

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN**

---

**PHẠM QUỐC SỸ**

**ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG  
DÒNG CHẢY HẠ LƯU SÔNG BA  
ĐẾN SỰ BỒI LẤP CỬA SÔNG ĐÀ DIỄN,  
TỈNH PHÚ YÊN**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC**

**Hà Nội - 2018**

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN**

---

**PHẠM QUỐC SỸ**

**ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG  
DÒNG CHẢY HẠ LƯU SÔNG BA  
ĐẾN SỰ BỒI LẤP CỦA SÔNG ĐÀ DIỄN,  
TỈNH PHÚ YÊN**

Chuyên ngành: Thủy văn học

Mã số: 60440224

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: PGS.TS. NGUYỄN THỌ SÁO**

**Hà Nội - 2018**

## LỜI CẢM ƠN

Sau một thời gian nghiên cứu, em đã hoàn thành luận văn thạc sĩ khoa học ***“Đánh giá tác động dòng chảy hạ lưu sông Ba đến sự bồi lấp cửa sông Đà Diễn, tỉnh Phú Yên”***.

Em xin chân thành gửi lời cảm ơn sâu sắc đến PGS.TS. Nguyễn Thọ Sáo, các thầy cô giáo, cán bộ Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học - Trường Đại học Tự nhiên, Đại học Quốc Gia Hà Nội đã luôn tận tình hướng dẫn, ân cần truyền đạt kiến thức, tạo mọi điều kiện thuận lợi để em có cơ hội học tập, nghiên cứu, phát triển kỹ năng, hoàn thành chương trình học của mình.

Em xin cảm ơn các thầy cô Ban chủ nhiệm đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất các giải pháp ổn định các cửa sông Đà Diễn và Đà Nông tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế xã hội” mã số ĐTĐL.CN.15/15 do Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội chủ trì, đã cung cấp số liệu, tài liệu cũng như hỗ trợ em rất nhiều trong quá trình học tập, nghiên cứu và hoàn thành luận văn.

Em xin cảm ơn các anh chị em trong nhóm “G’Group” đã giúp đỡ trong quá trình hoàn thành luận văn. Xin cảm ơn gia đình, bạn bè và người thân đã luôn bên cạnh, giúp đỡ động viên em vượt qua mọi khó khăn trong thời gian qua.

Luận văn tuy có nhiều cố gắng nhưng khó tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong nhận được những nhận xét, góp ý quý báu của quý thầy cô, bạn bè, đồng nghiệp, các nhà khoa học và độc giả để luận văn của em được hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn!

Tác giả

**Phạm Quốc Sỹ**

## MỤC LỤC

|                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chương 1. ĐIỀU KIỆN ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ XÃ HỘI KHU VỰC NGHIÊN CỨU .....</b>                           | <b>4</b>  |
| <b>1.1. Điều kiện tự nhiên khu vực nghiên cứu .....</b>                                                         | <b>4</b>  |
| 1.1.1. Điều kiện tự nhiên .....                                                                                 | 4         |
| 1.1.2. Đặc điểm khí tượng khí hậu .....                                                                         | 12        |
| 1.1.3. Đặc điểm thủy văn .....                                                                                  | 21        |
| 1.1.4. Đặc điểm hải văn .....                                                                                   | 22        |
| <b>1.2. Điều kiện kinh tế xã hội .....</b>                                                                      | <b>24</b> |
| 1.2.1. Tổ chức hành chính lưu vực sông Ba .....                                                                 | 24        |
| 1.2.2. Dân số .....                                                                                             | 25        |
| 1.2.3. Đặc điểm kinh tế .....                                                                                   | 25        |
| <b>1.3. Đánh giá tổng hợp các yếu tố động lực chính ảnh hưởng đến diễn biến cửa Đà Rằng .....</b>               | <b>26</b> |
| <b>Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT MÔ HÌNH MIKE 11 VÀ MÔ HÌNH MIKE 21 .....</b>                                       | <b>28</b> |
| <b>2.1. Giới thiệu chung .....</b>                                                                              | <b>28</b> |
| <b>2.2. Mô hình Mike 11 .....</b>                                                                               | <b>28</b> |
| 2.2.1. Giới thiệu phần mềm Mike 11 .....                                                                        | 28        |
| 2.2.2. Hệ phương trình cơ bản sử dụng trong phần mềm Mike 11 .....                                              | 30        |
| <b>2.3. Mô hình Mike 21 .....</b>                                                                               | <b>31</b> |
| 2.3.1. Giới thiệu phần mềm Mike 21 .....                                                                        | 31        |
| 2.3.2. Hệ phương trình cơ bản sử dụng trong phần mềm Mike 21 .....                                              | 32        |
| <b>Chương 3. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG DÒNG CHẢY HẠ LƯU SÔNG BA ĐẾN SỰ BỒI LẬP CỦA SÔNG ĐÀ DIỄN, TỈNH PHÚ YÊN .....</b> | <b>40</b> |
| <b>3.1. Phạm vi tính toán .....</b>                                                                             | <b>40</b> |
| <b>3.2. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình Mike 11 .....</b>                                                  | <b>41</b> |
| 3.2.1. Thiết lập các thông số mô hình Mike 11 .....                                                             | 41        |

|                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.2. Kết quả hiệu chỉnh mô hình một chiều .....                                               | 45        |
| 3.2.3. Kết quả kiểm định mô hình một chiều: .....                                               | 46        |
| <b>3.3. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình Mike 21.....</b>                                   | <b>49</b> |
| 3.3.1. Số liệu phục vụ nghiên cứu .....                                                         | 49        |
| 3.3.2. Thiết lập các thông số mô hình Mike 21.....                                              | 51        |
| 3.3.3. Kết quả hiệu chỉnh mô hình hai chiều năm 2015.....                                       | 52        |
| 3.3.4. Kết quả kiểm định mô hình hai chiều năm 2016.....                                        | 52        |
| <b>3.4. Kết quả tính toán theo các kịch bản .....</b>                                           | <b>53</b> |
| 3.4.1. So sánh trường dòng chảy trong pha triều xuống của 3 thời kì tháng khác nhau. ....       | 55        |
| 3.4.2. So sánh trường sóng theo các hướng sóng khác nhau Bắc, Đông từ tháng 1 đến tháng 4. .... | 58        |
| 3.4.3. So sánh sự thay đổi đáy trong 15 ngày với các hướng sóng khác nhau.....                  | 59        |
| 3.4.4. So sánh sự thay đổi đáy với cùng 1 hướng sóng .....                                      | 65        |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>                                                                 | <b>73</b> |
| Tài liệu Tiếng Việt.....                                                                        | 73        |
| Tài liệu Tiếng Anh .....                                                                        | 73        |

## DANH MỤC BẢNG

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bảng 1.1: Các đặc trưng chính của sông Ba và một số sông trong lưu vực.....        | 11 |
| Bảng 1.2: Tốc độ gió trung bình tháng và năm (Đơn vị: m/s).....                    | 13 |
| Bảng 1.3: Một số đặc trưng mưa năm (Đơn vị: mm).....                               | 16 |
| Bảng 1.4: Lượng mưa trung bình nhiều năm các tháng (Đơn vị: mm).....               | 18 |
| Bảng 1.5: Độ ẩm tuyệt đối trung bình tháng và năm(mb).....                         | 20 |
| Bảng 1.6: Độ ẩm tương đối trung bình tháng và năm (Đơn vị: %) .....                | 20 |
| Bảng 1.7: Lưu lượng lũ lớn nhất tại 1 số trạm trên lưu vực sông Ba .....           | 21 |
| Bảng 1.8. Bảng tính toán cao độ và biên độ thủy triều dựa trên số liệu toàn cầu[2] | 25 |
| Bảng 1.9: Độ cao sóng bình quân (m) theo các tháng và mùa trong năm.....           | 26 |
| Bảng 3.1: Các kịch bản theo các hướng sóng khác nhau .....                         | 53 |

## DANH MỤC HÌNH

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Hình 1.1: Sơ đồ hành chính khu vực tỉnh Phú Yên.....                                                         | 5  |
| Hình 1.2: Địa hình vùng cửa sông Đà Rằng.....                                                                | 6  |
| Hình 1.3: Bản đồ mạng lưới sông lưu vực sông Ba.....                                                         | 10 |
| Hình 1.4: Sơ đồ vùng hạ lưu sông Ba từ Củng Sơn đến cửa Đà Rằng .....                                        | 12 |
| Hình 1.5: Phân bố lượng mưa theo mùa mưa và mùa khô.....                                                     | 19 |
| Hình 2.1 Sơ đồ lưới tính so le theo hai chiều x, y.....                                                      | 34 |
| Hình 2.2. Sơ đồ quét thời gian trung tâm.....                                                                | 35 |
| Hình 3.1: Phạm vi tính toán của mô hình Mike 11 .....                                                        | 40 |
| Hình 3.2: Phạm vi tính toán mô hình Mike 21 .....                                                            | 40 |
| Hình 3.3: Lưới tính toán trong luận văn.....                                                                 | 41 |
| Hình 3.4: Mạng lưới sông.....                                                                                | 42 |
| Hình 3.5: Mặt cắt ngang sông.....                                                                            | 43 |
| Hình 3.6: Biên trên lưu lượng tại Củng Sơn.....                                                              | 44 |
| Hình 3.7: Biên dưới mực nước dựa theo sự tương quan của thủy triều.....                                      | 45 |
| Hình 3.8: So sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm Phú Lâm.....                                        | 46 |
| Hình 3.9 Biên trên lưu lượng tại Củng Sơn.....                                                               | 47 |
| Hình 3.10: Biên dưới mực nước dựa theo sự tương quan của thủy triều.....                                     | 48 |
| Hình 3.11: Kết quả kiểm định mô hình tại trạm Phú Lâm .....                                                  | 49 |
| Hình 3.12: Địa hình khu vực tháng 3/2016 và khu vực tháng 9/2016.....                                        | 50 |
| Hình 3.13: Tọa độ và các yếu tố đo đạc của các trạm đo cụ thể.....                                           | 50 |
| Hình 3.14: Điều kiện biên trên mực nước .....                                                                | 51 |
| Hình 3.15: So sánh mực nước tại trạm D .....                                                                 | 52 |
| Hình 3.16: So sánh mực nước tại trạm F.....                                                                  | 52 |
| Hình 3.17: Hoa sóng tính từ số liệu gió đo tại trạm Tuy Hòa .....                                            | 54 |
| Hình 3.18 : KB1 Trường dòng chảy từ tháng 1 đến tháng 4 trong pha triều xuống<br>theo hướng sóng Bắc .....   | 55 |
| Hình 3.19: KB4 Trường dòng chảy trong tháng 5 đến tháng 9 trong pha triều xuống<br>theo hướng sóng Bắc ..... | 56 |

|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Hình 3.20: KB7 Trường dòng chảy trong tháng 10 đến tháng 12 trong pha triều xuống theo hướng sóng Bắc ..... | 56 |
| Hình 3.21: KB 3 Trường sóng theo hướng sóng Đông từ tháng 1 đến tháng 4 .....                               | 58 |
| Hình 3.22: KB2 Trường sóng theo hướng sóng Đông Bắc từ tháng 1 đến tháng 4 .....                            | 58 |
| Hình 3.23: KB1 Trường sóng theo hướng sóng Bắc từ tháng 1 đến tháng 4 .....                                 | 59 |
| Hình 3.24: KB 3 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông từ ngày 6/4/2016 đến ngày 21/4/2016 .....                 | 60 |
| Hình 3.25: KB 2 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc từ ngày 6/4/2016 đến ngày 21/4/2016 .....             | 60 |
| Hình 3.26: KB 1 Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc từ ngày 6/4/2016 đến ngày 21/4/2016 .....                  | 61 |
| Hình 3.27: KB 6 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông từ ngày 9/5/2016 đến ngày 23/5/2016 .....                 | 62 |
| Hình 3.28: KB 5 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc từ ngày 9/5/2016 đến ngày 23/5/2016 .....             | 62 |
| Hình 3.29: KB 4 Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc từ ngày 9/5/2016 đến ngày 23/5/2016 .....                  | 63 |
| Hình 3.30: KB9 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông từ ngày 12/10/2016 đến ngày 26/10/2016 .....               | 64 |
| Hình 3.31: KB8 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc từ ngày 12/10/2016 đến ngày 26/10/2016 .....           | 64 |
| Hình 3.32: KB 7 Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc từ ngày 12/10/2016 đến ngày 26/10/2016 .....               | 65 |
| Hình 3.33: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông sau 10 ngày trong KB3 (ngày 16/4/2016) .....                   | 66 |
| Hình 3.34: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông sau 10 ngày trong KB6 ( ngày 23/5/2016 .....                   | 66 |
| Hình 3.35: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông sau 10 ngày trong KB 9(ngày 22/10/2016) .....                  | 67 |



|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Hình 3.36: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc sau 10 ngày trong KB 2 (ngày 16/4/2016) ..... | 67 |
| Hình 3.37: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc sau 10 ngày trong KB5 ( ngày 23/5/2016) ..... | 68 |
| Hình 3.38: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc sau 10 ngày trong KB8 (ngày 22/10/2016) ..... | 68 |
| Hình 3.39: Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc sau 10 ngày trong KB1 (ngày 16/4/2016) .....       | 69 |
| Hình 3.40: Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc sau 10 ngày trong KB4 (ngày 23/5/2016) .....       | 69 |
| Hình 3.41: Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc sau 10 ngày trong KB7 (ngày 22/10/2016) .....      | 70 |

## MỞ ĐẦU

Việt Nam nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, có đường bờ biển khoảng 3260 km (chưa kể bờ các đảo) của 29 tỉnh và thành phố, có mật độ lưới sông vào loại lớn trên thế giới, với mức trung bình 1 km/km<sup>2</sup>, và cứ 20 km bờ biển có một cửa sông. Diện tích vùng ven biển của Việt Nam là 136.700 km<sup>2</sup> (chiếm 41% diện tích cả nước), với dân số tính đến năm 2010 là khoảng 42 triệu người (chiếm 48% cả nước). Các ngành kinh tế biển và ven biển như khai thác dầu khí, khoáng sản biển, đánh bắt và nuôi trồng thủy sản, vận tải đường thủy, du lịch,... có vai trò rất quan trọng và chiếm tỷ lệ đáng kể trong nền kinh tế của Việt Nam. Hàng năm kinh tế vùng ven biển đóng góp khoảng 30% GDP và 50% tổng thu nhập xuất khẩu của cả nước [2].

Dải ven biển nước ta rất phong phú về tài nguyên, là nơi tập trung dân cư đông đúc nhất so với các vùng khác và cũng là nơi có nhiều công trình dân sinh kinh tế, quốc phòng quan trọng. Tuy nhiên, cũng là vùng hứng chịu nhiều thiên tai như bão, nước dâng, sạt lở và bồi tụ. Bồi tụ bờ biển, cửa sông ở nước ta đã tạo nên các bãi bồi quý giá cho nhiều vùng, nhưng nhiều nơi lại gây ra những hậu quả nghiêm trọng như bồi lấp luồng tàu, bến cảng. Các cửa sông ven biển miền Trung phần lớn không ổn định, thường xuyên bị phá và xói lở (mở ra) vào mùa mưa, nhưng mùa khô lại bị bồi lấp (đóng lại) và có xu hướng dịch chuyển theo chu kỳ như cửa Thuận An, cửa Tư Hiền, cửa Lở, cửa Đà Nẵng... Hậu quả nghiêm trọng nhất của bồi lấp cửa sông là làm giảm khả năng thoát lũ, gây ngập lụt trên diện rộng, làm ngọt hóa các đầm phá, gây ách tắc tàu thuyền của ngư dân ra vào cửa sông. Còn xói lở gây nhiều thiệt hại đến các công trình như bến cảng, đê kè và nơi ở của người dân. Có thể nói đây là dạng thiên tai có diễn biến hết sức phức tạp, gây thiệt hại rất lớn và để lại hậu quả lâu dài về kinh tế, xã hội và môi trường.

Cửa sông đóng vai trò hết sức quan trọng trong việc thông thương với thế giới bên ngoài. Từ xa xưa, cửa sông đã đóng vai trò quan trọng đối với đời sống của con người. Nhiều cửa sông lớn đã trở thành những cái nôi của nền văn minh cổ đại. Chính vì có vai trò quan trọng như vậy mà từ lâu cửa sông đã là đối tượng nghiên

cứu, khai thác phục vụ đời sống của con người.

Cửa sông là một vùng địa lý tự nhiên phức tạp, chịu tác động tổng hợp của các yếu tố động lực sông và các yếu tố động lực biển. Hơn nữa, vùng cửa sông diễn ra rất nhiều hoạt động như bến cảng, luồng tàu, các công trình bảo vệ bờ, nuôi trồng thủy sản,... Những hoạt động này cũng tác động rất đáng kể đến quá trình bồi lấp và xói lở vùng cửa sông. Tổ hợp điều kiện tự nhiên và các hoạt động của con người tạo nên sự diễn biến phức tạp của vùng cửa sông. Chính vì vậy, chỉnh trị cửa sông đã có những thành công như làm cho độ sâu luồng lạch qua cửa sông tăng lên đáng kể, nhưng cũng có không ít những trường hợp chỉ nhận được bài học từ thất bại. Nghiên cứu chỉnh trị một cửa sông lớn, có khi kéo dài đến hàng trăm năm hoặc hơn nữa và không bao giờ được coi là kết thúc [2].

Cửa sông miền Trung có đặc điểm xói lở vào mùa mưa lũ, bồi lấp vào mùa khô, do vậy giải pháp chủ yếu là chống xói lở và ngăn chặn bồi lấp. Các nguyên nhân bồi lấp, xói lở rất phức tạp nhưng chủ yếu là do các điều kiện khí tượng, thủy hải văn và động lực sông biển là chính. Hiện nay đã có nhiều nghiên cứu và các công trình thực tế về các giải pháp để bảo vệ và ổn định các cửa sông miền Trung và đã thu được những kết quả có giá trị về khoa học và thực tiễn, góp phần đáng kể vào việc chỉnh trị cửa sông, bờ biển, giảm nhẹ thiên tai.

Đà Nẵng là một cửa sông quan trọng của tỉnh Phú Yên. Cửa sông được dùng làm bến cảng cá và nơi neo đậu của gần 900 tàu khai thác hải sản xa bờ và câu cá ngừ đại dương thuộc phường 6 và phường Phú Lâm, thành phố Tuy Hoà và là trung tâm mua bán cá ngừ đại dương lớn nhất duyên hải miền Trung. Từ cuối mùa mưa năm 2006 đến nay, do nhiều năm liền không có lũ lớn nên cửa sông Đà Nẵng liên tục bị cát bồi lấp nghiêm trọng, gây khó khăn cho tàu thuyền ra vào cửa. Trong những ngày biến động, sóng lớn đã làm cho cửa sông tiếp tục bị cát bồi lấp nghiêm trọng khiến cho hàng trăm tàu thuyền không thể xuất bến đi khai thác hải sản hoặc khi trở về bị mắc cạn ở phía ngoài cửa sông, không thể vào cảng. Tình trạng bồi lấp cửa biển làm cho lòng dẫn bị thu hẹp, dòng chảy từ thượng nguồn đổ về với cường suất lớn, tốc độ mạnh, khiến nhiều tàu đánh cá bị trượt neo trôi tự do ra biển. Sóng

lớn làm các tàu va đập mạnh, đã có tàu bị vỡ và chìm (tháng 3/2008) gây thiệt hại hàng trăm triệu đồng.

Để đối phó với thực trạng bồi lấp cửa sông Đà Rằng, hàng năm cần đến khoảng 600 triệu đồng để hút cát, nạo vét thông cửa sông tuy nhiên khi biển động, sóng lớn, do cát bồi lấp cửa cách bờ biển hơn 100 mét không cho phép tiến hành nạo vét ngay được, dẫn đến thiệt hại lớn về kinh tế cho ngư dân. Nước xói sâu dần vào chân nền đất làm sạt lở bờ sông từng đoạn lớn uy hiếp đến các hồ nuôi tôm. Chiều dài cửa biển bị xói lở dài trên 400 mét, sâu vào đất liền 80 mét. Năm 2007, nhân dân đã phải dùng những bao cát đắp thành những mỏ hàn, nắn dòng nước sang phía bờ Nam. Đã có 8000 bao cát và hàng trăm công lao động được bà con vận động tạo các mỏ hàn tạm thời. Vì vậy, việc nghiên cứu về giải pháp hoàn chỉnh đảm bảo thoát lũ vào mùa mưa và khơi thông luồng chống bồi lấp vào mùa khô để chỉnh trị cửa sông và bờ biển cửa Đà Rằng là vấn đề rất cần thiết. Luận văn cao học này lựa chọn đề tài là “Đánh giá tác động dòng chảy hạ lưu sông Ba đến sự bồi lấp cửa sông Đà Diễn, tỉnh Phú Yên”.

*Phương pháp tiếp cận:* Kế thừa

Mô hình toán lựa chọn sử dụng mô hình Mike 11 và Mike 21

*Các bước triển khai*

Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình Mike 11, sử dụng mô hình Mike 11 diễn toán 1 chiều trong sông từ trạm thủy văn đến cầu Đà Rằng làm điều kiện biên cho mô hình Mike 21.

Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình Mike 21

Sử dụng mô hình Mike 21 tính toán kịch bản khác nhau

Phân tích đánh giá kết quả theo kịch bản trên

Cấu trúc của luận văn

Chương 1: Điều kiện địa lý tự nhiên xã hội khu vực nghiên cứu

Chương 2: Cơ sở lý thuyết mô hình Mike 11 và Mike 21

Chương 3: Đánh giá dòng chảy hạ lưu sông Ba đến sự bồi lấp cửa sông Đà Diễn, tỉnh Phú Yên.

## **Chương 1. ĐIỀU KIỆN ĐỊA LÝ TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ XÃ HỘI**

### **KHU VỰC NGHIÊN CỨU**

#### **1.1. Điều kiện tự nhiên khu vực nghiên cứu**

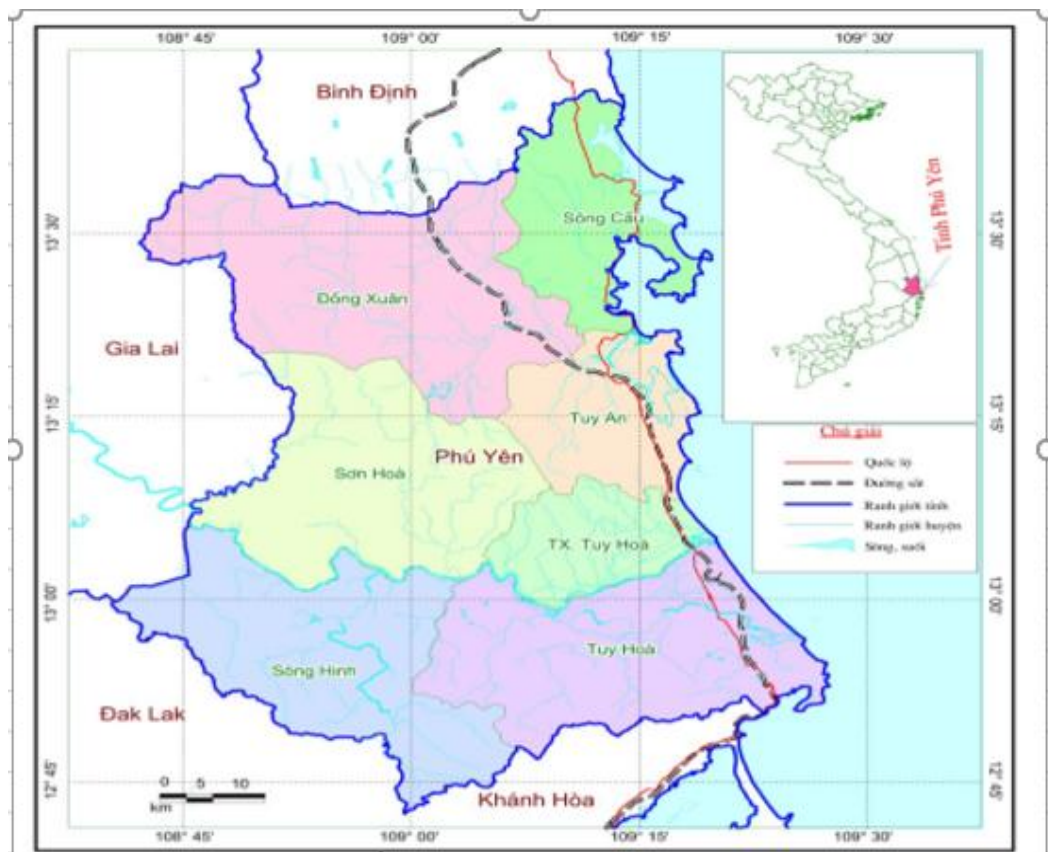
##### **1.1.1. Điều kiện tự nhiên**

###### **1.1.1.1. Vị trí địa lý**

Lưu vực sông Ba nằm ở miền Nam Trung Bộ Việt Nam. Phạm vi lưu vực ở: 12°35' đến 14°38' vĩ độ Bắc và 108°00' đến 109°55' kinh độ Đông. Phía Bắc giáp lưu vực sông Trà Khúc; phía Nam giáp lưu vực sông Cái và sông Sêrêpôk; phía Tây giáp lưu vực sông Sêsan và sông Sêrêpôk; phía Đông giáp lưu vực sông Kông, sông Kỳ Lộ và biên Đông [2].

Diện tích tự nhiên toàn lưu vực là 14.132 km<sup>2</sup> nằm trên địa phận hành chính của 15 huyện, thị thuộc 3 tỉnh Gia Lai, Đak Lăk và Phú Yên bao gồm hầu hết diện tích đất đai các huyện K'bang, An Khê, KonchRô, Mường Yang, A. Yunpa, K.Rông Pa, K.Rông H Năng, Mura Rak, Sơn Hoà, sông Hinh, Tuy Hoà và thị xã Tuy Hoà và một phần diện tích các huyện Chư Sê, Ea H Leo, Krông Buk, Eaka. Tổng diện tích nông nghiệp 352.811 ha.

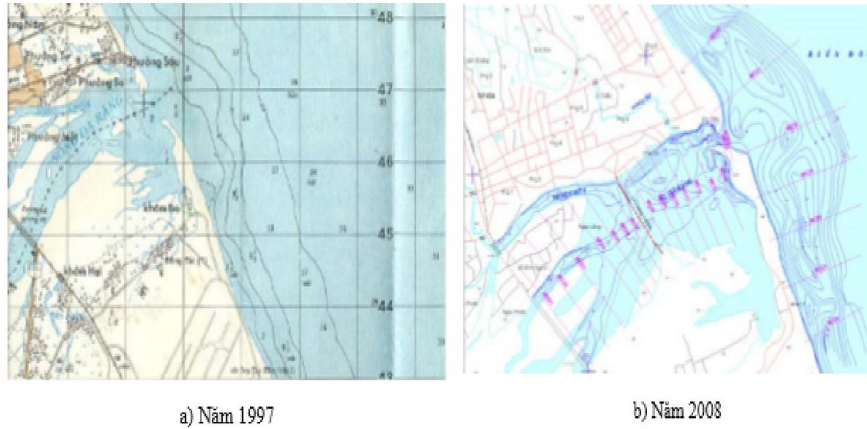
Phú Yên là tỉnh duyên hải Nam Trung Bộ, phía bắc giáp tỉnh Bình Định, phía nam giáp tỉnh Khánh Hòa, phía tây giáp tỉnh Đắc Lắc và Gia Lai, phía đông giáp biển Đông. Có đường Quốc lộ 1A và đường sắt Bắc Nam chạy qua, có sân bay Đông Tác, cảng biển Vũng Rô. Đặc biệt phía Tây giáp ranh với vùng Tây Nguyên rộng lớn, được nối liền bằng quốc lộ 25, tỉnh lộ 645 và hưởng chung nguồn nước sông Ba. Phía Đông giáp Biển Đông với nhiều loài hải sản phong phú, trữ lượng lớn, có thể đánh bắt quanh năm. Bờ biển Phú Yên dài 198km chạy từ Cù Mông đến Vũng Rô, một bên là núi một bên là biển với nhiều bãi tắm đẹp, cấu trúc khá đặc biệt xen kẽ rất nhiều đầm, vịnh, vũng, mũi điển hình như đầm Cù Mông, đầm Ô Loan, Vũng Rô và vịnh Xuân Đài đều là vị trí thuận lợi để phát triển du lịch và nuôi trồng hải sản (Hình 1.1).



**Hình 1.1: Bản đồ hành chính khu vực tỉnh Phú Yên**

Cửa sông Đà Rằng nằm trên địa phận thị xã Tuy Hòa – tỉnh Phú Yên và là cửa sông chính của hệ thống sông Ba – một trong những hệ thống sông lớn nhất vùng Nam Trung bộ với diện tích lưu vực là 13.900 km<sup>2</sup>. Dòng chính sông Ba dài khoảng 380 km, được bắt nguồn từ đỉnh núi Ngọc Rô cao 1240 m và chảy qua 4 tỉnh Gia Rai, Đắc Lắc, Kon Tum và Phú Yên. Ở phần thượng nguồn, lòng sông hẹp, nhưng bắt đầu từ trạm thủy văn Củng Sơn – cách cửa sông Đà Rằng khoảng 40 km, lòng sông được mở rộng và được gọi bằng tên địa phương là sông Đà Rằng. Lòng sông Đà Rằng hàng năm luôn bị biến động (bồi - xói) và tồn tại nhiều bãi bồi giữa sông. Đặc biệt, địa hình vùng cửa sông ven biển luôn bị biến động sau mỗi mùa bão lũ, gây ảnh hưởng lớn đến giao thông thủy, thoát lũ và phát triển kinh tế. So sánh hai bản đồ địa hình vùng cửa sông Đà Rằng năm 1997 và năm 2008 (Hình 1.2), có thể thấy khu vực cửa sông được mở rộng, nhưng bãi phía trước cửa sông trở nên nông

hơn, cửa sông ngày càng thu hẹp lại.



**Hình 1.2: Địa hình vùng cửa sông Đà Rằng**

*1.1.1.2. Đặc điểm địa hình*

Địa hình lưu vực sông Ba biến đổi phức tạp, bị chia cắt mạnh mẽ bởi sự chi phối của dãy Trường Sơn. Đường phân thủy của lưu vực có độ cao từ (500- 2000) m bao bọc 3 phía: Bắc, Đông, Nam và chỉ được mở rộng về phía Tây với cao nguyên rộng lớn Pleiku, Muang Yang, Chư Sê. Đồng thời mở ra biển qua đồng bằng Tuy Hòa rộng trên 20000ha. Đường chia nước phía Đông Bắc lưu vực thuộc giải Trường Sơn có cao độ từ 600-1300m (cá biệt có đỉnh Chư Trung Ari cao 1331m) dải núi này chạy theo hướng Tây Bắc- Đông Nam cho đến đèo An Khê sau đó chuyển hướng và kết thúc ở thượng nguồn sông Cà Lúi, sông Con ở độ cao (600-700)m. Phía Nam là dãy núi Phụng Hoàng chạy sát ra biển theo hướng Đông Bắc đến Tây Nam và kết thúc tại đèo Cả có cao độ biến đổi (600-2000) m. Địa hình có đỉnh Chưhomu cao 2051m. Hai dãy núi phía Đông và phía Nam của lưu vực tạo thành bức tường chắn gió, cản trở việc hoạt động của hướng gió Đông và Đông Nam. Phía Tây Bắc có các đỉnh núi cao hơn ở phía Đông, nhưng bị chia cắt nhiều, không liên tục. Độ cao các đỉnh núi biến động từ (700-1.700)m và chạy theo hướng Bắc Nam. Các đỉnh như Ngọc Rô cao 1549m, Kon Ka Kinh cao 1761m, Chư Rơ Pan cao 1571m. Đến Cheo Reo, độ cao các đỉnh núi thấp dần (300-400)m. Sau đó lại được nâng lên từ (700-1.200) m và chuyển hướng Tây Bắc - Đông Nam cho

đến thượng nguồn sông Krông H Năng: Chư Tun cao 1215m. Do các dãy núi phía Tây bị chia cắt mạnh và không liên tục đã hình thành trên lưu vực các thung lũng An Khê, Cheo Reo, Phú Túc và vùng đồng bằng hạ lưu.

Dưới tác động của các yếu tố địa hình phức tạp có thể chia lưu vực thành 5 vùng địa hình sau:

- Vùng núi cao: chiếm 60% diện tích lưu vực. Độ cao bình quân trong vùng này (600-800) m, độ dốc địa hình từ thoải đến rất dốc.

- Vùng thung lũng: kéo dài từ An Khê đến Phú Túc. Cao độ phổ biến ở thung lũng An Khê (400-500) m, thung lũng Cheo Reo (150-200) m và Phú Túc (100-150) m. Địa hình bằng phẳng, tập trung thành những cánh đồng lớn dọc theo hai bờ sông.

- Vùng cao nguyên: Có cao độ phổ biến từ (300-500) m.

- Vùng gò đồi: chủ yếu là vùng An Khê, Sơn Hoà, hạ lưu sông Hinh và lưu vực sông Krông H Năng.

- Vùng đồng bằng: tập trung ở hạ lưu sông Ba, cao độ (5-7) m

Phía Đông Phú Yên giáp Biển Đông, ba mặt còn lại đều giáp núi, có dãy Cù Mông ở phía Bắc, dãy Vọng Phu - Đèo Cả ở phía Nam, phía Tây là rìa đông của dãy Trường Sơn. Ở giữa sườn Đông của dãy Trường Sơn cũng có một dãy núi thấp hơn đâm ngang ra biển tạo nên cao nguyên Vân Hòa là ranh giới phân chia hai đồng bằng trù phú, màu mỡ do sông Ba, sông Kỳ Lộ bồi đắp. Toàn tỉnh ngoại trừ vài đỉnh núi cao trên 1.000m như Hòn Dũ, Hòn Ông, Hòn Chùa phía Nam huyện Tuy Hòa, Chư Ninh, Chư Đan, Chư Hle nằm phía Đông Nam, Tây Nam huyện Sông Hinh, Núi La Hiên, Chư Treng, Hòn Rung Gia, Hòn Suối Hàm ở giáp ranh huyện Sơn Hòa và Đồng Xuân. Còn lại núi, đồi ở Phú Yên chỉ cao phổ biến ở mức 300 đến 600m phân bố rải rác các nơi. Chính vì thế, Phú Yên là tỉnh có nhiều đèo dốc và có tất cả các loại địa hình như đồng bằng, đồi, núi, cao nguyên, thung lũng xen kẽ nhau, thấp dần từ tây sang đông. Tuy nhiên, yếu tố địa hình chi phối đến điều kiện khí hậu thủy văn chủ yếu là hai dãy núi Cù Mông, Đèo Cả, cao nguyên Vân Hòa, thung lũng sông Ba, sông Kỳ Lộ [2].



#### *1.1.1.3. Lớp phủ thực vật*

Theo thống kê của Chi cục Kiểm lâm tỉnh Phú Yên năm 2002 có 363.948,2ha đất lâm nghiệp chiếm 72% đất tự nhiên, độ che phủ rừng là 32%. Trong đó rừng tự nhiên 144.664,6ha, rừng trồng 18.324,3ha, đất đồi trọc là 200.959ha, còn lại là đất nông nghiệp canh tác theo thời vụ. Thực vật gồm hai loại chính, thực vật tự nhiên và thực vật trồng.

Thực vật tự nhiên được phân bố trên các kiểu rừng với mật độ và số lượng loài khác nhau gồm có:

Kiểu rừng nhiệt đới núi thấp có diện tích lớn nhất tỉnh, phân bố ở độ cao dưới 1000m, nằm trong phạm vi vùng núi huyện Tuy Hòa, Sông Hinh, Sơn Hòa, Đồng Xuân. Đặc điểm kiểu rừng này là rừng xanh quanh năm, ít thay lá tại vùng có địa hình khá cao, rừng thưa rụng lá và nửa rụng lá phân bố ở vùng thấp hơn.

Kiểu rừng truong gai, cây bụi: đây là kiểu rừng tương đối đặc biệt, hình thành do các yếu tố tổng hợp của khí hậu, đất đai, địa hình, hệ thực vật có tác động mạnh của nhân tố con người. Đặc điểm kiểu rừng này là phần lớn cây cối gồm các loại cây chịu hạn, có gai, lá nhỏ, thường sống ở vùng có đất đai rất xấu, khô cứng, tầng mỏng, xói mòn mặt, thiếu nước nên mùa hè có hiện tượng héo lá khi trời nắng hạn. Loại rừng này phân bố nhiều ở ven biển huyện Sông Cầu, Tuy An, thị xã Tuy Hòa.

Kiểu thực vật trên cát có diện tích khoảng 10.000ha, chủ yếu là cỏ, vùng kín gió có một số cây gỗ như Cóc, Mù U. Đặc biệt là Chai Lá Cong phân bố ở các huyện thị ven biển, nhiều nhất ở huyện Sông Cầu và Tuy Hòa. Hiện nay một số lớn.

Thực vật trồng: ngoài thực vật tự nhiên, thực vật trồng cũng rất phong phú, phân bố chủ yếu ở vùng có độ cao dưới 100m gồm có các nhóm chính là cây lương thực, thực phẩm, cây công nghiệp, dược liệu theo thời vụ. Cây lấy gỗ trồng theo chương trình, dự án, cây cảnh và cây phân tán ở hộ gia đình.

#### *1.1.1.4. Đặc điểm mạng lưới sông ngòi*

Lưu vực sông Ba có dạng chữ L, hình rộng ở trung lưu và thu hẹp ở hai đầu thượng và hạ lưu. Mạng lưới sông ngòi khá dày và được phân bố đều khắp trong vùng. Chiều rộng bình quân lưu vực 48,6km, có nơi rộng 80 km. Dòng chính sông

Ba được bắt nguồn từ đỉnh Ngọc Rô (tỉnh Kon Tum) cao 1.544m, sông chảy qua các tỉnh KonTum, Gia lai, ĐakLăk và Phú Yên. Diện tích lưu vực sông Ba 14132 km<sup>2</sup> với chiều dài 374 km, mật độ lưới sông 0,22 km/km<sup>2</sup>. Từ thượng nguồn tới gần An Khê, sông chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam qua địa hình hiểm trở, chia cắt mạnh, lòng sông hẹp, lắm thác ghềnh, độ dốc lòng sông 20%. Sông Ba có nhiều nhánh sông, suối nhỏ đổ vào trong đó có 36 phụ lưu cấp I, 54 phụ lưu cấp II, 14 phụ lưu cấp III.

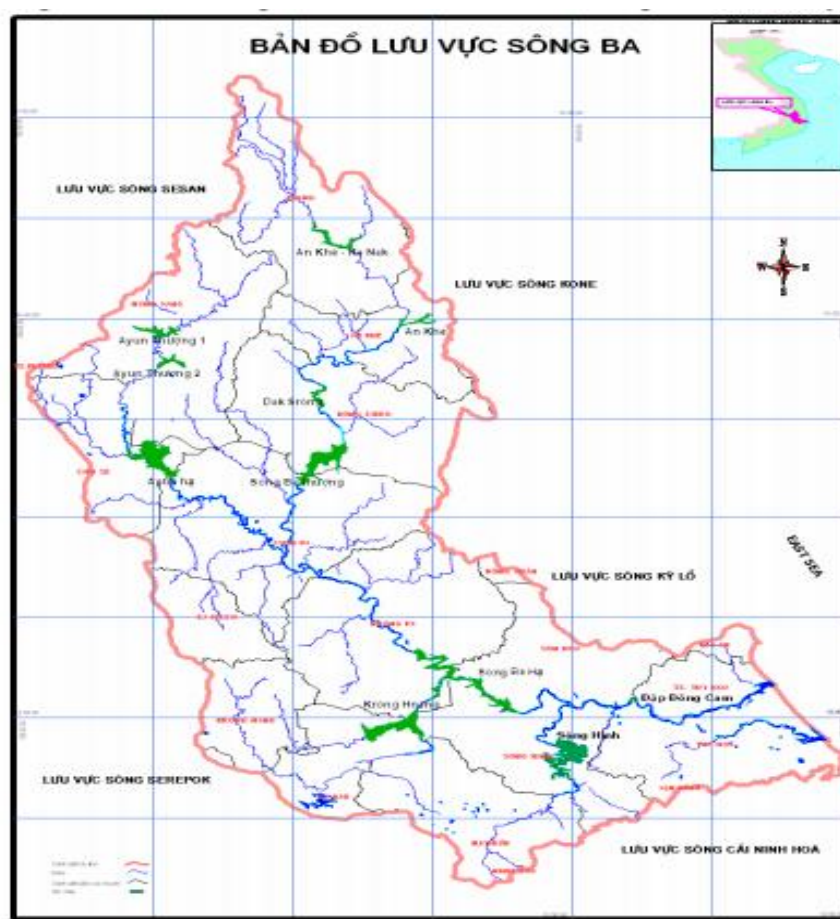
Đoạn sông cuối cùng chảy theo hướng gần như Tây - Đông, nhưng từ Đồng Bò, sông hơi chuyển hướng lệch về phía Bắc và đổ nước ra cửa Đà Rằng. Đoạn sông này còn nhận thêm nước sông Con, sông Cái bên trái, sông Đồng Bò bên phải, lòng sông khá rộng, độ dốc nhỏ chỉ khoảng 1‰. Dọc theo hai bên bờ sông là các bãi bồi rộng lớn tạo thành cánh đồng phì nhiêu, trù phú (hình 1.2) Ngoài dòng chính, lưu vực sông Ba có 3 nhánh sông đáng chú ý.

❖ Sông Ayun: bắt nguồn từ đỉnh núi Krong Hơ Dung ở độ cao 1.220 m, chảy theo hướng Bắc Nam, sau chuyển hướng Tây Bắc - Đông Nam rồi nhập với dòng chính sông Ba tại vị trí cách thị trấn Cheo Reo khoảng 1km về phía Bắc. Sông có diện tích lưu vực 2.950km<sup>2</sup>, độ dài sông 175km.

❖ Sông Krong H'Năng: bắt nguồn từ đỉnh núi Chư Tung ở độ cao 1.215 m. Hướng dòng chảy tương đối phức tạp song chủ yếu là Bắc - Nam và Tây Bắc - Đông Nam rồi nhập với sông chính tại ranh giới Gia Lai và Phú Yên. Sông có diện tích lưu vực là 1.840 km<sup>2</sup>, độ dài là 130 km.

❖ Sông Hinh: Bắt nguồn từ đỉnh núi Chư H'Mu ở độ cao 2.051m. Hướng dòng chính là Tây Bắc - Đông Nam đến vĩ độ 1205' sông chảy theo hướng Bắc - Nam rồi nhập với dòng chính tại phía trên Sơn Hòa. Sông có diện tích lưu vực là 1.040 km<sup>2</sup>, độ dài là 88 km. Các sông suối thuộc lưu vực sông Ba đều hẹp và sâu, độ dốc lớn có tiềm năng lớn về thủy điện. Địa hình bị chia cắt mạnh, lưu vực sông Ba có dạng lòng máng chạy dài từ thượng nguồn đến cửa sông; phía Bắc, Đông, Nam có núi cao bao bọc (ở độ cao 500 - 2.000 m) và chỉ được mở rộng về phía Tây

Nam với cao nguyên rộng lớn Pleiku, Mang Yang, Chư Sê, mở ra biển qua vùng đồng bằng Tuy Hoà rộng hơn 2.400 ha với độ cao từ 5-10 m, còn vùng cửa sông và ven biển từ 0,5 - 2,0 m. Lòng máng của lưu vực bị những dãy núi đâm sạt ra mép sông tạo nên những thung lũng độc lập như An Khê (400 - 500 m), Cheo Reo (150 - 200m) và Phú Túc (100 – 200 m) [2].



**Hình 1.3: Bản đồ mạng lưới sông lưu vực sông Ba**

**Bảng 1.1: Các đặc trưng chính của sông Ba và một số sông trong lưu vực[2]**

| <b>Sông chính</b> | <b>Sông nhánh</b> | <b>Độ cao nguồn</b> | <b>Diện tích lưu vực F</b> | <b>Chiều dài sông L</b> | <b>Độ rộng bình quân B</b> | <b>Hệ số hình dạng</b> | <b>Hệ số uốn khúc</b> | <b>Độ dốc sông</b> | <b>Mật độ lưới sông</b> |
|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|
| Sông Ba           |                   | 1500                | 13043                      | 360                     | 33,9                       | 0,1                    | 2,0                   | 2,7                | 0,5                     |
|                   | Sông Hinh         | 750                 | 932                        | 85                      | 33,9                       | 0,1                    | 1,7                   | 6,4                | 0,5                     |
|                   | Sông Con          | 750                 | 124                        | 20                      | 11,7                       | 0,3                    | 1,2                   | 24                 | 0,5                     |
|                   | Sông Đồng         | 750                 | 144                        | 27                      | 6,2                        | 0,2                    | 1,4                   | 17                 | 0,7                     |
|                   | Sông Con          | 450                 | 238                        | 30                      | 5,3                        | 0,3                    | 1,5                   | 15                 | 0,6                     |
|                   | Sông Tha          | 300                 | 148                        | 25                      | 7,9                        | 0,2                    | 1,5                   | 8,9                | 0,2                     |
|                   | Sông Cà           | 750                 | 190                        | 48                      | 5,9                        | 0,1                    | 1,5                   | 10                 | 0,2                     |
| Bản Thạch         |                   | 1400                | 5900                       | 68                      | 4,0                        | 0,1                    | 1,8                   | 14                 | 0,5                     |
| Kỳ Lộ             |                   | 1000                | 1950                       | 105                     | 8,7                        | 0,2                    | 1,5                   | 5,8                | 0,6                     |
|                   | Sông Trà          | 470                 | 270                        | 35                      | 18,6                       | 0,2                    | 2,2                   | 15,0               | 0,5                     |
|                   | Sông Cô           | 530                 | 348                        | 36                      | 7,7                        | 0,3                    | 1,2                   | 11,0               | 0,8                     |
| Sông Cầu          |                   | 600                 | 146                        | 137                     | 9,9                        | 0,2                    | 1,2                   | 16,0               | 0,3                     |



#### 1.1.2.1. Chế độ gió

Gió cũng là một trong những nhân tố khí hậu quan trọng nó phản ánh các điều kiện hoàn lưu khí quyển và tác động đến nhiều mặt trong tự nhiên. Chế độ gió được nhiều ngành như hàng không, hàng hải, xây dựng nông nghiệp, năng lượng...quan tâm.

##### ➤ Hướng gió

Chế độ gió ở Phú Yên thể hiện hai mùa rõ rệt. Mùa đông thịnh hành một trong ba hướng gió chính là: Bắc, Đông Bắc và Đông, mùa hạ là thời kỳ thịnh hành một trong hai hướng gió chính là Tây và Tây Nam. Nhưng tùy thuộc vào địa hình mỗi nơi, hướng gió thịnh hành ngay trong cùng một vùng, một mùa cũng có thể khác nhau.

Ngoài ra, trong hai mùa gió mùa, khi các trung tâm gió mùa hoạt động yếu thì tín phong hoặc gió địa hình chiếm ưu thế với hướng có thành phần Đông khá thịnh hành.

##### ➤ Tốc độ gió

Ở Phú Yên tốc độ gió trung bình năm khá nhỏ từ 1,5 -2,5 m/s, hàng tháng trung bình dao động từ 0,9 - 3,1 m/s (bảng 1.2). Tháng có tốc độ gió trung bình lớn nhất vào tháng 5, 6 đạt 2,8 -3,1 m/s, tháng nhỏ nhất vào tháng 12 hoặc tháng 1 đạt 0,9 -1,6m/s. Vùng ven biển, tốc độ gió trung bình vào thời kỳ gió mùa mùa đông lớn hơn so với thời kỳ gió mùa mùa hạ và lớn nhất vào tháng 11, tháng 12. Ngược lại, các thung lũng thuộc vùng núi có tốc độ gió trung bình tháng vào thời kỳ gió mùa mùa hạ lớn hơn vào thời kỳ gió mùa mùa đông và lớn nhất vào tháng 7, 8. Trên cao nguyên thoáng gió, tốc độ gió trung bình lớn hơn đối với vùng thấp và thung lũng kín gió. Nếu ở cùng một độ cao, tốc độ gió ở vùng ven biển có xu hướng lớn hơn những vùng nằm sâu trong đất liền [2].

**Bảng 1.2: Tốc độ gió trung bình tháng và năm (Đơn vị: m/s)[2]**

| <b>Tháng</b><br><b>Trạm</b> | <b>I</b> | <b>II</b> | <b>III</b> | <b>IV</b> | <b>V</b> | <b>VI</b> | <b>VII</b> | <b>VIII</b> | <b>IX</b> | <b>X</b> | <b>XI</b> | <b>XII</b> | <b>Năm</b> |
|-----------------------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|------------|
| Tuy Hòa                     | 2,2      | 2,0       | 1,9        | 1,8       | 1,7      | 2,5       | 2,4        | 2,5         | 1,6       | 1,8      | 3,0       | 3,1        | 2,2        |
| Sơn Hòa                     | 1,1      | 1,4       | 1,5        | 1,4       | 1,6      | 2,4       | 2,8        | 2,8         | 1,4       | 0,9      | 1,1       | 1,1        | 1,6        |
| Miền Tây                    | 2,0      | 2,0       | 2,6        | 2,7       | 3,0      | 3,0       | 2,5        | 2,2         | 2,4       | 2,2      | 1,8       | 1,8        | 2,3        |

#### 1.1.2.2. *Bão và áp thấp nhiệt đới*

Ở Phú Yên, không phải bão đổ bộ trực tiếp vào tỉnh mới gây những hiện tượng thời tiết cực đoan, mà nhiều cơn bão đổ bộ vào những tỉnh lân cận cũng gây thời tiết nguy hiểm không kém. Ví như cơn bão ngày 3/11/1978 đổ bộ vào Khánh Hòa, tốc độ gió đo được ở Tuy Hòa 20m/s, Sơn Hòa 10m/s và Miền Tây 28m/s. Hay bão số 7 ngày 24/IX/1977 đổ bộ vào Bình Định; áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào Ninh Thuận 2/12/1986 cũng gây ra mưa lớn trong toàn tỉnh, mưa phổ biến 400 - 700mm, mưa ngày lớn nhất từ 200 - 400mm.

Từ năm 1956 cho đến năm 2002, trung bình mỗi năm các tỉnh Nam Trung Bộ có hơn 01 cơn bão hoặc áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào khu vực. Nếu tính tất cả các cơn bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào Khánh Hòa và Bình Định đều ảnh hưởng trực tiếp đến Phú Yên thì trung bình hàng năm Phú Yên ảnh hưởng trực tiếp 01 cơn bão hoặc áp thấp nhiệt đới, trong đó đổ bộ vào địa bàn tỉnh gần 0,4 cơn bão. Theo chuỗi số liệu từ 1976 - 2002 trung bình hàng năm Phú Yên có 0,54 cơn bão hoặc áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào khu vực tỉnh. Bão, áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào Phú Yên nhiều nhất là các năm 1980, 1983, 1990, 2001 nhưng cũng đều không quá 02 cơn và cũng có năm không có cơn bão hay áp thấp nhiệt đới nào đổ bộ như các năm 1982, 1985, 1986, 1989, 1991, 1994, 1997, 1999, 2000. Nếu xét trong phạm vi ảnh hưởng của bão thì năm 1998 là nhiều nhất, có tới 4 cơn. Thời tiết do bão và áp thấp nhiệt đới gây ra trong thời đoạn ngắn, nhưng nhiều khi lại làm biến đổi cả các đặc trưng khí hậu trước đó, nhất là yếu tố mưa và gió mạnh.

#### 1.1.2.3. *Chế độ nhiệt*

Ở Phú Yên, những vùng có độ cao dưới 100 m nhiệt độ trung bình năm thường dao động trong khoảng 26 – 27 °C, ở độ cao từ 100 – 300 m nhiệt độ năm thường dao động từ 24 – 25 °C. Càng lên cao nhiệt độ không khí càng giảm. Ở độ cao trên 400 m, nhiệt độ trung bình năm giảm xuống còn 23 – 24 °C, trên 1000 m nhiệt độ trung bình năm giảm xuống dưới 21 °C. Tổng nhiệt độ năm giữa các vùng đều chênh lệch tương tự như nhiệt độ trung bình năm. Vùng đồng bằng ven biển, ở độ cao dưới 100m tổng nhiệt độ năm đạt 9500 °C – 9800 °C, vùng núi ở độ cao dưới 400m giảm còn trên dưới 8500 °C - 9500 °C, ở độ cao 1000m chỉ còn trên dưới 7500 °C.

Biến trình năm của nhiệt độ không khí:

Hàng năm, nhiệt độ thấp nhất thường xảy ra vào tháng 1 ( $21-23^{\circ}\text{C}$ ), sau đó tăng dần và thường đạt cực đại vào tháng 6 ( $26-29^{\circ}\text{C}$ ) rồi lại giảm dần đến tháng 1 năm sau. Tuy nhiên, đây là tình hình chung của nhiều năm. Từng năm cụ thể tháng lạnh nhất trong mùa đông có thể là tháng 12 hoặc tháng 1. Tháng nóng nhất có thể là tháng 6, tháng 7 hoặc tháng 8. Ta có thể nhận thấy rằng, biến trình năm nhiệt độ ở Phú Yên khá thống nhất với biến trình năm ở các nơi khác thuộc duyên hải Trung Bộ và có dạng nhiệt đới, đạt cực đại vào tháng 7 và cực tiểu vào tháng 1 nhưng còn mang dáng dấp biến trình năm dạng xích đạo, tức là cực đại hơi lệch về đầu mùa hè.

#### *1.1.2.4. Chế độ nắng*

Do nằm ở vĩ độ thấp, quanh năm độ dài ban ngày lớn, lại thêm hàng năm có cả một thời kỳ mùa khô trời quang mây kéo dài 5 - 6 tháng, nên Phú Yên là một tỉnh có thời gian nắng lớn. Tổng số giờ nắng trung bình hàng năm từ 2300 - 2500 giờ. Trong suốt 6 tháng từ tháng 3 đến tháng 8, số giờ nắng trung bình mỗi tháng dao động từ 230 - 270 giờ, mỗi ngày trung bình có tới 8 giờ. Tháng 4, tháng 5 là hai tháng có thời gian nắng nhiều nhất, trung bình hàng tháng có từ 250 - 270 giờ.

Các tháng ít nắng là những tháng mùa mưa, số giờ nắng trung bình hàng tháng cũng trong khoảng 100 - 200 giờ, trung bình mỗi ngày 5 - 6 giờ. Tháng ít nắng nhất là tháng 12, trung bình hàng tháng từ 100 - 112 giờ nắng. Như vậy, số giờ nắng của tháng ít nắng nhất chỉ xấp xỉ bằng một nửa số giờ nắng của tháng cực đại. Sự chênh lệch số giờ nắng này cũng phản ánh rõ nét sự tương phản giữa hai mùa: mùa khô và mùa mưa ẩm.

#### *1.1.2.5. Bốc hơi*

Tổng lượng bốc hơi năm ở Phú Yên tương đối ổn định. Năm nhiều nhất và năm ít nhất không quá 30% so với tổng lượng bốc hơi trung bình. Hàng năm tổng lượng bốc hơi đạt từ 1100 – 1400 mm, phân bố không đều trong các tháng. Từ tháng 10 năm trước đến tháng 3 năm sau, tổng lượng bốc hơi hàng tháng trung bình từ 50 đến dưới 100 mm, riêng thung lũng Sơn Hòa tháng 2 đến tháng 3 hàng tháng trung bình 120-130 mm, trong đó thấp nhất là tháng 10 và 11 chỉ đạt từ 50 – 80 mm tháng. Từ tháng 4 đến tháng 9, trung bình hàng tháng đạt 100 – 200 mm, trong đó cao nhất là tháng 7, tháng 8 từ 150 – 200 mm. Càng lên cao bốc hơi khả năng có xu hướng giảm. Điển hình, tại Sông Hình



ở độ cao 200m, qua số liệu khảo sát tổng lượng bốc hơi năm chỉ còn 1100 mm, tháng bốc hơi nhiều nhất cũng không vượt quá 160mm và tháng thấp nhất chỉ đạt 31mm. Tuy nhiên đây là vùng mưa lớn nhất tỉnh, do đó ở cùng độ cao với các khu vực khác, nhưng nhìn chung ở đây có tổng lượng bốc hơi khả năng năm lớn hơn 1100 mm. Biên độ bốc hơi năm dao động 40 – 60 mm, bốc hơi ngày lớn nhất 11 – 12 mm, nhỏ nhất 0,4 - 0,5 mm, trung bình 2,5 - 4,0 mm.

#### 1.1.2.6. Chế độ mưa

Lượng mưa trung bình nhiều năm trong khoảng 1200 - 2600 mm, trung bình 1700 mm. Trung tâm mưa lớn là vùng núi cao đón gió Chư Mu, Đèo Cả, trên 2000 mm. Vùng mưa thấp nhất là thung lũng sông Ba: Krông Ba 1200 mm, tâm thấp thứ hai là vùng thung lũng sông Kỳ Lỵ: Xuân Phước 1330 mm. Nhìn chung lượng mưa tăng dần từ các thung lũng sông đồng bằng ven biển đến vùng núi cao và núi cao đón gió [2].

**Bảng 1.3: Một số đặc trưng mưa năm (Đơn vị: mm) [2]**

| <b>Trạm</b> | <b>Mưa trung bình năm</b> | <b>Năm mưa lớn nhất</b> | <b>Năm xuất hiện</b> | <b>Năm mưa nhỏ nhất</b> | <b>Năm xuất hiện</b> |
|-------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Tuy Hòa     | 2090                      | 3092                    | 1993                 | 1271                    | 1982                 |
| Sông Cầu    | 1802                      | 2582                    | 1999                 | 902                     | 1982                 |
| Sơn Hòa     | 1780                      | 2965                    | 1993                 | 1081                    | 1982                 |
| Phú Lâm     | 1933                      | 2927                    | 1981                 | 1177                    | 1982                 |
| Hà Bằng     | 1794                      | 2663                    | 1998                 | 746                     | 1982                 |
| Phú Lạc     | 2015                      | 3272                    | 1993                 | 1044                    | 1986                 |
| Sơn Thành   | 2237                      | 3390                    | 1993                 | 1241                    | 1984                 |
| Hòa Đồng    | 2374                      | 3605                    | 2000                 | 1042                    | 1982                 |
| Cù Mông     | 2230                      | 3465                    | 1998                 | 1015                    | 1982                 |

Phân phối không gian của lượng mưa ở Phú Yên rất không đồng đều. Lượng mưa

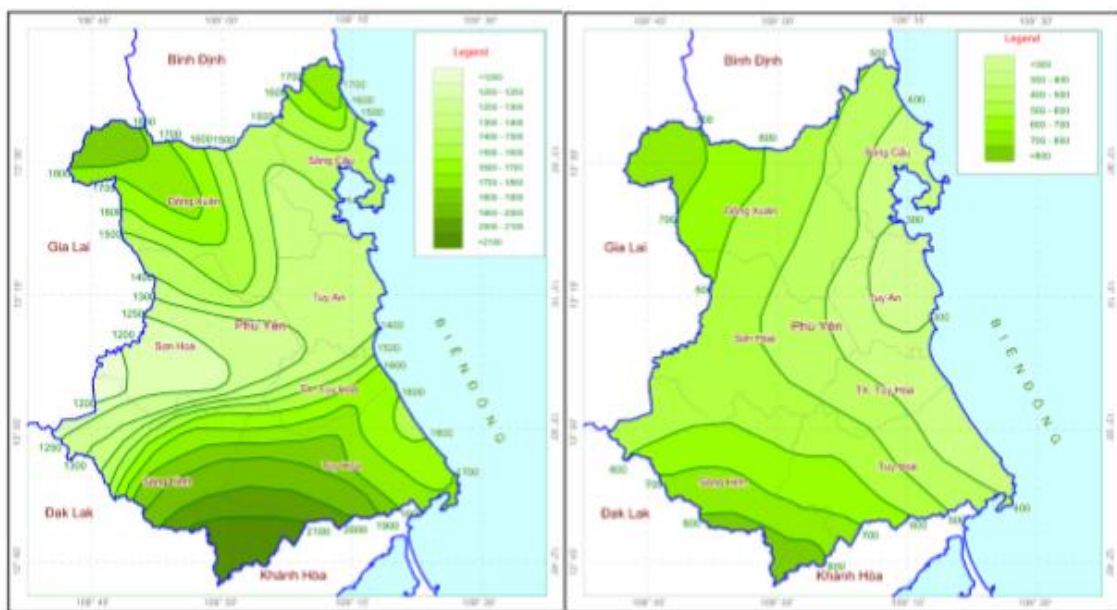
năm trung bình đo đạc được ở nơi nhiều mưa nhất và ít mưa nhất chênh lệch nhau 579 mm. Dãy núi Vọng Phu đèo Cả và khu vực cách chân của dãy núi này trên dưới 10 km về phía Bắc là vùng mưa lớn nhất tỉnh, với tổng lượng mưa năm trung bình từ 2200 – 2600 mm. Vùng mưa lớn thứ hai là đôi núi thuộc trung lưu sông Kỳ Lộ có lượng mưa năm từ 1900 – 2200 mm, tiếp đến là vùng đồng bằng ven biển phía nam từ 1800 – 2100 mm... Những vùng còn lại như vùng ven biển phía Bắc, thung lũng sông Kỳ Lộ và sông Ba lượng mưa năm trung bình đạt 1600 – 1800 mm trong đó tâm mưa thấp nhất là khu vực Chí Thạnh với lượng mưa năm trên dưới 1600 mm (Bảng 1.4).

➤ Phân bố lượng mưa theo mùa

Bốn tháng mùa mưa, lượng mưa trung bình nhiều năm khoảng 1200 – 1900 mm, chiếm từ 69 - 84% tổng lượng mưa năm. Mùa mưa với đặc trưng nắng ít, mưa nhiều, trời dịu mát. Đối lập là mùa khô kéo dài suốt tám tháng còn lại, trời nắng nóng, lại thiếu những nhiễu động mạnh như bão, dải hội tụ nội chí tuyến... do đó, ít có khả năng tạo cho hơi ẩm có thể ngưng tụ. Cho nên mùa khô là thời kỳ thời tiết trong sáng, nhiệt độ cao, nguồn ẩm nghèo nàn, bốc hơi mạnh và chỉ được bổ sung phần nào bằng lượng mưa ít ỏi, thất thường. Mùa khô mặc dù ổn định hơn mùa mưa nhưng không giữ nguyên sắc thái mà có năm dài, năm ngắn, năm khô nhiều, năm khô ít; phụ thuộc vào dao động mùa mưa hàng năm cũng như vào tính chất của gió mùa. Tổng lượng mưa mùa khô khoảng 300 – 700 mm, chiếm 16 - 31% lượng mưa năm thường chiếm 24 - 31%, ven biển thường chiếm 16 - 22% lượng mưa năm (Bảng 1.4).

**Bảng 1.4: Lượng mưa trung bình nhiều năm các tháng (Đơn vị: mm)[2]**

| <b>Tháng<br/>Trạm</b> | <b>I</b> | <b>II</b> | <b>III</b> | <b>IV</b> | <b>V</b> | <b>VI</b> | <b>VII</b> | <b>VIII</b> | <b>IX</b> | <b>X</b> | <b>XI</b> | <b>XII</b> |
|-----------------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|
| Phú lạc               | 48       | 21        | 43         | 33        | 80       | 48        | 36         | 49          | 245       | 637      | 517       | 258        |
| Hòa Đồng              | 72       | 28        | 56         | 45        | 109      | 80        | 58         | 63          | 246       | 679      | 614       | 324        |
| Sơn Thành             | 46       | 17        | 54         | 52        | 124      | 100       | 77         | 76          | 235       | 621      | 563       | 272        |
| Sông Hinh             | 58       | 21        | 68         | 65        | 155      | 125       | 78         | 87          | 213       | 447      | 545       | 234        |
| Miền Tây              | 22       | 10        | 34         | 36        | 125      | 86        | 76         | 89          | 245       | 456      | 567       | 256        |
| Sơn Hòa               | 23       | 10        | 36         | 38        | 132      | 67        | 75         | 56          | 267       | 567      | 548       | 230        |
| Củng Sơn              | 21       | 9         | 38         | 35        | 89       | 98        | 43         | 57          | 231       | 456      | 590       | 324        |
| Hà Bằng               | 31       | 12        | 26         | 35        | 112      | 89        | 49         | 89          | 245       | 431      | 542       | 257        |
| Xuân Lãnh             | 43       | 17        | 36         | 48        | 113      | 90        | 60         | 90          | 256       | 432      | 567       | 258        |
| Cù Mông               | 59       | 26        | 34         | 31        | 75       | 83        | 87         | 80          | 98        | 245      | 789       | 169        |
| Sông Cầu              | 26       | 11        | 13         | 30        | 78       | 87        | 79         | 89          | 98        | 345      | 456       | 315        |
| Chí Thạnh             | 20       | 8         | 10         | 23        | 104      | 134       | 90         | 98          | 78        | 234      | 431       | 293        |
| Tuy Hòa               | 47       | 18        | 35         | 30        | 74       | 67        | 70         | 99          | 84        | 457      | 458       | 179        |
| Phú Lâm               | 40       | 19        | 32         | 30        | 81       | 82        | 89         | 100         | 87        | 432      | 459       | 215        |



**Hình 1.5: Phân bố lượng mưa theo mùa mưa và mùa khô.**

#### 1.1.2.7. Độ ẩm

Độ ẩm không khí là chỉ số biểu thị lượng hơi nước chứa trong không khí. Người ta thường dùng các đặc trưng độ ẩm tuyệt đối và độ ẩm tương đối để chỉ về độ ẩm.

##### ➤ Độ ẩm tuyệt đối

Trị số trung bình năm có xu hướng giảm theo độ cao, vùng ven biển khoảng 27 - 28 mb, vùng đồng bằng dưới 27 mb, vùng núi thấp dưới 25 mb và ở độ cao khoảng 700 - 800 m điểm tuyệt đối trung bình năm khoảng 21 mb. Thời kỳ từ tháng 4 đến tháng 9 chủ yếu tập trung vào các tháng mùa nóng và ít mưa, độ ẩm tuyệt đối trung bình tháng ở vùng thấp khoảng 28 - 30 mb và ở vùng núi khoảng 25 - 27 mb. Từ tháng 10 đến tháng 3 năm sau hầu như trùng với các tháng mùa mưa nhiệt độ hạ xuống, độ ẩm tuyệt đối xuống thấp dần, vùng đồng bằng ven biển khoảng 23 - 27 mb, vùng núi 20 - 25 mb và càng lên cao càng giảm [2].

**Bảng 1.5: Độ ẩm tuyệt đối trung bình tháng và năm(mb)**

| <b>Tháng<br/>Trạm</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>Năm</b> |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Tuy Hòa               | 84       | 85       | 83       | 82       | 78       | 75       | 74       | 75       | 81       | 85        | 85        | 83        | 81         |
| Sơn Tây               | 86       | 83       | 80       | 78       | 77       | 76       | 75       | 76       | 93       | 95        | 89        | 88        | 82         |
| Miền Tây              | 84       | 84       | 82       | 79       | 79       | 81       | 80       | 81       | 87       | 88        | 88        | 87        | 84         |

➤ **Độ ẩm tương đối**

Trung bình năm ở Phú Yên khoảng 80 - 85%. Phân bố không gian của yếu tố này thể hiện quy luật tăng theo độ cao địa hình, vùng đồng bằng và ven biển độ ẩm tương đối trung bình năm là 80 - 82%, vùng núi thấp 83 - 85%, trên cao nguyên đến 1000 m đạt 85 - 90%. Cùng với thời kỳ kết thúc mưa là thời kỳ độ ẩm giảm liên tục, đến tháng 4 độ ẩm giảm mạnh hơn do ảnh hưởng của gió mùa Tây Nam cho đến tháng 7 đạt giá trị thấp nhất khoảng dưới 75 ở vùng thấp và dưới 80% ở vùng cao. Từ tháng 8 đến tháng 9 giai đoạn kết thúc của mùa khô, bắt đầu chuyển qua mùa mưa độ ẩm tương đối tăng vọt với biên độ 5 - 10% trong khi các tháng khác có biên độ 2 - 3%. Biên độ năm của độ ẩm tương đối trung bình ở Phú Yên khoảng 8 - 10%.

**Bảng 1.6: Độ ẩm tương đối trung bình tháng và năm (Đơn vị: %)**

| <b>Tháng<br/>Trạm</b> | <b>I</b> | <b>II</b> | <b>III</b> | <b>IV</b> | <b>V</b> | <b>VI</b> | <b>VII</b> | <b>VIII</b> | <b>IX</b> | <b>X</b> | <b>XI</b> | <b>XII</b> | <b>Năm</b> |
|-----------------------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|------------|
| Tuy Hòa               | 84       | 85        | 83         | 82        | 78       | 75        | 74         | 75          | 81        | 85       | 85        | 83         | 81         |
| Sơn Hòa               | 86       | 83        | 80         | 78        | 77       | 76        | 75         | 76          | 93        | 95       | 89        | 88         | 82         |
| Miền Tây              | 84       | 84        | 82         | 79        | 79       | 81        | 80         | 87          | 88        | 88       | 87        | 88         | 84         |

### 1.1.3. Đặc điểm thủy văn.

#### 1.1.3.1. Đặc điểm dòng chảy lũ

Vùng hạ lưu lưu vực sông Ba luôn đối mặt với bão lũ và mức độ lũ ở đây rất lớn. Trong vòng 60 năm trên lưu vực sông Ba xảy ra 3 trận lũ đặc biệt lớn, đó là lũ năm 1943 ( $Q_{\max} = 2400 \text{ m}^3/\text{s}$ ), lũ năm 1964 ( $Q_{\max} = 21800 \text{ m}^3/\text{s}$ ) và lũ năm 1993 ( $Q_{\max} = 20700 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Đường quá trình lũ trên lưu vực sông Ba nếu gặp các hình thế thời tiết gây mưa chỉ do 1 trong 4 yếu tố bão, áp thấp nhiệt đới, giải hội tụ nhiệt đới hoặc gió mùa Đông Bắc gây ra thì hình dạng lũ nhọn và lên nhanh, rút nhanh. Nếu tổ hợp đầy đủ các hình thế thời tiết nêu trên thì hình dạng lũ sẽ có nhiều đỉnh kế tiếp nhau. Phân tích kết quả đo đạc lũ lớn nhất tại Củng Sơn từ năm 1977 tới năm 1999 cho thấy lưu lượng lũ lớn nhất trung bình nhiều năm là  $7020 \text{ m}^3/\text{s}$  đo được vào ngày 4/X/1993 và những trận lũ lớn kế tiếp vào các năm 1988, 1981, 1992 đều xảy ra vào tháng X và tháng XI. Bảng 8 thống kê lưu lượng lũ lớn nhất của 1 số con lũ tại các trạm đo lưu lượng hạ lưu lưu vực sông Ba. Do lưu vực sông Ba có độ dốc lớn, đặc điểm các sông ngắn và dốc nên thời gian lũ trên lưu vực chỉ khoảng 3-5 ngày và tổng lượng lũ 1 ngày lớn nhất chiếm tới 30-35% tổng lượng toàn trận lũ. Tổng lượng lũ 7 ngày lớn nhất tại Củng Sơn đạt  $2770.106 \text{ m}^3$  năm 1981, đạt  $2612.106 \text{ m}^3$  tháng 10/1993 [2].

**Bảng 1.7: Lưu lượng lũ lớn nhất tại 1 số trạm trên lưu vực sông Ba [2]**

| Tên trạm    | $Q_{\max} (\text{m}^3/\text{s})$ | Thời gian xuất hiện |
|-------------|----------------------------------|---------------------|
| An Khê      | 2440                             | 9/11/1981           |
| Củng Sơn    | 20700                            | 4/10/1993           |
| Sông Hình   | 5310                             | 2/12/1986           |
| Krông Hnăng | 3510                             | 2/12/1986           |

#### 1.1.3.2. Đặc điểm thủy văn mùa cạn

Dòng chảy mùa cạn chủ yếu là phần nước còn lại của mùa lũ năm trước, giảm nhanh chóng theo đường nước rút và xuất hiện một cực tiểu thứ nhất vào cuối tháng 3 hoặc tháng 4, chiếm từ 2,8 - 3% tổng lượng dòng chảy năm. Sang tháng 5, 6 dòng chảy có tăng lên nhờ mưa tiểu mãn, nhưng chưa vượt quá tính chất dòng chảy mùa cạn. Tháng 7, 8 dòng chảy trên các khu vực lại giảm chậm và xuất hiện một cực tiểu phụ trong năm, tuy nhiên không ít năm dòng chảy thấp nhất năm cũng xuất hiện vào thời kỳ này.

Tính chung trong toàn tỉnh, lượng dòng chảy 8 tháng mùa cạn chỉ chiếm khoảng 25 - 30% tổng lượng dòng chảy năm, không thể đáp ứng nhu cầu dùng nước trong mùa cạn nếu như không có biện pháp tích trữ và sử dụng nước hợp lý.

Dòng chảy nhỏ nhất năm là đặc trưng thủy văn quan trọng trong tính toán thiết kế các công trình cấp nước trên sông, thường được biểu thị dưới dạng lưu lượng nhỏ nhất  $Q_{min}$  (m<sup>3</sup>/s) hay Môđun nhỏ nhất  $M_{min}$  (l/s.km<sup>2</sup>) cho 1 ngày, 10 ngày, 30 ngày, 3 tháng v.v...

#### 1.1.4. Đặc điểm hải văn

##### *Thủy triều*

Thủy triều tại khu vực này thuộc chế độ nhật triều không đều. Hàng tháng có từ 18 đến 22 ngày nhật triều. Thời kỳ triều cường thường xuất hiện nhật triều, khi triều kém thường xuất hiện bán nhật triều. Độ cao triều trung bình là  $1,50 \pm 0,20$  m. Khi triều cường, độ cao mực nước là 1,70 m, khi triều kém độ cao triều là 0,50 m. Thời gian triều dâng thường kéo dài hơn thời gian triều rút. Vào mùa mưa thủy triều chỉ gây ảnh hưởng tối đa đến khoảng 4 km trong sông. Vào mùa khô, lưu lượng dòng chảy nhỏ, triều truyền xa hơn.

Theo số liệu toàn cầu, cao độ và biên độ thủy triều được tính toán theo từng tháng như sau:

**Bảng 1.8. Bảng tính toán cao độ và biên độ thủy triều dựa trên số liệu toàn cầu[2]**

| Tháng | Trung bình | Lớn nhất | Nhỏ nhất | Biên độ |
|-------|------------|----------|----------|---------|
| 1     | 1,65       | 2,12     | 1,19     | 0,93    |
| 2     | 1,50       | 1,93     | 1,08     | 0,85    |
| 3     | 1,42       | 1,79     | 1,01     | 0,78    |
| 4     | 1,42       | 1,78     | 1,00     | 0,78    |
| 5     | 1,46       | 1,86     | 1,00     | 0,86    |

| Tháng | Trung bình | Lớn nhất | Nhỏ nhất | Biên độ |
|-------|------------|----------|----------|---------|
| 6     | 1,47       | 1,94     | 0,97     | 0,97    |
| 7     | 1,46       | 1,94     | 0,96     | 0,98    |
| 8     | 1,49       | 1,92     | 1,05     | 0,87    |
| 9     | 1,59       | 1,96     | 1,21     | 0,75    |
| 10    | 1,73       | 2,13     | 1,32     | 0,81    |
| 11    | 1,82       | 2,28     | 1,37     | 0,92    |
| 12    | 1,79       | 2,26     | 1,31     | 0,95    |

**Mực nước triều - diễn biến đặc trưng triều:**

Các số liệu khảo sát cho thấy bình quân đỉnh triều cao nhất vào tháng XI, thấp nhất vào tháng III và IV. Biên độ triều giảm dần từ cửa sông vào nội địa, song do điều kiện lòng sông thay đổi nên biên độ triều có chênh lệch giữa các đoạn sông. Gió và sóng biển.

Khu vực ngoài khơi cửa Đà Diễn, do bị ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc (NE) và Tây Nam (SW) nên tương ứng với chúng là 2 hướng sóng thịnh hành NE và SW. Từ tháng I đến tháng IV, hướng sóng thịnh hành là NE. Độ cao trung bình của 2 hướng sóng trên trong khoảng thời gian này là 1,0 m và cực đại là 4,0 m. Từ tháng V đến tháng IX, hướng sóng chủ đạo là SW với độ cao trung bình là 0,8 đến 1,0 m và lớn nhất là 3,5 m. Từ tháng X đến tháng XII, thịnh hành là hướng sóng N và NE với độ cao trung bình là 0,9 m và độ cao lớn nhất biến đổi từ 3,5 đến 4,0 m. Nhìn chung, chế độ sóng trong mùa hè không ổn định và độ lớn nhỏ hơn so với mùa đông. Biểu đồ hoa sóng mô tả chế độ sóng ngoài khơi khu vực Tuy Hòa được thể hiện trên hình 1.5.



**Bảng 1.9: Độ cao sóng bình quân (m) theo các tháng và mùa trong năm  
tại trạm Tuy Hòa, Phú Yên [2].**

| Tháng               | N    | NE   | E    | SE   | S    | SW   | W    | NW   | T.bình |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| I                   | 0.75 | 0.73 | 0.45 | 0.35 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.51 | 0.61   |
| II                  | 0.73 | 0.83 | 0.50 | 0.53 | 0.30 | 0.33 | 0.30 | 0.81 | 0.63   |
| III                 | 0.71 | 0.69 | 0.55 | 0.61 | 0.47 | 0.30 | 0.36 | 0.61 | 0.54   |
| IV                  | 0.88 | 0.54 | 0.58 | 0.59 | 0.37 | 0.39 | 0.56 | 0.30 | 0.51   |
| V                   | 0.55 | 0.49 | 0.57 | 0.66 | 0.45 | 0.47 | 0.48 | 0.57 | 0.46   |
| VI                  | 0.46 | 0.40 | 0.52 | 0.55 | 0.56 | 0.67 | 0.81 | 0.64 | 0.59   |
| VII                 | 0.56 | 0.52 | 0.57 | 0.57 | 0.58 | 0.60 | 0.76 | 0.69 | 0.59   |
| VIII                | 0.41 | 0.53 | 0.55 | 0.52 | 0.65 | 0.69 | 0.82 | 0.67 | 0.64   |
| IX                  | 0.48 | 0.46 | 0.44 | 0.49 | 0.46 | 0.54 | 0.62 | 0.42 | 0.44   |
| X                   | 0.91 | 0.66 | 0.44 | 0.78 | 0.30 | 0.38 | 0.90 | 0.58 | 0.60   |
| XI                  | 0.97 | 1.02 | 0.77 | 0.50 | 0.30 | 1.14 | 1.40 | 0.94 | 0.91   |
| XII                 | 0.97 | 1.01 | 0.75 | 0.49 | 0.30 | 1.07 | 1.38 | 0.91 | 0.88   |
| Cả năm              | 0.84 | 0.80 | 0.56 | 0.59 | 0.50 | 0.62 | 0.78 | 0.68 | 0.63   |
| Mùa mưa<br>(IX-XII) | 0.94 | 0.91 | 0.60 | 0.58 | 0.41 | 0.64 | 0.86 | 0.70 | 0.73   |
| Mùa khô (I-VIII)    | 0.72 | 0.71 | 0.55 | 0.59 | 0.52 | 0.61 | 0.76 | 0.66 | 0.57   |
| Đông Bắc<br>(X-IV)  | 0.87 | 0.83 | 0.58 | 0.60 | 0.38 | 0.62 | 1.01 | 0.78 | 0.68   |
| Tây Nam<br>(V-IX)   | 0.50 | 0.48 | 0.54 | 0.59 | 0.55 | 0.62 | 0.75 | 0.62 | 0.55   |

## **1.2. Điều kiện kinh tế xã hội**

### **1.2.1. Tổ chức hành chính lưu vực sông Ba**

Lưu vực sông Ba nằm trong phạm vi ranh giới hành chính của 20 huyện thị thuộc 3 tỉnh Tây Nguyên: Kon Tum, Gia Lai, DakLak và 1 tỉnh duyên hải miền Trung Trung

Bộ là Phú Yên. Trong đó có một số huyện thuộc tỉnh Kon Tum là huyện KonPlong, 10 huyện thị thuộc tỉnh Gia Lai là: Kbang thị xã An Khê, ĐakPơ, Konch Ro, ĐakĐoa, Mang Yang, Chư Sê, Ayun Pa, Krông Pa. EaPa, 4 huyện thuộc tỉnh Đak Lak là: Ea Hleo, Krông HNăng, Eakar, MadRăk và 5 huyện thuộc tỉnh Phú Yên là: Sơn Hòa, Sông Hinh, Phú Hòa, Tuy Hòa, và thị xã Tuy Hòa.

### **1.2.2. Dân số**

Dân số trong toàn lưu vực sông Ba tính đến 31/12/2004 có khoảng 1.391.701 người. Trong đó vùng thượng và trung lưu thuộc Tây Nguyên bao gồm Nam Bắc An Khê, thượng Ayun, Ayun Pa, Krông Pa, Krông H'Năng có dân số khoảng 804.364 người, mật độ dân số bình quân 76,8 người/km<sup>2</sup>, người kinh chiếm 55,57% dân số toàn vùng còn lại 44,23% là người dân tộc ít người (phần lớn là người Gia Lai). Dân số thị trấn huyện lỵ chiếm 19,5% và nông thôn chiếm 80,5%. Mật độ dân số phân bố không đều chủ yếu tập trung ở các thành thị, trục giao thông và những vùng kinh tế phát triển, mật độ có thể đạt từ (305-1314) người/km<sup>2</sup>. Còn các huyện thuộc vùng Nam Bắc An Khê, thượng Ayun như huyện KBang, Kon ChRo, ĐăkĐoa mật độ dân số chỉ đạt từ (20-30) người/km<sup>2</sup>. Tỷ lệ tăng dân số 2,01%.

### **1.2.3. Đặc điểm kinh tế**

Cơ cấu phát triển kinh tế từ trước đến nay vẫn lấy Nông - Lâm - Nghiệp là chính cho nên giá trị GDP trong nông nghiệp vẫn chiếm tỷ trọng cao trong tổng giá trị các ngành năm 1998 chiếm 52,6%, năm 2000 chiếm 48,5%, năm 2004 giảm còn 46% trong tổng giá trị các ngành kinh tế trong lưu vực. Tuy vậy nền kinh tế nông lâm nghiệp đang có chiều hướng giảm dần để tăng giá trị cơ cấu công nghiệp - dịch vụ du lịch cho phù hợp với xu thế phát triển kinh tế chung của đất nước nhằm thúc đẩy và đáp ứng nhu cầu hiện đại hoá và công nghiệp hoá đất nước. Nhìn chung cơ cấu kinh tế giữa các vùng trong lưu vực sông Ba biến động không đồng đều.

Đối với vùng thượng và trung lưu cơ cấu kinh tế nông lâm nghiệp chiếm 69,6% năm 1998 và năm 2004 chiếm 65%. Nhưng giữa các huyện biến động cũng khác nhau. Năm 1998 cơ cấu Nông lâm nghiệp huyện An Khê, Krông Pa là (45,9 – 46,9%) trong khi đó các huyện liền kề như KBông, Kon Chro, Đăk Đoa, Ayun Pa cơ cấu kinh tế nông lâm nghiệp chiếm tới (68 -95,8%) tổng cơ cấu kinh tế các ngành.

Hiện nay bình quân thu nhập đầu người trên lưu vực sông Ba đạt khoảng 335

USD/người/năm. Khu vực thượng trung lưu thuộc vùng Tây Nguyên có lợi thế về mặt hàng nông lâm sản có giá trị kinh tế cao như cao su, cà phê, tiêu, điều nên mức thu nhập bình quân đầu người đạt khoảng 324 USD/người/năm. Còn khu vực hạ lưu thuộc đồng bằng Duyên Hải ven biển miền Trung có nhiều lợi thế về điều kiện tự nhiên, xã hội nhất là dịch vụ du lịch, thủy hải sản nên mức thu nhập bình quân đầu người có phần cao hơn vùng thượng trung lưu một chút và mức thu nhập đạt khoảng 350 USD/người/năm [2].

### **1.3. Đánh giá tổng hợp các yếu tố động lực chính ảnh hưởng đến diễn biến cửa Đà Nẵng**

Cửa sông là khu vực chuyển tiếp giữa sông và biển nên có những biến động rất phức tạp, phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố tự nhiên (sóng, gió, dòng chảy, bùn cát, bão lũ...) theo không gian và thời gian. Để đánh giá chính xác mức độ ảnh hưởng của các yếu tố là vấn đề rất khó khăn. Tuy nhiên, có thể sơ bộ phân tích và đánh giá mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến diễn biến cửa sông Đà Nẵng như sau:

- Vào mùa mưa, ảnh hưởng mạnh nhất đến cửa sông là dòng chảy lũ, lưu lượng lớn nhất mùa lũ cao hơn hàng chục lần lưu lượng nước mùa kiệt. Tất cả các năm đều cho thấy tác động của dòng chảy mùa lũ đến sự mở rộng vùng cửa Đà Nẵng do nước sông mùa lũ mang theo nhiều bùn cát đổ ra cửa sông với vận tốc lớn phá các doi cát và bãi bồi trước cửa sông và lắng đọng phía ngoài biển. Ngoài ra khi lòng sông không đủ rộng để thoát lũ sẽ gây ngập lụt trên diện rộng, ảnh hưởng đến dân sinh kinh tế địa phương [3].

- Vào mùa khô, lưu lượng dòng chảy trong sông giảm nhỏ rất đáng kể, lưu lượng trung bình tháng nhỏ nhất ( $48,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ) tại tuyến Cùmg Sơn chỉ bằng 6,4% so với tháng lớn nhất ( $741,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ), điều này xảy ra thường xuyên hàng năm và dẫn đến cửa sông chủ yếu chịu tác động của sóng và dòng triều. Do vậy có thể nói dòng chảy sông về mùa khô ảnh hưởng đến vùng cửa sông là nhỏ.

- Bùn cát sông Ba là yếu tố quan trọng có ảnh hưởng đến diễn biến cửa Đà Nẵng, theo thống kê, hàm lượng bùn cát trung bình tháng lớn nhất mùa lũ tại Cùmg Sơn lên đến gần  $300 \text{ g/m}^3$ , trong đó tháng nhỏ nhất mùa kiệt chỉ  $20 \text{ g/m}^3$ , tức là chênh lệch nhau tới 15 lần. Tuy nhiên tổng lượng bùn cát tập trung về cửa sông còn phụ thuộc vào tổng lượng dòng chảy và phân bố dòng chảy theo thời gian.

- Sóng biển do gió và bão là yếu tố có tác động rất lớn đối với vùng cửa sông, ngoài tác động thường xuyên của sóng do gió mùa, nhất là sóng do bão sẽ gây những diễn biến đột xuất vùng cửa sông, đây được coi là tác động rất lớn đối với cửa Đà Rằng.

- Thủy triều và dòng ven bờ có tác dụng thường xuyên và khá lớn đối với các diễn biến, chuyển tải bùn cát vùng cửa sông, tuy không gây ra các đột biến nhưng luôn là nguyên nhân thường trực đối với diễn biến vùng cửa sông, nhất là tác động đến quy luật chuyển tải bùn cát ven bờ [3].

## **Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT MÔ HÌNH MIKE 11 VÀ MÔ HÌNH MIKE 21**

### **2.1. Giới thiệu chung**

Cho đến nay có rất nhiều phương pháp khác nhau để nghiên cứu đánh giá sự bồi lấp vùng cửa sông như phương pháp thống kê, mô hình vật lý, mô hình toán, viễn thám và GIS... Trong đó phương pháp mô hình toán được sử dụng ngày càng phổ biến và được đánh giá cao trong nhiều nghiên cứu. Bộ mô hình Mike do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng và phát triển là một trong những bộ mô hình được sử dụng phổ biến nhất hiện nay. Để có thể tính toán được sự bồi lấp vùng cửa sông bằng phương pháp mô hình toán ta cần phải sử dụng một mô hình mô phỏng 2 chiều (ví dụ mô hình Mike 21). Chính vì vậy trong luận văn này đã chọn áp dụng mô hình Mike 21 để tính toán sự bồi xói khu vực cửa sông Đà Diễn- tỉnh Phú Yên. Trong đó các biên trên làm đầu vào cho mô hình Mike 21 cần được diễn toán từ các số liệu đo đạc của trạm thủy văn Củng Sơn bằng mô hình Mike 11.

Luận văn đã thiết lập được mô hình toán mô tả được quá trình thủy động lực và biến đổi đáy khu vực cửa sông Đà Diễn, tỉnh Phú Yên. Trong mô phỏng các quá trình bằng mô hình MIKE, tác giả đã nghiên cứu tác động đồng thời của các yếu tố: dòng chảy sông, sóng, thủy triều ven bờ. Đây là quá trình tính toán phức tạp đòi hỏi độ chính xác của số liệu các biên đầu vào, sự tích hợp một số chương trình tính toán để đưa ra kết quả hợp lý, phù hợp với hiện tượng và kết quả đo đạc thực tế.

Cơ sở lý thuyết của mô hình Mike 11 và Mike 21 sẽ được giới thiệu sau đây:

### **2.2. Mô hình Mike 11**

#### ***2.2.1. Giới thiệu phần mềm Mike 11***

Mike 11 do DHI Water & Environment phát triển, là một gói phần mềm dùng để mô phỏng dòng chảy, lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở các cửa sông, sông, kênh tưới và các vật thể nước khác.

Mike 11 là một mô hình thủy động lực một chiều thân thiện với người sử dụng nhằm phân tích chi tiết, thiết kế, quản lý, vận hành cho sông cũng như hệ thống kênh dẫn đơn giản và phức tạp. Với môi trường đặc biệt thân thiện với người sử dụng, linh hoạt và tốc độ, Mike 11 cung cấp một môi trường thiết kế hữu hiệu về kỹ thuật công trình, tài nguyên nước, quản lý chất lượng nước và các ứng dụng quy hoạch.

Một số điểm của mô hình Mike 11:

- Liên kết với GIS
- Liên kết với các mô hình thành phần khác của bộ mô hình Mike như: mô hình mưa rào dòng chảy, mô hình thủy động lực hai chiều (Mike flood).

- Tính toán truyền tải khuếch tán
- Tính toán thủy lực cho bài toán vỡ đập
- Tính vận hành công trình
- Tính toán mô phỏng các vùng đất ngập nước.

Các ứng dụng liên quan đến modun Mike 11HD bao gồm:

- Dự báo lũ và vận hành hồ chứa
- Các phương pháp mô phỏng kiểm soát lũ
- Vận hành hệ thống tưới và tiêu thoát bề mặt
- Thiết kế các hệ thống kênh dẫn
- Nghiên cứu sóng triều và dâng nước do mưa ở sông và cửa sông

Đặc trưng cơ bản của hệ thống lập mô hình Mike 11 là cấu trúc mô-đun tổng hợp với nhiều loại mô-đun được thêm vào mỗi mô phỏng các hiện tượng liên quan đến hệ thống sông [6].

Ngoài các mô-đun HD đã mô tả ở trên, Mike bao gồm các modun bổ sung đối với:

- Các mô hình về chất lượng nước
- Vận chuyển bùn cát có kết (có tính dính)
- Vận chuyển bùn cát không có kết (không có tính dính)

MIKE 11 là chương trình tính thủy lực trên mạng lưới sông kênh có thể áp dụng với chế độ sóng động lực hoàn toàn ở cấp độ cao. Trong chế độ này MIKE 11 có khả năng tính toán với:

- Dòng chảy biến đổi nhanh
- Lưu lượng và mực nước sông
- Sóng lũ

## 2.2.2 Hệ phương trình cơ bản sử dụng trong phần mềm Mike 11

### 2.2.2.1. Hệ phương trình Saint Venant

Hệ phương trình sử dụng trong mô hình là hệ phương trình Saint\_Venant, viết ra dưới dạng thực hành cho bài toán một chiều không gian, tức quy luật diễn biến của độ cao mặt nước và lưu lượng dòng chảy dọc theo chiều dài dòng sông/kênh và theo thời gian.

Hệ phương trình Saint\_Venant gồm hai phương trình: Phương trình liên tục và phương trình động lượng.

**Phương trình liên tục:**

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (1)$$

**Phương trình động lượng:**

$$\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\alpha}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\beta}{g} V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{V|V|}{C^2 R} = 0 \quad (2)$$

h: Cao trình mực nước ở thời đoạn tính toán (m)

t: Thời gian tính toán (giây)

Q: Lưu lượng dòng chảy qua mặt cắt (m<sup>3</sup>/s)

V: Tốc độ nước chảy qua mặt cắt ngang sông (m/s)

x: Không gian (dọc theo dòng chảy) (m)

β: Hệ số phân bố lưu tốc không đều trên mặt cắt

A: Diện tích mặt cắt ướt (m<sup>2</sup>)

q: Lưu lượng gia nhập dọc theo đơn vị chiều dài (m<sup>2</sup>/s)

C: Hệ số Chezy, được tính theo công thức:  $C = \frac{1}{n} R^y$

n: Hệ số nhám

R: Bán kính thủy lực (m)

y: Hệ số theo Maning y=1/6

g: Gia tốc trọng trường = 9,81 m/s<sup>2</sup>

α: Hệ số động năng.

#### 2.2.2.2. Điều kiện ổn định trong bài toán thủy động lực học

Không thể tùy chọn  $\Delta t$  và  $\Delta x$  trong tất cả các trường hợp, tiêu chuẩn đặt ra cho  $\Delta t$  và  $\Delta x$  là chúng phải nhỏ, sao cho có thể giải được các biến thời gian và không gian. Tương tự, sự thay đổi mặt cắt ngang đột ngột của sông yêu cầu phải chia nhỏ khoảng cách, sao cho có thể mô tả địa hình một cách chính xác.

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 thỏa đáng. Giá trị tối đa cho phép đối với  $\Delta x$  phải được chọn trên cơ sở này.
- Bước thời gian  $\Delta t$  phải đủ nhỏ để cho ta có một thể hiện chính xác về sông.
- Điều kiện số Courant dưới đây có thể dùng như một hướng dẫn để chọn bước thời gian sao cho đồng thời thỏa mãn được các điều kiện trên.

$$C_r = \frac{\Delta t(V + \sqrt{gy})}{\Delta x}$$

(với  $V$  là vận tốc)

Số  $C_r$  thể hiện tốc độ nhiễu động sóng tại vùng nước nông (biên độ nhỏ). Số Courant biểu thị số các điểm lưới trong một bước sóng, phát sinh từ một nhiễu động nhỏ, sẽ di chuyển trong một bước thời gian.

- Điều kiện vận tốc dưới đây đôi khi có thể tạo ra một hạn chế về bước thời gian  $\Delta t$ , trong trường hợp mặt cắt ngang có biến động lớn :

$$\frac{V\Delta t}{\Delta x} \leq 1 - 2$$

Tiêu chuẩn vận chuyển đòi hỏi phải chọn  $\Delta t$  và  $\Delta x$  sao cho không dịch chuyển quá một điểm lưới trong mỗi bước thời gian.

### 2.3. Mô hình Mike 21

#### 2.3.1. Giới thiệu phần mềm Mike 21

Trong bộ phần mềm Mike có chia ra làm nhiều mô hình, như Mike Zero, Mike 11, Mike 21, Mike 3, Mike she....

Mike 21 là mô hình dòng chảy mặt 2D, mô hình Mike 21 được ứng dụng để mô phỏng các quá trình thủy lực và các hiện tượng về môi trường trong các hồ, các vùng cửa sông, vùng vịnh, vùng ven bờ và các vùng ven biển.



Mô hình Mike 21 bao gồm một số module, mỗi module dùng cho các lĩnh vực cụ thể mà ta quan tâm như dòng chảy, sự tạo thành và truyền đi của sóng, chất lượng nước, chuyển tải bùn cát, hình thái, sinh thái.....Bên cạnh đó còn có các công cụ hỗ trợ phần mềm hiển thị, tạo lưới, nhập địa hình.... Tất cả các module này có mối liên hệ động lực với nhau để trao đổi số liệu và kết quả khi quá trình mô phỏng yêu cầu.

Hệ thống Mike 21 bao gồm các lưới tính sau:

- Lưới đơn (Single Grid)- mô hình dạng lưới đơn tuyến tính dễ lập, dễ trao đổi đầu vào đầu ra.
- Lưới đa (Multiple Grids)- mô hình lưới tuyến tính gộp với khả năng mô phỏng độ phân giải tốt hơn.
- Lưới phi cấu trúc (flexible Mesh)- độ linh hoạt tối đa cho nhiều mức phân giải khác nhau cho mô hình mô phỏng với lưới FM cho phép xử lý song song.

Danh mục dưới đây là các ứng dụng mà Mike 21 có thể làm được:

- Thiết kế đánh giá dữ liệu cho các công trình ven biển và xa bờ
- Tối ưu hóa bố trí cảng và các biện pháp bảo vệ bờ
- Phân tích làm lạnh nước, xâm nhập mặn và hoàn lưu
- Tối ưu hóa nguồn xả
- Đánh giá tác động môi trường của các cơ sở hạ tầng biển
- Lập mô hình sinh thái bao gồm tối ưu hóa hệ thủy sinh
- Dự báo nước cho các hoạt động bảo vệ biển và giao thông
- Cảnh báo lũ bờ biển và nước dâng do bão
- Lập mô hình ngập lũ trong đất liền và dòng chảy tràn.

### ***2.3.2. Hệ phương trình cơ bản sử dụng trong phần mềm Mike 21***

#### ***2.3.2.1. Mô hình dòng chảy 2D (Mike 21FM HD)***

MIKE 21HD là mô hình thủy động lực học hai chiều ngang mô phỏng mực nước và dòng chảy trên sông, vùng cửa sông, vịnh và ven biển. Mô hình mô phỏng dòng chảy không ổn định hai chiều ngang đối với một lớp dòng chảy.

Hệ phương trình mô phỏng bao gồm phương trình liên tục kết hợp với phương trình động lượng mô tả sự biến đổi của mực nước và lưu lượng. Lưới tính toán sử dụng

trong mô hình là lưới tam giác.

- Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

- Phương trình động lượng theo chiều x:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial Z}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \times \\ & \times \left[ \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega q + fV V_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial p_a}{\partial x} = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

- Phương trình động lượng theo chiều y:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial Z}{\partial y} + \frac{gq\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \times \\ & \times \left[ \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega p - fV V_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial p_a}{\partial y} = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

**Trong đó:**

$h$  - độ sâu mực nước tại điểm  $(x, y)$  tính từ đáy,  $h = h(x, y, t)$  (m);

$Z$  - cao trình mực nước (m),  $Z = Z(x, y, t)$  (m);

$p$  - lưu lượng đơn vị theo chiều x,  $p = p(x, y, t)$  ( $m^3/s/m$ ),  $p = uh$

$u$  - vận tốc bình quân thủy trực theo chiều x;

$q$  - lưu lượng đơn vị theo chiều y,  $q = q(x, y, t)$  ( $m^3/s/m$ ),  $q = vh$

$v$  - vận tốc bình quân thủy trực theo chiều y;

$C$  - hệ số Chezy,  $C = C(x, y, t)$  ( $m^{0.5}/s$ );  $g$  - gia tốc trọng trường ( $m/s^2$ );

$f(V)$  - hệ số ma sát gió;  $V$  - vận tốc gió,  $V = V(x, y, t)$  (m/s);

$V_x, V_y$  - thành phần vận tốc gió theo hai chiều x và y;

$\Omega$  - thông số Coriolis,  $\Omega = \Omega(x, y)$ , phụ thuộc vào vĩ độ, ( $s^{-1}$ );

$p_a$  - áp suất khí quyển,  $p_a = p_a(x, y, t)$  ( $kg/m^2$ );  $\rho_w$  - mật độ nước ( $kg/m^3$ );

x, y - tọa độ không gian (m); t - thời gian (s);

$\tau_{xx}$ ,  $\tau_{xy}$ ,  $\tau_{yy}$  - các thành phần ứng suất tiếp.

#### 2.3.2.2. Mô hình sóng

MIKE 21 SW là mô đun tính phổ sóng gió được tính toán dựa trên lưới phi cấu trúc. Mô đun này tính toán sự phát triển, suy giảm và truyền sóng được tạo ra bởi gió và sóng lừng ở ngoài khơi và khu vực ven bờ. Động lực học của sóng trọng lực (the dynamics of the gravity wave) được mô phỏng dựa trên phương trình mật độ tác động sóng (wave action density). Khi áp dụng tính cho vùng nhỏ thì phương trình cơ bản được sử dụng trong hệ tọa độ Decartesian, còn khi áp dụng cho vùng lớn thì sử dụng hệ tọa độ cầu (spherical polar coordinates). Phổ mật độ tác động sóng thay đổi theo không gian và thời gian là một hàm của 2 tham số pha sóng. Hai tham số pha sóng là vevtor sóng  $k$  với  $\theta$  và tần suất góc tương đối được chọn để tính toán. Tác động mật độ,  $N$  (được thay thế bởi mật độ năng lượng  $E$ ). Tần số phổ được giới hạn giữa giá trị tần số cực tiểu  $\sigma_{\min}$  độ lớn  $k$  và hướng  $\theta$ . Ngoài ra, tham số pha sóng cũng có thể là hướng sóng  $\theta$  và tần số góc trong tương đối  $\omega$  hoặc tần số góc tuyệt đối  $\omega$ . Trong mô hình này thì hướng sóng và tần số cực tiểu  $\sigma_{\max}$ . Năng lượng mật độ khi đó là:

$$E(\sigma, \theta) = E(\sigma_{\max}, \sigma) \pi r^2 \left( \frac{\sigma_{\max}}{\sigma} \right)^{-m} \text{ với } m = 5.$$

MIKE 21 SW bao gồm hai công thức khác nhau:

- Công thức tham số tách hướng.
- Công thức phổ toàn phần.

Công thức tham số tách hướng được dựa trên việc tham số hoá phương trình bảo toàn tác động sóng. Việc tham số hoá được thực hiện theo miền tần số bằng cách đưa vào mô men bậc không và bậc một của phổ tác động sóng giống như các giá trị không phụ thuộc (theo Holtuijsen 1989). Xấp xỉ tương tự được sử dụng trong mô đun phổ sóng gió ven bờ MIKE 21 NSW. Công thức phổ toàn phần được dựa trên phương trình bảo toàn tác động sóng, như được mô tả bởi Komen và cộng sự (1994) và Young (1999), tại đó phổ hướng sóng của sóng tác động là giá trị phụ thuộc. Các phương trình cơ bản được xây dựng trong cả hệ tọa độ Đề các với những áp dụng trong phạm vi nhỏ và hệ tọa độ cầu cho những áp dụng trong phạm vi lớn hơn. MIKE 21 SW bao gồm các hiện

tượng vật lý sau:

- + Sóng phát triển bởi tác động của gió;
- + Tương tác sóng-sóng là phi tuyến;
- + Tiêu tán sóng do sự bạc đầu;
- + Tiêu tán sóng do ma sát đáy;
- + Tiêu tán sóng do sóng vỡ;
- + Khúc xạ và hiệu ứng nước nông do thay đổi độ sâu;
- + Tương tác sóng dòng chảy;
- + Ảnh hưởng của thay đổi độ sâu theo thời gian.

Việc rời rạc hoá phương trình trong không gian địa lý và không gian phổ được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp thể tích hữu hạn trung tâm. Sử dụng kỹ thuật lưới phi cấu trúc trong miền tính địa lý. Việc tích phân theo thời gian được thực hiện bằng cách sử dụng xấp xỉ chia đoạn trong đó phương pháp hiện đa chuỗi được áp dụng để tính truyền sóng.

Phương trình cơ bản chính là phương trình cân bằng tác động sóng được xây dựng cho cả hệ tọa độ Đề các và tọa độ cầu.

**Phương trình tác động sóng được viết như sau:**

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{v}N) = \frac{S}{\sigma} \quad (12)$$

trong đó  $N(\vec{x}, \sigma, \theta, t)$  là mật độ tác động;  $t$  là thời gian;  $\vec{x} = (x, y)$  là tọa độ Đề các đối với hệ tọa độ Đề các  $\vec{x} = (x, y)$  và  $\vec{x} = (\phi, \lambda)$  là tọa độ cầu trong tọa độ cầu với  $\phi$  là vĩ độ và  $\lambda$  là kinh độ;  $\vec{v} = (c_x, c_y, c_\sigma, c_\theta)$  là vận tốc truyền nhóm sóng,  $\vec{v}$ ,  $\sigma$  và  $\theta$ , và  $S$  là số hạng nguồn cho phương trình cân bằng năng lượng.  $\nabla$  là toán tử sai phân trong không gian  $\vec{v}$ ,  $\sigma$  và  $\theta$ .

### **Điều kiện biên**

Các thành phần thông lượng đi vào được gán bằng không. Không có điều kiện biên cho các thành phần thông lượng đi ra.

Ở biên mở, thông lượng đi vào cần được biết. Do đó, phổ năng lượng phải được xác định ở biên mở.

#### 2.3.2.3. Mô hình vận chuyển trầm tích

MIKE 21 ST là mô đun tính toán tốc độ vận chuyển trầm tích (cát) không kết dính dưới tác động của cả sóng và dòng chảy. Các thành phần vận chuyển trầm tích có thể gây ra biến đổi đáy. Việc tính toán được thực hiện dưới điều kiện thủy động lực cơ bản tương ứng với độ sâu đã cho. Không có sự tương tác trở lại của thay đổi độ sâu đến sóng và dòng chảy. Do đó, kết quả cung cấp bởi MIKE 21 ST có thể sử dụng để xác định khu vực có khả năng xói hoặc bồi và để chỉ ra tốc độ biến đổi đáy nhưng không xác định được việc cập nhật độ sâu ở cuối mỗi chu kỳ tính toán.

Đặc trưng chính của mô đun vận chuyển trầm tích không kết dính MIKE 21 ST được mô tả như sau:

- Các đặc trưng của vật chất đáy có thể không đổi hoặc biến đổi theo không gian (ví dụ tỉ lệ và cỡ hạt trung bình)

- Năm lý thuyết vận chuyển trầm tích khác nhau đều có giá trị cho việc tính toán tốc độ vận chuyển trầm tích trong điều kiện chỉ có dòng chảy:

- + Lý thuyết vận chuyển tổng tải Engelund và Hansen
- + Lý thuyết vận chuyển tổng tải (được xác định như tải đáy + tải lơ lửng) Engelund và Fredsoe
- + Công thức vận chuyển tổng tải (tải đáy + tải lơ lửng) Zyserman và Fredsoe
- + Lý thuyết vận chuyển tải đáy Meyer-Peter
- + Công thức vận chuyển tổng tải Ackers và White
- Hai phương pháp có giá trị để tính toán tốc độ vận chuyển trầm tích kết hợp giữa sóng và dòng chảy
  - + Áp dụng mô đun vận chuyển trầm tích STP của DHI
  - + Phương pháp vận chuyển tổng tải của Bijker
- Phương pháp vận chuyển cát do người sử dụng xác định (2 chiều hoặc tựa 3

chiều) trong tính toán kết hợp sóng và dòng chảy khi mô đun STP được sử dụng. Tính toán tốc độ vận chuyển được đẩy mạnh thông qua việc sử dụng bảng vận chuyển trầm tích được tạo ra trước đó.

- Sử dụng STP cho phép tính toán ảnh hưởng của hiện tượng sau đến tốc độ vận chuyển trầm tích:

- + Hướng truyền sóng bất kỳ tác động đến dòng chảy
- + Sóng vỡ hoặc sóng không vỡ
- + Đặc tính hình học của vật chất đáy được mô tả thông qua một loại cỡ hạt hoặc đường cong phân bố cỡ hạt
- + Đáy phẳng hoặc đáy gợn cát
- Tính ổn định chuẩn Courant-Friedrich-Lewy.

Phân bố thẳng đứng của trầm tích lơ lửng trong tính toán sóng kết hợp với dòng chảy dùng để đánh giá vận chuyển trầm tích trong biển. Cách thông thường để mô tả phân bố thẳng đứng của trầm tích lơ lửng là áp dụng phương trình khuếch tán:

$$\frac{dc}{dt} = w \frac{\partial c}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \varepsilon_s \frac{\partial c}{\partial y} \right) \quad (13)$$

trong đó  $c$  là nồng độ trầm tích;  $t$  là thời gian;  $w$  là tốc độ chìm lắng của trầm tích lơ lửng;  $y$  là phương ngang;  $\varepsilon_s$  là hệ số trao đổi rối.

Sự vận chuyển bùn cát ven bờ chủ yếu là do sóng và dòng chảy gây ra. Tác dụng của sóng lên quá trình vận chuyển trầm tích có 2 mặt. Một mặt sóng tác động trực tiếp lên các hạt trầm tích và làm cho chúng chuyển động. Mặt khác, sóng khuấy động bùn cát, nâng chúng lên để dòng chảy ven bờ đưa đi. Như vậy, trong bất cứ trường hợp nào sóng cũng là yếu tố quyết định sự vận chuyển bùn cát ven bờ. Thông thường hướng vận chuyển bùn cát sẽ trùng với hướng sóng lan truyền trong đới sóng vỡ ven bờ. Nếu sóng vuông góc với bờ sẽ gây ra dòng vận chuyển trầm tích có hướng vừa vuông góc với bờ vừa dọc bờ.

Mô hình tính vận chuyển trầm tích được xây dựng dựa trên 2 loại vận chuyển:

- Vận chuyển chỉ do dòng chảy
- Vận chuyển do sóng và dòng chảy kết hợp.

Trong phần ứng dụng sẽ chỉ xét đến quá trình vận chuyển trầm tích do sóng và dòng chảy kết hợp. Sự chuyển động của sóng ngoài lớp biên đáy có thể lựa chọn xét theo nhiều lý thuyết sóng khác nhau, lý thuyết sóng cổ điển và lý thuyết sóng bán thực nghiệm. Trong đó, lý thuyết sóng phi tuyến sử dụng để tính các chuyển động bậc cao (chuyển động quỹ đạo khép kín, tính bất đối xứng). Các lý thuyết sóng cổ điển:

- Lý thuyết sóng Stokes bậc 1, 3, 5 (Fenton 1985)
- Lý thuyết sóng Crouillard bậc 1, 3, 5 (Fenton 1990)
- Lý thuyết sóng Viscous (Swart 1982)

Các lý thuyết sóng bán thực nghiệm:

- Lý thuyết sóng Isobe và Horikawa (1982)
- Lý thuyết sóng Doering và Bowen (1995).

Sự hình thành lớp biên sóng trong chuyển động kết hợp giữa sóng và dòng chảy được mô tả theo phương trình vi phân bậc 1 (Fredsoe 1984), phương trình này được giải theo phương pháp Runge Kutta bậc 4 trong mỗi chu kỳ sóng. Chuyển động rối phát sinh từ lớp biên sóng được tính theo mô hình lớp biên của Fredsoe 1984. Chuyển động rối do dòng chảy trung bình được xét theo khái niệm con đường xoắn tròn của Efrink 1996. Chuyển động rối do sóng đồ được xét theo phương trình khuếch tán động năng rối của Deigaard 1986. Các tác động ảnh hưởng đến dòng chảy trung bình bao gồm:

- Ứng suất trượt do chuyển động của sóng
- Ứng suất trượt do sóng vỡ
- Ứng suất trượt do chênh lệch mực nước

Với sự kết hợp của sóng và dòng chảy, thông lượng vận chuyển trầm tích được xét là tổng của vận chuyển di đáy và vận chuyển lơ lửng theo phương pháp Bijker.

Phương trình biến đổi đáy được tính toán dựa trên cân bằng vật chất đáy qua phương trình:

+ ) Phương trình vận chuyển cân bằng bùn cát

$q_{bx}, q_{by}$  : dòng vận chuyển đáy

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda} \left( \frac{\partial q_{bx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{by}}{\partial y} \right) = 0$$

+) Phương trình vận chuyển không cân bằng bùn cát

$p_s$  : Tốc độ vận chuyển lắng xuống

$p_d$  : tốc độ vận chuyển lơ lửng

$$p_{d(j,i)} = p_{s(j)} f_s(s_{(i)}) \Delta s$$

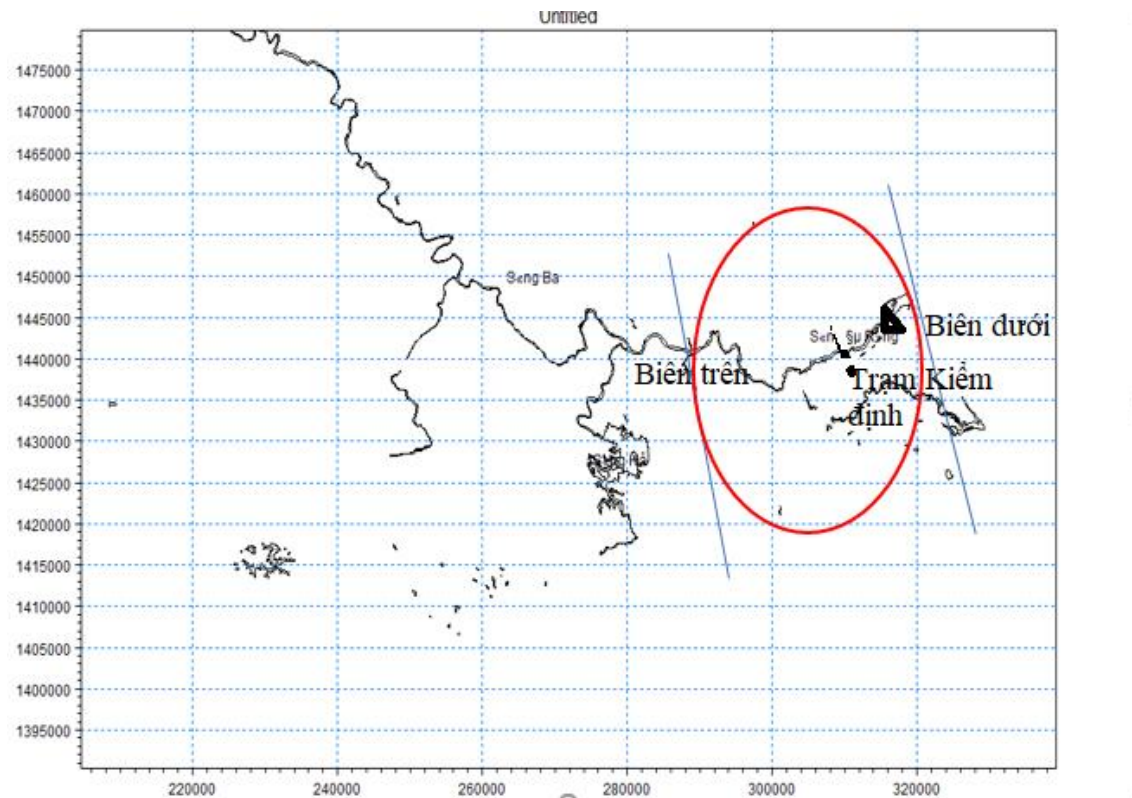
$$f_s(s_{(i)}) = \frac{1}{A} \exp \left( -\frac{s_{(i)}}{A} \right)$$

- Tốc độ vận chuyển lắng xuống và độ dài từng bước  $s(i)=i\Delta x$
- Phương trình chuyển động của hạt bùn cát là được giải quyết  
s (từ nhận đến điểm lắng đọng) có thể được đánh giá chính xác hơn.

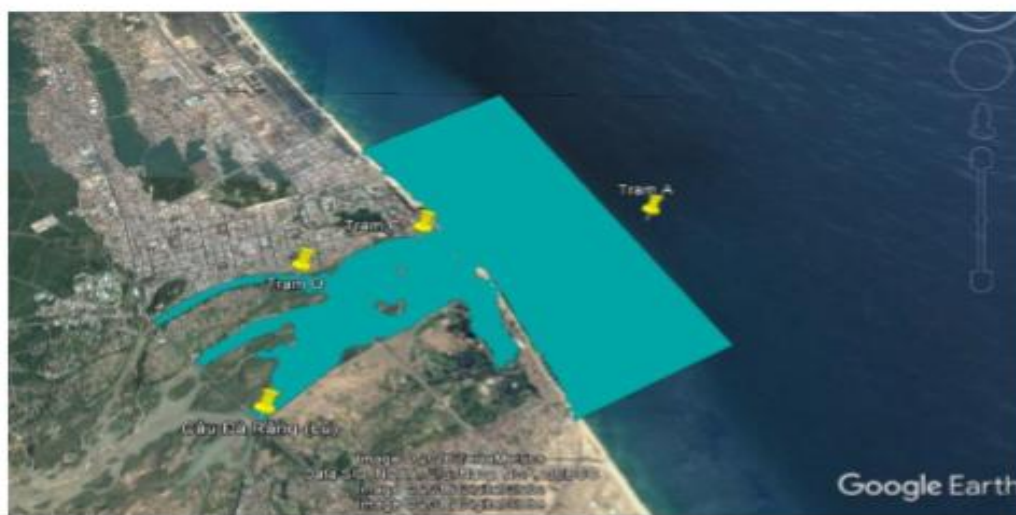


### Chương 3. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG DÒNG CHẢY HẠ LƯU SÔNG BA ĐẾN SỰ BỒI LẬP CỦA SÔNG ĐÀ DIỄN, TỈNH PHÚ YÊN

#### 3.1. Phạm vi tính toán



Hình 3.1: Phạm vi tính toán của mô hình Mike 11



Hình 3.2: Phạm vi tính toán mô hình Mike 21

Phạm vi tính toán mô hình Mike 11 từ Củng Sơn đến cửa Đà Rằng như trong hình 3.1.

Phạm vi tính toán mô hình Mike 21 từ cầu Đà Rằng ra đến biển như trong hình 3.2.

Miền tính toán trong luận văn được xác định theo lưới tính sau:



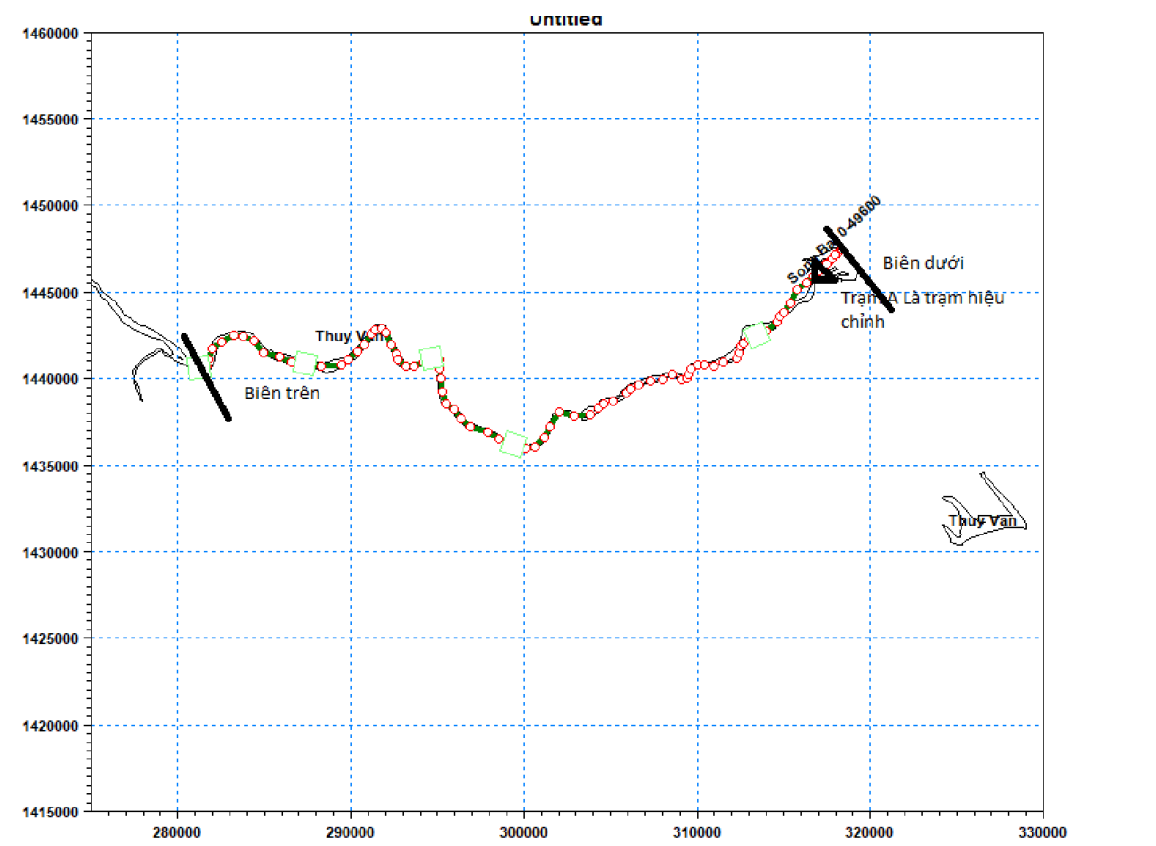
**Hình 3.3: Lưới tính toán**

### **3.2. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình Mike 11**

#### **3.2.1. Thiết lập các thông số mô hình Mike 11**

##### **3.2.1. 1. Thiết lập mạng lưới sông**

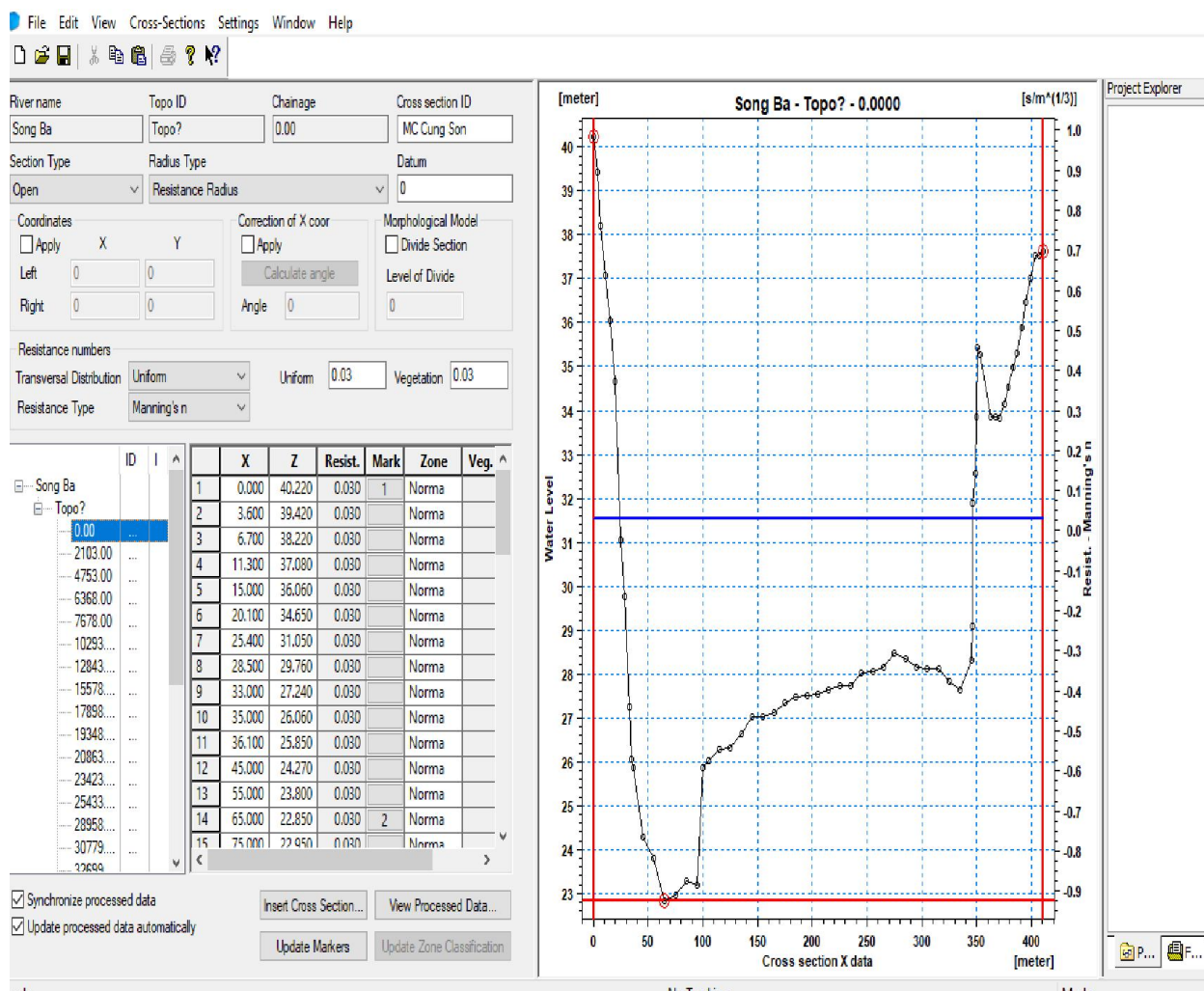
Bằng việc số hóa bản đồ ta tạo được mạng lưới sông tương ứng như sau:



**Hình 3.4: Mạng lưới sông**

Sông Ba từ Củng Sơn đến cửa biển với 49600 m, 28 mặt cắt và trạm A hiệu chỉnh là trạm Phú Lâm cách cửa sông 2,3km [4].

#### 3.2.1.2. Nhập các mặt cắt ngang sông tương ứng

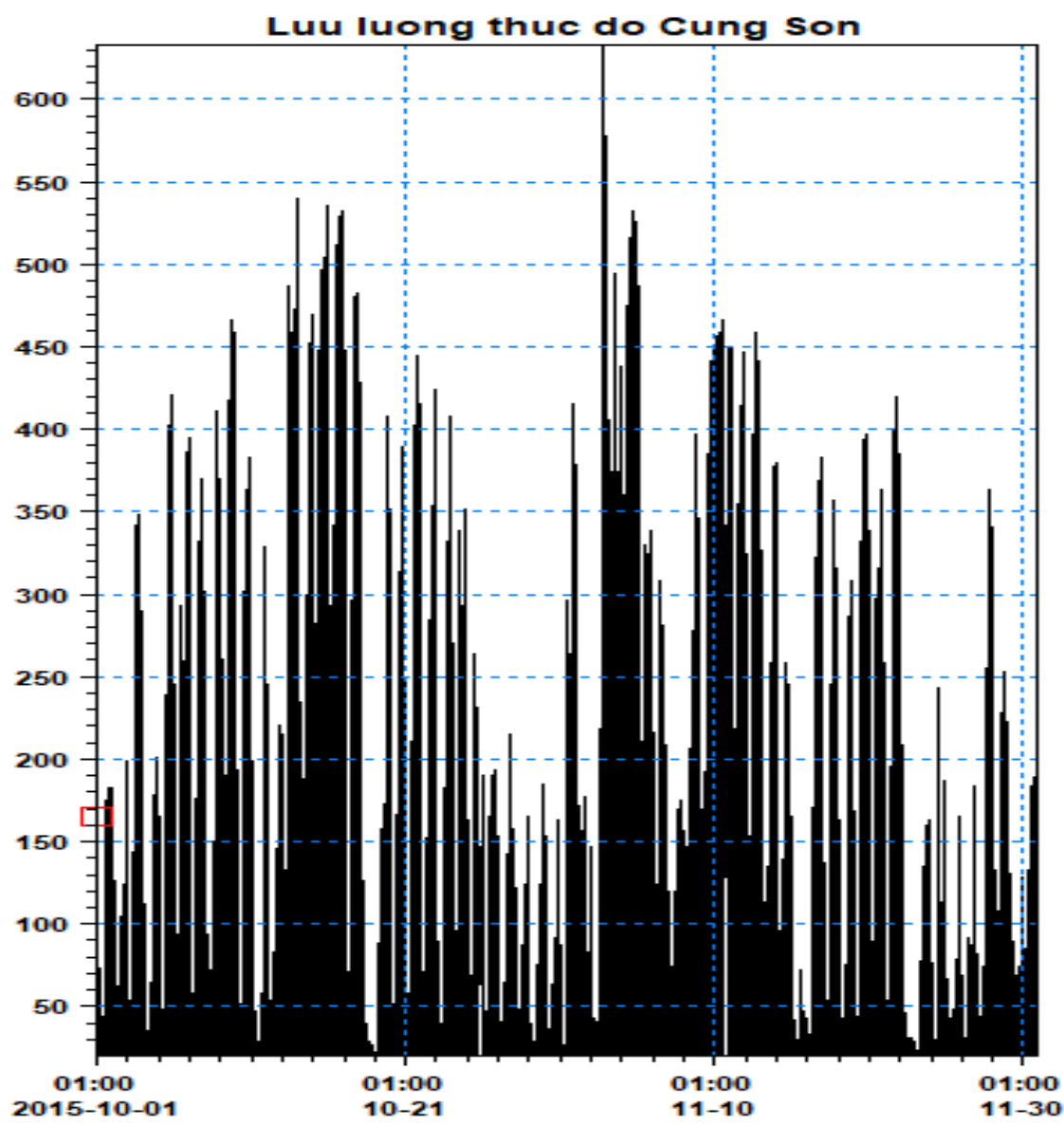


**Hình 3.5: Mặt cắt ngang sông**

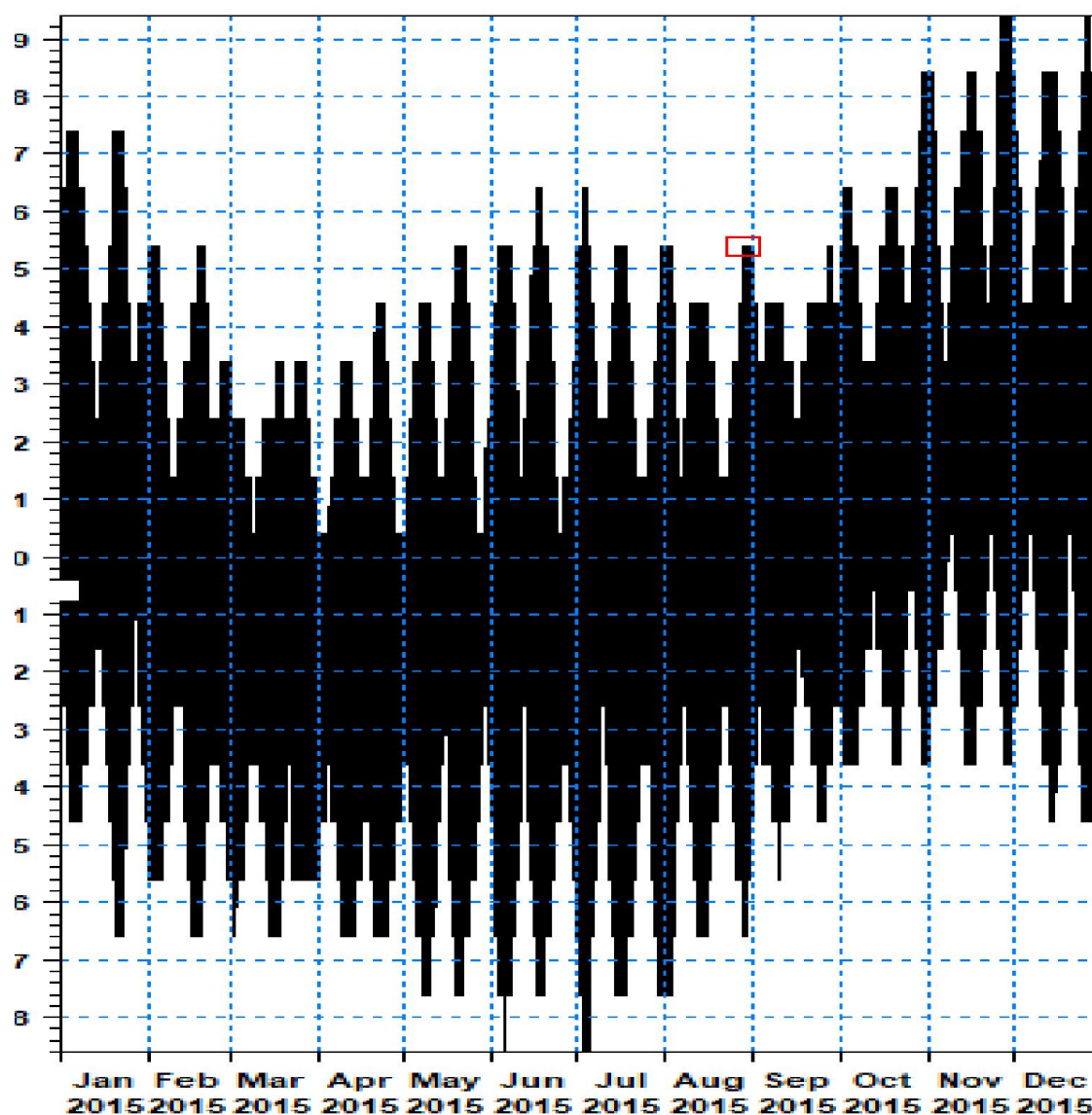
### 3.2.1.3. Thiết lập các điều kiện biên

Biên trên là biên lưu lượng tại Củng Sơn từ 1 giờ ngày 01/10/2015 đến 22 giờ ngày 30/11/2015.

Biên dưới là biên được lấy ở cửa Đà Diễn và giá trị mực nước được lấy theo sự tương quan triều ở trạm Quy Nhơn dự tính từ 0 giờ ngày 01/1/2015 đến 23 giờ ngày 31/12/2015.



**Hình 3.6: Biên trên lưu lượng tại Cung Sơn**



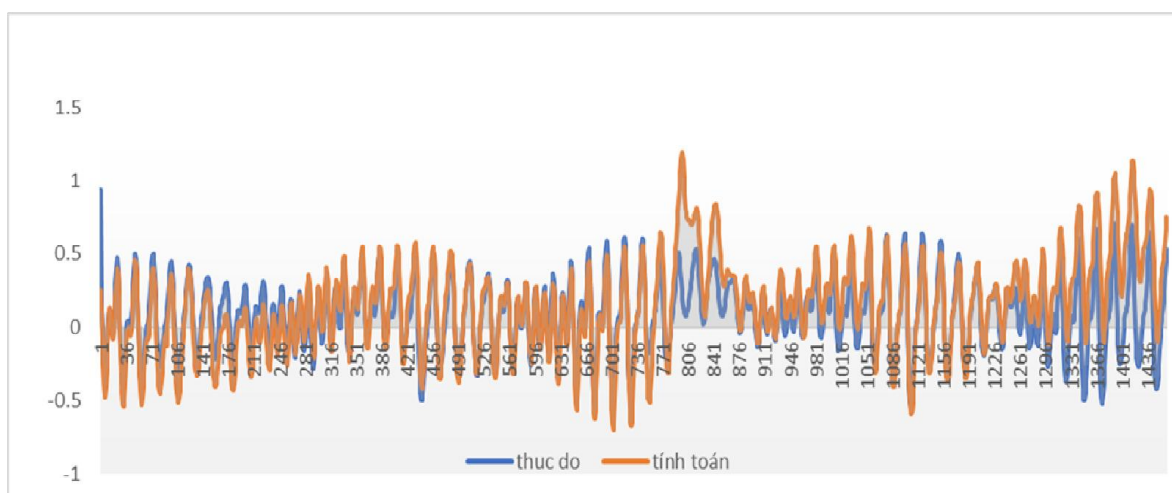
Hình 3.7: Biên dưới ở cửa Đà Diễn mực nước dựa theo sự tương quan của thủy triều ở trạm Quy Nhon.

### 3.2.2. Kết quả hiệu chỉnh mô hình một chiều

Trong phần nghiên cứu này ta tiến hành hiệu chỉnh các thông số cho mô hình Mike



11 thông qua việc so sánh các kết quả tính toán mực nước trong đợt khảo sát đo đạc từ 1 giờ ngày 1/10/2015 đến 22 giờ ngày 30/11/2015 tại trạm Phú Lâm trong khuôn khổ thực hiện của đề tài cấp Nhà nước “*Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất các giải pháp ổn định các cửa sông Đà Diễn và Đà Nông tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế xã hội*”, mã số ĐTĐL.CL 15/15 do PGS. TS. Nguyễn Tiền Giang chủ trì. Sau khi tiến hành hiệu chỉnh bằng phương pháp thử sai, lựa chọn được hệ số nhám cho toàn bộ đoạn sông diễn toán là  $n = 0.025$



**Hình 3.8: So sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm Phú Lâm**

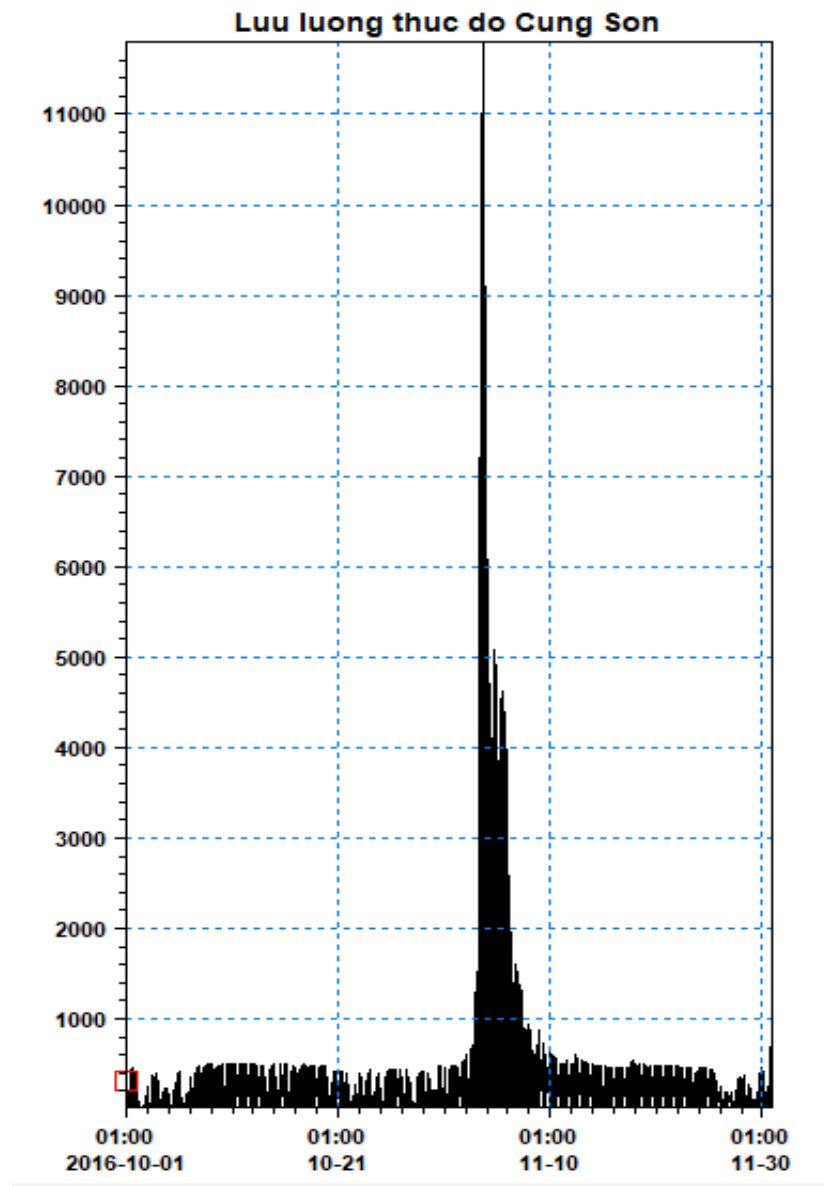
Dùng chỉ số Nash-Sutcliffe so sánh kết quả mực nước tính toán và thực đo cụ thể ta được 70% tại vị trí trạm Phú Lâm.

Qua đó ta thấy đường quá trình mực nước tính toán phù hợp với giá trị thực đo được kiểm định theo chỉ tiêu Nash-Sutcliffe. Mô hình một chiều được xây dựng mô phỏng khá tốt thời đoạn tính toán. Bộ mô hình này sẽ được kiểm định cho năm 2016.

### 3.2.3. Kết quả kiểm định mô hình một chiều:

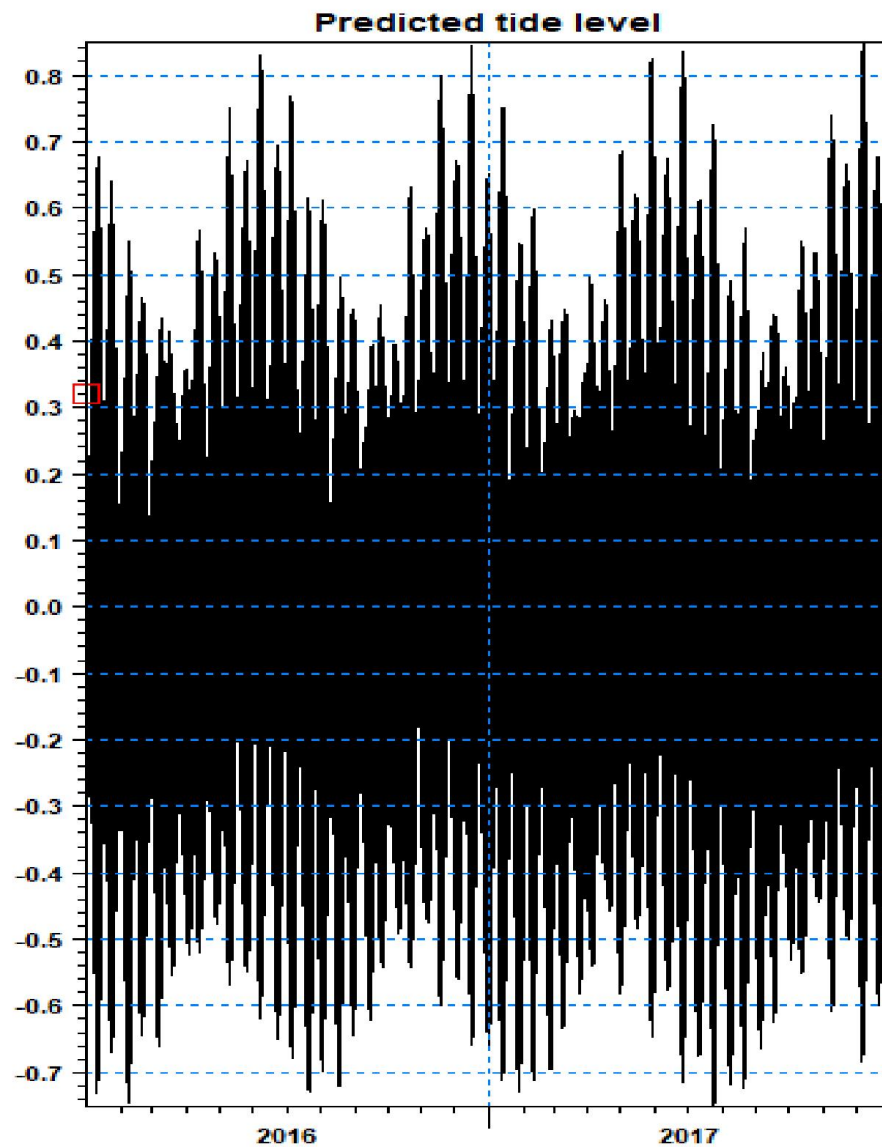
Biên trên là lưu lượng tại Củng Sơn từ 1 giờ ngày 01/10/2016 đến 22 giờ ngày 30/11/2016

Biên dưới là biên được lấy ở cửa Đà Diễn và giá trị mực nước dựa theo sự tương quan của thủy triều ở trạm Quy Nhơn dự tính từ 0 giờ ngày 01/01/2016 đến 23 giờ ngày 31/12/2016.



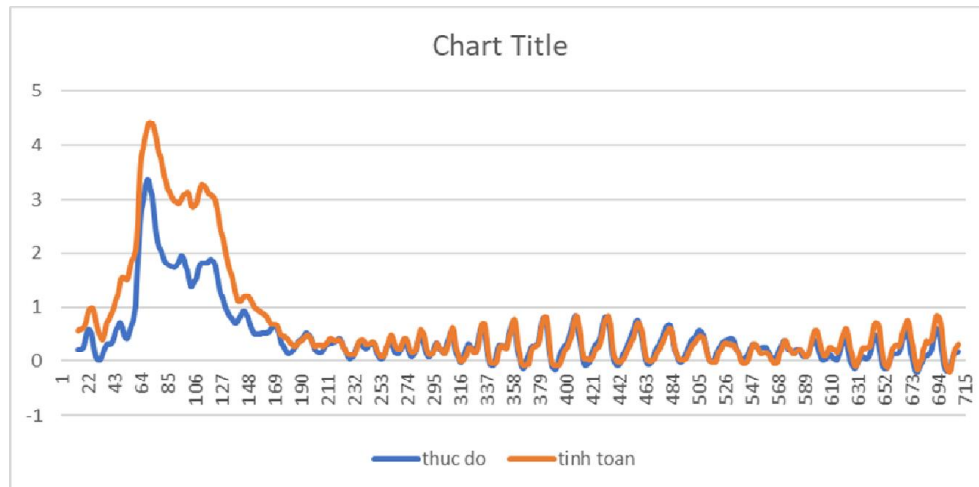
**Hình 3.9 Biên trên lưu lượng tại Cung Sơn**





**Hình 3.10: Biên dưới mực nước dựa theo sự tương quan của thủy triều ở trạm Quy Nhơn.**

Tương tự như phân hiệu chỉnh ta được kết quả kiểm định mô hình 1 chiều:



**Hình 3.11: Kết quả kiểm định mô hình tại trạm Phú Lâm**

Dùng chỉ số Nash- Sutcliffe so sánh kết quả mực nước tính toán và thực đo ta được 75 % ở vị trí tại trạm Phú Lâm.

Qua kết quả hiệu chỉnh kiểm định ta thấy các thông số là đúng và phù hợp với mô hình về cả độ lớn và pha.

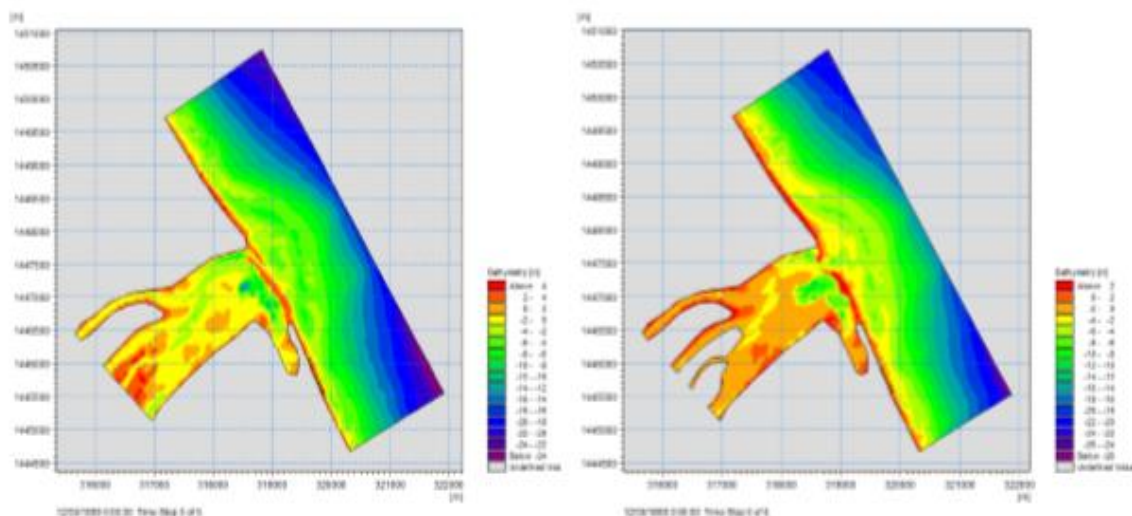
Kết quả bộ mô hình 1 chiều đã xây dựng được tính toán ổn định và cho kết quả khá tốt cho việc mô phỏng xây dựng 1 chiều vùng hạ lưu sông Ba.

### **3.3. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình Mike 21**

#### **3.3.1. Số liệu phục vụ nghiên cứu**

- **Số liệu địa hình**

Điều kiện địa hình khu vực nghiên cứu là một trong những điều kiện đầu vào quan trọng không thể thiếu để thiết lập miền tính toán. Số liệu địa hình được cung cấp bởi Đề tài ĐTĐL.CN 15/15 “Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất các giải pháp ổn định các cửa sông Đà Diễn và Đà Nông tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế xã hội” vào tháng 5 năm 2016 và tháng 11 năm 2016. Đối với khu vực cửa với tỷ lệ 1:5.000, còn khu vực khác lân cận cửa là 1:10.000 [5].

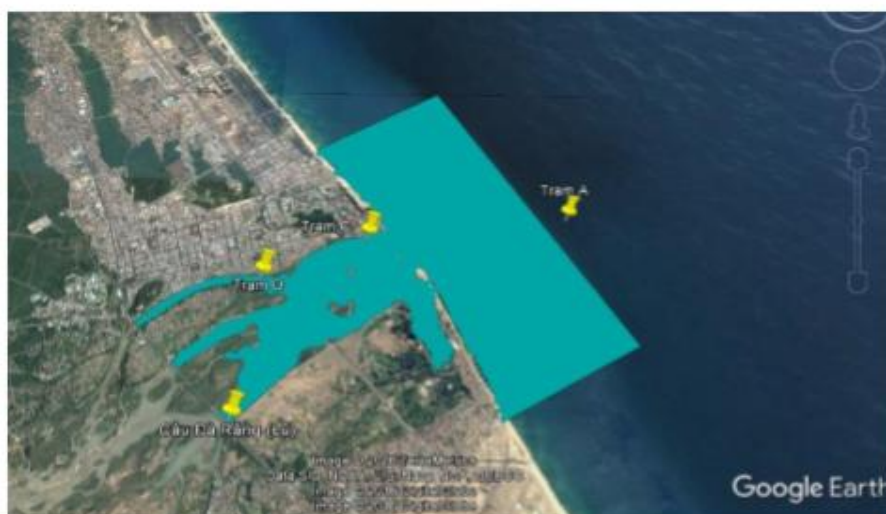


**Hình 3.12: Địa hình khu vực tháng 3/2016 và khu vực tháng 9/2016**

Số liệu địa hình tháng 9/2016 được sử dụng cho tính toán hiệu chỉnh mô hình vào thời kỳ tháng 11/2015 và sử dụng tính toán cho hiện trạng chế độ thủy động lực. Địa hình khu vực tháng 3/2016 được sử dụng để kiểm định mô hình vào thời gian tháng 11/2016.

- **Số liệu thủy, hải văn**

Các số liệu về sóng, dòng chảy, mực nước khu vực cửa sông Đà Diễn sử dụng để tính toán được kế thừa từ Đề tài ĐTĐL.CN 15/15 qua hai đợt đo: tháng 11/2015 và 11/2016 [5].



**Hình 3.13: Tọa độ và các yếu tố đo đạc của các trạm đo cụ thể**

Tháng 11/2015

|                                                            |                                        |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Trạm D (13.084058 <sup>0</sup> , 109.313209 <sup>0</sup> ) | lưu lượng, mực nước, trầm tích lơ lửng |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|

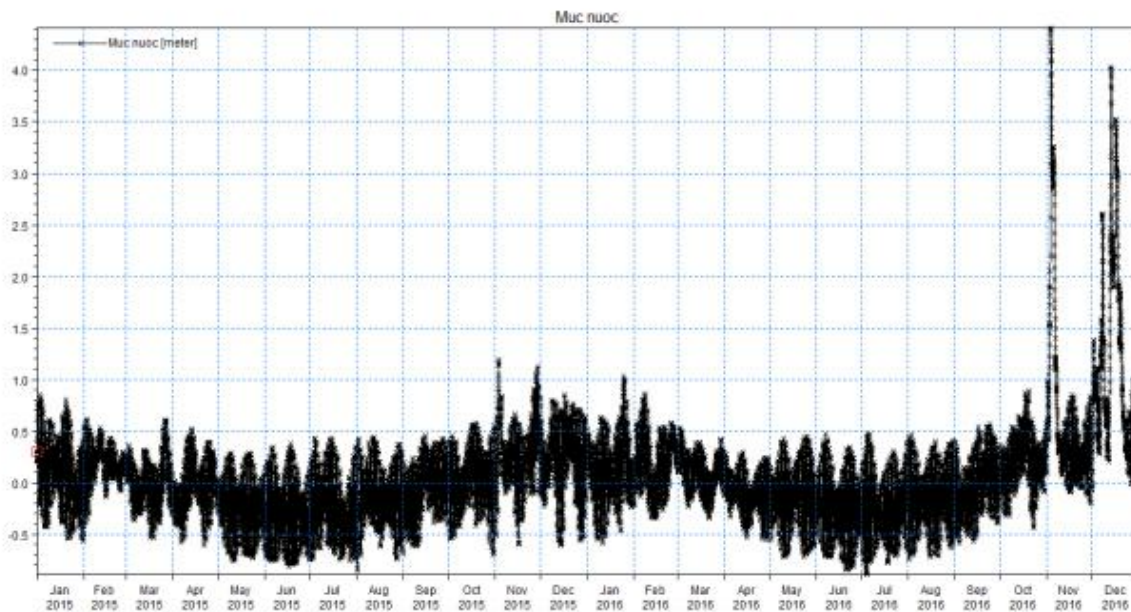
Tháng 11/2016

|                                                          |                     |
|----------------------------------------------------------|---------------------|
| Trạm F (13.09465 <sup>0</sup> , 109.33002 <sup>0</sup> ) | sóng, gió, mực nước |
|----------------------------------------------------------|---------------------|

### 3.3.2. Thiết lập các thông số mô hình Mike 21

#### 3.3.2.1. Thiết lập các điều kiện biên

Miền tính trong khuôn khổ luận văn này sử dụng các điều kiện biên trên là mực nước tại cầu Đà Rằng cũ trích từ mô hình Mike 11 do nhóm mô hình thủy lực sông thuộc đề tài ĐTĐL.CL 15/15 tính toán [5].

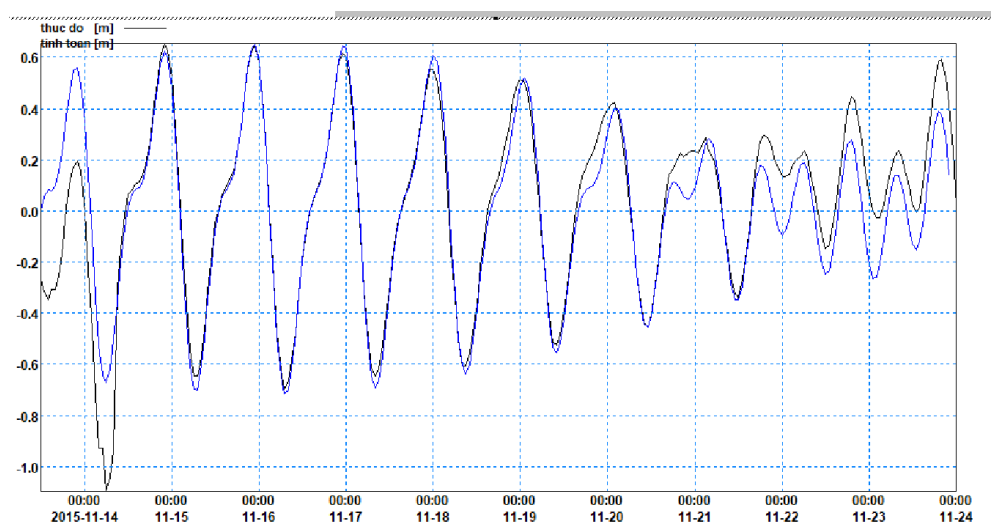


**Hình 3.14: Điều kiện biên trên mực nước tại cầu Đà Rằng cũ**

Điều kiện biên ngoài biển gồm có sóng, dòng chảy và mực nước tại biên lỏng được trích xuất từ miền tính lưới thô hơn và/hoặc trích xuất từ số liệu tái phân tích toàn cầu của ECMWF.

Trong các kịch bản tính toán điều kiện biên được sử dụng gồm: mực nước tại cầu Đà Rằng cũ; các điều kiện biên ở ngoài biển gồm sóng, dòng chảy, mực nước.

### 3.3.3. Kết quả hiệu chỉnh mô hình hai chiều năm 2015



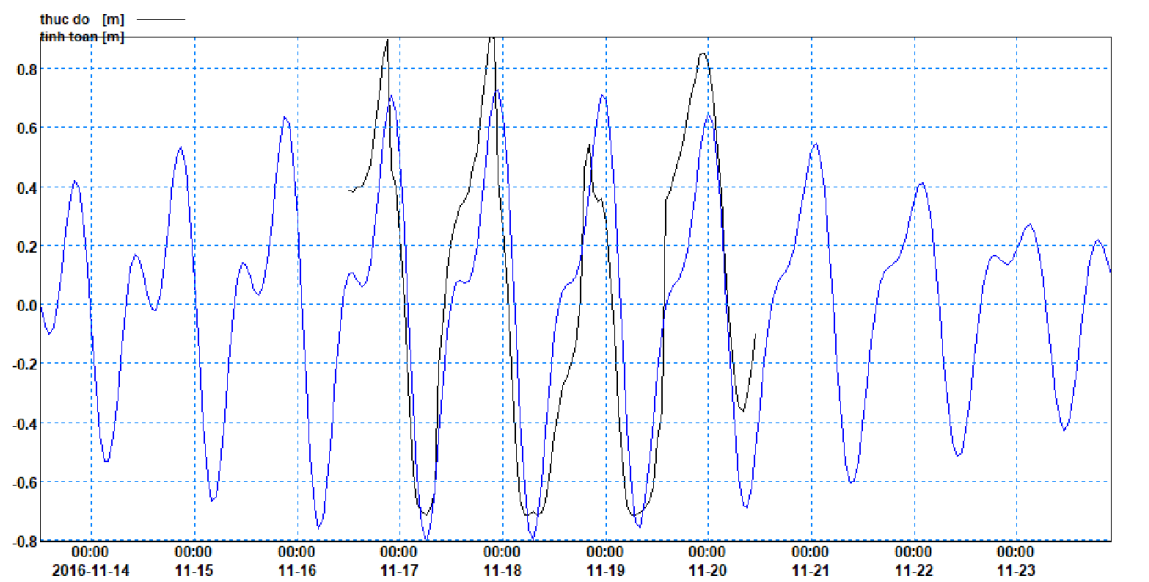
**Hình 3.15: So sánh mực nước tại trạm D**

Thời gian mô phỏng từ ngày 13/11/2015 12:00:00 PM đến ngày 24/11/2015 12:00:00 PM.

Dùng chỉ số Nash- Sutcliffe để đánh giá ta được 70.07% giữa tính toán và thực đo tại Trạm D.

### 3.3.4. Kết quả kiểm định mô hình hai chiều năm 2016

Tương tự như hiệu chỉnh ta được kết quả kiểm định mô hình 2 chiều năm 2016.



**Hình 3.16: So sánh mực nước tại trạm F**

Thời gian mô phỏng từ ngày 13/11/2016 12:00:00 PM đến ngày 23/11/2016 10:00:00 PM.

Dùng chỉ số Nash- Sutcliffe. để đánh giá ta được 83,33 % giữa tính toán và thực đo tại trạm F, sai số đỉnh lớn nhất 20cm.

Qua việc hiệu chỉnh kiểm định ta lựa chọn được một bộ các thông số mô hình để kết quả mô phỏng diễn biến mực nước bằng mô hình phù hợp với số liệu thực đo. Do đó có thể sử dụng bộ thông số này cho các tính toán mô phỏng bằng mô hình theo các kịch bản nghiên cứu khác nhau.

Sau đây là các kết quả tính toán mô phỏng bằng mô hình theo các kịch bản khác nhau.

### 3.4. Kết quả tính toán theo các kịch bản

Một năm có 2 mùa: Mùa lũ, mùa kiệt. Với bài toán này ta lấy 3 thời kì: tháng 1 - 4, tháng 5 - 9, tháng 10 - 12 bởi vì phù hợp với dòng chảy lũ trên thượng nguồn và phù hợp với điều kiện của biển.

Mô hình tính đồng thời mô phỏng sự vận chuyển bùn cát được thiết lập theo các thông số đã được hiệu chỉnh tại phần trên. Tính toán vận chuyển bùn cát và biến đổi đáy được thực hiện theo 3 hướng sóng Bắc, Đông Bắc, Đông trong mỗi hướng sóng được tính toán trong 14,15 ngày trong 3 trường hợp ứng với lưu lượng trung bình trong nhiều năm (từ năm 1977 – 2016) của lưu lượng trung bình từ tháng 1 đến tháng 4, từ tháng 5 đến tháng 9, từ tháng 10 đến tháng 12 năm của trạm Củng Sơn.

**Bảng 3.1: Các kịch bản theo các hướng sóng khác nhau**

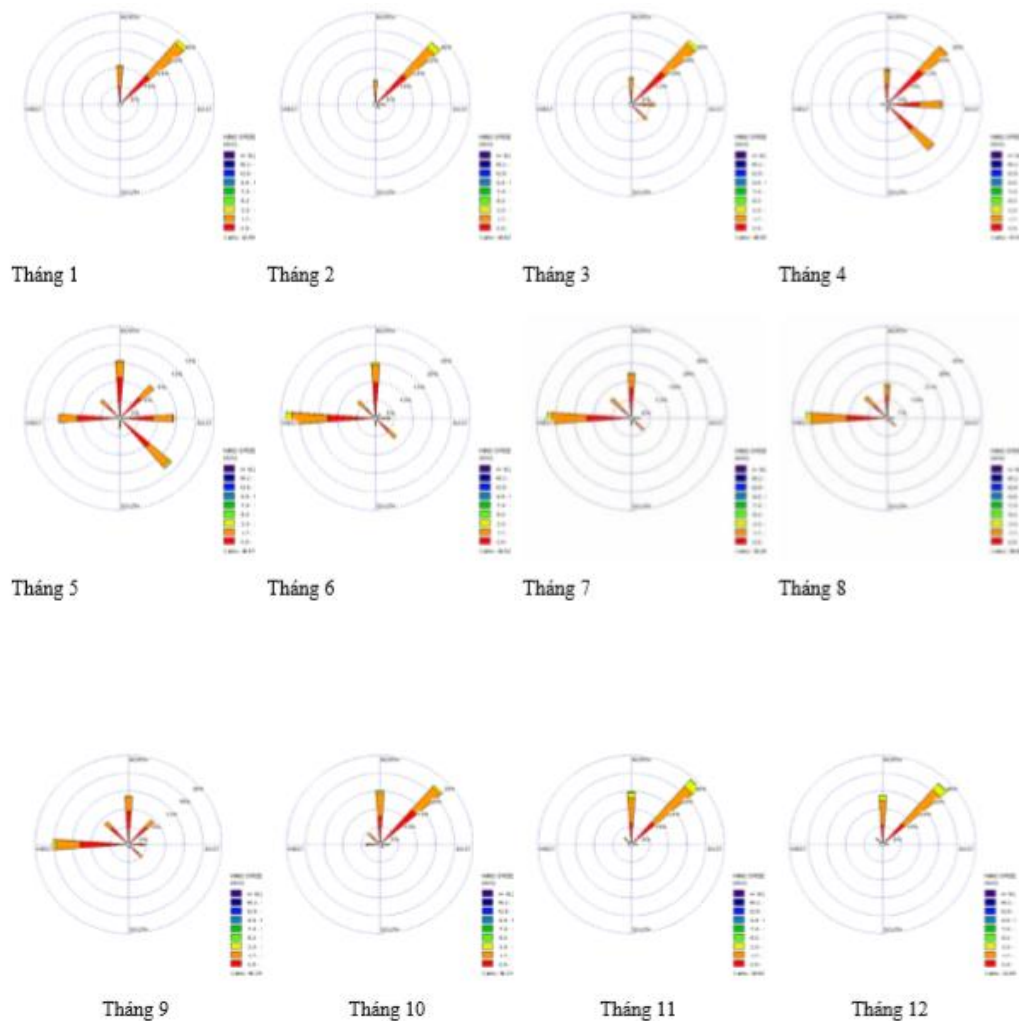
| <b>Hướng sóng</b><br><b>Tháng</b> | <b>N</b> | <b>NE</b> | <b>E</b> |
|-----------------------------------|----------|-----------|----------|
| Tháng 1 - 4 (Qtb=85.7)            | KB1      | KB2       | KB3      |
| Tháng 5 - 9 (Qtb=200.8)           | KB4      | KB5       | KB6      |
| Tháng 10 - 12 (Qtb=2520)          | KB7      | KB8       | KB9      |

Theo nghiên cứu đánh giá trong luận văn thạc sĩ của Phạm Duy Huy Bình (2017) với đề tài là “*Ứng dụng phương pháp hồi quy đa biến logistic xây dựng mô hình nhận thức về diễn biến hình thái khu vực cửa sông Đà Diễn, tỉnh Phú Yên*” thì:



- Trường hợp  $Q_{tb} = 85.7 \text{ (m}^3/\text{s)}$ : Xảy ra hiện tượng bồi lấp, lưu lượng sông nhỏ, bồi lấp chính dưới tác động của gió mùa Đông Bắc.
- Trường hợp  $Q_{tb} = 200.8 \text{ (m}^3/\text{s)}$ : Cửa sông ít bị biến đổi nhất. Đây là thời điểm lưu lượng đổ ra từ trong sông không lớn.
- Trường hợp  $Q_{tb} = 2520 \text{ (m}^3/\text{s)}$ : Xảy ra hiện tượng xói lớn, lưu lượng từ sông ra lớn, cửa sông mở ra lớn.

Các kết quả đánh giá này chính là cơ sở để hình thành nên các kịch bản trong nghiên cứu của luận văn này.

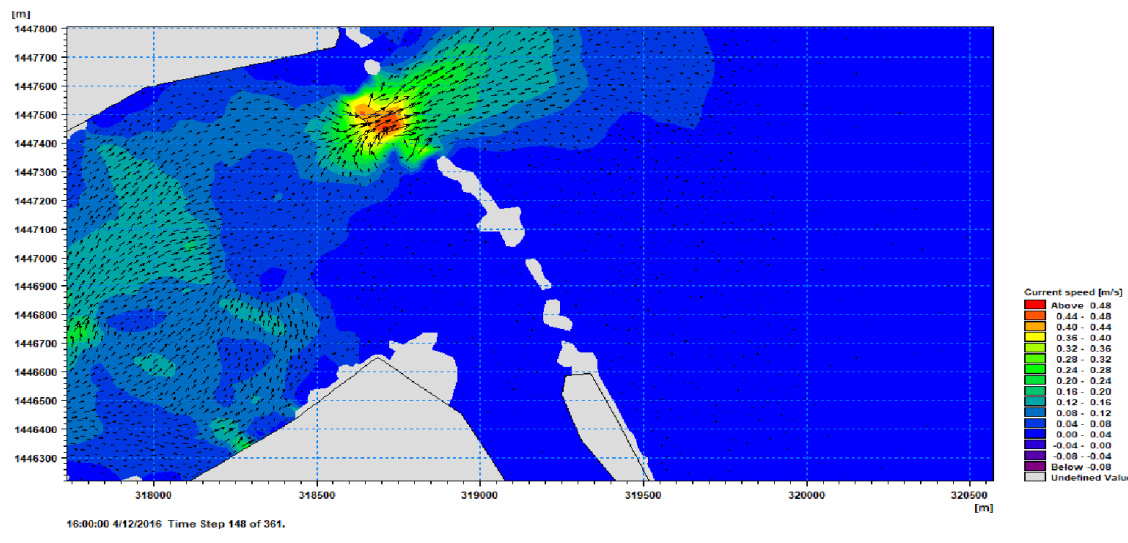


**Hình 3.17: Hoa sóng tính từ số liệu gió đo tại trạm Tuy Hòa**

Khu vực ngoài khơi cửa Đà Nẵng, do bị ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc (NE) và Tây Nam (SW) nên tương ứng với chúng là 2 hướng sóng thịnh hành NE và SW. Từ

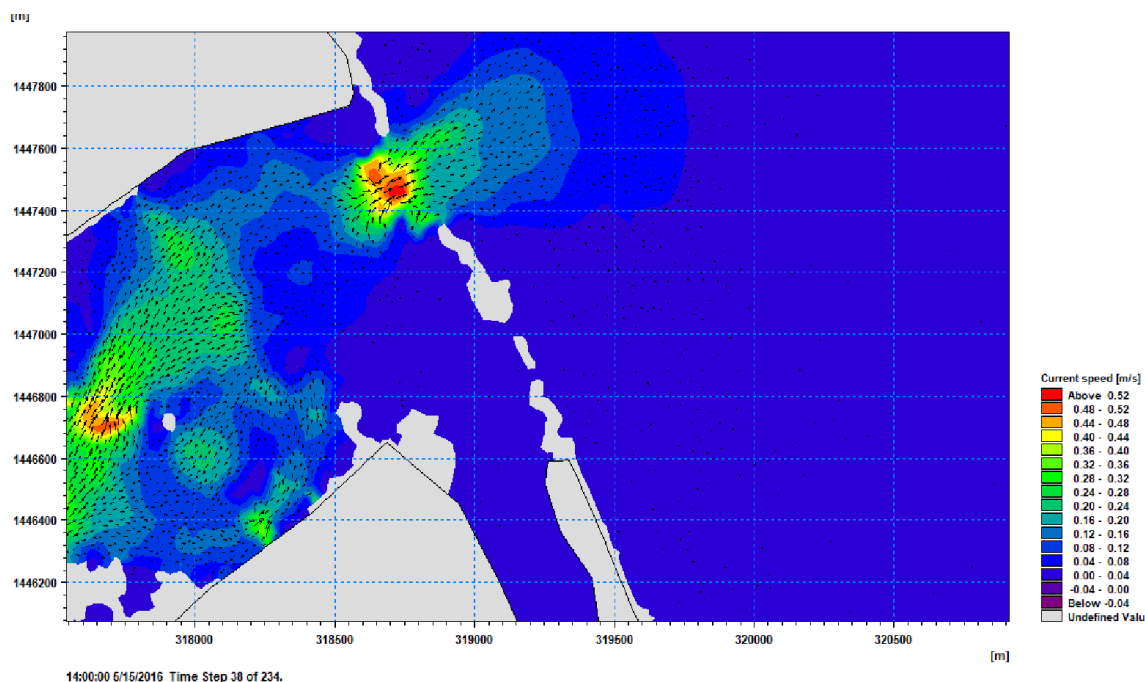
tháng 1 đến tháng 4, hướng sóng thịnh hành là NE (xem hình 3.18). Độ cao trung bình của 2 hướng sóng trên trong khoảng thời gian này là 1,0 m và cực đại là 4,0 m (bảng 1.9). Từ tháng 5 đến tháng 9, hướng sóng chủ đạo là SW ( hình 3.18) với độ cao trung bình là 0,8 đến 1,0 m và lớn nhất là 3,5 m. Từ tháng 10 đến tháng 12, thịnh hành là hướng sóng N và NE (hình 3.18) với độ cao trung bình là 0,9 m và độ cao lớn nhất biến đổi từ 3,5 đến 4,0 m. Nhìn chung, chế độ sóng trong mùa hè không ổn định và độ lớn nhỏ hơn so với mùa đông. Biểu đồ hoa sóng biểu diễn chế độ sóng ngoài khơi khu vực Tuy Hòa như hình 3.18 [2].

*3.4.1. So sánh trường dòng chảy trong pha triều xuống của 3 thời kì tháng khác nhau:*



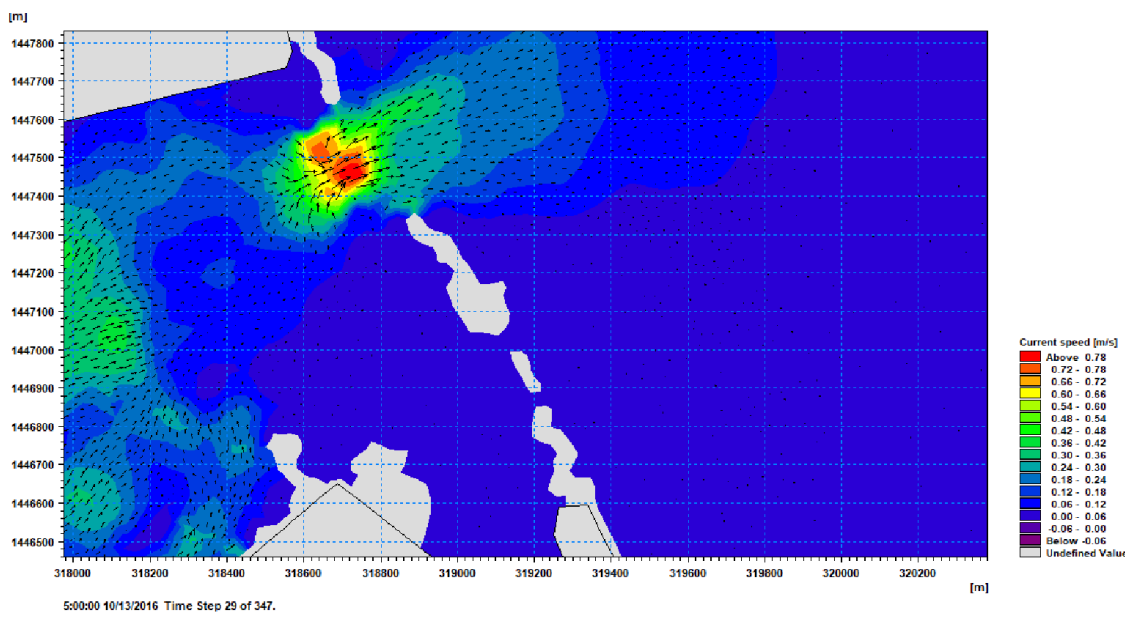
**Hình 3.18: KB1 Trường dòng chảy từ tháng 1 đến tháng 4  
trong pha triều xuống theo hướng sóng Bắc**





**Hình 3.19: KB4 Trường dòng chảy trong tháng 5 đến tháng 9 trong pha triều xuống theo hướng sóng Bắc**

Ta nhận thấy trường dòng chảy tháng 5 đến tháng 9 tương tự tháng 1 đến tháng 4



**Hình 3.20: KB7 Trường dòng chảy trong tháng 10 đến tháng 12 trong pha triều xuống theo hướng sóng Bắc**

Ta nhận thấy trường dòng chảy trong tháng 10 đến tháng 12 mùa lũ sẽ lớn hơn

trường dòng chảy trong tháng 1 đến tháng 4 và trong tháng 5 đến tháng 9 mùa kiệt trong pha triều xuống theo hướng sóng Bắc và sẽ gây ra xói lở lớn hơn đặc biệt ở cửa sông. Vào mùa lũ trường dòng chảy lớn nhất sẽ là 0,78 m/s còn trường dòng chảy trong tháng 1 đến tháng 4 là 0.52m/s, trong tháng 5 đến tháng 9 là trên 0,48 m/s.

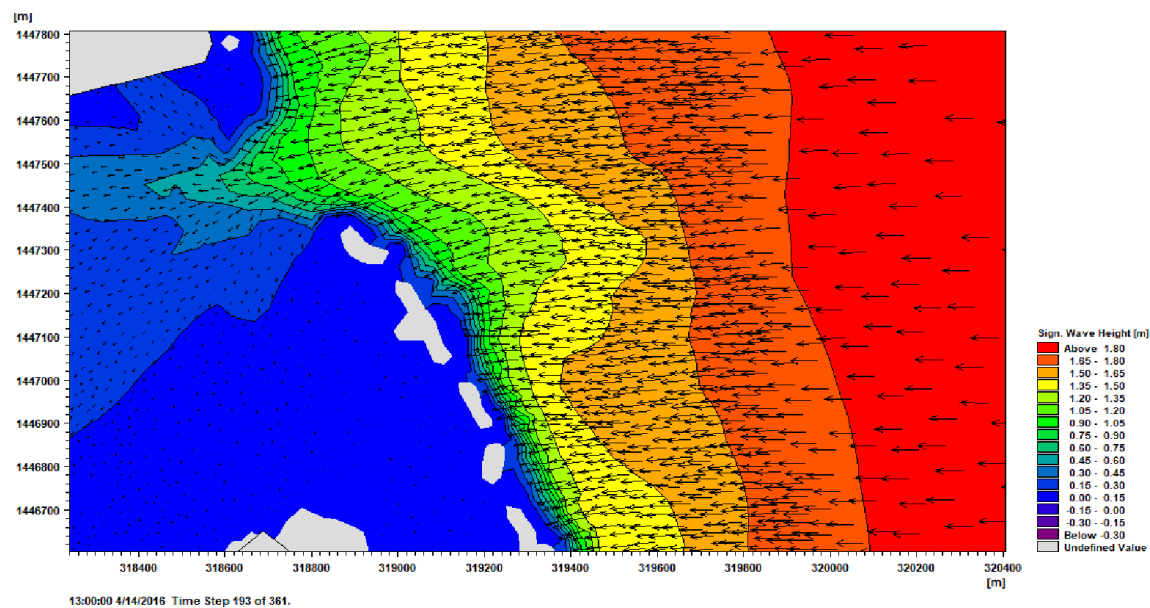
Trường dòng chảy thay đổi như vậy nên hiện tượng bồi xói cũng rất phức tạp nhất là ở vùng cửa sông.

Ngoài ra còn rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến sự biến động của cửa Đà Nẵng như: Lưu lượng dòng chảy trong sông, lượng bùn cát di chuyển, sóng, gió, thủy triều... Do ảnh hưởng khá trội của dòng chảy do sóng so với dòng triều trong thời kỳ mùa kiệt nên dòng vận chuyển bùn cát ở khu vực cửa chủ yếu là theo chiều từ ngoài biển vào trong sông.

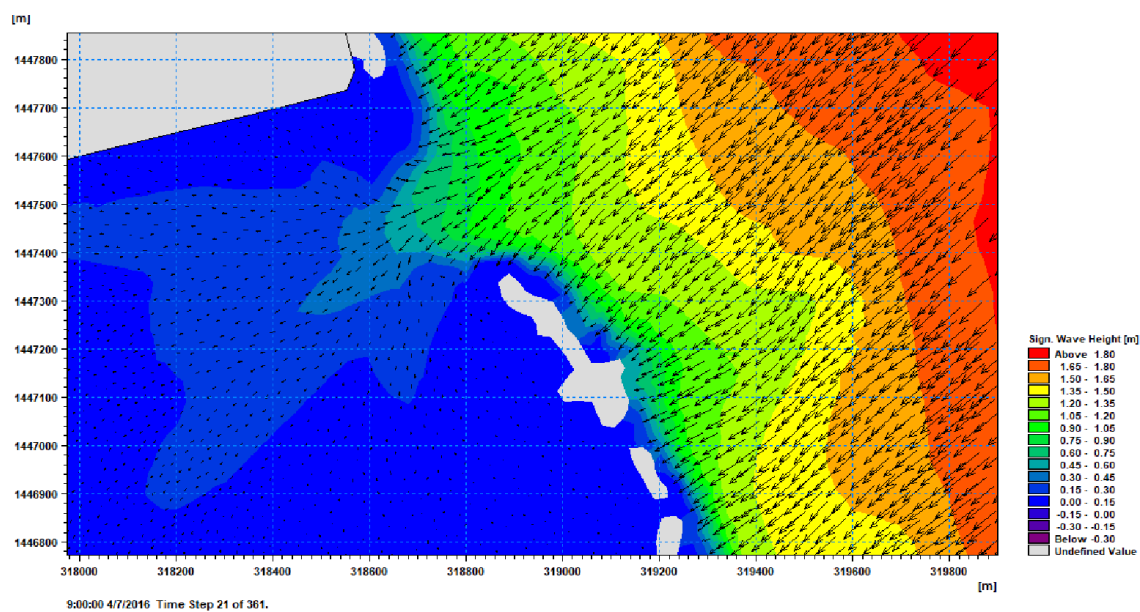
- Vào mùa kiệt dòng chảy sông ngòi hầu như không đáng kể, ngược lại các nhân tố động lực biển giữ vai trò chủ đạo trong quá trình biến động và phát triển bồi tụ xói lở ở cửa sông. Vùng ven biển cửa Đà Nẵng chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của thủy triều lên xuống. Ở khu vực cửa phía trong sông, dòng chảy tại khu vực này chủ yếu do dòng triều chi phối nên khi dòng triều lên lượng bùn cát mang từ biển vào được bồi lắng lại trong vùng cửa sông. Vì vậy, trong thời kỳ này, cửa sông bị bồi lấp và thu hẹp lại, các bãi bồi trong cửa sông xuất hiện, cửa Đà Nẵng có thời gian bị bồi gần như lấp kín.

- Vào mùa lũ, dòng triều xuống kết hợp với dòng lũ từ sông đổ ra mang lượng lớn bùn cát ra phía ngoài cửa sông, lắng đọng chủ yếu khu vực ngoài cửa sông, các bãi cát trong sông được dòng lũ đẩy ra phía biển. Tuy nhiên, phía trong sông có nhiều nơi bị xói mạnh, dòng chảy lũ về và sóng vào sâu gây ra ngập lụt khu vực cửa sông Đà Nẵng, cửa sông được mở rộng.

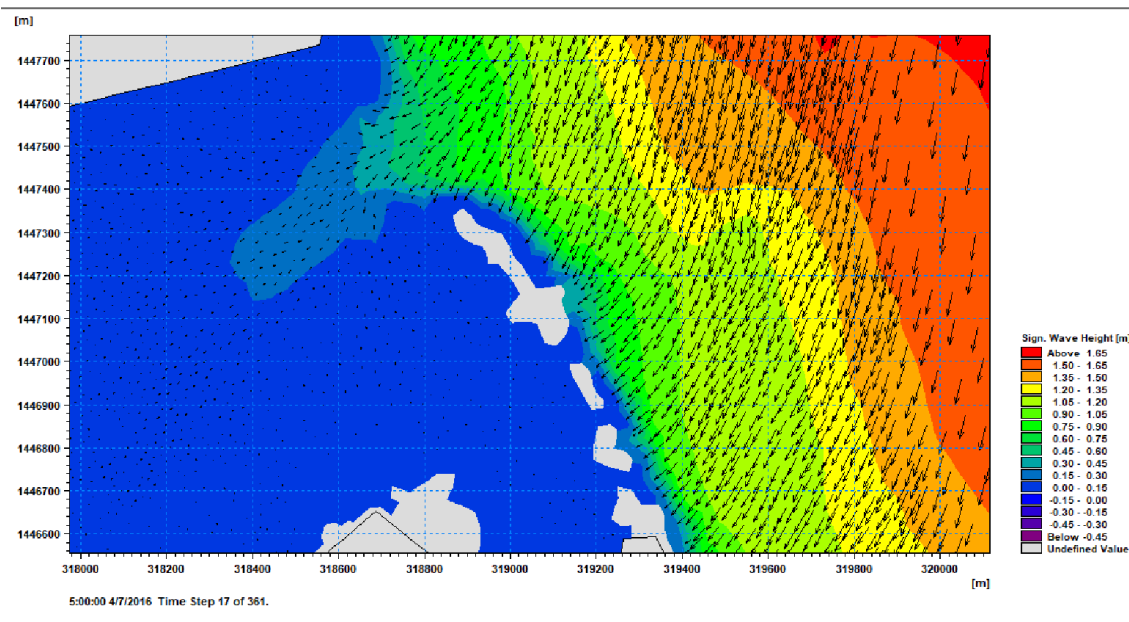
### 3.4.2. So sánh trường sóng theo các hướng sóng khác nhau Bắc, Đông Bắc, Đông từ tháng 1 đến tháng 4.



Hình 3.21:KB3 Trường sóng theo hướng sóng Đông từ tháng 1 đến tháng 4



Hình 3.22: KB2 Trường sóng theo hướng sóng Đông Bắc từ tháng 1 đến tháng 4



**Hình 3.23: KB1 Trường sóng theo hướng sóng Bắc từ tháng 1 đến tháng 4**

Với các tháng 5 đến 9 và các tháng 10 đến 12 cũng tương tự.

Ta nhận thấy theo hướng sóng Bắc sẽ đi dịch xuống phía dưới cửa, còn theo hướng sóng Đông Bắc và hướng sóng Đông sẽ đi thẳng vào cửa gây nguy hiểm nhất.

Trong đó hướng sóng Đông Bắc chiếm ưu thế hơn 2 hướng sóng Bắc và Đông cả về độ cao lẫn tần suất xuất hiện. Do hướng sóng Đông Bắc gần như vuông góc với đường bờ nên vận chuyển bùn cát ngang bờ dưới tác động của hướng sóng này khá lớn. Đây là một trong những nguyên nhân chính gây biến động cửa Đà Nẵng.

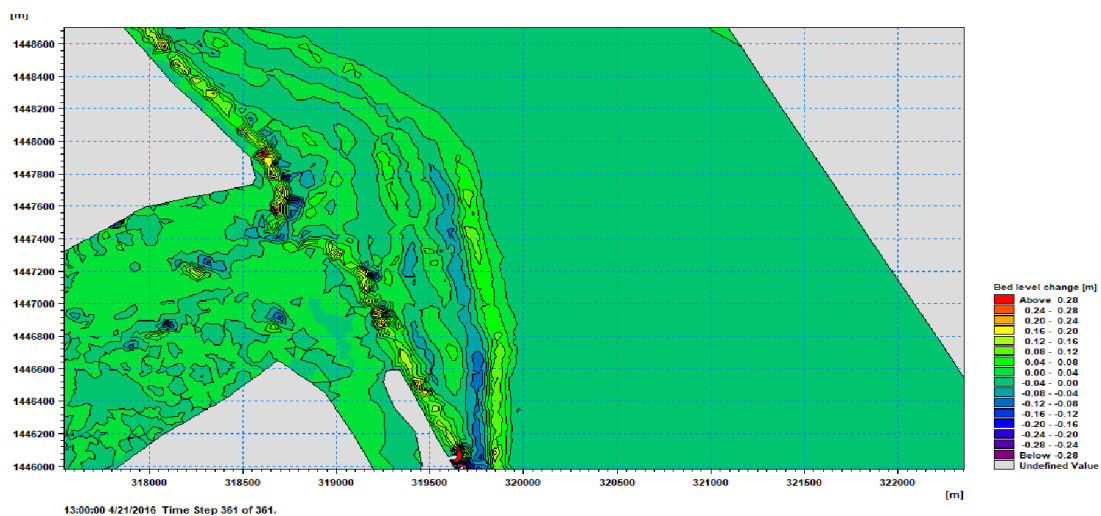
Qua kết quả mô phỏng trường sóng cho thấy, vùng ven biển cửa Đà Nẵng chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của thủy triều lên xuống vào mùa kiệt. Khu vực nghiên cứu trong một ngày, khi triều dâng sóng có khả năng tiến sâu vào trong cửa và khi triều xuống thì sóng ở cách bờ. Do cửa Đà Nẵng có hướng vuông góc với hướng Đông Bắc nên trong mùa lũ, sóng có hướng tác động trực tiếp vào cửa sông, chiều cao sóng trung bình tại cửa sông khoảng 0,5m.

### **3.4.3. So sánh sự thay đổi đáy trong 15 ngày với các hướng sóng khác nhau**

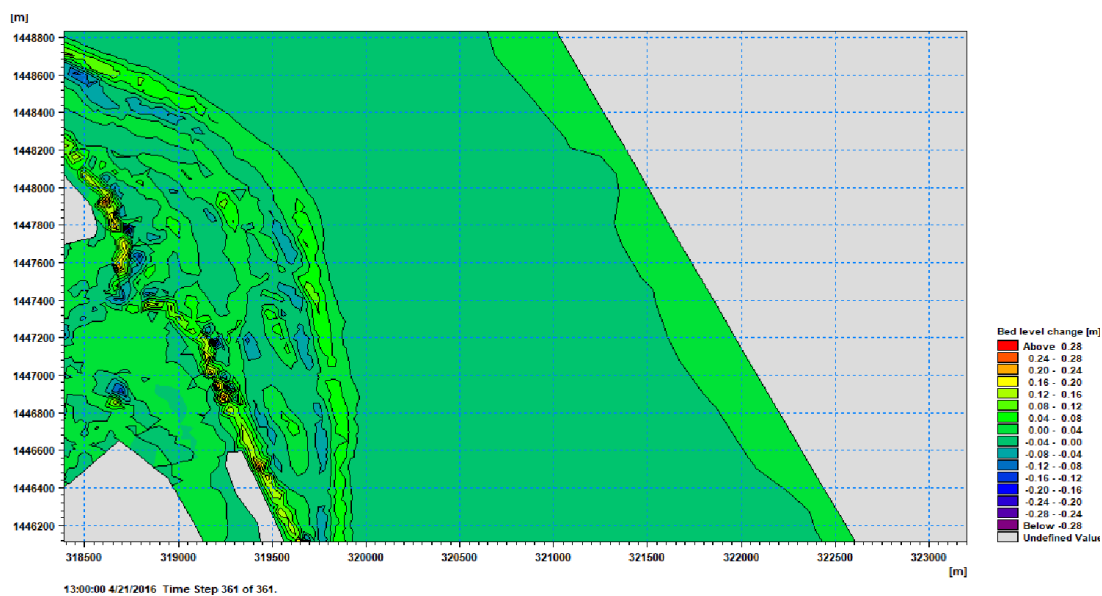
#### **3.4.3.1. Sự biến đổi đáy sau 15 ngày từ ngày 6/4/2016 đến ngày 21/4/2016:**

Biến đổi đáy đặc trưng trong tháng 1 đến tháng 4.

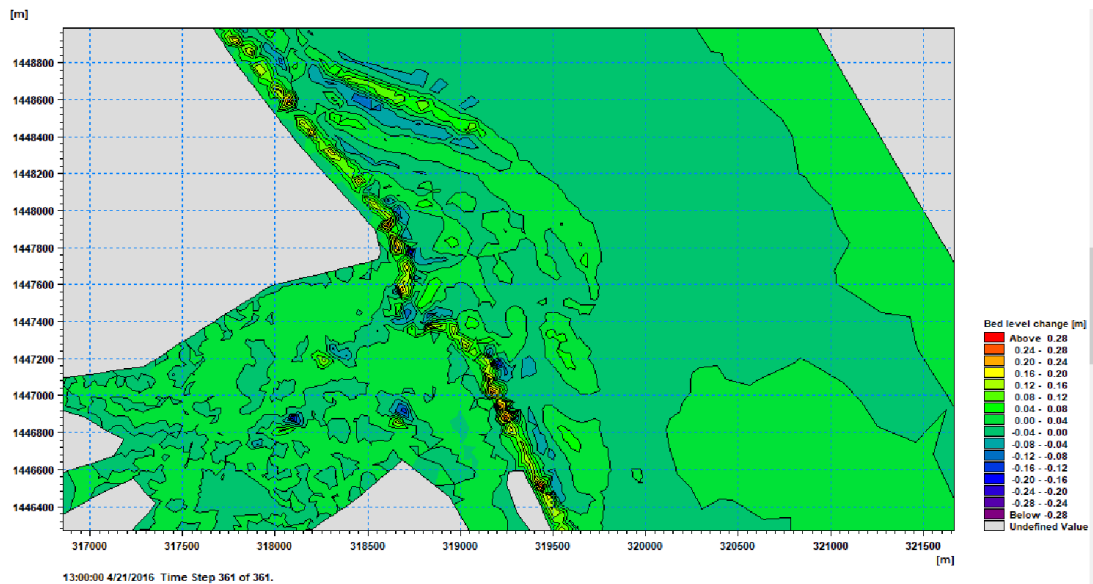
Ngày 21/4/2016



**Hình 3.24: KB 3 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông từ ngày 6/4/2016 đến ngày 21/4/2016**



**Hình 3.25: KB 2 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc từ ngày 6/4/2016 đến ngày 21/4/2016**



**Hình 3.26: KB 1 Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc  
từ ngày 6/4/2016 đến ngày 21/4/2016**

Qua các hình ảnh trên cho ta thấy trong tháng 1 đến tháng 4:

- Sóng theo hướng Bắc làm cho các doi cát bị chia cắt mạnh bị phá vỡ ra từng mảng trong khi đó theo hướng sóng Đông Bắc và Đông các doi cát chạy song song và chắn ngang cửa khiến cửa bị đóng và thu hẹp lại.

- Độ biến động đáy ở phía bờ trái là 0.24-0.28m, Độ biến động đáy ở phía bờ phải 0.20-0.28m. Độ biến động đáy ở luồng cửa 0.04-0.08m

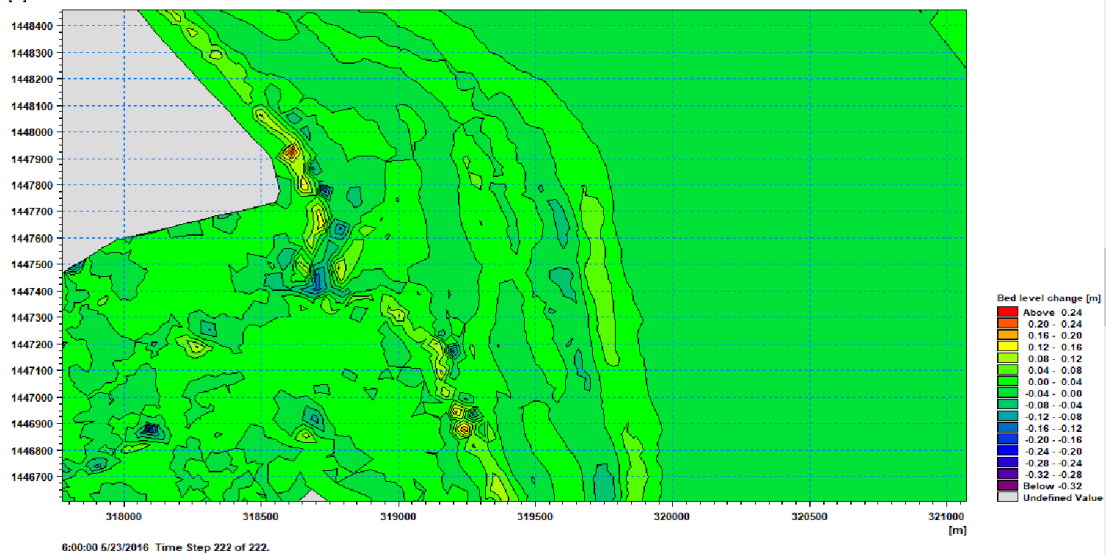
Ta nhận thấy với cùng 1 ngày thì sóng theo hướng Bắc làm xói lở đáy là lớn nhất.

- Vào mùa kiệt, trường dòng chảy nhỏ, cấp lưu lượng nhỏ nên sự biến đổi đáy thời kì này sẽ nhỏ hơn.

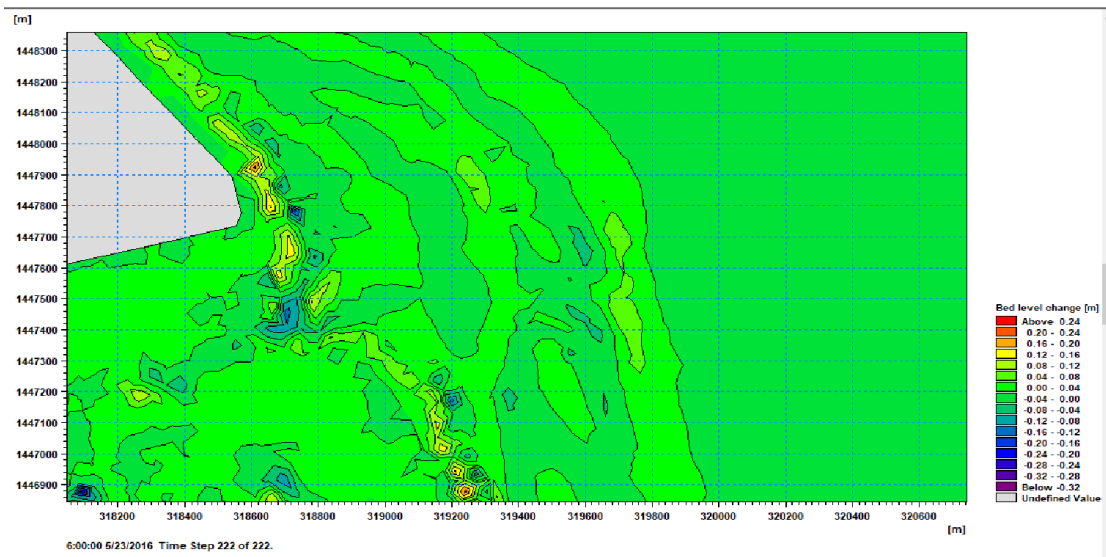
#### *3.4.3.2. Sự biến đổi đáy sau 15 ngày từ ngày 9/5/2016 đến ngày 23/5/2016:*

Biến đổi đáy đặc trưng trong tháng 5 đến tháng 9.

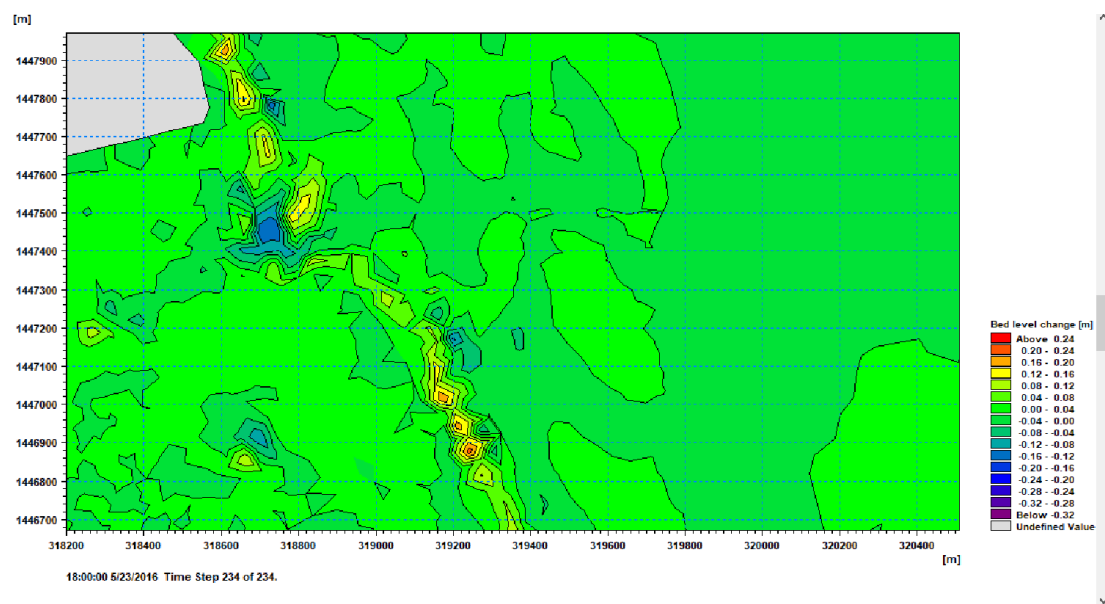
Ngày 23/5/2016



**Hình 3.27: KB 6 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông  
từ ngày 9/5/2016 đến ngày 23/5/2016**



**Hình 3.28: KB 5 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc  
từ ngày 9/5/2016 đến ngày 23/5/2016**



**Hình 3.29: KB 4 Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc  
từ ngày 9/5/2016 đến ngày 23/5/2016**

- Như vậy ngày 23/5/2016 sẽ bồi lớn nhất 0.24m và xói thấp nhất là -0,32m theo cả 3 hướng sóng.

- Cũng tương tự trong tháng 1 đến tháng 4, biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc xiên thẳng vào xuống phía dưới cửa làm các doi cát bị chia cắt mạnh phân ra từng mảng còn biến đổi đáy theo hướng sóng Đông và Đông Bắc xiên thẳng vào cửa các doi cát chạy song song chắn ngang cửa.

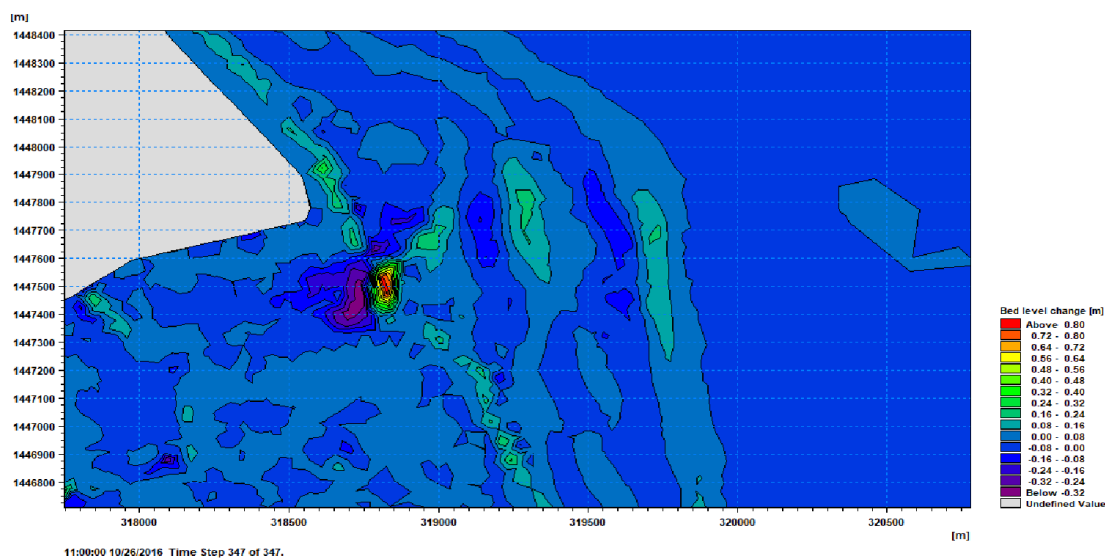
- Thời kì này cũng là mùa kiệt, cấp lưu lượng nhỏ, trường dòng chảy cũng tương đối nhỏ nên sự biến đổi đáy cũng nhỏ không lớn.

#### *3.4.3.3. Sự biến đổi đáy sau 15 ngày từ ngày 12/10/2016 đến ngày 26/10/2016*

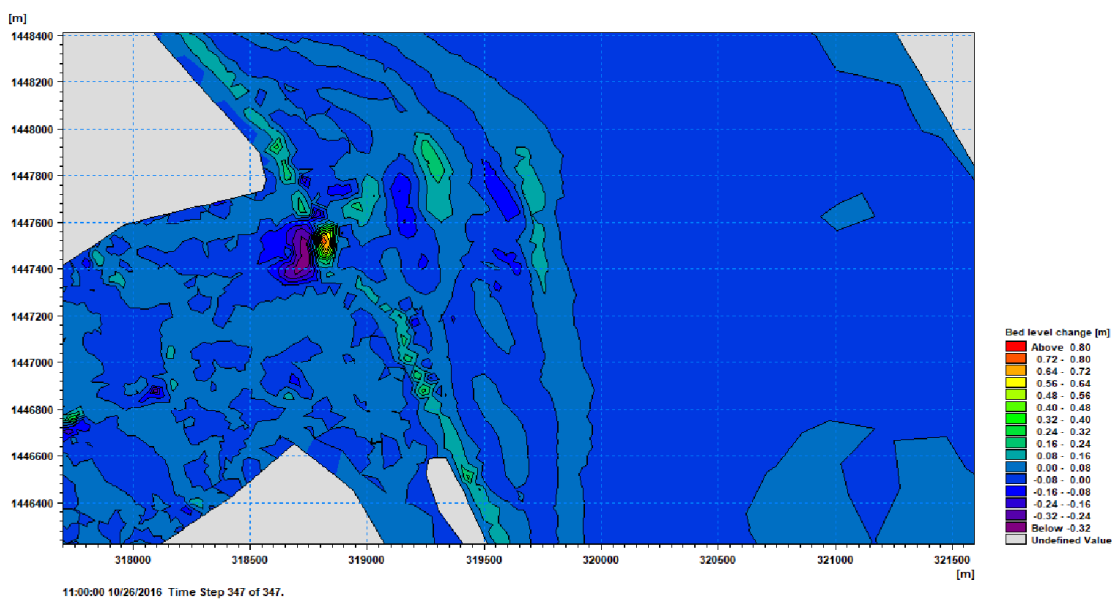
Biến đổi đáy đặc trưng trong tháng 10 đến tháng 12.

Ngày 26/10/2016

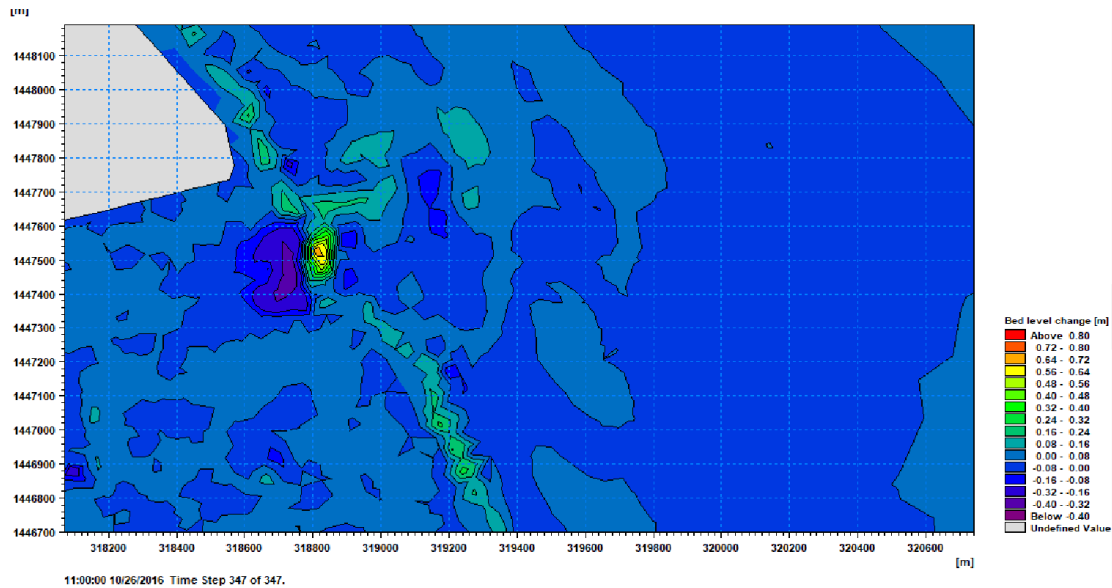




**Hình 3.30: KB9 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông  
từ ngày 12/10/2016 đến ngày 26/10/2016**



**Hình 3.31: KB8 Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc  
từ ngày 12/10/2016 đến ngày 26/10/2016**



**Hình 3.32: KB 7 Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc  
từ ngày 12/10/2016 đến ngày 26/10/2016**

Qua các hình ảnh trên, tương tự trong tháng 1 đến tháng 4 và tháng 5 đến tháng 9, ta thấy sự biến đổi đáy trong 15 ngày sẽ lớn nhất là với hướng sóng bắc các doi cát bị chia cắt mạnh, các tác động của sóng tới quá trình vận chuyển bùn cát là đáng kể còn hướng sóng đông và đông bắc các doi cát song song chạy chắn ngang cửa.

Với tháng 10 đến tháng 12 là mùa lũ, cấp lưu lượng lớn, trường dòng chảy sẽ lớn hơn khiến cho hiện tượng bồi xói sẽ lớn hơn so với tháng 1 đến tháng 4 và tháng 5 đến tháng 9 là mùa kiệt.

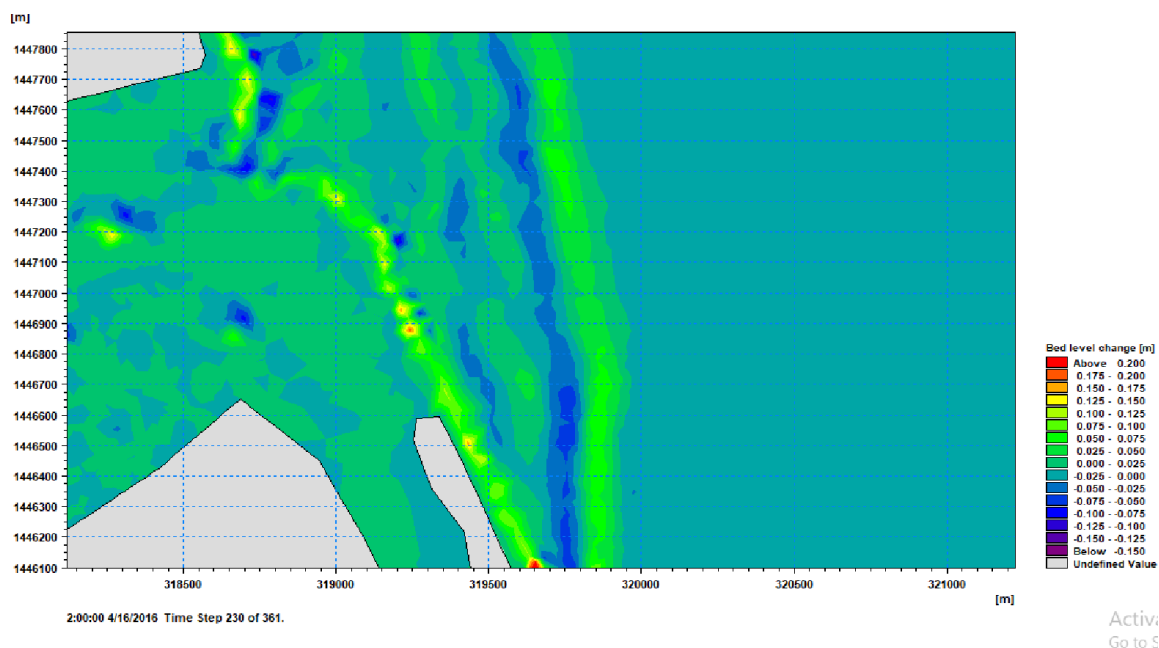
Như vậy ngày 26/10/2016 đáy sẽ bị bồi lớn nhất là 0.8m và xói nhỏ nhất là -0.4m.

- Độ biến động đáy ở bờ trái là 0.72-0.8m, Độ biến động đáy ở bờ phải 0.00-0.08m.

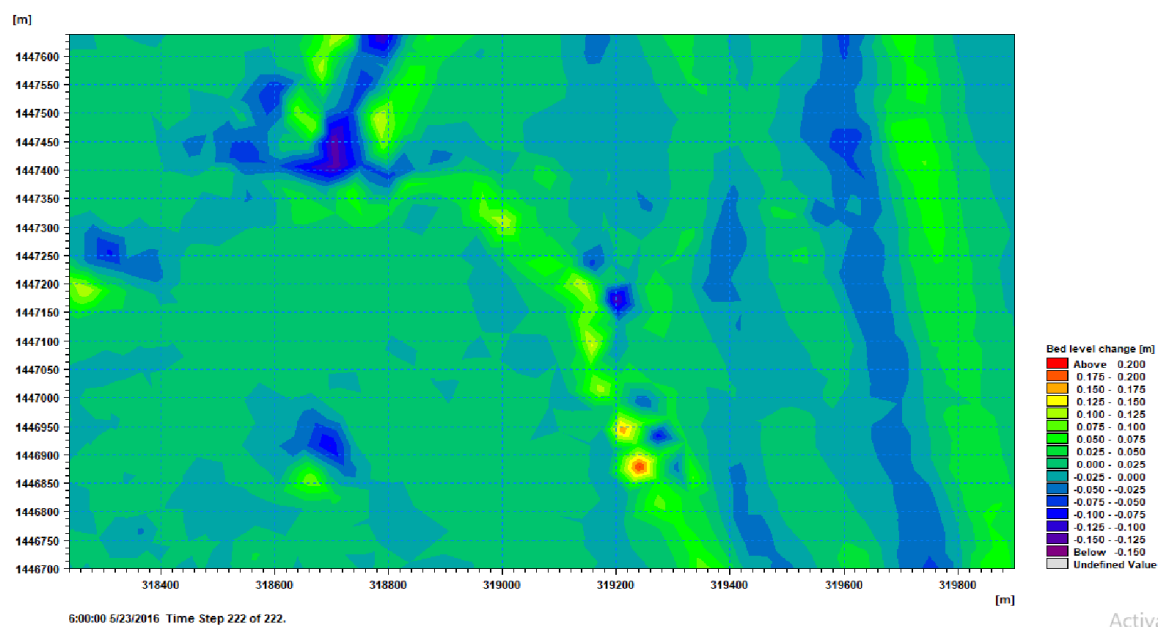
- Độ biến động đáy ở luồng cửa 0.08-0.16m.

### **3.4.4. So sánh sự thay đổi đáy với cùng 1 hướng sóng**

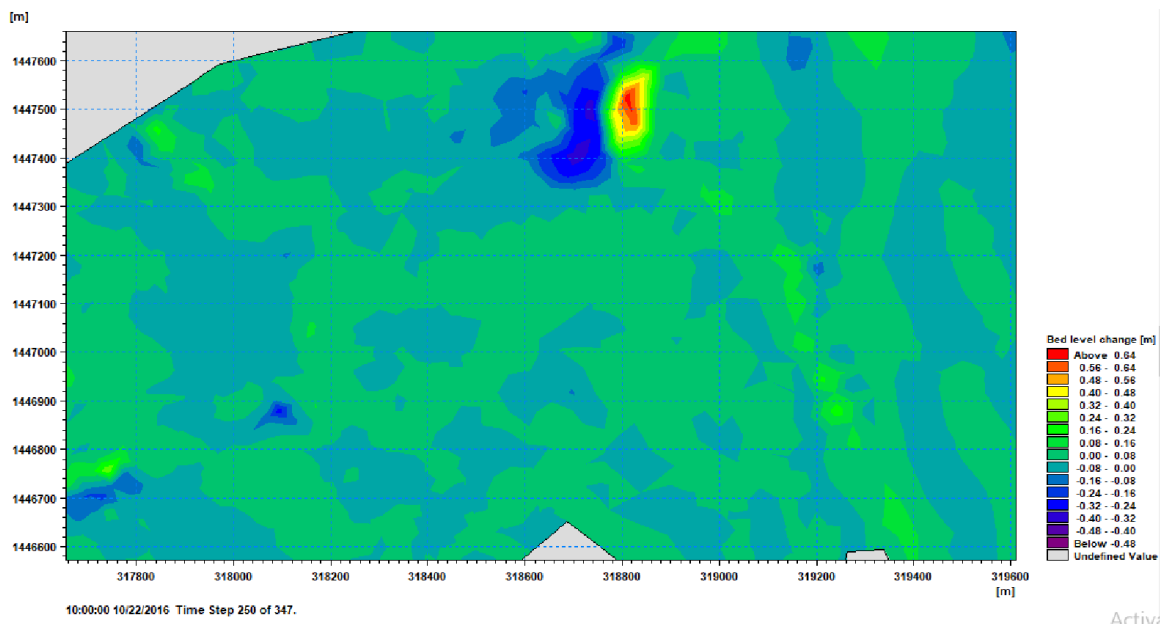
#### **3.4.4.1. Cùng theo hướng sóng Đông**



**Hình 3.33: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông  
sau 10 ngày trong KB3 (ngày 16/4/2016)**



**Hình 3.34: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông  
sau 10 ngày trong KB 6 ( ngày 23/5/2016)**

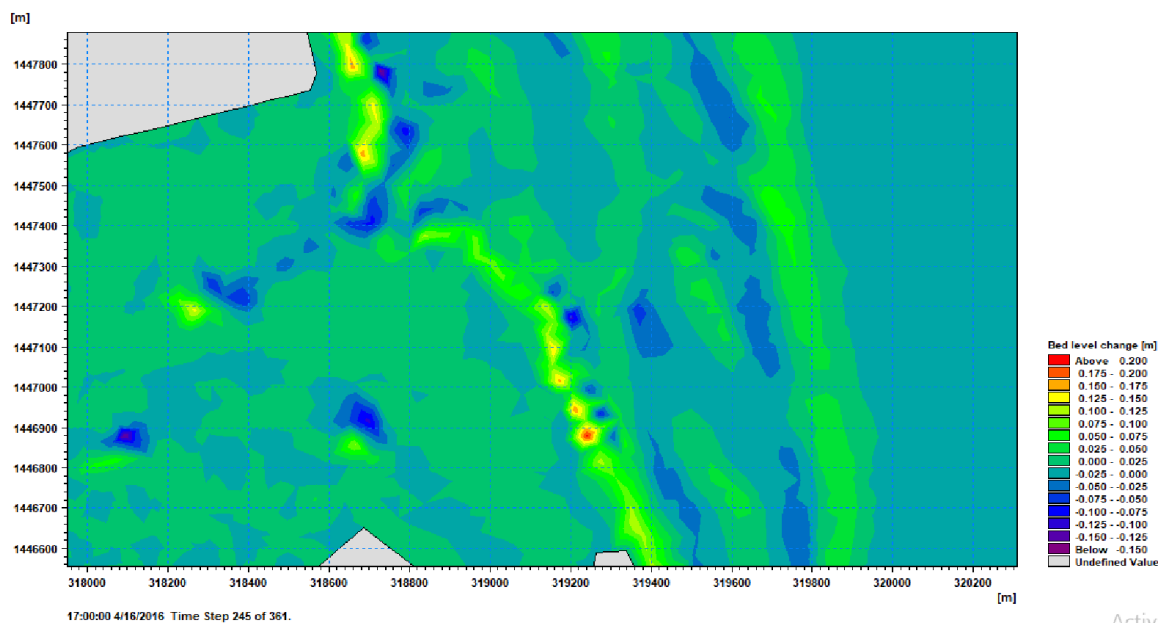


**Hình 3.35: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông sau 10 ngày trong KB 9 (ngày 22/10/2016)**

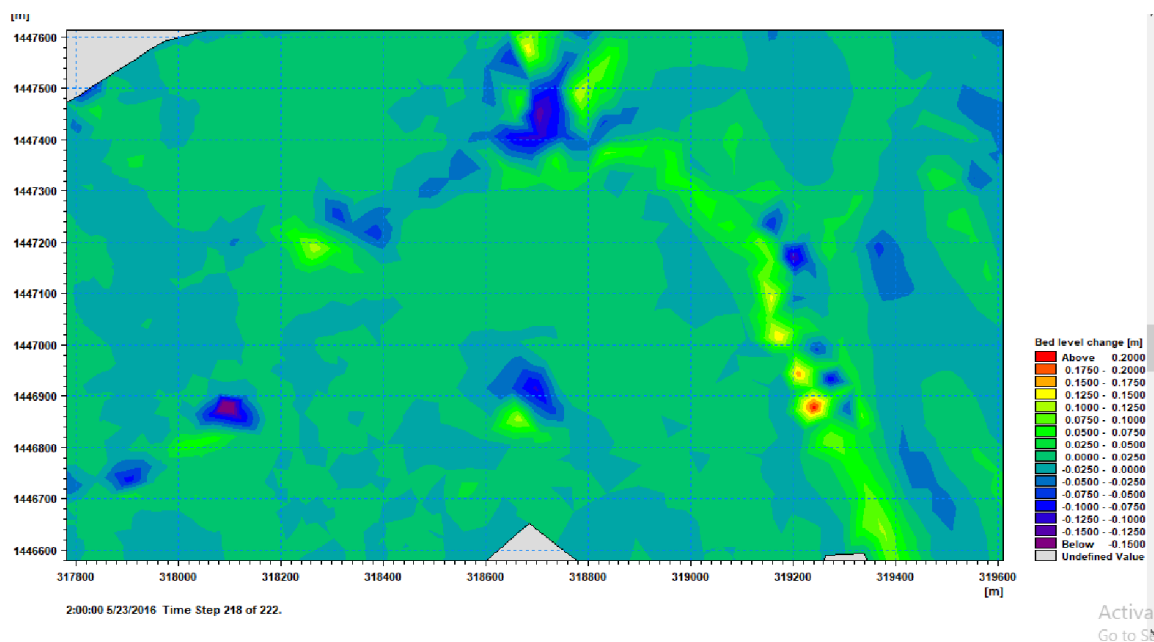
Qua 3 hình ảnh trên ta thấy rằng: Ngày 22/10/2016 theo hướng sóng Đông sẽ bị xói mạnh, xói sâu vào hơn với ngày 16/4/2016 và ngày 23/5/2016.

#### 3.4.4.2. Cùng theo hướng sóng Đông Bắc

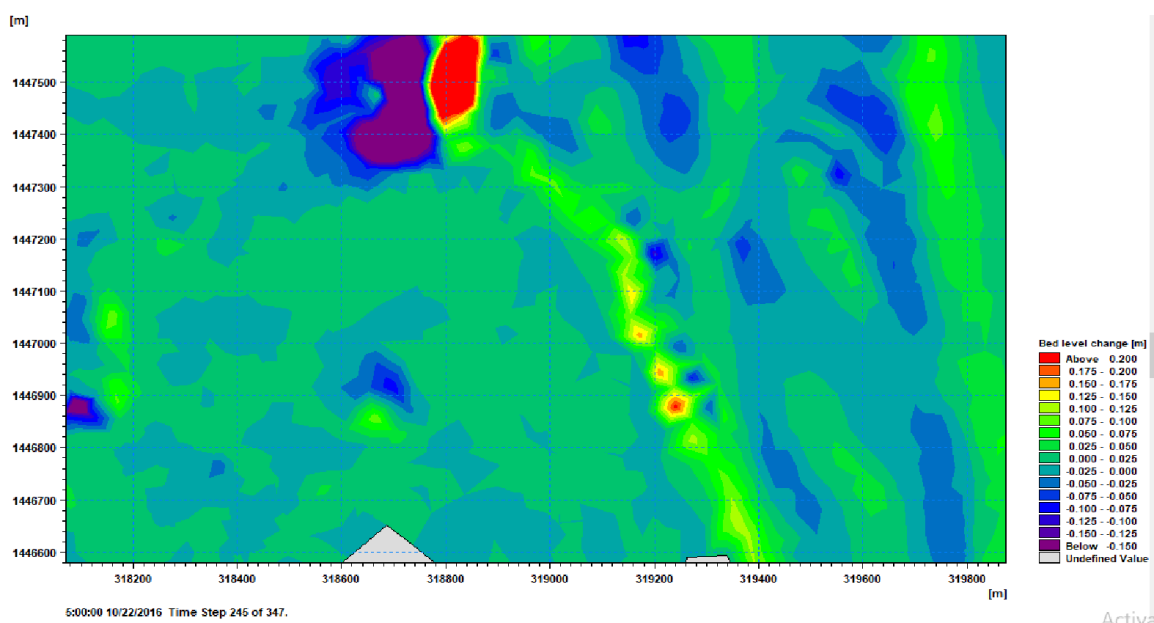
Theo hướng Đông Bắc sự thay đổi đáy cũng tương tự như trên.



**Hình 3.36: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc sau 10 ngày trong KB 2 (ngày 16/4/2016)**



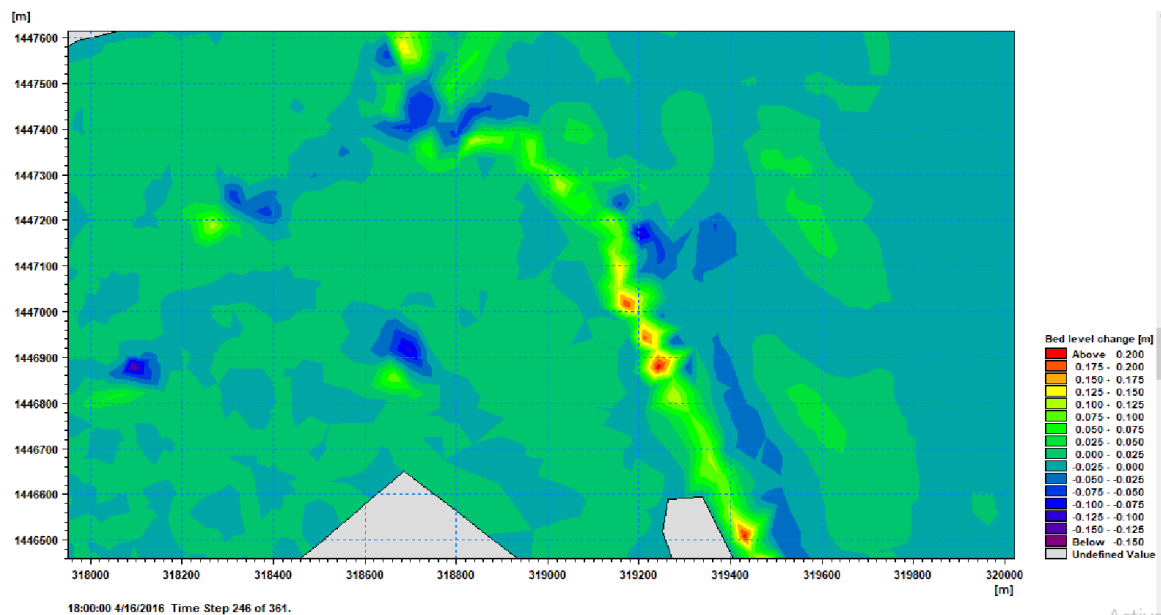
**Hình 3.37: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc  
sau 10 ngày trong KB 5 (ngày 23/5/2016)**



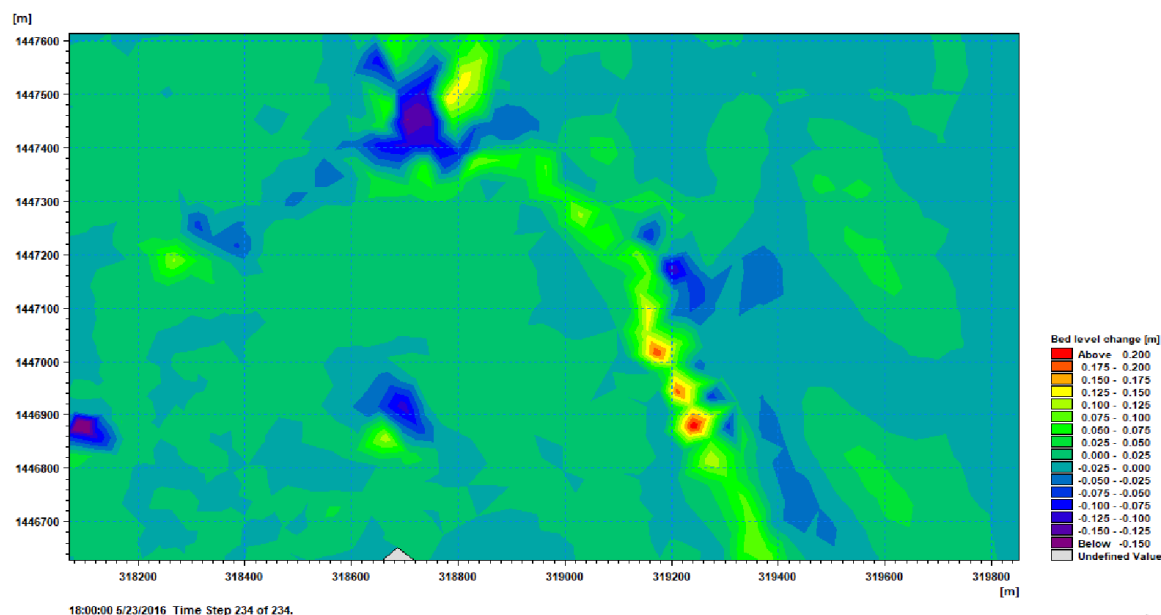
**Hình 3.38: Biến đổi đáy theo hướng sóng Đông Bắc  
sau 10 ngày trong KB 8 (ngày 22/10/2016)**

Qua 3 hình ảnh (hình 3.36, 3.37, 3.38) chụp vùng cửa sông ở trên, ta thấy vùng cửa sông ngày 22/10/2016 sẽ bị xói hơn so với ngày 16/4/2016 và ngày 23/5/2016.

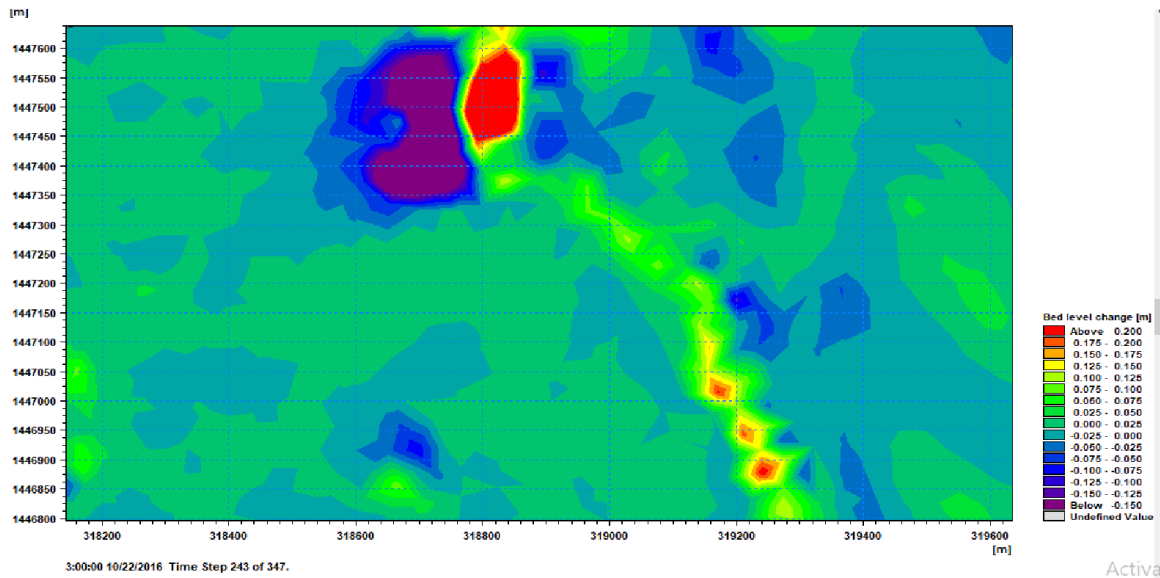
#### 3.4.4.2. Cùng theo hướng sóng Bắc



**Hình 3.39: Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc  
sau 10 ngày trong KB 1 (ngày 16/4/2016)**



**Hình 3.40: Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc  
sau 10 ngày trong KB 4 (ngày 23/5/2016)**



**Hình 3.41: Biến đổi đáy theo hướng sóng Bắc  
sau 10 ngày trong KB 7 (ngày 22/10/2016)**

Qua 3 hình ảnh ở trên, ta rút ra nhận xét: với hướng sóng Bắc thì ngày 22/10/2016 sẽ xói lở mạnh hơn, xói sâu hơn so với ngày 23/5/2016 và ngày 16/4/2016. Ta kết luận rằng cùng theo hướng sóng Bắc thì theo tháng 10 đến tháng 12 mùa lũ sẽ xói mạnh, xói sâu hơn so với tháng 5 đến tháng 9 và tháng 1 đến tháng 4 mùa kiệt, hiện tượng bồi xói vào tháng 10 đến tháng 12 cũng phức tạp nhất.

Như vậy theo hướng sóng Bắc sẽ gây hiện tượng bồi xói nghiêm trọng hơn so với hướng sóng Đông và Đông Bắc.

## KẾT LUẬN

Nghiên cứu diễn biến cửa sông luôn là vấn đề rất khó và phức tạp, đặc biệt là các cửa sông ven biển miền Trung, nơi thường xuyên có các thiên tai bão, lũ. Cửa Đà Rằng là một trong những cửa sông lớn nhất miền Trung với đầy đủ các yếu tố tự nhiên và kinh tế, xã hội tác động đến diễn biến. Quá trình nghiên cứu tổng quan điều kiện tự nhiên, điều kiện khí tượng thủy hải văn và kinh tế xã hội, hiện trạng khu vực cửa sông Đà Diễn, tỉnh Phú Yên và nghiên cứu, tính toán xây dựng mô hình toán diễn biến hình thái cửa sông Đà Diễn trong việc xác định nguyên nhân cơ chế bồi lấp cửa sông cho phép rút ra một số đánh giá tác động dòng chảy hạ lưu sông Ba đến sự bồi lấp cửa sông Đà Diễn, tỉnh Phú Yên như sau:

1. Đánh giá về trường dòng chảy sông: Dòng chảy từ sông đóng vai trò chính để phân bố lại bùn cát từ sông ra cửa và tải bùn cát đã được sóng bứt ra khỏi bờ và đáy khu gần bờ, dòng dư (dòng từ sông đổ ra và dòng do sóng) tạo nên dòng chảy ven bờ tổng hợp vận chuyển bùn cát dọc bờ.
2. Đánh giá về trường dòng chảy kết hợp với các điều kiện thủy động lực ven biển.

- Vào mùa kiệt dòng chảy sông ngòi hầu như không đáng kể, ngược lại các nhân tố động lực biển giữ vai trò chủ đạo trong quá trình biến động và phát triển bồi tụ xói lở ở cửa sông. Vùng ven biển cửa sông Đà Rằng chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của thủy triều lên xuống. Ở khu vực cửa phía trong sông, dòng chảy tại khu vực này chủ yếu do dòng triều chi phối nên khi dòng triều lên lượng bùn cát mang từ biển vào được bồi lắng lại trong vùng cửa sông. Vì vậy, trong thời kỳ này, cửa sông bị bồi lấp và thu hẹp lại, các bãi bồi trong cửa sông xuất hiện, cửa Đà Rằng có thời gian bị bồi gần như lấp kín, bồi tụ nhiều nhất tại khu vực cửa sông vào khoảng 0,25 – 0.8 m, lớn nhất lên tới 0.8 m.

- Vào mùa lũ, dòng triều xuống kết hợp với dòng lũ từ sông đổ ra mang lượng lớn bùn cát ra phía ngoài cửa sông, lắng đọng chủ yếu khu vực ngoài cửa sông, các bãi cát trong sông được dòng lũ đẩy ra phía biển. Tuy nhiên, phía trong sông có nhiều nơi bị xói mạnh, dòng chảy lũ về và sóng vào sâu gây ra ngập lụt khu vực cửa sông Đà Rằng, cửa sông được mở rộng. Khu vực giữa cửa sông xói lở, độ sâu xói lớn nhất lên tới



-0.056m. Phía ngoài cửa sông xuất hiện các bãi bồi. Lượng bùn cát lắng đọng chủ yếu khu vực ngoài cửa sông vào mùa lũ (tháng 11). Ta nhận thấy lòng sông sẽ xói sâu và mạnh hơn nhất là vào mùa lũ.

3. Đánh giá về trường sóng: Với cùng một cấp lưu lượng, hướng sóng Bắc là gây nguy hiểm nhất, hướng sóng đi thẳng xuống phía dưới cửa, các doi cát vỡ ra từng mảng; còn hướng sóng Đông, Đông Bắc các doi cát song song chắn ngang cửa.

Nghiên cứu này là cơ sở cho những nghiên cứu tiếp theo sâu hơn trong việc xác định nguyên nhân cơ chế bồi lấp cửa sông Đà Diễn, tỉnh Phú yên và đề xuất giải pháp chỉnh trị. Luận văn đưa ra hướng nghiên cứu tiếp theo trong lĩnh vực xây dựng mô hình toán như sau: Mô hình toán trong luận văn được sử dụng làm cơ sở để xây dựng mô hình mô phỏng diễn biến hình thái cửa sông Đà Diễn, tỉnh Phú Yên.

Kiến nghị:

Trong luận văn này đã bước đầu thiết lập mô hình mô phỏng đánh giá diễn biến vùng cửa sông Đà Diễn, có xét đến tác động dòng chảy hạ lưu sông Ba tuy nhiên kết quả đánh giá mô hình mô phỏng vẫn còn nhiều hạn chế và cần được cải tiến thêm trong các nghiên cứu tiếp về sau.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tài liệu Tiếng Việt

1. Phạm Duy Huy Bình (2017), *Ứng dụng phương pháp hồi quy đa biến logistic xây dựng mô hình nhận thức về diễn biến hình thái khu vực cửa sông Đà Diễn, tỉnh Phú Yên*, Luận văn Thạc sĩ khoa học chuyên ngành Thủy văn học, trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc gia Hà Nội.

2. Bùi Minh Hòa (2012), *Nghiên cứu xây dựng bản đồ ngập lụt hạ lưu sông Ba*, Luận văn Thạc sĩ ngành Thủy văn học, trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.

3. Phạm Thu Hương (2012), *Nghiên cứu cơ sở khoa học cho việc đề xuất giải pháp ổn định cửa Đà Rằng, tỉnh Phú Yên*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật chuyên ngành Chính trị sông và bờ biển, trường Đại học Thủy lợi - Bộ Nông nghiệp & PTNT

4. Nguyễn Tiên Giang (2015), *Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định cơ chế bồi lấp, sạt lở và đề xuất các giải pháp ổn định các cửa sông Đà Diễn và Đà Nông tỉnh Phú Yên phục vụ phát triển bền vững cơ sở hạ tầng và kinh tế xã hội*, Thuyết minh đề tài cấp nhà nước mã số ĐTĐL.CN.15/15.

5. Lê Đình Thành, Nguyễn Bá Quý và nnk (2010), *Nghiên cứu đề xuất giải pháp ổn định các cửa sông ven biển miền Trung*, Đề tài KC08.07/06-10, Hà nội 2010.

### Tài liệu Tiếng Anh

6. MIKE - 11 reference/ scientific document

7. MIKE - 21 reference/ scientific document