờ theo từng đoạn, tuyến sông, kênh, rạch phù hợp với điều kiện thực tế trình Ủy ban nhân dân cấp tỉnh xem xét, quyết định.

g) Chủ trì phối hợp với các sở - ngành liên quan xây dựng cơ chế về việc cho các tổ chức, cá nhân thuê đất trong phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ để xây dựng các công trình phục vụ hoạt động dịch vụ có thời hạn để tạo nguồn thu cho ngân sách tỉnh.

h) Chịu trách nhiệm cung cấp các thông tin liên quan đến mép bờ cao quy hoạch theo hệ tọa độ VN 2000 và hành lang bảo vệ trên bờ.

2. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn

a) Tổ chức quản lý và công bố danh mục các tuyến sông, suối, kênh, rạch và hồ công cộng thuộc phạm vi quản lý trên trang thông tin điện tử của Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (trừ các tuyến sông, kênh, rạch do Sở Giao thông vận tải quản lý). Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn thỏa thuận về vị trí và quy mô xây dựng công trình kè và các công trình khác trên các tuyến sông, kênh, rạch, mương và hồ công cộng có chức năng tưới tiêu nội đồng phục vụ sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, phát triển rừng và sản xuất muối.

b) Xác định phạm vi, công bố an toàn hành lang bảo vệ công trình thủy lợi, đê điều thuộc phạm vi quản lý; thỏa thuận về vị trí và quy mô xây dựng kè trên các tuyến sông, kênh, rạch có chức năng tưới tiêu nội đồng phục vụ sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, phát triển rừng và sản xuất muối.

c) Chủ trì xác định phạm vi, công bố và tiến hành cắm mốc hành lang chỉ giới an toàn công trình thủy lợi và đê điều trên các sông, kênh, rạch có chức năng tưới tiêu phục vụ sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, phát triển rừng và sản xuất muối trên địa bàn.

3. Sở Tài nguyên và Môi trường

a) Trên cơ sở mép bờ đã được Sở Giao thông vận tải công bố, tổ chức xác định mốc trên bản đồ địa chính, cắm mốc tại thực địa để xác định phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ các tuyến có chức năng giao thông thủy và bàn giao cho Ủy ban nhân dân quận - huyện quản lý làm cơ sở xử lý các vi phạm xây dựng trái phép lấn chiếm sông, kênh, rạch và trong phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ.

b) Giao đất và cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất trên cơ sở mép bờ được Sở Giao thông vận tải công bố và hành lang bảo vệ trên bờ.

4. Sở Quy hoạch - Kiến trúc

Phối hợp với Sở Giao thông vận tải, Ủy ban nhân dân quận - huyện đề xuất phương án điều chỉnh phạm vi chiều rộng hành lang bảo vệ trên bờ theo từng đoạn, tuyến phù hợp với điều kiện thực tế trình Ủy ban nhân dân cấp tỉnh xem xét, quyết định.

5. Sở Xây dựng

a) Hướng dẫn cơ quan có thẩm quyền cấp phép xây dựng hoặc cải tạo, sửa chữa đối với các công trình, nhà ở trong phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ phù hợp với quy định.

b) Cấp phép xây dựng đối với công trình xây dựng kè theo tuyến trong đô thị.

c) Tổ chức kiểm tra, giám sát, xử lý nghiêm các trường hợp san lấp, lấn chiếm sông, suối, kênh, rạch, hồ công cộng; xây dựng nhà ở, công trình sai phép, không phép trong phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ theo thẩm quyền quy định.

6. Ủy ban nhân dân quận - huyện

a) Tổ chức quản lý hành lang bảo vệ trên bờ theo quy định. Chỉ đạo Ủy ban nhân dân phường - xã, thị trấn tổ chức quản lý hành lang trên bờ và bảo vệ các mốc chỉ giới xác định phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ thuộc phạm vi quản lý.

b) Tổ chức tuyên truyền để người dân được biết các quy định về quản lý, sử dụng hành lang trên bờ thuộc địa bàn và tăng cường công tác quản lý nhà nước đối với sông, suối, kênh, rạch, mương và trật tự an toàn giao thông đường thủy nội địa trên địa bàn.

c) Thỏa thuận vị trí, quy mô và thường xuyên tổ chức kiểm tra đối với việc xây dựng kè tạm thuộc địa bàn quận - huyện quản lý để khắc phục kịp thời tình trạng sạt lở bờ sông, kênh, rạch.

d) Thỏa thuận vị trí và quy mô công trình xây dựng kè và các công trình khác đối với các tuyến mương, rạch thoát nước, tưới tiêu phục vụ sản xuất nông nghiệp không thuộc danh mục các tuyến sông, kênh, rạch được Ủy ban nhân dân tỉnh công bố và không thuộc quy hoạch chi tiết về thoát nước được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

e) Cấp phép xây dựng, sửa chữa nhà theo quy định.

g) Lập kế hoạch và tổ chức di dời khẩn cấp ra khỏi vùng có nguy cơ sạt lở cao, tránh thiệt hại về người và tài sản khi xảy ra sự cố.

h) Tổ chức lực lượng kiểm tra, phát hiện, xử lý theo thẩm quyền đối với các hành vi lấn chiếm, san lấp sông, suối, kênh, rạch, mương trái phép; xây dựng công trình trái phép trong phạm vi hành lang bảo vệ trên bờ thuộc địa bàn quản lý.

3.3.2.Các tổ chức, hộ gia đình, cá nhân liên quan, cộng đồng dân cư

1. Thực hiện nghiêm các quy định của cấp có thẩm quyền về xác định, quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch trên địa bàn.

2. Không có các hành vi gây đe dọa, làm suy giảm chức năng của hành lang bảo vệ nguồn nước; gây sạt, lở bờ sông, suối, kênh, rạch, hồ chứa hoặc gây ảnh hưởng nghiêm trọng, uy hiếp đến sự ổn định, an toàn của sông, suối, kênh rạch.

3. Lấn chiếm, sử dụng trái phép đất thuộc phạm vi hành lang bảo vệ nguồn nước; sử dụng đất không đúng mục đích đã được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

4. Xây dựng mới hoặc mở rộng quy mô bệnh viện, cơ sở y tế điều trị bệnh truyền nhiễm, nghĩa trang, bãi chôn lấp chất thải, cơ sở sản xuất hóa chất độc hại, cơ sở sản xuất, chế biến có nước thải nguy hại.

5. Các tổ chức, cá nhân đang sử dụng đất trong phạm vi ven sông, suối, kênh, rạch có trách nhiệm hỗ trợ, tạo điều kiện thuận lợi cho công tác đo đạc xác định mép bờ cao, lập bản đồ hiện trạng, cắm mốc phạm vi hành lang bảo vệ ven sông, suối, kênh, rạch, mương để phục vụ cho công tác quản lý.

6. Tham gia ý kiến, kiến nghị trong việc xác định, quản lý, sử dụng hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch trên địa bàn.

Phụ lục A

PHẠM VI HÀNH LANG BẢO VỆ TRÊN BỜ THEO LUẬT GIAO THÔNG ĐƯỜNG THỦY NỘI ĐỊA

TT	Loại sông, suối, kênh, rạch	Chiều rộng hành lang bảo vệ trên bờ (m) (tính từ mép bờ cao vào phía bờ)
1	Cấp đặc biệt, cấp I, cấp II theo phân cấp kỹ thuật đường thủy nội địa và các tuyến Hàng hải	50m/mỗi bên
2	Cấp III, cấp IV theo phân cấp kỹ thuật đường thủy nội địa	30m/ mỗi bên
3	Cấp V, cấp VI theo phân cấp kỹ thuật đường thủy nội địa	20m/ mỗi bên
4	Sông, kênh, rạch, mương có chức năng thoát nước thuộc danh mục được cấp thẩm quyền công bố; thuộc quy hoạch chi tiết về thoát nước được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt hoặc được giữ lại theo quy hoạch phân khu (tỷ lệ 1/2000) được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt: - Chiều rộng > 15m - Chiều rộng từ 5m - 15m - Chiều rộng < 5m - Chiều rộng < 5m và có xây dựng kè bảo vệ bờ	 10m/ mỗi bên 7m/ mỗi bên 5m/ mỗi bên 3m/ mỗi bên
5	Hồ công cộng, suối	10m

Bảng A1. Phân cấp kỹ thuật đường thủy nội địa đoạn sông Sài Gòn (theo Thông tư số 46/2016/TT-BGTVT ngày 29/12/2016 của Bộ giao thông vận tải)

TT	Tên đường thủy nội địa	Phạm vi	Chiều dài (km)	Cấp kỹ thuật	
				Hiện trạng	Quy hoạch đến 2030
1	Sông Sài Gòn	Từ ngã ba rạch Thị Nghè đến hạ lưu đập Dầu Tiếng 2 km	128,1		
		- Từ ngã ba rạch Thị Nghè đến cầu Bình Triệu	*15,1*	II	II

TT	Tên đường thủy nội địa	Phạm vi	Chiều dài (km)	Cấp kỹ thuật	
				Hiện trạng	Quy hoạch đến 2030
		- Từ cầu Bình Triệu đến hạ lưu đập Dầu Tiếng 2 km	*113,0*	III	II

Phụ lục B

ĐIỀU KIỆN DUYỆT QUY HOẠCH CHI TIẾT, CẤP PHÉP XÂY DỰNG VÀ GIAO ĐẤT LIÊN QUAN ĐẾN HÀNH LANG BẢO VỆ BỜ SÔNG SUỐI, KÊNH RẠCH

1. Khi thẩm định, phê duyệt quy hoạch chi tiết hoặc làm thủ tục giao thuê đất, cấp giấy chứng nhận quyền sử dụng đất, cấp phép xây dựng đối với các dự án có liên quan đến hành lang bảo vệ bờ sông suối, kênh rạch, Sở Quy hoạch - Kiến trúc, Sở Tài nguyên và Môi trường, Sở Xây dựng, Ủy ban nhân dân quận - huyện phải áp dụng mép bờ cao quy hoạch các tuyến sông, suối, kênh, rạch, mương và hồ công cộng do Sở Giao thông vận tải công bố và hành lang bảo vệ trên bờ theo quy định. Không giao đất đối với phần diện tích nằm trong hành lang bảo vệ trên bờ sông, suối, kênh, rạch, mương và hồ công cộng.

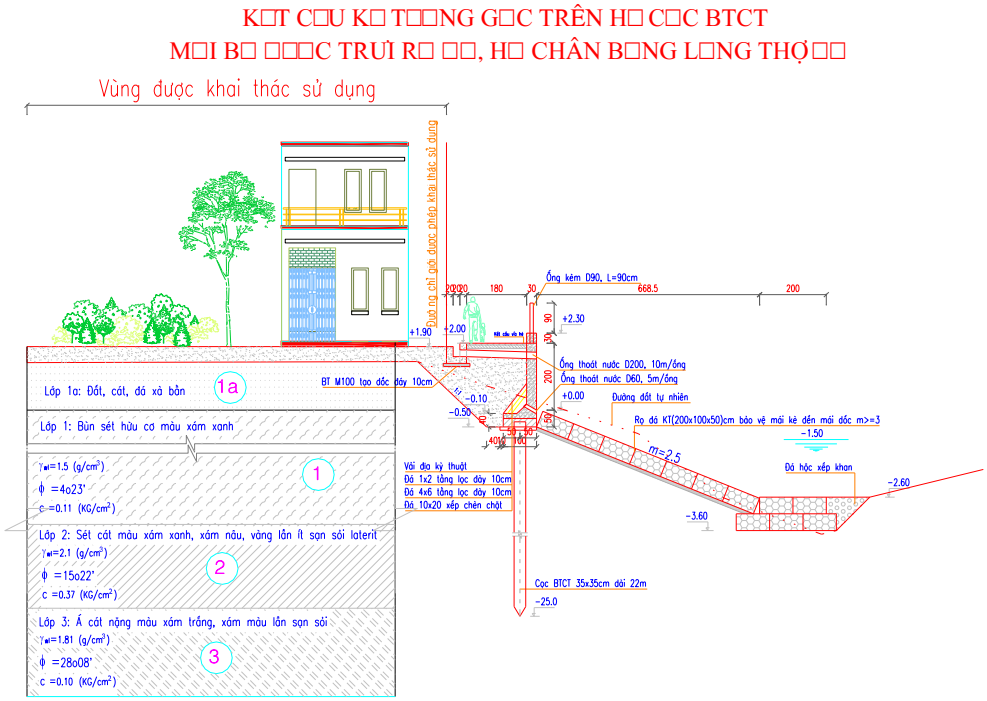
2. Đối với công trình xây dựng kè theo tuyến trong đô thị: Sở Xây dựng cấp giấy phép xây dựng công trình.

3. Đối với công trình xây dựng theo tuyến ngoài đô thị được miễn cấp phép xây dựng: Sau khi Sở Giao thông vận tải có văn bản thỏa thuận vị trí và quy mô xây dựng kè, giao cơ quan quản lý xây dựng tại địa phương theo dõi, kiểm tra, lưu hồ sơ sau khi nhận được thông báo thời điểm khởi công xây dựng kèm hồ sơ thiết kế xây dựng của chủ đầu tư (theo Khoản 2 Điều 89 Luật Xây dựng số 50/2014/QH13).

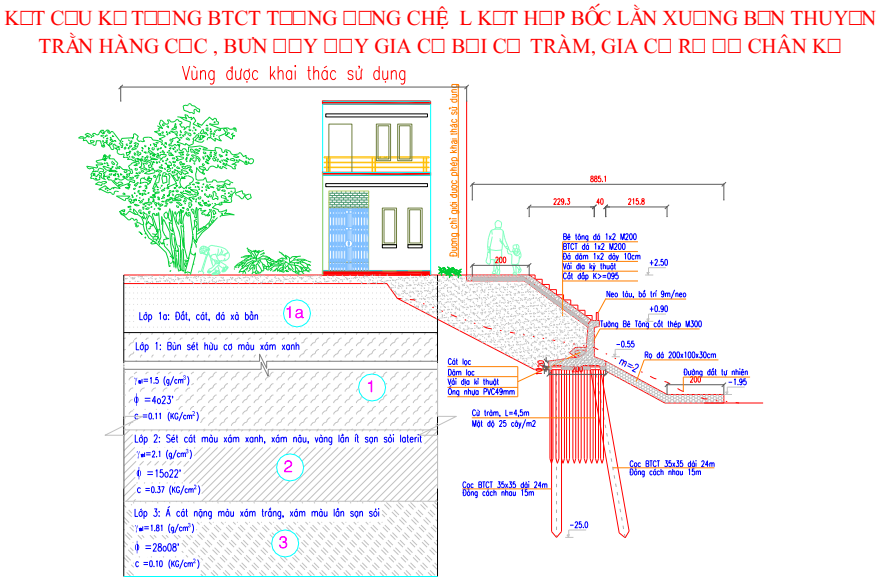
4. Đối với công trình kè tạm được miễn cấp phép xây dựng.

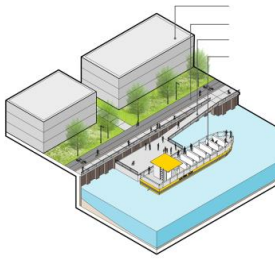
Phụ lục C

MỘT SỐ HÌNH THỨC KẾT CẤU KÈ BẢO VỆ BỜ SÔNG

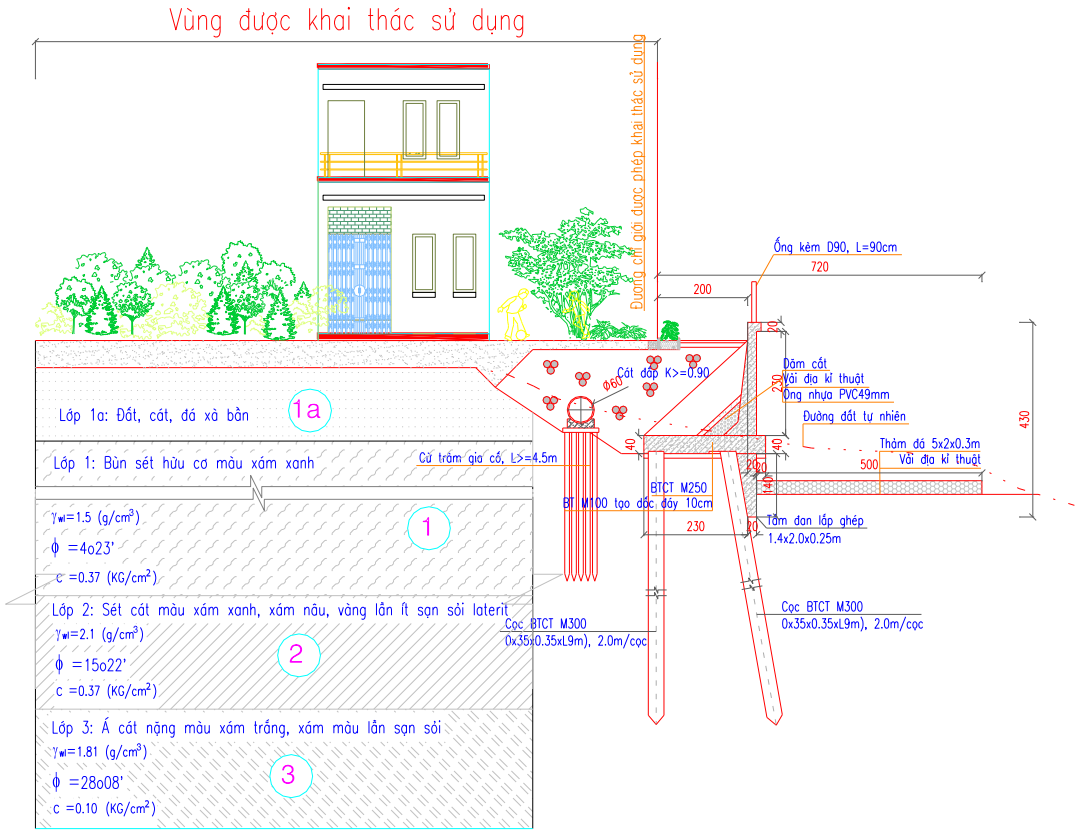


C1. Kè loại tường đứng, chân kè mái nghiêng kết hợp bến thuyền





C2. Kè tường góc chữ L trên hệ cọc BTCT



C3. Kè đứng BTCT dự ứng lực gia cố nền bằng hệ cọc ly tâm

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

- Đề tài đã thực hiện đầy đủ số lượng, đạt yêu cầu về chất lượng, đúng thời hạn theo cam kết với Bộ KHCN

- Đi điều tra, đánh giá thực địa, tham vấn địa phương về tình hình sạt lở bờ sông, về quy hoạch khai thác sử dụng vùng ven sông phục vụ phát triển kinh tế xã hội, tham vấn trong việc xây dựng định hướng nội dung quy hoạch khai thác vùng ven sông.

- Khảo sát bổ sung địa hình khu vực Thanh Đa .

- Thu thập, bổ sung cập nhật tài liệu dân sinh kinh tế, khí tượng, thủy hải văn lưu vực sông Đồng Nai – Sài Gòn đến thời điểm hiện trạng

a. Những đóng góp của đề tài:

1. Về mặt khoa học, công nghệ:

- *Đã đánh giá được nguy cơ xói lở bờ sông dựa trên các yếu tố ảnh hưởng đến xói lở bờ, phân vùng nguy cơ xói lở bờ sông theo 8 chỉ số sạt lở bờ sông* (Chỉ số thủy động lực (Flow Geometry Index, FGI); Chỉ số hình dạng trên mặt bằng, hệ số hình dạng dòng chảy (Plan Form Index, PFI); Chỉ số độ dốc lòng sông (Cross-Slope ratio CSR); Chỉ số địa chất bờ (ĐCB); Chỉ số hiểm họa sạt lở bờ (Bank Erosion Hazard Index, BEHI); Chỉ số ứng suất gần bờ (Near Bank Stress, NBS); Chỉ số tải trọng bờ (TTB); Chỉ số công trình bảo vệ bờ (CTBV)). Kết quả tính toán chỉ ra rằng vùng hạ du yếu tố gây xói lở bờ do tác động của dòng chảy, chế độ thủy động lực chiếm tỷ trọng 0.433, tiếp theo là địa chất bờ chiếm tỷ trọng 0,206 và tải trọng bờ chiếm tỷ trọng 0,126. Các hệ số khác nhỏ hơn 0,1. Toàn vùng hạ du có 42740m đường bờ sông có nguy cơ xói lở bờ cao, có 248454m chiều dài bờ sông có nguy co xói lở trung bình, 566613m đoạn bờ sông có nguy cơ xói lở bờ sông thấp và 177783m bờ sông không có nguy cơ xói lở bờ sông. Từ đó xác định chi tiết nguyên nhân và cơ chế gây sạt lở bờ sông.
- Xây dựng được *bộ tiêu chí cho việc xây dựng các giải pháp công trình bảo vệ bờ kết hợp với quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông* phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội kết hợp cảnh quan môi trường sinh thái bổ sung cho các quy phạm, tiêu chuẩn hiện hành về việc xây dựng đô thị và khu dân cư vùng ven sông. Với bộ tiêu chí có thể giúp cán bộ quản lý địa phương đánh giá sơ bộ được khả năng có nguy cơ xói lở bờ sông.
- *Xây dựng phương trình tương quan về quan hệ thủy văn, thủy lực, hình thái lòng dẫn một số sông chính vùng hạ du sông Đồng Nai – Sài Gòn, đánh giá nhanh mức độ sạt lở bờ dựa trên mặt cắt hình học sông* (chiều cao bờ, góc nghiêng của bờ, địa chất lớp bờ, góc nghiêng đáy bờ…).
- *Xác định được hành lang bảo vệ bờ sông phục vụ quy hoạch sử dụng vùng không gian ven sông phục vụ mục tiêu phát triển kinh tế xã hội của các tỉnh vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai*

- *Xây dựng được Các giải pháp về công nghệ và quản lý* có tính khả thi phục vụ phòng chống sạt lở, quy hoạch phát triển kinh tế xã hội, khai thác có hiệu quả vùng không gian ven sông, sử dụng hình thức kè 2, 3 lớp kết hợp khai thác cảnh quan ven sông, đã công bố trên bài báo và được sở quy hoạch kiến trúc TPHCM rất quan tâm.
- *Xây dựng được sổ tay hướng dẫn* quản lý, sử dụng hành lang và bảo vệ bờ sông, suối, kênh rạch có sự tham gia của cộng đồng.
- *Xây dựng trang Web* về thông tin sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai – Sài Gòn.

2. Về mặt thực tiễn:

- Xây dựng được sổ tay hướng dẫn quản lý, sử dụng hành lang và bảo vệ bờ sông, suối, kênh rạch có sự tham gia của cộng đồng. Sổ tay sẽ được chuyển giao cho các địa phương để góp phần quản lý bảo vệ bờ sông suối, chống sạt lở.

b. Các hoạt động khác của đề tài

- Hoạt động hội thảo khoa học : Đề tài đã tổ chức các buổi hội thảo khoa học có sự tham gia của nhiều nhà chuyên môn, của các cơ quan. Chính từ các cuộc hội thảo này, đề tài đã nhận được nhiều sự đóng góp ý kiến góp ý của các nhà khoa học.
- Đã đăng 2 bài báo trên tạp chí IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 272 (2019) 022221)
- Đang hướng dẫn 01NCS làm luận án có liên quan đến nội dung của đề tài
- 03 luận văn thạc sỹ liên quan đến đề tài
- Đã đăng 04 bài báo trong nước liên quan đến nội dung của đề tài
- Chuyển giao phần mềm: Đào tạo các khóa học sử dụng phần mềm MIKE11ST, MIKE21FM, AHP cho sinh viên các khóa 56,57,58 và cho các cán bộ thuộc viện Thủy văn Môi trường và Biến đổi khí hậu.
- Công tác lưu trữ và chuyển giao sản phẩm nghiên cứu: Các tài liệu, số liệu được sắp xếp một cách khoa học, lưu trữ theo ngân hàng dữ liệu trong đĩa CD, do đó dễ dàng và thuận tiện cho việc chuyển giao sản phẩm nghiên cứu cho các cơ quan hữu quan.

2. Kiến nghị

Việc nghiên cứu dự báo diễn biến sạt lở bờ sông được xem xét trong điều kiện hiện trạng và có xét đến yếu tố ảnh hưởng của BĐKH, tác động của phát triển kinh tế xã hội trên lưu vực. Tuy nhiên một số vấn đề cần tiếp tục được nghiên cứu như sau:

Trong quá trình tính toán, chưa xem xét tác động của việc khai thác cát trên toàn bộ hệ thống sông Đồng Nai Sài Gòn đến diễn biến lòng dẫn. Việc xem xét đánh giá ảnh hưởng của việc khai thác cát mới xem xét cục bộ tại một số vị trí, chưa xem xét tổng thể trên toàn lưu vực. Đây là một việc làm cần có thời gian, tài liệu về tình hình khai thác cát trên toàn hệ thống để tính toán. Nếu việc khai thác cát không kiểm soát được, gia tăng khai thác cát trên sông sẽ dẫn đến sạt lở bờ, gây mất ổn định lòng dẫn.

Việc xem xét tính toán diễn biến lòng dẫn trên toàn tuyến chưa xem xét đến việc thay đổi thảm phủ và chế độ canh tác trên lưu vực, đây là yếu tố tác động lớn đến xói

mòn lưu vực, là nguồn gia nhập bùn cát trong sông, gây mất cân bằng bùn cát trong sông và gây nên diễn biến lòng dẫn. Ngoài ra, việc khai thác cát không theo quy hoạch sẽ ảnh hưởng đến việc làm hạ thấp mực nước. Vậy việc tăng H do sụt lún và giảm H do khai thác cát là rất khó tách biệt.

Trong kết quả nghiên cứu chưa xem xét được sự không chắc chắn về kết quả mô hình trong điều kiện quá khứ, có thể xuất phát từ:

- Không chắc chắn vì lỗi số học, lỗi cắt ngắn, làm tròn số trong quá trình thực hiện tính toán số.
- Không chắc chắn do lỗi người sử dụng mô hình.
- Không chắc chắn với mô hình khí hậu. Với các kịch bản xây dựng biến đổi khí hậu do Bộ TNMT công bố cũng có những điểm không chắc chắn do dự đoán khí hậu, do điều kiện xây dựng mô hình khí hậu lệch so với điều kiện chuẩn, Sự không chắc chắn về cấu trúc mô hình: hệ thống mô hình toàn cầu (khí thải trong tương lai), sự biến đổi của khí hậu, khả năng dự báo của các hệ thống khí hậu và sự thay đổi khí hậu trên các tỷ lệ ô lưới. Trong các nguồn không chắc chắn trên, nguồn thứ 1 và 2 thường liên hệ chặt chẽ tới cấu trúc của mô hình trong khi nguồn thứ 3 liên hệ tới các vấn đề chia tỷ lệ. Số liệu đầu vào của mô hình MIKE-NAM để đánh giá ảnh hưởng thủy văn được sử dụng để chuyển đổi các dấu hiệu biến đổi đổi khí hậu tới các trạm quan trắc khí tượng và trong các mô hình thủy văn. Các tính toán mô phỏng chưa xem xét đến sử dụng đất đai hay sự thay đổi thảm phủ do biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, sự thay đổi bề mặt đất có thể liên hệ với sự thay đổi khí hậu, dẫn đến sự khác nhau của các điều kiện thủy văn tương lai do các ảnh hưởng liên tục liên quan đến bề mặt đất và bầu khí quyển. Sự không chắc chắn của các tính toán ảnh hưởng thay đổi khí hậu thủy văn tăng do sự thiếu xem xét các thay đổi thảm phủ và sử dụng đất có thể. Sự không chắc chắn trong các kịch bản phát thải tương lai.
- Sự không chắc chắn về các lỗi dữ liệu (mặt cắt ngang sông thay đổi, địa hình lòng dẫn có sự thay đổi), mật độ trạm quan trắc chưa đủ dày, lỗi xử lý dữ liệu như lỗi nội suy…
- Không chắc chắn do kịch bản tương lai trên lưu vực, theo các kịch bản phát triển kinh tế xã hội trên lưu vực. Các kịch bản tương lai hiện đang lấy theo quy hoạch đã được phê duyệt. Tuy nhiên theo luật quy hoạch, hiện nay các tỉnh đang xây dựng quy hoạch nên trong tương lai cần cập nhật quy hoạch của các tỉnh.

Với những điểm không chắc chắn của các kết quả tính toán nêu trên và các yếu tố chưa được xem xét trong quá trình tính toán sẽ làm cơ sở để đánh giá rủi ro trong các phân tích, dự báo của mô hình đánh giá đến diễn biến lòng dẫn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tham khảo văn bản pháp lý

1. Văn bản số 11/VBHN-VPQH ngày 4/7/2019 của Văn phòng Quốc hội hợp nhất Luật quy hoạch đô thị từ Luật Tổ chức chính quyền địa phương số 77/2015/QH13, Luật số 35/2018/QH14, Luật Kiến trúc số 40/2019/QH14.
2. Văn bản số 48/VBHN-VPQH 10 tháng 12 năm 2018 của Văn phòng Quốc hội hợp nhất Luật xây dựng.
3. Luật Đo đạc và Bản đồ số 27/2018/QH14 ngày 14/6/2018
4. Luật Thủy lợi số 08/2017/QH14 ngày 19/6/2017.
4.1. Nghị định số 67/2018/NĐ-CP ngày 14 tháng 05 năm 2018 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật thủy lợi;
5. Luật Quy hoạch số 21/2017/QH14 ngày 24/11/2017.
5.1. Nghị định số 37/2019/NĐ-CP ngày 07 tháng 5 năm 2019 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật quy hoạch.
6. Luật Bảo vệ Môi trường số 55/2014/QH13ngày 20/6/2014.
6.1. Thông tư 41/2018/BYT ngày 14 tháng 12 năm 2018 của Bộ y tế ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia và quy định việc kiểm tra giám sát chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt.
6.2. Thông tư số 24/2016/TT-BTNMT ngày 09 tháng 9 năm 2016 của Bộ tài nguyên & môi trường quy định việc xác định và công bố vùng bảo hộ vệ sinh khu vực lấy nước sinh hoạt.
7. Luật Giao thông đường thủy nội địa số 48/2014/QH13 ngày 17/6/2014.
8. Luật Phòng, chống thiên tai 33/2013/QH13ngày 19/6/2013.
8.1. Nghị định số 66/2014/NĐ-CP ngày 04 tháng 07 năm 2014 và Nghị định số 160/2018/NĐ-CP ngày 29 tháng 11 năm 2018 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Phòng, chống thiên tai.
9. Luật đất đai số: 45/2013/QH13 ngày 29/11/2013.
10. Luật Tài nguyên nước số 17/2012/QH13ngày 21/6/2012.
10.1. Nghị định số 43/2015/NĐ-CP ngày 06/5/2015 của Chính phủ quy định lập, quản lý hành lang bảo vệ nguồn nước.
10.2. Nghị định 201/2013/NĐ-CP ngày 27 tháng 11 năm 2013 của Chính phủ về quy định chi tiết thi hành một số điều của luật tài nguyên nước.
11. Luật Đê điều năm 2006 số 79/2006/QH11 ngày 29/11/2006.
11.1. Nghị định số 113/2007/NĐ-CP ngày 28 tháng 6 năm 2007 của Chính phủ quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật Đê điều;
12. Các Tiêu chuẩn, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia liên quan.
13. Các sổ tay Hướng dẫn liên quanv.v...

Tài liệu tham khảo tiếng Anh

1. Altunin, S.T (1956). Giáo trình Chỉnh trị sông.

2. G.J. Klaassen (1993), Planform changes in large braided sand-bed rivers, Delft hydraulics, December 1993.
3. Developing and updating emprical methods for predicting morphological changes of the Jamuna River, EGIS Technical Note Series 29, Dhaka, January 2002.
4. Wu W., and Viera A. (2002). "One- Dimensional Channel Network Model – Technical Manual". USA.
5. Darby S.E. and Thorne C.R. (1996). Development and testing of Riverbank stability analysis . Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 122, No. 8, August.
6. Chih Ted Yang. Sediment transport theory and practice. The McGraw-Hill Companies, Inc.
7. Stephen H. Scott1 and Yafei Jia2 (2002) SIMULATION OF SEDIMENT TRANSPORT AND CHANNEL MORPHOLOGY CHANGE IN LARGE RIVER SYSTEMS *US-CHINA WORKSHOP ON ADVANCED COMPUTATIONAL MODELLING IN HYDROSCIENCE & ENGINEERING, September 19-21, Oxford, Mississippi, USA*
8. Jia, Y and Wang, S.S.Y., 1999, "Numerical model for channel flow and morphological change studies", *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, Vol. 125, No. 9, pp. 924-933.
9. Jia, Y., Wang, S.Y.Y., and Xu, Yichun, 2002, "Validation and application of a 2D model to channels with complex geometry", *International Journal of Computational Engineering Science*, Vol. 3, No. 1 (March 2002), pages 57-71.
10. Langendoen, E.J., "Evaluation of the Effectiveness of Selected Computer Models of Depth- Averaged Free Surface Flow and Sediment Transport to Predict the Effects of Hydraulic Structures on River Morphology", project report prepared by the National Sedimentation Laboratory under IAG # 01-OA-6408-034, October, 2001.
11. Scott, S.H., "Evaluation of Selected Two-Dimensional Hydrodynamic and Sediment Transport Numerical Models for Simulation of Channel Morphology Change", Technical Note, Flood Damage Reduction Research Program, July 2003.
12. Wu, W.M. 2001, "CCHE2D Sediment Transport Model", Technical Report No. NCCHE-TR-2001- 3, National Center for Computational Hydroscience and Engineering, The University of Mississippi.
13. Ackers, P. & White, W. W. (1973) Sediment transport: new approach and analysis. *J. Hydraul. Div. ASCE* 99(HYII), Proc. Paper 10167, 2041-2060.
14. Chang, H. H. (1988) Introduction to Fluvial-12—mathematical model for erodible channels. In: *Twelve Selected Computer Stream Sedimentation Models Developed in the United States* (ed. by F. Shou-shan), 353-412. Interagency *ad hoc* Sedimentation Work Group
15. Chang, H. H. (1993) *FLUVIAL-12—Mathematical Model for Erodible Channels.*

Users Manual. San Diego State University, San Diego, California.

16. Cunge, J. A., Holly, F. M. Jr & Verwey, A. (1980) *Practical Aspects of Computational River Hydraulics.* Pitman Publishing, London.
17. Einstein, H. A. (1959) The bed-load function for sediment transportation in open channel Flows. *US Dept Agric. Soil Conservation Service Tech. Bull. no. 1,* 1026, 1-17.
18. Engelund, F. & Hansen, E. (1967) *A Monograph on Sediment Transport in Alluvial Streams.* Teknisk Forlag, Copenhagen, Denmark.
19. Gee, D. M. (1988) Status of HEC-6: scour and deposition in rivers and reservoirs. In: *Twelve Selected Computer Stream Sedimentation Models Developed in the United States* (ed. by F. Shou-shan), 39-64. Interagency *ad hoc* Sedimentation Work Group.
20. Graf, W. H. (1970) *Hydraulics of Sediment Transport.* McGraw-Hill, New York.
21. Habersack, H. (1997) Raum-zeitliche Variabilitàten im Geschiebehaushalt und dessen Beeinflussung am Beispiel der Drau (Spatio-temporal variabilities in the bed-load regime and its management at the River Drau). *Wr. Mitteilung No. 144.*
22. Habersack, H. & Nachtnebel, H. P. (1997) Changes in sediment transport and river engineering concepts, case study of the River Drau in Austria. *UNESCO 1HP-V: Technical Documents in Hydrology no. 10,* 277-286.
23. Holly, F. M. Jr (1988) Charima and sedicoup codes for riverine mobile-bed simulation. In: *Twelve Selected Computer Stream Sedimentation Models Developed in the United States* (ed. by F. Shou-shan), 263-352. Interagency *ad hoc* Sedimentation Work Group.
24. Hunziger, R. P. (1995) Fraktionsweiser Geschiebetransport (Fractionwise bed-load transport). *Mitt. VAWZiirich 138.*
25. Kabala, Z. J. & Milly, P. C. D. (1990) Sensitivity analysis of flow in unsaturated heterogeneous porous media: Theory. Numerical model and its verification. *Wat. Resour. Res.* 26(5), 593-610.
26. Karim, M. F. & Kennedy, J. F. (1982a) IALLUVIAL: a computer-based flow- and sediment-routing for alluvial streams and its application to the Missouri River. *Iowa Inst. Hydraul. Res. Report no. 250*. The University of Iowa, Iowa City, Iowa,
27. (Hanz Dieter Niemeyer, 2006): HARBASINS Report: Set-up of a morphodynamic model for the Ems- Dollard estuary.
28. Ashbridge, D. 1995: Processes of river bank erosion and their contribution to the suspended sediment load of the Culm, Devon. Pp. 229–245 in Foster, I.D.L.; Gurnell, A.M.; Webb, B.W. (Eds.), Sediment and Water Quality in River Catchments, John Wiley and Sons Ltd.
29. Ball, L.J.A. 2004: Quantifying the morphological effects of gravel extraction on the Motueka River. M.Appl.Sci. thesis, Lincoln University.

30. Bannister, A.; Raymond, S. 1977: Surveying(4thedn), Pitman, 632 pp.
31. Barker, R., Dixon, L., Hooke, J. 1997: Use of terrestrial photogrammetry for monitoring and measuring bank erosion. Earth Surface Processes and Landforms22: 1217–27.
32. Basher, L.R. (compiler) 2003: The Motueka and Riwaka catchments: a technical report summarising the present state of knowledge of the catchments, management issues and research needs for integrated catchment management. Landcare Research, Lincoln, Canterbury, 120 pp.
33. Couper, P.R., and I.P. Maddock, 2001. Subaerial river bank erosion processes and their interaction with other bank erosion mechanisms on the River Arrow, Warwickshire, UK. Earth Surf. Process.
34. Dapporto, S.; Rinaldi, M.; Casagli, N.; Vannocci, P. 2003: Mechanisms of riverbank failure along the Arno River, Central Italy. Earth Surface Process and Landforms 28: 1303–1323
35. Donatella Termini (2013). Bank erosion and secondary circulation in a meandering laboratory flume. The 3rd International Geography Symposium – GEOMED2013. Procedia – Social and Behavioral Sciences 120(2014),pp. 496 – 505.
36. entrup G. Hoag J. C. 1998. The Practical Streambank Bioengineering Guide. USDA Natural Resources Conservation Service. Plant Materials Center. Aberdeen, Idaho. 150 p.
37. Environment Agency 1999: Waterway bank protection: a guide to erosion assessment and management . R and D Publication 11, Environment Agency, 235 pp.
38. G. Mathias (2008) Kondolf (Hungry Water- Effects of Dams and Gravel Mining on River Channels; Department of Landscape Architecture and Environmental Planning University of California Berkeley).
39. Iqbal, S. (2010), "Flood and Erosion Induced Population Displacements: A Socioeconomic Case Study in the Gangetic Riverine Tract at Malda District, West Bengal, India", Journal of Human Ecology, 30(3): 201–211.
40. Juha Sarkkula (2009), Jorma Koponen (2009) (DMS - Detailed Modelling Support Project; Mekong River Commission).
41. Luc Lemieux, MAPAQ, adapted from USDA-NRCS Stream Restoration Design Handbook, Technical Note 14A, 2005.
42. Manariotis (2008) I.D & Yannopoulos P.C (Impact of human activities and infrastructure works on hydro-morphological characteristics of Alfeios river, Greece; Enviromental Engineering Laboratory, University of Patras)
43. Md.. Shofiul Islam (2008) RIVER BANK EROSION AND SUSTAINABLE PROTECTION STRATEGIES Fourth International Conference on Scour and Erosion 2008.
44. MistriB , River Bank Erosion and its Impact on Human Life: A Case Study in Belghoria, Haripur, Gayeshpur, Bagachra Gram Panchayats in Shantipur Block, Nadia, MA dissertation University of Burdwan, Burdwan, WB,201

45. Simons, D.B.; Li, R.-M. 1982: Bank erosion on regulated rivers. Pp. 717–754 in Hey, R.D.; Bathurst, J.C.; Thorne, C.R. (Eds) Gravel-bed Rivers , John Wiley and Sons Ltd, Chichester, England.
46. Subarna Chatterjee , Biswaranjan Mistri (2013) : Impact Of River Bank Erosion on Human Life: A Case Study in Shantipur Block, adia District, West Bengal. International Journal of Humani ties and Social Science Invention ISSN (Online): 2319–7722, ISSN (Print): 2319–7714 www.ijhssi.org volume 2 Issue 8 August. 2013 PP. 108 – 111.
47. Thorne, C.R. 1998: Stream Reconnaissance Handbook. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, England, 133 pp.
48. Watson and L. R. Basher ,2006, Stream bank erosion: a review of processes of bank failure, measurement and assessment techniques, and modelling approaches. Landcare ICM Report No. 2005 – 2006/01
49. Watson, A.J, Marden M. 2004: Live root-wood te nsile strengths of so me common New Zealand indigenous and plantation tree species. New Zealand Journal of Forestry Science 34(3): 344–353

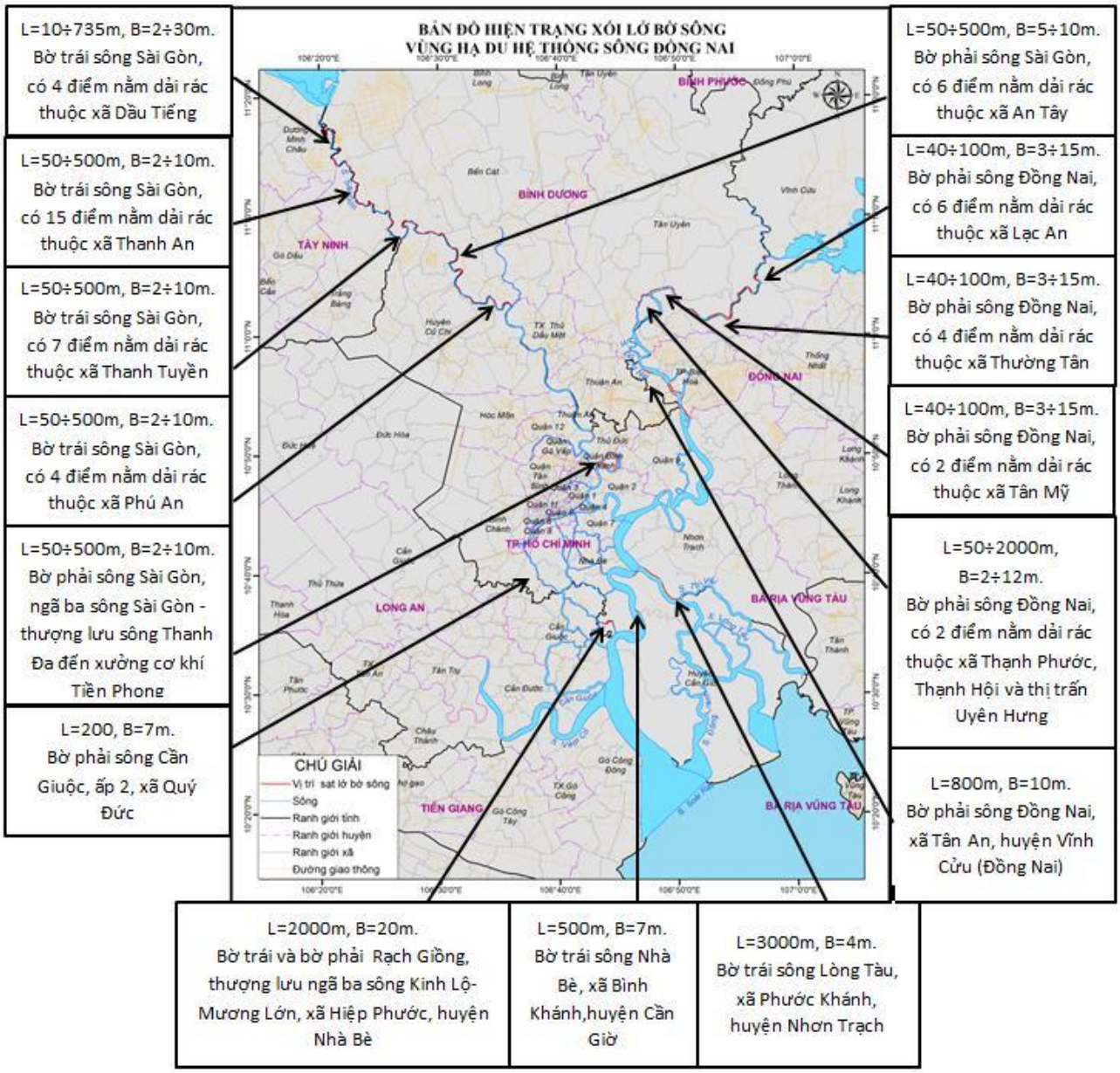
Tài liệu tiếng Việt

1. Dự án "Dự báo sạt lở bán đảo Bình Quới –Thanh Đa năm 2003 và các giải pháp tạm thời", Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, 2003
2. Hoàng Văn Huân (1999). Đề tài " Nghiên cứu quá trình biến đổi lòng dẫn và các biện pháp công trình ổn định bờ sông Sài Gòn - Đồng Nai đoạn từ cầu Sài Gòn đến ngã ba sông Nhà Bè.
3. Hoàng Văn Huân (2001). Đề tài " Nghiên cứu quá trình biến đổi lòng dẫn và phương hướng các biện pháp công trình nhằm ổn định bờ sông Sài Gòn – Đồng Nai đoạn từ cầu Bình Phước đến ngã ba mũi Nhà Bè, Báo cáo tình hình sạt lở hai bên bờ sông Sài Gòn khu vực từ cầu Bình Phước đến bến phà Bình Khánh".
4. Hoàng Văn Huân (2004) Nghiên cứu đề xuất các giải pháp KHCN để ổn định lòng dẫn hạ du hệ thống sông Đồng Nai Sài Gòn phục vụ phát triển kinh tế xã hội vùng Đông Nam Bộ. đề tài KC08-29 (2004)
5. Hoàng Văn Huân (2007) Bước đầu nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ để phòng chống sạt lở ổn định lòng dẫn hạ du sông Đồng Nai.
6. Hoàng Văn Huân (2009) Đề tài " Nghiên cứu ứng dụng công nghệ mới (Mike21) vào đánh giá và dự báo phòng chống sạt lở bờ sông (miền Bắc, miền Trung, miền Nam)"
7. Lê Mạnh Hùng (2004) Đề tài khoa học cấp nhà nước "Nghiên cứu dự báo xói lở, bồi lắng và các giải pháp phòng chống trên hệ thống sông ở ĐBSCL" thực hiện năm 2001-2004. viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam
8. Lê Ngọc Thanh (2006) Đề tài "Nghiên cứu ứng dụng các công nghệ GIS và địa vật lý – địa chất để xây dựng mô hình ba chiều (3D) cấu trúc địa chất khu vực Thanh Đa phục vụ phòng tránh sụp lở và xây dựng công trình".
9. Lương Phương Hậu (1992). Động lực học dòng sông. Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

10. Lương Phương Hậu (2010) Đề tài "Nghiên cứu các giải pháp khoa học, công nghệ cho hệ thống công trình chỉnh trị sông trên các đoạn trọng điểm vùng đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ"của GS.TS. Lương Phương Hậu KC.08.14/06-10 năm 2010.
11. Lương Phương Hậu, Trần Đình Hợi. Động lực học dòng sông và chỉnh trị sông. Nhà xuất bản nông nghiệp, Hà Nội 2004.
12. Nguyễn Đức Vượng (2006) Đề tài "Nghiên cứu đề xuất các giải pháp KHCN để ổn định lòng dẫn hạ du hệ thống sông Đồng Nai-Sài Gòn phục vụ phát triển kinh tế-xã hội vùng Đông Nam Bộ - Qui trình công nghệ dự báo xói lở bồi tụ ở các khu vực trọng điểm hạ du sông Đồng Nai-Sài Gòn.
13. Nguyễn Thanh Hùng (2003) Đề tài cấp bộ "Khảo sát cấu trúc địa chất để xác định các dị thường có khả năng gây sạt lở bờ sông Sài Gòn khu vực Thanh Đa" (2003). Trịnh công Vấn (2004) Đánh giá nguyên nhân sạt lở bờ sông Sài Gòn khu vực bán đảo Thanh Đa. Hội thảo Khoa học sở KHCN TPHCM, 5/2004.
14. Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam (1998) Dự án điều tra cơ bản "Điều tra biến đổi lòng dẫn của sông Cửu Long, hạ du sông Đồng Nai – Sài Gòn và định hướng các giải pháp kỹ thuật phòng chống sạt lở, giảm nhẹ thiên tai trên sông Cửu Long.
15. Viện Khoa học Thuỷ lợi miền Nam (2009) Dự án Điều tra đánh giá các công trình bảo vệ bờ trên hệ thống sông Cửu Long và hệ thống sông Sài Gòn- Đồng Nai.
16. Viện Khoa học thủy lợi Miền Nam(2003) Dự án điều tra khảo sát tình hình sạt lở bờ sông Sài Gòn - Đồng Nai khu vực thành phố Hồ Chí Minh và định hướng giải pháp kỹ thuật phòng chống.
17. Vũ Thanh Te (2012). Đề tài khoa học cấp nhà nước do GS.TS. Vũ Thanh Te làm chủ nhiệm " Nghiên cứu dự báo diễn biến bồi lắng, xói lở lòng dẫn sông Đồng Nai – Sài Gòn dưới tác động của hệ thống công trình chống ngập úng và cải tạo môi trường cho khu vực Thành phố Hồ Chí Minh" mã số 21G/2009/HĐ-ĐHTL.
18. Báo cáo đánh giá tác động môi trường, Dự án cải tạo cảnh quan và phát triển đô thi ven sông Đồng Nai, quy mô 8,4 ha" 04/2014- Viện Môi trường và tài nguyên - ĐHQG thành phố Hồ Chí Minh.
19. Thuyết minh dự án: " Đánh giá tác động dòng chảy sông Đồng Nai đoạn từ cầu Hóa An tới cầu Ghềnh" 10/2009 - Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
20. Báo cáo kết quả tính toán trên mô hình thủy động lực học, thuộc dự án: " Đánh giá tác động dòng chảy sông Đồng Nai đoạn từ cầu Hóa An tới cầu Ghềnh" 12/2008. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
21. Đinh Công Sản (2000): Nghiên cứu cải biên phương pháp tính lưu lượng tạo lòng của Macaveev và Williams áp dụng cho vùng ảnh hưởng triều và so sánh các phương pháp tính toán, Tuyển tập kết quả KHCN Viện Khoa học Thuỷ lợi miền Nam năm 2000. Lê Ngọc Bích (2004): Nghiên cứu lưu lượng tạo lòng và phương pháp tính lưu lượng tạo lòng cho sông chịu ảnh hưởng thuỷ triều, Tuyển tập kết quả KHCN Viện Khoa học Thuỷ lợi miền Nam năm 2004;
22. Công trình đường thuỷ, NXB Xây dựng, TS. Đào Văn Tuấn.
23. Báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu cấp nhà nước KC08 -06.10:
24. Báo cáo kết quả khảo sát ý kiến người dân 5/2015 của Trung tâm phát triển sức khỏe bền vững VietHealth.

25. Gia cố bờ sông Đồng Nai (đoạn từ cầu Rạch Cát đến cầu Ghềnh phía Cù lao Phố) thành phố Biên Hòa. Ban quản lý dự án chuyên ngành NN và PTNT tỉnh Đồng Nai. Viện Kỹ thuật biển. Trung tâm nghiên cứu công trình biển.
26. Gia cố bờ sông Đồng Nai (đoạn từ đình Phước Lư đến khu dân cư dọc sông Rạch Cát), Tp. Biên Hòa. Gói thầu 2: Lập hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công – dự toán. Ban quản lý dự án CN Nông nghiệp & PTNT Đồng Nai. Viện Kỹ thuật Biển 2011.

PHỤ LỤC



Vị trí một số điểm sạt lở bờ sông vùng hạ du hệ thống sông Đồng Nai

Địa hình lòng dẫn hệ thống sông Đồng Nai – Sài gòn

TT	Sông	Số Mặt cắt	Độ dài (km)	Năm đo
1	S. Ấn Hạ	18	27600	2007, 2009
2	R. Bà Lão	8	5450	2007
3	R.Bà Rô	7	5300	2007
4	Bà Lão	7	4900	2007
5	Bà Lớn	7	8500	2007
6	Kênh Bo bo	10	27500	2007
7	Sông Chợ Đêm (Bến Lức)	11	16710	2007,2009
8	S.Cần Giuộc	44	34820	2007,2009,2011
9	Sông Cầu Trạm	12	22200	2007
10	Các sông nhỏ và kênh rạch lưu vực sông Vàm Cỏ	40	76600	2007
11	Sông Đồng Nai	75	93112	2007,2008,2014,2016,

TT	Sông	Số Mặt cắt	Độ dài (km)	Năm đo
				2017,2018
12	Các sông nhỏ trong lưu vực Cần Giuộc	41	39500	2007
13	Kênh Đôi	28	16320	2007
14	các nhánh Sông Kinh Lộ	21	25000	2007,2009
15	Kênh Da Miêng	10	7065	2007
16	Kênh Địa Phận	13	10820	2007
17	Sông Kinh	15	9000	2007,2009,2011
18	Kênh Rạch Nỏ	12	9880	2007
19	Kênh Xáng Nhỏ	13	9930	2007,2011
20	Sông Lòng Tàu(sông chính)	50	42832	2007,2009
21	Các trong lưu vực sông lòng Tàu	123	209100	2007,2009
22	Mương Chuối	9	4590	2007,2009,2011
23	Sông Nhà Bè	11	8474	2007,2011
24	Kênh Ông Lớn	13	8400	2007
25	Kênh Phú Xuân	19	9500	2007,2009,2011
26	Rạch Sơn	15	4800	2007
27	Rạch Thái Thái	23	6500	2007
28	Sông Sài gòn	60	143690	2007,2009,2011,2014
29	Sông Soài Rạp	39	39616	2007,2009,2011
30	Các sông nhỏ, kênh rạch ở Quận Thủ Đức	50	43036	2007
31	kênh ở Tàu Hũ _Bến Nghè	29	13457	2007
32	Sông Thị Tính	3	25000	2007,2011
33	Sông Thị Nghè	20	8750	2007,2011
34	Kênh rạch Tham lương	62	45682	2007
35	Các kênh rạch Thủ Thừa Tỉnh Long An	26	102600	2007
36	S. Văn Thành	5	1945	2007
37	S.Vàm Cỏ	17	34800	2007
38	S.Vàm Cỏ Đông	32	150077	2007
39	Sông Vàm Cỏ Tây	28	161750	2007
40	Kênh Xáng	6	9000	2007,2009
41	Sông Bé	13	50000	2011
42	Rạch Ông Dầu, rạch Bà lồ, sông Ngọc	43	3957	2017,2018
42	Các kênh rạch nhỏ còn lại	472	352891	2007

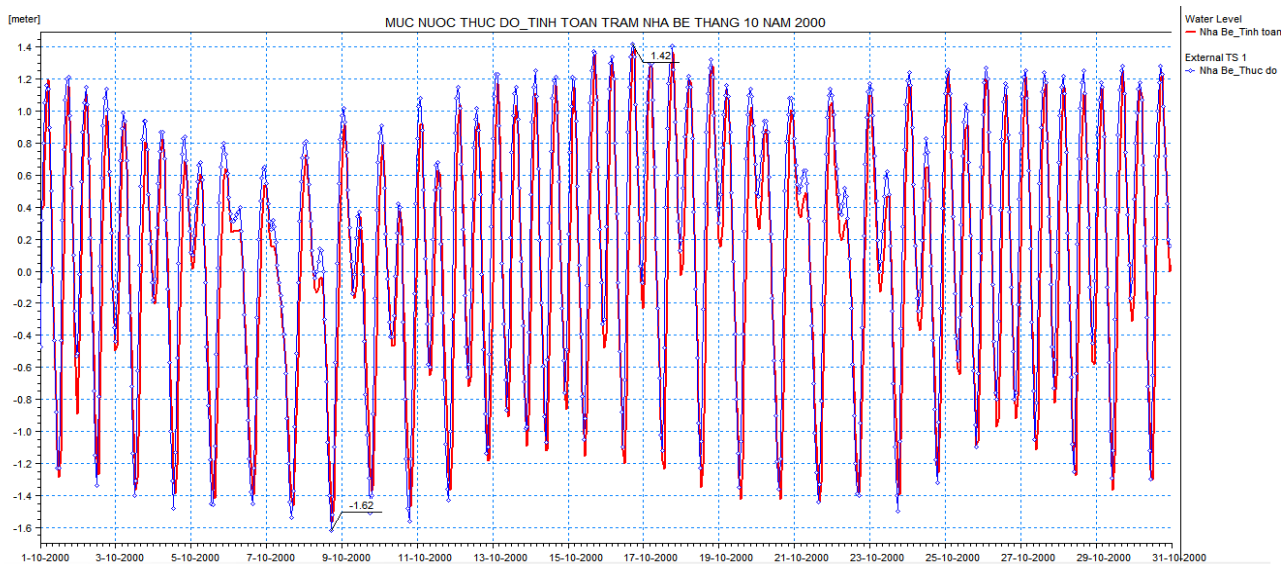
Các lưu vực tính toán biên gia nhập khu giữa

TT	Biên gia nhập	Mô Hình	F_{lv} (km^2)	Sông	Trạm Mưa	TT	Biên gia nhập	Mô Hình	F_{lv} (km^2)	Sông	Trạm Mưa
1	NHA BE 1	NAM	26.39	Nhà Bè	Biên Hoà, Tân Sơn Nhất	145	HANG 3	NAM	0.46	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất
2	LTAU 1	NAM	25.02	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất	146	HANG 4	NAM	1.49	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất
3	LTAU 9	NAM	20.84	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất	147	HANG 5	NAM	3.36	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất
4	LTAU 10	NAM	3.75	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	148	HANG 6	NAM	3.3	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất
5	LTAU 11	NAM	2.28	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	149	HANG 7	NAM	2.32	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất
6	LTAU 12	NAM	4.44	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	150	HANG 8	NAM	6.27	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất
7	LTAU 13	NAM	6.05	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	151	HANG 9	NAM	6.47	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất
8	LTAU 14	NAM	3.86	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	152	HANG 10	NAM	2.81	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất
9	LTAU 15	NAM	18.29	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	153	HANG 11	NAM	0.85	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất
10	LTAU 16	NAM	5.29	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	154	HANG 12	NAM	10.74	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất
11	LTAU 17	NAM	11.85	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	155	HANG 13	NAM	13.5	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất
12	LTAU 26	NAM	5.85	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	156	BA LON 1	NAM	5.94	Kênh Bà Lớn	Tân Sơn Nhất
13	LTAU 27	NAM	2.32	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	157	BA LON 2	NAM	7.59	Kênh Bà Lớn	Tân Sơn Nhất
14	LTAU 28	NAM	7.13	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	158	BA LAO 1	NAM	3.84	Kênh Bà Lão	Tân Sơn Nhất
15	LTAU 29	NAM	7.94	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	159	BA LAO 2	NAM	4.24	Kênh Bà Lão	Tân Sơn Nhất
16	LTAU 30	NAM	2.14	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	160	O NIEM	NAM	6.08	Ông Niêm	Tân Sơn Nhất

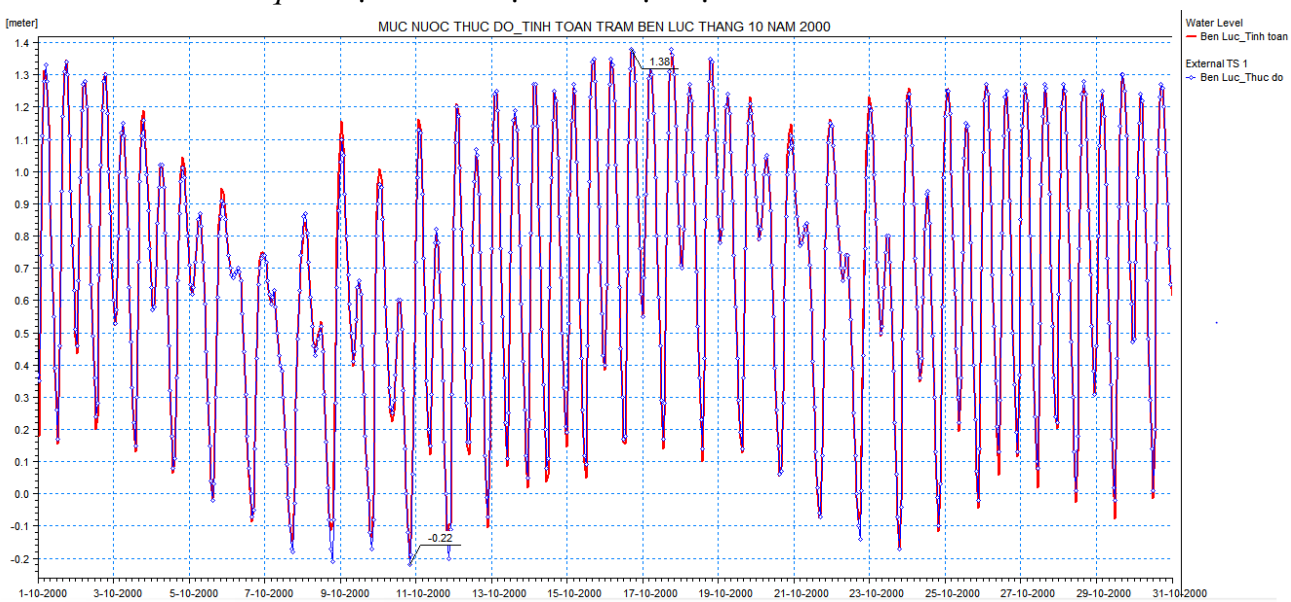
TT	Biên gia nhập	Mô Hình	F_{lv} (km^2)	Sông	Trạm Mưa	TT	Biên gia nhập	Mô Hình	F_{lv} (km^2)	Sông	Trạm Mưa
17	LTAU 31	NAM	7.34	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	161	B RO 1	NAM	1.97	R. Bà Rô	Tân Sơn Nhất
18	LTAU 32	NAM	9.88	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	162	B RO 2	NAM	1.69	R. Bà Rô	Tân Sơn Nhất
19	LTAU 33	NAM	4.17	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	163	O BE	NAM	2.99	Ông Bé	Tân Sơn Nhất
20	LTAU 34	NAM	7.18	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	164	OLON1	NAM	5.84	Ông Lớn	Tân Sơn Nhất
21	LTAU 35	NAM	6.98	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	165	VCT 7	NAM	111.2	Vàm Cỏ Tây	Tân An
22	LTAU 36	NAM	8.28	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất	166	VCT 8	NAM	130.43	Vàm Cỏ Tây	Tân An
23	LTAU 37	NAM	10.75	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất	167	TT 2	NAM	44.15	Thị Tính	Tân An
24	LTAU 38	NAM	23.5	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất	168	TT 4	NAM	34.76	Thị Tính	Tân An
25	LTAU 39	NAM	24.29	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	169	TT 5	NAM	18.11	Thị Tính	Tân An
26	LTAU 40	NAM	12.58	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	170	TT 6	NAM	37.38	Thị Tính	Tân An
27	LTAU 41	NAM	7.48	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	171	TT 7	NAM	6.5	Thị Tính	Tân An
28	LTAU 42	NAM	18.49	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	172	TT 8	NAM	25.91	Thị Tính	Tân An
29	LTAU 43	NAM	18.69	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	173	TT 9	NAM	17	Thị Tính	Tân An
30	LTAU 44	NAM	15.4	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	174	TT 10	NAM	6.23	Thị Tính	Tân An
31	LTAU 45	NAM	5.92	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	175	T THUA 1	NAM	18.2	Thủ Thừa	Tân An
32	LTAU 46	NAM	20.15	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	176	T THUA 2	NAM	21.73	Thủ Thừa	Tân An
33	LTAU 47	NAM	2.65	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	177	BO BO 1	NAM	12.5	Kênh Bo Bo	Tân An
34	LTAU 48	NAM	45.03	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	178	BO BO 2	NAM	12.72	Kênh Bo Bo	Tân An
35	LTAU 49	NAM	9.65	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	179	BO BO 3	NAM	13.03	Kênh Bo Bo	Tân An
36	LTAU 50	NAM	15.44	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	180	BO BO 4	NAM	15.89	Kênh Bo Bo	Tân An
37	LTAU 51	NAM	2.55	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	181	BO BO 5	NAM	12.38	Kênh Bo Bo	Tân An
38	SRAP 1	NAM	37.95		Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu	182	T DUC 1	NAM	29.76	Thủ Đức	Biên Hòa
39	DHAN 1	NAM	20.8	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất	183	T DUC 2	NAM	18.4	Thủ Đức	Biên Hòa
40	TLUONG 2	Urban	9.84	Tà Lương	Tân Sơn Nhất, Biên Hòa	184	T DUC 3	NAM	9.05	Thủ Đức	Biên Hòa
41	TLUONG 1	Urban	0.79	Tà Lương	Tân Sơn Nhất, Biên Hòa	185	T DUC 4	NAM	5.86	Thủ Đức	Biên Hòa
42	TCAI 1	NAM	114.76	Thầy Cai	Gò Dầu	186	T DUC 5	NAM	5.21	Thủ Đức	Biên Hòa
43	RTRA 1A	NAM	1.92	Rạch Tra	Tân Sơn Nhất	187	T DUC 6	NAM	3.89	Thủ Đức	Biên Hòa
44	ANHA	NAM	82.09	Ấn Hạ	Tân Sơn Nhất	188	T DUC 7	NAM	7.44	Thủ Đức	Biên Hòa
45	ANHA 2	NAM	9.97	Ấn Hạ	Tân Sơn Nhất	189	T DUC 8	NAM	2.49	Thủ Đức	Biên Hòa
46	ANHA 3	NAM	11.29	Ấn Hạ	Tân Sơn Nhất	190	T DUC 9	NAM	6.94	Thủ Đức	Biên Hòa
47	KINH A	NAM	9.33	sông Kinh	Tân Sơn Nhất	191	T DUC 10	NAM	2.08	Thủ Đức	Biên Hòa
48	LVUNG 1	NAM	16.13	Tà Lương	Tân Sơn Nhất	192	T DUC 11	NAM	8.15	Thủ Đức	Biên Hòa
49	KINH B	NAM	11.22	Sông Kinh	Tân Sơn Nhất	193	SGON 1	NAM	49.63	Sài Gòn	Dầu Tiếng
50	TLUONG 3	Urban	13.68	Tà Lương	Tân Sơn Nhất	194	RTRA 2A	NAM	4.72	Rạch Tra	Tân Sơn Nhất
51	KINH C	NAM	15.27	Sông Kinh	Tân Sơn Nhất	195	TLUONG 4A	Urban	13.26	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
52	XANG 1	NAM	14.2	Kênh Xáng	Tân Sơn Nhất	196	TLUONG 5	Urban	2.93	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
53	XANG 2	NAM	8.04	Kênh Xáng	Tân Sơn Nhất	197	TLUONG 6A	Urban	1.98	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
54	XANG 3	NAM	7.8	Kênh Xáng	Tân Sơn Nhất	198	TLUONG 7	Urban	10.1	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
55	TLUONG 8	Urban	19.59	Tà Lương	Tân Sơn Nhất	199	L VUNG 2	NAM	31.76	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
56	CGIUOC 1	NAM	12.85	Cần Giuộc	Tân Sơn Nhất	200	K LO 4	NAM	4.16	Kinh Lộ	Tân Sơn Nhất
57	CGIUOC 2	NAM	20.47	Cần Giuộc	Tân Sơn Nhất	201	K LO 5	NAM	6.87	Kinh Lộ	Tân Sơn Nhất
58	CGIUOC 3	NAM	1.31	Cần Giuộc	Tân Sơn Nhất	202	VANTHANH	NAM	1.79	Văn Thành	Tân Sơn Nhất
59	CGIUOC 4	NAM	3.93	Cần Giuộc	Tân Sơn Nhất	203	CAUBONG1	NAM	3.63	Cầu Bông	Tân Sơn Nhất
60	CGIUOC 5	NAM	8.83	Cần Giuộc	Tân Sơn Nhất	204	CAUBONG2	NAM	0.75	Cầu Bông	Tân Sơn Nhất
61	CGIUOC 6	NAM	6.67	Cần Giuộc	Tân Sơn Nhất	205	CAUBONG3	NAM	2.07	Cầu Bông	Tân Sơn Nhất
62	CGIUOC 7	NAM	4.81	Cần Giuộc	Tân Sơn Nhất	206	HOA	NAM	0.26	Rạch Thái Thái	Gò Dầu
63	CGIUOC 8	NAM	7.69	Cần Giuộc	Tân Sơn Nhất	207	RTHAITHAI1	NAM	5.65	Rạch Thái Thái	Gò Dầu
64	CGIUOC 9	NAM	1.95	Cần Giuộc	Tân Sơn Nhất	208	RACHSON1	NAM	21.71	Rạch Lăng Thế	Gò Dầu
65	CGIUOC 10	NAM	2.3	Cần Giuộc	Tân Sơn Nhất	209	RLANGTHE1	NAM	23.39	Rạch Lăng Thế	Gò Dầu
66	VCOC 1	NAM	2.32	Vàm Cỏ	Tân An	210	KDIAPHAN1	NAM	3.47	Kênh địa Phận	Tân Sơn Nhất
67	VCOC 2	NAM	13.59	Vàm Cỏ	Tân An	211	RDUA1	NAM	10.34	Rạch Dừa	Tân Sơn Nhất
68	VCOC 3	NAM	2.93	Vàm Cỏ	Tân An	212	RMUOP	NAM	16.25	Rạch Mướp	Tân Sơn Nhất
69	VCOC 4	NAM	16.69	Vàm Cỏ	Tân An	213	SGCAUXANG1	NAM	16.22	Cầu Xáng	Tân Sơn Nhất
70	CTRAM 1	NAM	54.07	Cầu Trạm	Tân An	214	RBAHONG	NAM	3.23	Rạch Bà Hồng	Tân Sơn Nhất
71	CTRAM 2	NAM	19.46	Cầu Trạm	Tân An	215	RCAUKINH	NAM	0.74	Rạch Cầu Kinh	Tân Sơn Nhất
72	CTRAM 3	NAM	22.28	Cầu Trạm	Tân An	216	RCAUVONG	NAM	1.44	Rạch Cầu Vồng	Tân Sơn Nhất
73	CV 1	NAM	9.15		Tân An	217	RBACABON1	NAM	2.97	Rạch Ba Cà Bông	Tân Sơn Nhất
74	CV 2	NAM	18.4		Tân An	218	RTRE	NAM	6.47	Rạch Tre	Tân An
75	CV 3	NAM	4.18		Tân An	219	RVONG	NAM	6.82	Rạch Vòng	Tân An
76	CV 4	NAM	28.86		Tân An	220	NUOCDUC	NAM	5.3	Kênh Nước Dừa	Tân An
77	CV 5	NAM	1.77		Tân An	221	KDAMIENG	NAM	7.34	Kênh Da Miêng	Tân An
78	CV 7	NAM	3.13		Tân An	222	KRACHNOA	NAM	10.36	Kênh Rạch Nỏ	Tân An
79	CV 8	NAM	7.02		Tân An	223	KXANGNHO	NAM	20.1	Kênh Xáng Nhỏ	Tân Sơn Nhất
80	CV 9	NAM	3.58		Tân An	224	RCAUODUNG	NAM	2.25	Rạch Cầu Ông Dung	Tân Sơn Nhất
81	CV 10	NAM	6.08		Tân An	225	RACHKE	NAM	6.33	Rạch Tre	Tân Sơn Nhất
82	CV 11	NAM	3.98		Tân An	226	SONGLU	NAM	5.58	Sông Lư	Tân Sơn Nhất
83	CV 12	NAM	6.75		Tân An	227	TLUONG9A	Urban	0.39	Tà Lương	Tân Sơn Nhất

TT	Biên gia nhập	Mô Hình	F_{lv} (km^2)	Sông	Trạm Mưa	TT	Biên gia nhập	Mô Hình	F_{lv} (km^2)	Sông	Trạm Mưa
84	CV 14	NAM	9.29		Tân An	228	TLUONG10	Urban	7.65	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
85	CV 15	NAM	3.97		Tân An	229	TLUONG11A	Urban	10.35	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
86	CV 16	NAM	10.97		Tân An	230	TLUONG12	Urban	8.5	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
87	CV 17	NAM	1.48		Tân An	231	TLUONG13	Urban	10.16	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
88	CV 18	NAM	3.83		Tân An	232	TLUONG11B	Urban	5.58	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
89	CDEM 1	NAM	53.37	Chợ Đệm	Tân An	233	TLUONG11C	Urban	4.72	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
90	CDEM 2	NAM	15.01	Chợ Đệm	Tân An	234	TLUONG9B	Urban	6.77	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
91	CDEM 3	NAM	17.39	Chợ Đệm	Tân An	235	KRACHNOB	NAM	4.49	Rạch Nỏ	Tân An
92	TAU HU 1	Urban	0.64	Tàu Hũ	Tân Sơn Nhất	236	RBACABON2	NAM	2.19	Rạch Ba Cà Bông	Tân Sơn Nhất
93	TAU HU 2	Urban	0.27	Tàu Hũ	Tân Sơn Nhất	237	SGCAUXANG2	NAM	6.44	Rạch Cầu Xáng	Tân Sơn Nhất
94	TAU HU 3	Urban	26.21	Tàu Hũ	Tân Sơn Nhất	238	RDUA2	NAM	5.5	Rạch Dừa	Tân Sơn Nhất
95	TAU HU 4	Urban	0.55	Tàu Hũ	Tân Sơn Nhất	239	KDIAPHAN2	NAM	19.05	Kênh Địa Phận	Tân Sơn Nhất
96	TAU HU 5	Urban	3.96	Tàu Hũ	Tân Sơn Nhất	240	KDIAPHAN3	NAM	26.93	Kênh Địa Phận	Tân Sơn Nhất
97	TAU HU 6	Urban	3.2	Tàu Hũ	Tân Sơn Nhất	241	RLANGTHE2	NAM	38.98	Rạch Lăng Thế	Tân Sơn Nhất
98	TAU HU 7	Urban	0.21	Tàu Hũ	Tân Sơn Nhất	242	RLANGTHE3	NAM	62.33	Rạch Lăng Thế	Tân Sơn Nhất
99	TAU HU 8	Urban	6.63	Tàu Hũ	Tân Sơn Nhất	243	RACHSON2	NAM	9.54	Rạch Lăng Thế	Tân Sơn Nhất
100	NGANG 1	Urban	0.097		Tân Sơn Nhất	244	RTHAITHAI2	NAM	12.75	Rạch Thái Thái	Gò Dầu
101	NGANG 2	Urban	0.09		Tân Sơn Nhất	245	TLUONG 6B	Urban	0.97	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
102	NGANG 3	Urban	0.084		Tân Sơn Nhất	246	TLUONG 4B	Urban	8.26	Tà Lương	Tân Sơn Nhất
103	NGANG 4	Urban	0.36		Tân Sơn Nhất	247	RTRA 2B	NAM	6.08	Rạch Tra	Tân Sơn Nhất
104	K DOI 1	Urban	0.52	Kênh Đôi	Tân Sơn Nhất	248	RTRA 1B	NAM	7.38	Rạch Tra	Tân Sơn Nhất
105	K DOI 2	Urban	0.24	Kênh Đôi	Tân Sơn Nhất	249	SGON 2	NAM	40.64	Sài Gòn	Phước Hòa, Gò Dầu
106	K DOI 3	Urban	0.26	Kênh Đôi	Tân Sơn Nhất	250	SGON 3	NAM	16.26	Sài Gòn	Gò Dầu, Tân Sơn Nhất
107	K DOI 4	Urban	0.7	Kênh Đôi	Tân Sơn Nhất	251	SGON 4	NAM	15.08	Sài Gòn	Tân Sơn Nhất, Biên Hòa
108	K DOI 5	Urban	0.46	Kênh Đôi	Tân Sơn Nhất	252	SGON 5	NAM	12.38	Sài Gòn	Tân Sơn Nhất, Biên Hòa
109	K DOI 6	Urban	1.22	Kênh Đôi	Tân Sơn Nhất	253	SGON 6	NAM	17.62	Sài Gòn	Tân Sơn Nhất, Biên Hòa
110	K DOI 7	Urban	0.36	Kênh Đôi	Tân Sơn Nhất	254	SGON 8	NAM	9.61	Sài Gòn	Tân Sơn Nhất, Biên Hòa
111	K DOI 8	Urban	0.32	Kênh Tẻ	Tân Sơn Nhất	255	SGON 9	NAM	8.43	Sài Gòn	Tân Sơn Nhất, Biên Hòa
112	K DOI 9	Urban	6.53	Kênh Tẻ	Tân Sơn Nhất	256	SGON 10	NAM	16.98	Sài Gòn	Tân Sơn Nhất, Biên Hòa
113	K DOI 10	Urban	0.16	Kênh Tẻ	Tân Sơn Nhất	257	SGON 11	NAM	39.55	Sài Gòn	Tân Sơn Nhất, Biên Hòa
114	P XUAN 1	NAM	6.5	Phú Xuân	Tân Sơn Nhất	258	SRAP 2	NAM	30.7	Soài Rạp	Tân An, Vũng Tàu
115	P XUAN 2	NAM	2.16	Phú Xuân	Tân Sơn Nhất	259	SRAP 3	NAM	19.94	Soài Rạp	Tân An, Vũng Tàu
116	M CHUOI 1	NAM	2.29	Mương Chuối	Tân Sơn Nhất	260	SRAP 4	NAM	58.59	Soài Rạp	Tân An, Vũng Tàu
117	M CHUOI 2	NAM	6.08	Mương Chuối	Tân Sơn Nhất	261	LTAU 2	NAM	18.42	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu
118	M CHUOI 3	NAM	1.55	Mương Chuối	Tân Sơn Nhất	262	LTAU 3	NAM	13.36	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu
119	O LON 1	NAM	4.42	Ông Lớn	Tân Sơn Nhất	263	LTAU 4	NAM	18.09	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu
120	O LON 2	NAM	1.06	Ông Lớn	Tân Sơn Nhất	264	LTAU 5	NAM	37.47	Lòng Tàu	Tân Sơn Nhất, Vũng Tàu
121	O LON 3	NAM	1.63	Ông Lớn	Tân Sơn Nhất	265	TCAI 2	NAM	81.51	Thầy Cai	Gò Dầu, Tân Sơn Nhất
122	O LON 4	NAM	1.16	Ông Lớn	Tân Sơn Nhất	266	TCAI 3	NAM	200.83	Thầy Cai	Tân Sơn Nhất
123	B LAO 1	NAM	1.53	Bà Lão	Tân Sơn Nhất	267	VCOD 1	NAM	117.06	Vàm Cỏ Đông	Gò Dầu, Tây Ninh, Dầu Tiếng
124	B LAO 2	NAM	9.13	Bà Lão	Tân Sơn Nhất	268	VCOD 2	NAM	118.97	Vàm Cỏ Đông	Gò Dầu
125	B LAO 3	NAM	3.79	Bà Lão	Tân Sơn Nhất	269	VCOD 3	NAM	239.8	Vàm Cỏ Đông	Gò Dầu, Tân Sơn Nhất
126	P XUAN 0	NAM	8.17	Phú Xuân	Tân Sơn Nhất	270	VCOD 4	NAM	41.95	Vàm Cỏ Đông	Tân Sơn Nhất, Tân An
127	P KIEN 1	NAM	1.38		Tân Sơn Nhất	271	VCOD 5	NAM	19.19	Vàm Cỏ Đông	Tân Sơn Nhất, Tân An
128	P KIEN 2	NAM	3.48		Tân Sơn Nhất	272	VCOD 6	NAM	104.11	Vàm Cỏ Đông	Tân Sơn Nhất, Tân An
129	P KIEN 3	NAM	0.78		Tân Sơn Nhất	273	TANHOA1	Urban	3	Tân Hòa	Tân Sơn Nhất
130	TOM 1	NAM	3.97		Tân Sơn Nhất	274	TANHOA2	Urban	3	Tân Hòa	Tân Sơn Nhất

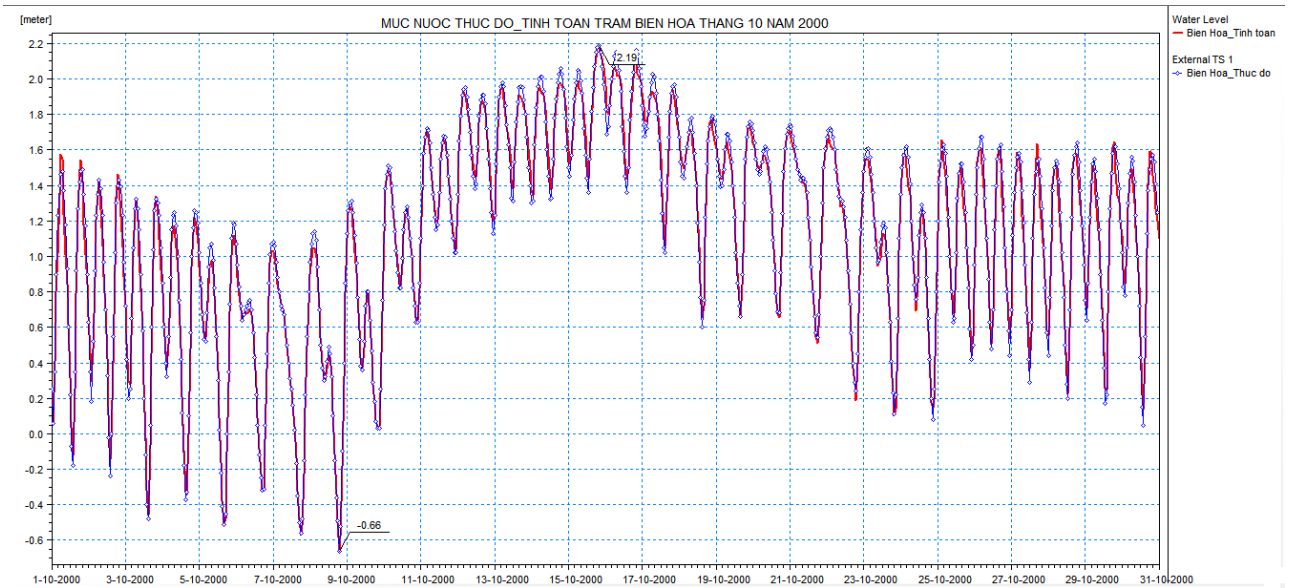
TT	Biên gia nhập	Mô Hình	F_{lv} (km^2)	Sông	Trạm Mưa	TT	Biên gia nhập	Mô Hình	F_{lv} (km^2)	Sông	Trạm Mưa
131	TOM 2	NAM	3.6		Tân Sơn Nhất	275	TANHOA3	Urban	3	Tân Hòa	Tân Sơn Nhất
132	KINH 1	NAM	3.09	Sông Kinh	Tân Sơn Nhất	276	TANHOA4	Urban	3	Tân Hòa	Tân Sơn Nhất
133	KINH 2	NAM	4.31	Sông Kinh	Tân Sơn Nhất	277	TANHOA5	Urban	3	Tân Hòa	Tân Sơn Nhất
134	KINH 3	NAM	3.35	Sông Kinh	Tân Sơn Nhất	278	TH_NGE1	Urban	4	Thị Nghè	Tân Sơn Nhất
135	KINH 4	NAM	2.4	Sông Kinh	Tân Sơn Nhất	279	TH_NGE2	Urban	4	Thị Nghè	Tân Sơn Nhất
136	K LO 1	NAM	13.22	Sông Kinh Lộ	Tân Sơn Nhất	280	TH_NGE3	Urban	4	Thị Nghè	Tân Sơn Nhất
137	K LO 2	NAM	2.64	Sông Kinh Lộ	Tân Sơn Nhất	281	TH_NGE4	Urban	4	Thị Nghè	Tân Sơn Nhất
138	K LO 3	NAM	6.91	Sông Kinh Lộ	Tân Sơn Nhất	282	TH_NGE5	Urban	4	Thị Nghè	Tân Sơn Nhất
139	LO 1	NAM	9.74	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất	283	TH_NGE6	Urban	4	Thị Nghè	Tân Sơn Nhất
140	LO 2	NAM	4.94	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất	284	TH_NGE7	Urban	4	Thị Nghè	Tân Sơn Nhất
141	LO 3	NAM	0.64	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất	285	TH_NGE8	Urban	4	Thị Nghè	Tân Sơn Nhất
142	LO 4	NAM	6.28	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất	286	NGOC_1	NAM	23.6	Sông Ngọc	Biên Hòa
143	HANG 1	NAM	3.64	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất						
144	HANG 2	NAM	4.43	Kênh Hàng	Tân Sơn Nhất						



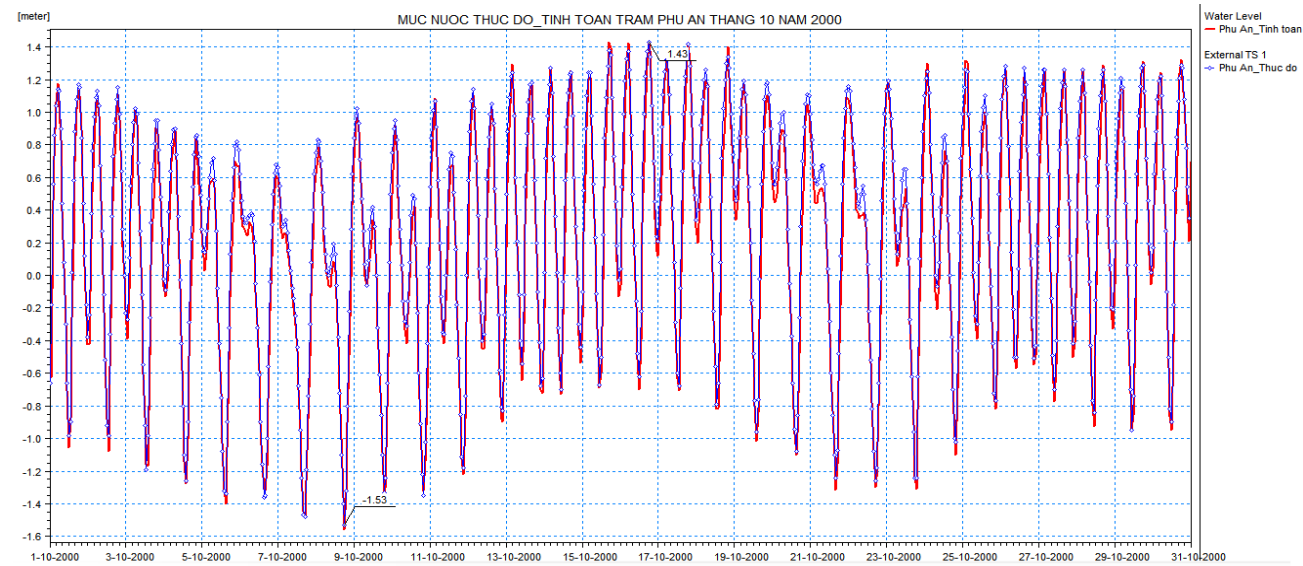
Kết quả hiệu chỉnh mực nước tại trạm Nhà Bè 10/2000



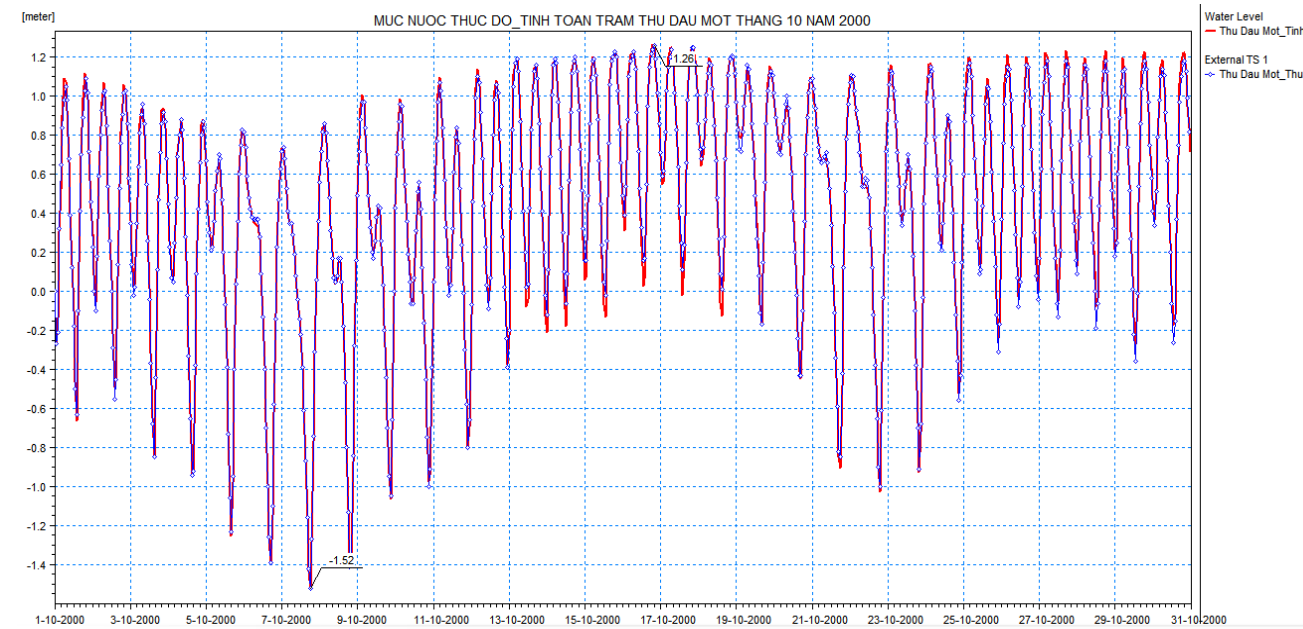
Kết quả hiệu chỉnh mực nước tại trạm Bến Lức 10/2000



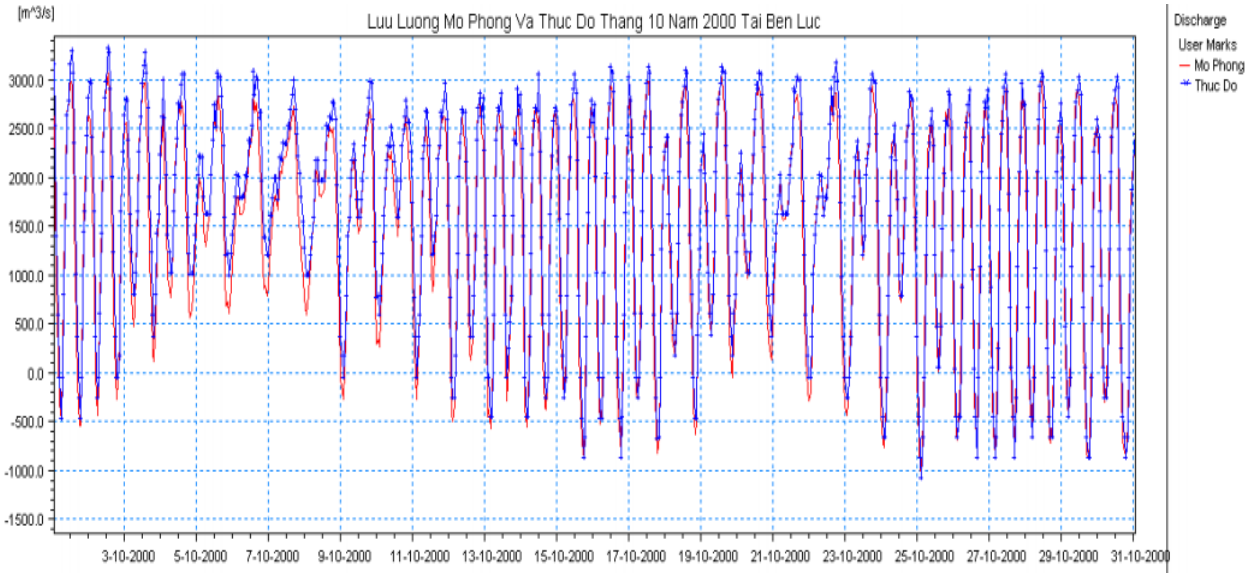
Kết quả hiệu chỉnh mực nước tại trạm Biên Hòa 10/2000



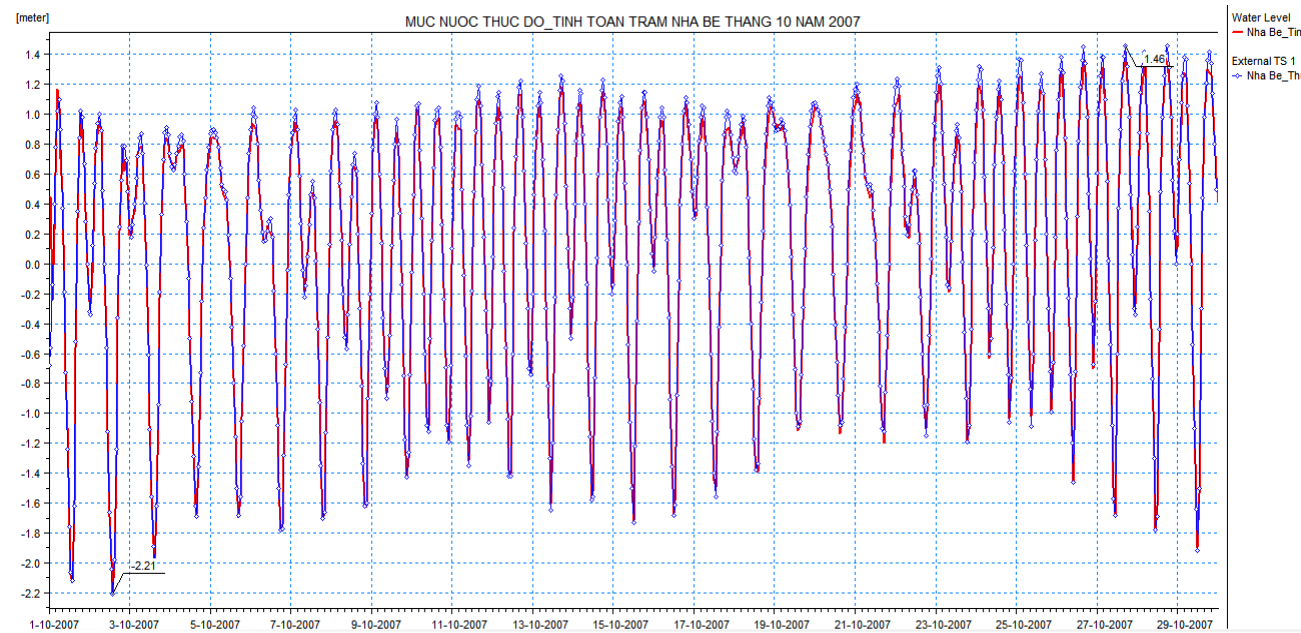
Kết quả hiệu chỉnh mực nước tại trạm Phú An 10/2000



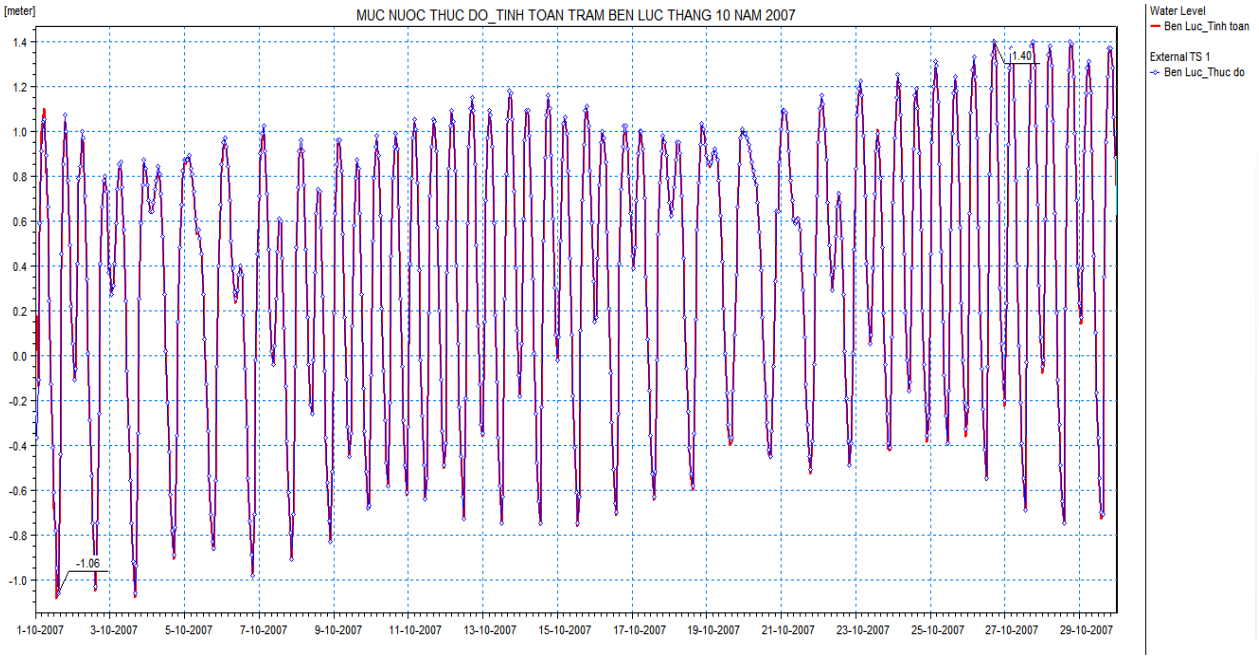
Hình 5. 1**:** *Kết quả hiệu chỉnh mực nước tại trạm Thủ Dầu Một 10/2000*



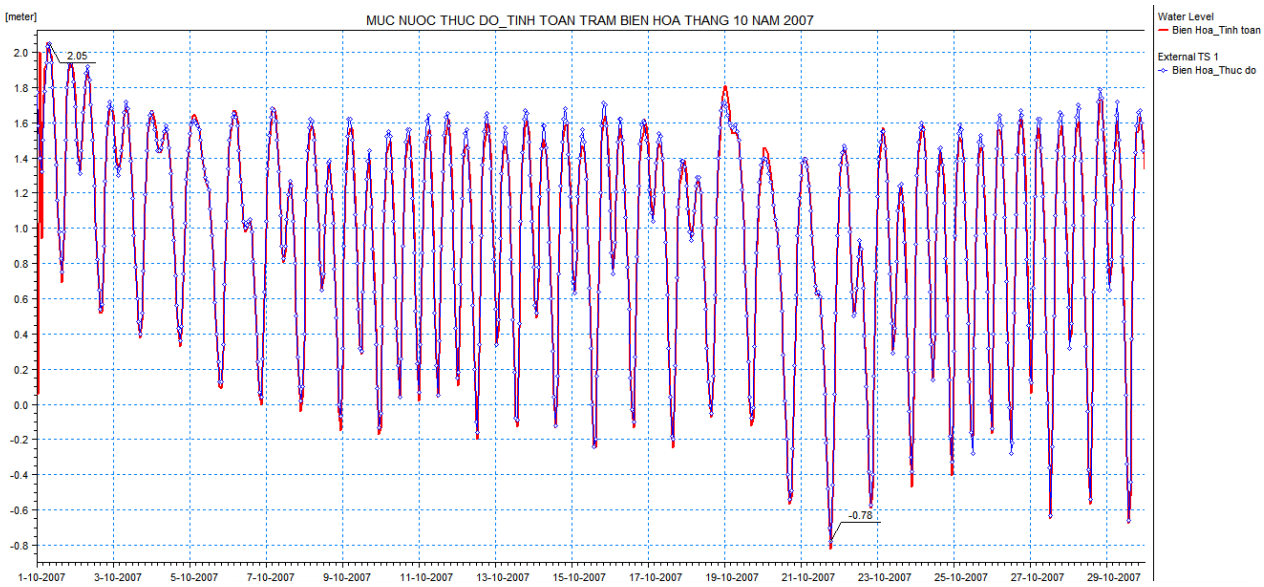
Kết quả hiệu chỉnh lưu lượng tại trạm Bến Lức 10/2000



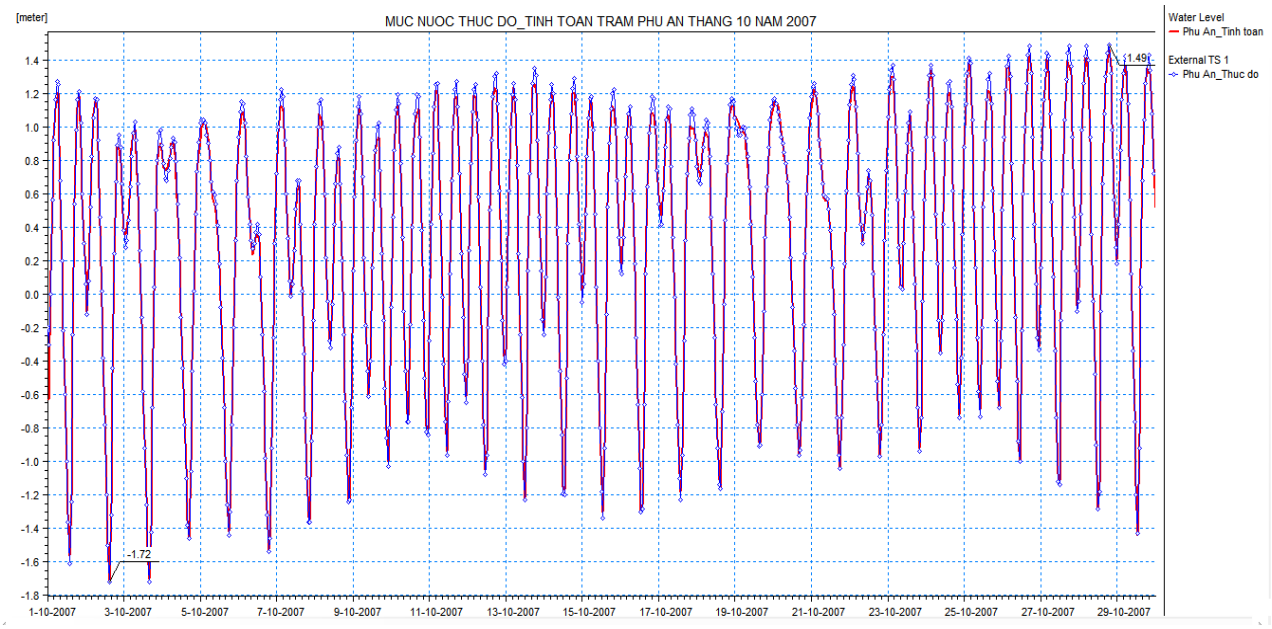
Kết quả kiểm định mực nước tại trạm Nhà Bè 10/2007



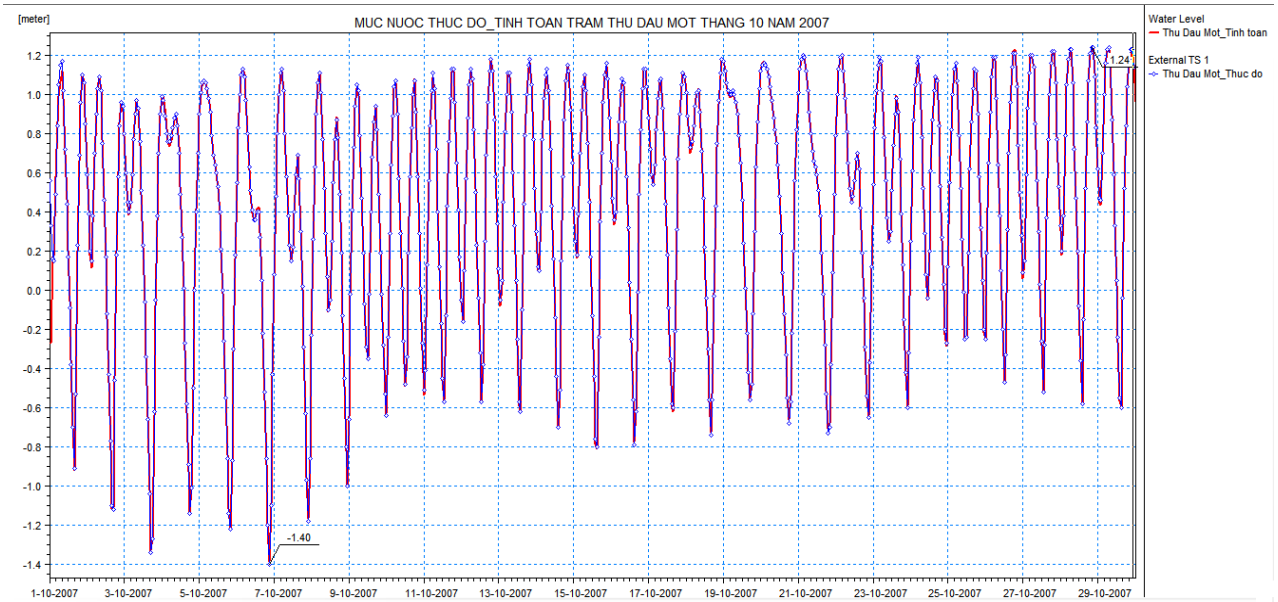
Kết quả kiểm định mực nước tại trạm Bến Lức 10/2007



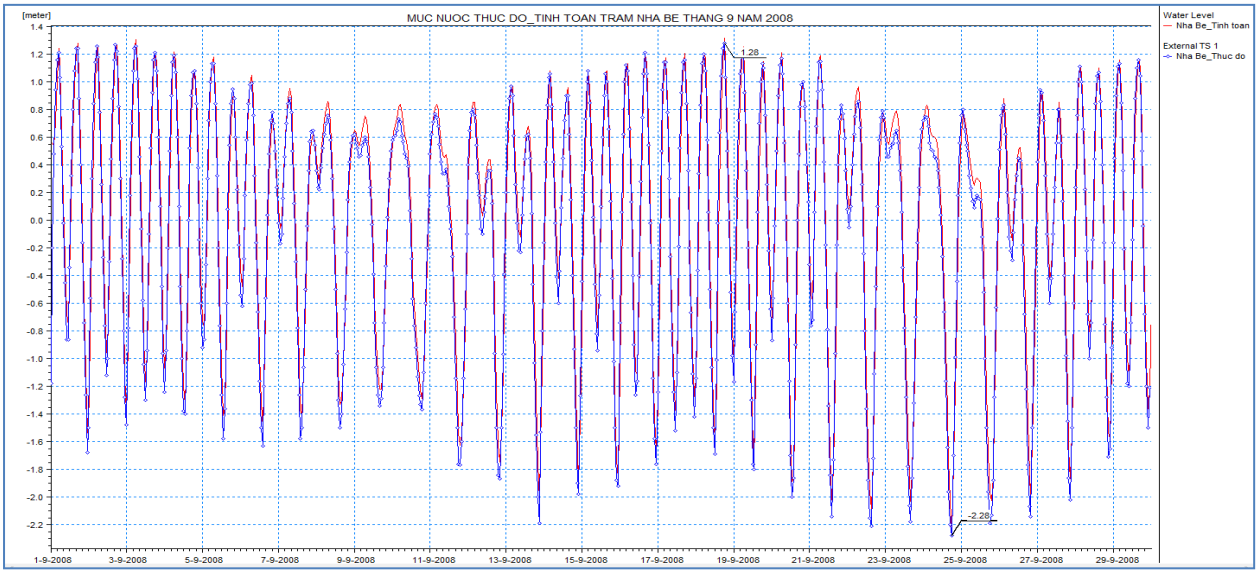
Kết quả kiểm định mực nước tại trạm Biên Hòa 10/2007



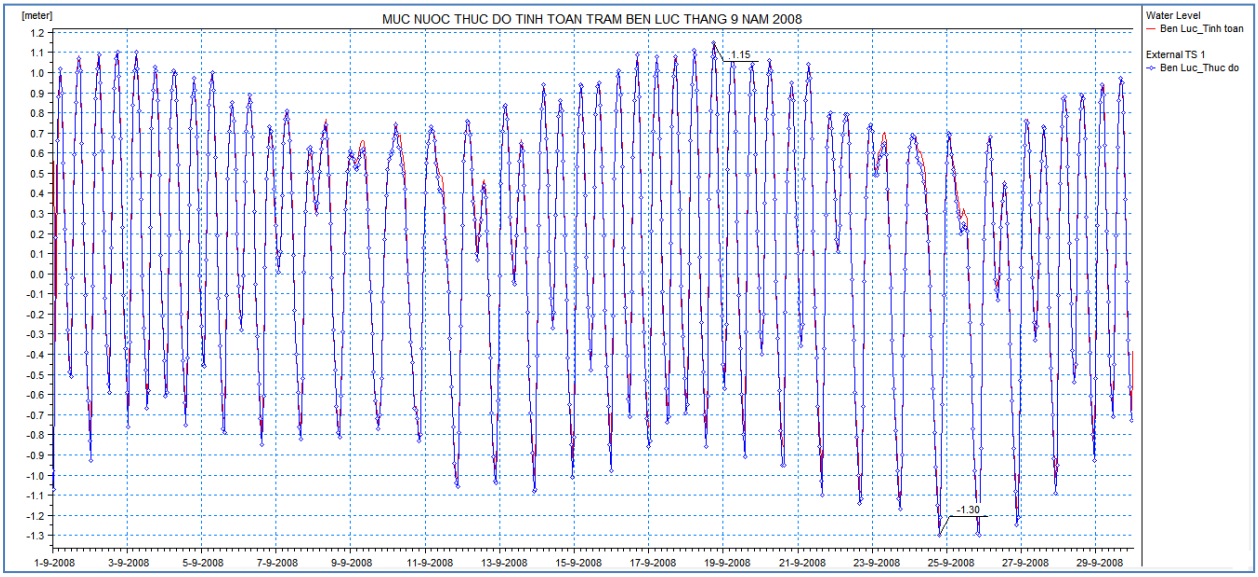
Kết quả kiểm định mực nước tại trạm Phú An 10/2007



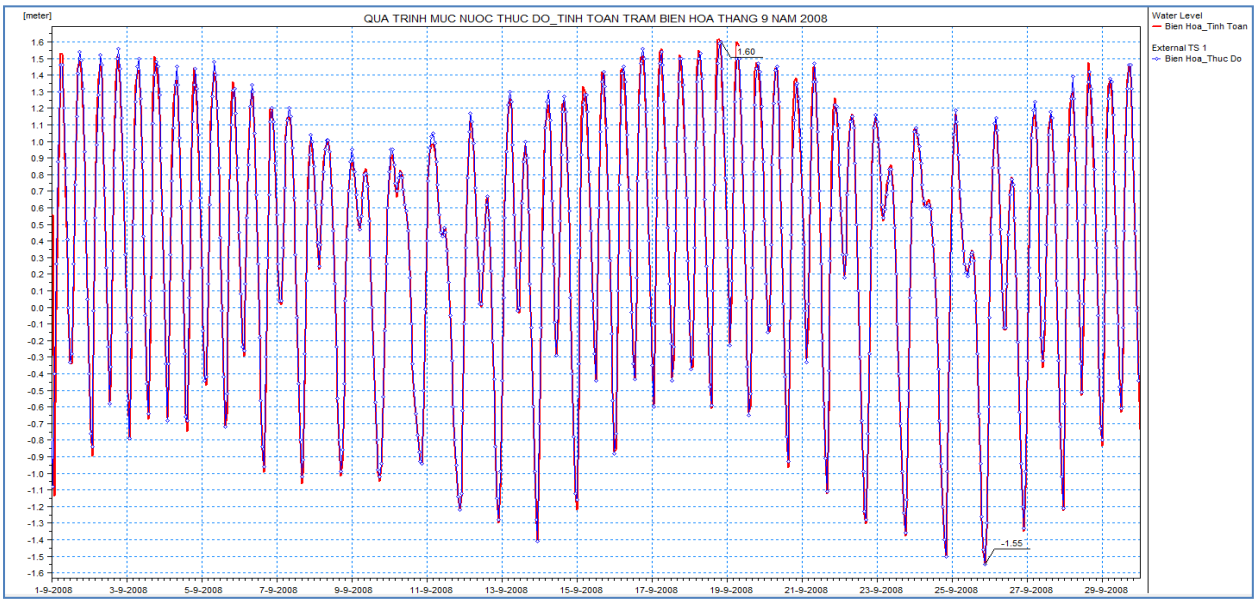
Kết quả kiểm định mực nước tại trạm Thủ Dầu Một 10/2007



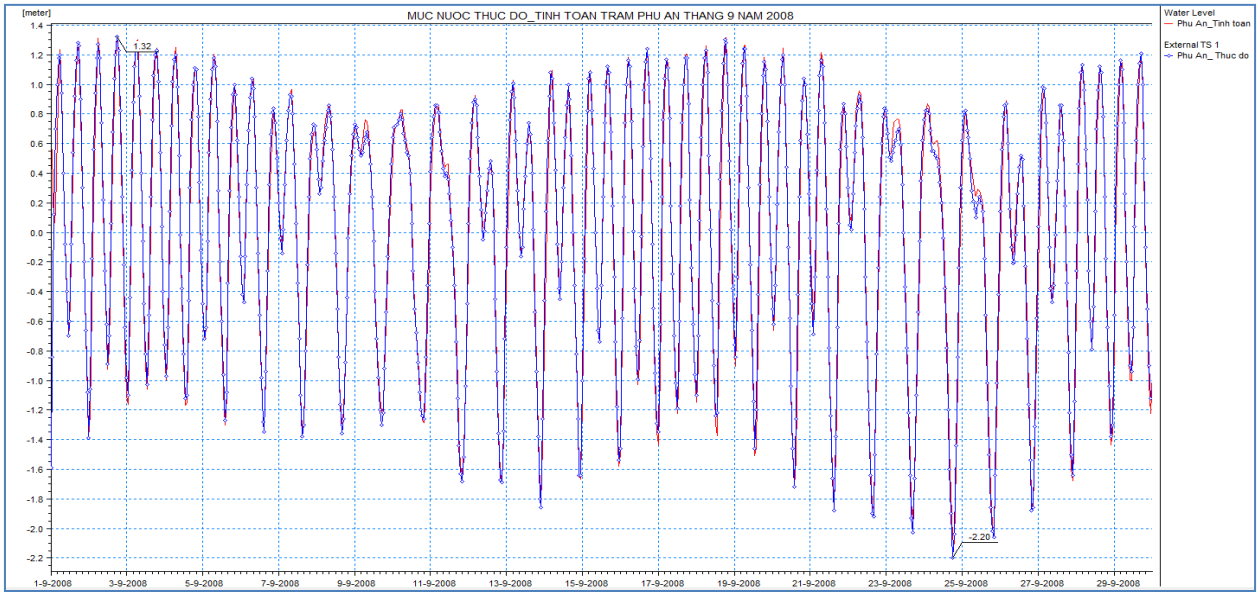
Kết quả kiểm định mực nước tại trạm Nhà Bè tháng 9/2008



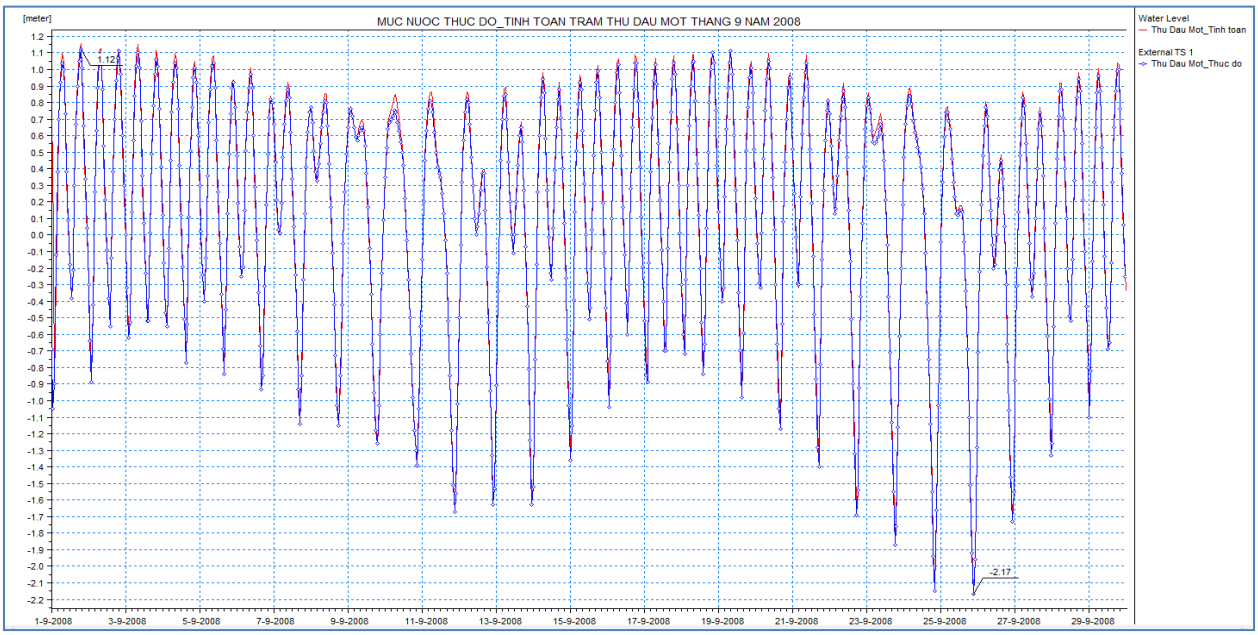
Kết quả kiểm định mực nước tại trạm Bến Lức tháng 9/2008



Kết quả kiểm định mực nước tại trạm Biên Hòa tháng 9/2008

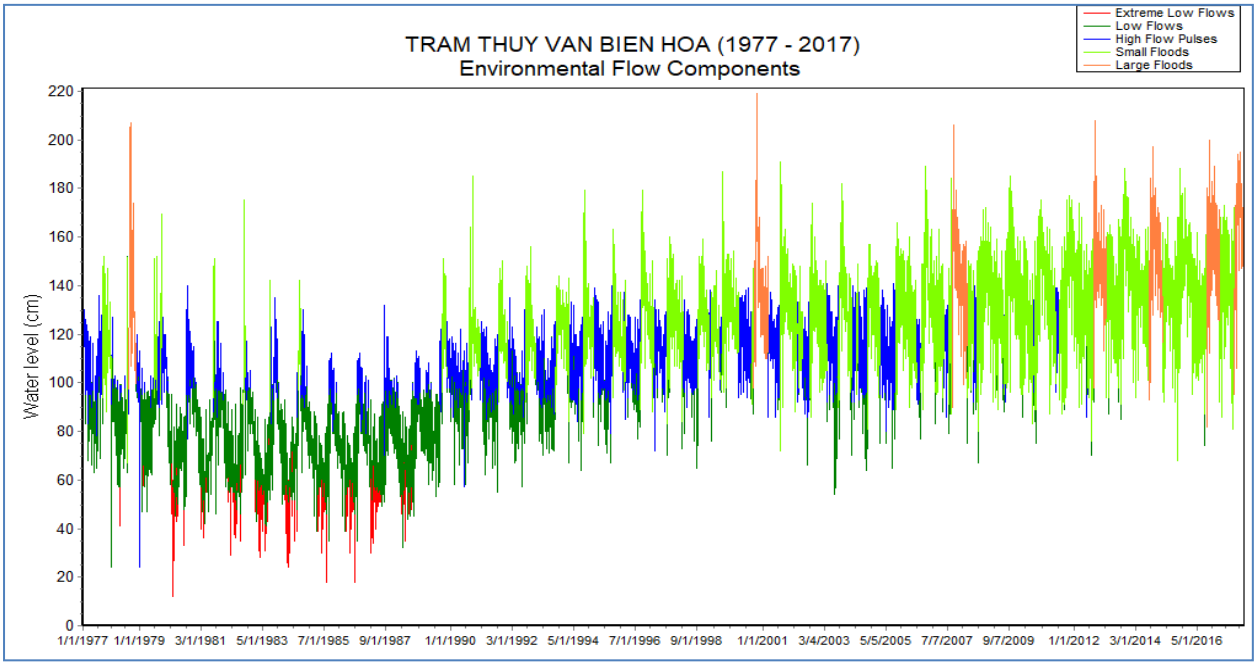


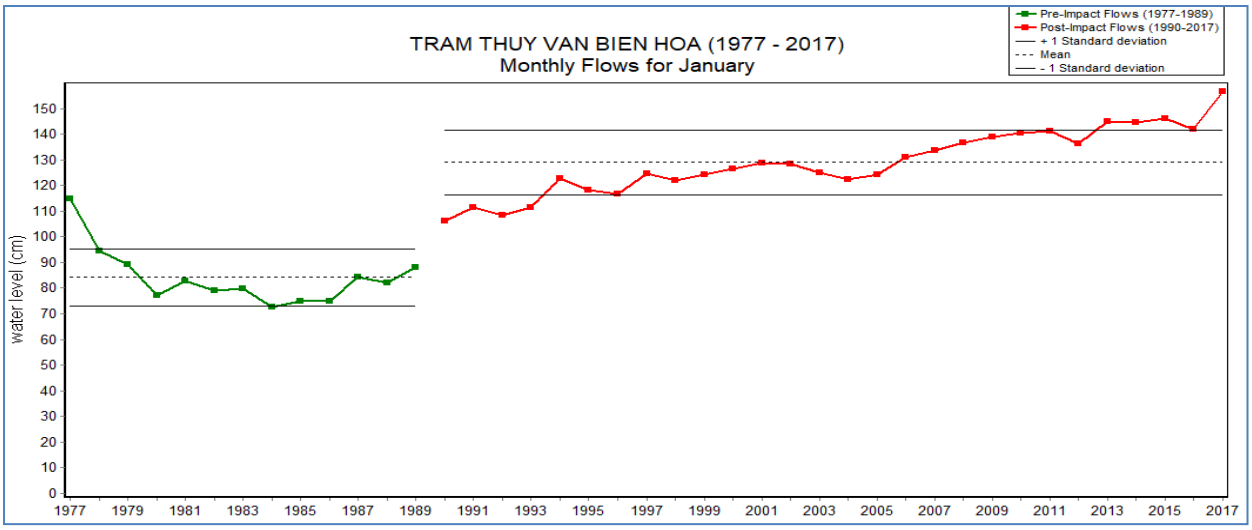
Kết quả kiểm định mực nước tại trạm Phú An tháng 9/2008

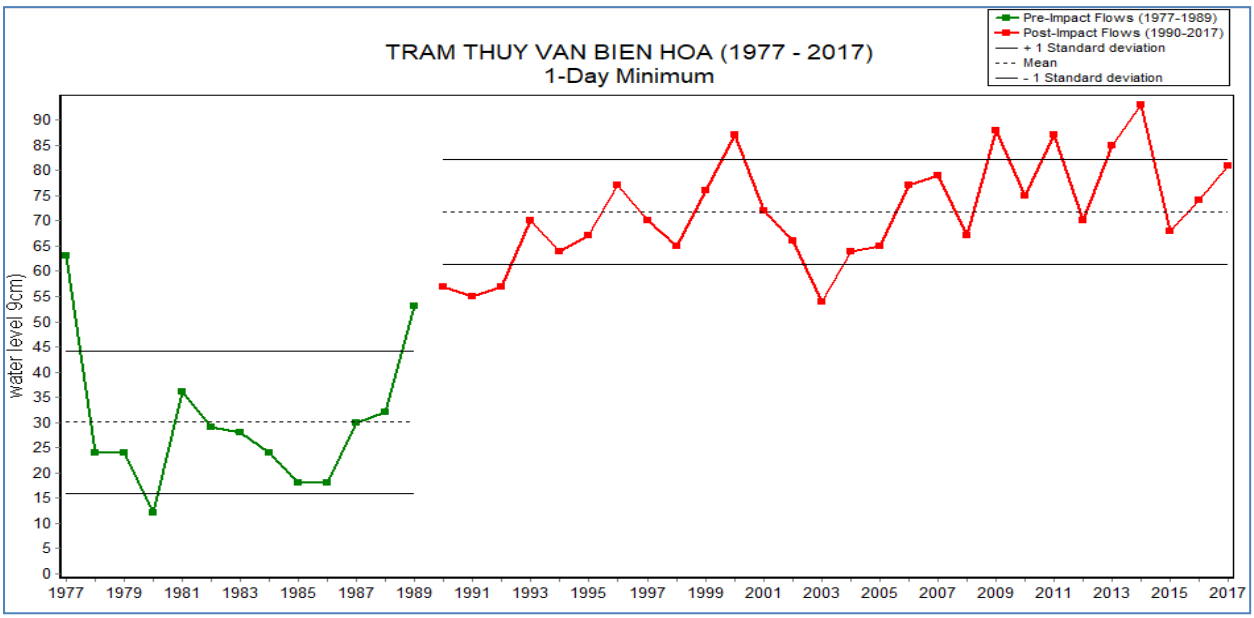


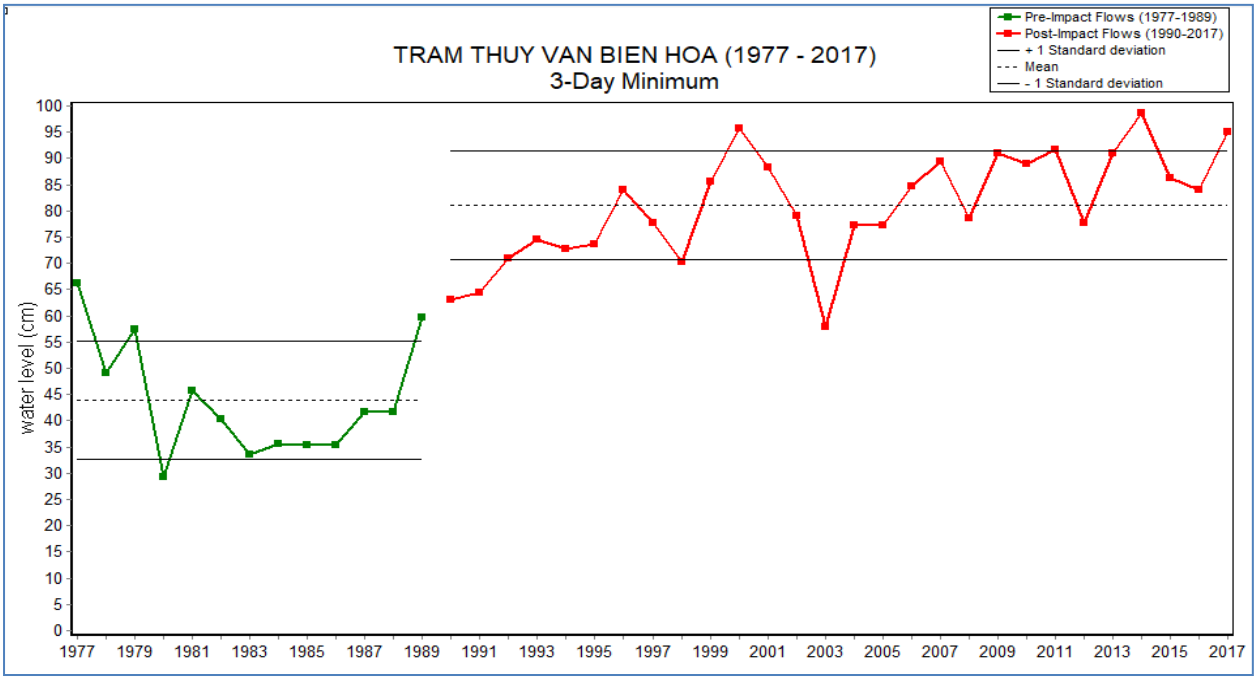
Kết quả kiểm định mực nước tại trạm Thủ Dầu Một tháng 9/2008

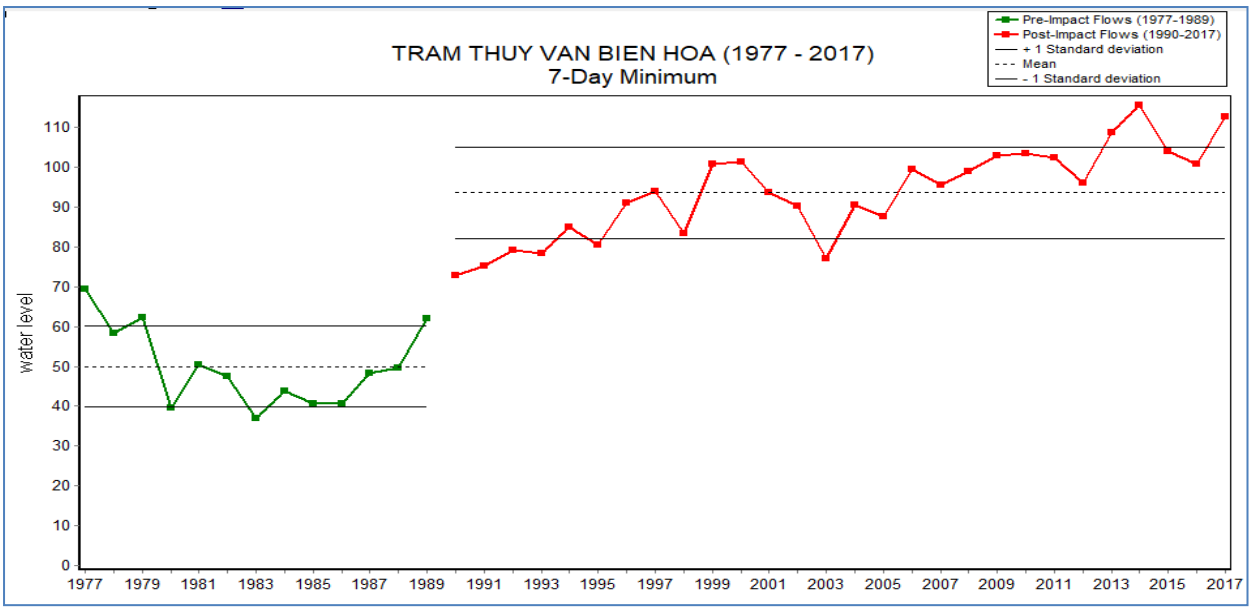
Phụ lục kết quả tính mô hình IHA

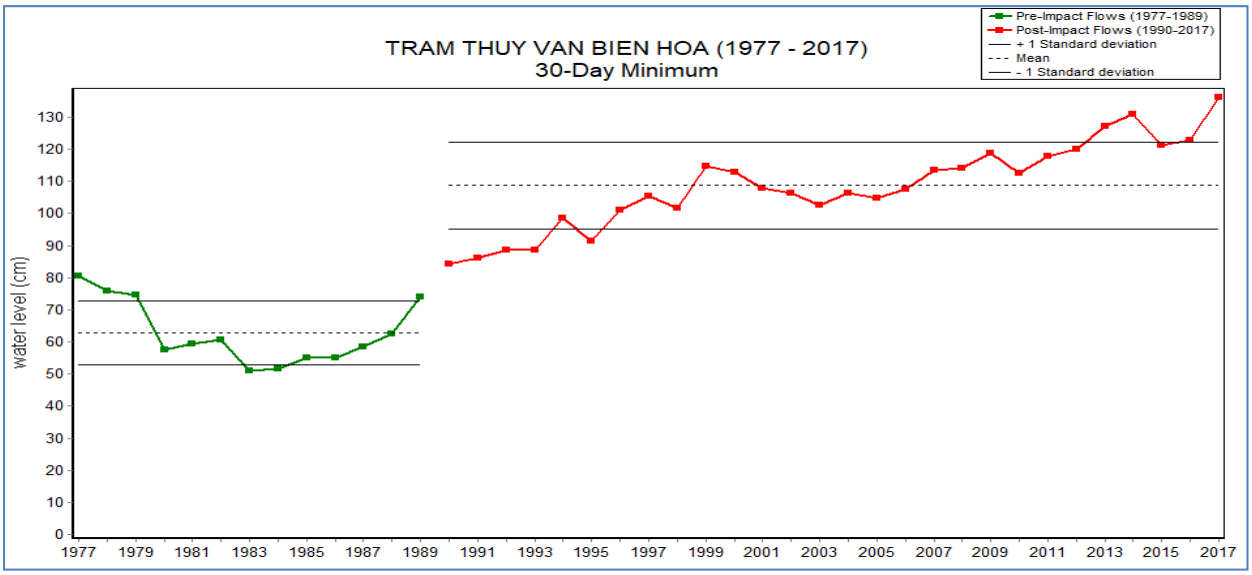

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Environmental Flow Components
Extreme Low Flows
Low Flows
High Flow Pulses
Small Floods
Large Floods
Water level (cm)
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
1/1/1977 1/1/1979 3/1/1981 5/1/1983 7/1/1985 9/1/1987 1/1/1990 3/1/1992 5/1/1994 7/1/1996 9/1/1998 1/1/2001 3/4/2003 5/5/2005 7/7/2007 9/7/2009 1/1/2012 3/1/2014 5/1/2016

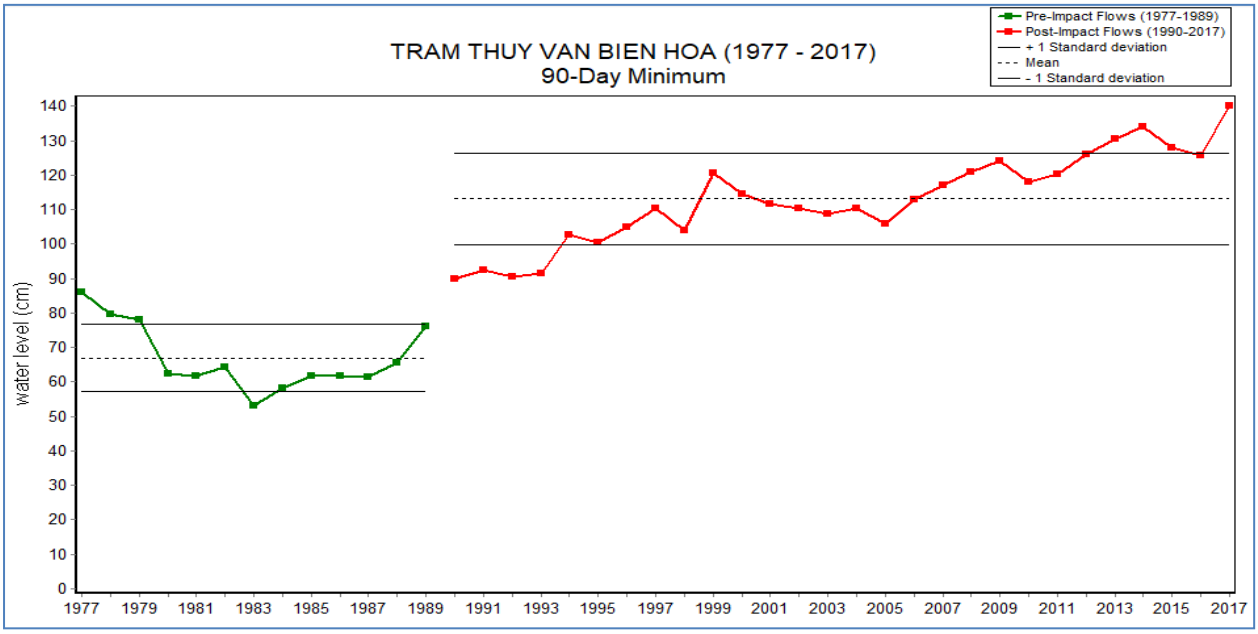

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for January
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
+ 1 Standard deviation
Mean
- 1 Standard deviation
water level (cm)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
1977 1979 1981 1983 1985 1987 1989 1991 1993 1995 1997 1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011 2013 2015 2017

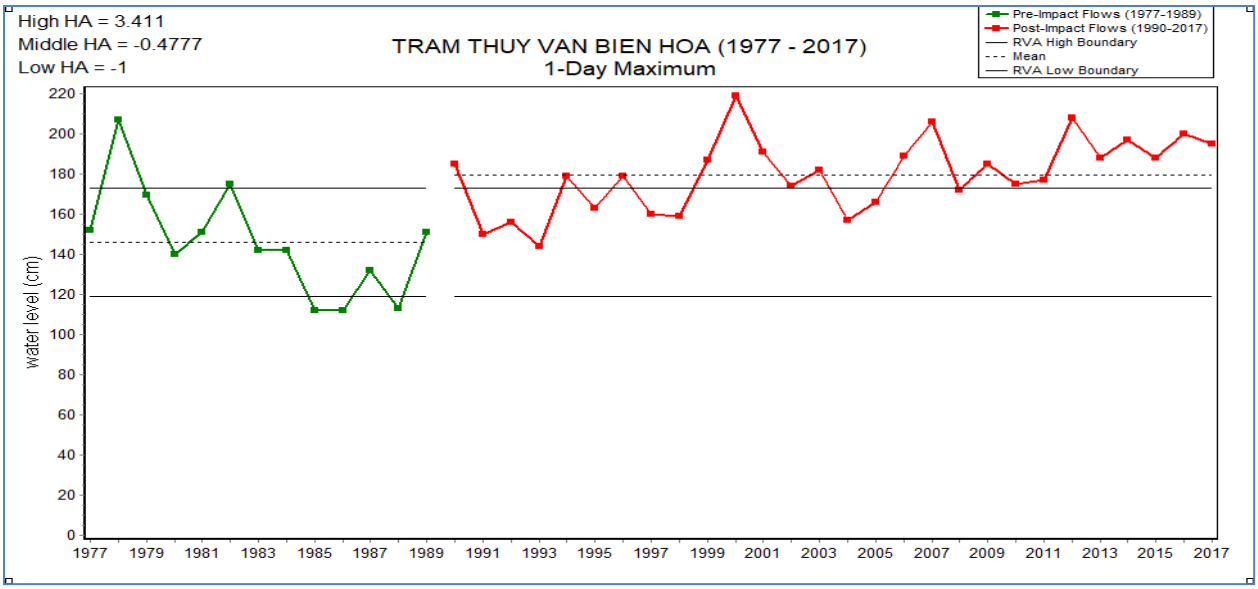

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
1-Day Minimum
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
+ 1 Standard deviation
Mean
- 1 Standard deviation
water level 9cm)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
1977 1979 1981 1983 1985 1987 1989 1991 1993 1995 1997 1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011 2013 2015 2017

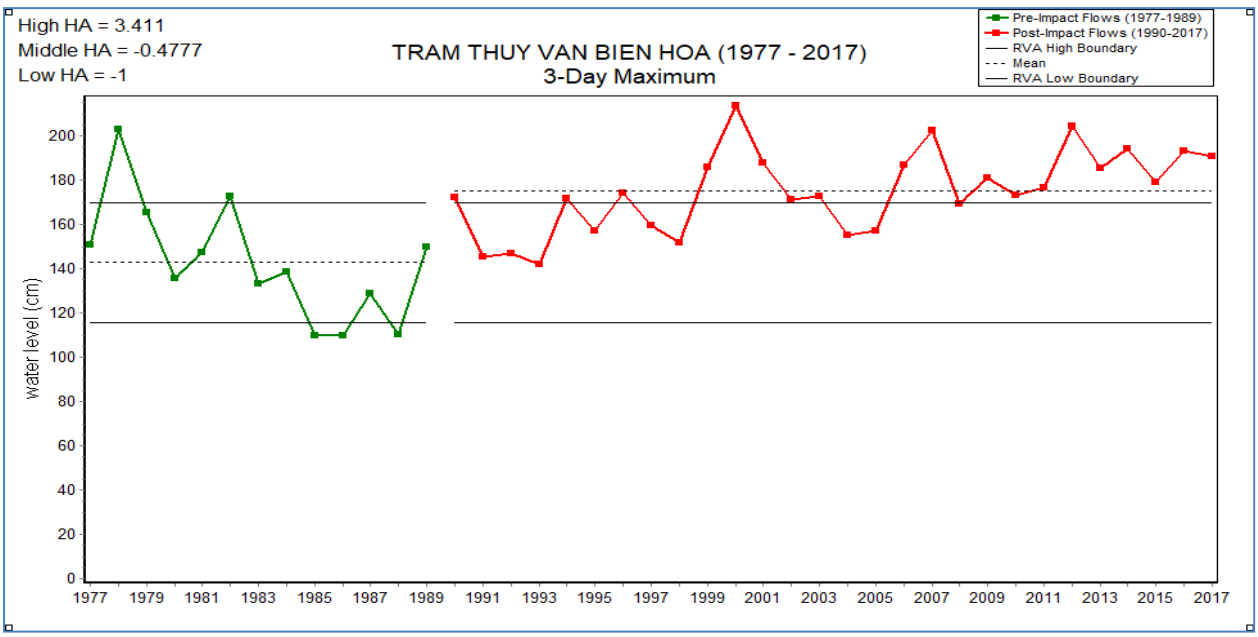

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
3-Day Minimum
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
+ 1 Standard deviation
Mean
- 1 Standard deviation
water level (cm)

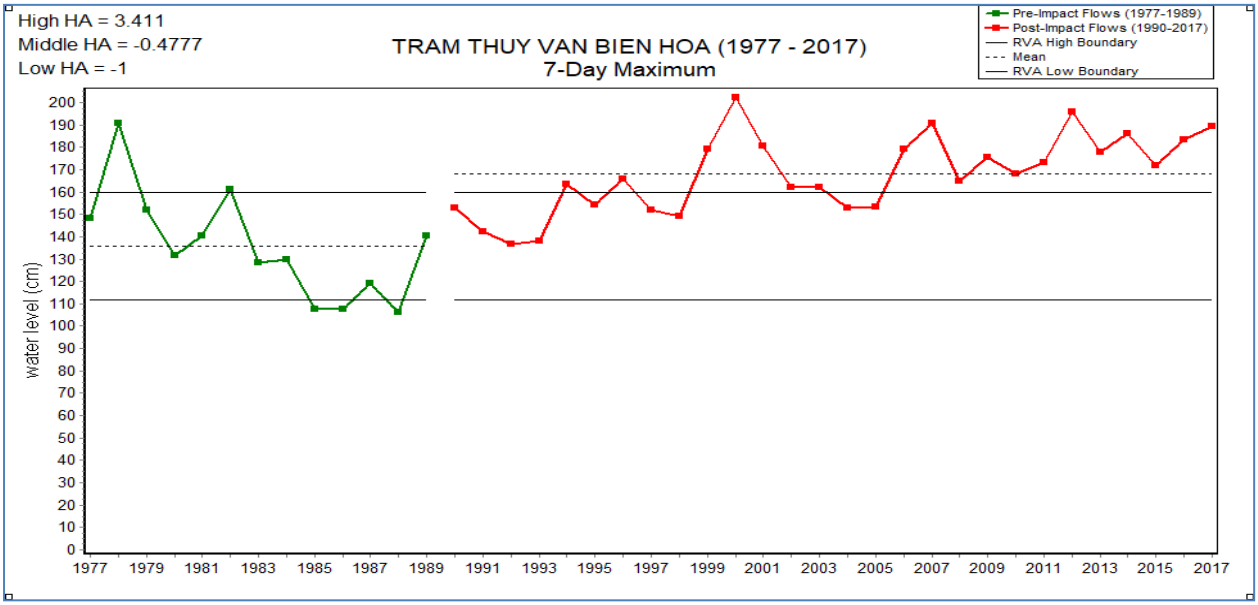

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
7-Day Minimum
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
+ 1 Standard deviation
Mean
- 1 Standard deviation
water level

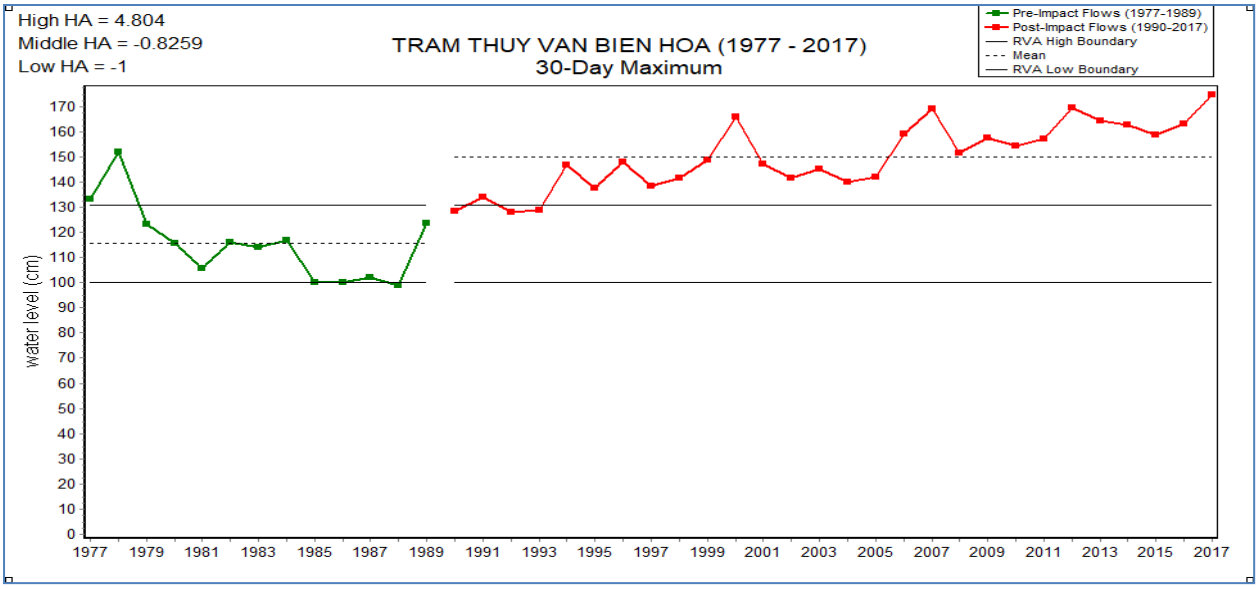

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
30-Day Minimum
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
+ 1 Standard deviation
Mean
- 1 Standard deviation
water level (cm)

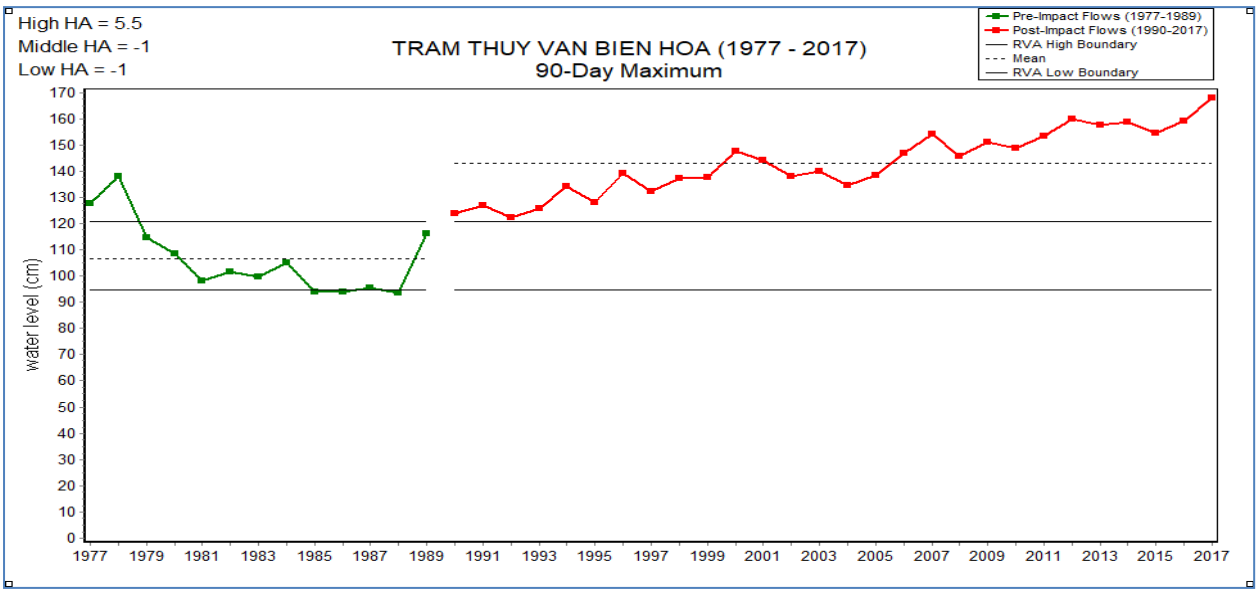

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
90-Day Minimum
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
+ 1 Standard deviation
Mean
- 1 Standard deviation
water level (cm)

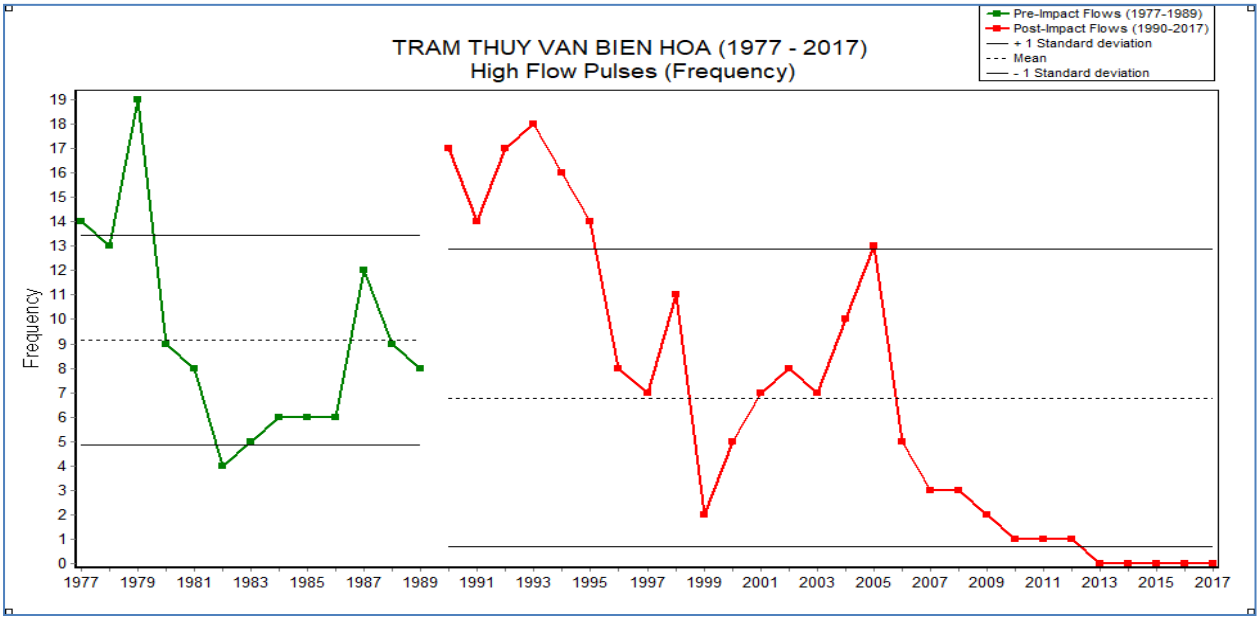

High HA = 3.411
Middle HA = -0.4777
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
1-Day Maximum
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)

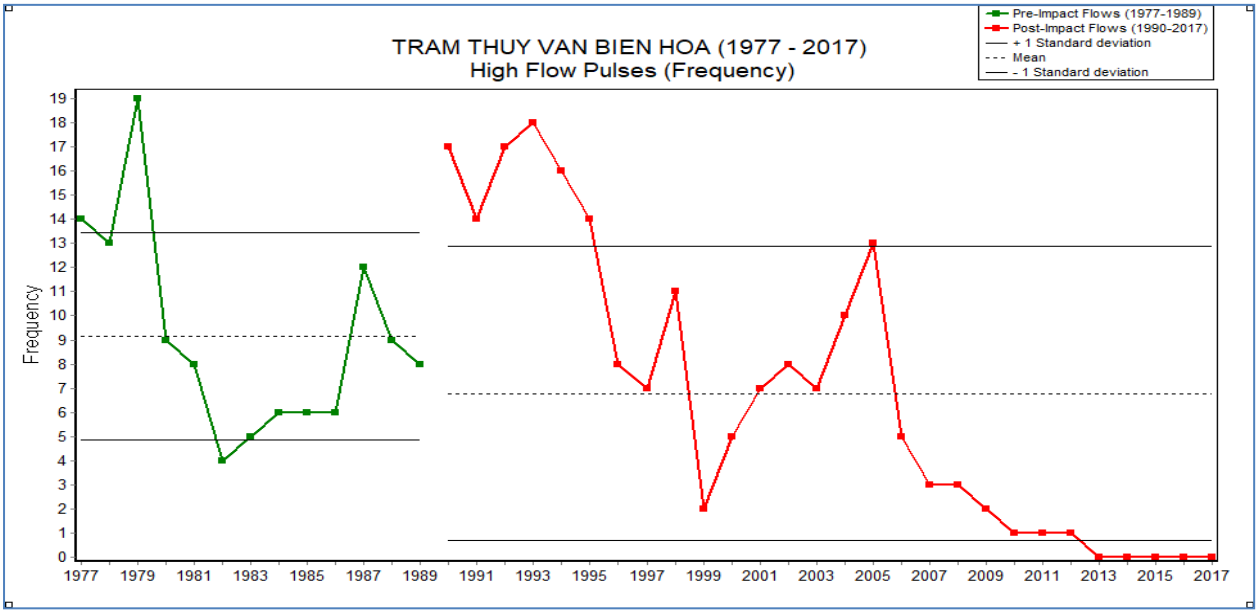

High HA = 3.411
Middle HA = -0.4777
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
3-Day Maximum
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)

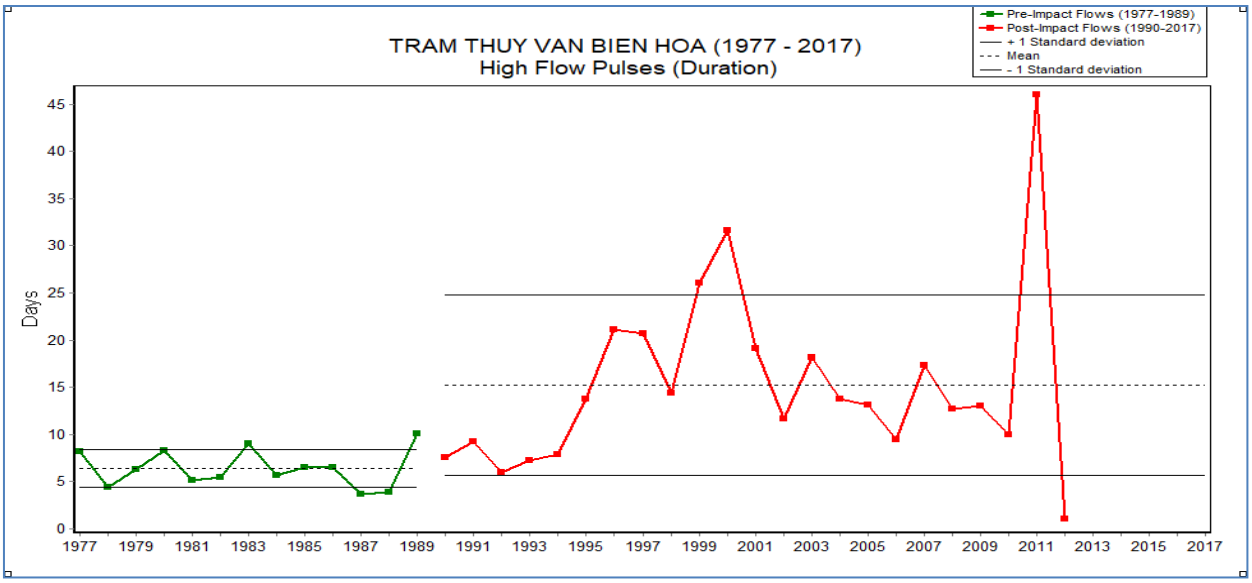

High HA = 3.411
Middle HA = -0.4777
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
7-Day Maximum
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)

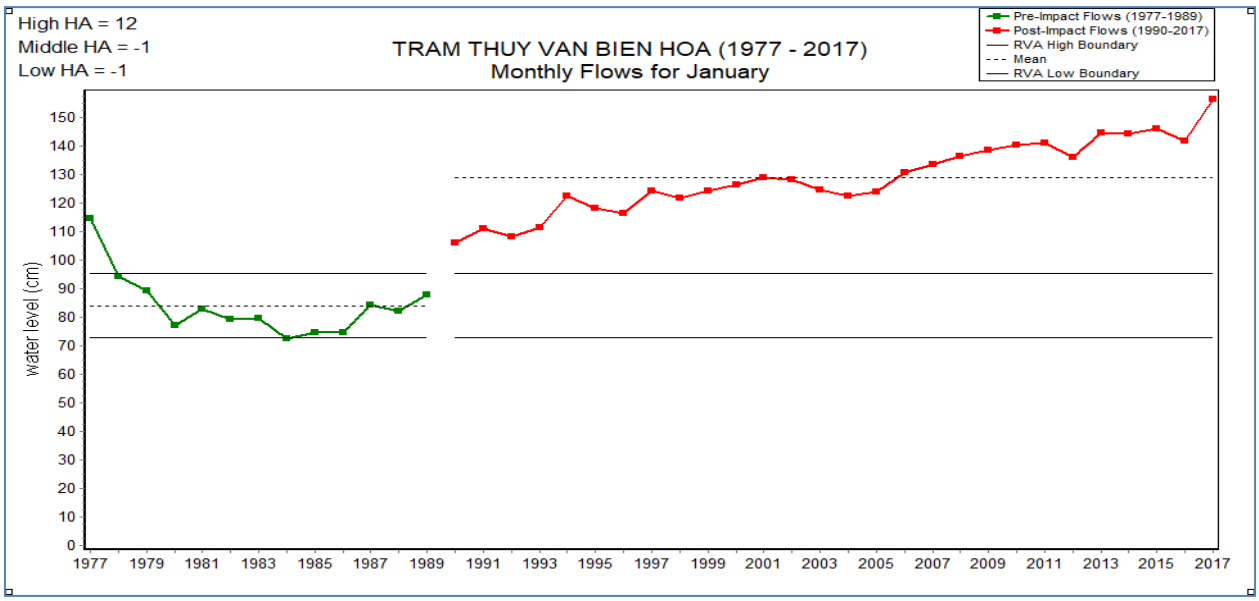

High HA = 4.804
Middle HA = -0.8259
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
30-Day Maximum
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)

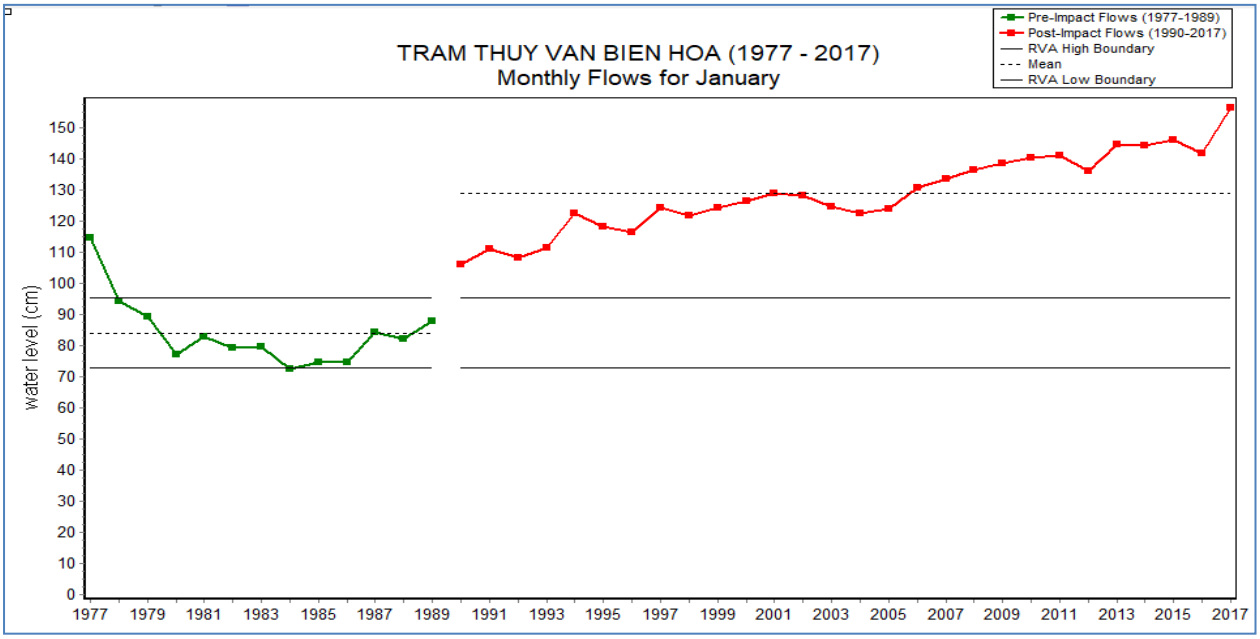

High HA = 5.5
Middle HA = -1
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
90-Day Maximum
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)

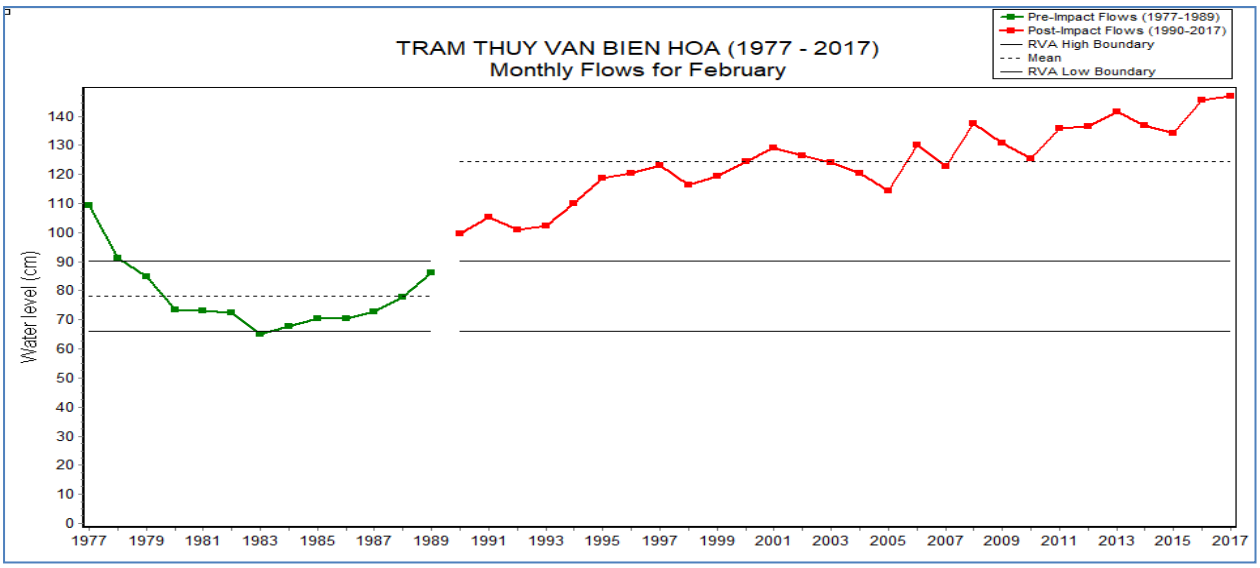

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
High Flow Pulses (Frequency)
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
+ 1 Standard deviation
Mean
- 1 Standard deviation
Frequency
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
1977
1979
1981
1983
1985
1987
1989
1991
1993
1995
1997
1999
2001
2003
2005
2007
2009
2011
2013
2015
2017

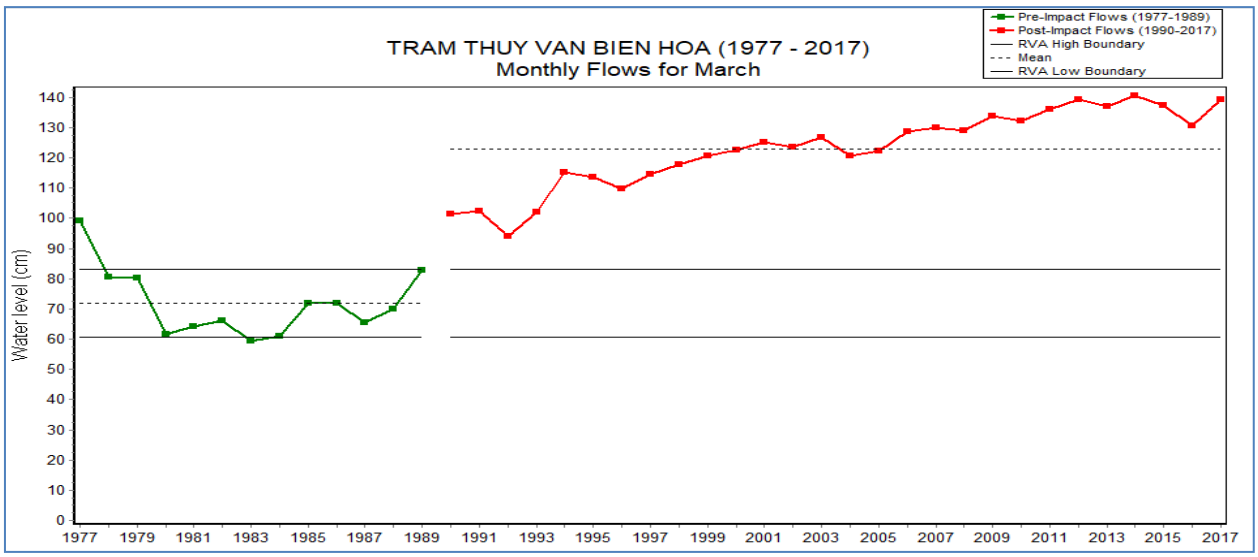

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
High Flow Pulses (Frequency)
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
+ 1 Standard deviation
Mean
- 1 Standard deviation
Frequency

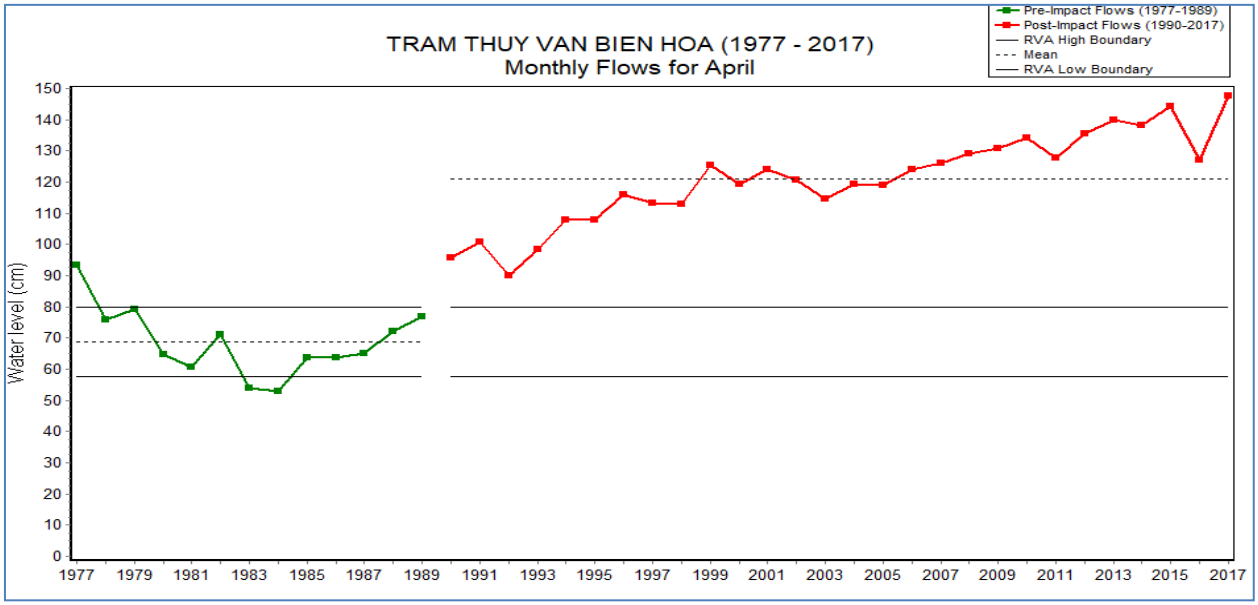

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
High Flow Pulses (Duration)
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
+ 1 Standard deviation
Mean
- 1 Standard deviation
Days

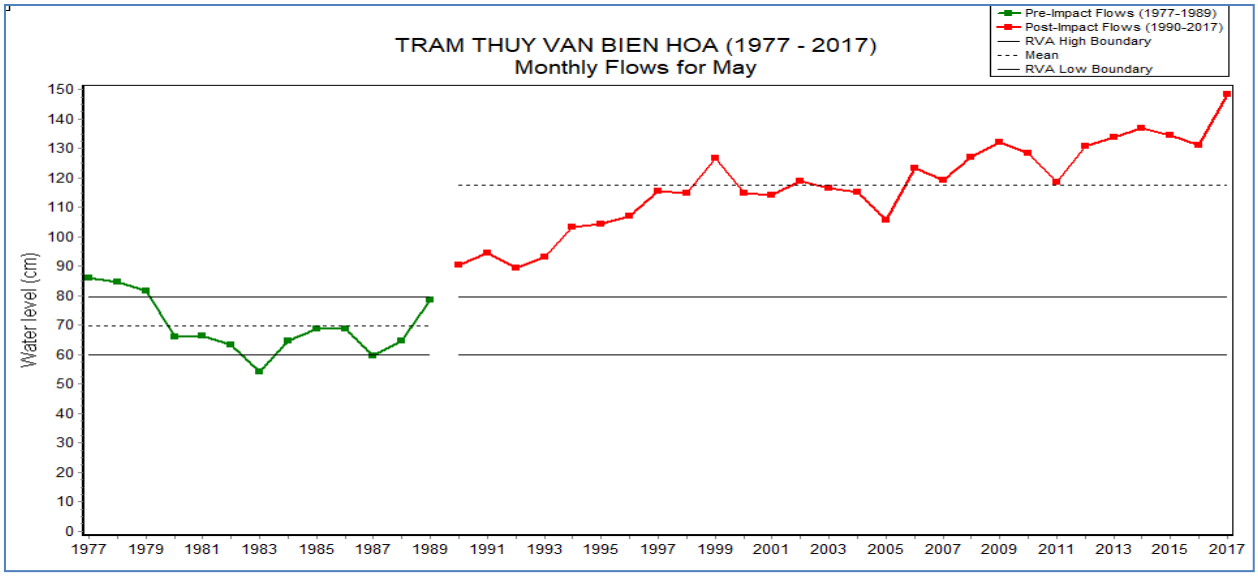

High HA = 12
Middle HA = -1
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for January
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)

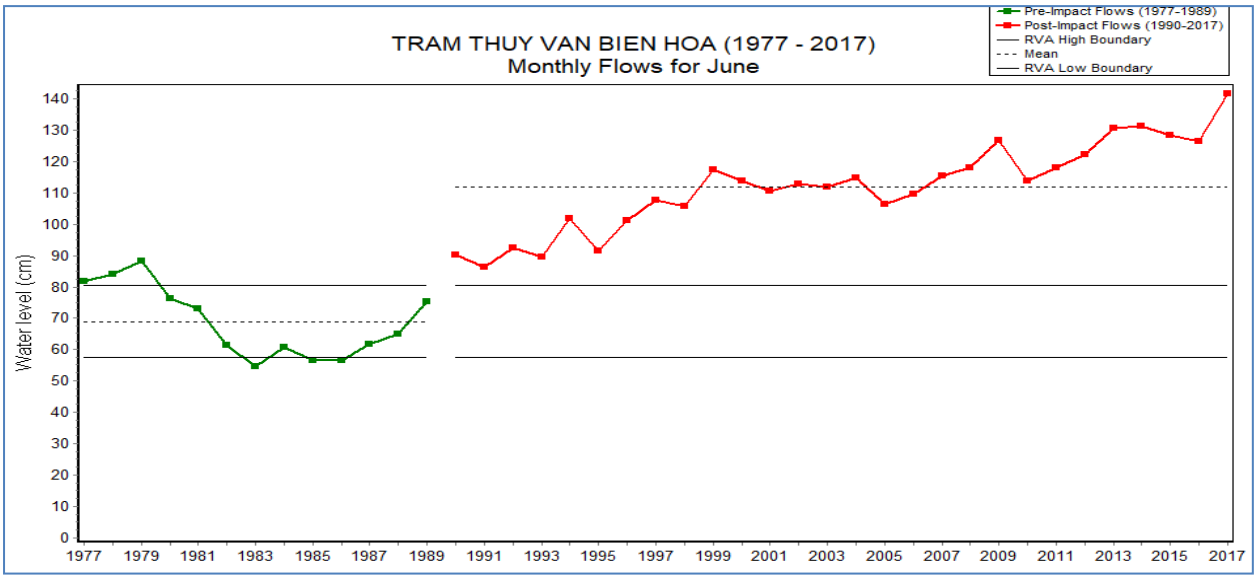

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for January
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)

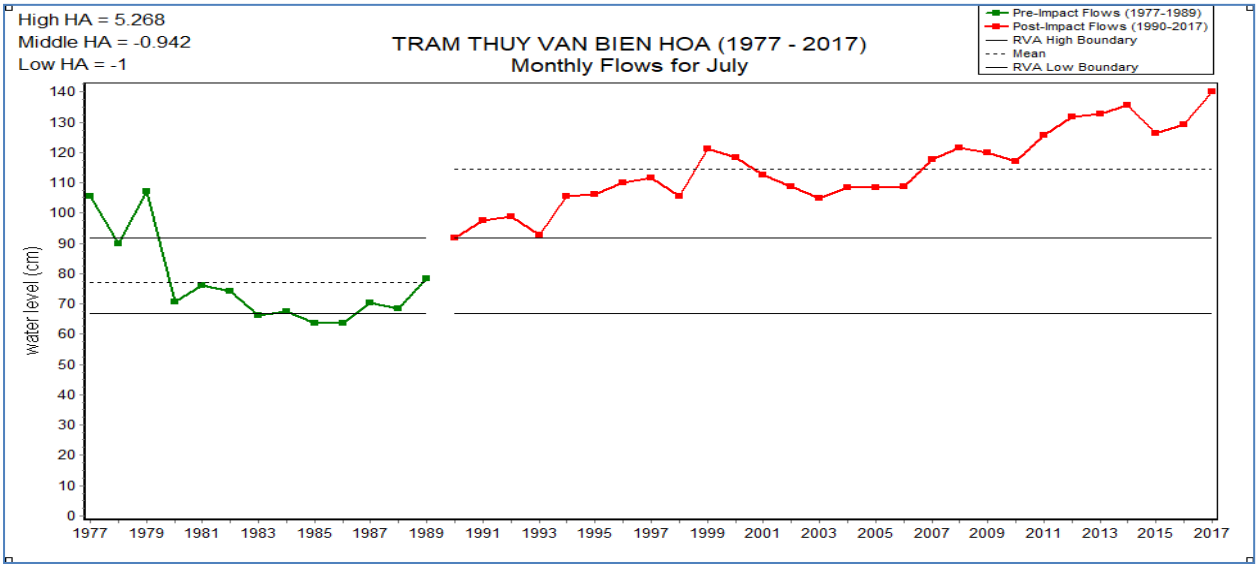

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for February
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Water level (cm)

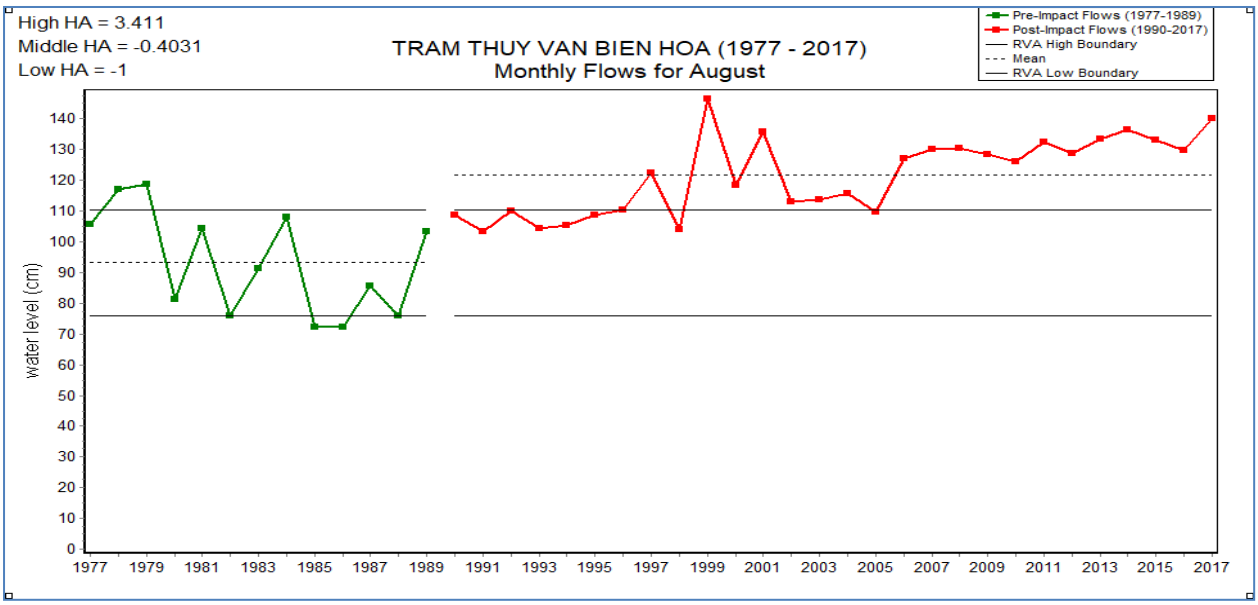

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for March
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Water level (cm)

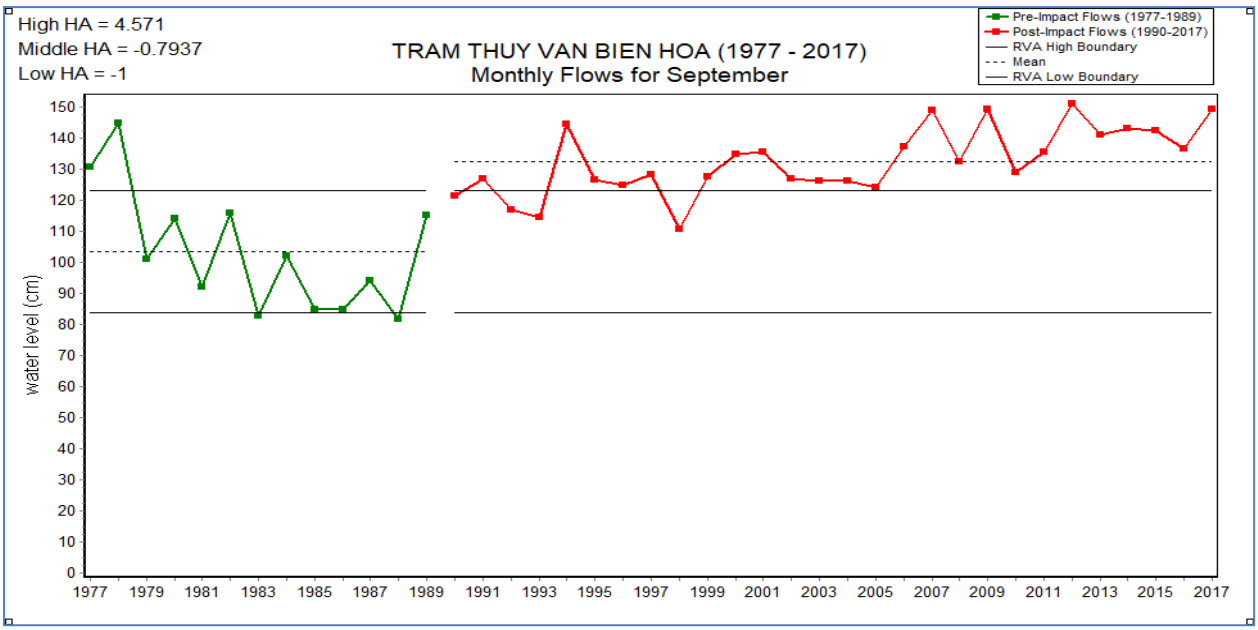

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for April
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Water level (cm)

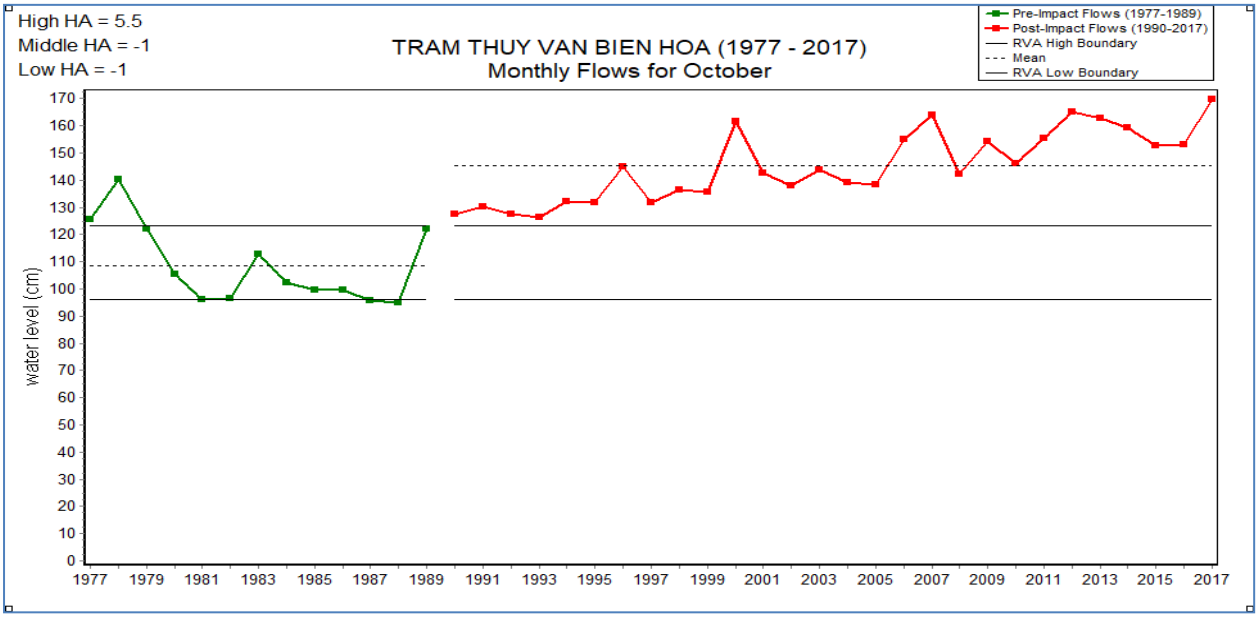

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for May
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Water level (cm)

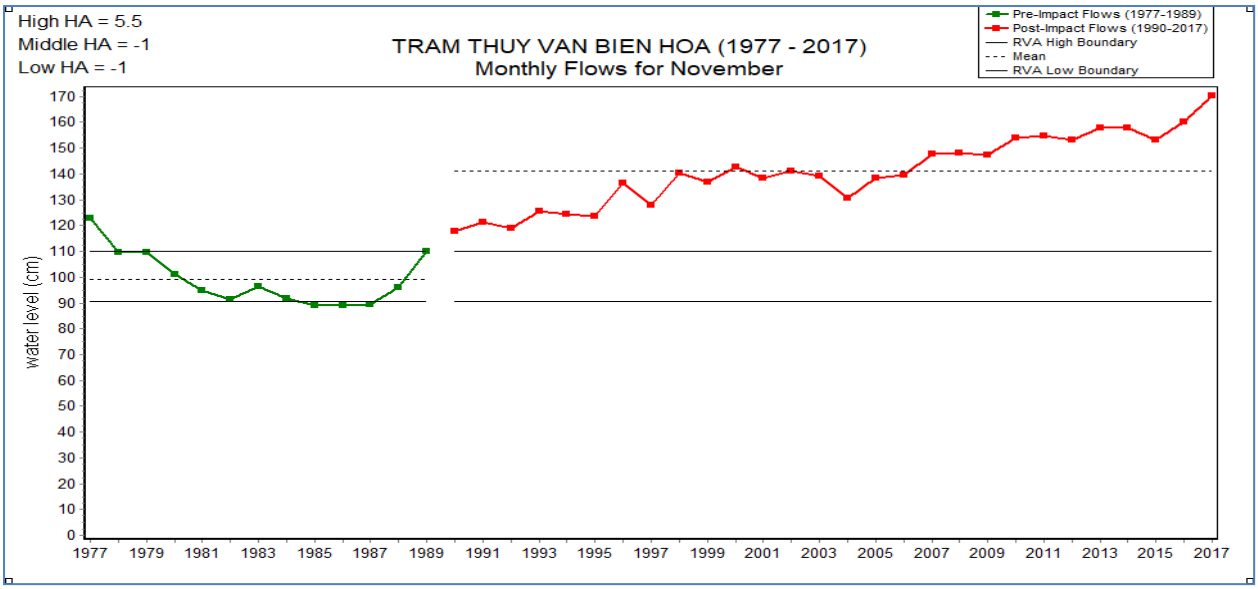

TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for June
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
Water level (cm)

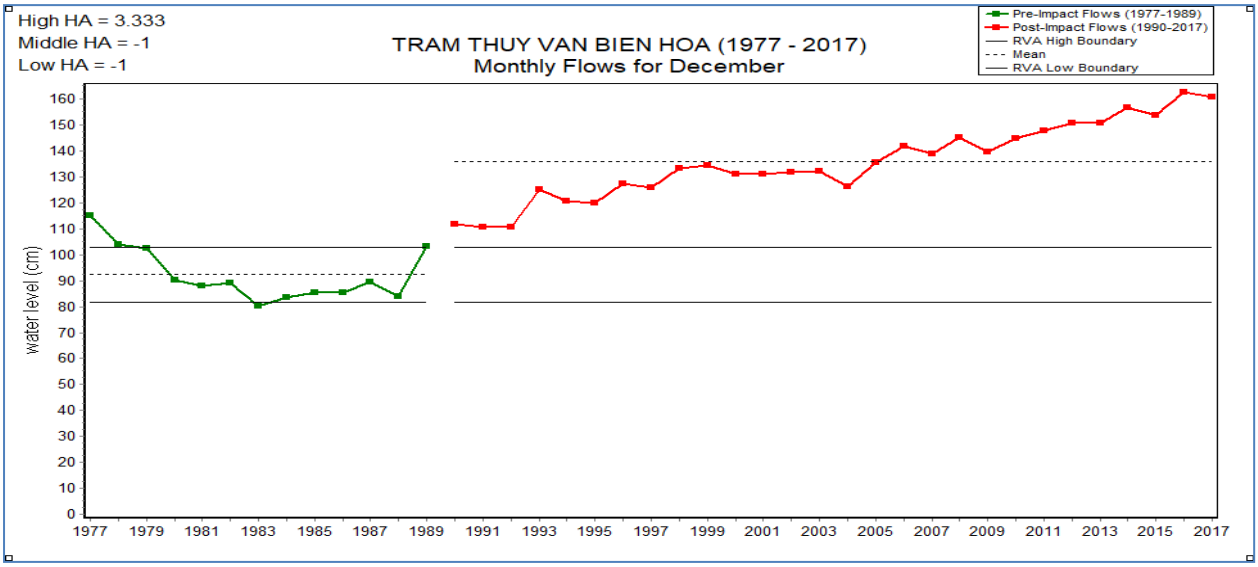

High HA = 5.268
Middle HA = -0.942
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for July
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)


High HA = 3.411
Middle HA = -0.4031
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for August
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)

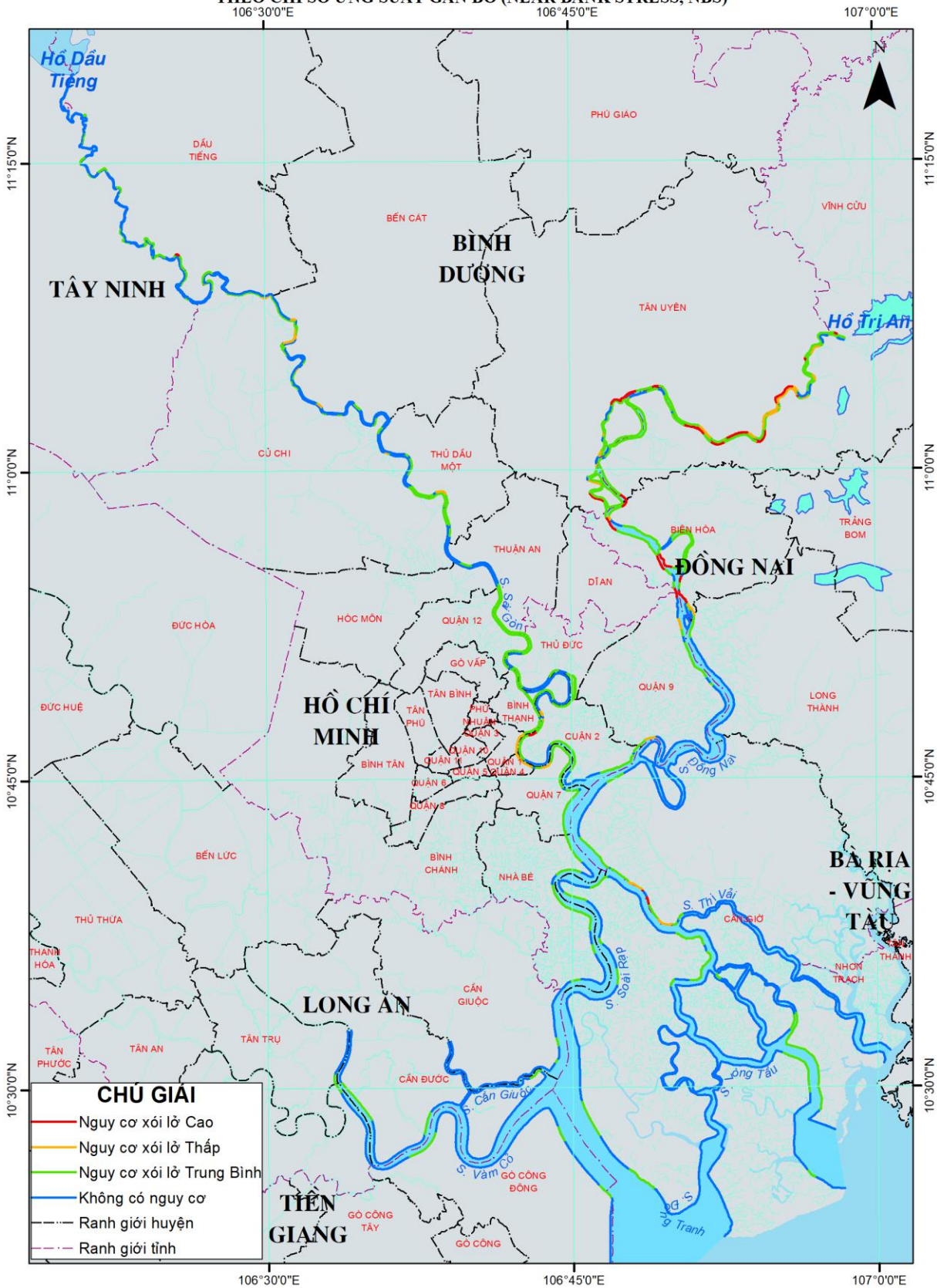

High HA = 4.571
Middle HA = -0.7937
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for September
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)


High HA = 5.5
Middle HA = -1
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for October
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)

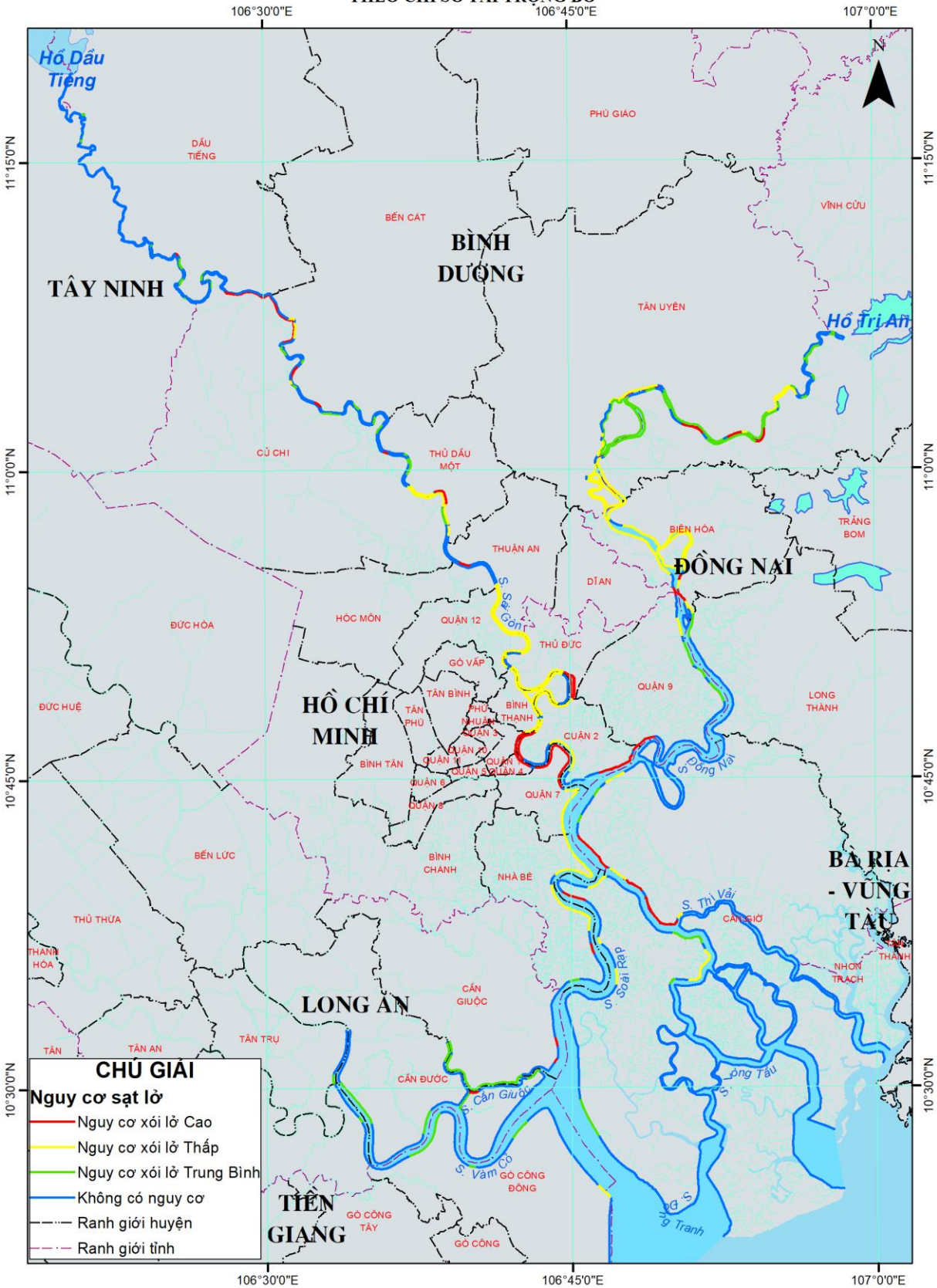

High HA = 5.5
Middle HA = -1
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for November
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)

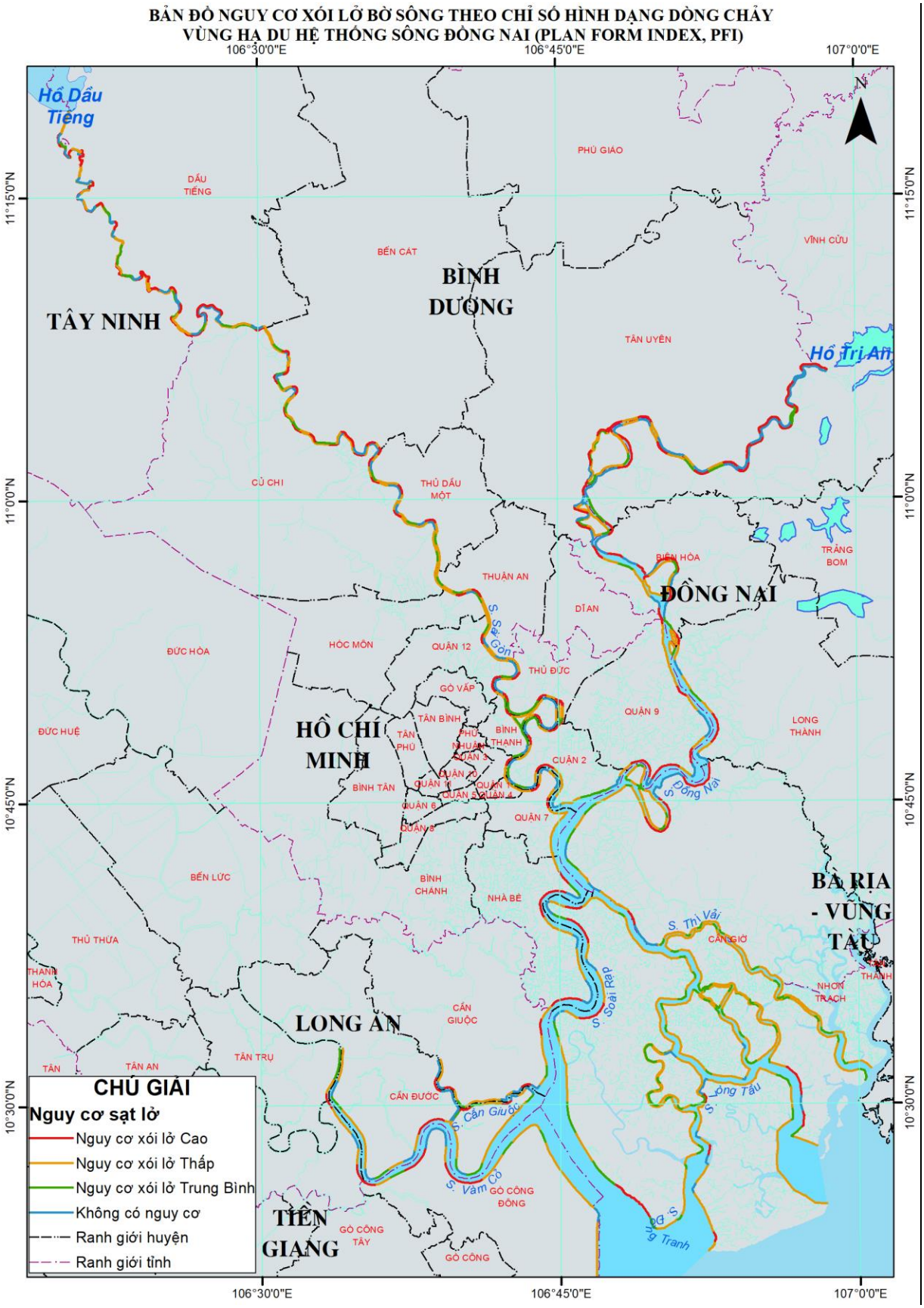

High HA = 3.333
Middle HA = -1
Low HA = -1
TRAM THUY VAN BIEN HOA (1977 - 2017)
Monthly Flows for December
Pre-Impact Flows (1977-1989)
Post-Impact Flows (1990-2017)
RVA High Boundary
Mean
RVA Low Boundary
water level (cm)

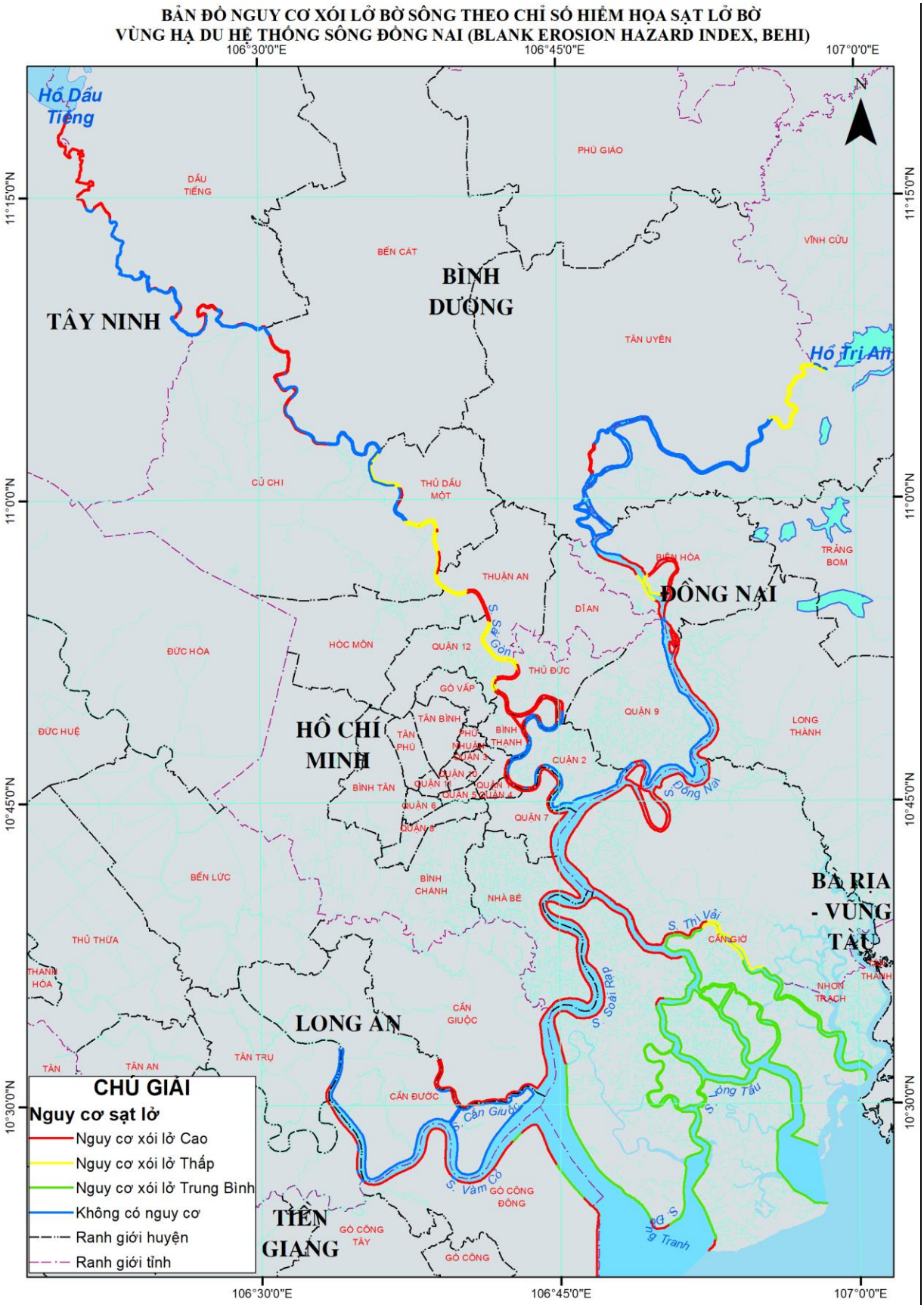
BẢN ĐỒ NGUY CƠ XÓI LỞ BỜ SÔNG VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI THEO CHỈ SỐ ỨNG SUẤT GẦN BỜ (NEAR BANK STRESS, NBS)

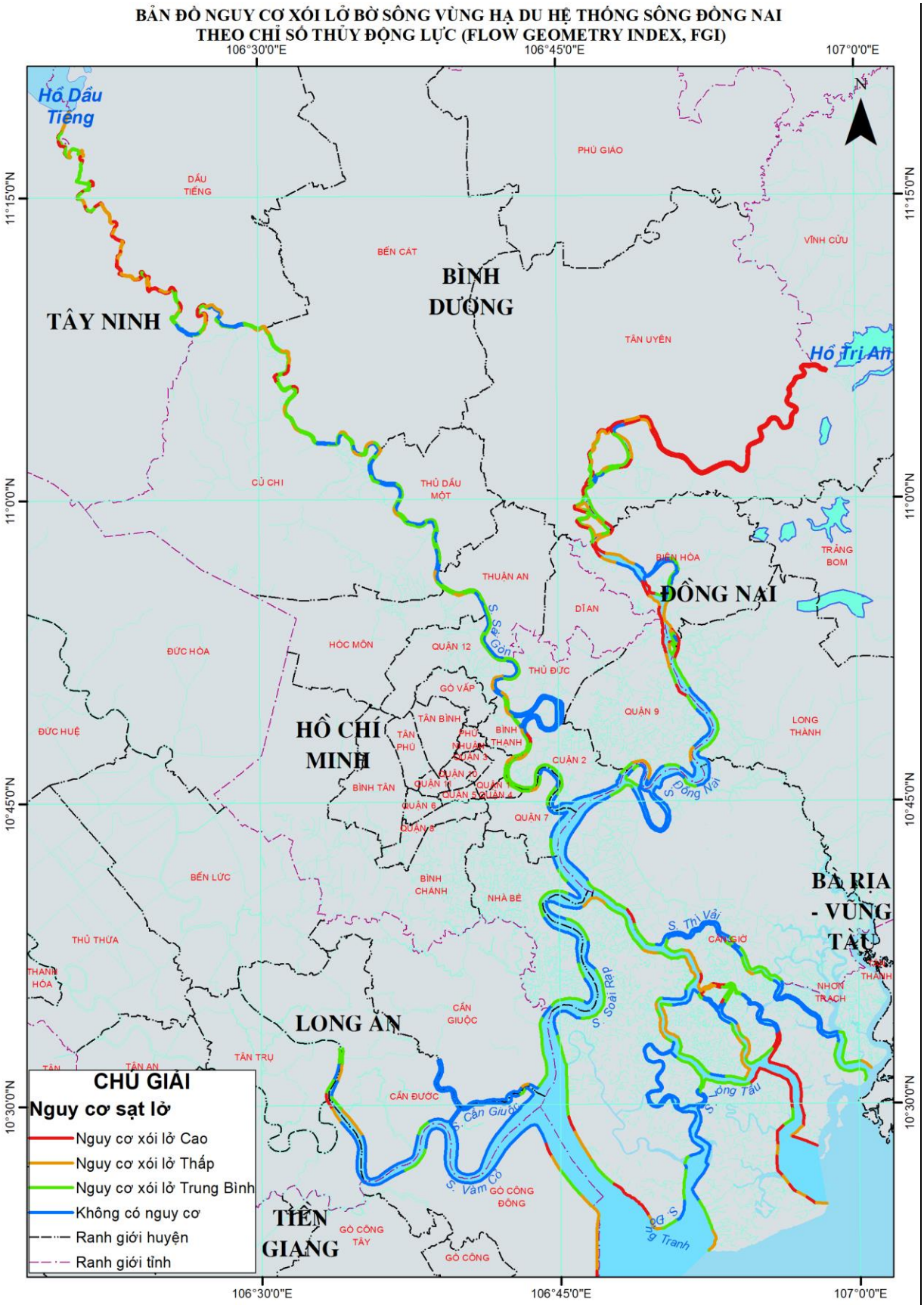


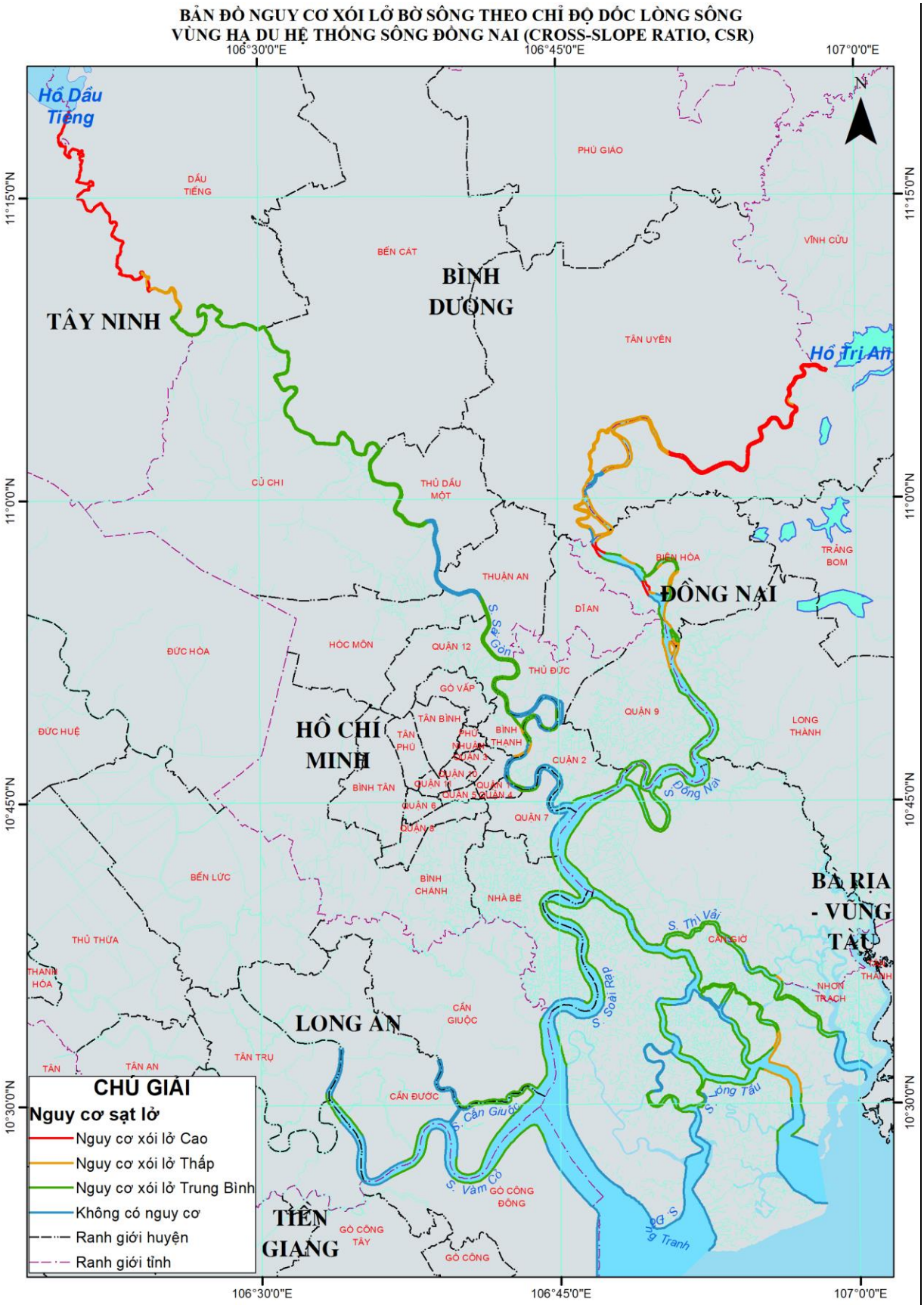
BẢN ĐỒ NGUY CƠ XÓI LỞ BỜ SÔNG VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI THEO CHỈ SỐ TẢI TRỌNG BỜ

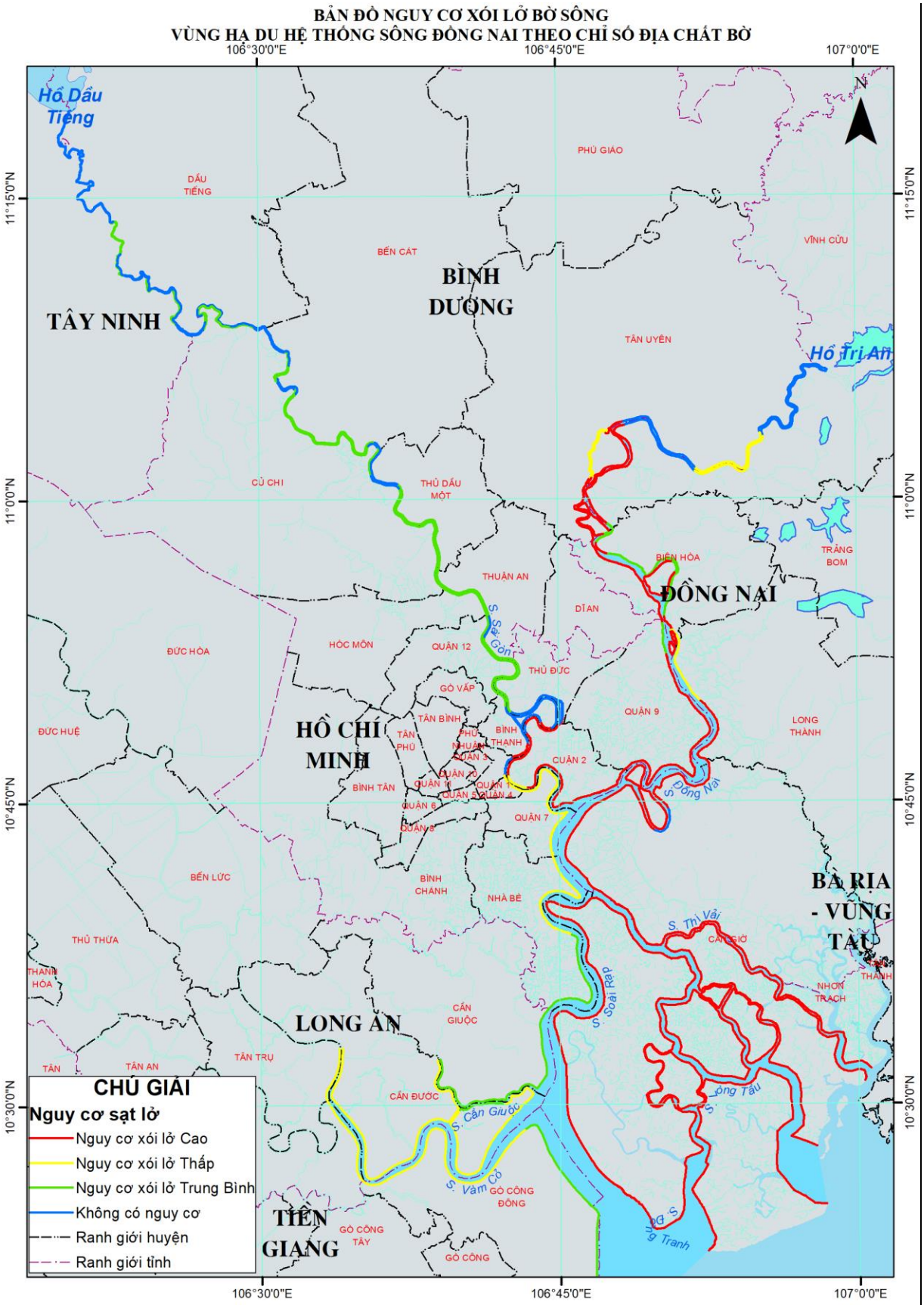


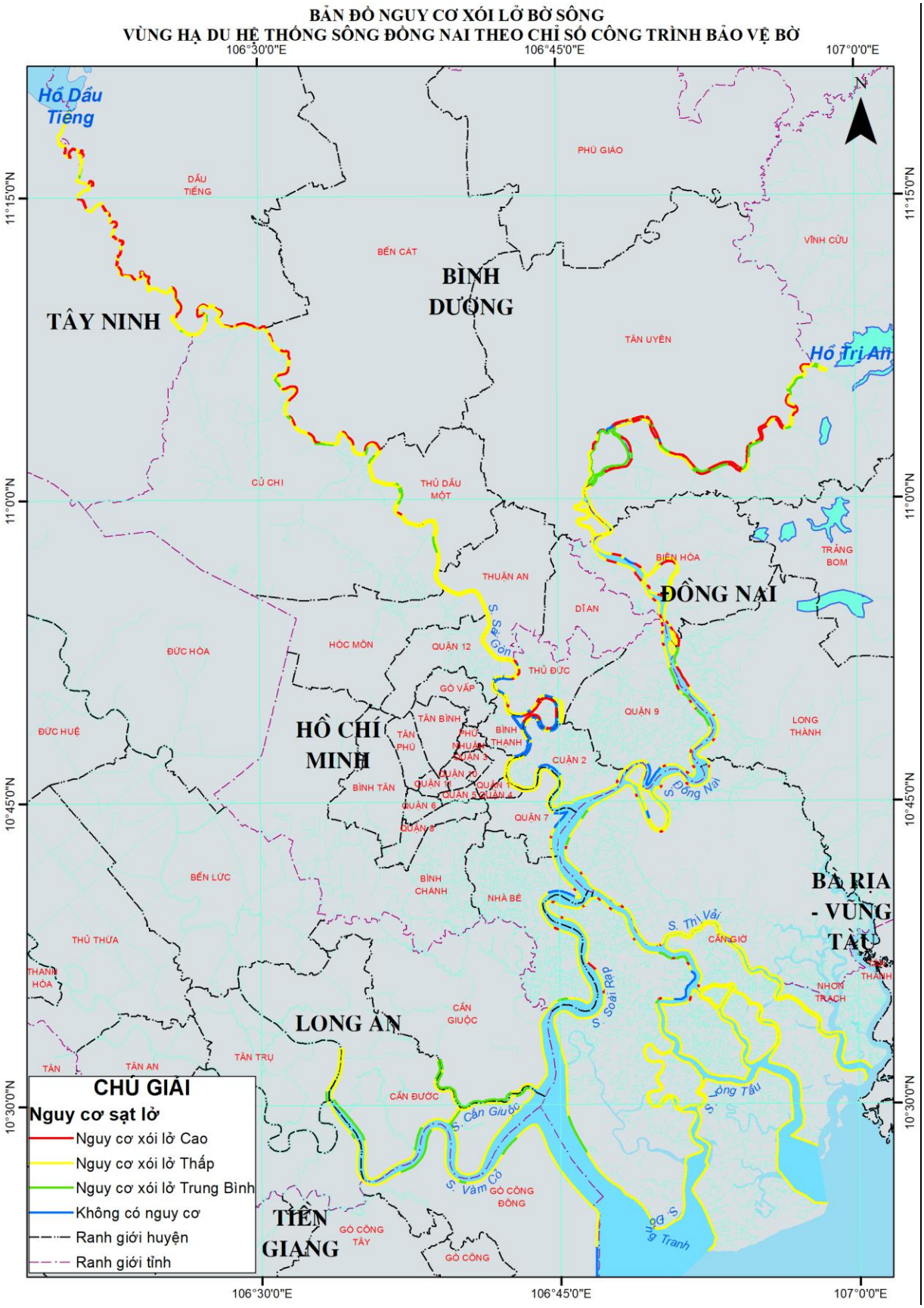

BẢN ĐỒ NGUY CƠ XÓI LỞ BỜ SÔNG THEO CHỈ SỐ HÌNH DẠNG DÒNG CHẢY
VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI (PLAN FORM INDEX, PFI)
106°30'0"E
106°45'0"E
107°0'0"E
11°15'0"N
11°0'0"N
10°45'0"N
10°30'0"N
N
Hồ Dầu Tiếng
Hồ Trị An
TÂY NINH
BÌNH DƯƠNG
ĐỒNG NAI
HỒ CHÍ MINH
LONG AN
TIỀN GIANG
BÀ RỊA - VŨNG TÀU
DẦU TIẾNG
PHÚ GIÁO
BẾN CÁT
VĨNH CỬU
TÂN UYÊN
CỦ CHI
THỦ DẦU MỘT
TRẢNG BOM
BIÊN HÒA
THUẬN AN
DĨ AN
ĐỨC HÒA
HÓC MÔN
QUẬN 12
THỦ ĐỨC
GÒ VẤP
QUẬN 9
LONG THÀNH
ĐỨC HUỆ
TÂN BÌNH
TÂN PHÚ
PHÚ NHUẬN
BÌNH THẠNH
QUẬN 3
QUẬN 2
BÌNH TÂN
QUẬN 6
QUẬN 7
BẾN LỨC
BÌNH CHÁNH
NHÀ BÈ
CẦN GIỜ
THỦ THỪA
THANH HÓA
NHƠN TRẠCH
CẦN GIUỘC
TÂN TRỤ
TÂN AN
CẦN ĐƯỚC
GÒ CÔNG ĐÔNG
GÒ CÔNG TÂY
GÒ CÔNG
S. Sài Gòn
S. Đồng Nai
S. Thị Vải
S. Soài Rạp
S. Cần Giuộc
S. Vàm Cỏ
S. Đồng Tranh
S. Lòng Tàu
CHÚ GIẢI
Nguy cơ sạt lở
Nguy cơ xói lở Cao
Nguy cơ xói lở Thấp
Nguy cơ xói lở Trung Bình
Không có nguy cơ
Ranh giới huyện
Ranh giới tỉnh


BẢN ĐỒ NGUY CƠ XÓI LỞ BỜ SÔNG THEO CHỈ SỐ HIỂM HỌA SẠT LỞ BỜ
VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI (BLANK EROSION HAZARD INDEX, BEHI)
106°30'0"E
106°45'0"E
107°0'0"E
11°15'0"N
11°0'0"N
10°45'0"N
10°30'0"N
N
Hồ Dầu Tiếng
Hồ Trị An
TÂY NINH
BÌNH DƯƠNG
ĐỒNG NAI
HỒ CHÍ MINH
LONG AN
TIỀN GIANG
BÀ RỊA - VŨNG TÀU
DẦU TIẾNG
PHÚ GIÁO
BẾN CÁT
VĨNH CỬU
TÂN UYÊN
CỦ CHI
THỦ DẦU MỘT
THUẬN AN
BIÊN HÒA
TRẢNG BOM
DĨ AN
ĐỨC HÒA
HÓC MÔN
QUẬN 12
THỦ ĐỨC
GÒ VẤP
QUẬN 9
LONG THÀNH
ĐỨC HUỆ
TÂN BÌNH
TÂN PHÚ
PHÚ NHUẬN
BÌNH THẠNH
QUẬN 3
QUẬN 10
QUẬN 1
QUẬN 5
QUẬN 4
QUẬN 2
BÌNH TÂN
QUẬN 6
QUẬN 8
QUẬN 7
BẾN LỨC
BÌNH CHÁNH
NHÀ BÈ
THỦ THỪA
THẠNH HÓA
CẦN GIỜ
NHƠN TRẠCH
CẦN GIUỘC
TÂN TRỤ
TÂN
TÂN AN
CẦN ĐƯỚC
GÒ CÔNG ĐÔNG
GÒ CÔNG TÂY
GÒ CÔNG
S. Sài Gòn
S. Đồng Nai
S. Thị Vải
S. Soài Rạp
S. Cần Giuộc
S. Vàm Cỏ
S. Lòng Tàu
S. Bình Tranh
CHÚ GIẢI
Nguy cơ sạt lở
Nguy cơ xói lở Cao
Nguy cơ xói lở Thấp
Nguy cơ xói lở Trung Bình
Không có nguy cơ
Ranh giới huyện
Ranh giới tỉnh


BẢN ĐỒ NGUY CƠ XÓI LỞ BỜ SÔNG VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI
THEO CHỈ SỐ THỦY ĐỘNG LỰC (FLOW GEOMETRY INDEX, FGI)
106°30'0"E
106°45'0"E
107°0'0"E
11°15'0"N
11°0'0"N
10°45'0"N
10°30'0"N
N
Hồ Dầu Tiếng
Hồ Trị An
TÂY NINH
BÌNH DƯƠNG
ĐỒNG NAI
HỒ CHÍ MINH
LONG AN
TIỀN GIANG
BÀ RỊA - VŨNG TÀU
DẦU TIẾNG
PHÚ GIÁO
BẾN CÁT
VĨNH CỬU
TÂN UYÊN
CỦ CHI
THỦ DẦU MỘT
TRẢNG BOM
BIÊN HÒA
THUẬN AN
DĨ AN
ĐỨC HÒA
HÓC MÔN
QUẬN 12
THỦ ĐỨC
GÒ VẤP
QUẬN 9
LONG THÀNH
ĐỨC HUỆ
TÂN BÌNH
TÂN PHÚ
PHÚ NHUẬN
BÌNH THẠNH
QUẬN 2
BÌNH TÂN
QUẬN 7
BẾN LỨC
BÌNH CHÁNH
NHÀ BÈ
CẦN GIỜ
THỦ THỪA
THANH HÓA
NHƠN TRẠCH
CẦN GIUỘC
TÂN TRỤ
CẦN ĐƯỚC
GÒ CÔNG ĐÔNG
GÒ CÔNG TÂY
GÒ CÔNG
S. Sài Gòn
S. Đồng Nai
S. Thị Vải
S. Soài Rạp
S. Vàm Cỏ
S. Cần Giuộc
S. Tranh
CHÚ GIẢI
Nguy cơ sạt lở
Nguy cơ xói lở Cao
Nguy cơ xói lở Thấp
Nguy cơ xói lở Trung Bình
Không có nguy cơ
Ranh giới huyện
Ranh giới tỉnh


BẢN ĐỒ NGUY CƠ XÓI LỞ BỜ SÔNG THEO CHỈ ĐỘ DỐC LÒNG SÔNG
VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI (CROSS-SLOPE RATIO, CSR)
106°30'0"E
106°45'0"E
107°0'0"E
11°15'0"N
11°0'0"N
10°45'0"N
10°30'0"N
N
Hồ Dầu Tiếng
Hồ Trị An
TÂY NINH
BÌNH DƯƠNG
ĐỒNG NAI
HỒ CHÍ MINH
LONG AN
TIỀN GIANG
BÀ RỊA - VŨNG TÀU
DẦU TIẾNG
PHÚ GIÁO
BẾN CÁT
VĨNH CỬU
TÂN UYÊN
CỦ CHI
THỦ DẦU MỘT
THUẬN AN
BIÊN HÒA
TRẢNG BOM
DĨ AN
HÓC MÔN
QUẬN 12
THỦ ĐỨC
ĐỨC HÒA
GÒ VẤP
QUẬN 9
LONG THÀNH
ĐỨC HUỆ
TÂN BÌNH
TÂN PHÚ
PHÚ NHUẬN
BÌNH THẠNH
QUẬN 2
BÌNH TÂN
QUẬN 7
BẾN LỨC
BÌNH CHÁNH
NHÀ BÈ
CẦN GIỜ
THỦ THỪA
THANH HÓA
NHƠN TRẠCH
CẦN GIUỘC
TÂN TRỤ
TÂN AN
CẦN ĐƯỚC
GÒ CÔNG ĐÔNG
GÒ CÔNG TÂY
GÒ CÔNG
S. Sài Gòn
S. Đồng Nai
S. Thị Vải
S. Soài Rạp
S. Vàm Cỏ
S. Cần Giuộc
S. Tranh
CHÚ GIẢI
Nguy cơ sạt lở
Nguy cơ xói lở Cao
Nguy cơ xói lở Thấp
Nguy cơ xói lở Trung Bình
Không có nguy cơ
Ranh giới huyện
Ranh giới tỉnh


BẢN ĐỒ NGUY CƠ XÓI LỞ BỜ SÔNG
VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI THEO CHỈ SỐ ĐỊA CHẤT BỜ
106°30'0"E
106°45'0"E
107°0'0"E
11°15'0"N
11°0'0"N
10°45'0"N
10°30'0"N
N
Hồ Dầu Tiếng
Hồ Trị An
TÂY NINH
BÌNH DƯƠNG
ĐỒNG NAI
HỒ CHÍ MINH
LONG AN
TIỀN GIANG
BÀ RỊA - VŨNG TÀU
DẦU TIẾNG
PHÚ GIÁO
BẾN CÁT
VĨNH CỬU
TÂN UYÊN
CỦ CHI
THỦ DẦU MỘT
THUẬN AN
DĨ AN
BIÊN HÒA
TRẢNG BOM
ĐỨC HÒA
HÓC MÔN
QUẬN 12
THỦ ĐỨC
GÒ VẤP
QUẬN 9
LONG THÀNH
ĐỨC HUỆ
TÂN BÌNH
TÂN PHÚ
PHÚ NHUẬN
BÌNH THẠNH
QUẬN 2
BÌNH TÂN
QUẬN 6
QUẬN 7
BẾN LỨC
BÌNH CHÁNH
NHÀ BÈ
CẦN GIỜ
THỦ THỪA
THANH HÓA
NHƠN TRẠCH
THÀNH
CẦN GIUỘC
TÂN TRỤ
TÂN AN
CẦN ĐƯỚC
GÒ CÔNG ĐÔNG
GÒ CÔNG TÂY
GÒ CÔNG
S. Sài Gòn
S. Đồng Nai
S. Thị Vải
S. Soài Rạp
S. Cần Giuộc
S. Vàm Cỏ
S. Lòng Tàu
S. Bình Tranh
CHÚ GIẢI
Nguy cơ sạt lở
Nguy cơ xói lở Cao
Nguy cơ xói lở Thấp
Nguy cơ xói lở Trung Bình
Không có nguy cơ
Ranh giới huyện
Ranh giới tỉnh


BẢN ĐỒ NGUY CƠ XÓI LỞ BỜ SÔNG
VÙNG HẠ DU HỆ THỐNG SÔNG ĐỒNG NAI THEO CHỈ SỐ CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ
106°30'0"E
106°45'0"E
107°0'0"E
11°15'0"N
11°0'0"N
10°45'0"N
10°30'0"N
N
Hồ Dầu Tiếng
Hồ Trị An
TÂY NINH
BÌNH DƯƠNG
ĐỒNG NAI
HỒ CHÍ MINH
LONG AN
TIỀN GIANG
BÀ RỊA - VŨNG TÀU
DẦU TIẾNG
PHÚ GIÁO
BẾN CÁT
VĨNH CỬU
TÂN UYÊN
CỦ CHI
THỦ DẦU MỘT
THUẬN AN
BIÊN HÒA
TRẢNG BOM
DĨ AN
ĐỨC HÒA
HÓC MÔN
QUẬN 12
THỦ ĐỨC
GÒ VẤP
QUẬN 9
LONG THÀNH
ĐỨC HUỆ
TÂN BÌNH
TÂN PHÚ
PHÚ NHUẬN
BÌNH THẠNH
QUẬN 2
BÌNH TÂN
QUẬN 6
QUẬN 7
BẾN LỨC
BÌNH CHÁNH
NHÀ BÈ
CẦN GIỜ
THỦ THỪA
THẠNH HÓA
NHƠN TRẠCH
CẦN GIUỘC
TÂN TRỤ
TÂN AN
CẦN ĐƯỚC
GÒ CÔNG ĐÔNG
GÒ CÔNG TÂY
GÒ CÔNG
S. Sài Gòn
S. Đồng Nai
S. Thị Vải
S. Soài Rạp
S. Cần Giuộc
S. Vàm Cỏ
S. Tranh
CHÚ GIẢI
Nguy cơ sạt lở
Nguy cơ xói lở Cao
Nguy cơ xói lở Thấp
Nguy cơ xói lở Trung Bình
Không có nguy cơ
Ranh giới huyện
Ranh giới tỉnh

Danh mục các công trình kè trên sông Sài Gòn

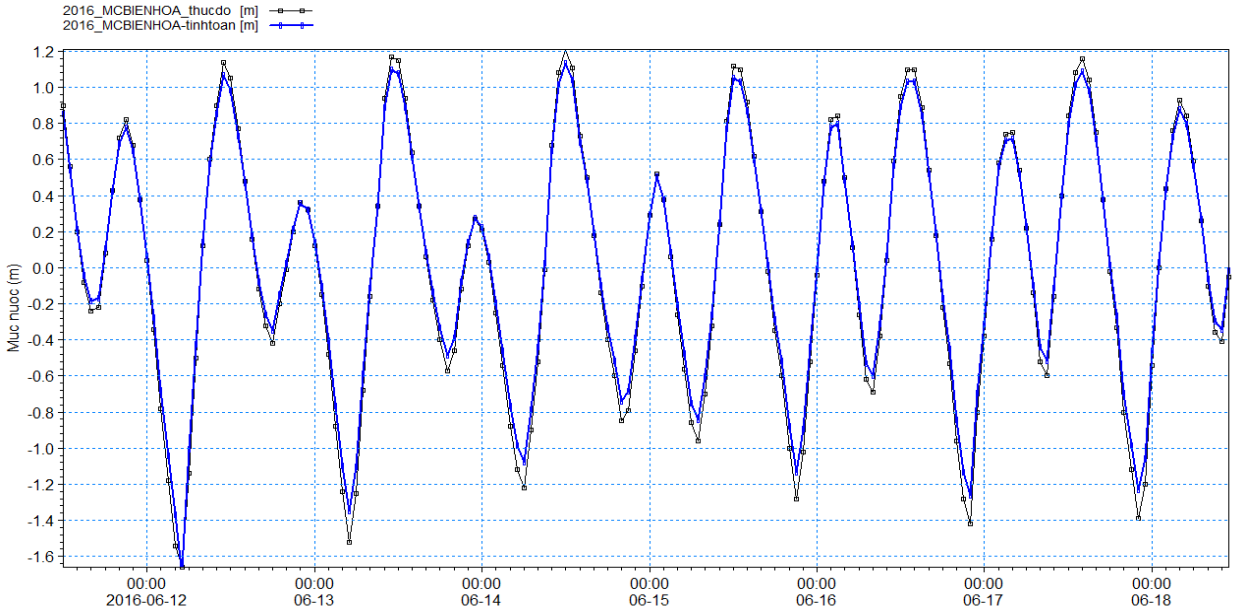
Stt	Tuyến ĐTNĐ, tên kè	Chủ đầu tư	Đơn vị quản lý	Địa điểm	Lý trình		Chiều dài (m)	Kết cấu	Lan can		Hiện Trạng
					Bờ phải	Bờ trái			Chiều dài (m)	Kết cấu	
I.	**CÔNG TRÌNH KÈ BÊ TÔNG CỐT THÉP**										
1	**Từ ngã ba Đèn Đỏ đến cầu Thủ Thiêm (15 Km)**						**6510,3**				
1	Kè Khu ngã 3 Đèn Đỏ	Tập đoàn Sài Gòn Peninsula	Tập đoàn Sài Gòn Peninsula	P. Phú Mỹ, Q7	X		1300	Kè mái nghiêng, viên			Đang thi công
2	Kè bảo vệ bờ sông Sài Gòn (Cty Huy Hoàng)	Công ty Huy Hoàng	Công ty Huy Hoàng	P. Thạnh Mỹ Lợi - Q.2		X	633	Kè đứng, bê tông cốt thép			Tốt
3	Kè dự án Đảo Kim Cương	Công ty Bình Thiên An	Công ty Bình Thiên An	P. Thạnh Mỹ Lợi, Quận 2		X	210	Kè đứng, bê tông DUL			Tốt
4	Kè công ty Thế Kỷ 21	Công ty Thế Kỷ 21	Công ty Thế Kỷ 21	P. Bình Khánh, Quận 2		X	600	Kè đứng, bê tông DUL			Tốt
5	Kè đan sông Sài Gòn (Từ Hầm Thủ Thiêm về phía hạ lưu 2.287 m)	Khu đường sông	Khu quản lý đường t	P. An Lợi Đông - Quận 2		X	2.287	Kè mái nghiêng, Đan Bê tông			Bị hư hỏng
6	Kè bến bạch đằng		UBND Quận 1	P. Bến Nghé, Q.1	X		1200	Kè mái nghiêng, đá hộc			Bị hư hỏng
7	Kè Trung tâm quản lý Hầm sông Sài Gòn	Trung tâm quản lý đường hầm sông Sài Gòn	Trung tâm quản lý đường hầm sông Sài Gòn	p. Thủ Thiêm		X	80	Kè đứng, bê tông DUL	80	Khung thép định hình	Tốt
8	Kè Ban QLDA Khu đô thị Thủ Thiêm	Ban QLDA Khu đô thị Thủ Thiêm	Ban QLDA Khu đô thị Thủ Thiêm	p. Thủ Thiêm		X	200	Kè đứng, bê tông DUL	200	Khung thép định	Tốt
2	**Từ cầu Thủ Thiêm đến cầu Sài Gòn (1,8**						**2752,9**				
1	Kè đá hộc khu biệt thự Lan Anh	Công ty TNHH May Thêu Lan Anh	Công ty TNHH May Thêu Lan Anh	P. Bình An, Q2		X	150	Kè nghiêng, đá hộc	150	Sắt	Tốt
2	Kè đá hộc Lê Quang	Công ty DV-DL Lê Quang	Công ty DV-DL Lê Quang	P. Bình An, Q2		X	180	Kè nghiêng, đá hộc			Đã xuống cấp
3	Kè Bình An	Khu QLĐTNĐ	Khu quản lý đường thủy nội địa	P. Bình An, Q2		X	255,9	Kè nghiêng, đá hộc	255.9	Khung thép định hình	Tốt
4	Kè công ty Phát triển Nhà Thủ Đức	Công ty Phát triển nhà Thủ Đức	Công ty Phát triển nhà Thủ Đức	P. Bình An, Q2		X	100	Kè nghiêng, đan bê tông	100	Sắt	Tốt
5	Kè chống sạt lở bờ trái sông Sài Gòn (1547)	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	P. Bình An, Q2		X	250	Kè đứng, bê tông DUL			Đang thi công
6	Kè chống sạt lở bờ trái sông Sài Gòn (1547)	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	P. Bình An, Q2		X	417	Kè đứng, bê tông DUL			Đang thi công
7	Kè Hàm Lam	Công ty cổ phần Hàm Lam - Bason	Công ty cổ phần Hàm Lam - Bason	p. 22, Q BT	X		600	Kè nghiêng, đá hộc	600	Sắt	Tốt
8	Kè đan BTCT Sài Gòn Pearl	Công ty TNHH Việt Nam Land SSG (Sài Gòn Pearl)	Công ty TNHH Việt Nam Land SSG (Sài Gòn Pearl)	p. 22, Q BT	X		400	Kè nghiêng, đan bê tông	400	Sắt	Tốt
9	Kè Vinhome Central Park	Tập đoàn Vinh Group	Tập đoàn Vinh Group	p. 22, Q BT	X		400	Bê tông, cốt thép	400	Sắt	Tốt
3	**Từ cầu Sài Gòn đến ngã ba rạch Chiếc (6 Km)**						**8776**				
1	Kè chống sạt lở bờ trái sông Sài Gòn (1547)	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	p. Thảo Điền, Q2		X	575	Kè đứng, bê tông DUL			Đang thi công
2	Kè Ban QLDA Quận 2	Ban QLDA Quận 2	Ban QLDA Quận 2	p. Thảo Điền, Q2		X	150	Kè đứng, bê tông DUL			Đang thi công
3	Kè Hải Vương	Công ty TNHH Hải Vương	Công ty TNHH Hải Vương	p. Thảo Điền, Q2		X	330	Kè nghiêng, đan bê tông	330	Sắt	Đã xuống cấp
4	Kè TĐS	Công ty cổ phần TĐS	Công ty cổ phần TĐS	p. Thảo Điền, Q2		X	210	Kè nghiêng, đan bê tông	210	Sắt	Tốt
5	Kè công ty Phúc Kiến Khang	Công ty Phúc Kiến Khang	Công ty Phúc Kiến Khang	p. Thảo Điền, Q2		X	50	Kè đứng, bê tông cốt thép	50	Sắt	Tốt
6	Kè Công ty Phú Nhuận	Công ty Phát triển nhà Phú Nhuận	Công ty Phát triển nhà Phú Nhuận	p. Thảo Điền, Q2		X	150	Kè nghiêng, đan bê tông	150	Hàng rào Sắt	Đã xuống cấp
7	Kè công ty Văn Minh	Công ty Văn Minh	Công ty Văn Minh	p. Thảo Điền, Q2		X	50	Kè nghiêng, đan bê tông	50	Sắt	Tốt

8	Kè của hộ Trần Nguyễn Tường Vy	Trần Nguyễn Tường Vy	Trần Nguyễn Tường Vy	p. Thảo Điền, Q2		X	45	Kè nghiêng, đá hộc	45	Hàng rào Sắt	Tốt
9	Kè của hộ Nguyễn Thị Thu Bình	Nguyễn Thị Thu Bình	Nguyễn Thị Thu Bình	p. Thảo Điền, Q2		X	30	Kè nghiêng, đan bê tông	30	Hàng rào Sắt	Tốt
10	Kè công ty phát triển nhà Phú Nhuận	Công ty Phát triển nhà Phú Nhuận	Công ty Phát triển nhà Phú Nhuận	p. Thảo Điền, Q2		X	800	Kè nghiêng, đan bê tông	800	Sắt	Tốt
11	Kè của hộ Nguyễn Thị Quỳnh Như	Nguyễn Thị Quỳnh Như	Nguyễn Thị Quỳnh Như	p. Thảo Điền, Q2		X	280	Kè nghiêng, đá hộc	280	Hàng rào Sắt	Tốt
12	Kè khu phố 3	Ban QLDA Quận 2	Khu quản lý đường thủy nội địa	p. Thảo Điền, Q2		X	127	Kè đứng, bê tông cốt thép	127	Sắt	Tốt
13	Kè Khu đô thị An Phú			p. Thảo Điền, Q2		X	800	Kè nghiêng, đan bê tông			
14	Kè Công viên Thảo Điền	Công ty FiDiCo	Công ty FiDiCo	p. Thảo Điền, Q2		X	80	Kè nghiêng, đá hộc	80	Sắt	Tốt
15	Kè chống sạt lở bờ trái sông Sài Gòn (1547)	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	p. Thảo Điền, Q2		X	50	Kè đứng, bê tông DUL			Đang thi công
16	Kè Riveside An Phú			P. An Phú, Q.2		X	300	Kè nghiêng, đá hộc	300	Sắt	Tốt
17	Kè chống sạt lở bờ trái sông Sài Gòn (1547)	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	P. An Phú, Q.2		X	992	Kè đứng, bê tông DUL			Đang thi công
18	Kè Khu du lịch Tân Cảng	Công ty Khu du lịch Tân Cảng	Công ty Khu du lịch Tân Cảng	P. 25, Q. BT	X		180	Kè nghiêng, đá hộc	180	Sắt	Tốt
19	Kè của Nguyễn Thị Xuân Ngọc	Nguyễn Thị Xuân Ngọc	Nguyễn Thị Xuân Ngọc	P. 25, Q. BT	X		35	Kè đứng, bê tông cốt thép	35	Kính	Tốt
20	Kè công ty cổ phần đất xanh	Công ty cổ phần Đất Xanh	Công ty cổ phần Đất Xanh	P. 25, Q. BT	X		30	Kè đứng, bê tông DUL	30	Sắt	Tốt
21	Kè khách sạn Dầu Khí	Tập đoàn dầu khí	Khu quản lý đường thủy nội địa	P. 27, Q. BT	X		410	Kè nghiêng, đá hộc	410	Sắt	Đã xuống cấp
22	Dự án: Chống sạt lở bán đảo Thanh Đa (Đoạn 4: rạch Chùa đến ngã 3 sông sài gòn hạ lưu kênh thanh đa)	Khu QLĐTNĐ	Khu QLĐTNĐ	P. 27,28, Q. BT	X		2772	Kè mái nghiêng, mái tấm bê tông lắp ghép			Đang triển khai
23	Kè đan BTCT *Lazay Mai Thôn*	Khu QLĐTNĐ	Khu QLĐTNĐ	P. 28, Q. BT	X		330	Kè đứng, bê tông cốt thép			Đã xuống cấp
4	**Từ ngã ba rạch Chiếc đến rạch Gò Dưa (3,3 Km)**						**3484**				
1	Kè chống sạt lở ven sông Sài Gòn - đoạn Khu Phố 8, p. Linh Đông, Q TĐ	Ban QLDA Thủ Đức	Ban QLDA Thủ Đức	P. Linh Đông, TĐ		X	687	Kè đứng, bê tông DUL	687	Sắt	Tốt
2	Dự án: Chống sạt lở bán đảo Thanh Đa (Đoạn 2: Thượng lưu kênh Thanh Đa đến xưởng cơ khí Tiến Phong)	Khu QLĐTNĐ	Khu QLĐTNĐ	P. 28, Q. BT	x		2797	Kè mái nghiêng, mái tấm bê tông lắp ghép			Đang triển khai
5	**Từ ngã ba rạch Gò Dưa đến cầu Bình Triệu (3,5 Km)**						**5223**				
1	Kè đan bê tông Mai Văn Tân	Mai Văn Tân	Mai Văn Tân	P. Hiệp Bình Chánh, TĐ		X	60	Kè nghiêng, đan bê tông	60	Sắt	Tốt
2	Kè đan bê tông Lê Duy Hải	Lê Duy Hải	Lê Duy Hải	P. Hiệp Bình Chánh, TĐ		X	30	Kè nghiêng, đan bê tông	30	Sắt	Tốt
3	Kè công ty Minh Phước	Công ty Minh Phước	Công ty Minh Phước	P. Hiệp Bình Chánh, TĐ		X	110	Kè nghiêng, đan bê tông			Tốt
4	Kè công ty cổ phần đất xanh (Địa ốc 10)	Công ty cổ phần Đất Xanh	Công ty cổ phần Đất Xanh	P. Hiệp Bình Chánh, TĐ		X	95	Kè nghiêng, đan bê tông			Tốt
5	Kè Công ty cổ phần phát triển nhà Quận 3	Công ty cổ phần phát triển nhà Quận 3	Công ty cổ phần phát triển nhà Quận 3	P. Hiệp Bình Chánh, TĐ		X	400	Kè nghiêng, đan bê tông	400	Hàng rào sắt	Đã xuống cấp
6	Kè của hộ Triệu Thị Thu Hương	Triệu Thị Thu Hương	Triệu Thị Thu Hương	P. Hiệp Bình Chánh, TĐ		X	40	Kè nghiêng, đá hộc	40	Sắt	Tốt
7	Kè của hộ Ngu Hồng Chính	Ngu Hồng Chính	Ngu Hồng Chính	P. Hiệp Bình Chánh, TĐ		X	26	Kè nghiêng, đan bê tông	26	Sắt	Tốt
8	Kè của hộ Đỗ Thị Thực	Đỗ Thị Thực	Đỗ Thị Thực	P. Hiệp Bình Chánh, TĐ		X	22	Kè nghiêng, đan bê tông	22	Sắt	Đã xuống cấp
9	Dự án: Chống sạt lở bán đảo Thanh Đa (Đoạn 3: Bình Quới, Cây Bàng, Rạch Chùa)	Khu QLĐTNĐ	Khu QLĐTNĐ	P.27,28, Q.BT	X		4270	Kè mái nghiêng, mái tấm bê tông lắp ghép			Đang tạm ngưng, chờ giải phóng mặt bằng
10	Kè bảo vệ bờ (Công viên Thanh Đa)	Khu QLĐTNĐ	Khu QLĐTNĐ	P.27, Q.BT	X		170	Kè nghiêng, đá hộc	170	Sắt	tốt
6	**Từ cầu Bình Triệu đến ngã ba Vĩnh Bình (7,7 Km)**						**7595,4**				
1	Kè nhà thờ Fatima	Giáo xứ Bình Triệu	Giáo xứ Bình Triệu	P. Hiệp Bình Chánh, TĐ		X	100	Kè đứng, bê tông cốt thép	100	Sắt	Tốt
2	Kè công ty TNHH Việt Quốc	Công ty TNHH Việt Quốc	Công ty TNHH Việt Quốc	P. Hiệp Bình Phước, TĐ		X	80	Kè nghiêng, đan bê tông	80	Hàng rào sắt	Tốt

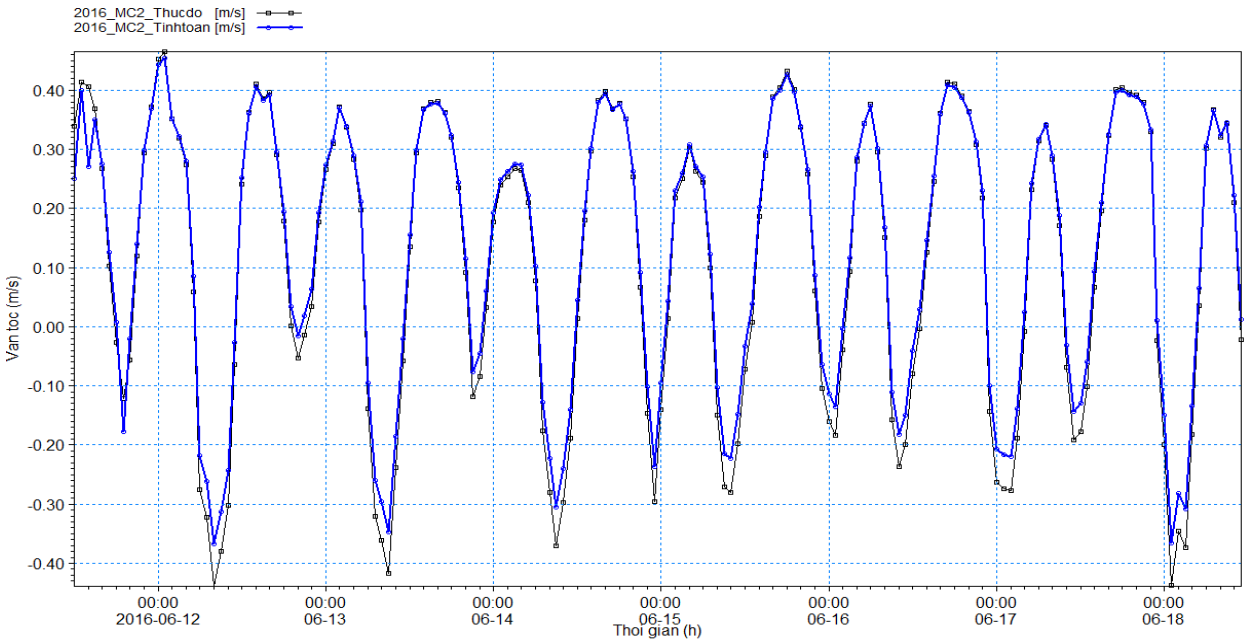
3	Kè công ty Vạn Phúc	Công ty Địa Ốc Vạn Phúc	Công ty Địa Ốc Vạn Phúc	P. Hiệp Bình Phước, TĐ		X	3400	Kè đứng, bê tông DUL			Đang thi công
4	Kè Ban QLDA quận Thủ Đức	Ban QLDA quận Thủ Đức	Ban QLDA quận Thủ Đức	P. Hiệp Bình Phước, TĐ		X	540	Kè đứng, bê tông DUL			Đang thi công
5	Kè bảo vệ bờ Khu phố 5, phường Hiệp Bình Phước, Quận Thủ Đức	Khu QLĐTNĐ	Khu QLĐTNĐ	P. Hiệp Bình Phước, TĐ		X	221,4	Kè nghiêng, đan bê tông	221,4	Sắt	Tốt
6	Kè chống sạt lở bờ trái sông Sài Gòn (1547)	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	Trung tâm điều hành, chương trình chống ngập nước thành phố	P. Hiệp Bình Phước, TĐ		X	1680	Kè đứng, bê tông DUL			Đang thi công
7	Kè công ty cổ phần Vissan	Công ty Cổ phần Vissan	Công ty Cổ phần Vissan	P.13, Q. BT	X		150	Kè nghiêng, đá hộc			Đã xuống cấp
8	Kè công ty cổ phần Yên Khánh	công ty cổ phần Yên Khánh	công ty cổ phần Yên Khánh	P.13, Q. BT	X		192	Kè nghiêng, đan bê tông	192	Sắt	Tốt
9	Kè Chùa Diệu Pháp	Chùa Diệu Pháp	Chùa Diệu Pháp	P.13, Q. BT	X		107	Kè nghiêng, đá hộc			Tốt
10	Kè công ty đầu tư xây dựng Kim Sơn	công ty đầu tư xây dựng Kim Sơn	công ty đầu tư xây dựng Kim Sơn	P.13, Q. BT	X		110	Kè đứng, bê tông DUL	110	Sắt	Tốt
10	Kè dự án khu dân cư Bình Hòa	Công ty cổ phần xây dựng và kinh doanh nhà Đại Phúc	Khu QLĐTNĐ	P.13, Q. BT	X		395	Kè nghiêng, đá hộc	395	Sắt	Tốt
11	Kè Công ty cổ phần Bất Động Sản Tiến Phước	Công ty cổ phần Bất Động Sản Tiến Phước	Công ty cổ phần Bất Động Sản Tiến Phước	P. An Phú Đông, Quận 12	X'		220	Kè đứng, bê tông DUL	220	Sắt	Tốt
12	Kè của hộ Bà Nguyễn Thu Phương	Nguyễn Thu Phương	Nguyễn Thu Phương	P. An Phú Đông, Quận 12	X'		80	Kè đứng, bê tông DUL	80	Sắt	Tốt
13	Kè khu Villa An Phú Đông	Công ty Cổ phần Minh Trung	Công ty Cổ phần Minh Trung	P. An Phú Đông, Quận 12	X'		320	Kè đứng, bê tông cốt thép	320	Sắt	Tốt
II. CỔNG TRÌNH GIA CỐ BỜ SÔNG SÀI GÒN											
1	Gia cố bờ bao sông Sài Gòn gồm 3 đoạn (đoạn 1 từ rạch Kè đến Lò Rèn; đoạn 2 từ đường sông Lu đến bàu Nhum; đoạn 3 từ cuối ao cá Thanh Hải đến vàm Ông Chi)	Ban QLĐT công trình huyện Củ Chi	Ban QLĐT công trình huyện Củ Chi	Bờ Hữu sông Sài Gòn, huyện Củ Chi	x		2070	Gia cố bờ bao bằng đất tận dụng kết hợp đất chọn lọc			Hiện tại đã đưa vào sử dụng.
2	Gia cố bờ bao sông Sài Gòn đoạn Rạch Đình - Cây Me -Trung An	Ban QLĐT công trình huyện Củ Chi	Ban QLĐT công trình huyện Củ Chi	Bờ Hữu sông Sài Gòn, huyện Củ Chi	x		1896	Gia cố bờ bao bằng đất tận dụng kết hợp đất chọn lọc			Hiện tại đã đưa vào sử dụng.
3	Gia cố bờ bao sông Sài Gòn đoạn Rạch Đình - Rạch Kinh -Trung An	Ban QLĐT công trình huyện Củ Chi	Ban QLĐT công trình huyện Củ Chi	Bờ Hữu sông Sài Gòn, huyện Củ Chi	x		2950	Gia cố bờ bao bằng đất tận dụng kết hợp đất chọn lọc			Hiện tại đã đưa vào sử dụng.
4	Chống sạt lở bờ sông Sài Gòn khu di tích địa đạo Củ Chi (Giai đoạn 1)	UBND Huyện Củ Chi	UBND Huyện Củ Chi	Bờ Hữu sông Sài Gòn, huyện Củ Chi	x		2.400m	Kè mái nghiêng lát mái tấm BT lắp ghép kết hợp thảm rọ đá.			Hiện tại đã đưa vào sử dụng.
5	Chống sạt lở bờ sông Sài Gòn đoạn từ rạch Thai Thai đến cầu Bến Súc	Công ty TNHH MTV QLKTDV Thủy Lợi	Công ty TNHH MTV QLKTDV Thủy Lợi	Bờ Hữu sông Sài Gòn, huyện Củ Chi	x		4359	đê bao			Hiện tại đã đưa vào sử dụng.
6	Nâng cấp hệ thống công trình thủy lợi xã An Phú - Phú Mỹ Hưng	Công ty TNHH MTV QLKTDV Thủy Lợi	Công ty TNHH MTV QLKTDV Thủy Lợi	Bờ Hữu sông Sài Gòn, huyện Củ Chi	x		9932	Đê đất đắp			Hiện tại đã đưa vào sử dụng.
7	Chống sạt lở bờ sông Sài Gòn đoạn từ Rạch Sơn đến. cầu Đen	Công ty TNHH MTV QLKTDV Thủy Lợi	Công ty TNHH MTV QLKTDV Thủy Lợi	Bờ Hữu sông Sài Gòn, xã An Nhơn Tây, huyện Củ Chi	x		5881	Đắp đất chọn lọc đê bao ven sông Sài Gòn			Hiện tại đã đưa vào sử dụng.
8	Công trình thủy lợi bờ hữu ven sông Sài Gòn	Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn	Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn	Bờ Hữu sông Sài Gòn, Quận 12., Huyện Hóc Môn	x		13300	Đê bao ven sông Sài Gòn: tuyến đê bao cách sông 20-30m. Sử dụng đoạn TL12 từ cầu ông Đựng' đến cầu Ba Hằng. Kết cấu mặt đường bằng nhựa thấm nhập			Hiện tại đã đưa vào sử dụng.

9	Nâng cấp, gia cố cấp bách hệ thống thủy lợi bờ hữu ven sông Sài Gòn (Từ rạch Tra đến sông Vàm Thuật)	Trung tâm điều hành chương trình chống ngập nước	Trung tâm điều hành chương trình chống ngập nước	Bờ Hữu sông Sài Gòn, Quận 12, Huyện Hóc Môn	x		7536	Đê bao bằng đất đắp kết hợp bảo vệ mái đê bằng tường đứng BTCT trên nền cọc BTCT và cừ văn BTCT (tùy theo từng vị trí)			Hiện tại đã hoàn thành
10	Công trình thủy lợi bờ hữu ven sông Sài Gòn huyện Củ Chi từ Tỉnh lộ 8 đến Rạch Tra (Rạch Tra đến rạch Bà Bếp)	Ban QLĐT XD công trình - Sở NNPTNT	Ban QLĐT XD công trình - Sở NNPTNT	Bờ Hữu sông Sài Gòn, huyện Củ Chi	x		8667	Kết cấu đê bao bằng đất đắp, bề rộng từ 3,5m đến 7,5m Cống dưới đê bao: 11 cống Tuyến đê bao ven rạch Tra 6.671m.			Hiện tại đã hoàn thành
11	Đê bao ven sông Sài Gòn đoạn từ rạch Nàng Ân đến rạch Láng The	Ban QLDA ĐTXD các công trình NN&PTNT TP.HCM	Ban QLDA ĐTXD các công trình NN&PTNT TP.HCM	Bờ Hữu sông Sài Gòn, Huyện Củ Chi	x		3949	Đê bao bằng đất đắp kết hợp bảo vệ mái đê bằng trồng cây, gia cố cừ tràm chân ta luy đắp phía sông và tường chắn sóng BTCT đỉnh đê.			Hiện tại chưa hoàn thành
12	Xây dựng đê bao và công trình 14 dưới đê bao sông Sài Gòn đoạn từ sông Lu đến rạch Bà Bếp	Ban QLDA ĐTXD các công trình NN&PTNT TP.HCM	Ban QLDA ĐTXD các công trình NN&PTNT TP.HCM	Bờ Hữu sông Sài Gòn, Huyện Củ Chi	x		6425	Đê bao bằng đất đắp kết hợp bảo vệ mái đê bằng tường chắn sóng BTCT đỉnh đê.			Hiện tại đã hoàn thành

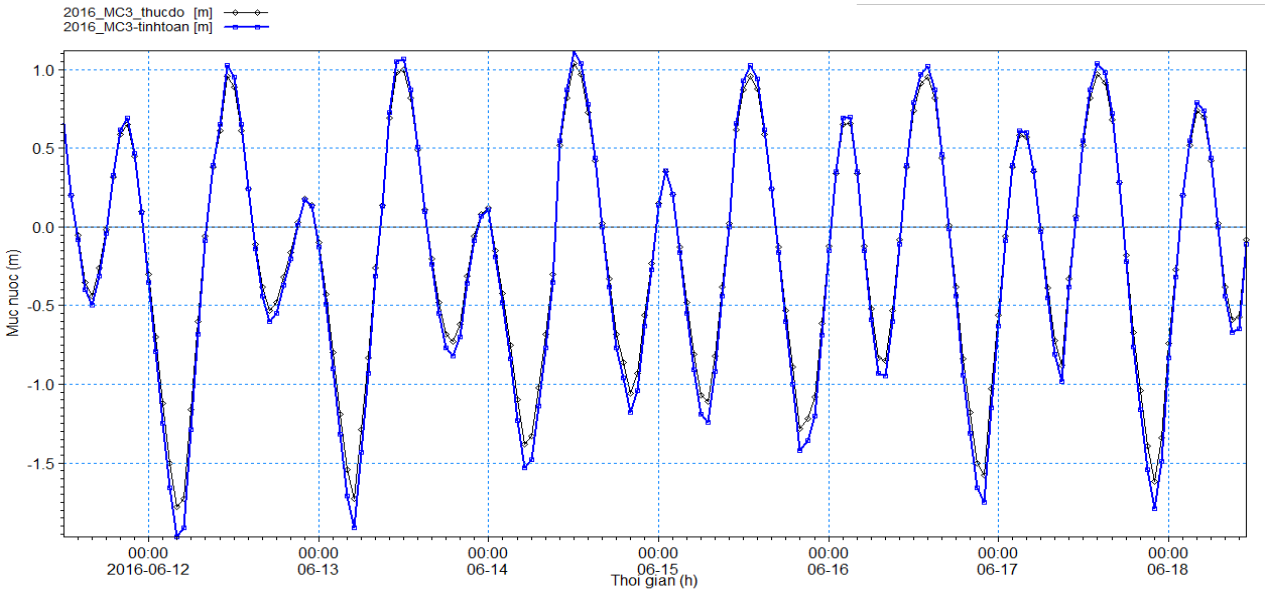
Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE3 – Đồng Nai



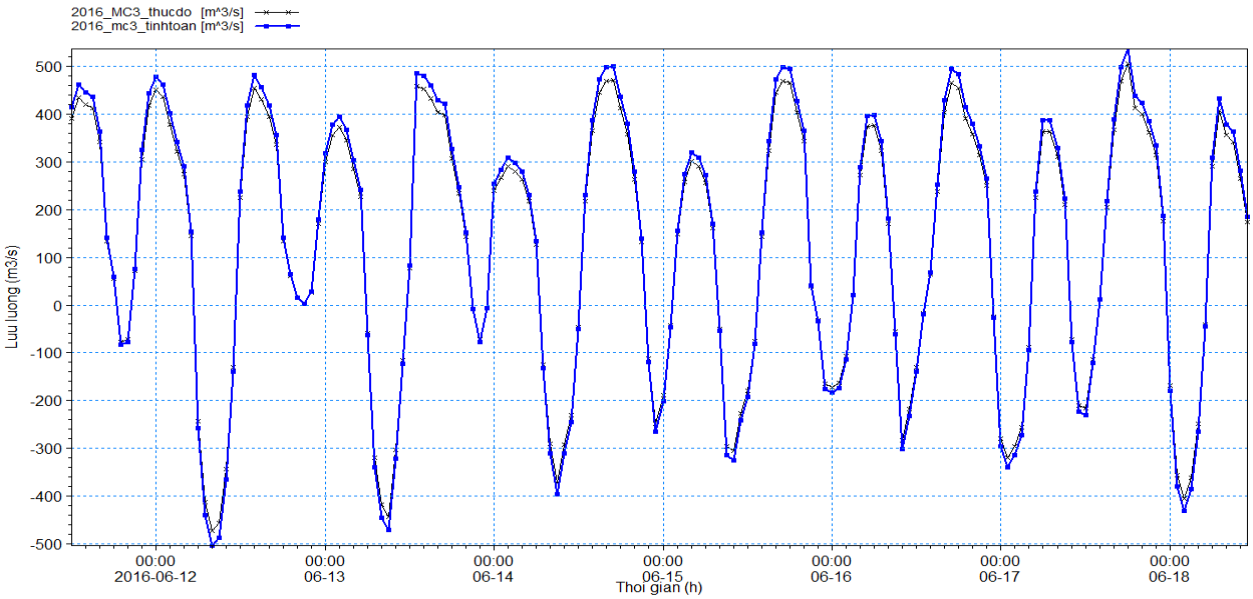
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (mực nước) tại mặt cắt Biên Hòa (tháng 6/2016)



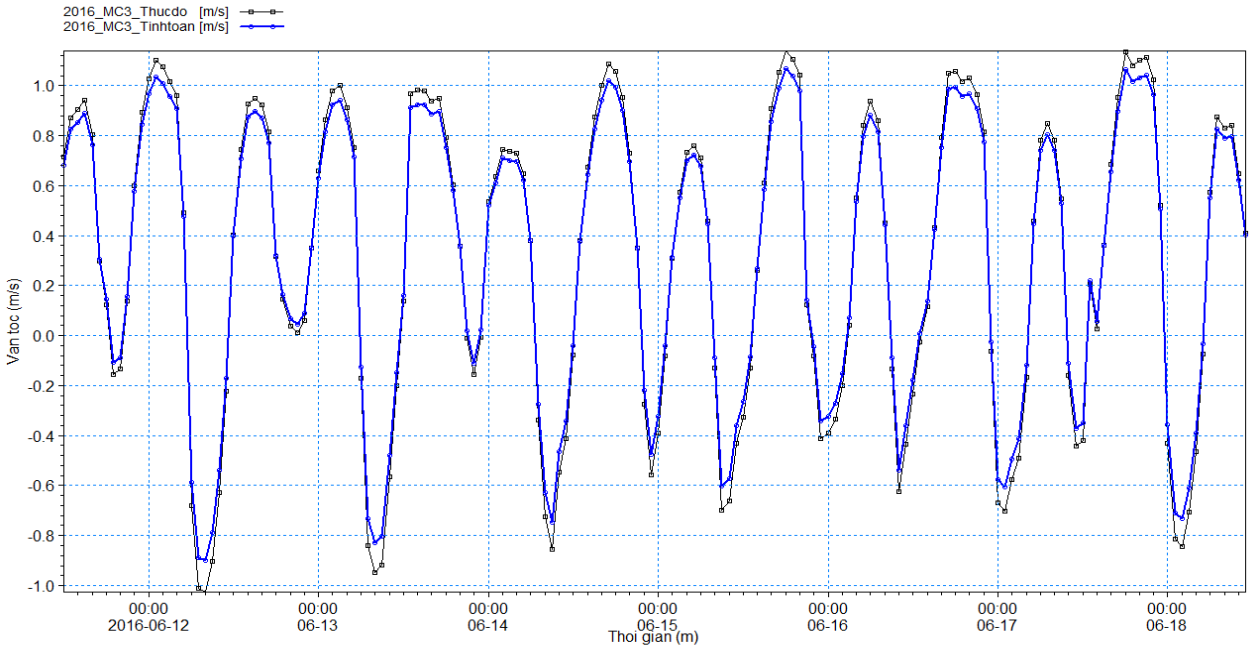
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (vận tốc) tại MC_DN2 (tháng 6/2016)



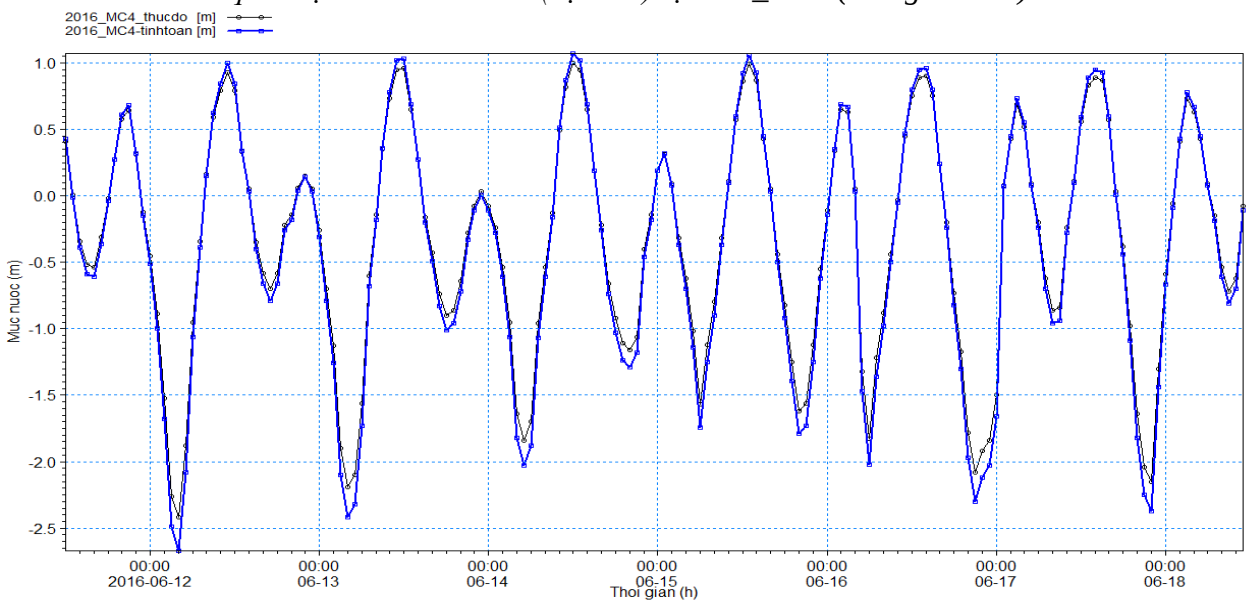
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (mực nước) tại MC_DN3 (tháng 6/2016)



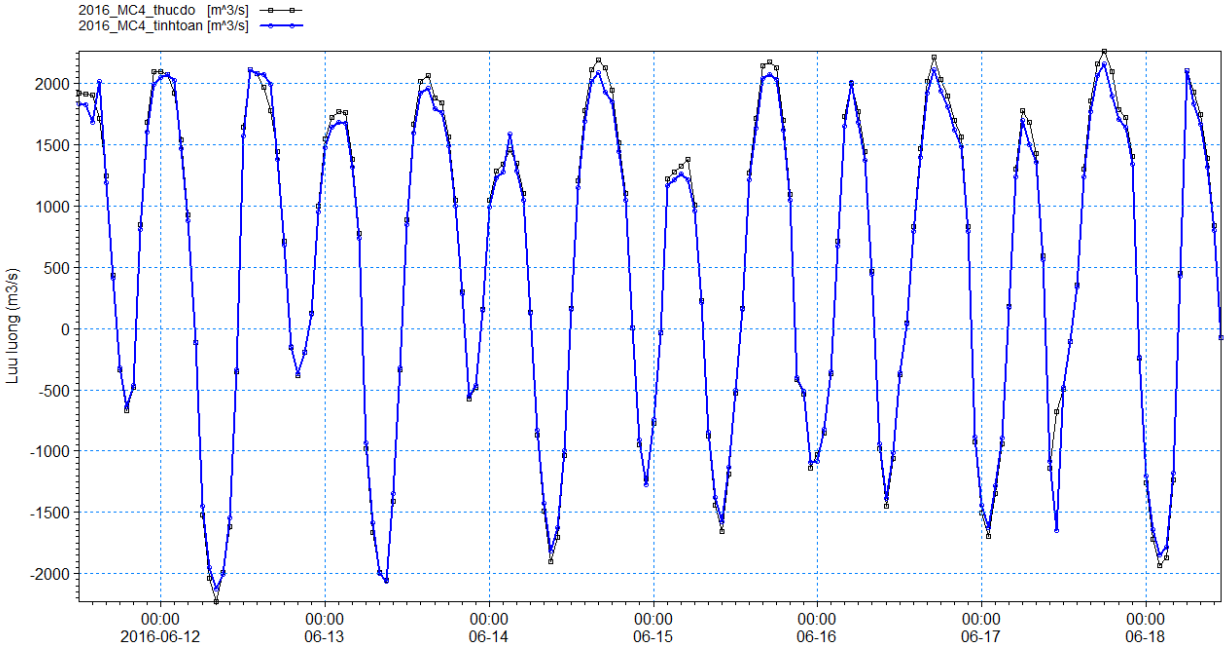
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (lưu lượng) tại MC_DN3 (tháng 6/2016)



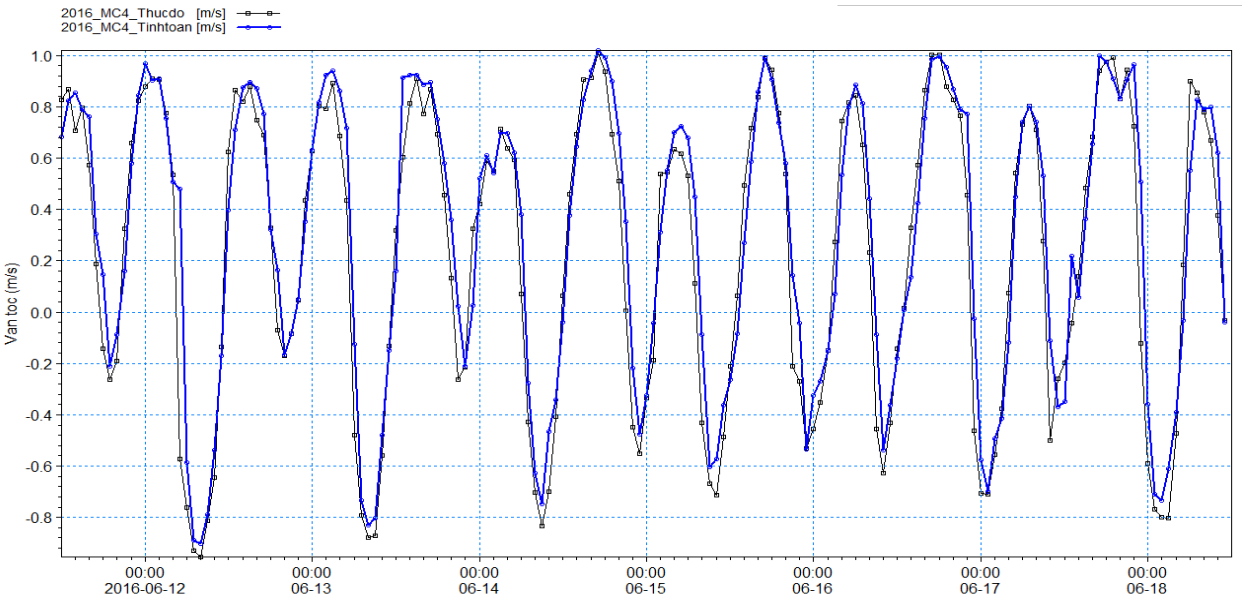
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (vận tốc) tại MC_DN3 (tháng 6/2016)



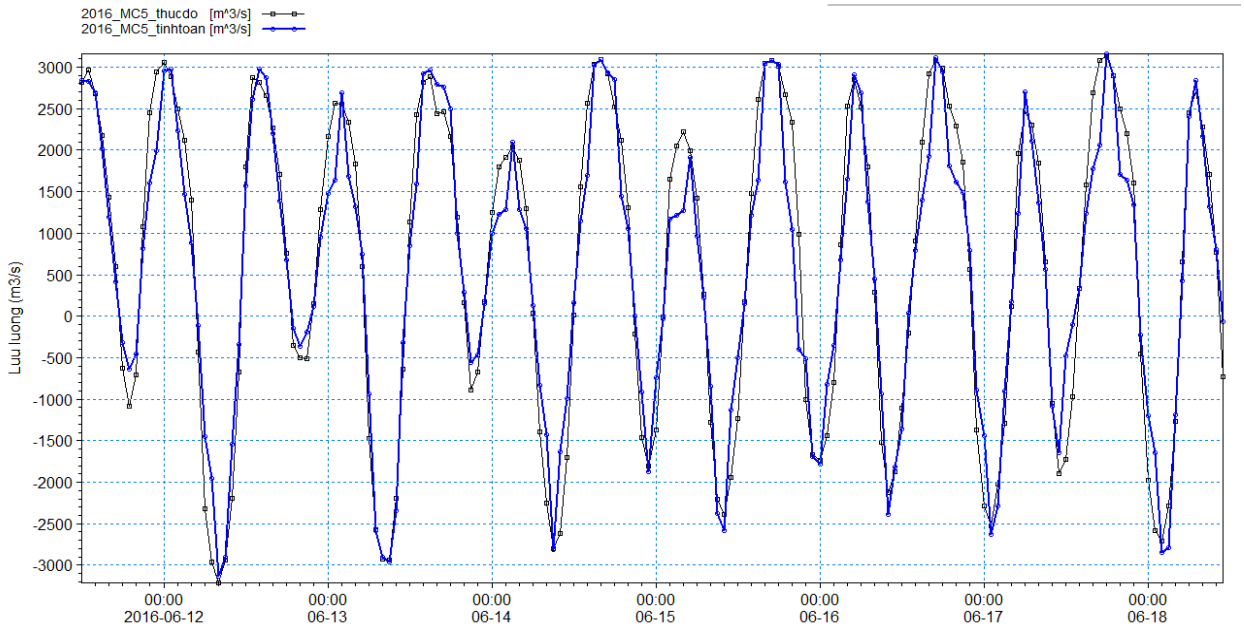
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (mực nước) tại MC_DN4 (tháng 6/2016)



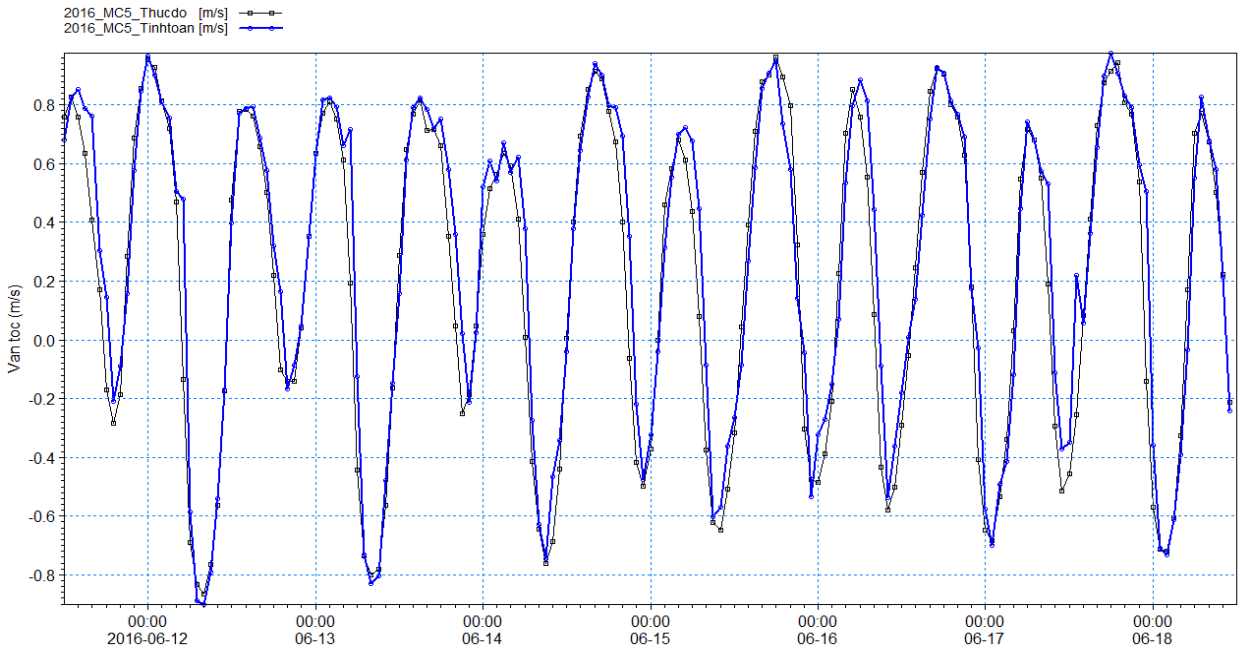
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (lưu lượng) tại MC_DN4 (tháng 6/2016)



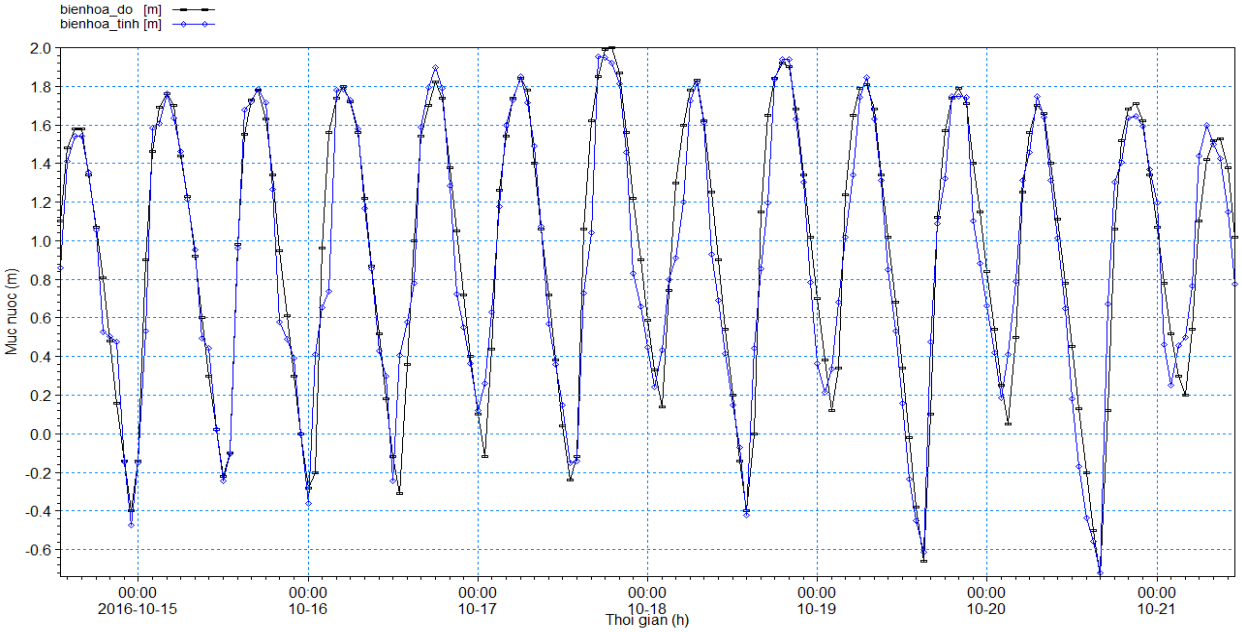
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (vận tốc) tại MC_DN4 (tháng 6/2016)



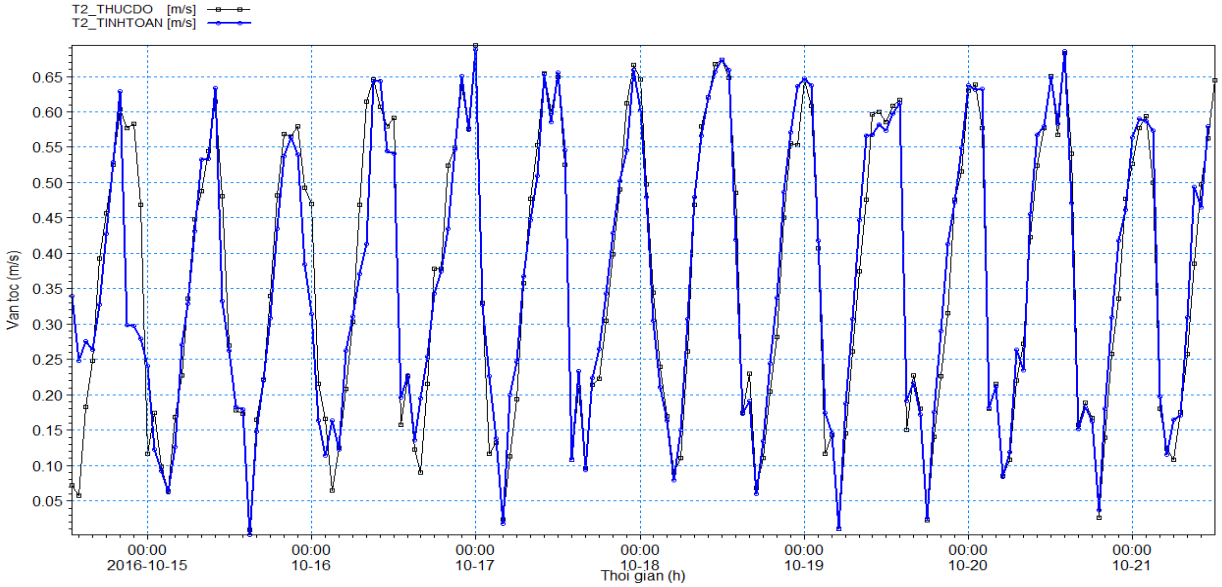
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (lưu lượng) tại MC_DN5(tháng 6/2016)



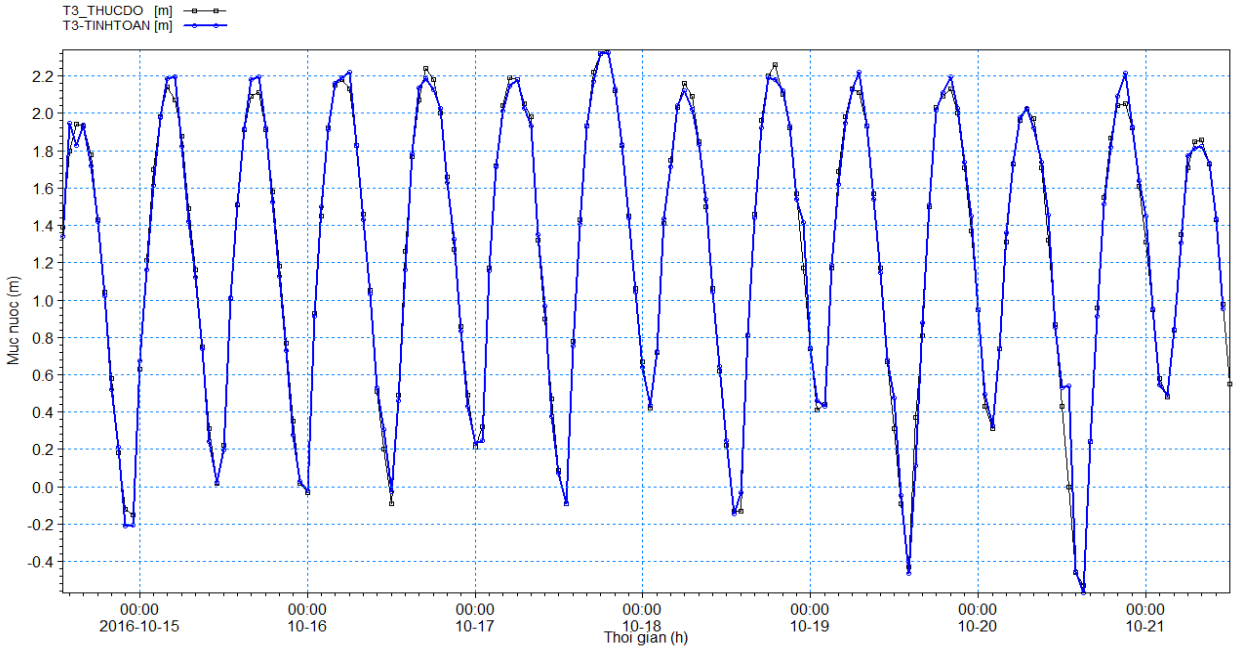
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (vận tốc) tại MC_DN5 (tháng 6/2016)



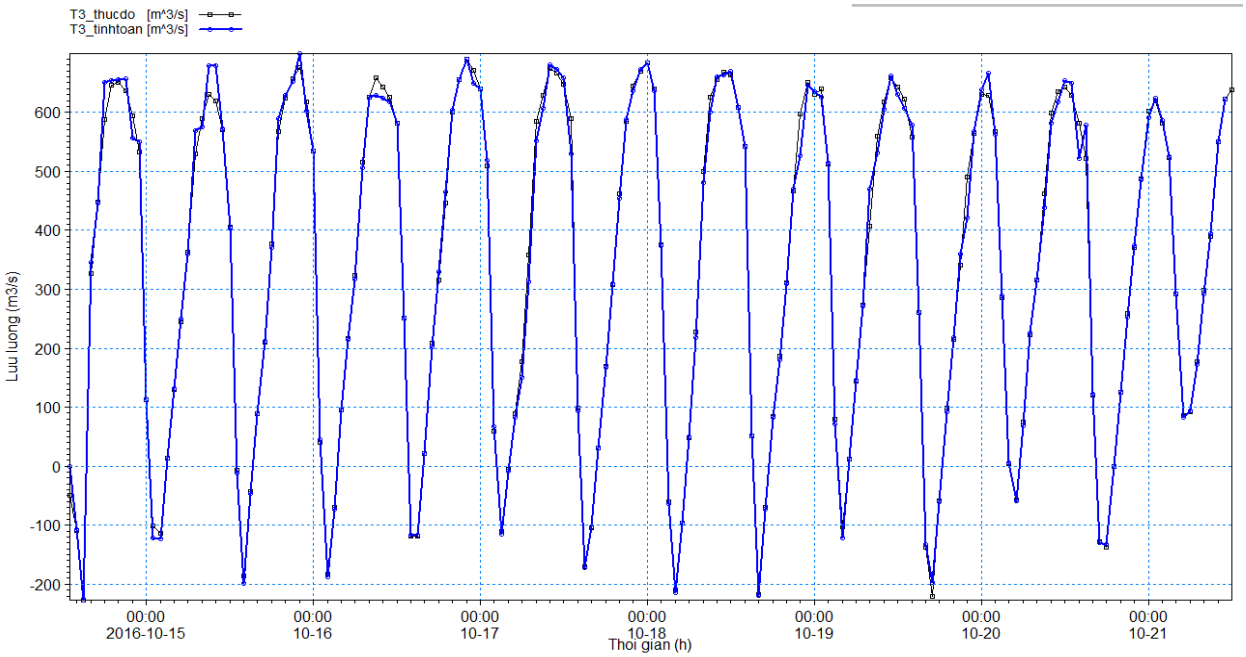
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (mực nước) tại mặt cắt Biên Hòa (tháng 10/2016)



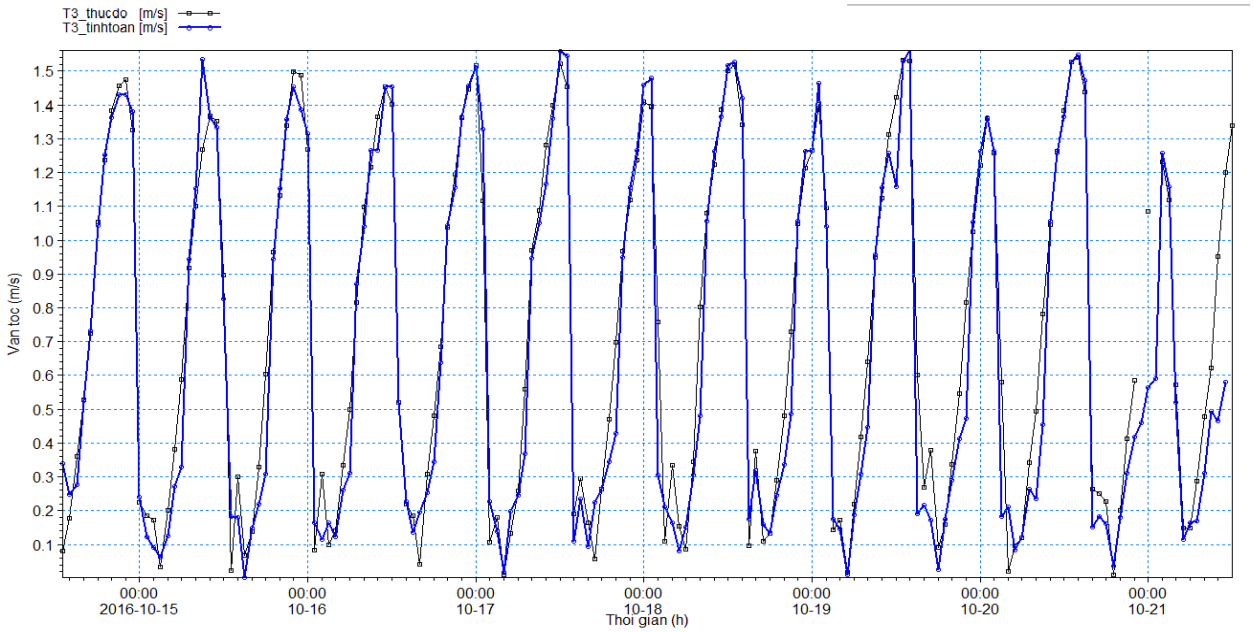
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (vận tốc) tại MC_DN2 (tháng 10/2016)



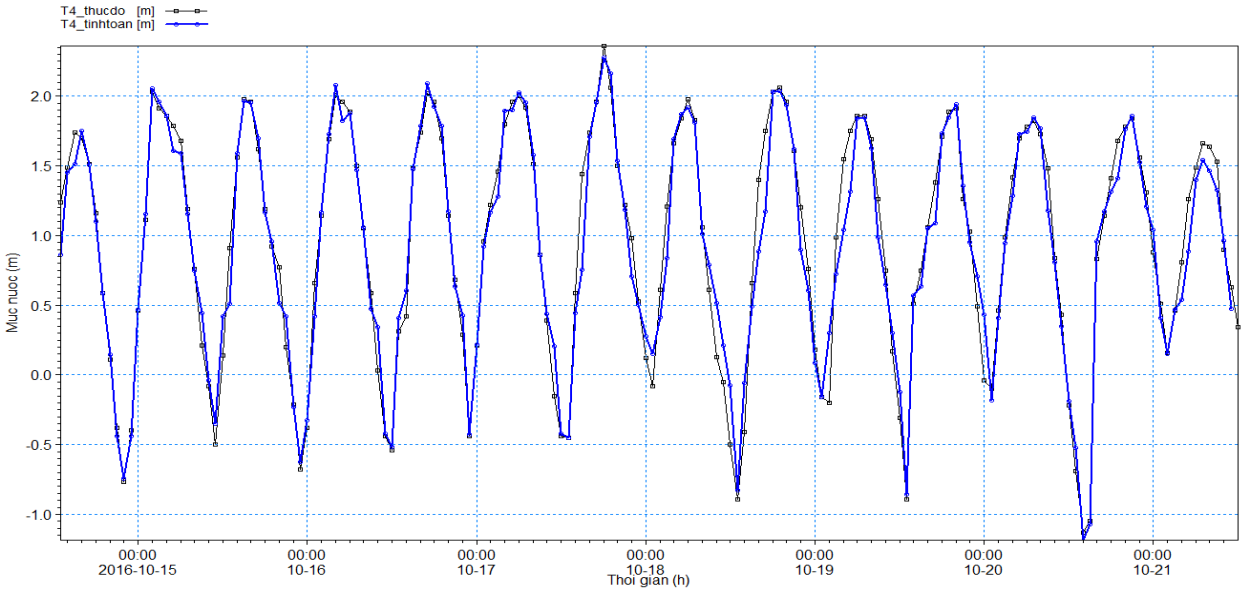
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (mực nước) tại MC_DN3 (tháng 10/2016)



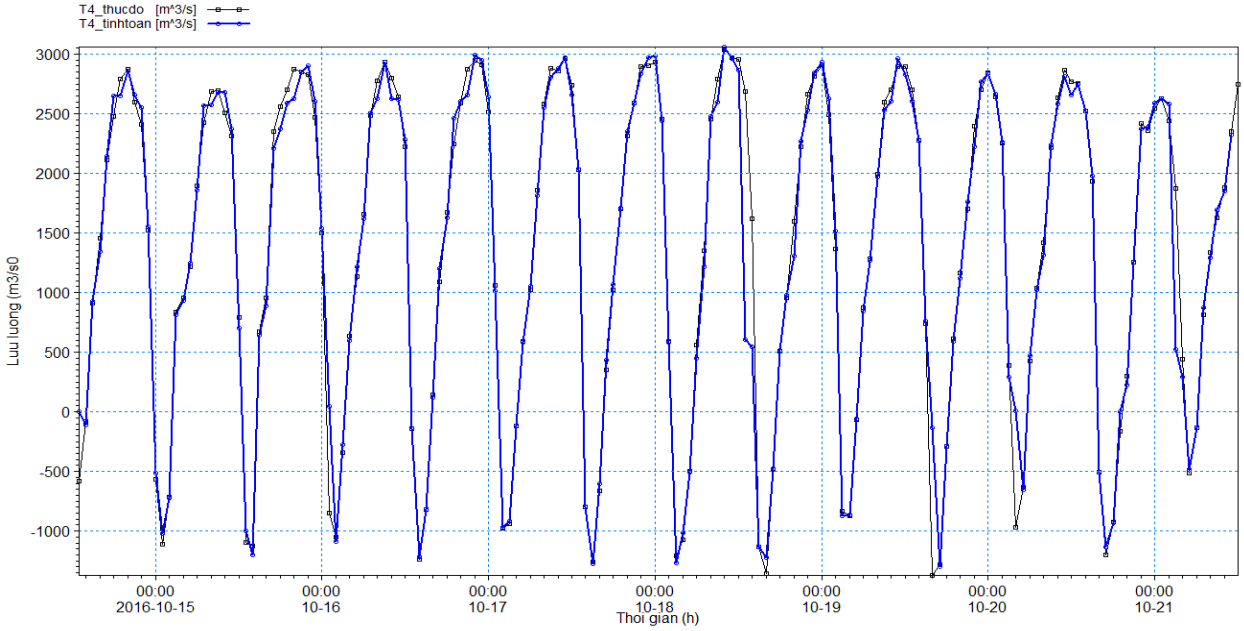
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (lưu lượng) tại MC_DN3 (tháng 10/2016)



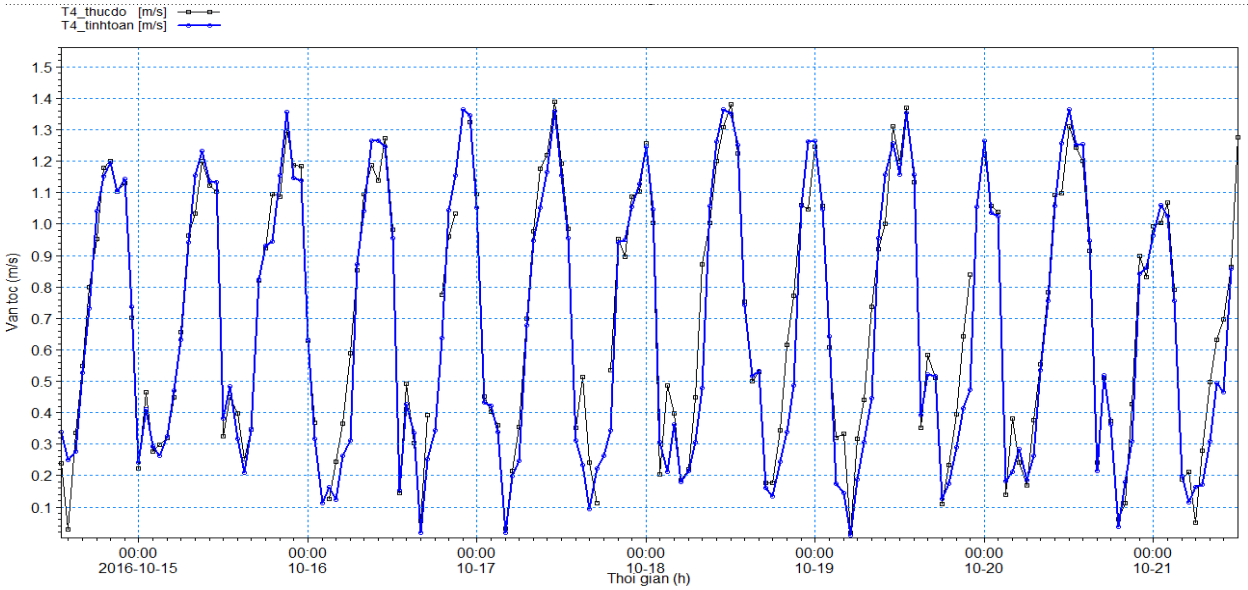
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (vận tốc) tại MC_DN3 (tháng 10/2016)



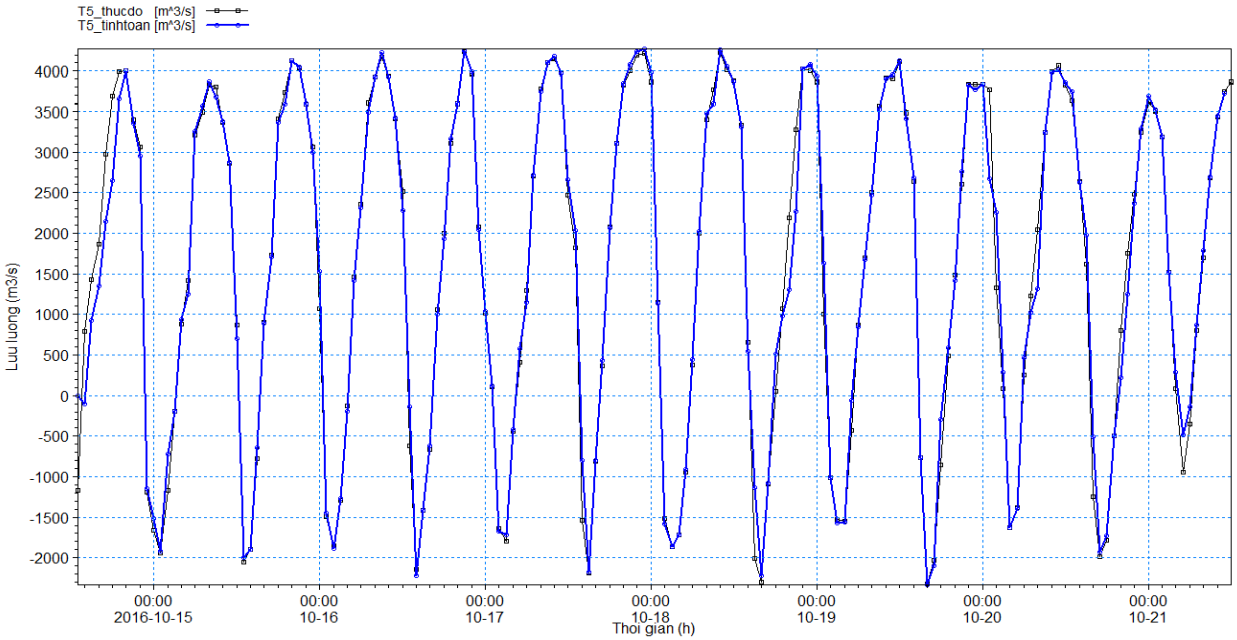
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (mực nước) tại MC_DN4 (tháng 10/2016)



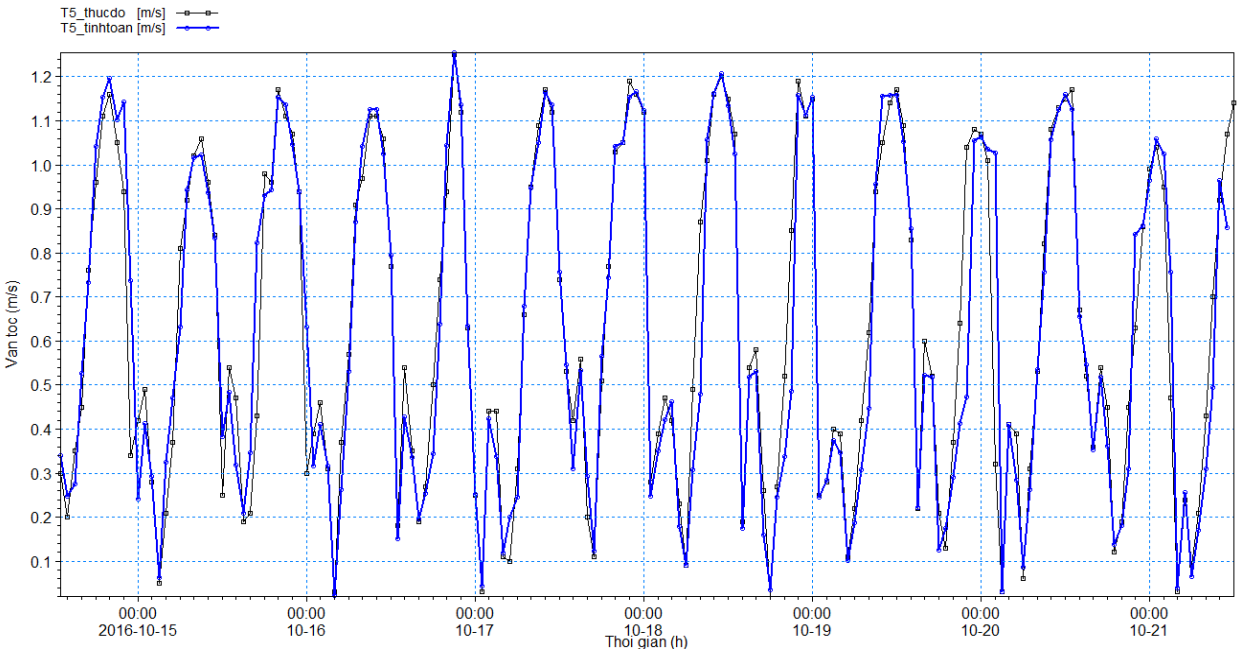
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (lưu lượng) tại MC_DN4 (tháng 10/2016)



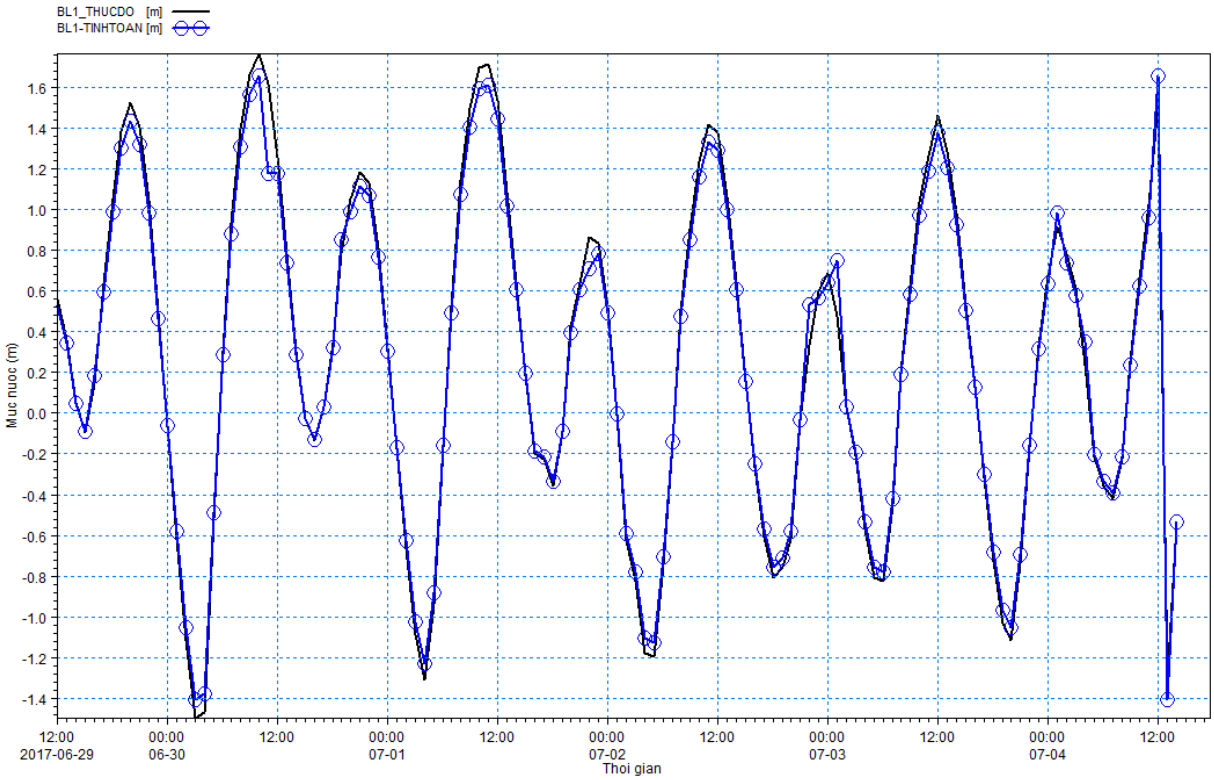
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (vận tốc) tại MC_DN4 (tháng 10/2016)



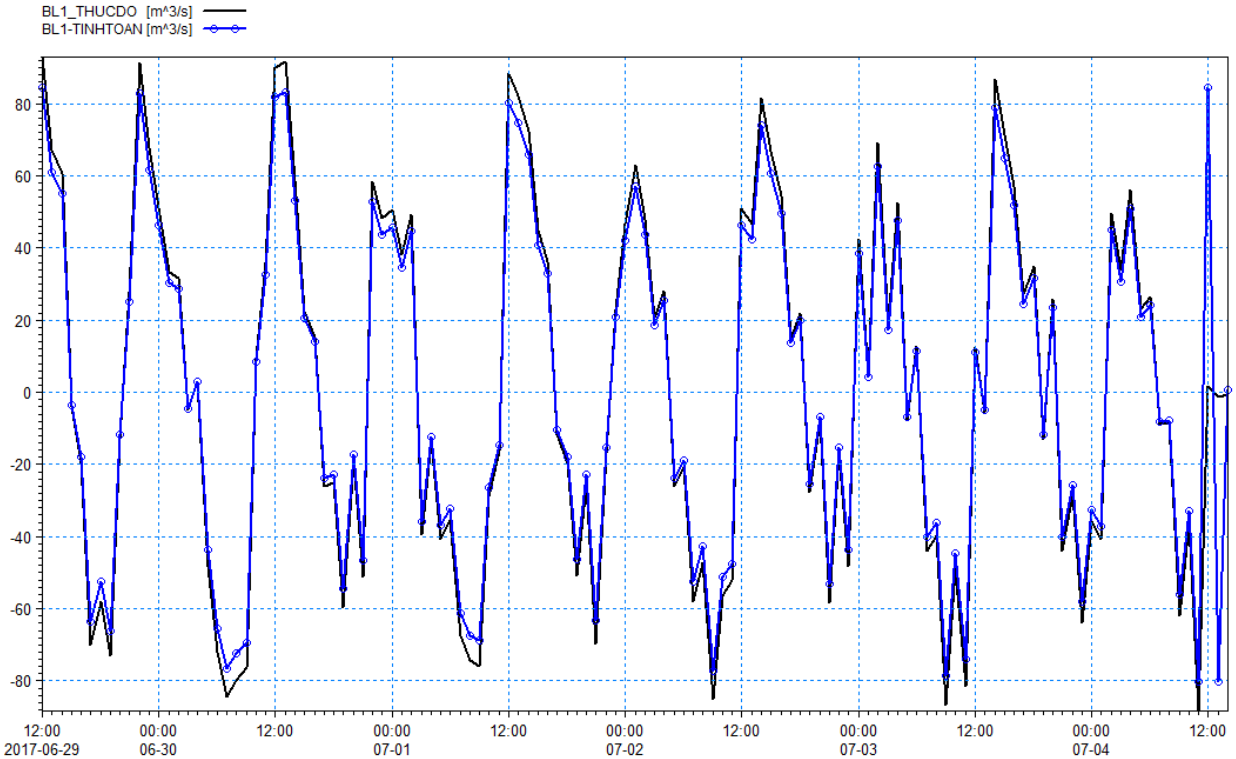
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (lưu lượng) tại MC_DN5(tháng 10/2016)



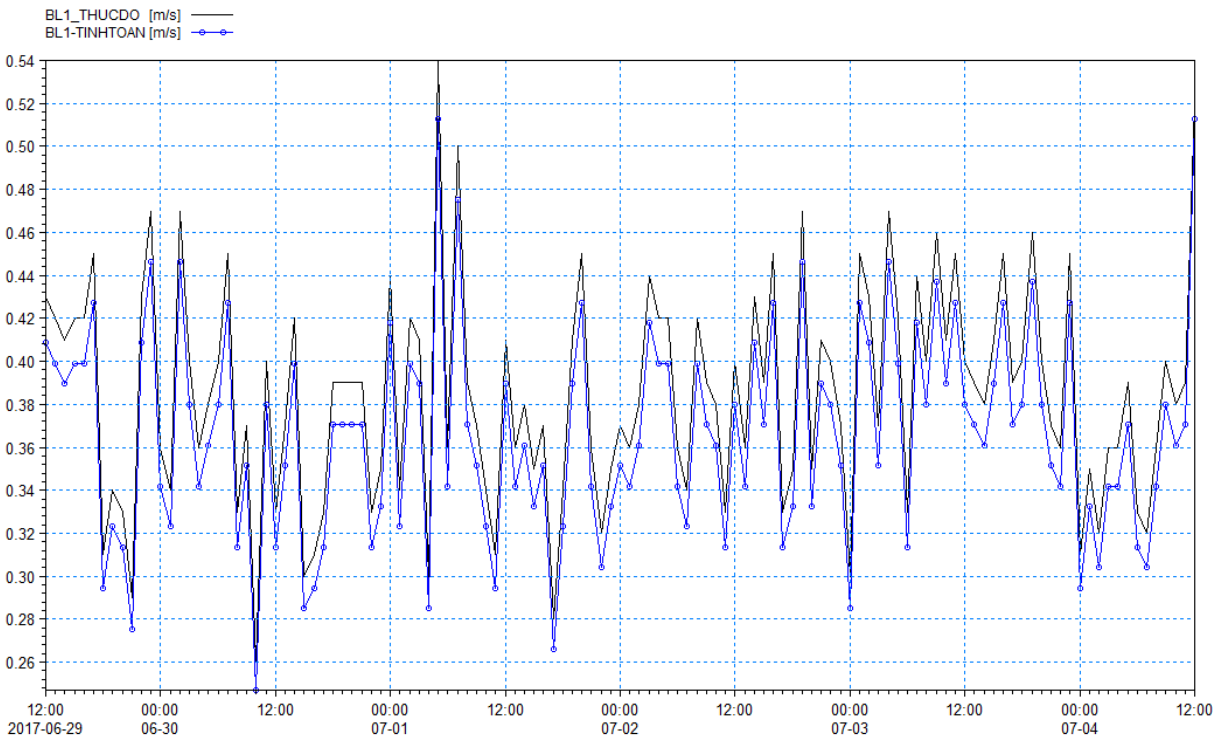
Kết quả hiệu chỉnh mô hình (vận tốc) tại MC_DN5 (tháng 10/2016)



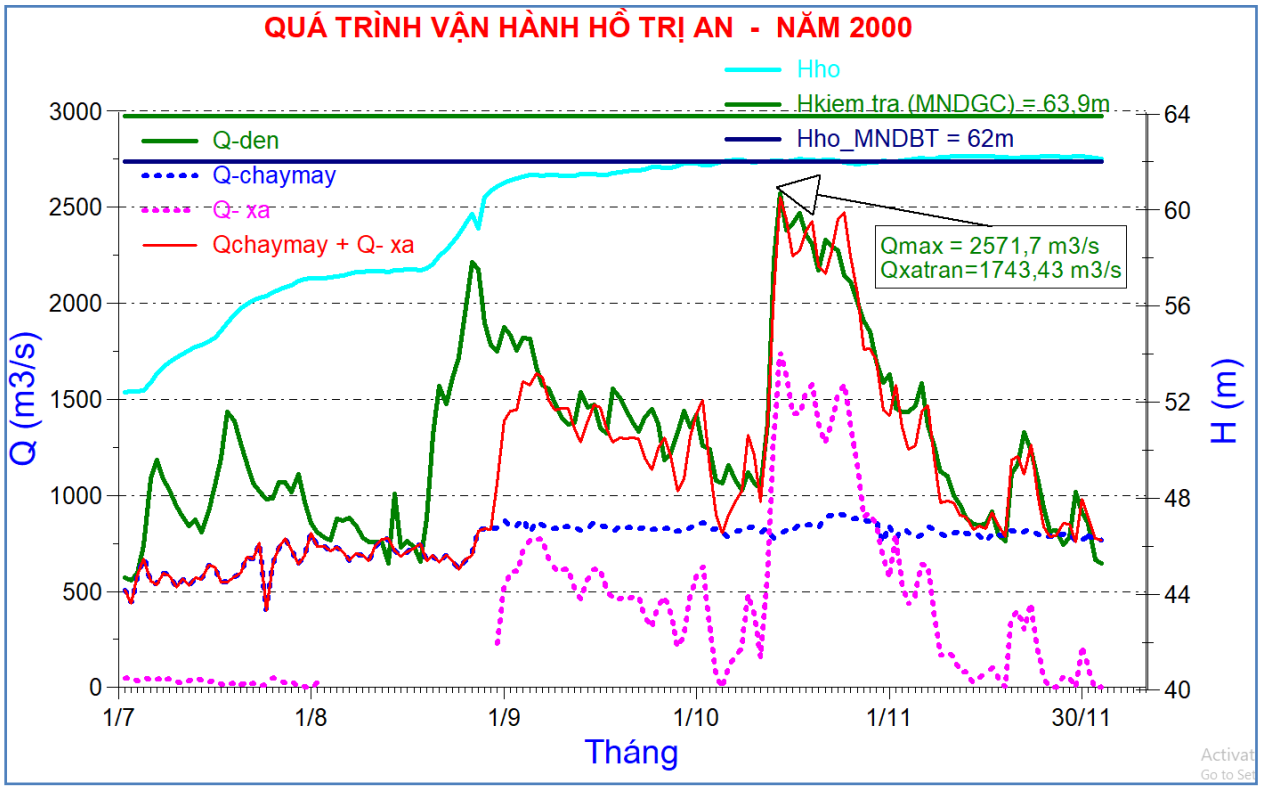
Kết quả xác nhận mô hình (mực nước) tại MC_BL1 (tháng 7/2017)

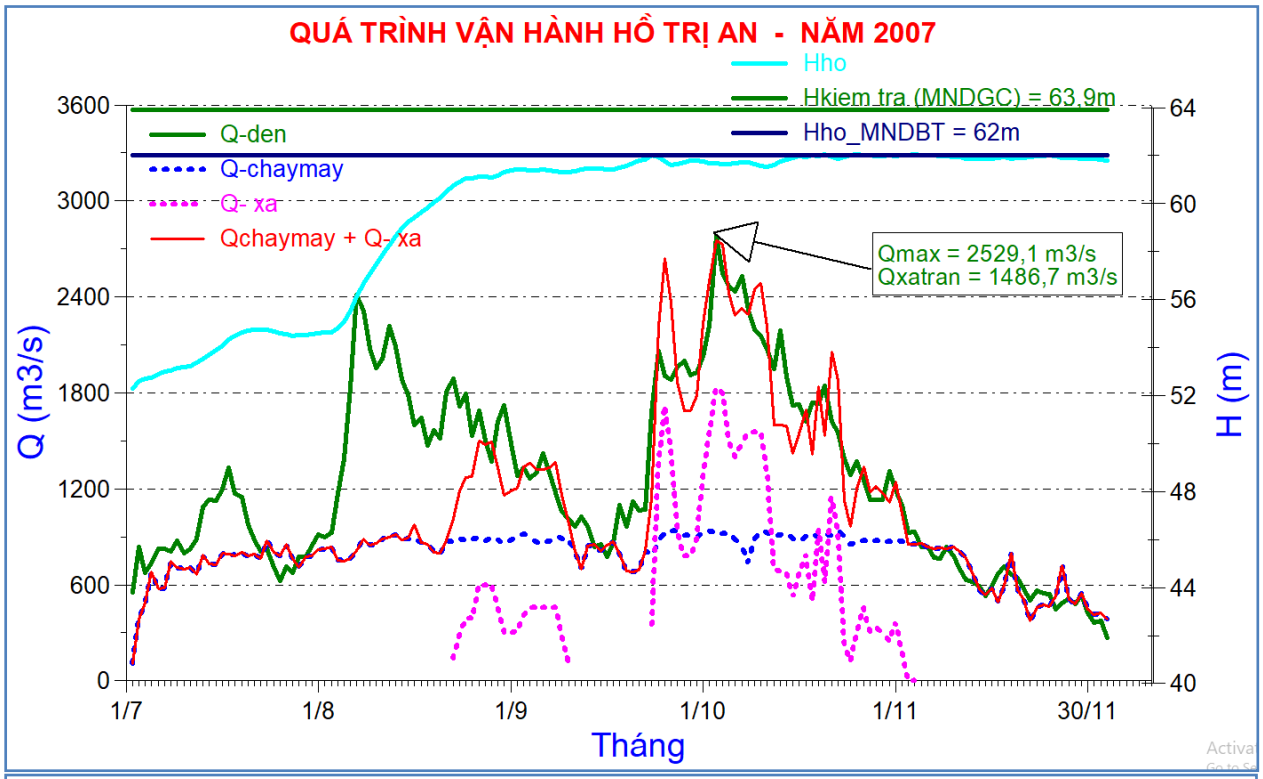


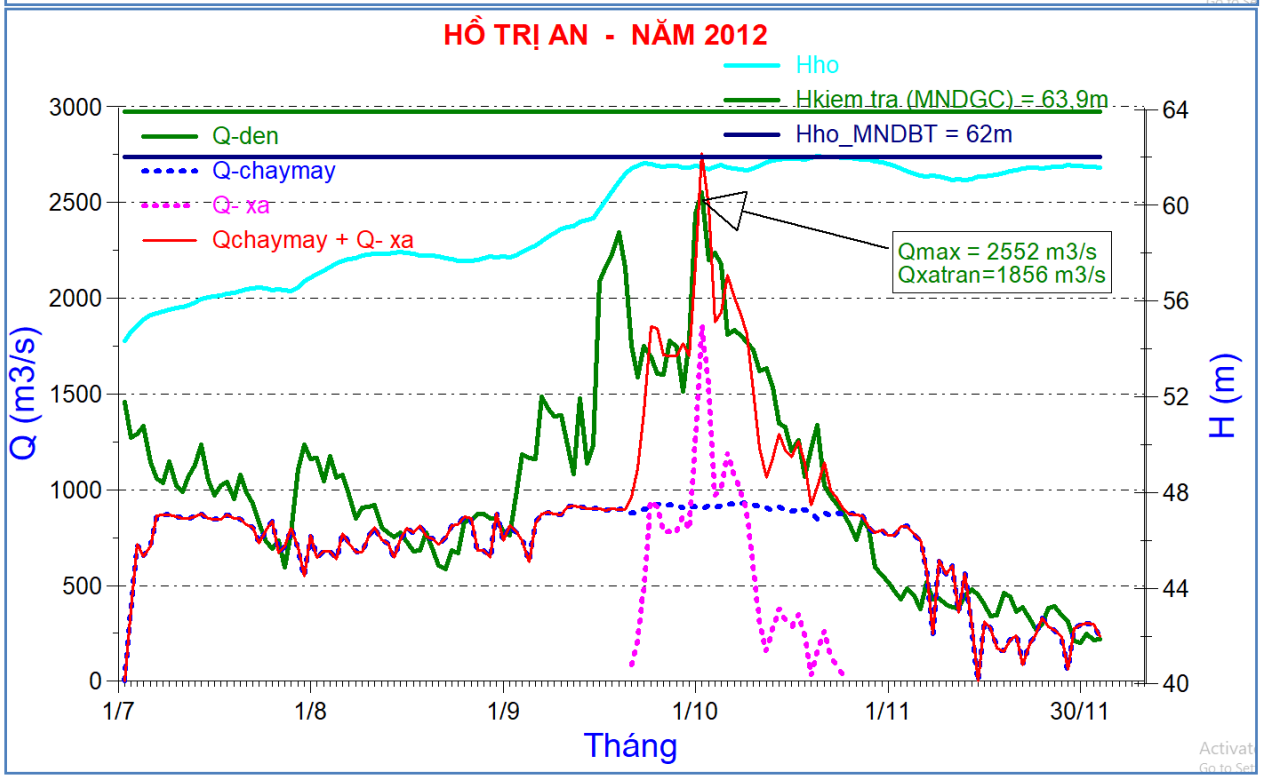
Kết quả xác nhận mô hình (lưu lượng) tại MC_BL1 (tháng 7/2017)

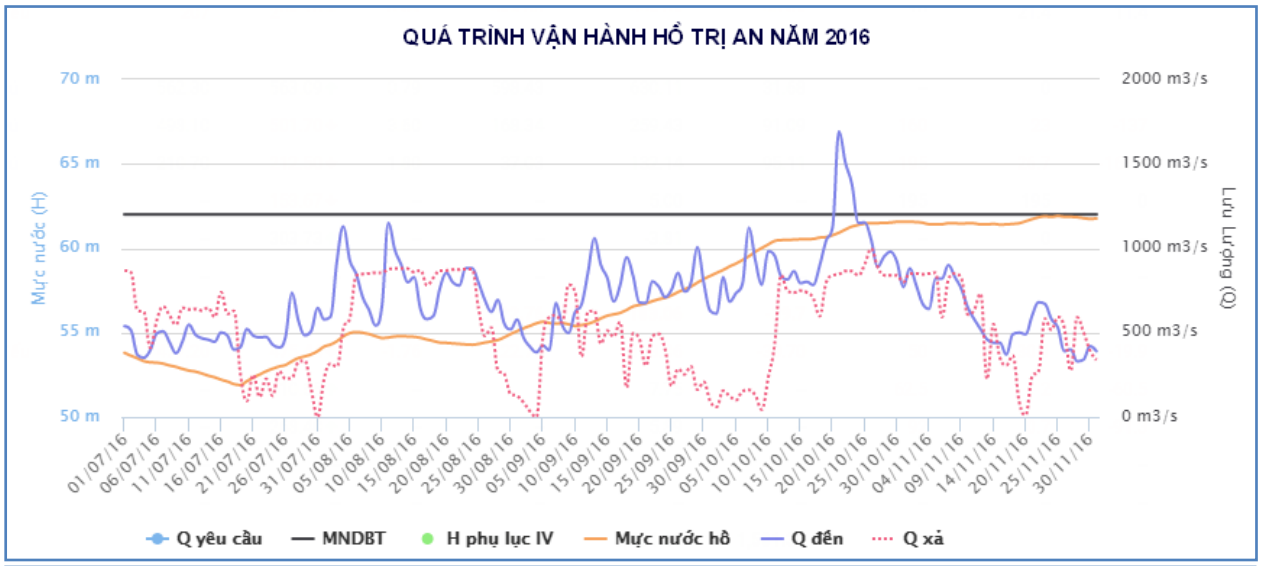


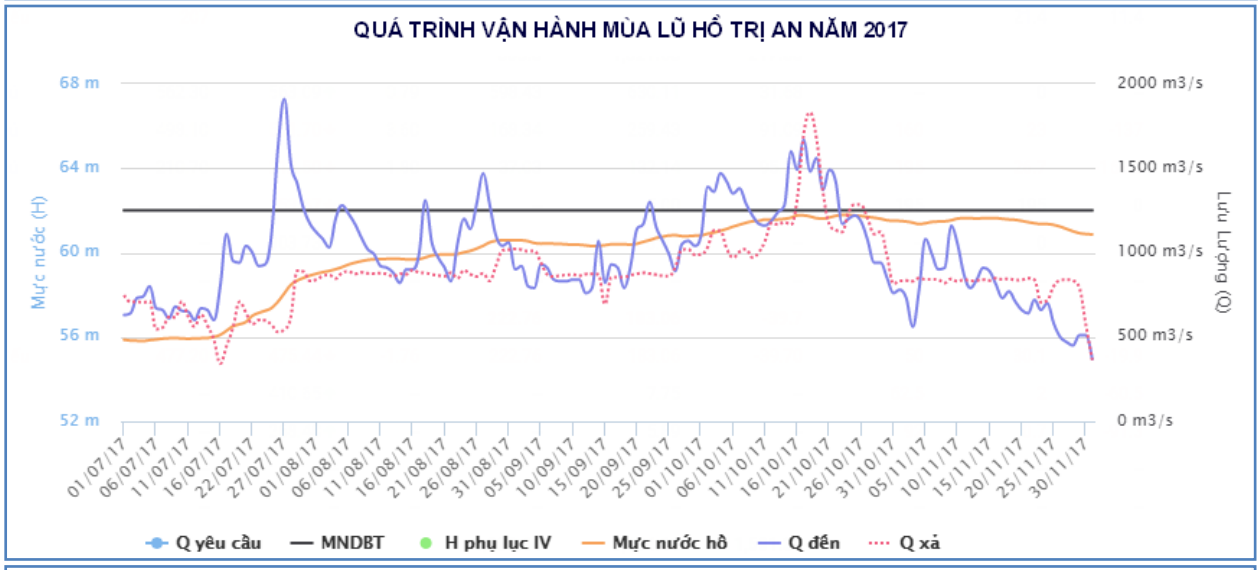
Kết quả xác nhận mô hình (vận tốc) tại MC_BL1 (tháng 7/2017)

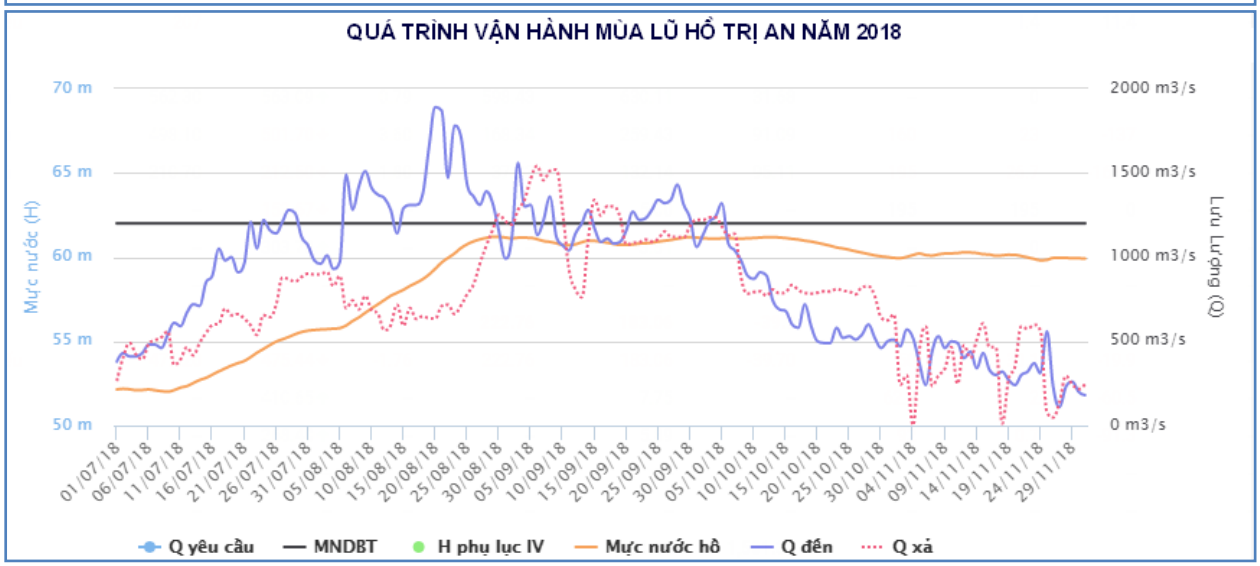


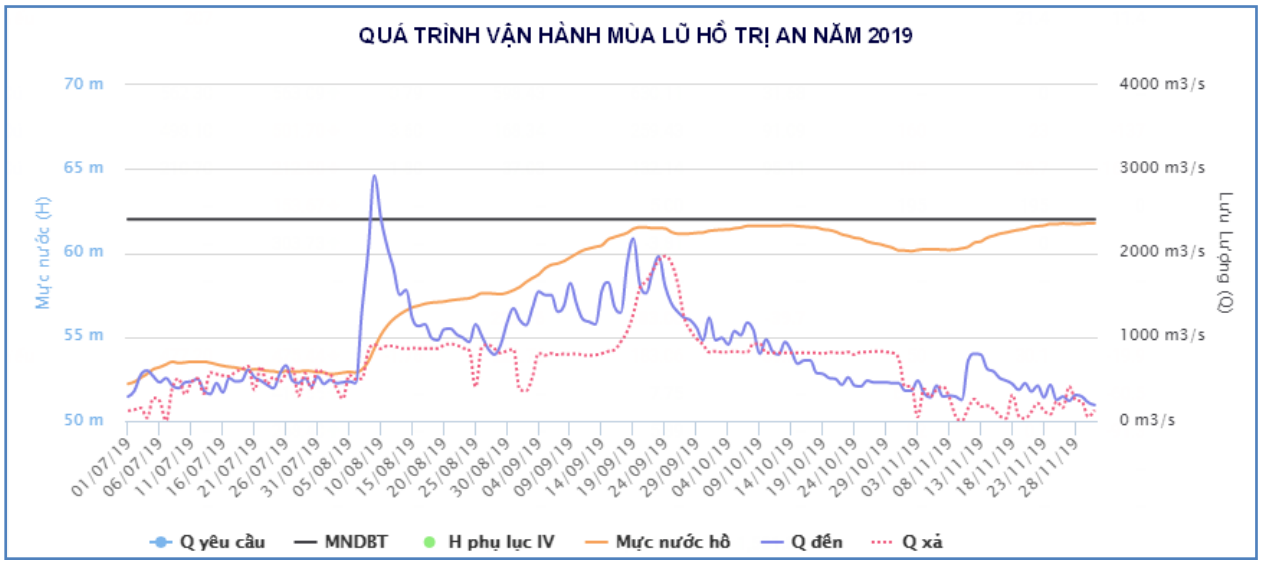

QUÁ TRÌNH VẬN HÀNH HỒ TRỊ AN - NĂM 2007
Hho
Hkiem tra (MNDGC) = 63,9m
Hho_MNDBT = 62m
Q-den
Q-chaymay
Q- xa
Qchaymay + Q- xa
Qmax = 2529,1 m3/s
Qxatran = 1486,7 m3/s
Q (m3/s)
H (m)
Tháng
1/7
1/8
1/9
1/10
1/11
30/11


HỒ TRỊ AN - NĂM 2012
Hho
Hkiem tra (MNDGC) = 63,9m
Hho_MNDBT = 62m
Q-den
Q-chaymay
Q- xa
Qchaymay + Q- xa
Qmax = 2552 m3/s
Qxatran=1856 m3/s
Q (m3/s)
H (m)
Tháng
1/7
1/8
1/9
1/10
1/11
30/11


QUÁ TRÌNH VẬN HÀNH HỒ TRỊ AN NĂM 2016
Mực nước (H)
Lưu Lượng (Q)
70 m
65 m
60 m
55 m
50 m
2000 m3/s
1500 m3/s
1000 m3/s
500 m3/s
0 m3/s
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả


QUÁ TRÌNH VẬN HÀNH MÙA LŨ HỒ TRỊ AN NĂM 2017
Mực nước (H)
Lưu Lượng (Q)
68 m
64 m
60 m
56 m
52 m
2000 m3/s
1500 m3/s
1000 m3/s
500 m3/s
0 m3/s
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả


QUÁ TRÌNH VẬN HÀNH MÙA LŨ HỒ TRỊ AN NĂM 2018
Mực nước (H)
Lưu Lượng (Q)
70 m
65 m
60 m
55 m
50 m
2000 m3/s
1500 m3/s
1000 m3/s
500 m3/s
0 m3/s
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả


QUÁ TRÌNH VẬN HÀNH MÙA LŨ HỒ TRỊ AN NĂM 2019
70 m
65 m
60 m
55 m
50 m
Mực nước (H)
4000 m3/s
3000 m3/s
2000 m3/s
1000 m3/s
0 m3/s
Lưu lượng (Q)
01/07/19
06/07/19
11/07/19
16/07/19
21/07/19
26/07/19
31/07/19
05/08/19
10/08/19
15/08/19
20/08/19
25/08/19
30/08/19
04/09/19
09/09/19
14/09/19
19/09/19
24/09/19
29/09/19
04/10/19
09/10/19
14/10/19
19/10/19
24/10/19
29/10/19
03/11/19
08/11/19
13/11/19
18/11/19
23/11/19
28/11/19
Q yêu cầu
MNDBT
H phụ lục IV
Mực nước hồ
Q đến
Q xả