

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	24
1. LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI.....	24
1.1. Cơ sở pháp lý	24
1.2. Cơ sở khoa học.....	25
2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU	32
3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU.....	33
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN PHỤC VỤ QUY HOẠCH, QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG ĐỐI BỜ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	36
1.1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM.....	36
1.2. TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN	43
1.2.1. Nghiên cứu biến động bờ biển trên thế giới	44
1.2.2. Nghiên cứu biến động bờ biển ở Việt Nam.....	66
1.3. BIẾN ĐỔI BỜ BIỂN VỚI QUY HOẠCH VÀ QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG	75
1.3.1. Địa hình bờ biển là một loại tài nguyên thiên nhiên.....	75
1.3.2. Cách tiếp cận nghiên cứu biến động bờ biển trong quy hoạch và quản lý môi trường	85
1.3.3. Cách tiếp cận trong quản lý môi trường bờ biển	87
1.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN	94
1.4.1. Cơ sở phương pháp luận.....	94
1.4.2. Các phương pháp nghiên cứu.....	96
1) Phương pháp phân tích hình thái - động lực.....	102
2) Phương pháp phân tích trắc lượng hình thái.....	102
3) Phương pháp phân tích hình thái - thạch học.....	103
1.4.3. Cơ sở tài liệu	104

Chương 2. ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ - NHÂN VĂN	
DẢI BỜ BIỂN NAM BỘ.....	109
2.1. VỊ TRÍ.....	109
2.2. CÁC ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN	113
2.2.1. Địa chất	113
2.2.2. Địa hình.....	125
2.2.3. Khí hậu.....	130
2.2.3.1. Khí hậu đới bờ biển Đông Nam Bộ.....	131
a) Nhiệt độ không khí.....	131
b) Độ ẩm tương đối	132
b) Độ ẩm tương đối	138
2.2.3.3. Hiện tượng thời tiết bất thường.....	140
2.2.4. Thủy văn lục địa.....	141
2.2.5. Hải văn biển	149
2.2.7. Tài nguyên thiên nhiên các tỉnh ven biển Nam Bộ.....	159
a) Khoáng sản.....	159
b) Tài nguyên đất	162
c) Tài nguyên nước.....	165
2.3. KINH TẾ-NHÂN VĂN.....	169
2.3.1. Dân số và lao động	169
Chương 3. BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN CÁC TỈNH NAM BỘ	
GIAI ĐOẠN 1965 ĐẾN NAY	181
3.1. KHÁI QUÁT ĐẶC ĐIỂM ĐỊA MẠO DẢI BỜ BIỂN NAM BỘ..	181
3.1.1. Các nhân tố thành tạo và biến đổi địa hình bờ biển các tỉnh Nam Bộ.....	182
3.1.2. Vai trò của địa hình	184
3.1.3. Vai trò của khí hậu.....	186

3.1.4. Vai trò của thủy văn lục địa	187
3.1.5. Vai trò của các yếu tố hải văn.....	188
3.1.6. Vai trò của lớp phủ thực vật.....	190
3.1.7. Thay đổi mực nước biển.....	191
3.1.8. Vai trò của con người	192
3.2. ĐỊA MẠO BỜ BIỂN CÁC TỈNH NAM BỘ	193
3.2.1. Nguyên tắc thành lập bản đồ địa mạo	193
3.2.2. Đặc điểm địa mạo.....	195
3.3. BIẾN ĐỘNG ĐỊA HÌNH BỜ BIỂN TRONG GIAI ĐOẠN 1965 ĐẾN NAY.....	218
3.3.1. Phân loại bờ biển	218
3.3.1.1. Tiêu chí phân loại.....	218
3.3.1.2. Các loại bờ biển trong vùng nghiên cứu	219
3.3.2. Hiện trạng bờ biển các tỉnh Nam Bộ.....	223
3.3.2.1. Hiện trạng bờ biển tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu.....	223
3.3.2.2. Hiện trạng bờ biển thành phố Hồ Chí Minh)	227
3.3.2.3. Hiện trạng bờ biển tỉnh Tiền Giang	229
3.3.2.4. Hiện trạng biến đổi bờ biển tỉnh Bến Tre.....	230
3.3.2.5. Hiện trạng bờ biển tỉnh Trà Vinh.....	231
3.3.2.6. Hiện trạng bờ biển tỉnh Sóc Trăng.....	234
3.3.2.7. Hiện trạng bờ biển tỉnh Bạc Liêu.....	234
3.3.2.8. Hiện trạng bờ biển tỉnh Cà Mau	237
3.3.2.9. Hiện trạng bờ biển tỉnh Kiên Giang.....	240
3.3.2.10. Biến động các cửa sông	241
3.3.3. Biến động bờ biển khu vực từ năm 1965 đến nay	241
3.3.3.1. Bờ ít bị biến đổi trong giai đoạn 1965 đến nay.....	242
3.3.3.2. Các đoạn bờ bị biến động.....	243

Chương 4. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẾN BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN CÁC TỈNH NAM BỘ.....	265
4.1. KHÁI QUÁT VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG	265
4.1.1. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng trong quá khứ	265
4.1.2. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng hiện nay và xu thế tương lai .	268
4.2. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẾN BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN NAM BỘ	277
4.2.1. Tác động của thay đổi mực biển đến biến động đường bờ	278
4.2.1.1. Biến động đường bờ biển trong Đệ tứ muộn	278
4.2.2.2. Biến động đường bờ do nước biển dâng hiện nay	284
4.2.2. Tác động của sự gia tăng của bão và áp thấp nhiệt đới.....	290
4.2.3. Tác động của biến đổi khí hậu đến biến động vùng cửa sông Mê Kông	297
4.3. TÁC ĐỘNG CỦA CON NGƯỜI ĐẾN BIẾN ĐỔI BỜ BIỂN.....	314
Chương 5. ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TÔN THƯƠNG CỦA BỜ BIỂN VÀ ĐỊNH HƯỚNG QUẢN LÝ LÃNH THỔ VÙNG NGHIÊN CỨU	322
5.1. ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TÔN THƯƠNG BỜ BIỂN NAM BỘ ..	322
5.1.1. Quy trình tính toán giá trị CVI.....	322
Mức độ dễ bị tổn thương đường bờ theo chỉ số CVI.....	325
5.2. TÀI NGUYÊN ĐỊA HÌNH BỜ BIỂN CÁC TỈNH VEN BIỂN NAM BỘ.....	328
5.2.1. Giá trị khoa học	328
5.2.2. Giá trị lịch sử văn hóa.....	331
5.2.3. Giá trị kinh tế.....	334
5.2.4. Giá trị thẩm mỹ.....	336
5.2.5. Giá trị chức năng	337

5.3. CÁC TAI BIẾN THIÊN NHIÊN LIÊN QUAN TỚI BIẾN ĐỘNG DẢI BỜ BIỂN CÁC TỈNH NAM BỘ	341
5.3.1. Các khái niệm.....	341
5.3.2. Một số tai biến liên quan tới biến động bờ biển khu vực nghiên cứu.....	343
5.4. ĐỊNH HƯỚNG QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN VÀ QUẢN LÝ TAI BIẾN BỜ BIỂN CÁC TỈNH NAM BỘ	348
5.4.1. Định hướng quy hoạch phát triển du lịch của các tỉnh ven biển Nam Bộ đến năm 2020	349
5.4.2. Đánh giá khả năng phát triển du lịch bờ biển dựa vào tài nguyên địa hình	350
5.4.3. Đánh giá một vài quy hoạch phát triển khác	357
5.5. QUẢN LÝ TAI BIẾN DO BIẾN ĐỔI BỜ BIỂN VÙNG NGHIÊN CỨU	363
5.5.1. Quan niệm chung.....	363
5.5.2. Các giải pháp công trình quản lý biến đổi bờ biển	364
5.5.3. Các giải pháp phi công trình bảo vệ bờ biển	372
5.5.4. Kết hợp giải pháp công trình và phi công trình	378
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	386

DANH MỤC CÁC HÌNH

<i>Hình 1.1. Sơ đồ biểu diễn các thuật ngữ về bờ biển được sử dụng.....</i>	<i>36</i>
<i>Hình 1.2. Hệ bờ, các phụ hệ của nó và mối tương tác với xung quanh [93]</i>	<i>38</i>
<i>Hình 1.3. Biểu đồ biến đổi bờ biển theo các phương thức khác nhau ở một số nước Châu Âu [81]</i>	<i>47</i>
<i>Hình 1.4. Xói lở bờ biển ở Alaska (Hoa Kỳ) và ở North Norfolk thuộc bờ đông nước Anh (nguồn: Internet)</i>	<i>48</i>
<i>Hình 1.5. Xói lở bờ biển delta sông Bra..ở Bangladesh (trái) và bờ biển mở ở Sabah, Malaysia (giữa) và trên các đảo Nam Thái Bình dương (phải) (nguồn: internet).....</i>	<i>48</i>
<i>Hình 1.6. Đền biển trên đảo Morris, gần Charleston, Nam Caroline được xây dựng trên bờ năm 1940. Hiện nay , nó nằm ở ngoài khơi cách bờ 400 mét (trái) và sóng bão đã hạ thấp 4 mét trong một trận bão ở Westhamton, New York để lại những ngôi nhà đứng ở biển (phải) [88] .</i>	<i>49</i>
<i>Hình 1.7. Thứ tự các bước nghiên cứu biến động đường bờ biển phục vụ cho quản lý thống nhất đới bờ [90]</i>	<i>51</i>
<i>Hình 1.8. Sơ đồ biểu diễn các tác nhân quan trọng ảnh hưởng tới biến động bờ biển [121].....</i>	<i>61</i>
<i>Hình 1.9. Kỹ thuật bay chụp LiDAR</i>	<i>66</i>
<i>Hình 1.10. Biến động bờ biển huyện Cần Giờ trong giai đoạn 1928- 1997[100]</i>	<i>72</i>
<i>Hình 1.11. Mối quan hệ giữa địa mạo, địa hình, tài sản và tài nguyên [112]</i>	<i>78</i>
<i>Hình 1.12. Mối quan hệ giữa quy mô quy hoạch, thứ tự các cấp quản lý và những đóng góp của địa mạo để đưa ra quyết định [94]</i>	<i>81</i>
<i>Hình 1.13. Sơ đồ cấu trúc của hệ bờ biển [30]</i>	<i>95</i>

Hình 1.14. Sơ đồ minh họa quy tắc Bruun [136]	97
Hình 1.15. Ảnh Landsat khu vực Vũng Tàu trước khi tách vùng sóng vỡ (trên) và sau khi tách vùng sóng vỡ (dưới)	98
Hình 1.16. Quy trình thực hiện tách đường bờ biển bằng phương pháp tỷ số ảnh.....	99
Hình 1.17. Phân ngưỡng kênh 5 ảnh Landsat TM thành đất và nước (trái); quan hệ giữa B2/B4 với B2/B5 (giữa) và tích hợp 2 ảnh trái và giữa (phải)	100
Hình 1.18. Sơ đồ phân tích DSAS cho một đoạn bờ của huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng.....	101
Hình 1.19. Doi cát ở 2 phía cửa sông được hình thành do di chuyển bồi tích dọc bờ (trái) và bar chạy song song với bờ biển được hình thành chủ yếu do di chuyển ngang của bồi tích (phải) (từ Google Earth)	103
Hình 1.20. Bãi cuội-tảng có độ dốc lớn Vũng Tàu (trái), bãi cát có độ dốc nhỏ hơn ở Lộc An (giữa) và bãi bùn-sét có độ nghiêng nhỏ nhất ở Vĩnh Châu (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2005 và 2012).....	104
Hình 1.21. Kè bảo vệ bờ bị phá hủy nằm trên bãi biển ở Hồ Tràm, Xuyên Mộc (trái) và rừng phi lao bị đổ ở khu du lịch Chí Linh, Vũng Tàu (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2/2012)	107
Hình 1.22. Trâm tích vụn vỏ sò ốc có màu trắng tích tụ trên đỉnh bãi đang bị xói lở quan sát được ở xã Vĩnh Tân, H. Vĩnh Châu (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2012) và được biểu hiện trên ảnh viễn thám khu vực giáp ranh giữa Sóc Trăng và Bạc Liêu (phải, Google Earth).....	107
Hình 1.23. Bờ biển cát bị xói lở (2005) và lớp cát đã bị cuốn đi hết để lộ ra nền bùn-sét chặt xít nằm dưới (2012) ở Lộc An (ảnh Vũ Văn Phái) .	108
Hình 1.24. Dấu hiệu rừng ngập mặn cho thấy bờ biển được bồi tụ (trái) và bị xói lở (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2007)	108
Hình 2.1. Sơ đồ vị trí vùng nghiên cứu	110

Hình 2.2. Biến động số cơn bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào Việt Nam giai đoạn 1961-2009 [54].....	140
Hình 2.3. Vị trí lưu vực sông Mê Kông trong mối quan hệ với các sông khác ở Châu Á [99]	145
Hình 2.4. Sơ đồ biểu diễn vị trí các đập và hồ chứa trên dòng chính sông Mê Kông [6].....	148
Hình 2.6: Hướng và độ cao sóng vùng ĐBNB mùa khô.....	152
(mô phỏng bằng Mike 21).....	152
Hình 2.7 : Hướng và độ cao sóng vùng ĐBNB mùa mưa.....	152
(mô phỏng bằng Mike 21).....	152
Hình 2.8. Hoa sóng trung bình nhiều năm ở Côn Đảo.....	153
Hình 2.9: Biến trình mực nước triều tại một số trạm phía bờ Đông.....	155
Hình 2.10. Biến trình mực nước triều tại một số trạm phía bờ Tây.....	156
Hình 2.11: Dòng chảy vùng biển ĐBNB mùa khô.....	159
(mô phỏng bằng phần mềm Mike 21).....	159
Hình 2.12. Biểu đồ biến động dân số qua các năm [86]	170
Hình 3.1. Tương tác của các nhân tố động lực trong địa mạo bờ biển .	181
Hình 3.2. Sơ đồ phân bố các cấu trúc địa chất gồm đai tạo núi Indosini Tây Nam Bộ (5.2), trũng châu thổ Mê Kông (12) và rìa lục địa tích cực Mesozoi muộn Đà Lạt (trái) và các đứt gãy gồm: Tây Nam Bộ (53), Rạch Giá-Côn Sơn (41), Hà Tiên-Gành Hào (40), Sông Hậu (39), sông Vàm Cỏ Đông và Dầu Tiếng-Xuyên Mộc (phải) trong vùng nghiên cứu [8]:	183
Hình 3.3. Đường ống dẫn cát hút từ bãi biển để san lấp khu nam thị xã Hà Tiên (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2008) và khu lấn biển gần 150 ha ở thành phố Rạch Giá (nguồn: Google Earth).	193
Hình 3.4. Đỉnh và sườn xâm thực-đổ lở phát triển trên đá magma ở núi Kỳ Vân, tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	196

Hình 3.5. Địa hình karst sót (ảnh trên, bên trái) và các ngấn nước biển ở núi hang Cây Ổt (dưới, trái) và Hang Tiên (dưới, phải) phía bắc xã Bình An (ảnh Vũ Văn Phái, 2008).....	198
Hình 3.6. Bề mặt tích tụ nguồn gốc hỗn hợp sông-biển ở khu vực Hà Tiên-Kiên Lương	198
Hình 3.7. Bề mặt tích tụ do sông-thủy triều ở Thạnh Phú, Bến Tre (trái) và ở huyện Mỹ Xuyên, Sóc Trăng (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).....	200
Hình 3.8. Cồn (giồng) cát ở Ba Động, phía trong là dải đất trũng trồng lúa (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	201
Hình 3.9. Bề mặt tích tụ nguồn gốc biển trong Holocen ở Thuận Yên (trái) và ở Mũi Nai (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2008)	202
Hình 3.10. Bề mặt tích tụ do sóng tuổi Holocen giữa ở Xuyên Mộc (trái) và ở Đất Đỏ, Bà Rịa-Vũng Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, 2005 và 2012)	203
Hình 3.11. Bề mặt tích tụ do dòng dọc bờ tuổi Holocen muộn	203
Hình 3.12. Sông rạch chảy ngược từ phía bờ biển vào đất liền ở khu vực mũi Cà Mau.....	204
Hình 3.13. Địa hình nguồn gốc biển-gió tuổi Holocen muộn nằm ngay trên bờ biển đang bị xói lở (trái) và đang di chuyển chậm chạp vào đồng ruộng (phải) ở Bà Rịa-Vũng Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, 2012 và 2005)....	205
Hình 3.14. Đất than bùn (trái) và rừng tràm trong Vườn Quốc gia U Minh (phải) (nguồn: Google Earth).....	206
Hình 3.15. Bãi biển mài mòn-tích tụ dưới chân ngọn núi ở phía bắc Mũi Nai (trái) và dưới chân đồi Pháo Đài (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2008).	207
Hình 3.16. Bãi biển mài mòn-tích tụ do tác động của sóng ở khu vực Hòn Bà, Vũng Tàu lúc triều xuống (trái) và lúc triều lên (phải) (Nguồn Google Earth)	207

Hình 3.17. Bờ biển cấu tạo bằng cát đang bị xói lở mạnh ở phía tây Cửa Lấp (trái) và ở Hồ Tràm (phải), tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	208
Hình 3.18. Xói lở bờ biển cấu tạo bằng bùn-sét trong vùng nghiên cứu: bãi biển Cần Giờ (trên, trái); Vàm Láng (trên, giữa); phía đông Nhà Mát, Bạc Liêu (trên, phải) ; phía bắc mũi Bà Quan, huyện Phú Tân (dưới, trái) ; Vàm Rày (dưới, giữa) và phía nam Hà Tiên (dưới, phải) (ảnh Vũ Văn Phái)	209
Hình 3.19. Cửa sông Cửa Lớn (trái) và đôi sóng vỡ nằm các xa bờ phía ngoài bãi biển phía bắc mũi Cà Mau (phải) (Ảnh Vũ Văn Phái, 2012).	210
Hình 3.20. Rừng ngập mặn phát triển trên bề mặt tích tụ do sông-sóng : cây bần ở cửa Trần Đề (trái) và mắm ở bãi gần cửa Mỹ Thanh (phải) ở Sóc Trăng (ảnh Vũ Văn Phái, 2006 và 2012).....	211
Hình 3.21. Núi Đền ở khu vực Mũi Nai, Hà Tiên (trái) và mũi Kỳ Vân, Bà Rịa-Vũng Tàu (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).....	220
Hình 3.22. Bờ đá thấp không có vách biển ở phía bắc mũi Kỳ Vân (trái) và phía bắc mũi Ba Kiềm (phải), Bà Rịa-vũng Tàu (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	221
Hình 3.23. Bờ biển cấu tạo bằng đá vôi ở Kiên Giang-chỉ là những khối sót nằm rải rác trên bờ biển (ảnh Vũ Văn Phái, 2012 và 2008)	221
Hình 3.24. Bờ biển cấu tạo bằng cát bờ rời ở Vũng Tàu (trái) và ở Lộc An (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	222
Hình 3.25. Bờ bùn sét thấp tại khu vực cảng Cần Giờ lúc triều xuống (trái) và bờ thấp có rừng ngập mặn ở phía ngoài cửa sông Lòng Tàu (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2007).....	223
Hình 3.26. Vách và bãi mòn mòn trên các bờ đá cao ở mũi Kỳ Vân (trái) và ở chân Núi Lớn (phải) (Ảnh Vũ Văn Phái, 2012 và 2005).....	224

Hình 3.27. Đoạn bờ đá thấp đang bị xói lở làm lộ ra các khối đá granit bị mài mòn (trái) và phải kê đá để bảo vệ (phải) ở khu vực mũi Ba Kiềm, tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, năm 2012 và 2010).....	225
Hình 3.28. Kè và đường đi bị phá hủy ở Hồ Tràm (trái) và đoạn bờ từ Paradise đến khu du lịch Chí Linh đang bị đe dọa (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).....	226
Hình 3.29. Xói lở làm mất lớp cát phủ ở trên làm lộ ra nền bùn-sét chặt xít ở bên dưới tai phía tây Cửa Lấp (trái) và cửa Lộc An (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	226
Hình 3.30. Xói lở bãi biển cầu cạo bằng bột-cát ở Long Sơn, Vũng Tàu	227
Hình 3.31. San lấp ở phường Thắng Nhất (trái) và xây âu thuyền ở Bình Châu (nguồn: Google Earth).....	227
Hình 3.32. Xói lở làm mất rừng ngập mặn ở các cồn bãi thuộc thôn Thanh Hòa, xã Thanh An, huyện Cần Giờ (ảnh Vũ Văn Phái, 2007).....	228
Hình 3.33. Công trình kè bảo vệ bờ Đông Hòa, Cần Giờ được xây dựng từ trước năm 2002 (trái) và đã bị phá hủy, chỉ còn lại đá móng (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2009 và 2012).....	229
Hình 3.34. Bờ biển huyện Gò Công Đông (Tiền Giang) đang bị xói lở mạnh làm mất dải rừng ngập mặn (trái) và có đoạn đã tiến sát vào chân đê phải xây dựng công trình bảo vệ (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).....	230
Hình 3.35. Bờ biển đang bị xói lở và có đặt công trình bảo vệ (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2012) và phá hủy rừng ngập mặn (phải, internet) ở khu vực Thửa Đức, huyện Bình Đại, tỉnh Bến Tre.....	231
Hình 3.36. Bờ biển đang bị xói lở mạnh trên các giồng cát (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2012) và phá hủy rừng ngập mặn (phải, Internet) ở khu vực xã huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre	232

Hình 3.37. Xói lở bờ biển khu du lịch Ba Động vào tháng 3/2009 và tháng 11/2012 (ảnh Vũ Văn Phái)	233
Hình 3.38. Xói lở đang phá dần rừng phòng hộ chắn chắn cát ở Ba Động (trái) và đang khẩn trương xây công trình bảo vệ bờ ở Cồn Trứng vào đầu tháng 11/2012 (ảnh Vũ Văn Phái)	233
Hình 3.39. Bờ biển xói lở vào sát chân đê (trái) và kè chữ T bằng tre để bảo vệ bờ (phải) ở Vĩnh Tân, huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).	235
Hình 3.40. Bãi biển bị xói lở vào năm 2009 (trái), đến nay đã được bồi tụ quan sát được vào năm 2012 (phải) (ảnh Vũ Văn Phái)	235
Hình 3.41. Hình thái bãi biển ở Vĩnh Châu vào các năm 2007 (trái), 2009 (giữa) và 2012 (phải) (ảnh Vũ Văn Phái)	235
Hình 3.42. Xói lở bờ biển xã Vĩnh Trạch Đông (trái), Gành Hào (giữa) và kè bảo vệ bờ bằng công nghệ stabiplage ở Nhà Mát (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	236
Hình 3.43. Các dấu hiệu về bờ biển đang bị xói lở: phá hủy cây rừng ngập mặn ở khu vực Hóc Năng và Cửa Lũng (2 ảnh trên), để lại cát mịn và vụn vỏ sò ốc tại đường sóng vỗ bờ Rạch Góc, Rạch Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).	238
Hình 3.44. Xói lở bờ biển mũi Cà Mau mũi Cà Mau (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	238
Hình 3.45. Xói lở bờ biển phía trong hòn Đá Bạc (trái) và ở xã Khánh Bình Tây (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	239
Hình 3.46. Bãi biển được bồi tụ liên tục ở phía bắc cửa sông Cũ Lớn với các thế hệ cây ngập mặn khác nhau phát triển rất tốt (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	239
Hình 3.47. Bờ biển khu du lịch Bình An bị xói mạnh vào năm 2008 (2008) đã có dấu hiệu được bồi vào năm 2012 (phải) (Ảnh Vũ Văn Phái)	240

Hình 3.48. Các viên “cuội bùn” được tạo ra do xói lở ở khu vực Vàm Rày (trái) và làm đổ cây cối ở bờ biển khu vực Hòn Đất (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2008 và 2012)	241
Hình 3.49. Xói lở bờ phải sông Lòng Tàu (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2007) và bờ phải của Cửa Đại (phải, ảnh Vũ Văn Phái, 2009).....	242
Hình 3.50. Biến đổi đường bờ biển khu vực Bình Châu, huyện Xuyên Mộc trong thời kỳ từ 2002 (trái) quan năm 2006 (giữa) và năm 2012 (phải)	243
Hình 3.51. Bãi biển tích tụ do tác động của sóng ở phía Tây mũi Ba Kiềm	244
(ảnh Vũ Văn Phái, 2004)	244
Hình 3.52. Cù lao Phú Lợi đã bị giảm diện tích đáng kể trong khoảng thời gian từ năm 1967 (trái, bản đồ địa hình UTM) đến năm 2010 (phải, từ Google Earth)	245
Hình 3.53. Biến đổi hình dạng và kích thước đảo Phú Tân trong năm 1965 (trái, nguồn:bản đồ UTM tỷ lệ 1:50.000) và năm 2010 (phải, nguồn: Google Earth)	246
Hình 3.54. Cửa Sông Hậu vào năm 1889 (trên [28]), năm 1965 (giữa []) và 2006 (dưới, nguồn : Google Earth).....	250
Hình 3.56. Vị trí cửa sông Rạch Vàng vào năm 1965 (trái, bản đồ UTM), năm 2000 (giữa, Google Earth) và năm 2013 (phải, Google Earth)	252
Hình 3.57. Vị trí hai cửa Rạch Vàng và Rạch Năng vào năm 1965 (trái, từ bản đồ UTM) và năm 2000 (phải, nguồn: Google Earth)	252
Hình 3.58. Vị trí cửa Rạch Góc vào năm 1965 (trái, bản đồ UTM) và năm 2009 trên ảnh vệ tinh (phải, nguồn: Google Earth)	252
Hình 4.1. Biểu đồ khí hậu cho lớp băng ở Đông Nam Cực (lõi khoan băng Vostok) trong chu kỳ băng hà-gian băng cuối cùng (sửa đổi từ Petit và đồng nghiệp, 1999). Lưu ý là, sự nóng lên nhanh chóng được theo sau bởi	

<i>quá trình nguội lạnh có độ dốc thoải hơn và mối tương quan chặt chẽ của nhiệt độ và CO₂ [121].....</i>	<i>266</i>
<i>Hình 4.2. Đường cong mực biển cho thêm lục địa Sunda nhận được từ các dạng đường bờ. Các điểm màu: các tuổi chắc chắn nhất; Các hình chữ nhật: đứng-mở rộng thủy triều cực đại; nằm ngang-xác suất 1σ. Băng màu xám-phạm vi của 1σ và ảnh hưởng của thủy triều; đường đen-vị trí chắc chắn nhất của đường cong mực biển. Trạng thái bình ổn của 14C có thể gây ra các điểm tuổi phức tạp và các thanh sai số (các hình chữ nhật) trong xác suất 1σ không có điểm tuổi. mbss-mét dưới mực biển [77]. ..</i>	<i>267</i>
<i>Hình 4.3. Mực nước biển trung bình toàn cầu trong giai đoạn 1870-2010</i>	<i>270</i>
<i>Hình 4.4. Tổng số các cơn bão loại 1(blue), loại 2 và 3 (green) và loại 4 và 5 (đỏ) trong giai đoạn 1970-2004 [134]</i>	<i>272</i>
<i>Hình 4.5. Xu thế biến đổi mực nước biển trung bình năm của các tỉnh ven biển [52]</i>	<i>275</i>
<i>Hình 4.6. Đường bờ biển trên thêm lục địa Sunda vào 21.000 năm trước (trái) và vào 4.2000 năm trước (phải) [120]</i>	<i>280</i>
<i>Hình 4.7. Sơ đồ điểm lấy mẫu và các tuyến đo sâu và đo địa chấn trong nghiên cứu của Tjallingii và đồng nghiệp [128]</i>	<i>281</i>
<i>Hình 4.8. Sự thay đổi bờ biển của delta sông Mê Kông từ 6.000 năm trước đến nay. Vị trí các đường bờ được chỉ ra bằng các đường đứt đoạn màu đỏ và các chữ số được chỉ ra là nghìn năm trước đây [103]</i>	<i>283</i>
<i>Hình 4.9. Tiến hóa đường bờ biển đồng bằng châu thổ sông Mê Kông trong khoảng thời gian 3.000 năm trở lại đây [138].....</i>	<i>284</i>
<i>Hình 4.10. Mối quan hệ giữa các kiểu sóng vỡ với độ dốc của bãi và độ dốc của sóng [64] (Độ dốc của sóng = h/L, h là độ cao sóng, L là chiều dài sóng)</i>	<i>286</i>

Hình 4.11. Sơ đồ 2 chiều biểu diễn trắc diện bãi phản ứng lại mực nước biển dâng. Các mũi tên chỉ hướng di chuyển trầm tích [phỏng theo 60]287	
Hình 4.12. Diện tích có nguy cơ bị ngập của đồng bằng sông Mê Kông khi mực nước biển dâng lên 1,0 mét [4]	290
Hình 4.13. Năng lượng sóng trung bình mùa đông (tháng 12 đến tháng 2) (kW/mét) [58]	291
Hình 4.14. Năng lượng sóng trung bình mùa hè (tháng 6 đến tháng 8) (kW/mét)[58]	292
Hình 4.15. Bờ biển ở phường Cửa Đại bị phá hủy trong cơn bão tháng 10/2011 (ảnh Vũ Văn Phái, 2011)	296
Hình 4.16. Lượng mưa (mm/ngày) trên toàn cầu vào tháng I (trái) và tháng VII (phải) [129]. Các giá trị ở góc trên bên phải là trung bình toàn cầu	298
Hình 4.17: Độ sâu và lưới khu vực tính toán	302
Hình 4.18: Hoa gió năm 2012 trạm Côn Đảo.....	302
(hướng gió: 4 obs/ngày; tốc độ gió: trung bình ngày)	302
Hình 4.19: Lưu lượng trung bình ngày của năm 2012 trạm Cần Thơ và Mỹ Thuận	303
Hình 4.20: Nồng độ trầm tích lơ lửng trung bình ngày năm 2012 trạm Cần Thơ và Mỹ Thuận.....	303
Hình 4.21: Trường sóng trung bình tính ngày 4/7/2012 (mùa gió tây nam)	304
Hình 4.22: Trường sóng trung bình tính ngày 15/12/2012 (mùa gió đông bắc)	305
Hình 4.23: Trường sóng cực đại tính ngày 27/5/2012 (áp thấp nhiệt đới)	306
Hình 4.24. Trường dòng chảy tính lúc 11h 4/7/2012, mùa gió tây nam (khi triều rút mạnh)	307

Hình 4.25: Trường dòng chảy tính lúc 19h 4/7/2012, mùa gió tây nam (khi triều lên mạnh)	307
Hình 4.26: Trường dòng chảy tính lúc 0h 31/12/2012, mùa gió đông bắc (khi triều rút mạnh)	307
Hình 4.27: Trường dòng chảy tính lúc 19h 4/7/2012, mùa gió tây nam (khi triều lên mạnh)	307
Hình 4.28: Phân bố trầm tích lơ lửng ngày 10/3/2012 (thời điểm lưu lượng sông nhỏ nhất).....	308
Hình 4.29: Phân bố trầm tích lơ lửng ngày 10/9/2012 (thời điểm lưu lượng sông lớn nhất)	309
Hình 4.30: Phân bố bồi xói đáy biển ngày 31/12/2012 (sau 1 năm tính toán).....	313
Hình 4.31. Đường ống dẫn cát hút từ bãi biển để san lấp khu phía nam cầu Tô Châu, Hà Tiên (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2008) và sà lan khai thác cát ở cửa (phải, ảnh Vũ Văn Phái, 2013).....	317
Hình 4.32. Các tuyến giao thông mới được mở mang trong thời gian gần đây (từ trên xuống dưới và từ trái sang phải: đường đi Cần Giò, quốc lộ 51 đi Vũng Tàu, đường đi Năm Căn (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	318
Hình 4.33. Các cơ sở công nghiệp bên bờ sông Thị Vải: (từ trái sang phải là nhà máy phân đạm Phú Mỹ, cảng Phú Mỹ và nhà máy điện Phú Mỹ, ảnh Vũ Văn Phái, 2007).	318
Hình 4.34. Các công trình bảo vệ bờ biển: tường biển ở Phước Hải (trên, trái) và ở Gành Hào (trên, giữa); kè mở ở Cần Giò (trên, phải, nguồn Google Earth); đê biển ở Gò Công Đông (dưới, trái); kè chữ T ở Sóc Trăng (dưới, giữa) và đê chắn sóng ở mũi Cà Mau (dưới, phải)	320
Hình 4.35. Đê chắn sóng ở Gành Hào (trái) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012) và quan sát từ Google Earth (phải).....	320

Hình 4.36. San lấp biển để mở rộng diện tích ở thị xã Hà Tiên: ảnh chụp từ đồi Pháo Đài (trái, ảnh Đoàn Thu Phương) và ảnh chụp từ vệ tinh (phải, nguồn: Google Earth)	321
Hình 5.1. Quy trình tính toán chỉ số tổn thương đường bờ biển.....	325
Hình 5.2. Biểu đồ đường cong tích lũy các giá trị CVI cho bờ biển các tỉnh Nam Bộ	326
Hình 5.3. Dấu vết hoạt động của sóng trước đây quan sát được trên núi Hòn Me (huyện Hòn Đất, Kiên Giang) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	330
Hình 5.4. Các khối đá mài mòn do tác động của sóng hiện nay quan sát được ở mũi Kỳ Vân (tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012) .	330
Hình 5.5. Bằng chứng địa mạo cho thấy một thời kỳ mực nước biển cao hơn hiện nay trên vách đá vôi ở núi núi hang Cá Sấu, Kiên Lương, Kiên Giang (ảnh Vũ Văn Phái, 2012 và 2009)	331
Hình 5.6. Các khối đá granit bị phong hóa và bóc mòn và hang Tiểu đội Nữ trong khu do tích lịch sử Minh Đạm trên núi Châu Viên (Nguồn: Internet)	332
Hình 5.7. Hải đăng Vũng Tàu được đặt trên Núi Nhỏ (nguồn: Internet)	333
Hình 5.8. Bãi biển xói lở-tích tụ giàu khoáng vật nặng màu đen ở khu vực resort Paradise, thành phố Vũng Tàu (trái) và ở phía tây Củ Lấp (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	334
Hình 5.9. Khai thác đá ở núi Hòn Sóc, huyện Hòn Đất, Kiên Giang (ảnh Vũ Văn Phái, 2009)	335
Hình 5.10. Nhà máy xi măng Kiên Lương (trái) và nhà máy xi măng của Công ty Holcim (phải) (Ảnh Vũ Văn Phái, 2009).....	336
Hình 5.11. Diễn thế hệ sinh thái rừng ngập mặn trong điều kiện biển lùi (trái) và biển tiến (phải) [59]	340

Hình 5.12. Hệ sinh thái rừng ngập mặn đang bị phá hủy do xói lở mất nền rạn (trái) và được phát triển tốt ở các đoạn được bồi (phải) trong khu vực ven bờ vịnh Gành Rái (ảnh Vũ Văn Phái, 2007)	341
Hình 5.14. Xói lở làm sập đổ các công trình ở Hồ Tràm (trên, trái), Cửa Lấp (trên, giữa) và khu Paradise (trên, phải) đều ở Bà Rịa-Vũng Tàu; làm mất đất ở Gò Công Đông, Tiền Giang (dưới, trái), ở Thanh Hải, Thạnh Phú, Bến Tre (dưới, giữa) và Rạch Góc, Ngọc Hiển, Cà Mau (dưới, phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	345
Hình 5.15. Cồn cát chắn phía ngoài đang bị xói lở mạnh (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2012) và bờ phía trong đầm phá cũng đang bị xói lở (phải, ảnh Đoàn Thị Phương, 2012) ở khu vực Cửa Lấp, thành phố Vũng Tàu	346
Hình 5.16. Xói lở đe dọa phá hủy đường giao thông ở phía bắc mũi Ba Kiềm (trái) và đê biển Gò Công Đông (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	347
Hình 5.17a. Xói lở bờ sông Lòng Tàu (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2007) và bờ kênh Cà Mau (phải, ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	347
Hình 5.17. Sơ đồ quy hoạch phát triển du lịch của tỉnh Bà Rịa-vũng Tàu đến 2015 và định hướng đến 2020 (trái, từ Internet) và Dự án thành phố du lịch ở Cần Giò (phải, từ Internet)	351
Hình 5.18. Sơ đồ vị trí đê biển Vũng Tàu-Gò Công [38]	358
Hình 5.19. Vị trí đào Kênh Tắt nối thông biển với kênh Quan Chánh Bó và ở phía đông-bắc kênh này là Dự án Nhà máy Nhiệt điện Duyên Hải (nguồn : Internet)	360
Hình 5.20. Bên dưới lớp cát bãi biển mỏng chưa đến 1 mét là lớp sét quan sát được ở áp Cồn Trứng (Ảnh Vũ Văn Phái và Trần Văn Bình, 2012)	361
Hình 5.21. Bờ và bãi biển khu du lịch Ba Động năm 2009 (trái) và vào năm 2012 (phải) (ảnh Vũ Văn Phái)	362

Hình 5.22. Bờ biển Cồn Trúng bị xói lở (trái) và tiếp tục kéo dài sang bờ biển xã Dân Thành (phải) (ảnh Trần Văn Bình, 10/2012)	362
Hình 5.23. Năm sự lựa chọn quy hoạch bảo vệ bờ biển do mực nước biển dâng: 1) không làm gì, 2) di dời về phía đất liền, 3) đặt công trình bảo vệ ngay tại bờ biển, 4) đặt công trình bảo vệ dời ra phía biển và 5) can thiệp có giới hạn [62]	365
Hình 5.24. Kè mỏ ở phía đông bắc bờ biển huyện Cần Giờ, TP. Hồ Chí Minh ảnh Vũ Văn Phái 2012 (phải) và Google Earth (trái)	367
Hình 5.25. Hệ thống kè chữ T ở phía tây bờ biển Cần Giờ thấy được trên ảnh vệ tinh năm 2010 (trái, nguồn : Google Earth) ảnh chụp năm 2009 (giữa, ảnh Vũ Văn Phái) và ảnh chụp tháng 10/2012 (phải, ảnh Vũ Văn Phái)	367
Hình 5.26. Kè lát mái ở khu du lịch Tân Thành, Tiền Giang (trái) và tường biển được xây dựng vào năm 2010 ở Phước Hải, Bà Rịa-vũng Tàu (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).....	369
Hình 5.27. Sập đổ do bị xói chân tường ở Hồ Tràm, Bà Rịa-Vũng Tàu (trái, ảnh Đoàn Thu Phương, 2012) và chân kè đang bị xói ở bờ biển phía trong hòn Đá Bạc, Cà Mau (phải, ảnh Vũ Văn Phái, 2010).....	369
Hình 5.28. Hệ thống kè mềm bằng công nghệ stabiplage đặt vuông góc với đường bờ ở phía tây cửa Lộc An (Bà Rịa-Vũng Tàu) được xây dựng năm 2005 (trái) và đặt song song với đường bờ như một tường chắn sóng mới được xây dựng ở khu Nhà Mát (Bạc Liêu) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	369
Hình 5.29. Bãi biển phía ngoài hệ thống các bao stabiplage ở phía tây cửa Lộc An đã trở nên dốc hơn (trái) và các bao stabiplage bị phá hủy ngay tại cửa Lộc An (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).....	370
Hình 5.30. Đê chắn sóng mới được hoàn thành vào năm 2011 ở mũi Cà Mau (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)	371

<i>Hình 5.31. Các hợp phần của địa mạo bờ được đưa vào xem xét khi xây dựng quy hoạch [112]</i>	<i>373</i>
<i>Hình 5.32. Mô hình quan niệm về các mối quan hệ giữa địa hình và quá trình hình thành và biến đổi nó với dự án [112]</i>	<i>375</i>
<i>Hình 5.33. Rừng ngập mặn mới được trồng lại trên bãi triều lầy ở Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).....</i>	<i>377</i>
<i>Hình 5.34. Mô hình vật lý truyền sóng qua hàng rào bằng tre [1].....</i>	<i>379</i>
<i>Hình 5.35. Hàng rào bằng tre với mật độ thưa nhất (trái) và dày nhất (phải) [1].....</i>	<i>379</i>
<i>Hình 5.36. Kết cấu hàng rào tre dày nhất nhìn từ trên xuống (trái) và chèn vật liệu khác vào giữa 2 hàng tre (phải) [1].....</i>	<i>379</i>
<i>Hình 5.37. Đề xuất kết hợp cấu trúc phá sóng bằng hàng rào trên ở xã Vĩnh Tân, Vĩnh Châu, Sóc Trăng [1]</i>	<i>380</i>
<i>Hình 5.38. Kè mềm bằng công nghệ stapiblage đã gây bồi tụ ở phía tây cửa Lộc An từ năm 2005 (trái), trong khi bãi triều ở phía ngoài rất dốc-biểu hiện của bờ bị xói lở (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).....</i>	<i>383</i>

DANH MỤC CÁC BẢNG

<i>Bảng 1.1. Dân số trên thế giới sông trên các vùng đất thấp [101].....</i>	<i>56</i>
<i>Bảng 1.2. Nhóm 10 quốc gia có dân số đông nhất trong vùng đất thấp ven biển [101].....</i>	<i>57</i>
<i>Bảng 1.3. Nhóm 10 quốc gia có tỷ lệ dân số cao nhất sống trong vùng đất thấp ven biển [101]</i>	<i>57</i>
<i>Bảng 1.4. Thay đổi các quá trình bờ do biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng [93(1)]</i>	<i>59</i>
<i>Bảng 2.1. Giá trị kinh tế (tỷ đồng) của các tỉnh Nam Bộ đạt được trong năm 2011.....</i>	<i>112</i>
<i>Bảng 2.2. Nhiệt độ không khí đới bờ biển Đông Nam Bộ (oC).....</i>	<i>132</i>
<i>Bảng 2.3. Lượng mưa ở đới bờ biển Đông Nam Bộ (mm).....</i>	<i>135</i>
<i>Bảng 2.4. Tốc độ gió trung bình một số tháng điển hình ở đới bờ biển Đông Nam Bộ (m/s).....</i>	<i>136</i>
<i>Bảng 2.5. Nhiệt độ không khí một số tháng điển hình ở đới bờ biển Tây Nam Bộ (oC)</i>	<i>137</i>
<i>Bảng 2. 6. Độ ẩm tương đối một số tháng điển hình ở đới bờ biển Tây Nam Bộ (%).....</i>	<i>138</i>
<i>Bảng 2.7. Lượng mưa (mm) một số tháng điển hình ở đới bờ biển Tây Nam Bộ</i>	<i>139</i>
<i>Bảng 2.8. Tốc độ gió (m/s) một số tháng điển hình ở đới bờ biển Tây Nam Bộ.....</i>	<i>140</i>
<i>Bảng 2.9. Đặc trưng hình thái của một số sông chính đổ vào vùng biển Nam Bộ [49].....</i>	<i>142</i>
<i>Bảng 2.9. Tỷ lệ (%) dòng chảy trung bình hàng tháng của sông Mé Kông tại Kratie [103]</i>	<i>146</i>

Bảng 2.10 : Tần suất (%) xuất hiện các phân khoảng tốc độ gió theo số liệu quan trắc trên các tàu biển Từ 1961-1985 trong ô có tọa độ 8o30'-10o00' vĩ Bắc và 107o-109o kinh Đông	150
Bảng 2.11 : Tần suất (%) xuất hiện ở các phân khoảng độ cao sóng theo số liệu quan trắc trên tàu biển Từ 1965-1985 tại ô 8o30' - 10o00 vĩ Bắc và 107o-109o kinh Đông.....	151
Bảng 2.12: Mức độ biến đổi dân số qua các năm	169
Bảng 2.13. Diện tích (km ²), dân số trung bình (x1000), mật độ dân số (người/km ²) của 9 tỉnh ven biển Nam Bộ.....	170
Bảng 2.14. So sánh diện tích, dân số của 9 tỉnh ven biển Nam bộ so với các tỉnh Nam Bộ và so với cả nước.....	170
Bảng 2.15: Dân tộc và tôn giáo các tỉnh thuộc đới bờ Nam Bộ	171
Bảng 2.16: Dân số (x1000 người) năm 2012 phân theo thành phần	172
Bảng 2.17. Số học sinh phổ thông tại thời điểm năm 2012 (người).....	174
Bảng 2.18: Số lượng học sinh Trung học Phổ thông trong giai đoạn 2009-2012 (người).....	175
Bảng 2.19: Số lượng giáo viên và sinh viên trong giai đoạn 2009-2012 (người)	175
Bảng 2.20. Số lượng cán bộ y tế và giường bệnh các tỉnh năm 2012	177
Bảng 2.21. Giá trị sản xuất công nghiệp theo giá trị thực tế phân theo địa phương (Tỷ đồng).....	178
Bảng 2.22. Số lượng (chiếc) tàu đánh bắt xa bờ của các tỉnh trong vùng nghiên cứu giai đoạn 2005-2012	180
Bảng 2. 23. Tổng công suất (x1000CV) tàu đánh bắt xa bờ của các tỉnh trong vùng nghiên cứu giai đoạn 2005-2012	180
Bảng 2. 24. Sản lượng (x1000 tấn) đánh bắt xa bờ của các tỉnh trong vùng nghiên cứu giai đoạn 2007-2012.....	180

<i>Bảng 3.1. Tương quan bồi tu-xói lở bờ biển các tỉnh Nam Bộ trong giai đoạn từ 1965 đến 2010.....</i>	<i>254</i>
<i>Bảng 4.1. Cán cân mực biển trung bình toàn cầu (mm/năm) qua các khoảng thời gian khác nhau theo quan trắc [79]</i>	<i>269</i>
<i>Bảng 4.2. Các kịch bản về mực nước biển dâng đến cuối thế kỷ XXI [theo 121].....</i>	<i>270</i>
<i>Bảng 4.3. Thay đổi số lượng bão loại 4 và 5 trong các giai đoạn 1970-1989 và 1990-2004.....</i>	<i>271</i>
<i>Bảng 4.4. Các kịch bản mực nước biển dâng trong thế kỷ XXI trong vùng nghiên cứu [4].....</i>	<i>273</i>
<i>Bảng 4.5. Mực nước biển dâng (mm/năm) tại các tỉnh ven biển Nam Bộ [52]</i>	<i>274</i>
<i>Bảng 4.6. Mối quan hệ giữa tốc độ gió và các đặc trưng của sóng [133]</i>	<i>292</i>
<i>Bảng 4.7. Tốc độ gió trung bình (m/s) các tháng trong năm tại trạm Long Hải và Phước Tỉnh, Bà Rịa-Vũng Tàu [51]</i>	<i>293</i>
<i>Bảng 4.8. Khối lượng cát-sỏi (m³ /năm) bị khai thác trên dòng sông Mê Kông [6].....</i>	<i>316</i>
<i>Bảng 5.1. Thang điểm cho các tham số để tính CVI</i>	<i>324</i>

MỞ ĐẦU

1. LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI

1.1. Cơ sở pháp lý

Đề tài được thực hiện trên cơ sở pháp lý sau:

- *Quyết định số 01/2011/QĐ-TTg ngày 04 tháng 01 năm 2011 của Thủ tướng Chính phủ về việc “Ban hành quy chế xử lý sạt lở bờ sông, bờ biển”;*
- *Quyết định số 2630/QĐ-BKHHCN ngày 29 tháng 8 năm 2011 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ về việc phê duyệt mục tiêu, nội dung và dự kiến sản phẩm của Chương trình Khoa học và Công nghệ cấp Nhà nước giai đoạn 2011-2015 “Khoa học và Công nghệ phục vụ Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu”;*
- *Quyết định số 1010/QĐ-BTNMT ngày 27 tháng 5 năm 2011 của Bộ Tài nguyên và Môi trường về “Việc phê duyệt tổ chức và cá nhân chủ trì các đề tài khoa học và công nghệ thực hiện từ năm 2011 thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ quốc gia về Biến đổi khí hậu”;*
- *Quyết định số 843/QĐ-BTNMT ngày 13 tháng 6 năm 2012 của Bộ Tài nguyên và Môi trường về “Việc phê duyệt kinh phí các đề tài khoa học và công nghệ thực hiện năm 2011-2013 thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ phục vụ Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu”*
- *Hợp đồng Nghiên cứu Khoa học và Phát triển Công nghệ số 07/2012/HĐ-KHCN-BĐKH ký ngày 26 tháng 6 năm 2012 giữa một bên là Ông Nguyễn Thái Lai, chủ nhiệm “Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu”, Ông Trần Hồng Thái, Chánh Văn phòng*

Chương trình và bên khác là Ông Bùi Duy Cam, Hiệu trưởng Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, đại diện cho Tổ chức Chủ trì đề tài và Ông Vũ Văn Phái, Chủ nhiệm đề tài “*Nghiên cứu đánh giá biến động đường bờ biển các tỉnh Nam Bộ dưới tác động của biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng*”, mã số BĐKH.07 thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ trọng điểm cấp Nhà nước, mã số KHCN-BĐKH/11-15 “*Khoa học và công nghệ phục vụ Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu*”.

1.2. Cơ sở khoa học

Bờ biển có ý nghĩa rất to lớn đối với sự sống và phát triển của xã hội loài người từ xa xưa cho đến nay và cả trong tương lai.

Bờ biển (dù theo nghĩa hẹp chỉ là đường phân chia ranh giới giữa lục địa và biển, hoặc theo nghĩa rộng hơn là một dải đất nằm trong phạm vi tương tác giữa các quá trình trên lục địa và các quá trình biển) là môi trường động nhất trên toàn bộ mặt đất. Đây là nơi thể hiện đầy đủ và rõ rệt nhất các mối tương tác lẫn nhau giữa 5 quyển của Trái đất là: thạch quyển, thủy quyển, khí quyển, sinh quyển và kỹ thuật/công nghệ quyển (còn gọi là trí quyển). Bờ biển cũng là nơi tiếp xúc và tương tác của ba trạng thái của vật chất: rắn, lỏng và khí. Chính vì vậy, bờ biển là nơi giàu có nhất về mặt tài nguyên thiên nhiên, là nơi trong lành nhất về môi trường. Đới bờ biển là nơi có năng suất sinh học cao nhất so với những nơi khác: đạt tới 10-25 g/m³ vật chất khô trong một ngày đêm, trong khi đó vùng biển khơi chỉ đạt dưới 1g/m³ [142]. Vì thế, từ xa xưa, nhiều dân tộc và bộ lạc đã tìm đến định cư trên bờ biển và đã để lại trên dải đất này nhiều dấu ấn kinh tế-văn hóa quan trọng đối với loài người, như nền Văn minh Lưỡng Hà, nền Văn minh Ai Cập cổ đại, v.v.. Hiện nay, có khoảng trên 2/3 số thành phố đông dân nhất trên thế giới được phân bố trên bờ biển. Ngoài ra, còn có rất nhiều cơ sở công nghiệp và kinh tế quan

trọng khác cũng được bố trí trên bờ biển. Bờ biển là bàn đạp để con người tiến ra biển và đại dương để mở mang giao lưu với nhau trên quy mô khu vực hay toàn cầu.

Đồng thời, bờ biển cũng là nơi hứng chịu nhiều thảm họa nhất đến từ mọi phía: từ trên không, từ trong đất liền và từ ngoài đại dương. Gần đây nhất, cả thế giới đã chứng kiến hai thảm họa mà thiên nhiên mang đến cho bờ biển: động đất và sóng thần xảy ra ở Sumatra (Indonesia) vào ngày 26/12/2004 đã làm chết khoảng 226.000 người của 12 quốc gia và động đất-sóng thần ngày 11/3/2011 xảy ra ở Nhật Bản đã làm chết 15.839 người, 5.950 người bị thương và 3.642 người mất tích và với một khối lượng tài sản khổng lồ, trị giá tới 210 tỷ USD (có con tàu đánh cá lớn đã trôi lênh đênh đạt sang tới vùng biển Canada trên quãng đường dài tới 7.500 km, mà gần đây mới phát hiện ra). Nhiều trận lũ có sức tàn phá ghê gớm đã xảy ra đối với các đồng bằng châu thổ. Chẳng hạn như trận lũ xảy ra ở Bangladesh xảy ra năm 1987 đã làm cho trên 300 người thiệt mạng, khoảng 35.900 người mất nhà ở và giá trị kinh tế khoảng 1 tỷ USD; hay trận lũ ở Thái Lan năm 2011 đã làm cho 815 người chết, 13,6 triệu người bị ảnh hưởng, tổn thất về kinh tế ước khoảng 45,7 tỷ USD. Trận bão Katrina đổ bộ vào nước Mỹ tháng 8 năm 2005 cũng đã gây tổn thất nặng nề cho nước này với 1.836 người chết, 135 người mất tích, thiệt hại về kinh tế ước khoảng 108 tỷ USD (chưa tính thiệt hại của các nước khác, như Cu Ba). Các tai biến do biến động bờ biển, hoặc do bồi tụ lấp luông lạch ra vào cảng phải mất nhiều tiền bạc hay và công sức để nạo vét, hay xói lở bờ biển tuy ít có khả năng làm chết người, nhưng có thể làm mất tài sản trị giá nhiều triệu, thậm chí tới cả tỷ đô la bao gồm cả tài sản bị phá hủy lẫn tiền chi cho xây dựng các công trình bảo vệ.

Bờ biển cũng không phải là nơi ổn định lâu dài, mà là một môi trường rất động. Nó thường xuyên bị biến động (do phá hủy-xói lở, hay xây dựng-

tích tụ) dưới tác động của cả các nhân tố tự nhiên và các tác động của con người. Biến động bờ biển, hiện nay, cũng là một trong những vấn đề thay đổi môi trường toàn cầu, trong đó, xói lở được quan tâm rất rộng rãi. Hiện tượng xói lở bờ biển, theo dự báo, sẽ được tăng cường cả về cường độ và phạm vi phân bố dưới tác động của mực nước biển dâng do sự ấm lên toàn cầu. Kèm theo xói lở bờ biển, mực nước biển dâng cũng sẽ nhấn chìm nhiều vùng đất thấp ven biển. Chủ đề đang được thảo luận sôi nổi trong những năm gần đây là biến đổi khí hậu toàn cầu. Tuy nhiên, vấn đề thiết thực nhất đối với xã hội loài người hiện nay và trong thế kỷ XXI, hoặc xa hơn nữa là thay đổi môi trường toàn cầu, mà khí hậu cũng là một hợp phần của môi trường. Thay đổi môi trường gây ra bởi tương tác của 4 nhóm tác nhân, bao gồm: khí hậu, địa hình, mực nước biển và các hoạt động của con người (Slaymaker và đồng nghiệp, 2009 [121]). Cả 4 nhóm tác nhân nay đều được biểu hiện rất rõ ràng và trực tiếp trên bờ biển. Trong quá trình nghiên cứu này, người ta đã chia ra hai loại thay đổi môi trường: thay đổi hệ thống và thay đổi tích lũy [130]. *Thay đổi hệ thống* muốn nói đến các sự kiện quy mô toàn cầu-đó là khí hậu và mực nước biển. Còn *thay đổi tích lũy* lại muốn nói tới các quá trình không liên kết với nhau và có quy mô từ địa phương đến khu vực, nhưng có ảnh hưởng quan trọng đến quy mô toàn cầu-đó là địa hình và những thay đổi lớp phủ và sử dụng đất (do hoạt động của con người và tự nhiên), trong đó tác nhân địa hình giữ vai trò quan trọng đối với môi trường của từng khu vực cụ thể trên bề mặt Trái đất. Vì địa hình mặt đất là một hợp phần quan trọng của môi trường tự nhiên và bị thay đổi theo kiểu tích lũy dưới tác động của cả nhân tố tự nhiên lẫn tác động của con người, nên khi địa hình bị thay đổi, thì các quá trình địa mạo cũng dần dần thay đổi, có thể chuyển từ hệ địa mạo này sang một hệ địa mạo khác, chẳng hạn từ hệ địa mạo sông chuyển sang hệ địa mạo hồ sau khi xây đập trên sông, hoặc chuyển dần từ hệ địa mạo đồng bằng ven biển sang hệ địa mạo bờ biển (trong trường hợp biển tiến), hoặc ngược

lại, từ hệ địa mạo bờ biển chuyển sang hệ địa mạo đồng bằng ven biển (trong trường hợp biển lùi).

Việt Nam có 28 trong số 63 tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương giáp biển với tổng chiều dài đường bờ biển của phần đất liền khoảng 3.260 km. Đây là con số đã được đưa ra từ rất lâu, song không biết nguồn gốc từ đâu. Vào năm 1995, nhóm tác giả do Nguyễn Địch Dĩ chủ trì [12] đã đo đạc khá chi tiết trên bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 UTM xác định được là 3.670 km. Còn theo kết quả công bố phổ biến trên thế giới là 3.444 km [84]. Gần đây, trong một công bố khác do Mimura [105] chủ trì, thì đường bờ biển Việt Nam có chiều dài tới trên 11.000km (có lẽ tính cả đường bờ của các đảo?). Theo tính toán của McGranahan và đồng nghiệp [101], trong số 10 nước trên thế giới có số dân đồng nhất sống trong dải đất thấp ven biển (độ cao 0-10 mét), thì Việt Nam là nước thứ 5 trên (41,439 triệu người, trong khi Trung Quốc đứng thứ nhất với số dân là 127,038 triệu người); còn nếu xếp theo tỷ lệ, thì Việt Nam xếp thứ 8 (53% , trong khi Maldives xếp thứ nhất-100% (số liệu năm 2005). Cũng theo các tác giả trên [101], trong số 10 nước đứng đầu về số dân và 10 nước có tỷ lệ người dân sống trong phạm vi này, thì chỉ có Việt Nam và Bangladesh đều có mặt trong cả 2 tốp (Bangladesh đứng thứ 3 về số dân với 53,111 triệu người và đứng thứ 10 về tỷ lệ với 39% tổng số dân).

Cũng như trên thế giới, bờ biển Việt Nam cũng rất giàu có về tài nguyên thiên nhiên bao gồm cả tài nguyên sinh vật và tài nguyên không sinh vật. Chính vì vậy, hiện nay có rất nhiều đô thị (các thành phố Hạ Long, Hải Phòng, Đồng Hới, Đà Nẵng, Quy Nhơn, Nha Trang, Phan Rang-Tháp Chàm, Phan Thiết, Vũng Tàu, Hồ Chí Minh, Rạch Giá và rất nhiều thị xã), các điểm quần cư đông dân (Ngư Lộc ở Thanh Hóa, Long Hải ở Bà Rịa-Vũng Tàu, v.v.) , các cơ sở kinh tế quan trọng và nhiều dịch vụ khác đã, đang và sẽ tiếp tục được bố trí ở đây. Hiện nay, đã có tới 15 khu kinh tế biển theo Nghị định

số 29 của Thủ tướng Chính phủ gồm: Vân Đồn (Quảng Ninh), Đình Vũ-Cát Hải (Hải Phòng), Nghi Sơn (Thanh Hóa), Đông Nam Nghệ An (Nghệ An), Vũng Áng (Hà Tĩnh), Hòn La (Quảng Bình), Chân Mây-Lăng Cô (Thừa Thiên Huế), Chu Lai (Quảng Nam), Dung Quất (Quảng Ngãi), Nhơn Hội (Bình Định), Nam Phú Yên (Phú Yên), Vân Phong (Khánh Hòa), Định An (Trà Vinh), Năm Căn (Cà Mau) và Phú Quốc (Kiên Giang) với tổng diện tích lên tới 662.000 ha.

Trong khoảng vài chục năm trở lại đây, bờ biển Việt Nam cũng bị biến đổi rất mạnh mẽ, đặc biệt là xói lở ngày càng được mở rộng cả về quy mô lẫn cường độ. Hiện tượng xói lở đã trở nên phổ biến trên toàn bộ các đoạn bờ biển của nước ta vốn trước đây vẫn được tích tụ. Tuy chưa có thiệt hại về người, nhưng xói lở bờ biển đã gây ra nhiều tổn thất về tài sản và ảnh hưởng không tốt đến sự phát triển kinh tế - xã hội của các tỉnh ven biển nói riêng và của cả nước nói chung, như làm mất nhiều nhà cửa, cơ sở hạ tầng, đất canh tác, v.v., đặc biệt ở 2 đồng bằng lớn: bờ biển đồng bằng Bắc Bộ và bờ biển đồng bằng sông Cửu Long.

Các tỉnh và thành phố ven biển Nam Bộ bao gồm Bà Rịa-Vũng Tàu, thành phố Hồ Chí Minh, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau và Kiên Giang (9 đơn vị). Tổng chiều dài đường bờ biển của các tỉnh ven biển Nam Bộ khoảng 878 km. Hầu hết bờ biển đều được cấu tạo bởi bùn-sét và bờ cát thấp, bờ đá tập chỉ được phân bố rải rác ở một vài nơi thuộc tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu và tỉnh Kiên Giang. Đi kèm với chiều dài đường bờ biển là một nguồn tài nguyên khổng lồ về *đất ngập nước ven bờ biển* (coastal wetland). Về mặt tự nhiên, vùng nghiên cứu có các điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên rất đa dạng và là sự chuyển tiếp từ vùng núi - đồi của các tỉnh Tây Nguyên và vùng núi giáp biển của các tỉnh duyên hải Nam Trung Bộ. Môi tác động tương hỗ giữa các điều kiện tự nhiên (nền

thạch học, địa hình, khí hậu, thủy văn lục địa và hải văn) ở đây đã tạo ra một lớp phủ thực vật khá đặc trưng: rừng nhiệt đới, rừng ngập mặn. Đến nay, trong vùng nghiên cứu đã có 3 Khu Dự trữ Sinh quyển được UNESCO công nhận gồm: *Khu dự trữ sinh quyển Rừng ngập mặn Cần Giờ*, được công nhận vào tháng 01 năm 2000 với tổng diện tích là 75.740 ha, trong đó vùng lõi là 4.721 ha; vùng đệm là 41.139 ha và vùng chuyển tiếp là 29.880 ha; *Khu dự trữ sinh quyển ven biển và biển đảo Kiên Giang*, được công nhận vào tháng 10 năm 2006 với tổng diện tích khoảng 1,1 triệu ha bao trùm lên các huyện Phú Quốc, An Minh, Vĩnh Thuận, Kiên Giang và Kiên Hải và *Khu dự trữ sinh quyển Cà Mau* được công nhận vào tháng 5 năm 2009 với tổng diện tích là 371.506 ha, trong đó vùng lõi là 17.329 ha (gồm 3 phân khu: Vườn Quốc gia mũi Cà Mau, Vườn Quốc gia U Minh Hạ và dải rừng phòng hộ ven biển Tây). Gần đây, vào tháng 4 năm 2013, UBND tỉnh Cà Mau lại tổ chức đón nhận danh hiệu *Khu RAMSA* của thế giới, với diện tích là 41.862 ha thuộc các xã Đất Mũi, Viên An, Đất Mới và Lâm Hải thuộc hai huyện Ngọc Hiển và Năm Căn.

Các tỉnh ven biển Nam Bộ cũng là nơi tập trung đông dân cư. Theo số liệu thống kê của năm 2011, tổng diện tích đất tự nhiên của các tỉnh ven biển Nam Bộ là 28.718,9 km² (chiếm 8,6% diện tích cả nước) và có số dân tới 17,6 triệu người (chiếm 20,04% tổng số dân cả nước) với mật độ dân số trung bình là 1.056 người/km² (gấp đôi mật độ dân số trung bình của các tỉnh Nam Bộ và gấp 4 lần so với trung bình của cả nước).

Đây là vùng có nền kinh tế phát triển năng động nhất ở nước ta với nhiều ngành mang lại giá trị cao, trong đó đáng kể nhất là nông nghiệp, thủy-hải sản, khai thác dầu-khí, du lịch và đánh bắt hải sản. Trong khoảng vài chục năm trở lại đây, bờ biển của các tỉnh này đang chịu một áp lực rất lớn từ việc khai thác tài nguyên, đặc biệt là việc sử dụng đất đai ven biển để xây dựng hạ

tầng cơ sở, đô thị hóa và các khu du lịch nghỉ dưỡng, cũng như khai thác khoáng sản. Theo số liệu thống kê của năm 2011 [86], giá trị sản xuất của các ngành kinh tế ở các tỉnh ven biển Nam Bộ như sau: nông nghiệp-33.532,6 tỷ đồng (chiếm 18,78% tổng giá trị của cả nước); lâm nghiệp-497,1 tỷ đồng (chiếm 6,35% tổng giá trị của cả nước); thủy-hải sản-33.801,7 tỷ đồng (chiếm 55,84% tổng giá trị của cả nước) (các giá trị trên đều so với năm 1994); công nghiệp-1.106.116,3 tỷ đồng (chiếm 37,32% tổng giá trị của cả nước); thương mại-dịch vụ-651.193,1 tỷ đồng (chiếm 32,48% tổng giá trị của cả nước) (giá trị thực tế). Qua đó, thấy rằng, các lĩnh vực thủy-hải sản, nông nghiệp, công nghiệp và thương mại-dịch vụ chiếm tỷ trọng cao trong nền kinh tế của cả nước, đặc biệt là thế mạnh về thủy-hải sản. Điều đó cho thấy thế mạnh của nền tảng “hậu cần” của bờ biển ở đây.

Tuy nhiên, trong khoảng vài chục năm gần đây (từ năm 1990 đến nay), bờ biển các tỉnh Nam Bộ bị biến đổi rất sâu sắc. Có thể nói, hiện nay, hoạt động phá hủy đang xảy ra trên toàn bộ chiều dài bờ biển trong khu vực. Hay nói chính xác hơn, hiện tượng mất đất của dải đất liền ven biển (bao gồm cả do xói lở lẫn do bị nước biển tràn ngập) ở đây đang xảy ra khá thường xuyên và có chiều hướng ngày càng gia tăng liên quan tới mực nước biển dâng và biến đổi khí hậu. Mất đất do nước biển tràn ngập xảy ra ở các vùng đất thấp quanh vịnh Gành Rái; mất đất do xói lở mạnh xảy ra ở nhiều nơi: đoạn bờ Lộc An, Cửa Lấp (Bà Rịa-vũng Tàu), Cần Giờ (thành phố Hồ Chí Minh), Gò Công Đông (Tiền Giang), Thạnh Phú (Bến Tre), Ba Động (Trà Vinh), Vĩnh Tân (Sóc Trăng), Vĩnh Trạch Đông, Nhà Mát, Gành Hào (Bạc Liêu), nhiều đoạn bờ của tỉnh Cà Mau và tỉnh Kiên Giang. Có những đoạn bờ biển đã bị xói lở từ hàng trăm năm trước, đến nay vẫn còn tiếp tục, như ở khu vực cửa sông Bò Đề. Tuy nhiên, hầu hết các đoạn bờ bị xói lở đều mới chỉ xảy ra trong khoảng thời gian gần đây.

Những biến đổi địa hình bờ biển ở các tỉnh Nam Bộ, đặc biệt là xói lở đã, đang và sẽ là vấn đề lo lắng và thách thức cho các cấp chính quyền, cũng như cho người dân. Nhiều vấn đề được đặt ra: Tại sao gần đây xói lở bờ biển lại xảy ra mạnh như vậy? Xu thế của nó ra sao trong những năm tới? Liệu nó có liên quan gì tới biến đổi khí hậu toàn cầu không? Giải pháp nào để phòng tránh hay giảm thiểu được hiện tượng này? v.v. Giải quyết các vấn đề này cần có sự tham gia của nhiều nhà khoa học thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau.

Do đó, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã giao cho chúng tôi nhiệm vụ “*Nghiên cứu, đánh giá biến động đường bờ biển các tỉnh Nam Bộ dưới tác động của biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng*” thuộc Chương trình “*Khoa học và Công nghệ phục vụ Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu*”, giai đoạn 2011-2015.

2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Mục tiêu chung. Làm sáng tỏ hiện trạng biến động bờ biển, giải thích nguyên nhân cơ bản gây ra và xu thế biến động bờ biển trong mối quan hệ với mực nước biển dâng phục vụ quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội và quản lý môi trường đới bờ biển các tỉnh ven biển các tỉnh Nam Bộ (bao gồm 9 tỉnh và thành phố giáp biển là: Bà Rịa-Vũng Tàu, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang và thành phố Hồ Chí Minh).

Mục tiêu cụ thể: có 4 mục tiêu cụ thể dưới đây:

- 1) Làm sáng tỏ tình hình nghiên cứu biến động bờ biển ở trong nước và trên thế giới, cũng như mối quan hệ giữa biến động bờ biển với quy hoạch và quản lý môi trường đới bờ biển;
- 2) Phân tích các đặc điểm địa hình cũng như các quá trình địa mạo hình thành và tiến hóa của bờ biển vùng nghiên cứu trong thời kỳ gần đây;

3) Làm sáng tỏ hiện trạng và nguyên nhân chính, cũng như các nhân tố ảnh hưởng đến biến động bờ biển các tỉnh Nam Bộ trong khoảng thời gian từ 1965 đến nay;

4) Xác định cơ sở khoa học cho việc định hướng quy hoạch và quản lý môi trường đới bờ biển của vùng trên cơ sở nghiên cứu biến động bờ biển.

Phạm vi nghiên cứu:

- *Về khoa học:* Nghiên cứu biến động bờ biển theo không gian và thời gian (nhấn mạnh từ giữa thế kỷ XX đến nay) dưới tác động của mực nước biển dâng. Trong phần nội dung ứng dụng: quy hoạch và quản lý môi trường đới bờ biển, đề tài cũng chỉ đề cập tới vấn đề quản lý tai biến ở bờ biển. Bởi vì, theo DoE [68], nội dung của quản lý môi trường bờ biển bao gồm 2 vấn đề cốt yếu là quản lý tài nguyên và quản lý tai biến.
- *Về không gian:* Không gian nghiên cứu của đề tài là bờ biển 9 tỉnh và thành phố giáp biển của Nam Bộ với tổng chiều dài đường bờ biển là 878 km (không bao gồm các đảo) và được mở rộng về phía đất liền 5 km kể từ đường bờ trong (coastline) và về phía biển đến đới sóng vỡ (nằm trong đới bãi hay đới sóng vỗ bờ).

3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Nội dung 1: *Tổng quan các vấn đề nghiên cứu biến động bờ biển* trong mối liên quan tới mực nước biển dâng và ý nghĩa của nó trong quy hoạch và quản lý môi trường đới bờ biển.

Nội dung 2: *Phân tích các nhân tố động lực gây biến động bờ biển* các tỉnh Nam Bộ.

Nội dung 3: *Phân tích biến động bờ biển khu vực nghiên cứu từ năm 1965 đến 2013*

Nội dung 4: *Phân tích và đánh giá nguyên nhân và các nhân tố ảnh hưởng tới biến động bờ biển vùng nghiên cứu trong mối liên quan với mực nước biển dâng.*

Nội dung 5: *Đề xuất và định hướng quy hoạch và quản lý môi trường bờ biển vùng nghiên cứu.*

Để thực hiện mục tiêu và các nội dung nêu trên, đề tài đã thu thập và phân tích nhiều tài liệu liên quan tới các nội dung nghiên cứu. Đồng thời đã tiến hành 2 đợt khảo sát thực địa: đợt 1 vào cuối tháng 10 đầu tháng 11 năm 2012 và đợt 2 vào tháng 5 năm 2013 nhằm xác định rõ hiện trạng biến đổi bờ biển trong vùng nghiên cứu. Từ các kết quả trên, đã tiến hành xây dựng báo cáo tổng kết với cấu trúc như sau:

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan về nghiên cứu biến động bờ biển phục vụ quy hoạch và quản lý môi trường bờ biển

Chương 2: Điều kiện tự nhiên và kinh tế-nhân văn các tỉnh ven biển Nam Bộ

Chương 3: Biến động đường bờ biển các tỉnh Nam Bộ từ 1965 đến 2013

Chương 4: Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến biến động đường bờ biển các tỉnh Nam Bộ

Chương 5: Định hướng quản lý lãnh thổ trên cơ sở nghiên cứu biến động bờ biển

Kết luận

Để hoàn thiện đề tài nghiên cứu này, ngoài sự nỗ lực của bản thân, các tác giả còn nhận được sự động viên khích lệ và sự giúp đỡ to lớn và có hiệu quả của Ban Lãnh đạo và Văn phòng Chương trình “*Khoa học và Công nghệ*”

phục vụ Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu”; Ban Giám hiệu và Phòng Khoa học-Công nghệ trường Đại học Khoa học Tự nhiên; Ban Chủ nhiệm khoa Địa lý, các nhà khoa học và đồng nghiệp trong và ngoài Đại học Quốc gia Hà Nội, lãnh đạo và nhân dân các địa phương trên địa bàn nghiên cứu. Tập thể tác giả tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc đối với những sự giúp đỡ chân thành và quý báu đó.

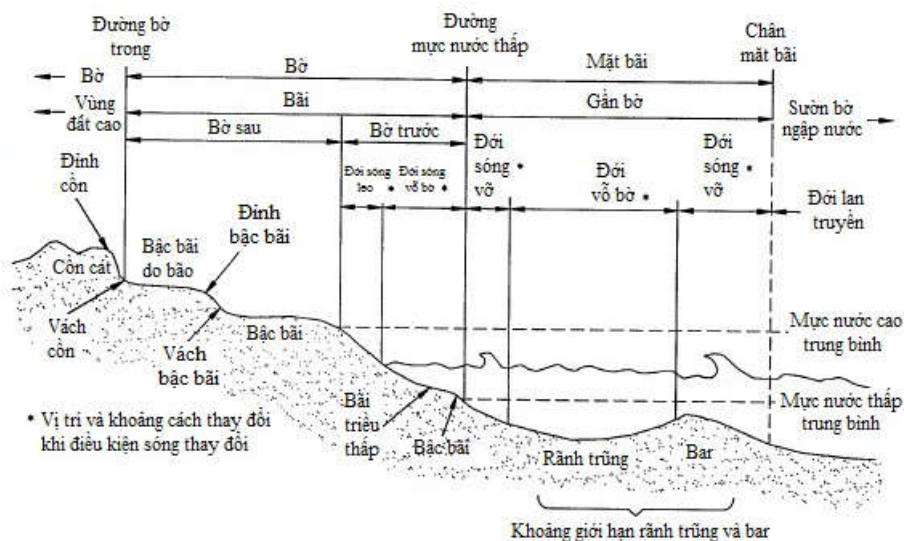
TẬP THỂ TÁC GIẢ

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN PHỤC VỤ QUY HOẠCH, QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG ĐỐI BỜ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1.1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM

Hiện nay, cả trên thế giới cũng như ở Việt Nam, một số khái niệm được sử dụng trong nghiên cứu bờ biển còn được hiểu rất khác nhau giữa các nhà khoa học cũng như các nhà quản lý. Do đó, một số khái niệm sử dụng trong báo cáo này sẽ được trình bày dưới đây. Theo hướng vuông góc với hướng đường bờ, một trắc diện bao gồm 4 bộ phận: bờ biển (coast), bãi biển (beach), đới gần bờ (nearshore) và đới ngoài khơi (hoặc đới sườn bờ ngập nước, sườn bờ ngầm, offshore) (hình 1.1).



Hình 1.1. Sơ đồ biểu diễn các thuật ngữ về bờ biển được sử dụng

Bờ biển (Coast) là một dải đất có chiều rộng không xác định mở rộng từ đường bờ vào sâu trong đất liền tới sự thay đổi đầu tiên về địa hình. Các vách, các cồn cát tiên tiêu, hoặc đường thực vật có mặt thường xuyên. Trên các bờ có các đảo/cồn chắn (barrier), một tổ hợp đầm phá sau barrier, bãi lầy, lạch triều cũng được xem là một phần của bờ. Trên các vùng đồng bằng châu

thỏ (delta), ranh giới về phía đất liền khó xác định hơn. Còn ranh giới về phía biển vươn tới vị trí mức sóng bão - đó chính là *đường bờ trong* (coastline). Trên các đoạn bờ dốc đứng, thì đường bờ trong và đường bờ ngoài (shoreline) có thể trùng nhau. Theo Bách khoa Toàn thư về Địa lý Xô-Việt [142], thì bờ biển là một dải hẹp gồm có cả bãi biển chạy dọc theo đường bờ có giới hạn về phía biển là đường mực triều thấp nhất.

Bãi biển (Beach/shore) được mở rộng từ đường nước thấp về phía đất liền tới vị trí tác động của sóng bão (đường bờ trong). Đây là phần mặt đất được lộ ra và bị ngập bởi thủy triều hoặc sóng, hoặc là đới nằm giữa mực nước cao và mực nước thấp. Bãi biển có thể tương đương với *đới triều*. Bãi có thể được chia thành 2 đới: bờ/bãi sau (backshore) và bờ/bãi trước (foreshore). Bãi trước có thể tương đương với *đới triều* (littoral zone). Bãi sau được phân bố trong phạm vi giữa đường bờ trong và đường bờ ngoài và gần như nằm ngang, trong khi đó bãi trước lại nghiêng về phía biển.

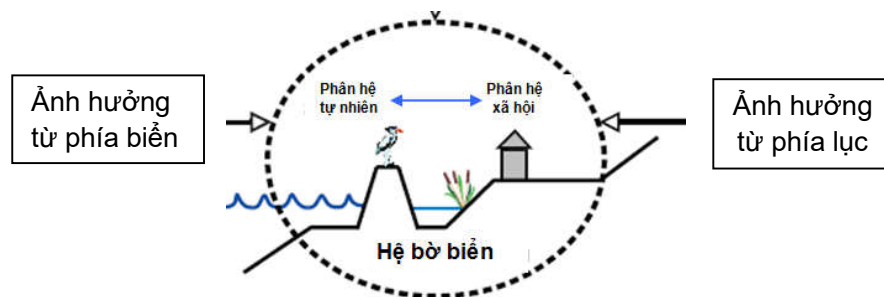
Đường bờ biển. Theo quan niệm chung, đường bờ biển là ranh giới tiếp xúc giữa biển và đất liền. Đường này luôn dịch chuyển theo sự dao động của mực nước biển theo chu kỳ ngắn (thủy triều), chu kỳ dài (chu kỳ thiên văn) hoặc không theo chu kỳ. Tuy nhiên để nghiên cứu biến động đường bờ biển cần phải xác định rõ 2 đường bờ: đường bờ trong và đường bờ ngoài. *Đường bờ trong* (coastline) là ranh giới tác động cao nhất của sóng trong năm (thường là sóng bão) với đất liền; hoặc đơn giản hơn, là đường ranh giới giữa bờ và bãi, hoặc giữa đất và nước. *Đường bờ ngoài* (shoreline) là đường giao nhau giữa mặt nước với bãi biển nằm ở vị trí mực nước cao trung bình.

Khu bờ biển (Coastal area, Береговая зона) là đới tương tác giữa 4 quyển trên bề mặt Trái đất là: thủy quyển, thạch quyển, khí quyển và sinh quyển, trong đó sóng biển được xem là nhân tố động lực chủ yếu trong sự hình thành và biến đổi địa hình của nó [143, 148]. Trong thời đại ngày nay,

các hoạt động kinh tế-xã hội của con người cũng có những tác động to lớn đến khu bờ biển, thậm chí còn mạnh hơn cả các nhân tố tự nhiên-trí quyển hay quyển kỹ thuật (noosphere, technosphere).

Hệ bờ biển. Hệ bờ biển (coastal system) là một khái niệm rộng hơn và mới được đưa vào sử dụng trong khoa học về bờ biển từ Hội nghị Địa lý Quốc tế lần thứ 27 vào năm 1992 tại Hà Lan. Hệ bờ biển được xem là các vùng đất thấp ven biển và các vùng nước nông ven bờ bao gồm cả con người. Nó bao gồm các vùng đất thấp ven biển đã được hình thành trong suốt thời kỳ Holocen (10.000 năm qua). Do đó, nó được chia thành 2 phụ hệ là phụ hệ tự nhiên và phụ hệ nhân văn có các mối tương tác với nhau rất mạnh mẽ, cả trọng mỗi phụ hệ, lẫn giữa hai phụ hệ (hình 1.2).

Theo IPCC [93], mục đích của nghiên cứu các hệ bờ biển là để đánh giá tính nhạy cảm và khả năng dễ bị tổn thương, trong đó có xói lở làm giạt lùi đường bờ về phía đất liền trong giai đoạn hiện nay liên quan tới biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng.



Hình 1.2. Hệ bờ, các phụ hệ của nó và mối tương tác với xung quanh [93]

Xói lở bãi (beach erosion) là hiện tượng mất vật liệu trên bãi một cách thường xuyên dưới tác động của các nhân tố cả tự nhiên lẫn con người dẫn đến thu hẹp và hạ thấp bãi biển.

Xói lở đường bờ (shoreline erosion) là hiện tượng dịch chuyển đường bờ biển một cách liên tục về phía đất liền trong một khoảng thời gian nào đó.

Trong hầu hết các trường hợp, xói lở bãi đều kèm theo xói lở đường bờ dẫn đến hạ thấp bãi và giạt lùi đường bờ. Chỉ có một số ít trường hợp xói lở bãi xảy ra nhưng không có sự giạt lùi đường bờ. Chẳng hạn, tại các vị trí có công trình bảo vệ (như tường biển), thì mặc dù có sự hạ thấp của bãi theo thời gian, nhưng đường bờ tại đây vẫn giữ nguyên vị trí. Tuy nhiên, cuối cùng, nếu xói lở bãi xảy ra liên tục, thì công trình bảo vệ sẽ bị sập đổ và đường bờ sẽ bị giạt lùi về phía đất liền. Trong nghiên cứu xói lở bờ hoặc bãi biển, người ta còn phân biệt *xói lở thường xuyên* (trong thời gian lâu dài) và *xói lở tạm thời* (xảy ra trong khoảng thời gian ngắn). Xói lở thường xuyên muốn nói đến xu thế mở rộng trong khoảng thời gian vài năm (hoặc dài hơn) được gây ra bởi thiếu hụt cân cân trầm tích hàng năm hay tốc độ di chuyển dọc bờ tăng lên. Còn xói lở tạm thời xảy ra trong khoảng thời gian ngắn (vài ngày) do các hiện tượng cực đoan, như bão, triều cường, động đất, sóng thần, v.v..

Đất ngập nước ven biển (coastal wetland). Theo Công ước Liên hợp quốc về đất ngập nước, gọi tắt là Công ước Ramsar (tên gọi đầy đủ là Công ước về các vùng đất ngập nước có tầm quan trọng Quốc tế, đặc biệt là nơi cư trú của các loài chim nước được ký kết vào ngày 2/2/1971 tại thành phố Ramsar, Iran và có hiệu lực từ ngày 21/12/1975), thì đất ngập nước là các vùng đầm lầy, đất than bùn, hoặc các vùng trũng có nguồn gốc tự nhiên hay nhân tạo, bị ngập nước thường xuyên hay tạm thời, ở trạng thái tĩnh hay chuyển động, là nước nhạt, nước lợ hay nước mặn bao gồm cả các vùng nước biển đến độ sâu không vượt quá 6 mét so với mực nước triều thấp. Đất ngập nước ven bờ giữ vai trò quan trọng đối với bờ biển. Bao trùm lên tất cả là đất ngập nước ven biển cung cấp các dịch vụ sinh thái cho cả con người và môi trường và được đánh giá bằng nhiều tỷ đô la. Tuy nhiên, hiện nay, diện tích đất ngập nước ven biển đang mất đi nhanh chóng do tác động của cả con người và tự nhiên và, đặc biệt là do mực nước biển dâng.

Vùng đất thấp ven biển (Low-Elevation Coastal Zone-LE CZ) được xác định là dải đất liền ven biển nằm trong khoảng độ cao từ 0 đến 10 mét [101]. Hầu hết các vùng đất thấp ven biển đều được phân bố trên các đồng bằng delta rộng lớn trên thế giới, có diện tích khoảng....(chiếm khoảng % tổng diện tích đất nổi trên địa cầu). Tuy nhiên, đây lại là nơi tập trung số dân đông nhất và có nhiều trung tâm kinh tế-văn hóa của loài người.

Như vậy, chúng ta cần phân biệt rõ 2 khái niệm *đất ngập nước ven bờ* và *vùng đất thấp ven biển*. Đất ngập nước ven bờ được quy định nằm trong phạm vi đáy biển ven bờ có độ sâu từ 0 đến 6 mét (theo Công ước Ramsa). Trong khi đó, vùng đất thấp ven biển lại có độ cao từ 0 đến 10 mét. Cả 2 vùng này có thể đều nằm trong khu bờ biển hiện đại-là nơi rất nhạy cảm và dễ bị tổn thương bởi các tác động từ bên ngoài, trong đó có thay đổi mực nước biển: dâng lên hay hạ xuống tương đối và các hoạt động của con người.

Thay đổi mực nước biển tương đối (relative sea-level change). Thay đổi mực nước biển tương đối là một khái niệm được sử dụng rất rộng rãi trong nghiên cứu mối quan hệ về vị trí giữa đất liền và biển. Sự thay đổi này có thể do đất liền được nâng lên hay hạ xuống gây ra bởi chuyển động kiến tạo, hoặc do sự dâng lên hay hạ xuống thực tế của mực nước biển gây ra bởi sự thay đổi khối lượng nước trong biển và đại dương do đóng băng và tan băng liên quan tới thay đổi khí hậu (lạnh đi hay nóng lên). Sở dĩ nói ‘tương đối’ là vì, giá trị thay đổi được tính là tổng đại số giữa giá trị nâng-hạ kiến tạo và dâng-hạ mực nước biển bằng biểu thức: $V_T = V_{kt} \pm V_{mb}$, trong đó V_T là giá trị thay đổi mực nước biển thực tế; V_{kt} là tốc độ nâng hoặc hạ do kiến tạo và V_{mb} là tốc độ dâng lên hay hạ xuống của mực nước biển do tan băng hoặc đóng băng. Chẳng hạn, khi tốc độ nâng lên kiến tạo nhỏ hơn tốc độ mực nước biển dâng, thì tại đó mực nước biển vẫn dâng lên. Còn khi tốc độ nâng lên do kiến tạo lớn hơn tốc độ dâng của mực nước biển, thì tại khu vực đó vẫn xảy ra hiện tượng mực

nước biển hạ xuống tương đối. Ngược lại, khi đất liền được nâng lên do kiến tạo, đồng thời mực nước biển hạ thấp do đóng băng thì sẽ dẫn đến mực nước biển hạ thấp tuyệt đối. Còn trong trường hợp, đất liền bị hạ xuống do kiến tạo và mực nước biển dâng lên do tan băng, thì sẽ xảy ra mực nước biển dâng tuyệt đối, v.v. Mực nước biển dâng lên hay hạ xuống liên quan với tan băng và đóng băng mang tính chất toàn cầu. Trong khi đó, nâng-hạ do kiến tạo chỉ mang tính địa phương. Kết quả là, thay đổi mực nước biển tương đối rất khác nhau ở những vị trí khác nhau trên toàn bộ đường bờ biển thế giới. Hậu quả cuối cùng của thay đổi mực nước biển tương đối là *làm dịch chuyển ranh giới tương tác giữa 2 môi trường: đất liền và biển*. Khái niệm thay đổi mực nước biển tương đối khác với sự dâng lên của mực nước biển toàn cầu.

Sự dâng lên của mực nước biển toàn cầu là khái niệm chỉ sự dâng lên của mực nước biển trung bình trên toàn thế giới do một số nguyên nhân, như dẫn nở nước biển do nhiệt độ tăng, do được bổ sung thêm nước tan ra từ các khối băng hà. Khái niệm này được sử dụng để chỉ sự gia tăng của mực nước biển toàn cầu trong giai đoạn hiện nay.

Tính dễ bị tổn thương của bờ biển (coastal vulnerability). Tính dễ bị tổn thương, nói chung, là một thuật ngữ được sử dụng khi đánh giá tai biến hoặc rủi ro. Khi có tai biến hoặc rủi ro xảy ra, thì một hay nhiều hợp phần nào đó của tự nhiên hay xã hội sẽ có những phản ứng lại đối với chúng. Do đó, *tính dễ bị tổn thương được hiểu là khả năng phản ứng lại của một hệ thống nói chung* (tự nhiên hay xã hội, từ đơn giản đến phức tạp, có quy mô không gian và thời gian rất khác nhau) *đối với những tác động không có lợi từ bên ngoài hoặc ngay bên trong nó*. Như vậy, khái niệm tính dễ bị tổn thương được sử dụng cho nhiều đối tượng khác nhau bao gồm cả các hợp phần tự nhiên (địa hình, nguồn nước, sinh vật, hệ sinh thái, v.v.), cũng như các hợp phần kinh tế-xã hội (hạ tầng cơ sở, di sản văn hóa, v.v.) trong hệ thống tự nhiên-xã

hội. Trên cơ sở nghiên cứu tính dễ bị tổn thương từng yếu tố, sẽ tiến hành đánh giá tính dễ bị tổn thương tổng thể. Để đánh giá tính dễ bị tổn thương, Kaiser [95] đã đưa ra 3 nhóm chỉ thị (indicator) bao gồm: xã hội, kinh tế và sinh thái.

Còn tính dễ bị tổn thương của bờ biển đối với mực nước biển dâng chính là sự phản ứng của địa hình bờ biển đối với những thay đổi các nhân tố hình thành và phát triển nó. Khi địa hình bờ biển-một trong những điều kiện tự nhiên không thể thiếu cho chính sự phát triển của các điều kiện tự nhiên khác (hoặc như sẽ được trình bày ở phần sau là một trong những loại tài nguyên thiên nhiên) phục vụ cho quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội của con người. Trong khoảng vài chục năm trở lại đây, vấn đề nghiên cứu tính dễ bị tổn thương bờ biển, đặc biệt là xói lở, đã được sự quan tâm rộng rãi của nhiều quốc gia và các nhà khoa học thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau.

Quy hoạch bờ biển. Quy hoạch bờ biển cũng là một dạng của quy hoạch phát triển lãnh thổ (cũng có thể đồng nghĩa với quy hoạch vùng, quy hoạch sử dụng đất đai, quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội). Quy hoạch vùng được hiểu là “*quy hoạch phát triển lãnh thổ được xem là một giải pháp thích hợp nhất trong một giai đoạn nào đó nhằm phân bổ và sử dụng các nguồn tài nguyên (tài nguyên thiên nhiên và tài nguyên nhân văn) một cách tối ưu trong tổ chức sản xuất phát triển kinh tế-xã hội và có quan tâm đến các lãnh thổ bên cạnh*” [30]. Trong quy hoạch, người ta phân biệt 2 kiểu: quy hoạch chiến lược và quy hoạch hành động. *Quy hoạch chiến lược* là bậc cao nhất của quy hoạch. Nó cung cấp một khung cảnh chung mà trong đó các kế hoạch chi tiết sẽ được thiết kế. Quy hoạch chiến lược đặt ra những mục tiêu rộng lớn và phác thảo những nét chính về các cách tiếp cận để đạt được mục tiêu đó. Nó không đưa ra mục tiêu chi tiết hoặc không mô tả các bước hành động cụ thể nào để đạt được mục tiêu. Có 2 kiểu quy hoạch chiến lược: 1) quy hoạch theo

vùng địa lý và 2) quy hoạch phát triển ngành. Chức năng quan trọng nhất của quy hoạch chiến lược là phải có tầm nhìn lâu dài. Khác với quy hoạch chiến lược, *quy hoạch hành động* đặt ra các hướng và các bước để đạt được các mục tiêu cụ thể nào đó và mang tính cục bộ. Chẳng hạn, phục hồi một khu rừng ngập mặn, hay phát triển một khu du lịch hoặc khai thác một mỏ khoáng sản nào đó ở đới bờ.

Quản lý bờ biển. Quản lý bờ biển, hay nói cụ thể hơn là quản lý môi trường bờ biển cũng giống như quản lý nói chung là một lĩnh vực vừa mang tính khoa học, vừa mang tính nghệ thuật. *Quản lý là một quá trình liên tục* tìm kiếm các giải pháp (gồm cả tổ chức hành động và các công cụ được sử dụng) thích hợp để đạt được mục tiêu của quy hoạch đã đề ra. Do đó, trong quản lý cần ưu tiên đến tính đặc thù của lãnh thổ, cũng như tính đặc thù của các lĩnh vực kinh tế-xã hội. Do đó, mỗi đoạn bờ biển cần có những giải pháp quản lý khác nhau. Điều đó cũng cho thấy rằng, *một giải pháp quản lý thành công cho đoạn bờ này không thể được áp dụng một cách hoàn toàn cho các đoạn bờ khác.* Quản lý môi trường bờ biển bao gồm 2 lĩnh vực là quản lý việc sử dụng tài nguyên và quản lý tai biến.

1.2. TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN

Biến động bờ biển (gồm cả xói lở và bồi tụ) là một quá trình tự nhiên luôn luôn tồn tại và góp phần tạo ra các cảnh quan ven bờ. Đây chính là quá trình tiến hóa địa hình bờ biển. Hay nói theo lĩnh vực địa mạo học, thì xói lở và bồi tụ là 2 quá trình địa mạo được gọi tên là *quá trình phá hủy* và *quá trình xây dựng*. Còn chính quá trình phá hủy và xây dựng là 2 mặt của quá trình trình thành và phát triển địa hình mặt đất nói chung và địa hình bờ biển nói riêng. Xét trên quy mô toàn cầu hiện nay, xói lở bờ biển là quá trình chiếm ưu thế hơn hẳn so với quá trình bồi tụ. Các nhà khoa học trên thế giới đều thừa nhận hiện tượng này có liên quan chặt chẽ với mực nước biển dâng do sự ấm

lên của khí hậu gây ra từ thế kỷ 20 đến nay và vẫn còn đang tiếp diễn. Cũng như xói mòn đất trên các lưu vực sông, xói lở bờ biển cũng là một nguồn cung cấp trầm tích lục nguyên cho các hệ bờ bao gồm các bãi biển, cồn cát, bãi bùn và bãi lầy mặn.

Biến động bờ biển nói chung và xói lở bờ biển nói riêng là một hiện tượng phổ biến và thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học, của nhiều tổ chức Chính phủ và Phi chính phủ và nhiều quốc gia trên thế giới. Đến nay, hiện tượng này đã trở thành vấn đề mang tính toàn cầu. Hiện nay, xói lở bờ biển đã trở thành một trong những vấn đề kinh tế-xã hội quan trọng nhất, thách thức khả năng của các quốc gia và các chính quyền địa phương. Bởi vì sự giạt lùi của bờ biển do xói lở là một loại tai biến có nhiều tiềm ẩn dẫn đến đến rủi ro cho vùng ven bờ biển. Hoạt động xói lở bờ biển đã, đang và sẽ làm thiệt hại đối với nhiều di sản thiên nhiên và di sản văn hóa, các quần cư (quần cư nông thôn và quần cư đô thị), các khu công nghiệp, v.v. được bố trí trên dải đất liền ven biển và các đảo, đặc biệt là các đảo nhỏ. Xói lở bờ biển làm thiệt hại kinh tế dưới 2 hình thức: trực tiếp phá hủy tài sản (nhà cửa, đường giao thông, các cơ sở kinh tế, v.v.) và chi phí để xây dựng các công trình bảo vệ. Chẳng hạn, ở Hoa Kỳ, ngay từ thập niên 1970-1980 của thế kỷ trước, xói lở bờ biển đã gây tổn thất hàng trăm triệu đô la mỗi năm [108]. Đây là vấn đề đang gia tăng ở nhiều nơi trên thế giới, trong đó có Việt Nam.

1.2.1. Nghiên cứu biến động bờ biển trên thế giới

1.2.1.1. Biến động bờ biển đã trở thành mối quan tâm toàn cầu

Biến động bờ biển tự nhiên bao gồm xói lở bãi cũng như vùng đất ven biển và tích tụ trầm tích để tạo ra một vùng đất mới là một hiện tượng tự nhiên trong quá trình tiến hóa vùng bờ biển. Nó xảy ra sau những thay đổi về mực nước biển tương đối, khí hậu và các nhân tố khác trên những quy mô

thời gian-không gian khác nhau từ các sự kiện theo thời gian địa chất đến các hiện tượng cực đoan trong khoảng thời gian ngắn. Nó cũng có thể được làm tăng lên bởi các hoạt động của con người hoặc là ngay tại bờ, hoặc trên các lưu vực sông, đặc biệt trên các lưu vực sông lớn vốn có nguồn cung cấp một lượng trầm tích to lớn cho bờ biển, như sông Hoàng Hà, Trường Giang, Ấn-Hằng và sông Mê Kông và sông Hồng ở Việt Nam.

Biến động địa hình bờ biển, đặc biệt là do xói lở bờ, có tác động rất lớn đến các cộng đồng dân cư và các hệ sinh thái ven bờ trên toàn thế giới. Nghiên cứu *biến động địa hình bờ biển*, thực chất, là nghiên cứu các *quá trình địa mạo bờ* nhằm tìm ra những đặc điểm hình thái và động lực hiện nay, lịch sử tiến hóa trong quá khứ và dự báo xu hướng phát triển của nó trong tương lai. Cũng như trên đất liền, hoạt động của các quá trình địa mạo ở bờ biển được biểu hiện cụ thể ở sự *hình thành một dạng địa hình* nào đó (quá trình xây dựng-tích tụ) hoặc ở sự *phá hủy một thành tạo địa hình* khác đang tồn tại (quá trình phá hủy-xói lở) dưới tác động của rất nhiều nhân tố động lực khác nhau từ phía biển cũng như từ phía lục địa, cả các nhân tố tự nhiên cũng như các tác động của con người. Xói lở và bồi tụ là hai mặt đối lập trong một quá trình địa mạo (hay là 2 quá trình địa mạo đối lập nhau) gây nên tình trạng biến đổi hình thái bờ biển.

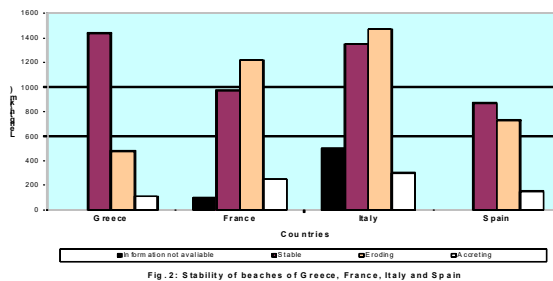
Ngay từ cuối thế kỷ 20, trong quá trình thu thập các bằng chứng về biến đổi đường bờ biển, các nhà khoa học đã nhận ra rằng xói lở bãi đã trở nên quá trình phổ biến rộng rãi trên thế giới. Giờ đây, *hiện tượng xói lở bờ biển đã trở thành vấn đề rất nghiêm trọng* và chiếm ưu thế hơn hẳn so với bồi tụ và được các quốc gia có biển, được các tổ chức khoa học và nhiều nhà khoa học quan tâm. Ước tính, hiện nay có khoảng trên 70% đường bờ cấu tạo bởi các vật liệu bờ rời trên toàn thế giới đang bị xói lở nghiêm trọng. Tuy nhiên, những đánh giá gần đây cho rằng, hầu hết các đường bờ biển cấu tạo bởi cát đều bị giạt lùi

trong thế kỷ 20 và kéo dài cho đến nay. Ở Hoa Kỳ, các bang nằm ở ven bờ Đại Tây dương và vịnh Mexico bị xói lở với tỷ lệ rất cao và gia tăng tốc độ theo thời gian. Chẳng hạn, theo báo cáo của IPCC, ở bang Louisiana, tốc độ giạt lùi trung bình của đường bờ là từ 0,61 m/năm trong giai đoạn 1855-2002 đã tăng lên 0,94 m/năm kể từ năm 1988 [93 (1)]. Còn đường bờ biển các bang Mississippi và Texas có tới trên một nửa chiều dài đang bị xói lở với tốc độ trung bình từ 2,6 đến 3,1 m/năm kể từ năm 1970 đến nay, trong khi đó tại bang Louisiana có tới 90% chiều dài đường bờ cấu tạo bởi cát đang bị xói lở với tốc độ đạt tới 12,0 m/năm. Ở nước Anh có tới 67% chiều dài đường bờ biển phía đông nước này đã bị giạt lùi về phía đất liền trong suốt thế kỷ trước. Ở Nigeria, tốc độ giạt lùi đường bờ biển cũng đạt tới 30 m/năm [89(6)]. Hay ở Trung Quốc, xói lở bờ biển cũng chiếm gần 50% chiều dài đường bờ, trong đó biển Bột Hải là 46% với tốc độ khoảng 40 mét/năm, Hoàng Hải: 49%, biển Hoa Đông: 44%, bờ biển tỉnh Quảng Đông và đảo Hải Nam: 21% [61]. Bờ biển của một số nước khác ở Châu Á cũng bị xói lở nặng nề. Chẳng hạn, ở đảo Sagar, phía tây vịnh Bengan của Ấn Độ, tốc độ xói lở mạnh từ năm 1996 đến 1999 là khoảng 5,47 km²/năm; ở Sri Lanka, diện tích rừng ngập mặn bị giảm liên tục từ 12.000 ha năm 1986, còn 8.678 ha vào năm 1993 và chỉ còn 6.000 ha vào năm 2000; bờ biển ở Indonesia cũng bị xói lở ở nhiều tỉnh, cho nên trong khoảng thời gian từ 1996 đến 2004, chính phủ nước này đã bỏ ra 79,667 triệu USD cho các công trình bảo vệ bờ biển, nhưng hiệu quả vẫn không cao, trừ khu vực Bali [73].

Bờ biển của các nước trong Cộng đồng Châu Âu cũng bị xói lở ở nhiều nơi. Theo báo cáo của Ủy ban Châu Âu, tính đến năm 2001, tổng chiều dài đường bờ biển bị xói lở là 19.732 km, trong tổng số chiều dài là 100.925 km [81]. Mặt khác, Theo nghiên cứu gần đây của Viện Tài nguyên Thế giới, khoảng 70% đường bờ biển Châu Âu bị thiệt hại nghiêm trọng-có tỷ lệ % cao nhất so với bất kỳ khu vực nào trên thế giới, do mật độ dân số, đường giao

thông, đường ống, các lợi ích, các thành phố và các cảng chính [72]. Chẳng hạn, tại Hà Lan, hàng năm bờ biển của nước này mất đi khoảng 1 triệu m³ cát do di chuyển ra vùng nước sâu trong vòng 30 năm qua. Hiện tượng xói lở bờ cũng là xu hướng chiếm ưu thế ở bờ biển Địa Trung hải trong giai đoạn hiện nay (hình 1.3).

Hiện nay, xói lở bờ biển có thể gặp được trên bờ biển ở bất kỳ vùng địa lý nào, từ vùng cực cho đến xích đạo, xảy ra ở mọi đới khí hậu, từ bờ của các lục địa rộng lớn đến bờ các đảo nhỏ ở Nam Thái Bình dương, từ bờ biển mở



Hình 1.3. Biểu đồ biến đổi bờ biển theo các phương thức khác nhau ở một số nước Châu Âu [81]

cho đến các biển kín, thậm chí cả trong các cung bờ lõm, mà về mặt lý thuyết, ở đây quá trình tích tụ xảy ra chiếm ưu thế. (hình 1.4 và 1.5). Mặc dù vậy, cho đến thời gian gần đây, trên thế giới cũng chỉ mới có một số nơi tiến hành quan trắc được chuỗi số liệu lâu dài về xói lở bờ biển. Chẳng hạn, bãi biển Scarborough ở Miền Tây Australia đã quan trắc liên tục trong 16 năm, hay ở bãi biển Moruya ở New South Wales cứ 2 tuần một lần quan trắc kể từ năm 1973 đến nay; hoặc dọc bờ biển Florida, người ta tiến hành đo trắc diện ngang định kỳ cách nhau 100 mét kể từ năm 1972.



Hình 1.4. Xói lở bờ biển ở Alaska (Hoa Kỳ) và ở North Norfolk thuộc bờ đông nước Anh (nguồn: Internet)



Hình 1.5. Xói lở bờ biển delta sông Bra.. ở Bangladesh (trái) và bờ biển mở ở Sabah, Malaysia (giữa) và trên các đảo Nam Thái Bình dương (phải) (nguồn: internet)

Xói lở bờ biển đã trở thành một loại tai biến nghiêm trọng trên bờ biển. Mặc dù ít có khả năng gây thiệt hại về người, nhưng tai biến xói lở bờ biển gây ra những thiệt hại nặng nề về kinh tế (phá hủy cơ sở hạ tầng, các di tích và di sản) và mất diện tích canh tác của các cộng đồng dân cư ven biển, đặc biệt là các vùng đã phát triển (hình 1.6).

Ngoài thiệt hại do xói lở gây ra, các quốc gia ven biển còn phải bỏ ra nhiều kinh phí để phòng và chống lại hiện tượng này. Bởi vậy, trong khoảng vài chục năm trở lại đây, nhiều nước, nhiều tổ chức Quốc tế và các nhà khoa học đã xây dựng các chiến lược, chương trình, dự án và đề tài nghiên cứu khoa học nhằm đánh giá hiện trạng, nguyên nhân và đề xuất các giải pháp quản lý biến đổi bờ biển một cách hữu hiệu. Có mấy lý do sau:



Hình 1.6. Đèn biển trên đảo Morris, gần Charleston, Nam Caroline được xây dựng trên bờ năm 1940. Hiện nay, nó nằm ở ngoài khơi cách bờ 400 mét (trái) và sóng bão đã hạ thấp 4 mét trong một trận bão ở Westhamton, New York để lại những ngôi nhà đứng ở biển (phải) [88]

1) Bờ biển là nơi tiếp xúc trực tiếp giữa đất liền và biển cả, là nơi thường xuyên xảy ra mối tương tác qua lại giữa các trạng thái của vật chất (bao gồm rắn, lỏng và khí). Do đó, bờ biển là nơi rất nhạy cảm và dễ bị tổn thương đối với bất kỳ một thay đổi nào về các điều kiện hình thành và phát triển của nó. Do đó, luôn trong trạng thái cân bằng động, rất mong manh.

2) Bờ biển nói riêng và khu bờ biển nói chung là nơi rất giàu có về tài nguyên, bao gồm cả tài nguyên sinh vật và tài nguyên không sinh vật, cả tài nguyên thiên nhiên, lẫn tài nguyên nhân văn. Do đó, khu bờ biển có tiềm năng kinh tế rất to lớn có tính hấp dẫn cao đối với nhiều lĩnh vực kinh tế và văn hóa.

3) Dải đất ven biển là nơi có số dân đông nhất và liên tục gia tăng cả do tự nhiên và tăng do cơ học. Chẳng hạn, theo Psuty và đồng nghiệp [117], tại Hoa Kỳ, có tới 56% số dân sống ở vùng lãnh thổ ven biển, mật độ dân số ở đây đã tăng từ 187 người/dặm vuông vào năm 1960 lên 273 người/dặm vuông vào năm 1994. Hơn nữa, còn có nhiều cơ sở hạ tầng quan trọng như các khu đô thị, khu kinh tế, các khu du lịch-nghỉ dưỡng, v.v. và ngày càng tăng.

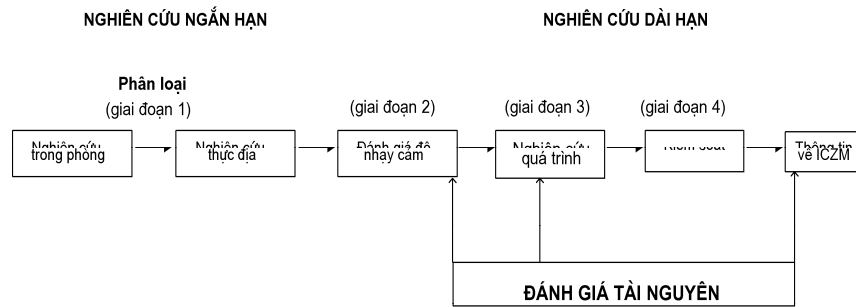
Đó là 3 áp lực chính lên bờ biển hiện nay, khiến nó không ngừng biến đổi với tốc độ khác nhau. Do đó, có nhu cầu ngày càng tăng về các thông tin chính xác liên quan đến xu thế và tốc độ dịch chuyển đường bờ cả trong quá khứ, hiện nay và xu thế biến động trong tương lai, cũng như để phân tích toàn diện sự dịch chuyển này cho các vùng khác nhau. Để đáp ứng được những nhu cầu này, nhiều tổ chức khoa học và nhiều nhà khoa học trên thế giới đã đi sâu vào nghiên cứu vấn đề này.

Trong những năm gần đây, I.O.C. đã soạn thảo nhiều văn bản chỉ dẫn trình UNESCO để ban hành rộng rãi trên thế giới. Đó là các văn bản số 40 “*Hướng dẫn nghiên cứu biến động bờ biển ở Tây Đại Tây dương*” [96], văn bản số 38 “*Hướng dẫn thành lập bản đồ mức độ tổn thương đới bờ Đại Tây Dương*” [91], và văn bản số 36 “*Hướng dẫn phương pháp quản lý thống nhất đới bờ biển*” [90]. Theo văn bản số 40, UNESCO đã khuyến cáo các bước thực hiện nghiên cứu biến động bờ biển được trình bày ở hình 1.7. Từ các văn bản nêu trên, các nước như Somali, Kenya, Tanzania, Mozambique và Madagascar đã tiến hành nghiên cứu biến động bờ biển của họ. Cũng từ hình 1.7 cho thấy, nghiên cứu biến động bờ biển có ý nghĩa rất to lớn đối với quy hoạch và quản lý môi trường đới bờ biển.

1.2.1.2. Nghiên cứu tác động của mực nước biển dâng đến bờ biển trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu

Biến đổi khí hậu không tác động trực tiếp đến biến động bờ biển. Tuy nhiên tác động gián tiếp đến địa hình của bờ biển lại rất rõ ràng thông qua mực nước biển dâng và các sự kiện cực đoan về thời tiết gia tăng. Một trong những tác động của biến đổi khí hậu quan trọng nhất đến bờ biển là mực nước biển dâng. Các tác động của mực nước biển dâng đến biến động bờ biển được biểu hiện vừa trực tiếp, lại vừa gián tiếp. Tác động trực tiếp của mực nước biển

dâng đến bờ bao gồm: ngập nước do thủy triều và nước dâng trong bão trở nên thường xuyên hơn, ngập úng các vùng đất thấp, xâm nhập mặn, mất diện tích đất ngập nước và đe dọa hạ tầng cơ sở. Còn tác động gián tiếp là làm xói lở bờ thông qua việc làm tăng độ sâu đáy biển ven bờ dẫn đến năng lượng sóng tác động tới bờ cũng tăng và, cuối cùng, làm tăng xói lở bờ biển.



Thứ tự hành động cho nghiên cứu thay đổi đường bờ theo hướng dẫn của IOC

Hình 1.7. Thứ tự các bước nghiên cứu biến động đường bờ biển phục vụ cho quản lý thống nhất đới bờ [90]

Ghi chú: ICZM- Integrated Coastal Zone Management-Quản lý thống nhất đới bờ biển

Như đã đề cập ở mục 1, sự thay đổi mực nước biển có ý nghĩa quyết định đối với vị trí tác động của sóng-nhân tố động lực chính trong quá trình bờ, tới bờ biển. Khi mực nước biển dâng lên, thì đới tác động của sóng tới bờ sẽ dịch chuyển về phía đất liền, và ngược lại. Tùy thuộc vào địa hình ban đầu (chủ yếu là hình dạng và độ dốc của bờ biển), phạm vi không gian dịch chuyển sẽ được mở rộng hay thu hẹp. Nhiều cuốn sách kinh điển về địa mạo bờ biển đã đề cập đến vai trò của thủy triều-một loại thay đổi mực nước biển theo chu kỳ ngắn (chu kỳ ngày-đêm-24 giờ) đối với bờ biển. Vấn đề càng trở nên cấp bách hơn khi các kịch bản về mực nước biển dâng cho thấy, trong những năm tiếp theo tốc độ dâng lên của mực nước biển sẽ nhanh hơn trong thời kỳ vừa qua do sự ấm lên toàn cầu. Theo ý kiến của một số nhà khoa học trên thế giới, mực nước biển dâng tăng cường có thể dẫn đến 5 tác động đến bờ biển bao gồm: 1) xói lở bãi và giạt lùi các vách biển; 2) làm ngập các vùng

đất thấp ven bờ; 3) xâm nhập mặn vào cả nước ngầm lẫn nước mặt; 4) làm cho mực nước ngầm dâng cao và 5) phá hủy do bão và ngập nước tăng lên [109]. Tuy nhiên, trong báo cáo này, chỉ đề cập đến 2 tác động đầu tiên.

a) Tác động của mực nước biển dâng đến xói lở bờ và bãi biển

Mực nước biển dâng đang tác động đến đường bờ trên toàn thế giới: cường độ và kiểu tác động phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố: cấu trúc địa chất, đặc điểm đất đá, các đặc trưng của địa hình bờ, các quá trình vật lý và sinh thái đang hoạt động trong môi trường này. Do đó, tác động của mực nước biển dâng cũng sẽ khác nhau ở những địa điểm khác nhau. Hiện nay, đã có rất nhiều công trình nghiên cứu mối quan hệ giữa xói lở bờ biển và mực nước biển dâng. Mô hình quan niệm về tác động của mực nước biển dâng đến xói lở bờ biển lần đầu tiên được Bruun P. [60] đưa ra vào năm 1962 (sau này được gọi là Quy tắc Bruun-Bruun Rule). Quan niệm chủ đạo của mô hình là trắc diện ngang của bãi biển đã đạt được trạng thái cân bằng động trong thời gian mực nước biển tương đối ổn định, trước khi mực nước biển dâng lên. Khi có sự gia tăng của mực nước biển, trắc diện cân bằng sẽ có phản ứng lại với mực nước mới, dẫn đến xói lở ở phần bãi trên và mang vật liệu này xuống phần sâu hơn và tích tụ lại đó, nhằm khôi phục lại trắc diện ban đầu. Nhưng do mực nước biển liên tục dâng lên, nên quá trình này liên tục xảy ra. Đó là quá trình phản ứng của bờ đối với mực nước biển dâng.

Tuy nhiên, hiện nay vẫn còn có ý kiến đặt ra là: liệu có phải chính sự dâng lên của mực nước biển là nguyên nhân gây ra xói lở bờ hay không? Hay còn có những lý do nào khác? Vì vậy đã có rất nhiều công trình nghiên cứu để làm sáng tỏ nhận định này. Chẳng hạn, sau khi phân tích một số giả định trong quy tắc Bruun không tồn tại trong thực tế, Cooper và Pilkey [65] đã đi đến nhận xét rằng, “quy tắc Bruun không đủ năng lực để dự báo hành vi địa mạo của đường bờ trong điều kiện mực nước biển dâng và nên bỏ đi”

(trang 157). Trong khi đó, Enviroment Agency [70], Zhang và đồng nghiệp [139], đã đưa ra lập luận về 3 nguyên nhân có thể dẫn đến xói lở bờ biển mang tính toàn cầu hiện nay là: nước biển dâng, thay đổi chế độ bão và sự can thiệp của con người. Sau đó, các tác giả này cho rằng, sự thay đổi chế độ của bão trong thế kỷ trước là chưa rõ ràng, còn các động của con người lại mang tính địa phương. Do đó, mực nước biển dâng được xem là nguyên nhân hợp lý. Cho nên, dù muốn hay không, việc xác định tốc độ dâng mực nước biển đang tăng lên là quan trọng bậc nhất. Để chứng minh cho điều này, Zhang và đồng nghiệp đã tiến hành phân tích mối quan hệ giữa tốc độ xói lở bờ biển lâu dài và tốc độ dâng lên của mực biển và đi đến nhận xét rằng, trên các bãi cát có độ dốc khoảng 0,01-0,02, tốc độ xói lở lớn hơn tốc độ dâng lên của mực nước biển từ 50 đến 100 lần. Trong khi đó một số tác giả khác [93(6)] lại đưa ra giá trị lớn hơn từ 50 đến 200 lần. Từ việc phân tích các kết quả nghiên cứu xói lở bờ biển Đại Tây dương và bờ Hồ Lớn thuộc Hoa Kỳ, một số nhà khoa học đã chỉ ra rằng, quy tắc Bruun chỉ đúng trong trường hợp nghiên cứu thực nghiệm trong các bể sóng và các vùng nước tương đối yên tĩnh, như Hồ Lớn. còn Zhang và đồng nghiệp [139], thì lại cho rằng, quy tắc này cũng có thể đúng trên cơ sở phải nghiên cứu trong quy mô thời gian lâu dài. Do đó, họ đã đi đến kết luận, mực nước biển dâng là nguyên nhân xói lở bãi cát lâu dài ở bờ đông Hoa Kỳ và có thể cả các bãi cát khác ở mọi nơi. Như vậy, trong những năm tới, mực nước biển sẽ dâng lên với tốc độ nhanh hơn, thì sự giạt lùi đường bờ biển cũng sẽ mạnh hơn. Điều quan trọng là hầu hết các nhà khoa học đều nhận thấy, quy tắc Bruun chỉ áp dụng có hiệu quả cho các bờ, bãi cấu tạo bằng cát và không phù hợp cho các bờ đá và bờ bùn-sét. Ngoài ra, còn một số công trình khác nghiên cứu về mối quan hệ này [66, 67].

Tuy nhiên, việc đánh giá tác động của mực nước biển dâng ở bờ biển hoàn toàn không đơn giản như vậy, bởi vì, trong khi mực nước biển dâng có

thể đo được ở quy mô thời gian hàng tháng hay hàng năm, thì ảnh hưởng của nó đến địa hình bờ biển thực sự chỉ có thể chứng minh được ở quy mô hàng chục năm hoặc lâu hơn (ít nhất là, khi tốc độ dâng mực nước biển vẫn $< 1\text{cm/năm}$). Do đó, Quy tắc Bruun vẫn còn đang được tranh luận. Mặc dù còn có những tranh luận để làm rõ tính xác thực của Quy tắc Bruun, nhưng kết quả tính toán tốc độ giạt lùi đường bờ biển theo quy tắc này vẫn cho thấy bức tranh chung về ảnh hưởng của mực nước biển dâng. Trong những năm vừa qua, nhiều nhà khoa học vẫn ứng dụng mô hình Bruun để tính toán sự biến động bờ biển trong các loại bờ khác nhau (Ozyurt, 2010 [111]). Hiện nay, nhiều quốc gia và vùng lãnh thổ (Australia, New Zealand, EU, vùng Caribe) đã sử dụng giá trị tốc độ biến đổi bờ biển (nhất là tốc độ giạt lùi) tính theo Quy tắc Bruun là một trong các tham số để đánh giá dự đoán chiều rộng của vùng nhạy cảm xói lở hay là đới hạn chế (hoặc cấm) xây dựng các loại công trình (setback zone) giúp cho việc định hướng hoặc điều chỉnh các quy hoạch phát triển trên bờ biển.

Thực tế không phải chỉ xói lở các bờ cát, mà xói lở do nước biển dâng còn xảy ra trên các bờ vách cấu tạo bằng các đá mềm với đặc trưng là vách gần như thẳng đứng và có độ cao lớn, thường trên 10 mét, đôi khi đạt tới 50-100 mét và là các thành tạo địa chất có tuổi cổ hơn, như bờ biển ở phía đông-bắc nước Anh, xói lở bờ xảy ra lâu dài trên các đoạn bờ cấu tạo bằng đá phan.

Tuy nhiên, một số nhà khoa học khác lại cho rằng, xói lở bờ biển là một quá trình rất phức tạp và có nhiều nhân tố tác động và ảnh hưởng tới nó, như nguồn cung cấp trầm tích bị giảm đi hoặc bị cạn kiệt và các hoạt động của con người (xây dựng các công trình trên thượng nguồn và các công trình bảo vệ bờ, v.v.), hay do bão và gió mạnh gia tăng, nước dâng trong bão. Còn

tốc độ xói lở lại cũng phụ thuộc nhiều vào độ bền vững của đất đá tạo bờ, v.v. Để nhấn mạnh cho vấn đề phức tạp này, Bird E. [59] đã đưa ra tới 21 nguyên nhân dẫn tới xói lở bờ biển. Thực ra, trong số 21 nhân tố này, thì chỉ có vài nhân tố là nguyên nhân, còn các nhân tố khác được xếp vào các nhân tố ảnh hưởng. Vì vậy, Vũ Văn Phái và đồng nghiệp [32] đã đưa ra nguyên nhân trực tiếp và nguyên nhân gián tiếp. Nguyên nhân trực tiếp thì chỉ có 1, nhưng các nhân tố ảnh hưởng thì có rất nhiều và với mức độ rất khác nhau.

b) Tác động của mực nước biển dâng đến các vùng đất thấp ven biển và đất ngập nước ven bờ

Sự tràn ngập các vùng đất thấp ven biển do mực nước biển dâng cũng là mối quan tâm của nhiều nhà khoa học và nhiều quốc gia. Theo McGranahan và đồng nghiệp [101], các vùng đất thấp ven biển, như đã nêu ở trên là những vùng lãnh thổ ven biển có độ cao dưới 10 mét (low elevation coastal zone-LECZ), có diện tích khoảng 2.571×10^3 km² (chiếm khoảng 1,72% tổng diện tích lục địa; lấy diện tích lục địa là 149×10^6 km²). Trên dải đất này có khoảng 602 triệu người sinh sống (chiếm khoảng 13,5% tổng dân số thế giới; số liệu năm 2005) (bảng 1.1). Trong đó hơn một nửa sống trong các thành phố lớn ven biển, như: Bombay (Ấn Độ), Thượng Hải (Trung Quốc), Tokyo (Nhật Bản), Jakarta (Indonesia), Băng Cốc (Thái Lan), London (Anh) và New York (Hoa Kỳ). Dân số của nhiều thành phố ở Châu Á sẽ có thể tiếp tục tăng lên vì lực lượng làm việc ngày càng mở rộng để giữ được nhịp độ với toàn cầu hóa về kinh tế, trong đó có kinh tế biển.

Mực nước biển dâng sẽ là mối đe dọa nguy hiểm cho các vùng đất này. Trên cơ sở các số liệu thống kê, McGranahan và đồng nghiệp [101] đã đưa ra kết quả về nhóm 10 nước có số dân đông nhất và nhóm 10 nước có tỷ lệ dân số cao nhất sống trong vùng đất thấp này, trong đó có Việt Nam (bảng 1.2).

Đồng thời, Việt Nam và Bangladesh cũng là 2 trong nhóm 10 nước có tỷ lệ số dân cao nhất sông trong vùng đất thấp ven biển (bảng 1.3).

Bảng 1.1. Dân số trên thế giới sông trên các vùng đất thấp [101]

Khu vực	Dân số		Diện tích	
	Người ($\times 10^6$)	%	Diện tích ($\times 10^3 \text{km}^2$)	%
Châu Phi	55	8,2	206	0,9
Châu Á	438	12,3	819	3,3
Châu Âu	48	7,1	459	2,1
Mỹ Latinh	28	6,1	372	2,0
Châu Úc và New Zealand	3	13,8	134	1,7
Bắc Mỹ	25	7,8	523	2,8
Các quốc gia đảo nhỏ	6	13,1	56	16,3
Toàn thế giới	602	10,5	2.571,00	1,7

Mực nước biển dâng sẽ làm ngập dần dần diện tích các vùng đất thấp dẫn đến biến các hệ sinh thái đất liền thành các hệ sinh thái biển, thu hẹp diện tích sinh tồn của các loài trên cạn, trong đó có cả loài người chúng ta. Nhiễm mặn vào các tầng chứa nước ngọt dưới đất và nước trên mặt ngày càng mở rộng. Nước mặn xâm nhập sâu vào đất liền làm cho mực nước ngầm dâng lên gây lầy hóa cho các vùng đất thấp.

Chẳng hạn, FitzGerald D.M. và đồng nghiệp [73] đã dự báo rằng, chỉ cần mực nước biển dâng lên khoảng 0,5 mét, thì sẽ ảnh hưởng tới 6,1 triệu dân đang sinh sống trên diện tích 4.500 km^2 đất màu mỡ của delta Sông Nin.

Bảng 1.2. Nhóm 10 quốc gia có dân số đông nhất trong vùng đất thấp ven biển
[101]

STT	Quốc gia	Số người (x10 ³)	%
1	Trung Quốc	127.038	10
2	Ấn Độ	63.341	6
3	Bangladesh	53.111	39
4	Indonesia	41.507	20
5	Việt Nam	41.439	53
6	Nhật Bản	30.827	24
7	Ai Cập	24.411	36
8	Hoa Kỳ	23.279	8
9	Thái Lan	15.689	25
10	Philippin	15.122	20

Bảng 1.3. Nhóm 10 quốc gia có tỷ lệ dân số cao nhất sống trong vùng đất thấp ven biển [101]

STT	Quốc gia	Số người (x10 ³)	%
1	Maldives	291	100
2	Bahamas	267	88
3	Bahrain	501	78
4	Surinam	325	78
5	Hà Lan	9.590	60
6	Ma Cao	264	59
7	Guyana	419	55
8	Việt Nam	41.439	53
9	Djibouti	250	40
10	Bangladesh	53.111	39

c) Mối quan hệ giữa biến động đường bờ biển với thay đổi mực biển tương đối

Sự thay đổi mực nước biển tương đối, dù do nguyên nhân nào (do nâng-hạ kiến tạo hay nâng-hạ chân tĩnh) đều dẫn đến sự dịch chuyển vị trí của đường bờ biển, hoặc giạt lùi vào phía đất liền (mực nước biển dâng lên), hoặc tiến ra phía biển (mực nước biển hạ xuống). Điều này dẫn đến dịch chuyển

phạm vi tác động của sóng-nhân tố động lực chủ yếu hình thành và biến đổi địa hình bờ biển, tới bờ biển. Theo quy luật chung, khi mực nước biển hạ xuống thì hoạt động của quá trình tích tụ xảy ra chiếm ưu thế, dẫn đến đường bờ dần dần dịch chuyển ra phía biển; ngược lại, khi mực nước biển dâng lên lại làm cho đường bờ biển dịch chuyển về phía đất liền. Sự dịch chuyển này diễn ra theo 2 cách: 1) hoặc là nước biển dần dần tràn ngập các vùng đất thấp ven bờ có độ nghiêng nhỏ và 2) hoặc là xói lở các đoạn bờ cao hơn, nhưng có độ nghiêng lớn hơn làm cho đường bờ biển dịch chuyển dần về phía đất liền dẫn đến giảm diện tích đất liền trên quy mô toàn cầu. Đó là hai xu hướng chiếm ưu thế do tác động của mực nước biển dâng dẫn đến làm biến động bờ biển. Tuy nhiên, các tác động đến bờ do mực nước dâng nói trên không giống nhau phụ thuộc vào nhiều yếu tố mang tính khu vực hay địa phương. Điều này đã quan sát được ở nhiều nơi trong thời gian qua và đã được trình bày trong Báo cáo đánh giá Thứ tư vào năm của ICCP (bảng 1.4 [93(1)]).

d) Đánh giá biến động bờ biển do mực nước biển dâng

Nhận thức rõ tầm quan trọng của biến động bờ biển đối với tác động của mực nước biển dâng, nên trong mấy năm gần đây Cục Địa chất Hoa Kỳ đã thực hiện chương trình đánh giá biến động cho toàn bộ đường bờ biển của nước này từ phía Thái Bình dương, qua vịnh Mexico và tới bờ Đại Tây dương [78, 82, 106, 107]. Còn đối với các nước thuộc Cộng đồng Châu Âu, từ thập kỷ 90 của thế kỷ XX đến nay, các nhà quản lý cũng như các nhà khoa học đã đưa ra các chương trình nghiên cứu biến động bờ biển phục vụ cho công tác quy hoạch và quản lý đới bờ biển nói chung và đã đưa ra phương châm “sống chung với xói lở bờ biển” [81]. Nhiều quốc gia khác như Australia, New Zealand và các quốc đảo thuộc Tây Nam Thái Bình dương và vùng biển Caribe cũng đã tiến hành các chương trình nghiên cứu biến động bờ biển trong bối cảnh mực nước biển dâng.

Bảng 1.4. Thay đổi các quá trình bờ do biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng
[93(1)]

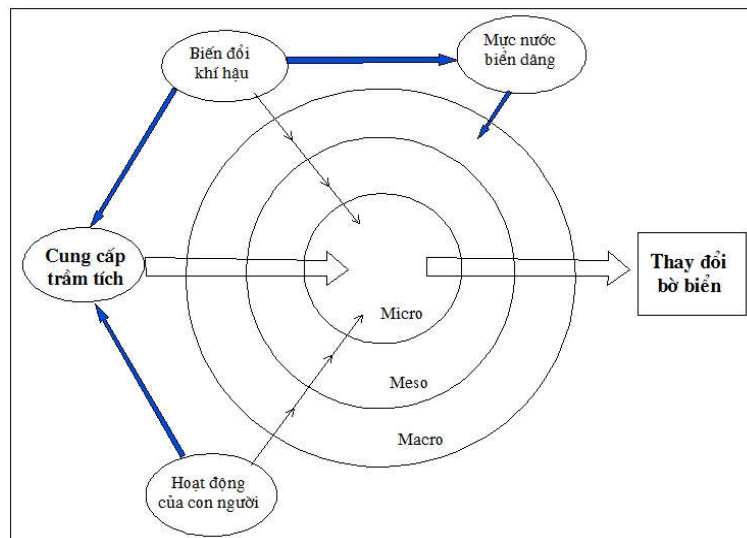
Kiểu thay đổi	Những thay đổi được quan sát	Giai đoạn	Vị trí	Nguồn
Xói lở đường bờ	75% đường bờ cấu tạo bằng cát đang bị xói lở	Từ giữa thế kỷ 19 đến năm 2000	Bờ đông nước Mỹ	Zhang và đồng nghiệp, 2004
	Giật lùi đường bờ 0,61 m/năm Giật lùi đường bờ 0,94 m/năm	1855-2002 1988-2002	Louisiana, Mỹ	Penland và đồng nghiệp, 2005
	Xói lở bãi thịnh hành do mực nước biển dâng, phá hủy rừng ngập mặn	1960s-1990s	Fiji	Mimura và Nunn, 1998
	Xói lở bãi do tẩy sạch san hô, phá rừng ngập mặn, khai thác cát, các cấu trúc	1950-2000	Vùng nhiệt đới: ĐN Á, ĐTD, Úc, Barbados	Wong, 2003
	19% đường bờ được nghiên cứu đang bị giật lùi bất chấp sự nâng lên của lục địa do tan băng giá	1950-1995	Eo biển Manitounuk, Canada	Beaulieu và Allard, 2003
	Xói lở đường bờ, sự tăng cường gân đây	Trước 1990s đến hiện nay	Cửa sông và vịnh St. Lawrence, Canada	Bernatchez và Dubois, 2004; Forbes và đồng nghiệp., 2004
	Mài mòn karst nhiệt tăng lên do khí hậu ấm lên	1970-2000 so với 1954-1970	BBD, bờ biển Beaufort, Canada	Lantuit và Pollard, 2003
	Xói lở bãi do đắp đập qua sông Nin và lũ sông giảm do thay đổi lượng mưa	Cuối thế kỷ 20	Alexandria, Ai-Cập	Frihy và đồng nghiệp, 1996
	Xói lở bờ biển	1843 đến nay	Đường bờ nước Anh	Taylor và đồng nghiệp, 2004
Thay đổi đất ngập nước	Khoảng 1.700 ha đầm lầy bị thoái hóa trở thành vùng nước mở; các đầm lầy không bị thoái hóa bị giảm khoảng 1.200 ha	1938-1989	Vịnh Chesapeake, Mỹ	Kearney và đồng nghiệp, 2002
	Giảm diện tích đầm lầy mặn do mực nước biển dâng khu vực và tác động của con người	1920-1999	Đảo Dài ở Nữ Ước và Connecticut, Mỹ	Hartig và đồng nghiệp, 2002; Hartig và Gornitz, 2004
	Đầm lầy mặn vẫn duy trì cùng với mực nước biển dâng với nguồn cung cấp trầm tích đầy đủ	1880-2000	Normandy, Pháp	Haslett và đồng nghiệp, 2003

Sự dịch chuyển cỏ thừng (<i>Spartina alterniflora</i>) về phía đất liền do mực nước biển dâng và thừa thải nitrogen	1995-1999; cuối thế kỷ 20	Đảo Rhode, Mỹ	Donnelly và Bertness 2001; Bertness và đồng nghiệp, 2002
Giảm từ 12.000 đến 4.000 ha, từ đất khai hoang, xói lở tạo ra do sóng và thiếu trầm tích	1919-2000	Venice, Italy	Day và đồng nghiệp, 2005
Bãi bùn tiến về phía đất liền thay thế các bãi cát do cung cấp trầm tích được nạo vét tăng lên	1897-1999	Bờ biển Queensland, Úc	Wolanski và đồng nghiệp, 2002
Mất đất ngập nước do mực nước biển dâng, khai hoang, thay đổi năng lượng sóng/gió, động lực thủy triều	1850s-1990s	Cửa sông Thềm, Anh	van der Wal và Pye, 2004
Tốc độ lấn biển của delta giảm do giảm nguồn cung cấp trầm tích từ việc xây dựng đập	1960s-2003	Delta sông Dương Tử, Trung Quốc	Yang và đồng nghiệp, 2005

Bước tiếp theo sau khi đã xác định được hiện trạng biến động đường bờ biển, là phân tích nguyên nhân cũng như các nhân tố ảnh hưởng đến biến động này. Trên cơ sở quan niệm về hệ địa mạo bờ biển ở các quy mô không gian và thời gian khác nhau, Slaymaker O. và đồng nghiệp [121] đã đưa ra mô hình quan niệm về mối tương tác này (hình 1.8). Hiện nay, phân tích biến động bờ biển được các quốc gia có đường bờ biển rất quan tâm. Bởi vì, những biến động này là *chỉ thị môi trường* (environmental indicator) có tác động trực tiếp đến phát triển kinh tế-xã hội, đặc biệt là xây dựng *chỉ thị xói lở bờ biển* (coastal erosion indicator) phục vụ cho quản lý thống nhất đối bờ biển [72]. Sau đó là đánh giá mức độ tổn thương đối với từng đoạn bờ cụ thể dưới tác động của các nhân tố này. Để đánh giá mức độ tổn thương của bờ biển, các nhà khoa học Hoa Kỳ đã đưa ra *chỉ số mức độ tổn thương bờ* (CVI-Coastal Vulnerability Index) đối với sự dâng lên của mực nước biển và sử dụng nó để thành lập bản đồ mức độ dễ bị tổn thương tương đối của bờ biển [78, 82].

Trước đó, Tổ chức Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) đã đưa ra phương pháp luận chung để đánh giá khả năng dễ bị tổn thương đối với mực nước biển dâng vào năm 1992 và sau đó là Hướng dẫn Kỹ thuật cho

đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và thích ứng vào năm 1994. Tuy nhiên, các văn liệu này cũng chưa đưa ra các phương pháp cụ thể cho việc đánh giá tính dễ bị tổn thương bờ biển do mực nước biển dâng liên quan tới sự ấm lên của khí hậu. Gần đây nhất, báo cáo năm 2007 của tổ chức này đã đánh giá và phân tích nhiều khía cạnh của biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng cũng như các tác động và ảnh hưởng của chúng tới cả tự nhiên và đời sống xã hội, cũng như cần nghiên cứu đề xuất các giải pháp thích ứng.



Hình 1.8. Sơ đồ biểu diễn các tác nhân quan trọng ảnh hưởng tới biến động bờ biển [121]

Trước đó, Tổ chức Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) đã đưa ra phương pháp luận chung để đánh giá khả năng dễ bị tổn thương đối với mực nước biển dâng vào năm 1992 và sau đó là Hướng dẫn Kỹ thuật cho đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và thích ứng vào năm 1994. Tuy nhiên, các văn liệu này cũng chưa đưa ra các phương pháp cụ thể cho việc đánh giá tính dễ bị tổn thương bờ biển do mực nước biển dâng liên quan tới sự ấm lên của khí hậu. Gần đây nhất, báo cáo năm 2007 của tổ chức này đã đánh giá và phân tích nhiều khía cạnh của biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng cũng như các tác động và ảnh hưởng của chúng tới cả tự nhiên và đời sống xã hội, cũng như cần nghiên cứu đề xuất các giải pháp thích ứng.

Từ những điều vừa trình bày trên đây cho thấy rằng, nghiên cứu biến động bờ biển ở quy mô lớn (cả về không gian và thời gian) là một trong những lĩnh vực phức tạp nhất của khoa học địa mạo bờ biển. Hiện nay, phân tích biến động bờ biển được các quốc gia có biển rất quan tâm. Bởi vì, những biến động này là những *chỉ thị môi trường* (environmental indicator) quan trọng có tác động trực tiếp đến phát triển kinh tế ở đới bờ biển [111]. Do đó, nghiên cứu biến động bờ biển cũng là một trong các cách tiếp cận khoa học trong quy hoạch và quản lý môi trường bờ biển, cụ thể là quản lý tài nguyên và các tai biến thiên nhiên, như xói lở bờ biển, ngập nước các vùng đất thấp ven biển. Nghiên cứu biến động bờ biển gắn với bản chất, sự tiến hóa và thay đổi môi trường bờ biển bao gồm nghiên cứu các quá trình vật lý liên quan đến sóng, thủy triều dòng chảy biển và các quá trình khí quyển đều rất quan trọng đối với cả động lực và sinh thái bờ. Nó cũng bao gồm việc nghiên cứu các hệ vật lý và sinh vật tạo nên bờ theo cả chiều ngang của các hệ bờ (bao gồm các vùng cửa sông, delta, bãi biển và đới sóng vỡ bờ, các hệ thống bar-lagoon, các cồn cát, bờ đá, rạn san hô bao quanh và phần trong của thềm lục địa). Vì thế, nghiên cứu biến động bờ biển quan tâm đến các mối tương tác giữa các quá trình vật lý, hóa học và sinh học trong các hệ bờ. Đó chính là cách tiếp cận hệ thống trong nghiên cứu biến động bờ biển.

Các kết quả nghiên cứu biến động bờ biển nói riêng và nghiên cứu địa mạo bờ biển nói chung được ứng dụng thiết thực trong nhiều lĩnh vực phát triển kinh tế xã hội và trong nhiều cấp quản lý khác nhau, đặc biệt là trong quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội và quản lý thống nhất đới bờ biển (ICZM).

Theo Tổ chức Môi trường nước Anh, để quản lý xói lở bờ biển và các rủi ro khác một cách có hiệu quả, đặc biệt với quy mô lâu dài và trên quy mô lớn, thì cần có những thông tin chính xác về kiến thức và dự báo các hành vi của các quá trình bờ, nghĩa là sự phát triển và tiến hóa của các thành tạo địa

hình bờ. Bởi vì, bờ biển là bộ phận năng động nhất trong toàn bộ khu bờ biển hiện đại. Theo các nhà khoa học cộng hòa Liên bang Nga [141], bờ biển, về mặt hình thái, được cấu thành từ ba bộ phận là vách biển, thềm biển hiện đại và bãi biển, còn về mặt động lực, được xếp vào đới sóng vỗ bờ.

Do đó, để nghiên cứu làm sáng tỏ bản chất động học của bờ biển, từ những thập kỷ cuối cùng của thế kỷ XX, các nhà khoa học về bờ biển (chủ yếu là các nhà địa mạo bờ biển) đã đưa ra quan niệm về các *hệ bờ biển* (coastal system) nói chung và *hệ địa mạo bờ biển* nói riêng. (Ủy ban về các *hệ bờ biển* (coastal systems) được ra đời từ năm 1992 đến nay, trực thuộc Hội Địa lý Quốc tế). Để đóng góp có hiệu quả trong quy hoạch và quản lý đới bờ biển, điều cần thiết là phải định lượng được biến động của một đoạn bờ cụ thể nào đó trên cơ sở phân tích trạng thái của hệ bờ, bao gồm các vấn đề: bản chất của đường bờ, nguồn gốc và thành phần cấu tạo của nó, cơ chế quan sát và lực tác động của nó và các đặc trưng hành vi của nó. Bởi vì, địa hình bờ biển là những hệ động luôn thay đổi theo không gian và thời gian. Những thay đổi này gây ra do cả các nhân tố tự nhiên cũng như nhân tố con người. Những khác nhau về khí hậu, thay đổi mực nước biển, thủy triều, các môi trường sóng, gió, hình thái bờ, cấu trúc và thạch học của bờ, các nguồn trầm tích từ đất liền và biển, các hoạt động nhân sinh và nhiều nhân tố khác đang đưa đến nhiều thay đổi đối với bờ biển. Ngày nay, các hoạt động công nghiệp, du lịch-nghỉ dưỡng, nông nghiệp và giao thông vận tải ở đới bờ với sự gia tăng nhanh chóng về dân số đang mang đến nhiều áp lực đối với tài nguyên ở đây, đặc biệt là địa hình. Áp lực này được thể hiện ở hai khía cạnh: 1) tạo nên các địa hình mới (các khu nghỉ dưỡng, các khu dân cư, đường giao thông, hệ thống cảng biển, quá trình đô thị hóa, v.v.) và 2) làm thay đổi tốc độ thậm chí cả hướng của một quá trình địa mạo nào đó (làm gia tăng hay làm chậm quá trình xói lở hay tích tụ, thay đổi quá trình tích tụ bằng xói lở, v.v.). Đến lượt

minh, các quá trình này lại có tác động ngược trở lại đối với cả địa hình tự nhiên lẫn địa hình được con người trực tiếp tạo ra ở đây.

Còn theo Thom B. [127], nghiên cứu biến động bờ biển có liên quan rất nhiều đến việc ra quyết định. Ông đã đặt ra vấn đề: nghiên cứu biến động bờ biển đã tác động như thế nào đến việc ra quyết định của các nhà chính trị, các kỹ sư, các nhà quy hoạch, các nhà quản lý, các viên chức, các nhà phát triển, các nhóm cộng đồng, v.v. Bằng kinh nghiệm của mình, ông đã đưa ra 7 lĩnh vực mà nghiên cứu biến động bờ biển đã và sẽ tiếp tục tác động đến việc ra quyết định. Đó là: 1) đánh giá mức độ tổn thương; 2) báo cáo tác động môi trường; 3) thực tiễn quản lý bờ; 4) quy hoạch bờ; 5) chính sách, luật pháp và điều chỉnh bờ; 6) các quyết định của tòa án và 7) thông tin liên lạc. Sở dĩ, nghiên cứu biến động bờ biển có tác động đến 7 lĩnh vực ra quyết định trên đây là vì, địa hình bờ biển luôn biến động không ngừng, thậm chí bãi biển bị biến đổi ngay trong từng cơn sóng vỗ bờ, trong một ngày theo cơn nước thủy triều, trong mùa có bão và không có bão, hay trong chu kỳ thay đổi mực nước đại dương, v.v..

Sở dĩ có những đóng góp trên cho quản lý môi trường đối bờ biển là vì, hơn bất kỳ một nơi nào khác trên bề mặt Trái đất và theo quan điểm của địa mạo môi trường, thì nguồn tài nguyên địa mạo ở đây rất đa dạng và được biểu lộ rất rõ ràng, cũng như được sử dụng rất rộng rãi cho các hoạt động phát triển kinh tế-xã hội cả trực tiếp lẫn gián tiếp. Mặt khác, hầu hết địa hình và các quá trình địa mạo thuộc nhóm tài nguyên không tái tạo. Và trong giai đoạn hiện nay, hầu hết đều thuộc loại tài nguyên không thể lấy được.

1.2.1.3. Phương pháp nghiên cứu biến động bờ biển

Như đã biết, nghiên cứu biến động địa hình mặt đất nói chung và địa hình bờ biển nói riêng là một trong những nội dung quan trọng của địa mạo

học. Vì thế, ngay từ khi lĩnh vực khoa học về bờ biển mới ra đời, các nhà khoa học đã cố gắng tìm kiếm và đề xuất các phương pháp nghiên cứu biến đổi bờ biển, đặc biệt là vào nửa cuối của thế kỷ 20. Đi đầu theo hướng này là các nhà khoa học của Liên Xô trước đây, như Zencovich [143], Leontyev và đồng nghiệp [148], Longinov [149]. Các phương pháp được đề nghị và sử dụng rộng rãi trong thời gian này bao gồm cả định tính và định lượng đều dựa trên các phương thức di chuyển trầm tích dọc theo hướng đường bờ hay di chuyển ngang theo hướng vuông góc với đường bờ. Các phương pháp định tính chủ yếu phân tích mối quan hệ giữa hình thái và động lực bờ biển theo không gian và thời gian được gộp vào nhóm các phương pháp địa mạo. Các phương pháp định lượng bao gồm các mô hình vật lý và mô hình toán cũng như mô hình thực nghiệm được thực hiện cả trong phòng và ngoài thực địa (Bascom, Ingle). Chẳng hạn, phương pháp đo trắc diện bãi biển định kỳ để nhận biết được tương quan bồi-xói trong thời kỳ nghiên cứu, hoặc thả chất đánh dấu để theo dõi hướng di chuyển trầm tích. Tuy nhiên, đến nay, các phương pháp này ít được sử dụng. Các phương pháp nghiên cứu theo hướng này được nhóm lại thành thành các phương pháp hình thái-thủy-thạch động lực. Hiện nay, nhóm các phương pháp này vẫn tiếp tục được sử dụng với sự trợ giúp đắc lực của các công cụ và phương tiện hiện đại mang lại hiệu quả cao, như máy tính, ảnh viễn thám (bao gồm cả ảnh chụp từ máy bay và từ vệ tinh), hệ thống thông tin địa lý (GIS), v.v. Một trong những công nghệ tiên tiến hiện nay được sử dụng trong nghiên cứu bờ biển ở nhiều nước phương Tây là đo LiDAR (Light Detection And Ranging): là một công cụ viễn thám sử dụng các xung ánh sáng laser để đo mực độ cao của mặt đất với độ chính xác cao (hình 1.9). Tính năng của kỹ thuật LiDAR gồm: tốc độ: 30.000 điểm/s; sai số: khoảng 15 cm; giá thành: khoảng 500 USD/dặm vuông (1 dặm vuông có khoảng 10 triệu điểm, như vậy khoảng 0,005cent/điểm).

Đến nay, đã có nhiều phương pháp nghiên cứu biến đổi bờ biển mang tính định lượng đã được các nhà khoa học đưa ra bao gồm cả các phương pháp mô hình toán (từ các mô hình đơn giản, như Quy tắc Bruun, cho đến các mô hình phức tạp hơn), mô hình vật lý, v.v.



Hình 1.9. Kỹ thuật bay chụp LiDAR

1.2.2. Nghiên cứu biến động bờ biển ở Việt Nam

1.2.2.1. Tình hình chung

Cũng như trên toàn cầu, bờ biển Việt Nam bị biến đổi theo những quy luật của tự nhiên: xói lở và bồi tụ. Đây là hai mặt của một quá trình tiến hóa bờ biển Việt Nam đã được ghi nhận trong các văn liệu từ lâu. Tuy nhiên, việc nghiên cứu quá trình này chỉ mới được bắt đầu trong khoảng thời gian gần đây. Chẳng hạn, Lê Bá Thảo đã từng mô tả mũi Cà Mau được bồi tụ về phía tây với tốc độ khoảng 60-80 mét/năm và xói lở đoạn bờ ở Rạch Gốc [44], đồng thời cũng mô tả xói lở bờ biển khu vực Diêm Điền ở châu thổ Bắc Bộ [45]. Tuy nhiên, thực tế hiện nay đã khác. Quá trình bồi tụ không còn nhanh chóng như trước nữa, trái lại, đang xảy ra xói lở làm mất nhiều diện tích rừng

ngập mặn ở khu vực mũi Cà Mau. Kết quả nghiên cứu gần đây của Xue và đồng nghiệp [138] chỉ ra rằng, trong khoảng 3.000 năm trở lại đây, tốc độ bồi tụ ở vùng bán đảo Cà Mau về phía tây-nam đạt giá trị khoảng 26 m/năm.

Nghiên cứu biến động bờ biển ở nước ta mới được các nhà khoa học quan tâm từ thập niên 90 của thế kỷ XX đến nay. Một trong những công trình nghiên cứu có đề cập đến biến động bờ biển Việt Nam mang tính chất Nhà nước quản lý đầu tiên là đề tài “*Hiện trạng và nguyên nhân bồi xói dải bờ biển Việt Nam. Đề xuất các biện pháp khoa học kỹ thuật bảo vệ và khai thác vùng đất ven biển*” do Nguyễn Thanh Ngà chủ trì, thuộc Chương trình Môi trường, có mã số KT-03-14 [26]. Tuy nhiên, các kết quả của đề tài này cũng chỉ tập trung chủ yếu vào các giải pháp công trình. Từ một số kết quả của đề tài này, Lê Xuân Hồng đã tập hợp và bổ sung để hoàn thiện luận án Phó Tiến sỹ với đề tài “Xói lở bờ biển Việt Nam” vào năm 1997 [18]. Cũng trong khoảng thời gian này, đã có công trình nghiên cứu tổng quan về hiện tượng xói lở và bồi tụ bờ biển Việt Nam của nhiều nhà khoa học [9, 10, 11, 16, 104, 105]. Ngoài ra, còn có công trình nghiên cứu liên quan đến đánh giá tổn thương đới bờ biển phục vụ cho quản lý. Đó là Dự án hợp tác giữa Chính phủ Việt Nam và Chính phủ Hà Lan trong 2 năm (1994-1996) [75]. Chính trong dự án này, đường bờ biển Việt Nam đã được đo đạc trên bản đồ địa hình UTM tỷ lệ 1/50.000 với tổng chiều dài là 3.670 km và đã nhận ra một số vùng có khả năng tổn thương cao là delta sông Hồng, delta sông Mê Kông, khu vực thành phố Hồ Chí Minh-Vũng Tàu, Huế-Đà Nẵng. Ngoài ra, còn có một số bài báo viết về xói lở và bồi tụ bờ biển và biến đổi các cửa sông ven biển, cũng như đề xuất cách tiếp cận trong quản lý môi trường đới bờ biển [17, 35, 46].

Trong thập niên thứ nhất của thế kỷ XXI, việc nghiên cứu biến động bờ biển ở Việt Nam đã được nhiều nhà khoa học, nhà quản lý, các cơ quan Nhà

nước và các tổ chức khác quan tâm một cách đặc biệt. Trong hầu hết các Chương trình, các Dự án và các Đề tài nghiên cứu khoa học thuộc các cấp quản lý khác nhau đều ít nhiều có các nội dung về biến động bờ biển và quản lý thống nhất đới bờ biển. Đó là các đề tài nghiên cứu khoa học thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ (Bộ Khoa học và Công nghệ quản lý [9, 10, 37]), các Dự án hợp tác với nước ngoài, các đề tài nghiên cứu khoa học thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường quản lý, v.v. [75, 34, 51]. Trong đó, đáng chú ý hơn cả là các đề tài nghiên cứu khoa học có nội dung chuyên về nghiên cứu biến động bờ biển, cấp Nhà nước quản lý là: “*Nghiên cứu, dự báo, phòng chống sạt lở bờ biển Miền Trung (từ Thanh Hóa đến Bình Thuận)*”, đề tài độc lập cấp Nhà nước, mã số 5B (2000-2001) do Nguyễn Văn Cư chủ trì [9] và “*Dự báo hiện tượng xói lở, bồi tụ bờ biển, cửa sông và các giải pháp phòng tránh*”, mã số KC-09-05 (2001-2005) do Nguyễn Văn Cư chủ trì [10] và đề tài “*Nghiên cứu quy luật và dự đoán xu thế bồi tụ-xói lở vùng ven biển và cửa sông Việt Nam*”, mã số KH-CN-06-08 (1999-2000) do Lê Phước Trình chủ trì [52]. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu, Nguyễn Văn Cư và Phạm Huy Tiến đã cho xuất bản cuốn sách “*Sạt lở bờ biển Miền Trung, Việt Nam*” [11]. Trong những năm gần đây, tuy không có đề tài nghiên cứu cấp Nhà nước chuyên về vấn đề này, nhưng việc tìm hiểu biến động bờ biển gồm cả xói lở và tích tụ cũng được đề cập trong các dự án nghiên cứu tổng hợp về các điều kiện tự nhiên vùng biển ven bờ và một số công trình nghiên cứu đã được công bố trong các hội nghị Khoa học Quốc gia và Quốc tế [32, 33, 115]. Hầu hết các kết quả nghiên cứu đều đã đánh giá được hiện trạng biến động (xói lở và bồi tụ) bờ biển nước ta trong giai đoạn gần đây và có xu thế gia tăng trong thời gian tới và có liên quan tới biến đổi khí hậu toàn cầu (cụ thể là liên quan tới sự gia tăng mực nước biển, sự gia tăng của bão, v.v. [11, 31, 32, 33, 34, 115]. Song, tác động trực tiếp, gián tiếp và ảnh hưởng của các hiện tượng này đến biến động bờ biển như thế nào lại chưa được phân tích rõ ràng và cụ thể.

Theo thời gian và không gian, tác động của các nhân tố trên đối với biến động bờ biển nước ta sẽ xảy ra ở đâu? với cường độ như thế nào? theo hình thức gì: xói lở-bồi tụ bờ và bãi hay tràn ngập thụ động? và giải pháp nào cho vấn đề này? Thêm vào đó, những tính toán dự báo xu thế biến động bờ biển ở nước ta như thế nào trong những năm tới vẫn còn bỏ ngỏ. Do đó, các kết quả nghiên cứu biến động bờ biển của các dự án, đề tài, v.v. vẫn chưa được đưa vào nội dung quy hoạch và quản lý môi trường bờ giống như các nước trên thế giới đã thực hiện trong những năm qua. Một trong những nguyên nhân của tình trạng này là một số khái niệm còn chưa được hiểu một cách thống nhất trong số các nhà khoa học và các nhà quản lý. Mặt khác, còn có sự nhìn nhận không đúng của nhiều người (trong đó có cả một số nhà khoa học và nhà quản lý) về chức năng của địa hình mặt đất nói chung và địa hình bờ biển nói riêng (sẽ được đề cập ở phần sau).

Về các phương pháp nghiên cứu biến động bờ biển. Từ trước đến nay, các nhà khoa học ở nước ta đã sử dụng chủ yếu các phương pháp nghiên cứu địa mạo để nghiên cứu biến động địa hình bờ biển. Trong đó, đáng chú ý là phương pháp hình thái-động lực, hình thái-thạch học (được gọi chung là nhóm các phương pháp hình thái-thủy-thạch động lực) và phương pháp phân tích so sánh với sự trợ giúp của các công cụ như: bản đồ địa hình, ảnh hàng không, ảnh viễn thám, v.v. Kết quả của việc sử dụng các phương pháp này cho ra các kết quả vừa định tính, vừa định lượng. Cho đến nay, ở nước ta vẫn chưa đủ trang thiết bị kỹ thuật để thực hiện nghiên cứu biến động bờ biển bằng LIDAR hoặc ATM. Phương pháp chủ yếu được áp dụng trong nghiên cứu này vẫn là viễn thám và hệ thông tin địa lý [16, 41, 125]. Tuy nhiên, vẫn còn những tranh luận khi sử dụng ảnh viễn thám để xác định vị trí đường bờ biển và vị trí đường bờ biển được xác định trên ảnh là coastline hay shoreline như đã được chỉ ra trong hình 1.1. Điều này dẫn đến các kết quả đánh giá biến động giữa các nhà nghiên cứu khác nhau đều không giống nhau. Mặt khác,

ảnh vệ tinh bay chụp ở những thời điểm khác nhau có độ phân giải cũng khác nhau, dẫn đến khó khăn cho việc hiệu chỉnh các kết quả cuối cùng. Hoặc đường bờ biển được biểu diễn trên các bản đồ địa hình của chúng ta sản xuất lấy theo chuẩn nào: đường mực nước trung bình, mực nước cao hay mực nước thấp đều không thấy ghi trên bản đồ (các bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000, lưới chiếu VN2000). Trong khi đó, đường bờ biển được biểu diễn trên bản đồ tỷ lệ 1:50.000 lưới chiếu UTM có ghi đường bờ biển được vẽ phỏng chừng lúc mực nước thấp nhất. Đó là những khó khăn khi nghiên cứu biến động đường bờ biển. Bởi vậy, trong quá trình nghiên cứu biến động bờ biển, việc tiến hành khảo sát ngoài thực địa luôn là điều bắt buộc.

1.2.2.2. Nghiên cứu biến động bờ biển các tỉnh Nam Bộ (từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến Kiên Giang)

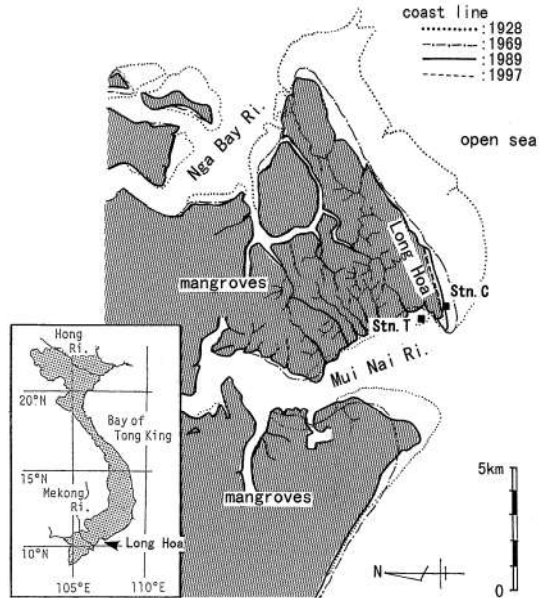
Các tỉnh Nam Bộ gồm có 9 tỉnh và thành phố trực thuộc Trung ương là: Bà Rịa-Vũng Tàu, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang và thành phố Hồ Chí Minh. Tổng chiều dài đường bờ biển các tỉnh Nam Bộ khoảng 878 km. Hầu hết đường bờ được cấu tạo bởi trầm tích bờ rời bao gồm bùn-sét và cát. Các bờ đá chiếm tỷ lệ nhỏ, chỉ gặp rải rác ở Bà Rịa-vũng Tàu và Kiên Giang. Trừ thành phố Hồ Chí Minh và Bà Rịa-Vũng Tàu, bảy tỉnh còn lại đều nằm trên delta sông Mê Kông.

Cũng như các delta sông lớn khác trên thế giới, delta sông Mê Kông là một thành tạo còn rất trẻ. Quá trình hình thành và tiến hóa của nó chỉ mới xảy ra trong quá trình biển lùi, sau khi biển tiến Flandrian đạt cực đại cách ngày nay khoảng 6.000 năm trước. Do đó, để hiểu được biến đổi đường bờ biển các tỉnh Nam Bộ nói chung và đường bờ của delta sông Mê Kông nói riêng cần phải tìm hiểu toàn bộ quá trình tiến hóa của nó trong thời kỳ Holocen, đặc biệt là phần rìa biển hiện nay của nó là một thành tạo còn rất trẻ

Trong khoảng thời gian gần đây, bờ biển các tỉnh này cũng bị biến đổi, đặc biệt là xói lở các bờ cấu tạo bởi trầm tích bờ rời với tốc độ rất khác nhau. trong đó xói những đoạn bờ bị xói lở rất nghiêm trọng, như bờ biển ở Bình Châu, Hồ Tràm, Lộc An, Cửa Lấp thuộc tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu; bờ biển huyện Cần Giờ thuộc TP Hồ Chí Minh; bờ biển huyện Gò Công Đông, tỉnh Tiền Giang; một số điểm ở Bình Đại, Thạnh Phú tỉnh Bến Tre; Ba Động, tỉnh Trà Vinh; một số đoạn bờ huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng; bờ biển khu vực Nhà Mát, Gành Hào thuộc tỉnh Bạc Liêu; các đoạn bờ Rạch Gốc, Rạch Tàu, mũi Cà Mau, cửa sông Đốc, hòn Đá Bạc, v.v., tỉnh Cà Mau và một số đoạn bờ của huyện Kiên Lương, tỉnh Kiên Giang. Tuy chưa có thiệt hại về người, nhưng xói lở bờ biển đã làm mất đất, làm sập đổ các công trình, đe dọa đường giao thông, v.v. gây ảnh hưởng đến tâm lý của người dân.

Cho đến nay, cả 9 tỉnh giáp biển Nam Bộ đều chưa có công trình chuyên sâu nào dành riêng cho nghiên cứu biến động bờ biển chung trên toàn dải ở cấp quản lý Nhà nước. Một số Dự án và Đề tài nghiên cứu cấp Nhà nước về địa chất, địa mạo, môi trường cũng chỉ đề cập đến bồi tụ-xói lở bờ biển xem như là một hiện tượng xếp vào tai biến thiên nhiên của khu vực [13, 31, 32, 33, 34]. Tuy nhiên, trong những năm vừa qua, do hiện tượng xói lở bờ biển xảy ra khá phổ biến, nên một số ngành (trong đó, tập trung ở Viện Khoa học Thủy lợi Cục Thủy lợi, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn và Tổng cục Biển và hải đảo Việt Nam thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường) và tỉnh (Bà Rịa-Vũng Tàu) đã có những đề tài nghiên cứu về vấn đề này [19, 21].

Một số bài báo nghiên cứu về biến động bờ biển Nam Bộ cũng đã được công bố trong những năm gần đây [3]. Cũng đã có công trình nghiên cứu xói lở bờ biển do tác động lâu dài ở bờ biển Cần Giờ của một nhóm nhà khoa học người Nhật Bản [100]. Công trình này cũng đã đưa ra một sơ đồ biến động đường bờ biển huyện Cần Giờ từ năm 1928 đến 1997 (hình 1.10).



Hình 1.10. Biến động bờ biển huyện Cần Giờ trong giai đoạn 1928-1997[100]

Một số kết quả nghiên cứu biến động bờ biển do tác động bồi tụ và xói lở bờ biển các tỉnh Nam Bộ bằng ảnh viễn thám cũng đã được thực hiện gần đây. Chẳng hạn, Trịnh Thế Hiếu và đồng nghiệp [16] đã nghiên cứu biến động bồi-xói bờ biển từ Vũng Tàu (có lẽ tính từ cảng Bến Đình của tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu) đến Kiên Giang trên cơ sở tư liệu viễn thám giai đoạn 1965-1995 cho kết quả: diện tích được bồi là 23.820 ha (trung bình 794 ha/năm), diện tích bị xói lở là 12.740 ha (trung bình 427ha/năm). Trong khi đó kết quả nghiên cứu gần đây của Vũ Hữu Liêm và đồng nghiệp [24] lại đưa ra các kết quả như sau: diện tích được bồi tụ: 23.804,3 ha (trung bình là 529 ha/năm), diện tích bị xói lở: 11.886,7 ha (trung bình là 264 ha/năm). Cả hai kết quả trên đều cho thấy rằng, diện tích được bồi tụ đều lớn khoảng gấp 2 lần diện tích đất bị mất đi do xói lở. Điều khác biệt giữa 2 kết quả này là, tốc độ bồi tụ và xói lở đều giảm dần theo thời gian và đều không được giải thích một cách cụ thể. Ngoài kết quả chung nêu trên, Vũ Hữu Liêm và đồng nghiệp [24] còn đưa ra biến động do bồi tụ và xói lở các giai đoạn 1965-1990, 1990-2000, 2000-2005 và 2005-2010. Tuy nhiên, cả 2 công trình nghiên cứu trên đều không

đưa ra tốc độ giạt lùi hay tiến ra biển tính bằng mét/năm. Đáng lưu ý là, bờ biển tỉnh Cà Mau có diện tích bị xói lở trong giai đoạn 1965-2010 là lớn nhất với tổng diện tích được bồi là 7.250,7 ha và diện tích bị xói là 7.069,7 ha. Điều này cho thấy, những ý kiến trước đây cho rằng khu vực Cà Mau là nơi có quá trình bồi tụ mạnh mẽ nhất cần xem xét lại.

Trong khi đó, kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Lập và Tạ Thị Kim Oanh [23] lại đưa ra kết quả là: đoạn bờ từ Gành Hào đến Khai Long bị xói lở mạnh nhất trong khoảng gần 100 năm (1904-2002) với tổng diện tích bị xói lên tới 274,5 km² (trung bình là 2,8 km²/năm) và với tốc độ trung bình khoảng 26-30 m/năm và lớn nhất là khu vực cửa Bồ Đề đạt tới 50-67 m/năm. Còn diện tích được bồi chủ yếu từ Xóm Mũi đến hòn Đá Bạc với tổng diện tích được bồi là 284,0 km², trung bình là 2,53 km²/năm.

Gần đây, nhiều tổ chức và các nhà khoa học trên thế giới cũng rất quan tâm đến vấn đề biến động bờ biển các tỉnh ven biển đồng bằng sông Cửu Long. Nổi bật hơn là kết quả nghiên cứu của Dự án “Quản lý nguồn tài nguyên thiên nhiên vùng ven biển tỉnh Sóc Trăng”, Hợp tác giữa tỉnh Sóc Trăng với Tổ chức Nghiên cứu Khoa học Cộng hòa Liên Bang Đức [1, 28].

Trước hiện tượng biến động bờ biển như vậy, các tỉnh Nam Bộ cũng đã thực hiện một số đề tài nghiên cứu để tìm ra nguyên nhân và đưa ra các giải pháp bảo vệ bờ biển. Biện pháp chống xói lở phổ biến trong thời gian vừa qua ở các tỉnh Nam Bộ là xây dựng đê biển. Tuy nhiên, vật liệu để xây dựng đê biển vẫn chủ yếu là đất. Do đó, sức chịu đựng của loại đê biển này là rất thấp, nhiều đoạn đê đã và đang bị đe dọa nghiêm trọng. Hiện nay, trên nhiều đoạn đường bờ biển, cũng như trên nhiều đoạn đê biển, người ta đã sử dụng một số giải pháp khác, như xây tường biển, là kè mỏ, kè chữ T, hoặc công nghệ stabiplage (đây là công nghệ của Pháp: sử dụng các túi bằng vải địa kỹ thuật

chứa đầy cát được đặt vuông góc hoặc song song với đường bờ biển giống như kè mỏ hoặc tường biển. Đây là công nghệ bảo vệ bờ biển của Pháp).

Khi nghiên cứu biến động đường bờ biển-một loại tai biến ở bờ biển, các nhà khoa học thường phải quan tâm đến diễn biến hiện trạng theo thời gian và không gian, phân tích các nguyên nhân gây ra hiện tượng này và đề xuất các giải pháp quản lý. Tuy nhiên, trong thời gian qua, các nội dung nghiên cứu như trên chưa được quan tâm đúng mức. Vì chưa hiểu rõ được diễn biến của hiện tượng biến động bờ biển, chưa đưa ra được tính quy luật khách quan của nó, cho nên dẫn đến việc đề xuất các giải pháp quản lý mang lại hiệu quả không như mong muốn.

Tóm lại, đến nay, ở Việt Nam nói chung và trong vùng nghiên cứu nói riêng đã có một số công trình nghiên cứu xói lở bờ biển, xác định hiện trạng và nguyên nhân của hiện tượng này và đã đạt được một số kết quả nhất định. Biến đổi đường bờ biển, đặc biệt là xói lở, là một quá trình tự nhiên diễn ra liên tục và luôn có những thay đổi rất phức tạp về cường độ và tần suất theo thời gian và không gian phụ thuộc vào rất nhiều các nhân tố cả tự nhiên và các hoạt động của con người. Biến đổi đường bờ biển liên quan đến mực nước biển dâng đã, đang và sẽ làm mất đi nhiều diện tích đất ven biển trên suốt chiều dài bờ biển của nước ta. Điều này có ảnh hưởng trực tiếp đến các quy hoạch phát triển trên bờ biển bao gồm cả quy hoạch chiến lược lẫn các quy hoạch hành động. Nhiều địa phương tỏ ra rất lo lắng về hiện tượng mang tính ‘kinh niên’ này. Tuy nhiên, hiện nay, vấn đề này vẫn chưa được sự quan tâm đầy đủ và đúng mức của các cấp chính quyền, các ngành, cũng như của các nhà khoa học. Do đó, điều quan trọng là cần tập trung nghiên cứu để tìm ra được quy luật chung về sự diễn biến của hiện tượng này trong điều kiện mực nước biển dâng liên quan tới biến đổi khí hậu.

1.3. BIẾN ĐỔI BỜ BIỂN VỚI QUY HOẠCH VÀ QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG

Ở mức độ trên quy mô thế giới, những biến động môi trường đới bờ biển toàn cầu trong thế kỷ XXI sẽ diễn ra như thế nào? Liệu các chiến lược quy hoạch phát triển bền vững đới bờ biển có được ổn định trong những năm tới khi mà nhiều diện tích đất ven biển bị mất đi? Tại sao biến động bờ biển lại có quan hệ với quy hoạch và quản lý môi trường? v.v. Để trả lời cho các câu hỏi này, trước hết cần làm rõ bản chất của địa hình bờ biển là gì? Vì sao nó lại được xem là cơ sở cho việc quy hoạch và quản lý môi trường bờ biển? Trả lời đúng đắn các câu hỏi trên đây sẽ giúp các nhà quy hoạch, các nhà quản lý, v.v. xây dựng quy hoạch chiến lược phát triển bền vững bờ biển, cũng như đưa ra các giải pháp và chính sách quản lý một cách hiệu quả hơn.

1.3.1. Địa hình bờ biển là một loại tài nguyên thiên nhiên

Có thể định nghĩa khái quát về tài nguyên như sau: *“Tài nguyên là tất cả những gì có trong thiên nhiên và xã hội được con người sử dụng hay con người có thể khai thác, sử dụng phục vụ cho hoạt động sản xuất và các hoạt động khác của mình”* [30]. Theo nguồn gốc, tài nguyên được chia thành hai loại: *tài nguyên thiên nhiên* - những tài nguyên gắn liền với các nhân tố tự nhiên và *tài nguyên nhân văn* - những tài nguyên gắn liền với những hoạt động của con người. Trong chương này chỉ đề cập tới một số dạng tài nguyên thiên nhiên liên quan với địa chất và địa mạo.

1.3.1.1. Quan niệm chung về tài nguyên địa hình

Theo định nghĩa nêu trên, ngoài các loại tài nguyên thiên nhiên được hiểu một cách thông thường như: tài nguyên khoáng sản, tài nguyên nước, tài nguyên rừng, v.v., thì các điều kiện tự nhiên khác cũng có thể xem là tài nguyên. Các tài nguyên này đều được đánh giá bằng số lượng cụ thể, chẳng hạn trữ lượng (tấn), lưu lượng (m^3/s), sinh khối (tấn/ha/năm) v.v. Tuy nhiên,

khi các điều kiện tự nhiên xảy ra vượt quá khả năng tự bảo vệ của con người, thì nó sẽ trở thành tai biến. Chẳng hạn, nước là một loại tài nguyên vô cùng quý giá, đặc biệt trong thời đại công nghệ phát triển như hiện nay, nếu lưu lượng nước của các con sông đạt mức trung bình nhiều năm-*bình thường*. Nhưng nó sẽ trở thành tai họa cho con người, nếu lưu lượng của sông vượt quá mức bình thường (trong trường hợp lũ lụt-*thừa nước*), hoặc lưu lượng thấp hơn mức bình thường (hạn hán-*thiếu nước*).

Tuy nhiên, trong thiên nhiên còn có một số loại tài nguyên khác mà không thể đánh giá định lượng một cách cụ thể như trên được. Chúng được gọi là *tài nguyên đặc biệt* (remarkable resource), chẳng hạn tài nguyên địa hình, tài nguyên khí hậu nói chung, tài nguyên đa dạng sinh học, v.v., mà hiện nay nhiều người gọi là *tài nguyên vị thế*. Các loại tài nguyên này được đánh giá theo các tiêu chí riêng của chúng theo các giá trị mà chúng có. Đối chiếu với định nghĩa nêu trên, địa hình mặt đất đã được con người sử dụng từ rất lâu. Bởi vì điều kiện tối cần thiết để con người sinh sống được là: thức ăn-*uống* và nơi ở. Nơi ở chính là địa hình. Còn thức ăn, nước uống của con người lại cũng phụ thuộc rất chặt chẽ vào địa hình. Điều này đã được chứng minh một cách rất rõ ràng qua lịch sử phát triển của xã hội loài người.

Từ trước đến nay, trong nhận thức của loài người, tài nguyên địa hình thường bị bỏ qua và không được đánh giá đúng mức. Hay phải chăng vì nó quá đổi bình thường và quen thuộc đối với con người, nên không đáng phải đánh giá? Hay vì nó đã được tổ tiên chúng ta sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau từ thời nguyên thủy, nên đến nay con người hiện đại không cần quan tâm? Hay theo Cơ đốc giáo, mọi thứ do Chúa tạo ra đều để cho những đứa con của Chúa-con người, sử dụng? v.v. Những nhận thức như vậy được kéo dài cho đến tận thế kỷ XVII-XVIII-thời kỳ Cách mạng Công nghiệp với tư tưởng “chủ nghĩa công nghệ làm trung tâm” (technocentrism). Đến cuối thế kỷ XX, con người mới nhận ra những mối đe dọa tiềm tàng từ việc ‘bóc lột’

thiên nhiên, trong đó có địa hình, một cách mạnh mẽ, bằng việc tổ chức Hội nghị về Môi trường đầu tiên tại Stockholm (Thụy Điển) vào năm 1972.

Từ những năm 90 của thế kỷ XX, địa hình mặt đất và các quá trình địa mạo tạo ra nó đã được các nhà khoa học xác định là một loại tài nguyên thiên nhiên vì các lý do sau:

+ Địa hình mặt đất là một yếu tố tự nhiên, một thực thể vật chất tồn tại khách quan và là một hợp phần không thể thiếu của các tổng thể tự nhiên; địa hình là một thành phần quan trọng của môi trường và là một nhân tố không thể thiếu trong các hệ sinh thái cả trên cạn lẫn dưới nước;

+ Con người nhận thức được sự hiện diện của địa hình như là một tư liệu sản xuất quan trọng và thường xuyên biến đổi dưới tác động của các nhân tố tự nhiên. Do đó đã tiến hành nghiên cứu toàn diện về nó;

+ Địa hình mặt đất là “sân khấu” để con người trình diễn các hoạt động phục vụ cho cuộc sống vật chất và tinh thần của mình. Nguồn tài nguyên địa hình vừa được sử dụng trực tiếp vừa được sử dụng gián tiếp trong các hoạt động của con người. Địa hình còn được xem là yếu tố quan trọng trong quy hoạch lãnh thổ và là một thuộc tính quan trọng nhất của các đơn vị đất đai.

Theo Panizza [112], địa hình và các quá trình địa mạo được đánh giá là tài nguyên thông qua 4 chỉ tiêu: *khoa học, văn hóa, kinh tế-xã hội* và *phong cảnh*. Trong đó chỉ tiêu khoa học phải đảm bảo được 4 đặc trưng là: 1- là *mô hình tiến hóa địa mạo*; 2- là *một thực thể được sử dụng cho các mục đích giáo dục và đào tạo*; 3- là *một ví dụ về cổ địa mạo* và 4- là *trụ cột của hệ sinh thái*.

Còn theo Gray M. [76], đa dạng địa học là một loại tài nguyên thiên nhiên vì nó có các giá trị như sau: giá trị nội tại hay giá trị thực; giá trị văn hóa (gồm giá trị dân gian, khảo cổ và lịch sử, tâm linh và ý nghĩa của vị trí); giá trị thẩm mỹ; giá trị kinh tế; giá trị chức năng; giá trị nghiên cứu và giáo dục. Trong số này, giá trị nội tại hay giá trị thực là khó diễn đạt bằng lời nhất, bởi vì nó hiển nhiên như hít thở không khí hàng ngày đối với con người.

Địa hình mặt đất được con người sử dụng nhằm thỏa mãn nhu cầu của con người về địa bàn cư trú, là bề mặt để con người sử dụng trong các hoạt động nông nghiệp (trồng trọt, chăn nuôi), công nghiệp và xây dựng (nền tảng để xây dựng các công trình nhà ở, nhà máy xí nghiệp... xây dựng cơ sở hạ tầng kinh tế và xã hội), dịch vụ, phục vụ cho các nhu cầu khác của con người cả về vật chất lẫn tinh thần. Do đó, nó là tài nguyên (hình 1.11).

Nguyên liệu thô địa mạo nếu có giá trị → **Tài sản địa mạo** nếu được sử dụng → **Tài nguyên địa mạo**

Địa hình nếu có giá trị → **Tài sản địa hình** nếu được sử dụng → **Tài nguyên địa hình**

Hình 1.11. Mối quan hệ giữa địa mạo, địa hình, tài sản và tài nguyên [112]

Thực tế, hiện nay ở Việt Nam, khái niệm *tài nguyên địa hình* hay *tài nguyên địa mạo* còn rất xa lạ đối với nhiều người, thậm chí cả những nhà khoa học trong hệ thống các khoa học về Trái đất. Do đó, gần đây khi nghiên cứu vấn đề này, nhiều người đã ngộ nhận và xếp nó vào kỳ quan địa chất [39, 43], hay di sản địa chất [36]. Tuy nhiên, trước khi là kỳ quan hay di sản, thì nó phải là tài nguyên cho con người sử dụng vào các mục đích cuộc sống khác nhau của mình.

1.3.1.2. Địa hình là một loại tài nguyên đặc biệt được chọn làm cơ sở cho quy hoạch phát triển lãnh thổ.

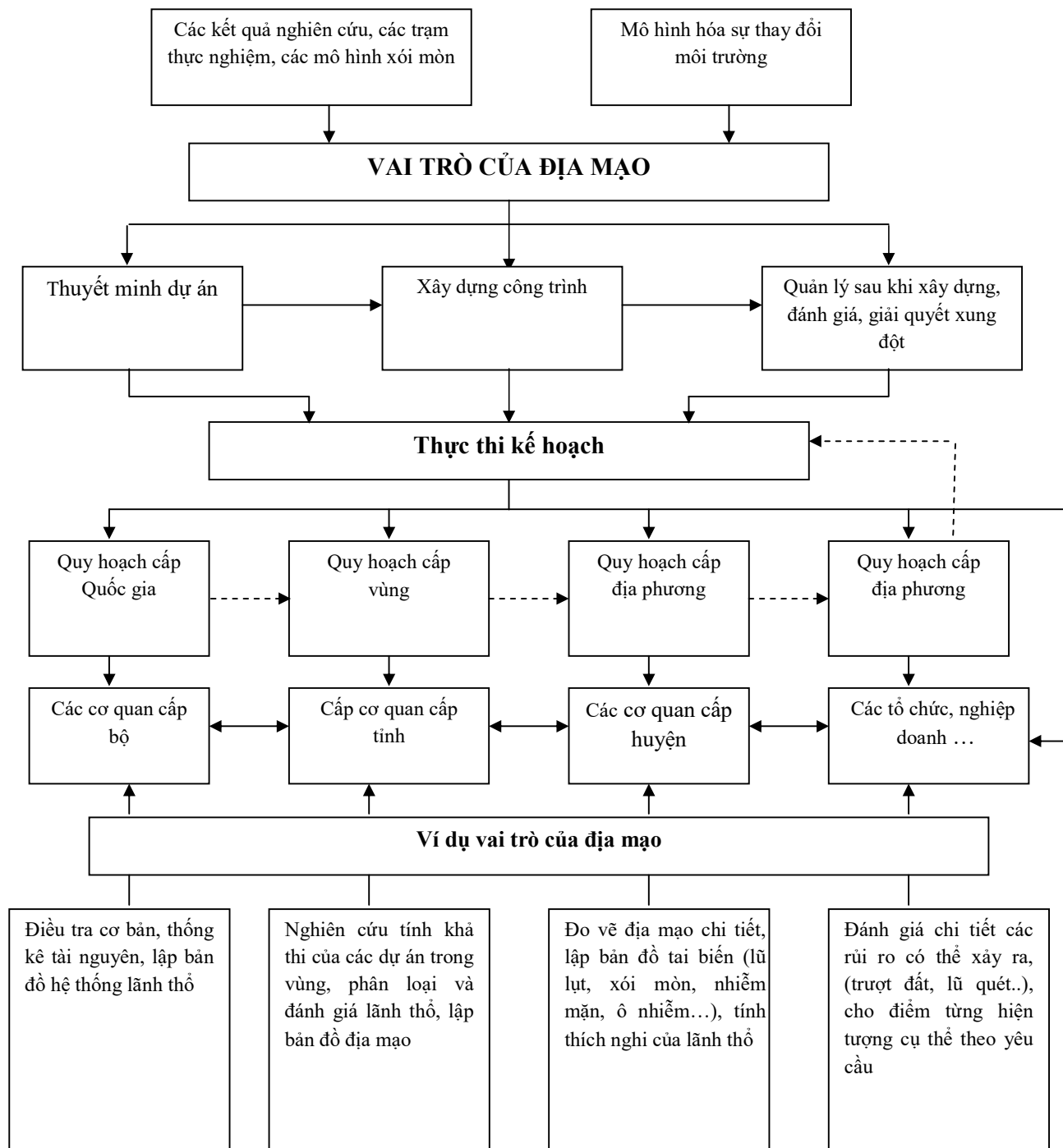
Theo Pertsik E.N., “quy hoạch vùng là lý luận và thực tiễn phân bố hợp lý nhất trên lãnh thổ của vùng các xí nghiệp sản xuất, giao thông liên lạc, và các điểm dân cư với sự tính toán tổng hợp các nhân tố và các điều kiện địa lý, kinh tế, kiến trúc xây dựng, kỹ thuật công trình” [theo 42]. Từ đó, theo chúng tôi, *quy hoạch phát triển lãnh thổ được xem là một giải pháp thích hợp nhất trong một giai đoạn nào đó nhằm phân bố và sử dụng các nguồn tài nguyên (tài nguyên thiên nhiên và tài nguyên nhân văn) một cách tối ưu trong tổ chức sản xuất phát triển kinh tế-xã hội và có quan tâm đến các lãnh thổ bên cạnh* [39]. Để có được sơ đồ quy hoạch lãnh thổ đúng đắn, trước hết phải có hàng

loạt các tài liệu điều tra cơ bản về mọi mặt cả các điều kiện tự nhiên, lẫn kinh tế-xã hội, cả quá khứ lẫn hiện đại, trong đó đặc biệt chú ý đến phân tích động lực làm biến đổi các điều kiện nêu trên theo thời gian. Việc phân tích các nguồn tài nguyên, trong đó có địa hình của lãnh thổ là rất quan trọng và cần thiết cho quy hoạch.

Quản lý lãnh thổ là một công việc phức tạp phải giải quyết nhiều vấn đề, như sử dụng và bảo vệ đất, sử dụng các tài nguyên, giảm thiểu tai biến thiên nhiên, nghỉ ngơi giải trí, phát triển bền vững, v.v. và ở nhiều quy mô không gian khác nhau từ toàn cầu đến địa phương, thậm chí tới từng điểm. Các vấn đề mang tính toàn cầu như nóng lên của khí hậu, ô nhiễm môi trường, thoái hóa đất và sa mạc hóa, v.v. Còn ở quy mô địa phương là các vấn đề về xói mòn đất, phá hủy sườn, bồi lắng, lũ lụt, v.v. Nguyên nhân của những vấn đề trên đều có liên quan trực tiếp hay gián tiếp đến địa hình cũng như quá trình phát triển của nó - các quá trình địa mạo. Vì thế, đã có một số sách địa mạo theo hướng này đã được xuất bản. Chẳng hạn, cuốn “*Địa mạo trong quản lý môi trường*” của Cook R.U. và Doornkamp [64], hay cuốn “*Địa mạo và quản lý lãnh thổ trong môi trường đang thay đổi*” do McGregor và Thompson chủ biên (1995).

Với cách nhìn nhận như trên, có thể nói rằng, địa hình là một trong những loại tài nguyên thiên nhiên được con người sử dụng sớm nhất. Bởi vì bên cạnh thức ăn để tồn tại, thì nơi ở lại đảm bảo an toàn cho họ. Đó là việc sử dụng các hang động karst, các mái đá làm nơi cư trú của người nguyên thủy. Ở Việt Nam, do cuộc sống như vậy nên họ đã tạo ra được “nền văn hóa hang động” đó là nền văn hóa Bắc Sơn, Hòa Bình. Bước sang thời đại nông nghiệp, con người đã sử dụng các đơn vị địa hình khác nhau để trồng trọt các loại cây khác nhau và đất ở. Đến thời đại công nghiệp, họ lại phải lựa chọn các đơn vị địa hình thích hợp hơn cho quá trình đô thị hóa, bố trí các nhà máy,

các khu công nghiệp, bố trí các công trình hạ tầng cơ sở, v.v. Do đó mức độ tác động của con người vào địa hình càng lớn hơn: phá bỏ các đơn vị địa hình tự nhiên và tạo ra các đơn vị địa hình nhân tạo. Đến chừng mực nào đó, khi vượt quá khả năng chống chịu của nó đối với các công trình, một hay nhiều đơn vị địa hình sẽ bị phá hủy kéo theo cả các công trình được bố trí trên đó. Mức độ thiệt hại tùy thuộc vào giá trị của các công trình đã được thiết kế. Đó là thiên tai hay rủi ro. Trong quá trình làm biến đổi địa hình phục vụ cho cuộc sống của mình, *con người đã trở thành một tác nhân địa mạo vô cùng quan trọng*. Điều này đã được đề cập đến trong nhiều công trình nghiên cứu của các nhà khoa học trên thế giới từ những năm cuối của thế kỷ XX [74, 111]. Do đó, việc nghiên cứu chi tiết và dự báo những thay đổi địa hình mặt đất nói chung và địa hình bờ biển nói riêng, là hết sức cần thiết giúp cho các nhà quy hoạch và quản lý đưa ra quyết định lựa chọn giải pháp hợp lý trong quy hoạch và quản lý lãnh thổ (hình 1.12 [94]).



Hình 1.12. Mối quan hệ giữa quy mô quy hoạch, thứ tự các cấp quản lý và những đóng góp của địa mạo để đưa ra quyết định [94]

Còn theo Cục Môi trường Anh quốc thì cả các quá trình bờ lấn địa hình bờ biển cũng là tài nguyên [68]. Chẳng hạn, các quá trình địa mạo bờ (mài

mòn-xói lở và tích tụ) vừa là tài nguyên nhưng cũng vừa gây ra tai biến. Nhờ có quá trình này mà duy trì được nhiều cảnh quan và môi sinh có giá trị. Nếu không có mài mòn-xói lở do tác động của sóng biển thì sẽ không có Gành đá đĩa ở Phú Yên, không có các vách cát đỏ hùng vĩ ở Phan Thiết, những ngân nước biển - dấu tích của sự thay đổi mực nước biển trên các đảo đá vôi ở Hạ Long, Bái Tử Long, Ninh Bình, Kiên Giang, v.v. Quá trình tích tụ đã tạo ra những bãi biển cấu tạo bằng cát mịn, sạch, thoải được xem là các bãi tắm tuyệt vời như Trà Cổ, Sầm Sơn, Cửa Lò, Đồng Hới, Lăng Cô, Vũng Tàu, Bãi Nai, v.v. Những vùng nước sâu ven bờ là nơi thuận lợi để xây dựng cảng biển, còn những chỗ nông lại là nơi sinh đẻ của các loài sinh vật biển, trong đó có rừng ngập mặn. Các dạng địa hình bờ cũng có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ đường bờ khỏi bị xói lở, ngập lụt, v.v.. Đó là những bãi biển thoải, rộng làm cho năng lượng sóng từ ngoài khơi khi vào đến bờ bị phân tán, không còn khả năng để phá huỷ bờ.

1.3.1.3. Địa hình giữ một chức năng quan trọng trong các hệ tự nhiên-xã hội

Địa hình của bất kỳ một khu vực nào trên Trái đất cũng là cơ sở tự nhiên của cảnh quan thực hiện một số chức năng. Nếu các chức năng này bị phá vỡ thì nó sẽ dẫn đến hàng loạt các thay đổi khác trong môi trường tự nhiên. Ở mức độ chung nhất, địa hình có 2 chức năng cơ bản trong một hệ tự nhiên-xã hội, là: chức năng tự nhiên và chức năng xã hội.

a) Chức năng tự nhiên của địa hình. Đối với một hệ sinh thái bất kỳ, địa hình có chức năng tự nhiên là kiểm soát sự phân bố năng lượng và vật chất trong đó. Còn nước, không khí, băng, v.v. là các tác nhân vận chuyển năng lượng-vật chất vào hoặc ra khỏi hệ này. Vì vậy, địa hình vừa là nhân tố trực tiếp vừa là nhân tố gián tiếp quyết định tính phân dị lãnh thổ của các hệ sinh thái khác nhau như hệ sinh thái núi cao, hệ sinh thái thung lũng, hệ sinh

thái cửa sông, v.v. Ở quy mô địa lý, đó cũng chính là các đơn vị không gian. Mặt khác, kích thước của địa hình (chiều cao, diện tích, v.v.) là một nhân tố quyết định *tính phi địa đới* của lớp vỏ địa lý. Cũng do mối liên hệ rất chặt chẽ giữa địa hình và các quá trình địa mạo với sinh vật (được thể hiện rõ nhất ở đới bờ biển), nên từ đầu những năm 90 của thế kỷ XX, trong văn liệu khoa học thế giới đã xuất hiện thuật ngữ “Sinh địa mạo” (Biogeomorphology). Nhận thấy vai trò của địa mạo như vậy nên Rohdenburg H. - một nhà địa lý người Đức đã cho rằng, chỉ khi hiểu được sự phát triển của bề mặt Trái đất mới có đầy đủ cơ sở để hiểu được mối quan hệ phức tạp giữa địa hình, trầm tích, thổ nhưỡng và tổ chức không gian của nó [119]. Theo Simonov Iu.G. và Krupalin V.I. [151], có thể chia ra 4 kiểu chức năng tự nhiên cụ thể của địa hình trong các tổng thể tự nhiên. Đó là: 1) *chức năng hình thái-khí hậu*; 2) *chức năng hình thái-thủy văn*; 3) *chức năng hình thái-thổ nhưỡng* và 4) *chức năng hình thái-sinh học*. Các chức năng này luôn có mối tương tác qua lại với nhau. Chẳng hạn, khi làm thay đổi địa hình thì các điều kiện vi khí hậu cũng thay đổi làm cho cán cân nhiệt ẩm cũng thay đổi, từ đó dẫn đến thay đổi nguồn nước mặt và nước ngầm. Khi cả địa hình, vi khí hậu, thủy văn thay đổi, lớp thổ nhưỡng cũng thay đổi và, vì vậy, lớp phủ thực vật cũng thay đổi theo. Một cách khái quát, các chức năng nêu trên được gộp lại là chức năng lưu giữ các dạng tài nguyên khác như tài nguyên thiên nhiên, như tài nguyên khí hậu (vi khí hậu), tài nguyên nước, tài nguyên đất và tài nguyên sinh vật.

Để đánh giá chức năng này của địa hình, người ta thường phải phân tích chi tiết các yếu tố của địa hình. Trong tự nhiên, địa hình bao gồm 3 yếu tố cơ bản, là: các bề mặt thoải của bộ phận phân thủy (miền gian sông); các sườn và đáy các dạng địa hình âm (thung lũng, hồ, v.v.). Mỗi yếu tố đó lại có hàng loạt các tham số trắc lượng hình thái, như: độ cao tuyệt đối (H), độ cao tương đối (h), góc nghiêng (α), diện tích (F), hình dạng trên bình đồ (K), hướng

phoi của sườn (A), v.v. Trong khi đó, sự kết hợp một cách có quy luật của các tham số này lại có mối liên quan với lịch sử phát triển của địa hình ở đó (bao gồm các điều kiện địa chất và địa lý).

b) *Chức năng xã hội của địa hình.* Địa hình là một bộ phận không thể thiếu của cảnh quan, vì vậy nó vừa có giá trị sản xuất (thích nghi) vừa có giá trị thẩm mỹ có sức hấp dẫn đối với những nhóm người khác nhau. Ngay từ thời nguyên thủy, loài người hoàn toàn phụ thuộc vào thiên nhiên và chưa có sự khác biệt nhiều lắm giữa các lãnh thổ. Trong quá trình phát triển và tiến hoá, tùy thuộc vào khả năng của họ, mà nhóm này sẽ chiếm được không gian sống thuận lợi hay phù hợp hơn nhóm kia. Chẳng hạn, có nhóm người thích đến miền núi; có nhóm lại thích đến các vùng đồi; có nhóm người lại bị dải đồng bằng ven biển cuốn hút để có thể mở mang rộng ra thế giới bên ngoài; v.v. Từ đó, họ thích nghi dần với môi trường tự nhiên và tạo ra một bản sắc văn hoá-xã hội riêng cho mình (hiện nay được gọi là tri thức bản địa).

Bước sang thời đại công nghiệp, cùng với sự phát triển của khoa học và kỹ thuật, thì nhu cầu sử dụng các loại tài nguyên thiên nhiên của con người ngày càng nhiều hơn và vì thế, sự can thiệp của họ vào tự nhiên cũng càng mạnh mẽ hơn và nhanh chóng hơn. Những can thiệp này đã làm thay đổi các điều kiện thiên nhiên nói chung và địa hình nói riêng ở mức độ rất khác nhau đến nỗi không còn nhận ra dạng ban đầu của nó nữa (thậm chí có thể làm mất đi một hợp phần nào đó của tự nhiên, hoặc mất đi một dạng địa hình nào đó, thay đổi một hệ sinh thái này bằng một hệ sinh thái khác, v.v.). Sự thay đổi này kéo theo cả sự thay đổi về văn hoá-xã hội. Thông qua đó nhận thức của con người về tự nhiên và xã hội cũng dần dần thay đổi. Từ những thay đổi lớn lao như vậy, nên các nhà khoa học trên thế giới đã đề xuất thành lập thêm một đơn vị địa chất mới gọi là Thống Nhân sinh (Anthropogene Epoch) được bắt đầu từ cuối thế kỷ thứ 18. Giai đoạn địa chất mới này được đặc trưng bởi các

hoạt động thải các chất khí nhà kính vào khí quyển do con người dẫn đến biến đổi khí hậu và nhiều hậu quả khác đối với tự nhiên. Cũng do các hoạt động của con người ngày càng tác động mạnh mẽ đến địa hình mặt đất, mà các nhà khoa học trên thế giới cũng đã đưa ra khái niệm Địa mạo mới (Neogeomorphology) [80].

Ngày nay, cùng với sự phát triển của xã hội loài người, tâm văn hoá của con người ngày càng được nâng cao, con người ngày càng khai thác, sử dụng địa hình vào rất nhiều mục đích khác nhau. Vì vậy, cũng như các loại tài nguyên khác, ngoài việc sử dụng hợp lý, địa hình cần được bảo vệ, đặc biệt là các thành tạo địa hình có quan hệ mật thiết với các cảnh quan đặc sắc, như: liên quan với các thành tạo địa chất, các mặt cắt địa tầng, v.v. Nếu sử dụng không hợp lý thì sự cân bằng tự nhiên, đặc biệt là các quá trình địa mạo, bị phá huỷ và gây ra tai biến thiên nhiên, như lũ lụt, trượt đất, lún đất, xói lở bờ sông, bờ biển, v.v.

1.3.2. Cách tiếp cận nghiên cứu biến động bờ biển trong quy hoạch và quản lý môi trường

Như đã đề cập, *nghiên cứu biến động địa hình bờ biển là một trong các nội dung quan trọng của địa mạo bờ biển*. Do đó, có thể nói khác đi là, cách tiếp cận địa mạo trong quy hoạch và quản lý môi trường bờ biển. Đây là cách tiếp cận đã được nhiều nước sử dụng. Nghiên cứu sự hình thành và biến đổi địa hình bờ biển không phải là lĩnh vực khoa học mới. Những kiến thức cơ bản về môn khoa học này đã có từ rất sớm. Tuy nhiên, chỉ đến thế kỷ XX, lĩnh vực khoa học này mới được phát triển một cách toàn diện với tên gọi là “khoa học về bờ biển” mà người khởi xướng là Zencovich V.P. [143]. *Địa mạo bờ biển là nghiên cứu sự phát triển và tiến hóa bờ bị tác động do ảnh hưởng của sóng, gió, thủy triều, dòng chảy và sự thay đổi mực nước biển*.

Các tác nhân sóng, gió, thủy triều, dòng chảy, v.v. chính là các yếu tố động lực trong địa mạo bờ biển. Vì vậy, các nhà địa mạo Xô Viết trước đây đã xếp địa mạo bờ biển vào hướng địa mạo động lực. Địa mạo bờ biển gắn với bản chất, sự tiến hóa và thay đổi môi trường bờ biển bao gồm nghiên cứu các quá trình vật lý liên quan đến sóng, thủy triều dòng chảy biển và các quá trình khí quyển đều rất quan trọng đối với cả động lực và hình thái bờ. Nó cũng bao gồm việc nghiên cứu các hệ vật lý và sinh vật tạo nên bờ theo cả chiều ngang của các hệ bờ (bao gồm các vùng cửa sông, delta, bãi biển và đới sóng vỗ bờ, các hệ thống bar-lagoon, các cồn cát, bờ đá, rạn san hô bao quanh, và phần trong của thềm lục địa). Vì thế, địa mạo bờ biển quan tâm đến các mối tương tác giữa các quá trình vật lý, hóa học và sinh học trong các hệ bờ.

Theo Tổ chức Môi trường nước Anh [68], để quản lý xói lở bờ biển và các rủi ro khác một cách có hiệu quả, đặc biệt với quy mô lâu dài và trên quy mô lớn, thì cần có những thông tin chính xác về kiến thức và dự báo các hành vi địa mạo bờ, nghĩa là sự phát triển và tiến hóa của các thành tạo địa hình bờ. Để làm được điều đó, từ những thập kỷ cuối cùng của thế kỷ XX, các nhà khoa học về bờ biển (chủ yếu là các nhà địa mạo bờ biển) đã đưa ra quan niệm về các *hệ bờ biển* nói chung và *hệ địa mạo bờ biển* nói riêng. (*Ủy ban về các hệ bờ biển* (coastal systems) được ra đời từ năm 1992 đến nay, trực thuộc Hội Địa lý Quốc tế).

Bờ biển là một hệ thống động luôn thay đổi theo không gian và thời gian. Những thay đổi này gây ra do cả các nhân tố tự nhiên cũng như nhân tố con người. Những khác nhau về khí hậu, thay đổi mực nước biển, thủy triều, các môi trường sóng, gió, hình thái bờ, cấu trúc và thạch học của bờ, các nguồn trầm tích từ đất liền và biển, các hoạt động nhân sinh và nhiều nhân tố khác đang đưa đến nhiều thay đổi đối với bờ biển. Ngày nay, các hoạt động công nghiệp, du lịch-nghỉ dưỡng, nông nghiệp và giao thông vận tải ở

đới bờ với sự gia tăng nhanh chóng về dân số đang mang đến nhiều áp lực đối với tài nguyên ở đây, đặc biệt là địa hình. Áp lực này được thể hiện ở hai khía cạnh: 1) tạo nên các địa hình mới (các khu nghỉ dưỡng, các khu dân cư, đường giao thông, hệ thống cảng biển, quá trình đô thị hóa, v.v.) và 2) làm thay đổi tốc độ thậm chí cả hướng của một quá trình địa mạo nào đó (làm gia tăng hay làm chậm quá trình xói lở hay tích tụ, thay đổi quá trình tích tụ bằng xói lở, v.v.).

Như đã đề cập ở trên, tài nguyên ở vùng bờ biển rất đa dạng. Tuy nhiên, việc sử dụng chúng mang tính cạnh tranh rất cao bao gồm các hướng sử dụng cho cư trú, thương mại, công nghiệp, nông nghiệp, du lịch và nghỉ dưỡng, v.v. Do đó vấn đề đặt ra là phải quản lý có hiệu quả đối với các hướng sử dụng này, nhằm phát triển bền vững vùng bờ biển. Ngày nay, nghiên cứu biến động địa hình bờ biển được xem là một trong những cơ sở khoa học quan trọng đóng góp có hiệu quả cho quy hoạch phát triển bền vững (gồm cả quy hoạch chiến lược và quy hoạch hành động), cũng như cho quá trình quản lý môi trường bờ biển nói chung.

1.3.3. Cách tiếp cận trong quản lý môi trường bờ biển

Trong quá trình sử dụng các nguồn tài nguyên thiên nhiên của đới bờ biển phục vụ cho các hoạt động phát triển, con người đã gây ra nhiều biến động về các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và kéo theo đó là các vấn đề văn hóa-xã hội. Điều đó có nghĩa là xảy ra các xung đột giữa con người và tự nhiên, giữa cộng đồng đồng này với cộng đồng khác, giữa các lĩnh vực phát triển kinh tế ở đới bờ biển. Tuy nhiên, do có những sự khác biệt về không gian địa lý và nhận thức của con người, mà những xung đột xảy ra rất đa dạng. Do đó, các vấn đề cụ thể trong quản lý đới bờ biển cũng sẽ không giống nhau cho từng vùng cụ thể. Song, theo Cục Môi trường của Vương

quốc Anh [68], có 2 vấn đề bao trùm trong quản lý môi trường đới bờ biển là: quản lý việc *sử dụng tài nguyên* và *quản lý tai biến thiên nhiên*. Hiện nay, trên thế giới phổ biến 3 cách tiếp cận quản lý bờ biển nói riêng và đới bờ biển nói chung, là: cách tiếp cận thống nhất, tiếp cận dựa trên cơ sở hệ sinh thái và tiếp cận dựa vào cộng đồng, v.v.. Tuy nhiên, cách tiếp cận quản lý dựa vào cộng đồng thường phù hợp cho các quy hoạch hành động, chẳng hạn: quản lý du lịch dựa vào cộng đồng, quản lý nghề cá dựa vào cộng đồng, v.v.

1.3.3.1. Cách tiếp cận thống nhất

Cụm từ “Quản lý thống nhất đới bờ biển” hay “quản lý thống nhất bờ biển” được dịch ra từ tiếng Anh là “Integrated Coastal Zone Management” (viết tắt là ICZM) hoặc “Integrated Coastal Management” (ICM). Tuy nhiên, hiện nay ở nước ta, hầu hết mọi người đều sử dụng là “quản lý tổng hợp đới bờ biển”, hoặc “quản lý tích hợp” và gần đây, có người gọi là “quản lý tổng hợp và thống nhất”. Do đó, trước hết, cần phải giải thích tập hợp từ quản lý thống nhất đới bờ biển và định nghĩa quản lý thống nhất đới bờ biển là gì. Thuật ngữ “đới bờ biển” và “quản lý” đã được định nghĩa ở phần đầu. Còn cụm từ “thống nhất” (Integrated) là một khái niệm đã được đưa ra ở Chương 17 trong Chương trình Nghị sự 21 của Liên Hợp Quốc (LHQ) tại Hội nghị về Môi trường và Phát triển được tổ chức ở Rio de Janeiro năm 1992 [132]. Trong Tự điển Anh-Việt, danh từ Integration hay động từ Integrate có nghĩa là hợp nhất những cái gì đó thành một thể thống nhất hoặc tích hợp, chứ hoàn toàn không có nghĩa nào là tổng hợp. Còn trong Tự điển Tiếng Việt, thuật ngữ thống nhất cũng có hai nghĩa khác nhau: 1) hợp lại thành một khối và 2) phù hợp với nhau, không mâu thuẫn. Nghĩa thứ hai được sử dụng trong trường hợp này. Sự thống nhất ở đây là không gây ra mâu thuẫn, hoặc giảm tối đa các mâu thuẫn/xung đột có thể xảy ra giữa các hoạt động sử dụng tài nguyên bờ biển của nhiều đối tượng khác nhau.

Về cụm từ “*quản lý thống nhất*”. Trước hết, *thống nhất là một cách tiếp cận trong quản lý để thực hiện cho được mục tiêu đã đề ra*. Theo Ủy ban Châu Âu, cách tiếp cận thống nhất là cách phải đưa vào đó một bản thống kê đầy đủ các khía cạnh về tự nhiên, kinh tế, văn hóa và tổ chức của mỗi vùng bờ riêng biệt. Do đó, quản lý thống nhất đới bờ biển được Ủy ban Châu Âu thực hiện nhằm mục đích tập hợp các chính sách địa phương, khu vực, quốc gia và toàn bộ EU mà có tác động đến đới bờ biển của EU vào trong một chiến lược thống nhất bền vững cả về môi trường lẫn kinh tế [83]. Chính sự thống nhất đã cho thấy tính khoa học của các tiếp cận hệ thống trong nghiên cứu và quản lý đới bờ biển. Theo ý kiến của các nhà khoa học thuộc các lĩnh vực khác nhau đều cho rằng, sự thống nhất phải được thực hiện cả theo chiều ngang lẫn theo chiều dọc.

Thống nhất theo chiều ngang nghĩa là sự thống nhất của các đơn vị cùng cấp với quy mô khác nhau từ cá nhân đến quốc gia, giữa các ngành hoặc giữa các chuyên môn để không xảy ra những tranh chấp hay gây thiệt hại cho nhau.

Thống nhất theo chiều dọc nghĩa là có sự điều hành thống nhất giữa các cấp quản lý khác nhau từ trung ương đến địa phương vì lợi ích chung của cả cộng đồng dân tộc. Để có được sự thống nhất cần phải “*hy sinh*” một phần quyền lợi của từng “*hợp phần*” trong hệ thống. Theo Ủy ban Châu Âu, quản lý thống nhất đới bờ biển không phải là chính sách, mà là một chiến lược.

Như đã nói, thực chất của việc quản lý đới bờ biển chính là *quản lý môi trường* trên dải lãnh thổ tiếp giáp giữa đất liền và biển cả. Sau khi phân tích sâu sắc những vấn đề về môi trường ở đới bờ biển như ô nhiễm, tai biến thiên nhiên, v.v., các nhà khoa học cũng như các nhà quản lý đều cho rằng, chính việc sử dụng nguồn tài nguyên không hợp lý hoặc quá tải của con người gây

ra tình trạng này. Do đó, để quản lý có hiệu quả và đạt được mục tiêu đã đề ra cần có sự liên kết chặt chẽ giữa tri thức khoa học, công nghệ, và chính sách.

Về tri thức khoa học. Đây là vấn đề then chốt và giữ vai trò quan trọng nhất. Cần phải điều tra, khảo sát và nghiên cứu một cách toàn diện tất cả các điều kiện và quá trình tự nhiên đã, đang và sẽ xảy ra ở đới bờ biển cũng như đánh giá được các loại tài nguyên thiên nhiên bao gồm cả tài nguyên sinh vật và tài nguyên không sinh vật. Phân tích và đánh giá các nguồn lực nhân văn, đặc biệt là tình hình sử dụng các loại tài nguyên có ở đới bờ biển. Trên cơ sở những tri thức này, tiến hành xây dựng *quy hoạch chiến lược* và *quy hoạch ngành/địa phương (còn gọi là quy hoạch hành động)* với mục tiêu cụ thể trong từng thời hạn khác nhau.

Về công nghệ. Cần tiến hành phân tích và đánh giá các công nghệ được sử dụng trong quá trình sản xuất. Bởi vì, việc tạo ra và sử dụng các công nghệ sản xuất là để thực hiện được những mong muốn của con người. Chẳng hạn, nếu sử dụng các công nghệ cũ gây tác động xấu đến môi trường của đới bờ thì phải giải quyết ra sao? v.v.

Về chính sách. Trước hết, ở quy mô toàn cầu, *Công ước Liên Hợp Quốc về Luật Biển năm 1982* [7] và Chương trình nghị sự 21, trong đó chương 17 về “*Bảo vệ đại dương, biển bao gồm cả các biển kín và nửa kín, các đới bờ biển và bảo vệ, sử dụng hợp lý cũng như phát triển các nguồn lợi sinh vật của nó*” được phê chuẩn tại Hội nghị Liên hợp quốc về môi trường và phát triển (UNCED-United Nations Conference on Environment and Development) vào tháng 7 năm 1992 [132] là 2 văn bản quan trọng nhất, mà bất cứ quốc gia nào cũng phải tuân thủ. Trên cơ sở văn bản này, đến nay, đã có 7 chương trình theo hướng quản lý bờ và đại dương đã được thực hiện trên quy mô toàn cầu.

Từ những phân tích trên, có thể đưa ra một số định nghĩa về quản lý thống nhất đới bờ biển như sau:

- *Chương trình Hành động 21 tại Rio de Janeiro (1992)* Quản lý thống nhất đới bờ là một quá trình quản lý bờ bằng việc sử dụng cách tiếp cận thống nhất xem xét tất cả các khía cạnh của đới bờ bao gồm cả ranh giới địa lý lẫn chính trị để đạt được tính bền vững [132].

- *Tại Hội nghị về bờ biển ở Hà Lan năm 1993*, người ta đưa ra định nghĩa: “*Quản lý thống nhất đới bờ biển được nhận ra như là một quá trình thích hợp nhất nhằm tới các vấn đề quản lý hiện nay và lâu dài bao gồm sự tổn thất môi trường sống, thoái hóa chất lượng nước, thay đổi chu trình thủy văn, cạn kiệt tài nguyên ven bờ và thích nghi với sự dâng lên của mực nước biển và những tác động của thay đổi khí hậu toàn cầu khác*” [116].

Từ những định nghĩa nêu trên có thể thấy rằng, quản lý thống nhất đới bờ biển là một quá trình quản lý liên tục vì mục tiêu chung đã đưa vào thực tiễn- Đó là phát triển bền vững và bảo vệ đới bờ cũng như duy trì tính đa dạng sinh học của nó. Để làm được điều này, quản lý thống nhất đới bờ biển phải tìm kiếm thông qua hiệu quả của việc quản lý để xây dựng và duy trì việc sử dụng tốt nhất các mức độ bền vững về phát triển và các hoạt động ở đới bờ theo cả không gian và thời gian của đới bờ biển.

Theo định nghĩa như vậy, quản lý thống nhất đới bờ biển là một quá trình thiết kế nhằm đạt được các mục tiêu đã đề ra. Còn mục tiêu đã được đề ra là duy trì và tăng cường sự hữu ích của đới bờ biển đối với con người. Như vậy, quản lý thống nhất đới bờ là một quá trình gồm 3 thành phần: 1) phát triển tri thức đới bờ như là một hệ thống; 2) sử dụng tri thức này để xác lập một sơ đồ quy hoạch sử dụng nó tốt nhất và 3) thực thi một cách có hiệu quả

quy hoạch này để đạt được mục tiêu đã đặt ra. Một số ý kiến cho rằng, có sự khác nhau về quan niệm quản lý thống nhất đới bờ biển ở Hoa Kỳ và Châu Âu và một số nước khác. Ở Hoa Kỳ, quản lý thống nhất đới bờ biển tập trung cho quy hoạch, còn ở Châu Âu và một số nước khác lại quan tâm về sự thống nhất giữa các chức năng sử dụng.

Hiện nay, nhiều nước trên thế giới đã nghiên cứu và đưa ra nhiều mô hình quản lý thích hợp với hoàn cảnh của họ. Trong đó, mô hình được chấp nhận rộng rãi nhất và mang lại hiệu quả là mô hình *quản lý dựa vào cộng đồng* (community-based management). Chẳng hạn, những người dân chài ở vùng Trung Visayas thuộc Philippine đã tham gia vào chương trình như vậy và họ đã mở rộng triết lý của Lão Tử cho phù hợp với hiện nay. Lão Tử nói rằng, “nếu cho anh ta một con cá, anh ta sẽ ăn nó trong một ngày; nếu dạy cho anh ta cách bắt cá, thì anh ta sẽ có cá ăn suốt đời”. Còn ngư dân ở đây nói “nếu cho anh ta một con cá, anh ta sẽ ăn nó trong một ngày; nếu dạy cho anh ta cách bắt cá, thì anh ta sẽ có cá ăn cho đến khi nguồn lợi này bị cạn kiệt và nếu dạy cho cộng đồng biết cách quản lý nguồn lợi cá của họ, thì nó sẽ phồn thịnh cho các thế hệ tương lai” [97]. Gần đây, các nhà khoa học phương Tây lại đưa ra mô hình “*quản lý trên cơ sở hệ sinh thái nâng cao*”.

c) *Những nguyên tắc trong quản lý thống nhất đới bờ biển*

Để đạt được hiệu quả của quản lý thống nhất đới bờ biển, cần phải có những nguyên tắc cụ thể, nghĩa là phải có một khuôn mẫu để thực hiện. Đến nay có rất nhiều nguyên tắc khác nhau đã được đưa ra. Chẳng hạn, trong Hội nghị các vấn đề về đới bờ biển được tổ chức ở Hoa Kỳ năm 1972, các nhà khoa học đã đưa ra 15 nguyên tắc [126]. Còn Ủy ban Châu Âu lại đưa ra 8 nguyên tắc, v.v. Tuy nhiên, điều quan trọng không phải là bao nhiêu nguyên tắc. Điều quan trọng hơn cả là các nguyên tắc đó được xây dựng trên cơ sở

nào. Gần đây, thông qua thực tiễn, các nhà khoa học đã thống nhất đưa ra cơ sở cho các nguyên tắc quản lý thống nhất đới bờ biển như sau: Trước hết là phân tích các nguy cơ có thể xảy ra đối với đới bờ biển và nhận thức sâu sắc vì sao phải quản lý (tính cấp bách và lợi ích về mặt đạo đức cũng như về kinh tế của nó). Tiếp đến là phân tích các cách tiếp cận (gồm cách tiếp cận thống nhất và hòa giải). Bước tiếp theo là thực tiễn của quản lý thống nhất bờ biển bao gồm: đề ra các giai đoạn trong quản lý, phân tích và tổ chức ban đầu, quy hoạch, thực hiện, kiểm soát và đánh giá. Trong suốt quá trình này phải luôn có những phương pháp, công cụ và kỹ thuật tích hợp như phân tích chính sách, thu thập và quản lý dữ liệu (GIS, viễn thám, v.v.), đánh giá tác động môi trường và các công cụ chính sách (gồm các công cụ điều tiết và các công cụ kinh tế).

1.3.3.2. Quản lý dựa trên cơ sở hệ sinh thái

Các hoạt động của con người cả trên đất liền và trong đại dương đang làm thay đổi các hệ sinh thái bờ và biển, đang làm thiệt hại khả năng cung cấp những lợi ích quan trọng cho xã hội của chúng, như sức khỏe và các loại hải sản, các bãi biển sạch và chống lại bão lụt. Quản lý dựa trên cơ sở hệ sinh thái (Ecosystem-Based Management-EBM) là cách tiếp cận quản lý mang tính chất đổi mới để chuyên tâm cho những thách thức nêu trên. Nó xem xét toàn bộ hệ sinh thái bao gồm con người và môi trường hơn là quản lý một vấn đề hay tài nguyên một cách riêng biệt. Quản lý dựa trên cơ sở hệ sinh thái là cách tiếp cận quản lý gồm: 1- Thống nhất các mục tiêu kinh tế, xã hội và sinh thái với việc công nhận con người là hợp phần trọng yếu của hệ sinh thái; 2- Xem xét ranh giới chính trị không sinh thái; 3- Quan tâm đến tính phức tạp của các quá trình tự nhiên, cũng như các hệ thống xã hội và sử dụng cách tiếp cận quản lý thích ứng trong khung cảnh không chắc chắn; 4- Cam kết của những

người sử dụng nhiều trong quá trình hợp tác để xác định các vấn đề và tìm cách giải quyết; 5- Kết hợp chặt chẽ giữa hiểu biết về các quá trình của hệ sinh thái và các hệ sinh thái phản ứng lại những mối quan tâm về môi trường như thế nào và 6- Gắn kết tính toàn vẹn sinh thái của các hệ sinh thái biển-bờ với khả năng bền vững của cả con người và hệ sinh thái là gì.

1.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN

1.4.1. Cơ sở phương pháp luận

Tất cả các hiện tượng tự nhiên hay xã hội, hoặc các hiện tượng tự nhiên-xã hội đều diễn ra trong một tổ chức được gọi là hệ thống. Do đó, *cách tiếp cận hệ thống* (systematic approach)-cơ sở phương pháp luận của khoa học, sẽ được *sử dụng xuyên suốt quá trình làm việc*. Khi sử dụng cách tiếp cận này, *bờ biển được xem là một hệ mở* nằm trong khoa học hệ thống Trái đất-có sự trao đổi vật chất và năng lượng với các hệ khác trên đất liền cũng như ngoài đại dương hoặc vùng biển bên cạnh (hình 1.13).

Qua sơ đồ ở hình 1.13 cho thấy, cách tiếp cận hệ thống phản ánh nhiều mối quan hệ cả bên trong (chủ quan) và bên ngoài (khách quan) của hệ. Điều đó nói lên rằng, cách tiếp cận hệ thống đã bao trùm lên nhiều cách tiếp cận khác nhau, như: cách tiếp cận lãnh thổ, cách tiếp cận liên ngành, cách tiếp cận lịch sử, v.v.

Hệ thống bao gồm: 1) tập hợp các yếu tố/hợp phần để nhận ra đối tượng theo những dấu hiệu biến đổi nào đó; 2) tập hợp các mối quan hệ giữa các dấu hiệu của đối tượng và 3) tập hợp các mối quan hệ giữa các dấu hiệu của đối tượng và môi trường bên ngoài. Như vậy, ở đây *đối tượng* nghiên cứu là *bờ biển* (hệ bờ biển nói chung); các *hợp phần* của bờ biển là *nước, đất-đá,*



Hình 1.13. Sơ đồ cấu trúc của hệ bờ biển [30]

địa hình, sinh vật, con người, v.v.; còn dấu hiệu của nước là chất lỏng, thay đổi lên xuống do thủy triều, sóng, dòng chảy, v.v. và với môi trường bên ngoài là những tác động từ lưu vực sông phía lục địa hay bão từ phía ngoài khơi. Đất đá là chất rắn bị biến đổi dưới tác động của các nhân tố bên ngoài nhanh hay chậm tùy thuộc vào mức độ gắn kết và độ bền vững của chúng. Các mối quan hệ trên đều chịu sự chi phối bởi luật NHÂN-QUẢ và hoạt động tuân theo các nguyên lý sau: 1) tính đồng dạng; 2) đột biến ngưỡng; 3) phản ứng liên hoàn và 4) thời gian. Một đặc trưng quan trọng của hệ thống là vận động không ngừng. Theo các nguyên lý này, cứ sau một thay đổi theo kiểu tích lũy sẽ dẫn đến đột biến và hệ chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác. Hay nói cách khác tổng quát hơn là lúc bãi biển, lúc nương dâu.

Theo Weide J.van der, phân tích hệ thống được xem như là một công cụ thích hợp để xây dựng các mối tương tác phức tạp giữa hệ thống tài nguyên thiên nhiên và hệ thống kinh tế-xã hội [135]. Đối với hệ bờ biển, có

thể chia thành 2 phụ hệ là: 1) Phụ hệ tự nhiên (có thể chia nhỏ thành các hợp phần sinh vật và các hợp phần không sinh vật) và 2) Phụ hệ kinh tế-xã hội bao gồm việc sử dụng tài nguyên và hạ tầng cơ sở ở bờ biển.

1.4.2. Các phương pháp nghiên cứu

1.4.2.1. Mô hình Bruun

Mô hình được đưa ra để dự báo biến động bờ biển do mực nước biển dâng lên trên các bờ cát đã được Bruun đưa ra vào năm 1962 và 1988 và thường được gọi là “quy tắc Bruun” [102]. Mô hình này xem xét sự phản ứng đường bờ theo 2 chiều (thẳng đứng và nằm ngang) đối với dâng lên của mực nước biển. Giả định cơ bản của mô hình này là, theo thời gian, hình dạng trắc diện ngang của bãi luôn duy trì dạng *cân bằng động*. Kèm theo đó có 4 giả định được bổ sung thêm cho mô hình này là:

1. Bãi biển phía trên bị xói lở do sự dịch chuyển về phía đất liền;
2. Vật liệu bị xói lở từ phần trên của bãi được vận chuyển ra ngoài khơi và tích tụ ở đó; khối lượng vật liệu bị xói lở của bãi bằng khối lượng vật liệu tích tụ ở phía dưới;
3. Sự nâng lên của đáy biển gần bờ do tích tụ bằng sự dâng lên của mực nước biển để duy trì độ sâu của nước
4. Gradient trong vận chuyển dọc bờ là không đáng kể.

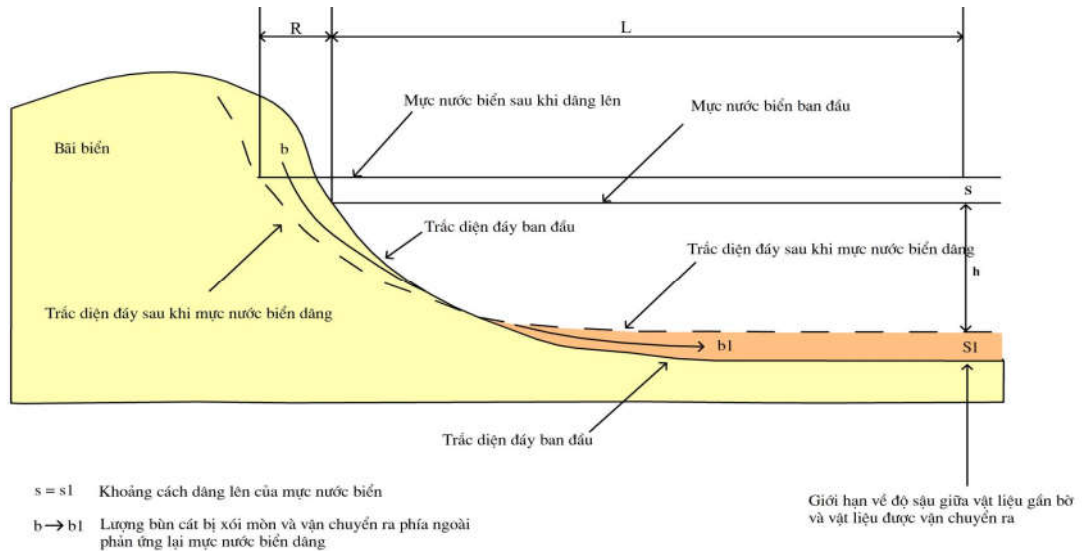
Về mặt toán học, mô hình này được mô tả như sau:

$$R = \frac{L_z + h_z}{B} S \quad (1)$$

Ở đây R là sự sửa lại bờ theo chiều nằm ngang (m), h_z là độ sâu mà tại đó sự trao đổi trầm tích giữa mặt bãi/bờ và thềm lục địa phía trong được coi là cực tiểu, B là độ cao của berm, L_z là chiều dài của trắc diện bãi tới h_z và S là sự dâng lên thẳng đứng của mực nước biển (hình 1.14). Từ hình 1.14 và các giả định nêu trên, có thể nhận thấy rằng, cả giá trị B và h_z đều có mối liên hệ

chặt chẽ với độ nghiêng của bãi. Vì thế, nếu lấy giá trị độ nghiêng của bãi để dự báo sự thay đổi đường bờ biển (được biểu thị theo giá trị $tg\alpha$), thì biểu thức trên có thể được viết dưới dạng:

$$R = \frac{S}{tg\alpha} \quad (2)$$



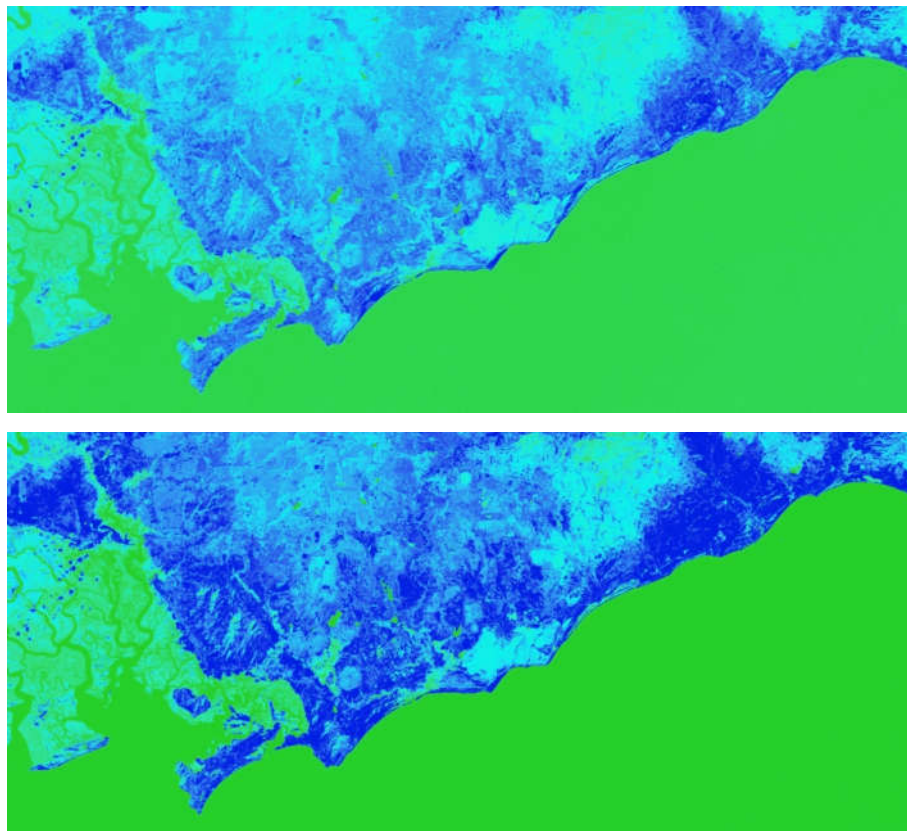
Hình 1.14. Sơ đồ minh họa quy tắc Bruun [136]

Trong đó, α là góc nghiêng của bãi biển tính từ mực nước cao nhất đến mực nước thấp nhất (thực chất, là độ nghiêng của mặt bãi-shore face). Quan sát thực tế cho thấy rằng, hầu hết các bờ được cấu tạo bởi cát đều có giá trị $tg\alpha$ nằm trong khoảng 0,01-0,02, tương ứng với nó, giá trị R thay đổi trong phạm vi từ 50S đến 100S (Wright, 1995; Komar, 1998; Zhang, 1998).

1.4.2.2. Thiết lập các đường bờ trong lịch sử

Để đánh giá biến động bờ biển trong tương lai người ta phải dựa vào tốc độ biến động đường bờ trên cơ sở thay đổi vị trí của nó theo thời gian. Do đó, trước hết cần phải thiết lập được các đường bờ biển trong lịch sử. Các tài liệu có thể giúp xác lập các đường bờ qua các thời kỳ khác nhau là các bản đồ, ảnh hàng không và ảnh viễn thám.

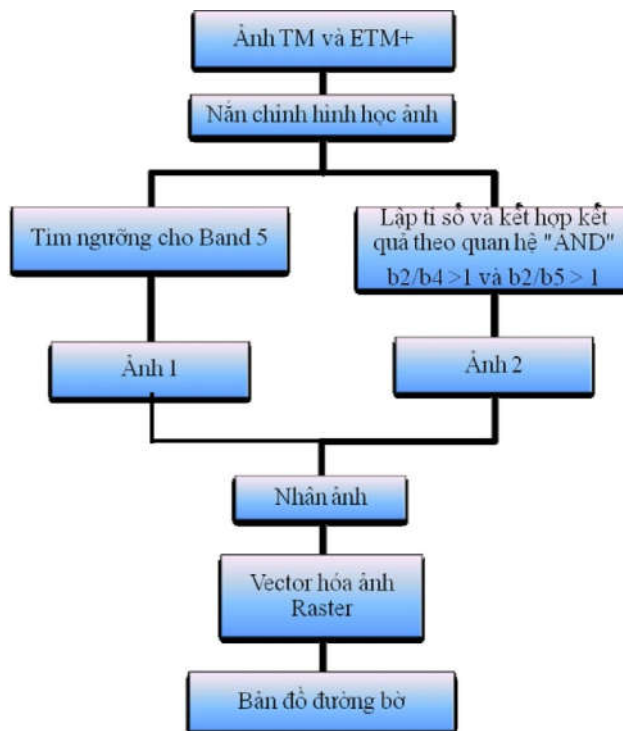
Trước hết là *phân loại ảnh*. Quá trình phân loại ảnh được tiến hành sau khi tiền xử lý ảnh. Khảo sát sơ đồ phản xạ phổ của nước biển và các đối tượng khác ven bờ cho thấy nước biển phân biệt tốt nhất ở kênh 7 của hai loại ảnh được chụp từ các bộ cảm TM, MSS và kênh 4 ($0,77 - 0,90 \mu\text{m}$) ảnh ETM+. Tuy nhiên, trong điều kiện có vùng sóng vỡ, kênh 7 ảnh MSS và TM cho kết quả tốt, còn rất khó phân biệt giữa vùng sóng vỡ và bờ cát ở kênh 4 ảnh ETM+ (*hình 1.15, trên*). Tỷ lệ kênh phổ tốt nhất đối với ảnh ETM+ trong điều kiện sóng vỡ được lựa chọn là $(B5+B7)/B2$. Với phương pháp này có thể loại bỏ được vùng sóng vỡ và bờ cát (*hình 15, dưới*).



Hình 1.15. Ảnh Landsat khu vực Vũng Tàu trước khi tách vùng sóng vỡ (trên) và sau khi tách vùng sóng vỡ (dưới)

Đối với các bờ được cấu tạo bởi bùn có thực vật ngập mặn phát triển, phương pháp tách triết đường bờ biển được lựa chọn dựa trên phân ngưỡng giá trị xám độ ảnh. Do sự hấp thụ rất mạnh của nước và phản xạ rất mạnh của

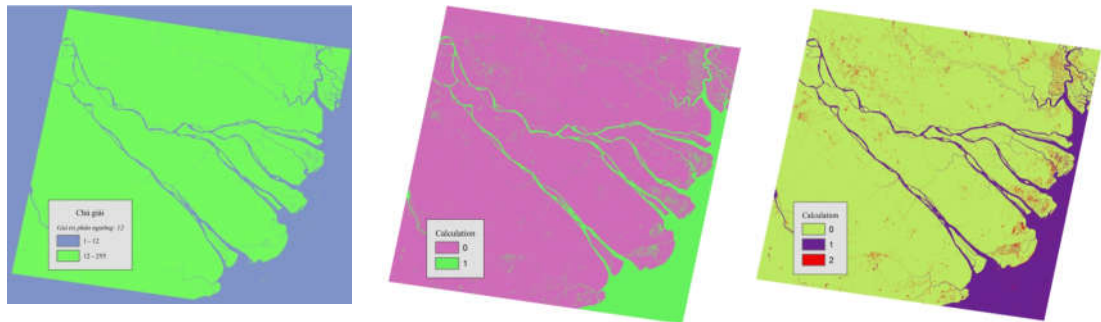
thảm thực vật đối với năng lượng hồng ngoại, nên kênh 5 (kênh hồng ngoại sóng ngắn) được lựa chọn để tách các vùng đất có thực vật (có giá trị xám độ ảnh cao) và vùng nước (giá trị xám độ ảnh thấp). Tuy nhiên, đối với những đoạn bờ không có thực vật, vùng chuyển tiếp giữa đất và nước là nơi bị ảnh hưởng của chế độ thủy triều và các đặc trưng về chế độ độ ẩm nên các điểm ảnh tại khu vực này là các điểm ảnh hỗn hợp, khó xác định chính xác ranh giới giữa chúng bằng các phương pháp thông thường. Để khắc phục, Alesheikh. A.A. và cộng sự (2006) đã sử dụng phương pháp tỷ số ảnh thể hiện trong quy trình ở hình 1.16. Kênh 5 sau khi tách ngưỡng cho vùng đất và nước sẽ tạo ra ảnh trung gian (hình 1.17, trái).



Hình 1.16. Quy trình thực hiện tách đường bờ biển bằng phương pháp tỷ số ảnh

Sau đó dùng tỷ số kênh ảnh kênh 4/kênh 2 để tách vùng bờ có thực vật, kênh 5/kênh 2 dùng để tách vùng bờ không có thực vật. Tỷ số ảnh kênh 2/kênh 5 >1 cho kết quả là nước, giá trị pixel <1 cho kết quả là đất. Hai ảnh tỷ số trên được dùng quan hệ “and” để bổ sung thông tin cho nhau. Kết quả này

tạo ra một ảnh gọi là ảnh 2 (hình 1.18a). Tiếp theo ảnh 1 được tích hợp với ảnh 2 để tạo ra ảnh 3 (hình 1.18b).

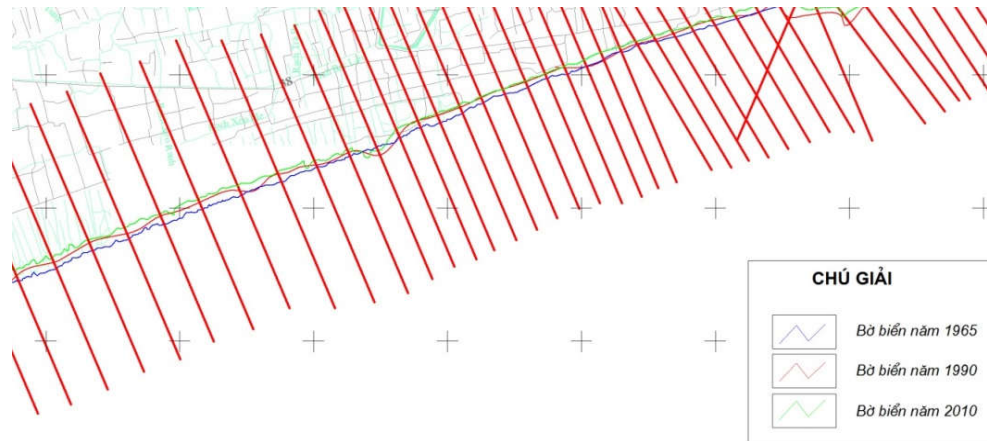


Hình 1.17. Phân ngưỡng kênh 5 ảnh Landsat TM thành đất và nước (trái); quan hệ giữa B2/B4 với B2/B5 (giữa) và tích hợp 2 ảnh trái và giữa (phải)

Từ các bước xử lý trên, một sơ đồ đường bờ biển từng giai đoạn một sẽ được thiết lập. Sau đó, các đường bờ của các năm được chồng ghép để xác lập sự thay đổi đường bờ qua các thời kỳ.

1.4.2.3. Hệ thống phân tích đường bờ số

Phương pháp hệ thống phân tích số đường bờ (DSAS-Digital Shoreline Analysis System) đã được Cục Địa chất Hoa Kỳ sử dụng từ năm 2008. Mục đích của phương pháp này là phân tích lịch sử tiến hóa đường bờ biển. Nội dung của phương pháp này gồm các bước: 1) thiết lập các đường bờ dựa trên các bản đồ hoặc ảnh viễn thám của các thời kỳ khác nhau; 2) vẽ đường cơ sở (là một đường nằm song song với đường bờ biển); 3) vẽ các mặt cắt cách đều nhau dọc theo đường bờ, cắt qua các đường bờ được thiết lập ở bước 1 và vuông góc với đường cơ sở và 4) tính toán khoảng cách biến động theo các mặt cắt. Dựa vào bản đồ địa hình và ảnh viễn thám, 3 đường bờ biển và các năm 1865, 1990 và 2010 đã được thiết lập cho các tỉnh Nam Bộ. Sau đó, cứ 2 km, thì xây dựng một mặt cắt và đã có 438 mặt cắt ngang được xây dựng. Từ các mặt cắt ngang này, tiến hành tính toán biến động đường bờ biển vùng nghiên cứu. Ở đây, đường cơ sở được lấy là đường bờ biển năm 1965 (hình 1.18).



Hình 1.18. Sơ đồ phân tích DSAS cho một đoạn bờ của huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng

1.4.2.4. Chỉ số mức độ tổn thương bờ biển

Đây là phương pháp để đánh giá khả năng biến động bờ biển được đưa ra từ đầu những năm 1990 và gần đây được sử dụng rất rộng rãi ở nhiều nước, như: Hoa Kỳ [78, 82, 106, 107] và ở nhiều nước khác. *Chỉ số mức độ tổn thương bờ biển* (Coastal Vulnerability Index - CVI) được tính toán theo 6 biến số theo biểu thức sau: Những biến số này được xem là quan trọng nhất quyết định tính nhạy cảm của đường bờ đối với sự dâng lên của mực nước biển [113]. CVI được tính như sau:

$$CVI = \sqrt{\frac{a*b*c*d*e*f}{6}}$$

ở đây a là địa mạo, b là tốc độ biến động đường bờ, c là độ nghiêng của bờ, d là thay đổi mực nước biển tương đối, e là độ cao sóng có ý nghĩa trung bình và f là độ cao trung bình của thủy triều.

Những biến số này được xem là quan trọng nhất quyết định tính nhạy cảm của đường bờ đối với sự dâng lên của mực nước biển. Theo ý kiến của Pendleton và đồng nghiệp [113], các biến số này giữ vai trò rất quan trọng trong việc xác định mức độ tổn thương của bờ biển khi mực nước dâng lên.

Còn Doukakis lại gọi các biến số này là *tham số rủi ro* [69]. Tiếp theo, bằng phương pháp chuyên gia, giá trị của các biến trên được chia thành các khoảng khác nhau và cho điểm trọng số từ 1 đến 5 (5 cấp).

Sau khi có giá trị cho từng trắc diện, tiến hành tính các tham số khác như: giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, các giá trị ứng với 25%, 50% và 75% cho toàn bộ đoạn bờ nghiên cứu. Trên cơ sở giá trị tích lũy ứng với các phần trăm nêu trên, tiến hành đánh giá mức độ rủi ro là: thấp ứng với giá trị < 25%, trung bình ứng với giá trị từ 25-50%, cao ứng với các giá trị từ 50-75% và rất cao ứng với các giá trị > 75%. Kết quả cuối cùng là xây dựng bản đồ rủi ro cho đoạn bờ biển nghiên cứu.

1.4.2.5. Các phương pháp địa mạo

Biến động bờ biển là một trong các nội dung nghiên cứu của môn học địa mạo bờ biển. Do đó, khi nghiên cứu biến động bờ biển cần phải áp dụng các phương pháp địa mạo nói chung và địa mạo bờ biển nói riêng.

1) Phương pháp phân tích hình thái - động lực

Giữa hình thái địa hình bờ biển và các nhân tố động lực thành tạo chúng có mối liên quan rất mật thiết với nhau theo quan hệ nhân - quả. Chẳng hạn, các doi cát kéo dài và mở rộng hình quạt về một phía nào đó, chứng tỏ trong khu vực có sự di chuyển dọc bờ của bồi tích rất đáng kể vào một vùng nước tự do, hay ở cửa sông. Hoặc nếu có các bar cát chạy song song với đường bờ, thì có sự di chuyển ngang của bồi tích ở đoạn bờ đó (hình 1.19).

2) Phương pháp phân tích trắc lượng hình thái

Đây là một trong những phương pháp nghiên cứu địa mạo truyền thống và mang lại hiệu quả cao. Tài liệu được sử dụng trong phương pháp này là các bản đồ địa hình và năm xuất bản khác nhau của vùng nghiên cứu. Dựa vào bản đồ địa hình và quan sát ngoài thực tế, có thể cho ta thấy bờ biển dốc hay

thoải. Trên cơ sở độ mau-thưa và sự phân bố của các đường bình độ, có thể thấy được hình dạng của địa hình: kéo dài, đẳng thước, lồi hay lõm. Nếu trên một vùng bằng phẳng, độ mau của các đường bình độ, có thể cho thấy đó là đá gốc có độ bền vững cao.



Hình 1.19. Doi cát ở 2 phía cửa sông được hình thành do di chuyển bồi tích dọc bờ (trái) và bar chạy song song với bờ biển được hình thành chủ yếu do di chuyển ngang của bồi tích (phải) (từ Google Earth)

- Về *trắc lượng hình thái*, khác với địa hình trên đất liền bị chia cắt mạnh dưới tác động của mưa và dòng chảy mặt, nên có độ nghiêng khá lớn, thường có thể tính bằng độ, trong khi địa hình bờ và bãi biển bị chia cắt rất yếu, nên độ nghiêng rất nhỏ, nên thường được tính bằng % (tức là giá trị $\text{tg}\alpha$). Dựa vào độ nghiêng của bãi biển, có thể chia ra các mức độ sau:

Nghiêng: khi $\text{tg}\alpha > 0,01$; nghiêng thoải: khi $\text{tg}\alpha = 0,01-0,001$; hơi nghiêng: khi $\text{tg}\alpha = 0,001-0,0001$ và gần nằm ngang: khi $\text{tg}\alpha < 0,0001$.

3) Phương pháp phân tích hình thái - thạch học

Cơ sở của phương pháp này được dựa trên mối liên quan chặt chẽ giữa đặc điểm hình thái với các tính chất của vật liệu (đất đá gắn kết hay bờ rời, kích thước hạt, v.v.) tạo nên chúng. Chẳng hạn, độ dốc của bãi phụ thuộc rất nhiều vào kích thước hạt. Hạt càng thô, độ dốc của bãi càng lớn và ngược lại. Cụ thể như sau [112]:

- Độ dốc 2° tương ứng với đường kính trung bình $Md = 0,12 \text{ mm}$
- Độ dốc 8° tương ứng với đường kính trung bình $Md = 0,5 \text{ mm}$
- Độ dốc 12° tương ứng với đường kính trung bình $Md = 2 \text{ mm}$
- Độ dốc 15° tương ứng với đường kính trung bình $Md = 5 \text{ mm}$
- Độ dốc $\geq 20^\circ$ tương ứng với đường kính trung bình $Md = 64 \text{ mm}$

Về phần mình, kích thước hạt trầm tích cũng có sự phụ thuộc chặt chẽ vào năng lượng sóng. Năng lượng sóng càng lớn, thì vật liệu trầm tích có kích thước càng lớn và độ nghiêng của bãi cũng càng lớn (hình 1.20). Vì vậy, người ta thường ghép phương pháp này với phương pháp hình thái-động lực và được gọi bằng một tên chung là *phương pháp hình thái - thủy - thạch động lực*.



Hình 1.20. Bãi cuội-tảng có độ dốc lớn Vũng Tàu (trái), bãi cát có độ dốc nhỏ hơn ở Lộc An (giữa) và bãi bùn-sét có độ nghiêng nhỏ nhất ở Vĩnh Châu (phải)
(ảnh Vũ Văn Phái, 2005 và 2012)

1.4.3. Cơ sở tài liệu

Để nghiên cứu đánh giá biến động bờ biển các tỉnh từ Nam Bộ (từ tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu đến Kiên Giang), đề tài đã sử dụng các nguồn tài liệu sau:

1.4.3.1. Bản đồ địa hình.

Các bản đồ địa hình, bao gồm cả trên dải lục địa ven biển và đáy biển ven bờ.

- Bản đồ địa hình lục địa ven biển tỷ lệ 1:50.000 UTM được ấn hành từ năm 1965 đến năm 1970 (Bản đồ tin tức) gồm 27 tờ.

- Bản đồ địa hình tỷ lệ 50.000 hệ VN2000 được xuất bản vào các năm 2003 và 2004 do Nhà xuất bản Bản đồ, Bộ Tài nguyên và Môi trường ấn hành gồm 29 tờ
- Các bản đồ độ sâu đáy biển ven bờ (từ 0 đến 20 mét) tỷ lệ 1:200.000 do Trung tâm Địa chất và Khoáng sản biển thực hiện vào năm 2006-2010 gồm 8 tờ.

1.4.3.2. Ảnh viễn thám

Các ảnh vệ tinh được sử dụng trong nghiên cứu này gồm: 1) Ảnh vệ tinh Landsat của các năm 1989 và 1990 được tham chiếu với hệ tọa độ UTM WG84, zone 48N và 49N có độ phân giải 30x30 mét và 2) Ảnh vệ tinh Spot 5 năm 2004 và ảnh Spot 4 năm 2009 được tham chiếu với hệ tọa độ UTM WGS84 zone 48N, 49N có độ phân giải 10x10 mét.

1.4.3.3. Khảo sát thực địa

Khảo sát thực địa là một giai đoạn thu thập thông tin quan trọng không thể thiếu trong hệ thống các khoa học về Trái đất, trong đó có địa mạo bờ biển và nghiên cứu biến đổi đường bờ. Trong thời gian thực hiện, đề tài đã tiến hành 2 chuyến khảo sát thực địa vào cuối tháng 10 đầu tháng 11 năm 2012 và vào tháng 5 năm 2013. Các chuyến thực địa đều được tiến hành dọc theo bờ biển từ huyện Xuyên Mộc (tỉnh Bà Rịa-vũng Tàu) đến bờ biển thị xã Hà Tiên (tỉnh Kiên Giang). Ngoài 2 chuyến thực địa trong khuôn khổ đề tài, các tài liệu thu thập được trong các chuyến thực địa khác được thực hiện từ năm 2001 đến 2009 của chính những người tham gia thực hiện đề tài cũng đã được sử dụng trong báo cáo này.

Trong quá trình khảo sát, đã tiến hành xác định vị trí đường bờ bằng thiết bị định vị cầm tay *GPSmap 76C5x*, GARMIN. Vị trí đường bờ ở đây được xác định lúc triều cường ứng với đường bờ ngoài (shoreline, xem hình 1.1). Trong quá trình thực địa cũng đã tiến hành chụp ảnh minh họa các đoạn bờ bị biến đổi mạnh. Các số liệu về vị trí các điểm được đưa lên bản đồ địa

hình hoặc ảnh viễn thám để xác định tốc độ biến đổi (xói lở hay bồi tụ) đường bờ biển.

Đồng thời, trong quá trình khảo sát thực địa, đã xác định được thành phần vật chất cấu tạo nên đường bờ, độ cao của địa hình ven bờ, đặc điểm hình thái, v.v. cho từng đoạn khác nhau. Trên cơ sở đó, phân chia các loại bờ có khả năng kháng cự lại các tác động của biển mạnh hay yếu và đưa ra tham số địa mạo phục vụ cho việc tính giá trị CVI.

Mặt khác, trong quá trình khảo sát thực địa cũng đã xác định được *các dấu hiệu* chỉ ra bờ biển đang bị xói lở hay được bồi tụ, đồng thời có thể so sánh được với ảnh viễn thám để đưa ra các khóa giải đoán. Có một số dấu hiệu sau:

-Đường bờ biển dạng răng cưa, thường được phát triển trên các bãi biển có độ nghiêng tương đối lớn. Dấu hiệu này có thể quan sát được cả ngoài thực địa lẫn trên ảnh viễn thám;

-Bãi biển một sườn được phát triển trên các đoạn bờ có tường chắn bảo vệ, hoặc dưới chân các vách xói dốc đứng cắt vào các thành tạo địa hình cổ (thềm biển, hoặc các bề mặt tích tụ nguồn gốc sông-biển tuổi Holocen giữa);

-Các công trình bị sập nằm trên bãi hoặc ở bờ phía trong và cây cối bị đánh bật gốc (hình 1.21);

-Vật liệu vụn vỏ sò-ốc màu trắng được tích tụ trên đỉnh các vách xói lở trên bờ biển cấu tạo bởi bột-sét. Điều này quan sát rõ cả ngoài thực địa lẫn trên ảnh viễn thám (hình 1.22);

-Nền đất sét chặt xít lộ ra trên bãi do lớp cát phủ phía trên đã bị cuốn trôi đi hết. Nền sét này thường là các thành tạo trầm tích cổ hơn được thành tạo trong pha biển tiến. Điều này quan sát thấy rất rõ ở Cần Giờ và cửa Lộ An (hình 1.23);

-Thực vật ngập mặn. Sự tồn tại các thế hệ cây ngập mặn theo xu thế trẻ dần từ trong ra ngoài là đoạn bờ được bồi tụ. Ngược lại, nếu chỉ có một thế hệ cây ngập mặn, thì đoạn bờ đang bị xói lở (hình 1.24).



Hình 1.21. Kè bảo vệ bờ bị phá hủy nằm trên bãi biển ở Hồ Tràm, Xuyên Mộc (trái) và rừng phi lao bị đổ ở khu du lịch Chí Linh, Vũng Tàu (phải)
(ảnh Vũ Văn Phái, 2/2012)



Hình 1.22. Trầm tích vụn vỏ sò ốc có màu trắng tích tụ trên đỉnh bãi đang bị xói lở quan sát được ở xã Vĩnh Tân, H. Vĩnh Châu (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2012) và được biểu hiện trên ảnh viễn thám khu vực giáp ranh giữa Sóc Trăng và Bạc Liêu (phải, Google Earth)



Hình 1.23. Bờ biển cát bị xói lở (2005) và lớp cát đã bị cuốn đi hết để lộ ra nền bùn-sét chặt xít nằm dưới (2012) ở Lộc An (ảnh Vũ Văn Phái)



Hình 1.24. Dấu hiệu rừng ngập mặn cho thấy bờ biển được bồi tụ (trái) và bị xói lở (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2007)

Chương 2

ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN VÀ KINH TẾ - NHÂN VĂN

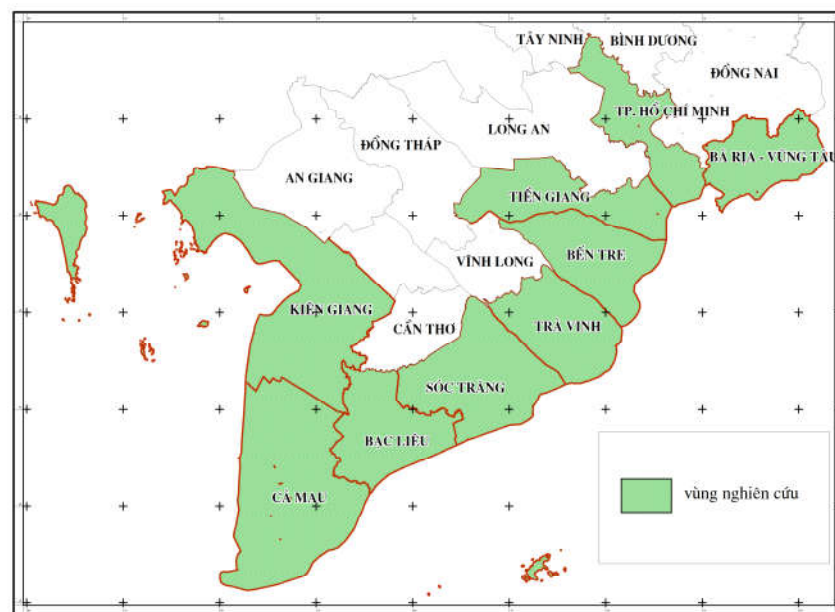
DẢI BỜ BIỂN NAM BỘ

2.1. VỊ TRÍ

Nam Bộ là một không gian địa lý nằm ở phía nam của nước Việt Nam. Các phía đông, nam và tây đều trông ra các vùng biển rộng lớn là Biển Đông và vịnh Thái Lan (còn gọi là Biển Tây). Phía đông-bắc giáp tỉnh Bình Thuận (thuộc vùng địa lý ven biển Nam Trung Bộ) và các tỉnh Lâm Đồng và Đắk Nông (thuộc vùng địa lý Tây Nguyên), phía bắc và tây-bắc giáp nước Campuchia. Đây là vùng có vị trí địa lý rất đặc biệt ở nước ta: chuyển tiếp từ vùng núi Nam Tây Nguyên ra biển theo hướng đông-nam và sang đồng bằng sông Cửu Long về phía tây-nam; chuyển tiếp từ các tỉnh giáp biển Trung Bộ sang các tỉnh Tây Nam Bộ (các tỉnh Miền Tây); là vùng có khí hậu theo mùa rõ rệt: mùa khô và mùa mưa. Nguồn tài nguyên thiên nhiên trong vùng rất phong phú, đặc biệt là tài nguyên biển (bao gồm cả tài nguyên sinh vật và phi sinh vật). Các tỉnh trong vùng nghiên cứu là địa bàn kết nối giữa đồng bằng Nam Bộ với Tây Nguyên và Trung Bộ, có nhiều thế mạnh cả về nguồn lực tự nhiên và nguồn lực nhân văn cho phát triển kinh tế xã hội; có hai đỉnh tăng trưởng kinh tế mạnh trong tam giác kinh tế động lực: TP Hồ Chí Minh, Đồng Nai và Bà Rịa-Tung Tàu về phía đông-bắc và vùng chuyên canh nông nghiệp lớn nhất cả nước: Tây Nam Bộ.

Trước đây, Nam Bộ thời Nguyễn gồm có 6 tỉnh là: Gia Định, Biên Hòa, Định Tường, Vĩnh Long, An Giang và Hà Tiên và được chia thành 2 vùng nhỏ hơn là Đông Nam Bộ (gồm 3 tỉnh Gia Định, Biên Hòa và Định Tường) và Tây Nam Bộ (gồm 3 tỉnh Vĩnh Long, An Giang và Hà Tiên) [2]. Nhưng hiện nay đã khác. Miền Đông Nam Bộ vẫn được giữ nguyên, nhưng số tỉnh đã tăng lên gồm 6 đơn vị hành chính trực thuộc Trung ương, là: Tây Ninh, Bình

Dương, Bình Phước, Đồng Nai, Bà Rịa-Vũng Tàu và thành phố Hồ Chí Minh. Còn miền Tây Nam Bộ được gọi là vùng địa lý đồng bằng sông Cửu Long gồm 13 tỉnh, là Long An, Đồng Tháp, Tiền Giang, Bến Tre, Vĩnh Long, Trà Vinh, An Giang, Cần Thơ, Hậu Giang, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau và Kiên Giang. Tổng cộng, hiện nay, vùng địa lý Nam Bộ có 19 tỉnh và thành phố trực thuộc Trung ương, trong đó có 8 tỉnh là: Bà Rịa-Vũng Tàu, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang và thành phố Hồ Chí Minh (hình 2.1).



Hình 2.1. Sơ đồ vị trí vùng nghiên cứu

Về tài nguyên thiên nhiên. Nguồn tài nguyên thiên nhiên của các tỉnh Nam Bộ không đa dạng và phong phú như các vùng địa lý khác của đất nước. Nhưng, một số nguồn tài nguyên lại rất dồi dào, như đất nông nghiệp, khí hậu, nước, sinh vật (bao gồm cả sinh vật trên đất liền lẫn sinh vật biển) và dầu khí. Các loại tài nguyên này là nguồn lực quan trọng phục vụ cho việc phát triển một nền nông nghiệp tiên tiến, đa dạng và vững chắc và một nền công nghiệp khai thác và chế biến dầu-khí với hiệu quả kinh tế cao. Chính vì thế, các tỉnh

Nam Bộ đã có đóng góp to lớn cho xuất khẩu gạo-đứng hàng thứ hai trên thế giới. Ngoài ra, ở Nam Bộ còn có nhiều thắng cảnh đẹp và các khu bảo tồn thiên nhiên (Tràm Chim, U Minh Thượng, U Minh Hạ, Phú Quốc, Côn Đảo, v.v.), các khu dự trữ sinh quyển (khu dự trữ sinh quyển Rừng ngập mặn Cần Giờ (năm 2000), Khu dự trữ sinh quyển ven biển và biển đảo Kiên Giang (năm 2006) và Khu dự trữ sinh quyển mũi Cà Mau (năm 2009)).

Về tài nguyên nhân văn. Theo số liệu thống kê của Tổng cục Thống kê [86], đến năm 2011, các tỉnh Nam Bộ có diện tích đất tự nhiên phần lục địa là 64.146,1 km² (chiếm 19,38% tổng diện tích đất liền của các nước) và số dân là 32.221.700 người (chiếm 36,68% tổng số dân của các nước) với mật độ trung bình là 502 người/km² (cao hơn gần gấp đôi mật độ dân số trung bình của cả nước là 265 người/km²). Với số dân như vậy, nên lực lượng lao động trong vùng cũng rất dồi dào: số người trong độ tuổi lao động (15 đến 60) chiếm khoảng trên 2/3 tổng số dân. Người dân trong vùng có kinh nghiệm sản xuất nông nghiệp và thủy-hải sản đã được tích lũy qua nhiều thế hệ, chất lượng lao động cũng ngày càng được nâng cao.

Hạ tầng cơ sở trong vùng đã phát triển khá hoàn thiện, trong đó đáng kể là giao thông. Hiện nay, mạng lưới giao thông trong vùng có đủ các các loại hình: đường bộ, đường thủy (cảng biển quốc tế Sài Gòn và các cảng địa phương) và hàng không (sân bay Quốc tế Tân Sơn Nhất, Cần Thơ và các sân bay địa phương, như Rạch Giá, Côn Đảo, Phú Quốc). Riêng hệ thống đường bộ đã có nhiều cải thiện so với vài chục năm trước đây. Đến nay, ngoài các tuyến đường cấp quốc gia và tỉnh lộ, các tuyến đường liên huyện cũng đã được nâng cấp. Đặc biệt, trong thập niên đầu của thế kỷ 21, 3 cây cầu lớn là cầu Mỹ Thuận qua Sông Tiền, cầu Cần Thơ qua Sông Hậu và cầu Rạch Miễu qua Sông Tiền (đoạn sông Mỹ Tho) đã hoàn thiện góp phần quan trọng vào việc lưu thông và trao đổi hàng hóa giữa các tỉnh Đông Nam Bộ với Tây Nam Bộ, cũng như với cả nước.

Về kinh tế. Do các điều kiện thuận lợi trên đây, trong những năm vừa qua, nền kinh tế của các tỉnh Nam Bộ không ngừng tăng trưởng về mọi mặt và chiếm tỷ trọng cao so với cả nước, trong đó, đáng kể nhất là lĩnh vực thương mại-dịch vụ. Theo số liệu của Tổng cục Thống kê, giá trị kinh tế của các các lĩnh vực nông nghiệp, thủy sản, công nghiệp, thương mại-dịch vụ và giao thông vùng Nam Bộ đạt khá cao (bảng 2.1).

Bảng 2.1. Giá trị kinh tế (tỷ đồng) của các tỉnh Nam Bộ đạt được trong năm 2011

	Nông nghiệp		Lâm nghiệp		Thủy sản		Công nghiệp		Thương mại	
	Giá trị	%	Giá trị	%	Giá trị	%	Giá trị	%	Giá trị	%
Cả nước	178537,3	100	7809,1	100	60524,7	100	2693499,7	100	2004360,9	100
Nam Bộ	78092,9	43,74	1552,4	19,88	43886,1	75,51	1780865,3	60,1	1024914,1	88,84

Nguồn: Tổng cục Thống kê, 2012 [83].

Qua số liệu bảng 2.1 có thể thấy rằng, giá trị kinh tế của các tỉnh Nam Bộ chiếm tỷ trọng đáng kể trong toàn bộ nền kinh tế của nước ta, trong đó đáng chú ý là: nông nghiệp (chiếm trên 2/5 của cả nước) thủy sản (chiếm tới 3/4 của cả nước), công nghiệp (chiếm 3/5 của cả nước), đặc biệt là thương mại-dịch vụ (chiếm tới gần 9/10 của cả nước). Riêng lâm nghiệp có tỷ suất thấp (chỉ chiếm gần 1/5 của cả nước, có lẽ do tỷ lệ diện tích đồng bằng trong vùng chiếm ưu thế vượt trội so với đất đồi núi; mặt khác, tỷ lệ rừng sản xuất không cao, chủ yếu là rừng phòng hộ). Trong khi diện tích đất tự nhiên chỉ chiếm gần 1/5 của và dân số chỉ chiếm hơn 1/3 tổng số của cả nước.

Vùng Nam Bộ có 9 đơn vị hành chính trực thuộc Trung ương giáp biển, là: Bà Rịa-Vũng Tàu, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang và thành phố Hồ Chí Minh với tổng chiều dài đường bờ biển là 878 km.

Trong số 9 đơn vị này, có tới 6 tỉnh có độ cao địa hình đất liền dưới 10 mét, thậm chí dưới 5 mét. Ba đơn vị còn lại có địa hình cao trên 10 mét, nhưng với diện tích không lớn, trừ tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu.

Do đó, tác động của mực nước biển dâng đến các tỉnh và thành phố ven biển Nam Bộ sẽ mạnh hơn so với những nơi khác.

Như vậy, các tỉnh và thành phố vùng Nam Bộ nói chung và các tỉnh ven biển nói riêng là cửa ngõ để nước ta tiến ra biển theo các hướng tây, tây-nam và đông-nam trong mối giao thương với các nước trong khu vực và quốc tế, đồng thời, giữ vai trò rất to lớn trong sự phát triển kinh tế-xã hội, đảm bảo an ninh quốc phòng và chủ quyền trên các vùng biển của Tổ quốc.

2.2. CÁC ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN

2.2.1. Địa chất

2.2.1.1. Địa tầng

Các kết quả nghiên cứu địa chất cho thấy, trong phạm vi nghiên cứu có các đơn vị địa tầng sau.

GIỚI PALEOZOI

Hệ Devon-Carbon hạ, Hệ tầng Hòn Chông (D-C₁ hc).

Phân bố chủ yếu ở ven biển Hà Tiên-Hòn Chông (núi Hòn Chông, núi Bãi Ót), phía Đông quần đảo Nam Du và đáy biển vùng nghiên cứu. Mặt cắt của hệ tầng gồm 2 phần:

Phần dưới: cát kết thạch anh hạt vừa và nhỏ phân lớp trung bình, xen đá phiến thạch anh - fenspat, bột kết và đá phiến sét, đá phiến silic. Dày 600m;

Phần trên: Đá vôi màu xám sẫm, xám đen xen ít bột kết vôi màu phớt đỏ, dày 100m. Tổng chiều dày 700m. Dựa vào tập hợp hoá thạch phong phú xếp vào tuổi Devon - Cacbon sớm.

Hệ Permi, Hệ tầng Hà Tiên (P_{1-2} ht).

Phân bố từ Bãi Ốt đến Chùa Hang (núi Đá Dựng, núi Trầu,...). Mặt cắt chuẩn của hệ tầng được xác lập tại Núi Còm và núi Xà Ngách, Hà Tiên, Kiên Giang. Trật tự địa tầng từ dưới lên gồm 3 tập:

Tập a: Đá vôi màu xám trắng phân lớp dày. Bề dày 40m;

Tập b: Đá vôi xen các lớp sét vôi màu xám. Bề dày 80-120m;

Tập c: Đá phiến vôi xen lớp sét vôi mỏng màu xám đen, dày 200m.

Chiều dày chung của hệ tầng: 300-350m. Các thành tạo hệ tầng Hà Tiên phủ bất chỉnh hợp (?) trên hệ tầng Hòn Chông và bị các trầm tích Neogen phủ trực tiếp lên trên.

GIỚI MESOZOI

Hệ Trias, thống hạ, Hệ tầng Hòn Ngang (T_1 hng).

Hệ tầng Hòn Ngang phân bố ở vùng biển và các đảo Vịnh Thái Lan. Thành phần: ryolit porphy, porphyr thạch anh, felsic porphyr và tuf của chúng. Xen trong phun trào có các lớp mỏng bột kết, đá phiến sét và phiến silic. Tài liệu địa chấn nông cho thấy mặt bào mòn của hệ tầng tương đối phẳng, vài nơi có dạng gợn sóng. Dày ~500m.

Hệ Trias, thống trung, Hệ tầng Minh Hoà (T_{2a} mh). Lộ ra với một diện tích nhỏ ở rìa phía Bắc hòn Minh Hoà (Hòn Nghệ) và đáy biển sát đảo này. Thành phần thuần túy là loại đá vôi màu xám tro phân lớp trung bình đến dạng khối. Dày 200m. Ranh giới dưới và trên không rõ.

Hệ Trias, thống trung, Hệ tầng Tây Hòn Nghệ (T_2 thn).

Phân bố một diện tích nhỏ bé ở bờ Tây, Tây Bắc và đáy biển quanh đảo Hòn Nghệ (Minh Hoà). Trật tự địa tầng theo mặt cắt từ dưới lên gồm 5 tập:

Tập a: Đá phiến sét, lớp kẹp bột kết màu xám đen, dày 20m;

Tập b: Bột kết, lớp kẹp đá phiến sét dạng dải, dày 55m;

Tập c: Cát kết xen kẹp bột kết, dày 75m;

Tập d: Đá phiến sét, lớp kẹp bột kết, dày 50m.

Chiều dày chung của mặt cắt là 200m. Ranh giới dưới và trên không rõ.

Hệ Creta, hệ tầng Nha Trang (K_{nt}).

Các thành tạo được liên hệ và xếp vào hệ tầng Nha Trang trong vùng nghiên cứu phân bố ở Nam hòn Minh Hoà. Mặt cắt chia làm 2 phần: phần dưới andezit, tuf andezit đôi nơi có dăm kết tuf, cấu tạo khối hoặc dòng chảy; phần trên dacit, ryodacit, ryolit, trachyryolit và tuf của chúng màu xám sáng, xám nâu cấu tạo dòng chảy, dạng khối đặc xít. Trên các băng địa chấn chúng tạo nên các khối nhô phản sóng âm dễ nhầm với các khối granit. Dày ~600m.

GIỚI KAINOZOI

Hệ Neogen

Các trầm tích Pliocen không phân chia (N₂):

Các trầm tích Pliocen không phân chia phân bố rộng rãi khắp vùng biển nghiên cứu. Có thể gặp được chúng qua các lỗ khoan bãi triều, khoan biển, khoan dầu khí và trong các băng địa chấn sâu, địa chấn nông độ phân giải cao. Thành phần trầm tích chủ yếu là cát kết, bột kết, sét kết xen kẽ các tập sạn kết và lớp mỏng cuội kết. Đặc điểm chung là độ gắn kết yếu, thể nằm thoải hoặc nằm ngang. Chiều dày thay đổi lớn từ vài chục mét ở ven bờ hoặc các khối nâng đến hàng nghìn mét ở các bồn trũng.

Các trầm tích Pliocen trung (N₂²) (Nguyễn Ngọc Hoa & nnk., 1995)

Các trầm tích được phân chia và xếp vào tuổi Pliocen giữa gặp trong một số lỗ khoan máy bãi triều; trong lỗ khoan LK.828A (khu vực Hà Tiên) và

trên toàn bộ các băng địa chấn nông độ phân dải cao. Thành phần là cát thô, sạn, sỏi, cuội màu xám thành phần đa khoáng, bột cát phân lớp màu nâu phớt tím cấu tạo phân dải, sét bột kết màu nâu, cát hạt trung thô gắn kết yếu chứa nhiều kết vón oxit sắt màu nâu.

Trong mặt cắt lỗ khoan LK.828A Hà Tiên (đoạn từ 66m đến 69,5m), các trầm tích được liên hệ và xếp vào tuổi Pliocen có thành phần là cát bột màu xám, loang lỗ gi vàng, cấu tạo phân lớp xiên chéo chứa di tích thực vật hoá than. Các trầm tích này phủ trên bề mặt phong hoá của hệ tầng Hà Tiên và bị các trầm tích Pleistocen hạ phủ bất chỉnh hợp lên. Trầm tích này trước đây được xếp vào tập dưới của hệ tầng Kiên Lương (Nguyễn Ngọc Hoa & nnk., 1995). Các trầm tích này được liên hệ và xếp vào nguồn gốc sông-biển tuổi Pliocen giữa (Nguyễn Huy Dũng & nnk., 2003). Chiều dày của các thành tạo này tăng nhanh từ trong đất liền ra biển và về phía Tây Nam.

Hệ Đệ tứ

Địa tầng Đệ tứ được phân chia theo nguyên tắc tuổi và nguồn gốc. Về tuổi đã phân chia được 7 phân vị chính: Q_1^1 , Q_1^2 , $Q_1^2 - Q_1^3$, Q_1^{3a} , Q_1^{3b} , Q_2^{1-2} và Q_2^3 (tương ứng với ký hiệu cũ Q_I , Q_{II} , $Q_{II} - Q_{III}$, Q_{III}^1 , Q_{III}^2 , Q_{IV}^{1-2} và Q_{IV}^3), ranh giới của các phân vị này là lớp sét loang lỗ với mặt bào mòn ở phía dưới và trên đó là trầm tích hạt thô aluvi hoặc trầm tích bãi triều, trên băng địa chấn đó là các mặt phản xạ từ R_6 ở phía dưới lên đến R_0 ở đáy biển. Về nguồn gốc đã phân chia được các nguồn gốc sau: sông (a), sông biển (am), biển (m), biển đầm lầy (mb), biển sông đầm lầy (mab), đầm phá (bm), đầm lầy (b).

Thống Pleistocen, phụ thống hạ (Q_1^1)

Trầm tích sông (aQ_1^1)

Trầm tích sông tuổi Pleistocen sớm được phát hiện trong một số lỗ khoan khu vực ven biển Hà Tiên: LK.824 (49-50m), LK.828A (51-66m),

LK.829 (42,4-55,9m). Các trầm tích nguồn gốc sông tuổi Pleistocen muộn có thành phần chủ yếu là sạn-sỏi, cát, cát bột phủ trên đá gốc (LK.824, LK.829) hoặc phủ trên các trầm tích Pliocen trung (LK.828A).

Mặt cắt trầm tích sông tuổi Pleistocen sớm tại lỗ khoan LK.828A (từ 51m đến 66m) từ dưới lên gồm 2 phần:

Phần dưới (60-66m): cát sạn, cát hạt vừa màu xám vàng, gắn kết yếu;

Phần trên (51-60m): cát bột màu xám trắng xen những lớp mỏng bột màu vàng, cấu tạo phân dải, gắn kết chắc. Các trầm tích này phủ trên các trầm tích Pliocen trung và chuyển lên các trầm tích sông biển cùng tuổi.

Trầm tích sông biển (amQ₁¹)

Trầm sông-biển tuổi Pleistocen sớm phát hiện trong một số lỗ khoan khu vực ven biển Hà Tiên cũng như trong một số băng địa chấn nông độ phân giải cao thuộc vùng biển Rạch Giá cho tới quần đảo Nam Du. Trong các băng địa chấn nông độ phân giải cao, các trầm tích này thường nằm phủ trực tiếp trên bề mặt đá gốc của các hệ tầng Hòn Chông, Hòn Nghệ và các trầm tích Pliocen trung. Thành phần trầm tích gồm chủ yếu là cát sạn, cát lẫn với bột sét phong hoá màu vàng, màu nâu, xám vàng. Chiều dày 10-25m.

Mặt cắt trầm tích nguồn gốc sông-biển tuổi Pleistocen sớm tại lỗ khoan LK.828A (44-51m) từ dưới lên gồm 2 phần:

Phần dưới (49-51m): Bột cát hạt mịn màu xám, xám trắng phân lớp xiên chéo, chứa rất ít di tích thực vật;

Phần trên (44-49m): Bột sét phân dải xiên chéo chứa di tích thực vật, xen kẹp cát mịn màu xám trắng. Các trầm tích này có quan hệ chuyển tương với trầm tích sông ở phía dưới, bị các trầm tích Pleistocen trung phủ lên.

Trầm tích biển (mQ_1^1)

Trầm tích gồm các lớp cát xen với bột sét, bùn sét phân lớp mỏng màu xám xanh chứa di tích thực vật ngập mặn dạng lá. Ở độ sâu 86 - 71,1m (LK95-4 Rạch Giá): trầm tích chủ yếu là bột sét xen các dải cát bột chứa mùn thực vật, màu xám xanh, xám nâu cấu tạo phân dải ngang. Thành phần cấp hạt: cát 18,25 - 58,8%, bột sét 41,18 - 89%, độ chọn lọc bị kém $So = 2,44 - 3,8$, $Sk = 0,37 - 2,12$, $Md = 0,013 - 1,12mm$. Trong tập trầm tích này có chứa phong phú phần hoa thực vật ngập mặn: *Rhizophora* sp. *Brigirina* sp. *Polypodium*, *Sonneratia* sp... Bề dày của tầng thay đổi từ 10-90m.

Thông Pleistocen, phụ thống trung (Q_1^2)

Trầm tích sông biển (amQ_1^2)

Gặp được hầu hết trong các lỗ khoan bãi triều và trên các băng địa chấn nông độ phân giải cao. Tầng trầm tích này có thể gặp ở vùng biển Hà Tiên, Phú Quốc- Hà Tiên. Thành phần trầm tích gồm cát cuội sỏi xen cát bột sét màu xám nâu. Bề dày thay đổi từ 5-15m.

Trầm tích biển (mQ_1^2)

Trầm tích của tầng chủ yếu là bột, sét, cát phân lớp màu xám, xám xanh, chứa Foraminifera, Diatomea. Vùng ven biển Rạch Giá: tầng trầm tích mQ_1^2 gặp ở LK95-4 Rạch Giá độ sâu 71,1 - 51,5m, dày 19,6m. Từ dưới lên gồm 2 phần:

Phần dưới (71,1 - 63,5m): lớp cát bột mịn màu xám xanh, xám sáng đơn khoáng, độ chọn lọc, mài tròn tốt ($So = 1,5$, $Md = 0,124$, cát = 56,14%, bột sét = 43,81%).

Phần trên (63,5 - 51,5m): bột sét, bột cát xen cát màu xám, phía trên bị phong hoá loang lổ nhẹ, cấu tạo phân lớp mỏng. Hệ số độ hạt $Md = 0,021 - 0,023$, $So = 1,82 - 1,95$. Trong tầng hạt mịn chứa phong phú bào tử phần hoa

của thực vật ngập mặn: *Acrotichun* sp. *Rhizophora* sp. *Sonneratia* sp. *Pinus* sp. *Polypodiacaec* genindet. Trong tầng cũng đã gặp được các dạng Foraminifera: *Ammonia annocten* sp. *Pseudorotalia* cf., *Sehnoeteriana...*, Diatomea: *Fragilaria* sp. *Diatomea valga...* Tuổi xác định Pleistocen giữa. Chiều dày của tầng theo lỗ khoan LK95-4 Rạch Giá là 19,6m.

Về quan hệ địa tầng, các trầm tích mQ_1^2 ở các LK95-4 Rạch Giá, LK95-5 Rạch Giá, phía dưới phủ bất chỉnh hợp lên tầng trầm tích biển Q_1^1 , phía trên phủ bất chỉnh bởi tầng trầm tích Q_1^{3a} . Phần ngoài khơi qua liên kết với các băng địa chấn nông độ phân giải cao, cho thấy có thể gặp được tầng trầm tích mQ_1^2 trên toàn vùng ở độ sâu thay đổi tùy từng nơi từ 20 - 80m. Thành phần trầm tích thường thay đổi từ cát chuyển lên bột sét hoặc xen kẽ giữa chúng với nhiều cấu tạo dải song song nói lên sự phân lớp ngang giữa bột và sét. Bề dày chung của tầng thay đổi từ 10 - 40m

Thống Pleistocen, phụ thống thượng, phần sớm (Q_1^{3a})

Trầm tích sông biển (amQ_1^{3a})

Trầm tích sông biển Pleistocen thượng phần dưới chủ yếu phân bố trong các dòng chảy cổ (sông cổ), phát hiện qua giải đoán các băng địa chấn nông độ phân giải cao. Thành phần trầm tích gồm cuội sạn, sỏi cát xen bột sét. Mặt cắt đặc trưng của tầng được mô tả ở LK95-2 Hàm Ninh - Phú Quốc. Trong tầng trầm tích hạt mịn chứa mùn thực vật ở độ sâu 35m gặp tập hợp phần hoa: *Polypodium* sp. *Pteris* sp. *Lycopodium* sp. *Pinus* sp. *Tasenna* sp. *Jalix* sp. tuổi Pleistocen muộn.

Về quan hệ địa tầng phía dưới chúng phủ trên bề mặt bóc mòn của trầm tích Pleistocen giữa, phía trên bị phủ bởi các trầm tích biển Q_1^{3b} . Ngoài khơi chúng thường liên kết với các mặt cắt địa chấn nông độ phân giải cao, cho thấy trầm tích của tầng chủ yếu phân bố trong các dòng chảy cổ, thành phần trầm tích gồm cuội sạn, sỏi, cát xen bột sét. Chiều dày thay đổi từ 5 - 10m.

Trầm tích đầm lầy ven biển (mbQ₁^{3a})

Tương đối phổ biến và được phát hiện trong các lỗ khoan bãi triều, khoan biển. Thành phần gồm sét, sét bột, cát hạt mịn màu xám, xám sẫm chứa di tích thực vật phân hủy mạnh.

Trầm tích biển (mQ₁^{3a})

Các trầm tích nguồn gốc biển tuổi Pleistocen muộn, thời sớm chủ yếu được phân ra trên cơ sở phân chia thạch địa tầng các lỗ khoan. Trong các mặt cắt địa chấn nông độ phân giải cao, chúng được xác định tương ứng với tập thạch học hạt mịn với đặc trưng sóng phản xạ dạng phân lớp mỏng liên tục. Trong lỗ khoan LK.824 (đoạn 24,7-30m), trầm tích có thành phần là bột sét bị phong hoá mạnh có màu loang lổ tạo kết vón laterit và kết hạch limonit.

Thống Pleistocen, phụ thống thượng, phần muộn (Q₁^{3b})

Trầm tích sông biển (amQ₁^{3b}): Tầng trầm tích này chủ yếu gặp trong các lỗ khoan máy bãi triều. Trầm tích của tầng chủ yếu có thành phần như hạt thô cuội sạn, cát. Dày 5-10m.

Trầm tích biển (mQ₁^{3b}): Trầm tích biển Pleistocen thượng phân trên lộ rất phổ biến trên đáy biển (10 – 30m nước) vùng Cà Mau – Hà Tiên thuộc các vùng ngoài khơi sông Đốc, Nam Du- Thổ Chu, Rạch Giá, Hòn Chông. Còn trong các lỗ khoan gặp tầng trầm tích này ở độ sâu từ 12 – 19m trở xuống.

Trầm tích lộ ra dưới đáy biển là lớp sét bột, bột phong hoá loang lổ từ màu xám vàng, xám trắng tới loang lổ đỏ có chứa nhiều kết vón laterit, siderit. Mặt cắt đặc trưng của tầng được phản ánh qua mặt cắt trầm tích LK.95- 4 Rạch Giá, độ sâu từ 19- 42,8m. Thành phần cấp hạt: sét bột= 85- 97%, cát= 2,93- 14,7%, So=1,64- 3,93%; S_k= 1,05- 4,16%, Md= 0,01- 0,008. Thành phần khoáng vật sét: có hàm lượng monmoriotit cao. Trong tầng đã gặp được tập hợp Foraminifera: *Operculina*, *Amphistegina*, *Operculina*

Camplanata, O.Ammonoides, Gypsima, Pseudorotalia, Cellanthach Craticulatus... Quinqueloculina tuổi xác định Pleistocen muộn. Ngoài ra trong tầng còn gặp khá giàu tảo Diatome: gồm các loài *Coscinidiscus radiatus, C.marginatus, Cyclotella Stylorum* tuổi xác định là Pleistocen muộn. Chiều dày 21,8m.

Trên các mặt địa chấn nông độ phân giải cao gặp tầng trầm tích biển ở hầu hết các tuyến và là tập có sóng phản xạ rõ nét nhất từ đáy biển tới độ sâu 60- 70m. Các sóng phản xạ đặc trưng: dạng dải song song kéo dài liên tục từ ven bờ ra ngoài khơi, đôi nơi gặp sóng phản xạ rời, xiên chéo hoặc song song đứt đoạn phản ánh trầm tích được cấu thành chủ yếu là bột sét, một số nơi chứa ít cát sạn hoặc bùn cát.

Bề dày chung của tầng theo băng địa chấn thay đổi 5- 50m.

Thống Holocen, phụ thống hạ - trung (Q_2^{1-2})

Trầm tích biển đầm lầy (mbQ_2^{1-2}).

Đây là tầng trầm tích tương đối phổ biến trong vùng biển ven bờ, có thể gặp chúng qua các lỗ khoan bãi triều, khoan biển và ống phóng trọng lực ngoài khơi.

Ở vùng biển Hà Tiên, chúng thường được hình thành trong các lạch triều cỏ có hướng đổ ra Vịnh Thái Lan. Trầm tích gồm bùn sét bùn cát, giàu mùn bã thực vật màu xám đen chứa các lớp, vỉa than bùn. Trong LK95-4 Rạch Giá, ở độ sâu 14,0 – 12,8m gặp trầm tích là bột sét chứa cát, bột sét chứa mùn thực vật màu đen giàu bào tử phấn hoa thực vật ngập mặn *Rhizophora sp. Bruguiera sp. Sonneratia sp. Pinus sp. Quercus.* dày 6,2m. Dày 2-20m.

Trầm tích biển (mQ_2^{1-2}):

Liên quan đến đợt biển tiến cuối cùng trong kỷ Đệ tứ- biển tiến Flandrian- biển tiến vào sâu trong lục địa. Trầm tích mQ_2^{1-2} tồn tại 2 kiểu mặt cắt:

***Kiểu mặt cắt trầm tích mQ_2^{1-2} lộ ra trên địa hình** tạo thành thềm biển tích tụ, phân bố ở xung quanh khu vực Tịnh Biên-Tri Tôn, ven biển Hà Tiên-Hòn Chông với độ cao tuyệt đối 2-4m.

Mặt cắt của các thành tạo này tại lỗ khoan LK.824 (0-4,8m) chủ yếu là cát bột màu xám trắng, xám vàng, phần trên lẫn ít mùn thực vật. Các trầm tích này phủ trên bề mặt phong hoá loang lổ của các thành tạo trầm tích biển tuổi Pleistocen muộn và tạo thành thềm biển cao 4m.

*** Kiểu mặt cắt trầm tích dưới đáy biển**

Đây cũng là tầng trầm tích biển tuổi Holocen sớm-giữa khá phổ biến trên đáy biển vùng nghiên cứu (độ sâu ngoài 10m nước), thành phần trầm tích phía dưới là cát sạn, cát bùn sạn, cát bùn màu xám xanh, xám xi măng, phía trên là bùn cát, bùn sét màu xám, xám xanh. Thành phần cấp hạt trung bình: sạn = 26,53 %, cát = 51,61%, bùn = 21,41%, Md = 0,43mm, So= 2,92, Sk = 1,45. Sạn sỏi chủ yếu là sạn laterit sản phẩm phong hoá của tầng sét loang lổ Q_1^{3-2} . Tại các vùng có hệ thống dòng chảy cổ phát triển (trũng Rạch Giá - An Thới) thì tầng trầm tích mQ_2^{1-2} có độ hạt mịn hơn. Thành phần chủ yếu là cát bùn, bùn cát (cát = 43,67%, bột = 36,07%, sét = 21%).

Trong các trầm tích mịn có sự tăng cao của hàm lượng sét monmorilonit 9,36%, clorit = 10,92%, caolinit = 16,1, hydromica = 19,11%. Các chỉ số về hoá môi trường: Eh = 0,4, pH = 7,72, Kt = 1,54 cacbonat tổng 15,93%. Bề dày chung của tầng thay đổi từ 0,5 – 20m.

Thống Holocen, phụ thống trung-thượng (Q_2^{2-3})

Trầm tích đầm lầy-biển (bmQ_2^{2-3}).

Phân bố rộng rãi ở phía nam kênh Vĩnh Tế thuộc khu vực Kiên Lương, diện tích khoảng 1200km². Trầm tích bmQ_2^{2-3} lộ ra trên bề mặt và

phân bố đến độ sâu 9,4m (LK.9625). Cấu tạo trầm tích tương đối đồng nhất gồm sét, bột màu xám xanh xám đen, chứa nhiều mùn thực vật, than bùn.

Bề dày trầm tích thay đổi từ 2,2m (LK.829, Hà Tiên, Kiên Lương) đến 9,4m (LK.9625, nông trường Thanh Niên I, Kiên Lương, Kiên Giang).

Các trầm tích mQ_2^{2-3} lộ ra trên bề mặt địa hình và phủ bất chỉnh hợp trên các trầm tích mQ_2^{1-2} .

Thông Holocen, phụ thống thượng (Q_2^3)

Trầm tích biển (mQ_2^3):

Phân bố dọc bờ biển từ khu vực Hòn Chông đến Hà Tiên. Thành phần trầm tích chủ yếu là cát, cát bùn, bùn cát màu xám, xám đen chứa vụn vỏ sinh vật biển.

Trầm tích biển-sông (maQ_2^3)

Phân bố chủ yếu khu vực bãi triều vịnh Cây Dương, vịnh Thuận Yên, vịnh Hòn Heo (đới 0-5m nước) với thành phần gồm bùn, sét, bùn cát giàu mùn bã thực vật màu xám đen cấp hạt từ bột đến sét $Md = 0,002 - 0,03$, $So = 2,2 - 2,6$, $pH = 7,6 - 7,9$, hệ số cation trao đổi < 1 . Trong tập trầm tích này rất phong phú phần hoa của thực vật ngập mặn: *Rizophora* sp, *Castanopsis* sp, *Acrostichum* sp... Chiều dày 3 - 5m.

2.2.1.2. Magma

a. Phức hệ Định Quán, pha 2 ($GDiJ_3đq_2$)

Trong phạm vi vùng nghiên cứu các thành tạo magma phát hiện trong các băng địa chấn nông độ phân giải cao ở đáy biển quanh đảo Hòn Tre và được liên hệ với pha 2 của phức hệ Định Quán khu vực Hòn Đất có thành phần monzonit, monzodiorit, monzonit thạch anh.

b. Phức hệ Đèo Cả (GKđc)

Phân bố thành từng khối rải rác quanh Hòn Rái, ngoài ra trên các băng địa chấn nông độ phân dải cao tuyến T95-16-17 vùng biển Tây Nam quần đảo Nam Du và tuyến T95-06-07 giữa hòn An Đông và An Tây gặp granit Đèo Cả bị phủ bởi trầm tích Đệ tứ dày 10-15m.

2.2.1.3. Kiến tạo

Các hệ thống đứt gãy kiến tạo. Các đứt gãy kiến tạo được thể hiện trên bản đồ cấu tạo của lớp phủ Đệ tứ, các đứt gãy được xác định theo cả tài liệu thăm dò từ và tài liệu địa chấn nên hệ thống đứt gãy này có thể cắt qua lớp phủ Đệ tứ và có thể hoạt động của chúng chỉ tồn tại trong các giai đoạn trước Đệ tứ. Trên bản đồ cấu tạo lớp phủ Đệ tứ có thể quan sát thấy các hệ thống đứt gãy kiến tạo sau: Tây Bắc - Đông Nam, Đông Bắc - Tây Nam, Á kinh tuyến

Hệ thống Tây Bắc - Đông Nam. Rất phát triển ở khu vực vịnh Thái Lan và liên quan đến các hoạt động xô húc của mảng Ấn Độ và mảng Âu Á làm hình thành đứt gãy sâu Three Pagodas nằm ở trung tâm vịnh Thái Lan. Hoạt động của các đứt gãy này làm thềm Tây Nam Việt Nam đổ dần về hướng Tây khu vực trung tâm vịnh Thái Lan và làm lớp phủ Đệ tứ có xu hướng dày dần về trung tâm vịnh Thái Lan.

Hệ thống Đông Bắc - Tây Nam: Là phần phát triển ra phía biển của hệ thống đứt gãy quan sát được ở đồng bằng Nam bộ tương tự như đứt gãy Tuy Hoà - Rạch Giá. Hoạt động của các hệ thống đứt gãy này làm đáy Đệ tứ có xu hướng sụt dần về phía Đông Nam.

Ngoài hai hệ thống đứt gãy cơ bản trên còn quan sát thấy sự có mặt của đứt gãy á kinh tuyến nằm sát bờ biển Rạch Giá - Cà Mau. Hoạt động của các đứt gãy này cùng với các đứt gãy Tây Bắc - Đông Nam đã tạo ra một sống

nhô cao của các thành tạo trước Đệ tứ dọc bờ biển Tây Nam Việt Nam và phân cách đới sụt lún Đệ tứ ở khu vực U Minh-Cà Mau và đới sụt lún ngoài khơi vịnh Thái Lan.

2.2.2. Địa hình

Đặc điểm địa hình dải lục địa ven biển và đáy biển gần bờ, hình dạng đường bờ, cũng như hướng kéo dài của nó có ý nghĩa rất quan trọng. Địa hình dải bờ biển Nam bộ bao gồm cả phần đất liền lẫn phần đáy biển ven bờ (đến độ sâu khoảng 20 mét), ở mức khái quát, có thể chia thành 2 khu vực lớn là địa hình dải bờ biển phía Biển Đông (từ cửa suối Đu Đủ-ranh giới giữa tỉnh Bình Thuận và tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu) đến mũi Cà Mau và dải bờ biển ven bờ phía đông vịnh Thái Lan (từ mũi Cà Mau đến Mũi Nai). Tuy nhiên, dải bờ biển phía Biển Đông có thể được chia thành 3 khu vực khác nhau là: Bà Rịa-vũng Tàu, cửa sông Mê Kông-Đồng Nai, Bạc Liêu-mũi Cà Mau.

2.2.2.1. Dải bờ biển Bà Rịa-Vũng Tàu.

Địa hình dải lục địa ven biển. Đoạn bờ này được kéo dài từ cửa suối Đu Đủ đến cảng Sao Mai/Bến Đình có chiều dài khoảng 80 km. Địa hình dải lục địa ven biển là đồng bằng cấu tạo bởi cát có độ cao 3-5 mét-là các thềm biển tuổi Holocen giữa với một số khối núi cấu tạo bằng đá trầm tích phun trào thuộc hệ tầng Nha Trang (K nt) và đá magma xâm nhập thuộc phức hệ Đèo Cả () có độ cao từ vài chục mét (ở khu vực mũi Ba Kiềm) đến vài trăm mét (Núi Lớn cao 245 mét, núi Châu Viên cao 338 mét). Một số đoạn, cát bị gió thổi vun thành các cồn cao đến 7-8, có khi đến 10 mét, hẹp và chạy kéo dài song song với đường bờ hiện nay, như ở phía đông bắc TP Vũng Tàu, hay khu vực Lộc An. Trên đoạn bờ này, không có sông lớn đổ ra biển, mà chỉ có vài sông nhỏ, như sông Cửa Lấp, sông Ray chảy vào sông Bà Đấp rồi đổ ra biển qua biển Lộc An. Các sông này không có ý nghĩa mấy đối với các quá

trình hình thành và biến đổi địa hình bờ biển trong vùng. Đường bờ có phương chủ đạo là đông bắc-tây nam.

Địa hình đáy biển ven bờ trong phạm vi từ 0 đến 20 mét nước tương đối thoải. Tuy nhiên, bề mặt đáy biển cũng không bằng phẳng, bị nhiều gờ cao và rãnh trũng xen kẽ. Ngoài các hệ thống gờ cao-rãnh trũng dạng lượn sóng nhỏ, trên đáy biển ở đây còn gặp trũng sâu phía ngoài khơi Vũng Tàu-được xem là dấu tích của cửa sông Mê Kông vào thời kỳ biển lùi trước đây.

2.2.2.2. Dải bờ biển vùng cửa sông Mê Kông-Đồng Nai

Dải địa hình bờ biển vùng cửa sông Mê Kông-Đồng Nai kéo dài từ vịnh Gành Rái đến hết phạm vi tỉnh Sóc Trăng, nằm trong phạm vi các tỉnh Bà Rịa-vũng Tàu, thành phố Hồ Chí Minh, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh và Sóc Trăng.

Phần địa hình lục địa ven biển là đồng bằng được tạo nên do mối tác động tương hỗ giữa các nhân tố động lực biển và sông. Đây là dải địa hình có tuổi tương đối trẻ, chỉ mới được hình thành trong khoảng vài ngàn năm trở lại đây. Địa hình có độ cao thấp-hầu như không vượt quá 2 mét so với mực nước biển hiện nay và bị chia cắt mạnh bởi nhiều sông và kênh rạch. Thành phần vật chất cấu tạo nên bề mặt địa hình này chủ yếu là bột-sét. Nét đặc trưng của địa hình ven biển ở đây là có nhiều giồng cát hẹp và kéo dài từ vài km đến 5-6 km, thậm chí tới trên 10 km theo hướng gần song song với đường bờ biển hiện nay và có độ cao từ 2-3 đến 5-6 mét so với mực nước biển. Đáng kể nhất là các giồng cát ở Bến Tre và Trà Vinh. Đây là đoạn bờ có nhiều cửa sông đổ ra biển thuộc hai hệ thống sông Đồng Nai và Mê Kông. Các cửa sông của hệ thống sông Đồng Nai bao gồm Soi Rạp, Đồng Tranh, Lòng Tàu và Thị Vải. Còn các cửa sông của hệ thống sông Mê Kông, trước đây là 9 cửa (Cửu Long), nhưng hiện nay chỉ còn 7 cửa hoạt động, là: Cửa Tiểu, Cửa Đại, Hàm Luông, Cổ Chiên, Cung Hầu, Định An và Trần Đề.

Địa hình đáy biển ven bờ ở đoạn này được phân bố trong phạm vi độ sâu từ 0-20 mét nước và kéo dài thành một dải rộng 15-20 km. Địa hình đáy biển trong phạm vi này thuộc tiền châu thổ (avandelta) hiện đại của sông Me Kông, có sự phân bậc rất rõ rệt: Bậc từ 0-5 mét nước, có độ nghiêng rất nhỏ, gần như nằm ngang-được gọi là delta front. Trên bề mặt có các hố sâu trước cửa sông (có khi sâu đến 10 mét) được gọi là trũng xâm thực trước cửa sông và các cồn nhô cao khỏi bề mặt đáy vài mét là bar cửa sông; bậc từ 5-20 mét là một bề mặt nghiêng thoải và khá bằng phẳng, được cấu tạo chủ yếu bởi bùn-sét và gọi là prodelta. Cả hai bộ phận trên được gộp lại tạo thành đồng bằng châu thổ ngập nước hiện đại (còn được gọi là tiền châu thổ-avandelta). Những đặc điểm địa hình nêu trên được hình thành do mối tác động tương hỗ giữa sông và biển. Đến lượt mình, chính địa hình lại có tác động ngược lại làm cho cường độ và hướng của quá trình tương tác sông-biển cũng bị thay đổi theo không gian và thời gian.

Phía ngoài có độ sâu trên 20 mét, địa hình đáy tương đối bằng phẳng và gần như nằm ngang, trên bề mặt được phủ lớp trầm tích cát mịn đến trung lẫn nhiều vụn vỏ sò ốc màu trắng đục. Địa hình ở đây ít chịu ảnh hưởng của sông, mà bị biến đổi chủ yếu do tác động của các yếu tố động lực biển: sóng và dòng chảy gần đáy.

2.2.2.3. Đoạn bờ biển từ tỉnh Bạc Liêu đến mũi Cà Mau.

Đây là đoạn bờ có địa hình khá đặc biệt cả trên phân lục địa lẫn phần đáy biển ven bờ và có phương kéo dài là đông-bắc-tây nam.

Địa hình dải đất liền ven biển hầu như không còn các gò cồn cát nữa. Bề mặt đồng bằng trở nên bằng phẳng và thấp hơn. Tuy nhiên, địa hình phía ngoài sát bờ biển lại có xu thế cao hơn ở phía trong, điển hình là đoạn từ cửa sông Gành Hào đến mũi Cà Mau, nơi cao nhất đạt tới 2-3 mét ở các xã Tân

An, Tam Giang Tây thuộc huyện Ngọc Hiển. Đây là nguyên nhân làm cho các sông nhánh, kênh rạch tự nhiên có hướng chảy từ nam lên bắc, nghĩa là chảy từ phía bờ biển vào trong đất liền để đổ vào sông Cửa Lớn, như sông Ông Trang, rạch Cây Me, rạch Trà Seo, v.v.. Đường bờ đoạn này cũng có phương chung là đông bắc-tây nam.

Địa hình đáy biển ven bờ trở nên thoải và nông hơn. Đường đẳng sâu 20 mét nằm cách bờ khoảng 30 km, đặc biệt là ngoài khơi Gành Hào. Đáy biển khá bằng phẳng và gần như nằm ngang. Càng dần về phía mũi Cà Mau, chiều rộng của đáy biển trong phạm vi độ sâu từ 0 đến 20 mét bị thu hẹp lại và bị chia cắt tương đối phức tạp có cả các bộ phận trũng lẫn bộ phận nổi cao trên đáy, được thể hiện khá rõ ở phía ngoài khơi mũi Cà Mau, đến độ sâu khoảng 5-10 mét (có những gò cao nhô lên khỏi bề mặt đáy tới 10 mét). Từ phía nam cửa Bồ Đề, đáy biển trong phạm vi độ sâu từ 10 đến 25 mét trở nên dốc hơn và kéo dài cho tới phía nam hòn Đá Lẻ, sau đó chạy vòng về phía tây-bắc và kết thúc ở ngoài khơi phía tây mũi Cà Mau. Điều này có ý nghĩa quan trọng đối với tác động của sóng đến bờ. Đối sóng vỡ sẽ gần bờ hơn và, do đó, khả năng phá hủy bờ cũng sẽ mạnh hơn đoạn trước cửa sông Mê Kông. Có lẽ, đây cũng là một trong những nhân tố ảnh hưởng đến xói lở bờ biển trên đoạn bờ này mạnh hơn những nơi khác (xem chương 4) Ở phía nam còn có cụm đảo Hòn Khoai, Hòn Sao và hòn Đá Lẻ.

2.2.2.4. Đoạn bờ biển từ mũi Cà Mau đến Mũi Nai

Đường bờ ở đoạn này có hướng thống trị gần kinh tuyến-theo phương bắc-nam. *Phần lục địa ven biển* có cả địa hình đồng bằng lẫn đồi núi. Địa hình đồng bằng đều thấp và trũng (độ cao trung bình 0,5 đến 1,5 mét), có những vùng còn thấp hơn cả mực nước biển, như một số nơi ở các xã Thuận Yên (thị xã Hà Tiên), Dương Hòa, Ba Hòn (huyện Kiên Lương), Khánh Bình

Tây Bắc (huyện U Minh) phía bắc thị trấn huyện Trần Văn Thời v.v.. Trầm tích tạo nên đồng bằng chủ yếu là bột-sét tuổi Holocen muộn. Chỉ một vài khoanh vi có diện tích nhỏ có độ cao 2-3 mét được cấu tạo bởi cát mịn màu xám đến xám vàng, như ở khu vực Mũi Nai (thị xã Hà Tiên) và Bình An (huyện Kiên Lương) có tuổi Holocen giữa. Còn địa hình đồi núi thấp tạo thành các mũi nhô ra biển như: mũi Nai, mũi Dừa, mũi Hòn Chông, v.v. Chính điều này đã làm cho phần đất phía sau trở thành vùng trũng thấp. Đáng kể nhất là núi Hòn Chông có độ cao tuyệt đối là 201 mét được cấu tạo bởi các đá cát kết, phiến sét và phiến silic của hệ tầng Hòn Chông ($D-C_1hc$). Địa hình đồi-núi thấp phân bố rải rác trên bờ biển từ bắc Hòn Chông đến Hà Tiên được cấu tạo bởi đá trầm tích cacbonat thuộc hệ tầng Hà Tiên ($D_{1-2}ht$) và đá phun trào xen các lớp bột kết, sét kết mỏng thuộc hệ tầng Hòn Ngang (T_1hng). Ngoài ra, còn 3 hòn núi nhỏ khác ở huyện Hòn Đất được cấu tạo bằng đá magma xâm nhập với thành phần granodiorit hornblend biotit, monzonit thạch anh phức hệ Định Quán ($\gamma\delta J_3 đq_2$ –núi Hòn Đất) và granit, granosyenit biotit hạt vừa phức hệ Đèo Cả ($\gamma-\gamma\xi đc_2$ – núi Hòn Me và Hòn Sóc).

Địa hình đáy biển ven bờ từ Cà Mau đến Hà Tiên có cấu trúc phức tạp hơn với các rãnh trũng và gờ cao, cũng như các đảo. Có thể chia thành các khu vực nhỏ hơn như sau:

- Khu vực từ mũi Cà Mau đến cửa Sông Đốc. Đáy biển trong phạm vi này có độ nghiêng nhỏ và thoải đều từ bờ ra đến độ sâu 20 mét. Tuy nhiên, phần bãi biển có độ sâu từ 0 đến 5 mét ở phía tây mũi Cà Mau-cửa sông Bảy Háp thoải hơn và gần nằm ngang. Có lẽ đây là điều kiện thuận lợi để tích tụ trầm tích một cách liên tục so với những nơi khác trong vùng nghiên cứu. Đáy biển trong phạm vi độ sâu lớn hơn 20 mét trở nên thoải hơn nhiều và không bằng phẳng.

- Khu vực từ cửa Sông Đốc đến xã Thuận Hòa (huyện An Minh, tỉnh Kiên Giang). Đáy biển ở đây có sự phân đới khá rõ: đới trong có độ sâu đến 15 mét có độ nghiêng lớn hơn, đặc biệt trong phạm vi từ 0 đến 5 mét. Còn đới từ 15 mét trở ra, đáy biển gần như nằm ngang với sự nhô cao của một số đảo, như Hòn Rái có độ cao tới 405 mét, quần đảo Nam Du với độ cao lớn nhất tới trên 300 mét.

- Khu vực vịnh Rạch Giá (từ xã Thuận Hòa đến mũi Hòn Chông). Đáy biển bằng phẳng và có độ nghiêng không đáng kể. Đường đẳng sâu 5 mét nằm cách bờ khá xa (lớn nhất, đạt tới 30 km ở đoạn ngoài khơi cửa sông Cái Lớn và nhỏ nhất không 3 km ở ngoài khơi xã Thổ Sơn, huyện Hòn Đất). Trong khi đó, đường đẳng sâu 20 mét cũng nằm cách xa bờ khoảng 70 km.

- Khu vực từ mũi Hòn Chông đến Mũi Nai. Đáy biển ở đây bị chia cắt khá phức tạp và tương đối nông. Trên đáy biển có nhiều cồn ngầm nhô lên khoảng 3-5 mét và xen giữa chúng là các hố trũng. Có rất nhiều đảo nhỏ, chủ yếu tập trung ở 2 quần đảo là Bà Lụa (nay thuộc xã Sơn Hải) và Hà Tiên (hay còn gọi là Hải Tặc, nay thuộc xã Tiến Hải) đều thuộc huyện Kiên Hải, tỉnh Kiên Giang.

Với những đặc điểm đa dạng của địa hình dải đất liền ven biển và đáy biển ven bờ Nam Bộ như vậy, nên các tác động của các nhân tố động lực cũng rất khác nhau trên từng đoạn bờ cụ thể. Do đó, biến động đường bờ biển cũng rất khác nhau.

2.2.3. Khí hậu

Điều kiện khí hậu trên dải bờ biển Nam Bộ bao gồm cả phần đất liền ven biển lẫn vùng biển ven bờ có thể được chia thành 2 vùng là đới bờ biển Đông Nam Bộ (từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến mũi Cà Mau) chịu ảnh hưởng của Biển Đông và đới bờ biển Tây Nam Bộ (từ mũi Cà Mau đến Hà Tiên) chịu

ảnh hưởng của vịnh Thái Lan. Dưới đây sẽ nêu một số đặc trưng khí hậu của hai vùng nói trên.

2.2.3.1. Khí hậu đới bờ biển Đông Nam Bộ

a) Nhiệt độ không khí

Nền nhiệt độ ở khu vực này cao và tương đối đồng đều. Nhiệt độ trung bình năm khoảng 26,4 - 27,3⁰C. Tổng nhiệt độ năm lên 9.5000 - 10.000⁰C. Chênh lệch giữa nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất và tháng lạnh nhất là 3 - 4⁰C. Dao động nhiệt độ ban ngày và ban đêm là 7 - 8⁰C.

Nhiệt độ không khí vùng ven biển và vùng xa bờ khá đồng nhất, ít biến động thể hiện tính đồng nhất cao trong tất cả các mùa. Trong báo cáo này tập trung chủ yếu vào mô tả chế độ theo mùa với 4 tháng đặc trưng: 1, 4, 7 và 10 thể hiện nhiệt độ trung bình nhiều năm của tháng 1, nhiệt độ không khí trong tháng chỉ dao động trong giới hạn trên dưới 26,0⁰ C. Sự chênh lệch giữa các khu vực nhỏ là không đáng kể. Vùng Sóc Trăng có nền nhiệt độ không khí trung bình tháng 1 thấp hơn cả so với nơi khác trong vùng vào khoảng 0,5⁰C.

Tháng 4 có nền nhiệt độ không khí cao nhất so với các tháng khác. Nhiệt độ không khí trung bình tháng dao động trong khoảng 28-29⁰C. Tại Vũng Tàu nền nhiệt độ không khí trong tháng này cao hơn các vùng khác cũng chỉ dao động trong khoảng 28,9⁰C, trong khi đó tại Côn Đảo nền nhiệt độ không khí được coi là thấp nhất trong vùng cũng chỉ dao động trong khoảng 28,1⁰ C. Vào tháng 7 nhiệt độ không khí trong vùng bờ Đông Nam Bộ dao động trong khoảng 26,5-27,5⁰C, nền nhiệt độ không khí này thấp hơn so với tháng 4. Tháng 10 nền nhiệt độ không khí tại đây dao động trong khoảng 26-27⁰ C, thấp hơn một ít so với nền nhiệt tháng 4. Từ vùng ven bờ biển Bà Rịa-Vũng Tàu vào Bạc Liêu nhiệt độ không khí giảm dần từ 27,1⁰ C xuống

26,3°C. Vùng biển xa bờ nằm giữa Vũng Tàu và Côn Đảo nhiệt độ không khí tháng 10 cũng chỉ dao động trong giới hạn khá nhỏ từ 27,1°C -26,9°C.

Xem xét trên toàn bộ nền nhiệt của các tháng trong năm cũng cho thấy nhiệt độ không khí trung bình vùng bờ Đông Nam Bộ chênh nhau không đáng kể, dao động xung quanh 27°C, cao nhất tại Vũng Tàu là 27,2°C, thấp nhất 26,8 °C tại Sóc Trăng và Bạc Liêu. Về trị số tuyệt đối của nhiệt độ không khí vùng biển Đông Nam Bộ có bức tranh tương phản so với nhiệt độ trung bình tháng trong các mùa kể trên. Nếu như nhiệt độ không khí trung bình tháng tại Vũng Tàu cao hơn so với các khu vực khác trong vùng thì nhiệt độ cao nhất tuyệt đối tại đây lại thấp hơn so với các vùng khác chỉ đạt trị số 35,8°C, trong khi đó nhiệt độ không khí cao nhất tuyệt đối tại Sóc Trăng là 37,8°C vào tháng 5 trong năm. Về trị số thấp nhất tuyệt đối đã quan trắc được tại Vũng Tàu là 15,0°C vào tháng 12, tại Côn Đảo là 17,7°C vào tháng 2 cao hơn giá trị thấp nhất tuyệt đối tại Vũng Tàu là 3°C (bảng 2.2).

Bảng 2.2. Nhiệt độ không khí đới bờ biển Đông Nam Bộ (oC)

Trạm	Nhiệt độ không khí trung bình tháng nhiều năm					Cao nhất tuyệt đối	Thấp nhất tuyệt đối
	1	4	7	10	Năm		
Vũng Tàu	25,2	28,9	27,4	27,1	27,2	35,8 (Th.4)	15,0 (Th.12)
Côn Đảo	25,2	28,1	27,5	26,8	26,9	36,0 (Th.4)	17,7 (Th.2)
Sóc Trăng	25,1	28,4	27,1	26,8	26,8	37,8 (Th.5)	16,2 (Th.1)
Bạc Liêu	25,2	28,5	26,7	26,3	26,3	36,0 (nhiều năm)	16,1 (Th.1)

b) Độ ẩm tương đối

Độ ẩm không khí vùng ven biển và ngoài khơi Đông Nam Bộ thể hiện sự khác nhau giữa 6 tháng đầu năm và cuối năm. Mùa đông và mùa xuân ở

vùng này độ ẩm tương đối dao động trong khoảng 75-80%. Trong khi đó tại Vũng Tàu độ ẩm tương đối thấp nhất là 75%, tại Bạc Liêu độ ẩm tương đối là 80%. Các tháng mùa hè và mùa thu độ ẩm tương đối trung bình tháng cao hơn các tháng đầu năm, các giá trị này dao động trong khoảng 80-90%. Khu vực ven bờ và ngoài khơi Vũng Tàu-Côn Đảo độ ẩm thay đổi trong khoảng 80-83%. Dải ven bờ Sóc Trăng- Bạc Liêu độ ẩm tương đối dao động trong khoảng 85-90% (bảng 2.2).

Xét về trị số trung bình năm, độ ẩm tương đối tại Vũng Tàu thấp hơn cả (78%) so với các khu vực khác trong vùng. Tại Bạc Liêu có độ ẩm tương đối là 84%, cao hơn các khu vực khác trong vùng Đông Nam Bộ. Về trị số thấp nhất tuyệt đối đã quan trắc được là 21 % xảy ra vào tháng 5 tại Côn Đảo. Tại Sóc Trăng độ ẩm thấp nhất tuyệt đối quan trắc được là 24 % và tại Bạc Liêu thấp nhất tuyệt đối là 41% xảy ra vào tháng 2.

Bảng 2.2. Độ ẩm tương đối ở đới bờ biển Đông Nam Bộ (%)

Trạm	Độ ẩm không khí tương đối trung bình tháng nhiều năm					Cao nhất tuyệt đối	Thấp nhất tuyệt đối
	1	4	7	10	năm		
Vũng Tàu	75	75	82	82	78		21 (Th.2)
Côn Đảo	77	79	80	83	80		21 (Th.3)
Sóc Trăng	78	77	86	87	83		24 (Th.3)
Bạc Liêu	80	77	87	90	84		41(Th.3)

c) Lượng mưa

Lượng mưa ở ĐBSCL và vùng đới bờ Nam Bộ nói riêng biến động rất lớn về không gian và thời gian. Lượng mưa hàng năm đạt tới 1.600 - 3.000mm. Lượng mưa trung bình tháng phân phối khá đều trong toàn mùa mưa ở mức 200 - 300mm/tháng với 15 - 20 ngày mưa trong tháng.

Khoảng 90% lượng mưa hàng năm tập trung vào các tháng mùa mưa (từ tháng V đến tháng XI). Trong các tháng mùa mưa, lượng mưa tương đối đều nhau, riêng tháng X, XI lượng mưa tương đối cao khoảng 600mm. Các tháng mùa khô (từ tháng XII đến tháng IV năm sau) có lượng mưa nhỏ trung bình khoảng 50mm.

Chế độ mưa ở đây được xem xét hạn chế về số ngày có mưa trong tháng. Thực tế quan trắc mưa cho ra số liệu đảm bảo nhất là số ngày có mưa với những lượng mưa khác nhau theo quy định của quy phạm. Lượng mưa cụ thể cần được xem xét ở những nghiên cứu chuyên đề khác. Tháng 1 tại vùng ven bờ và biển Đông Nam Bộ có số ngày mưa nhỏ nhất so với các tháng khác trong năm.

Xét về khu vực, tại Vũng Tàu tháng 1 chỉ có gần 1 ngày có mưa, tại Côn Đảo khoảng 2 ngày có mưa. Tháng 4 số ngày có mưa nhiều hơn tháng 1. Tại Vũng Tàu số ngày có mưa khoảng 3 ngày, tại Côn Đảo số ngày có mưa là 5-6 ngày. Tại Sóc Trăng, Bạc Liêu vào tháng 4 số ngày có mưa vào khoảng 3-5 ngày. Sáu tháng cuối năm số ngày có mưa trên toàn vùng ven bờ và biển Đông Nam Bộ vượt cao hơn hẳn 6 tháng đầu năm. Tháng 7 tại Vũng Tàu và Côn Đảo số ngày có mưa vào khoảng 19-20 ngày, tại Sóc Trăng số ngày có mưa vào khoảng 19,9 ngày, trong khi đó tại Bạc Liêu số ngày có mưa ít hơn chỉ vào khoảng 17,2 ngày. Tháng 10 số ngày mưa tại Vũng Tàu nhỏ hơn tại Côn Đảo. Tại Vũng Tàu số ngày mưa là 15,0 trong khi đó tại Côn Đảo là 20,8 ngày. Tại Sóc Trăng, Bạc Liêu số ngày có mưa dao động trong khoảng 18 – 19 ngày. Tại Vũng Tàu tháng 7 số ngày có mưa nhiều hơn các tháng khác. Tại Côn Đảo, Sóc Trăng, Bạc Liêu vào tháng 9 có số ngày mưa lớn nhất so với các tháng khác. Xét về trị số trung bình năm tại Vũng Tàu có khoảng 120 ngày mưa trong năm, tại Côn Đảo số ngày mưa trong năm khoảng 150 ngày (bảng 2.3).

Bảng 2.3. Lượng mưa một số trạm ở đới bờ biển Đông Nam Bộ (mm)

STT	Trạm	Lượng mưa trung bình năm (mm)
1	Vũng Tàu	1500
2	Côn Đảo	2220
3	Gò Công	1210
4	Bến Tre	1355
5	Trà Vinh	1587
6	Sóc Trăng	1864

d) Đặc điểm gió

Vùng Đông Nam Bộ chịu ảnh hưởng trực tiếp của hai hệ thống gió mùa: gió mùa Đông Bắc (từ tháng X đến tháng III năm sau) và gió mùa Tây Nam (từ IV đến tháng IX). Cường độ gió mùa đông bắc thấp hơn ở vùng biển Trung Bộ và Bắc Bộ. Tốc độ gió trung bình năm khoảng từ 3,0-3,9m/s.

Vùng biển bờ Đông Nam Bộ có chế độ gió với cường độ khá nhỏ so với một số vùng bờ biển khác trên Biển Đông và vịnh Bắc Bộ. Tại Vũng Tàu vào các tháng 1 và 4 tốc độ gió trung bình thay đổi trong khoảng 3-4 m/s, trong khi đó các tháng 7 và 10 tốc độ gió trung bình chỉ dao động trong khoảng 2,8m/s và 2,0 m/s.

Tại Côn Đảo vào tháng 1 tốc độ gió lớn hơn các tháng khác, tốc độ gió trung bình tại đây là 4,0m/s, các tháng khác có tốc độ gió nhỏ hơn chỉ dao động trong khoảng 1,5-2,5m/s. Khu vực Vũng Tàu tốc độ gió trung bình năm dao động trong khoảng 2,5-3,0m/s thường lớn hơn so với ở Côn Đảo một ít. Tại Sóc Trăng, Bạc Liêu tốc độ gió trung bình nhỏ hơn chỉ dao động trong khoảng 1,5-2,0m/s. Tốc độ gió mạnh nhất quan trắc được tại Vũng Tàu là 26m/s xảy ra vào tháng 6, tại Côn Đảo là 31m/s xảy ra vào tháng 7, tại các khu vực Bạc Liêu, Sóc Trăng tốc độ gió mạnh nhất quan trắc được là 25m/s xảy ra vào tháng 7.

Kết quả thống kê gió theo tần suất các khoảng tốc độ và hướng cho thấy mùa đông các vùng ven biển gió hướng đông chiếm ưu thế với tần suất khoảng 60%. Thời gian lặng gió có tần suất xấp xỉ 24% theo số liệu của trạm Vũng Tàu. Vùng biển thoáng hướng gió đông bắc vẫn chiếm ưu thế với tần suất 60%, sau đó là gió hướng đông.

Mùa hè gió thịnh hành có hướng tây nam và tây, cả hai hướng gió này chiếm tần suất tới 70% tại Vũng Tàu và 80% tại Côn Đảo. Thời gian lặng gió tại dải ven bờ Đông Nam Bộ là xấp xỉ 24 %, ở vùng biển thoáng là xấp xỉ 8%

Mùa chuyển tiếp từ đông sang hè tại dải ven bờ thịnh hành gió đông có tốc độ dao động trong khoảng 6 – 10 m/s với tần suất xấp xỉ 20 %. Tại khu vực xa bờ gió hướng đông và đông bắc tốc độ 6- 10 m/s thay phiên nhau chiếm ưu thế với tần suất không lớn.

Mùa chuyển tiếp từ hè sang đông hướng gió thể hiện sự phân tán. Gió tây nam và đông bắc có tần suất lớn hơn các hướng khác. Thời gian lặng gió chiếm ưu thế với tần suất xấp xỉ 44 % (bảng 2.4).

Bảng 2.4. Tốc độ gió trung bình một số tháng điển hình ở đới bờ biển Đông Nam Bộ (m/s)

	Tốc độ gió trung bình tháng nhiều năm					Tốc độ gió lớn nhất
	1	4	7	10	năm	
Vũng Tàu	3,2	3,8	2,8	2,0	3,1	SW 26(Th.6)
Côn Đảo	3,7	1,6	2,5	1,7	2,6	W 31 (Th.7)
Sóc Trăng	1,7	1,6	1,5	0,8	1,5	W 25 (Th.7)
Bạc Liêu	2,3	1,9	1,8	1,2	1,9	Nhiều hướng (NH) 24

2.2.3.2. Khí hậu đới bờ biển Tây Nam Bộ.

a) Nhiệt độ không khí

Tại khu vực bờ Tây Nam Bộ cũng thể hiện sự đồng nhất giữa các khu vực nhỏ. Tháng 1 nhiệt độ không khí dao động trong khoảng 25-26 °C. Giữa vùng biển Cà Mau đến Rạch Giá chênh lệch nhiệt độ không khí chỉ trong

khoảng 1°C. Vùng xa bờ hơn như Phú Quốc nhiệt độ không khí tháng 1 dao động trong khoảng 25,6°C (bảng 2.5).

Tương tự như vùng biển Đông Nam Bộ, tháng 4 nhiệt độ không khí tại dải ven biển bờ Tây Nam Bộ đạt giá trị cao nhất trong năm dao động trong khoảng 28- 29°C. Nhiệt độ không khí trung bình tháng 7 thấp hơn tháng 4 khoảng 1°C. Vào tháng 10 nhiệt độ không khí trung bình thấp hơn nhiệt độ không khí trung bình tháng 7 khoảng 0,5°C. Nhiệt độ không khí trung bình năm trong dải Tây Nam Bộ đạt giá trị thấp nhất tại Cà Mau là 26,7°C và đạt giá trị cao nhất tại Rạch Giá là 27,6°C. Về trị số cao nhất tuyệt đối nhiệt độ không khí vùng biển Tây Nam Bộ cao hơn so với vùng biển phía Đông Nam Bộ. Nếu như nhiệt độ không khí tại Sóc Trăng cao nhất tuyệt đối là 37,8°C thì tại Cà Mau, Rạch Giá, Phú Quốc đều cao hơn với các giá trị: 38,3 ° C (tháng 4), 37,9°C (tháng 4), và 38,1°C (tháng 3). Về trị số nhiệt độ không khí thấp nhất tuyệt đối tại vùng biển này cũng khá thấp, tại Cà Mau 15,3°C (tháng 1), tại Rạch Giá 14,8°C (tháng 1) và tại Phú Quốc 16,0°C (nhiều năm)

Bảng 2.5. Nhiệt độ không khí một số tháng điển hình ở đới bờ biển Tây Nam Bộ (oC)

Trạm	Nhiệt độ không khí trung bình tháng nhiều năm					Cao nhất tuyệt đối	Thấp nhất tuyệt đối
	1	4	7	10	Năm		
Cà Mau	25,1	27,9	27,1	26,7	26,7	38,3 (Th. 4)	15,3 (Th.1)
Rạch Giá	26,0	29,0	28,1	27,7	27,6	37,9 (Th. 4)	14,8 (Th.1)
Phú Quốc	25,6	28,6	27,4	26,8	27,2	38,1(Th.3)	16,0 (nhiều năm)

b) Độ ẩm tương đối

Sáu tháng đầu năm độ ẩm tương đối tại vùng ven bờ và biển Tây Nam thấp hơn so với 6 tháng cuối năm. Tại Cà Mau và Rạch Giá độ ẩm tương đối giữa tháng 1 và tháng 4 chênh nhau không đáng kể vào khoảng 1- 2%.

Tại Phú Quốc độ ẩm tương đối tháng 4 cao hơn tháng 1 khoảng 3%. Sáu tháng cuối năm, giữa tháng 7 và tháng 10 độ ẩm tương đối ít thay đổi. Tại Cà Mau, độ ẩm tương đối của tháng 7 và tháng 10 là 87 và 88% tương ứng. Trong khi đó tại Phú Quốc độ ẩm tương đối trong tháng 7 và tháng 10 là 87%. Độ ẩm tương đối trung bình năm tại Cà Mau, Phú Quốc là 84 và 83% tương ứng.. tại rạch Giá giá trị này thấp hơn là 81%.

Về trị số thấp nhất tuyệt đối của độ ẩm quan trắc được là 25% xảy ra vào tháng 3 tại Cà Mau. Tại Rạch Giá giá trị này là 28% xảy ra vào tháng 2 và tháng 3 và tại Phú Quốc giá trị này là 24 % xảy ra vào tháng 3 (bảng 2.6).

Bảng 2. 6. Độ ẩm tương đối một số tháng điển hình ở đới bờ biển Tây Nam Bộ (%)

Trạm	Độ ẩm không khí tương đối trung bình tháng nhiều năm					Cao nhất tuyệt đối	Thấp nhất tuyệt đối
	1	4	7	10	năm		
Cà Mau	81	80	87	88	84		25 (Th.3)
Rạch Giá	77	78	85	84	81		28(Th.2, 3)
Phú Quốc	78	81	87	87	83		24 (Th.3)

c) Lượng mưa

Tháng 1 số ngày mưa tại vùng biển Tây Nam Bộ thường cao hơn một ít so với vùng bờ Đông Nam Bộ. Số ngày mưa trong tháng 1 tại khu vực này dao động trong khoảng 2-4 ngày, tháng 4 số ngày mưa là 7- 11 ngày. Các tháng cuối năm số ngày có mưa cao hơn so với cùng thời gian đó tại vùng bờ Đông Nam Bộ.

Tại Cà Mau, Rạch Giá và Phú Quốc vào tháng 8 có số ngày mưa cao nhất, riêng Phú Quốc ngoài tháng 8 ra, tháng 9 cũng là tháng có số ngày mưa cao nhất trong năm. Trị số trung bình số ngày mưa trong năm tại Cà Mau là 170 ngày, tại Rạch Giá là 140 ngày và tại Phú Quốc là 160 ngày (bảng 2.7).

Bảng 2.7. Lượng mưa trung bình năm (mm) một trạm ở đới bờ biển Tây Nam Bộ

STT	Trạm	Lượng mưa trung bình năm(mm)
1	Cà Mau	2360,0
2	Rạch Giá	1876,0
3	Phú Quốc	2658,0

d) Đặc điểm gió

Tại Cà Mau gió nhẹ quanh năm, tốc độ gió trung bình tại đây chỉ dao động trong khoảng 1,0 – 1,5 m/s. Tại Rạch Giá tốc độ gió 3,6 m/s vào tháng 7 thể hiện mạnh hơn cả so với các tháng khác trong năm. Tại Phú Quốc tốc độ gió trung bình năm là 4,2 m/s xảy ra vào tháng 7, đây là khu vực có tốc độ gió trung bình năm lớn hơn so với các khu vực khác. Tốc độ gió mạnh xảy ra tại vùng biển Cà Mau, Rạch Giá là 24 m/s và 21 m/s. Trong khi đó tốc độ gió mạnh nhất tại Phú Quốc quan trắc được là 40m/s xảy ra vào tháng 10.

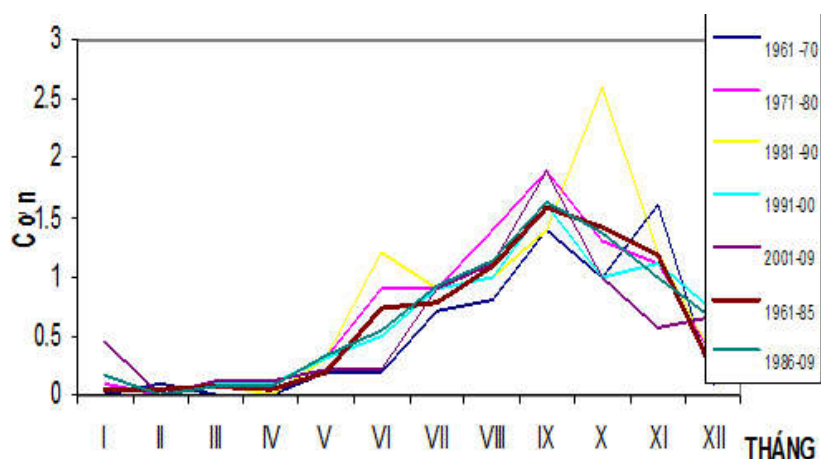
Kết quả thống kê tần suất gió tại vùng biển Tây Nam cho thấy vào tháng 1 hướng gió đông chiếm ưu thế xấp xỉ 41%, sau đó là hướng gió đông bắc gần 23%. Tháng 4 hướng gió nam có tần suất xuất hiện xấp xỉ 23%, hai hướng gió đông nam và đông chiếm tần suất xấp xỉ nhau 19 -18,8%. Vào tháng 7 gió tây nam chiếm ưu thế với tần suất cao là 47%, sau đó là hướng gió tây với tần suất xấp xỉ 19%. Tháng 10 các hướng gió tản mạn hơn, tuy nhiên 2 hướng gió đông xấp xỉ 17% và gió tây với tần suất hơn 15% có ưu thế phát triển hơn so với các hướng gió khác (bảng 2.8).

Bảng 2.8. Tốc độ gió (m/s) một số tháng điển hình ở đới bờ biển Tây Nam Bộ

Trạm	Tốc độ gió trung bình tháng nhiều năm					Tốc độ gió lớn nhất
	1	4	7	10	năm	
Cà Mau	1,5	1,2	1,1	1,0	1,3	NH 24 (Nhiều năm nn)
Rạch Giá	1,4	2,2	3,6	1,6	2,3	NH 21 (Nhiều năm nn)
Phú Quốc	1,8	2,2	4,2	2,2	2,9	NW 40 (Th 10)

2.2.3.3. Hiện tượng thời tiết bất thường.

Vùng biển Đông Nam Bộ có bão thường tập trung vào các tháng cuối năm (từ tháng X đến tháng XII). Nhìn chung số lượng các cơn bão ở vùng biển này tương đối ít và cường độ không lớn. Trong khoảng thời gian 20 năm gần đây, tần suất bão xuất hiện tại khu vực nam biển Đông và đồ bộ bão vùng biển Đông Nam Bộ có xu thế gia tăng (hình 2.2 [54]).



Hình 2.2. Biến động số cơn bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào Việt Nam giai đoạn 1961-2009 [54]

Ngoài ra, hàng năm vào thời kỳ chuyển tiếp giữa mùa gió Đông Bắc và Tây Nam thường xuất hiện các đợt gió lốc địa phương, có cường độ mạnh, phạm vi hẹp.

Đông tại đồng bằng sông Cửu Long thường xuất hiện vào khoảng từ tháng IV đến tháng IX tùy từng khu vực. Khu vực Rạch Giá (Kiên Giang) có số ngày đông trong năm lớn nhất với số ngày đông trung bình năm là 60 ngày, Sóc Trăng có khoảng 50, Cà Mau có 10 ngày đông. Trong các tháng XII, I, II hầu như không đông xuất hiện.

Bão và đông lốc tăng làm cho tốc độ gió tăng và dẫn đến các đặc trưng của sóng thay đổi, trong đó đáng chú ý là độ cao sóng tăng. Độ cao của sóng tăng làm cho năng lượng của nó cũng tăng theo, bởi vì năng lượng sóng tỷ lệ bình phương với độ cao của nó. Kết quả là mức độ tác động của sóng tới bờ tăng lên gây ra xói lở bờ biển cũng gia tăng cả về quy mô lẫn cường độ.

Cũng như toàn bộ lãnh thổ Nam Bộ, dải ven biển và vùng biển ven bờ ở đây cũng có chế độ khí hậu nhiệt đới gió mùa quanh năm nóng ẩm. Các đặc trưng của khí hậu và thời tiết ở đây đều được chia thành 2 mùa: mùa khô và mùa mưa. Mùa mưa thường xảy ra trong khoảng thời gian từ tháng 4 đến tháng 10 hoặc 11, còn mùa khô xảy ra trong khoảng thời gian từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau.

2.2.4. Thủy văn lục địa

Trong vùng nghiên cứu có 2 hệ thống sông chính đổ ra biển, là hệ thống sông Mê Kông và hệ thống sông Đồng Nai (bảng 2.9). Trên dải địa hình ven biển ở đây còn có rất nhiều sông suối và kênh rạch, phần lớn là nhân tạo. Một số sông tự nhiên bao gồm: ở tỉnh Kiên Giang có sông Giang Thành (dài 27,5 km), Cái Lớn (dài 60 km) và Cái Bé (dài 70 km); các sông Cửa Lớn (từ cửa Bồ Đề đến cửa Ông Trang dài 58 km), Bảy Háp (dài trên 50 km), Cái Đoi, Đồng Cù (còn gọi là sông Mỹ Bình, dài 36 km) và Ông Đốc (dài trên 60 km) thuộc tỉnh Cà Mau. Chế độ dòng chảy của các sông này đều chịu ảnh hưởng của thủy triều, đặc biệt là ở Cà Mau. Có thể nói rằng, ở khu vực Cà

Mau có hệ thống sông nước mặn duy nhất ở Việt Nam. Nổi bật nhất là sự thông thương giữa sông Bồ Đề đổ ra Biển Đông và sông Cửa Lớn đổ ra vịnh Thái Lan. Trong vùng còn có một hệ thống kênh, rạch nhân tạo được khai đào vào thời gian khác nhau. Do đó, mật độ sông suối trên dải đất ven biển các tỉnh Nam Bộ có giá trị khá lớn: đạt tới 1,5 -2,0 km/km².

Dưới đây sẽ nêu khái quát về các đặc trưng thủy văn lục địa của vùng nghiên cứu, trong đó đáng kể nhất là hai hệ thống sông chính vừa nêu. Tuy nhiên, trong thực tế, có nhiều người khi mô tả đồng bằng Nam Bộ thường cả hai sông này và gọi là hệ thống sông Mê Kông-Đồng Nai.

Bảng 2.9. Đặc trưng hình thái của một số sông chính đổ vào vùng biển Nam Bộ

[49]

Số TT	Tên hệ thống sông	Diện tích lưu vực (km ²)	Chiều dài sông (km)	Tổng lượng nước ra biển (10 ⁹ m ³ /năm)	Tên cửa sông chính đổ vào Biển Đông
1	Đồng Nai ⁽¹⁾	37 400	635	36,9 ⁽³⁾	Soài Rạp
2	Mê Kông ⁽¹⁾	795 000	4 500	475,0 ⁽²⁾	9 cửa (nay còn 7 cửa)
	Tổng cộng	832.400	5.135	539,8	

⁽¹⁾ Các sông có diện tích lưu vực ở nước ngoài

⁽²⁾Theo một số nguồn khác là 507,0 x 10⁶ m³/năm

⁽³⁾Theo [57]

Hệ thống sông Đồng Nai.

Mạng lưới sông suối. Hệ thống sông Đồng Nai bắt nguồn từ vùng núi cao của các tỉnh Nam Tây Nguyên với các phụ lưu La Ngà, Sông Bé, sau đó hợp lưu với sông Sài Gòn tạo nên đoạn sông Nhà Bè và đổ ra biển qua sông Lòng Tàu và sông Soai Rạp. Khi về đến gần biển, sông Soai Rạp lại hợp lưu với sông Vàm Cỏ và đổ ra biển qua cửa Soai Rạp và sông Lòng Tàu đổ ra biển qua các cửa Đồng Tranh, Lòng Tàu và Thị Vải, trong đó hai cửa sông sau đổ vào vịnh Gành Rái (trong phạm vi hành chính của thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh

Bà Rịa-Vũng Tàu). Rút cục, toàn bộ hệ thống sông Đồng Nai đều đổ ra vùng biển huyện Cần Giò, thành phố Hồ Chí Minh. Ở đây, do ảnh hưởng của thủy triều, nên sông bị phân chia thành nhiều nhánh và uốn khúc quanh co, khiến cho mật độ chia cắt ngang ở đây khá lớn (đạt tới 1,5-2,0 km/km²).

Chế độ thủy văn hệ thống sông Đồng Nai-Sài Gòn. Trong vùng có hệ thống sông Đồng Nai bao gồm cả sông Sài Gòn đổ ra biển qua nhiều cửa, như Xoài Rạp, Lòng Tàu, Thị Vải, v.v.. Chế độ dòng chảy cũng khác nhau theo mùa: mùa lũ và mùa cạn. Mùa lũ thường bắt đầu từ tháng VI, VII và kết thúc vào tháng XI. Lượng dòng chảy mùa lũ chiếm khoảng 65-85% lượng dòng chảy năm. Mùa khô là các tháng còn lại với lượng dòng chảy chiếm 15-35% lượng dòng chảy năm. Kết quả nghiên cứu gần đây [57] cho thấy, tổng lượng dòng chảy năm trung bình trong thời gian 1977-2008 của hệ thống sông Đồng Nai khoảng 36,9 km³, trong đó 33,3 km³ được hình thành trên lãnh thổ Việt Nam, còn 3,6 km³ được hình thành trên lãnh thổ Campuchia. Lượng bùn cát lơ lửng của hệ thống sông Đồng Nai tương đối nhỏ. Kết quả đo đạc độ đục tại các trạm thủy văn Tà Lài trên sông Đồng Nai trong giai đoạn 2000-2003 là 106 g/m³ năm và tại trạm thủy văn Tà Pao trên sông La Ngà trong giai đoạn 1996-2003 là 161 g/m³ năm. Cả hai trạm thủy văn này đều được đặt ở vùng núi, cách cửa sông Soài Rạp trên 200 km. Vì vậy, khi về đến vùng đồng bằng, lượng bùn cát lơ lửng có thể bị giảm đi rất nhiều. Do đó, vùng cửa sông Đồng Nai thuộc loại sông thiếu hụt trầm tích với cửa sông hình phễu.

Dòng chảy Sông Đồng Nai đã được điều tiết bởi đập Trị An và đập Thác Mơ. Dòng chảy Sông Sài Gòn đã được điều tiết bởi hồ Dầu Tiếng. Ngoài ra còn hệ thống sông Vàm Cỏ bao gồm sông Vàm Cỏ Đông và sông Vàm Cỏ Tây.

Chế độ dòng chảy ở phần hạ lưu của hệ thống sông Đồng Nai chịu ảnh hưởng chế độ bán nhật triều. Mỗi ngày, nước lên xuống hai lần, theo đó, thủy

triều thâm nhập sâu vào các kênh rạch trong thành phố Hồ Chí Minh, gây tác động không nhỏ đối với sản xuất nông nghiệp và hạn chế việc tiêu thoát nước ở khu vực nội thành. Mực nước triều cao nhất tại Phú An là 1,44m, Nhà Bè: 1,58m, hạ lưu sông An Hạ: 1,3m, Bến Lức: 1,42m. Tháng có mực nước cao nhất là tháng X-XI, thấp nhất là các tháng VI-VII. Về mùa khô, lưu lượng của nguồn các sông nhỏ, độ mặn 4‰ có thể xâm nhập trên sông Sài Gòn đến quá Lái Thiêu, có năm lên đến tận Thủ Dầu Một và trên sông Đồng Nai đến Long Đại. Tốc độ truyền triều đạt đến 5,8 m/s trên sông Đồng Nai và 6,4 m/s trên sông Sài Gòn. Dòng triều rất mạnh nên các cửa sông đều rộng và sâu. Mùa mưa, lưu lượng của nguồn lớn, nên mặn bị đẩy lùi ra xa hơn và độ mặn bị giảm đi đáng kể. Lượng phù sa trung bình ở phần hạ lưu lại tương đối cao: tại cầu Sài Gòn là 150g/m^3 và Nhà Bè là 190g/m^3 . Có thể đây là kết quả của việc xói lở bờ sông ở phần hạ lưu vì tốc độ dòng tổng hợp sông-triều khá cao.

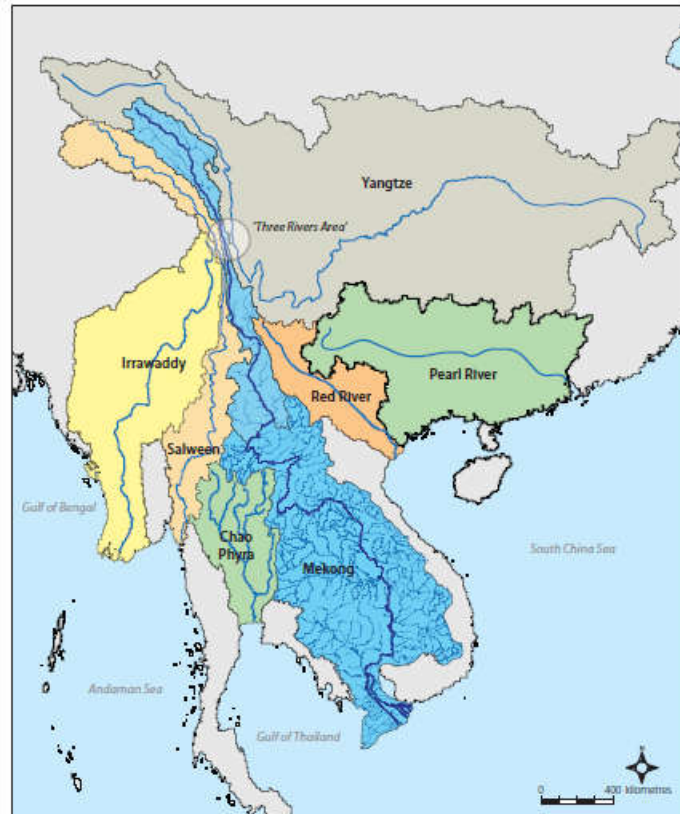
Hệ thống sông Mê Kông.

Mạng lưới sông suối. Sông Mê Kông được xếp là một trong số những con sông lớn của Thế giới với các số liệu về kích thước như sau: Diện tích lưu vực: 810.000 km^2 (xếp thứ 21), chiều dài sông: 4880 km (xếp thứ 12) (theo Ủy ban sông Mê Kông, chiều dài sông là 4909 km, đứng thứ 10 về chiều dài sông [103]), tổng lượng nước đổ vào biển là 475 tỷ m^3 /năm (xếp thứ 9), lưu lượng nước trung bình $14.900\text{ m}^3/\text{s}$ (xếp thứ 8) và tổng lượng phù sa: 160 triệu tấn/năm (xếp thứ 10).

Sông Mê Kông bắt nguồn từ cao nguyên Tibet. Đây cũng là nơi bắt nguồn của nhiều sông lớn khác ở Châu Á, như: sông Dương Tử đổ vào biển Đông Trung Quốc, sông Salween đổ vào biển Andaman, được gọi là Vùng Ba Sông (Three Rivers Area) (hình 2.3).

Toàn bộ lưu vực của sông Mê Kông, cũng như các sông lân cận đều được hình thành và phát triển vào giai đoạn địa chất cuối cùng của Trái

đất- giai đoạn Kainozoi trong tiến trình dịch chuyển lại gần nhau của các mảng thạch quyển Âu-Á và Ấn-Úc. Quá trình này đã làm cho cao nguyên Tibet được nâng cao từ khoảng độ cao 0 mét cách ngày nay khoảng 45 triệu năm trước đến độ cao khoảng trên 5.000 mét vào khoảng 10 triệu năm trước, sau đó, bị hạ thấp do xói mòn đến độ cao 5.000 mét trong giai đoạn hiện nay.



Hình 2.3. Vị trí lưu vực sông Mê Kông trong mối quan hệ với các sông khác ở Châu Á [99]

Lưu vực sông Mê Kông nằm trên lãnh thổ của 6 nước: Trung Quốc (chủ yếu toàn bộ phần thượng nguồn và có tên là Lan Thương), Lào, Thái Lan, Myanmar, Campuchia và Việt Nam. Khi chảy từ Campuchia vào Việt Nam, sông Mê Kông chia thành 2 dòng chính là sông Mê Kông (Việt Nam gọi là sông Tiền) và sông Bát Sắc (Việt Nam gọi là sông Hậu).

Sông Mê Kông đổ vào Biển Đông qua 9 cửa (nên ở Việt Nam, nó được gọi là sông Cửu Long), lần lượt từ đông-bắc sang tây-nam là: Cửa Tiểu, Cửa Đại, Ba Lai, Hàm Luông, Cổ Chiên, Cung Hầu, Định An, Bát Säck và Trần Đề. Hiện nay, chỉ còn 7 cửa hoạt động. Cửa Ba Lai đã bị đập ngăn mặn Ba Lai (cách cửa sông gần 10 km) chặn lại, còn cửa Bát Säck đã bị bồi lấp, lùì sâu vào đất liền khoảng 5 km.

Đồng bằng châu thổ sông Mê Kông có diện tích là 93.781 km², được xếp hàng thứ 3 trên thế giới (sau đồng bằng châu thổ của sông Amazon-467.078 km² và sông Ganga-Brahmaputra-105.641 km²) [99]. Đồng bằng châu thổ sông Mê Kông được bắt đầu từ Phnom Penh. Tuy nhiên, phần lớn diện tích của nó lại nằm trên lãnh thổ Việt Nam. Toàn bộ bề mặt hiện nay của đồng bằng này còn rất trẻ-chỉ mới được hình thành trong khoảng từ 6.000 năm trước cho đến ngày nay. Tuy nhiên, nền móng của nó cũng đã có từ trước đó rất lâu và liên tục bị biến đổi.

Chế độ dòng chảy. Chế độ dòng chảy của sông Mê Kông cũng mang tính chất mùa rõ rệt và được chia thành 2 mùa: mùa lũ và mùa cạn và chịu ảnh hưởng lớn của gió mùa tây-nam, còn phần hạ lưu lại chịu ảnh hưởng của thủy triều Biển Đông. Theo báo cáo của Ủy Ban sông Mê Kông [99], tổng khối lượng dòng chảy trung bình hàng năm qua trạm Kratie (trên lãnh thổ Campuchia) là 457 km³ nước, trong đó gần 89% tập trung vào các tháng mùa mưa (kéo dài từ tháng 6 đến tháng 11), còn các tháng khác chỉ chiếm 11% (bảng 2.9). Lưu lượng trung bình tại Kratie là 13.200 m³/s, còn cho toàn lưu vực sông là 14.500 m³/s [103].

Bảng 2.9. Tỷ lệ (%) dòng chảy trung bình hàng tháng của sông Mê Kông tại Kratie [103]

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tỷ lệ (%)	2	2	1	1	2	7	14	23	23	14	7	4

Đỉnh dòng chảy lũ thường xảy ra trong khoảng các tháng 8, 9 và 10, trong khi dòng chảy thấp nhất xảy ra trong các tháng 3-4. Khi đến Phnom Pênh, chế độ dòng chảy của sông Mê Kông lại được điều tiết bởi hồ Tongle Sap: khi có lũ lớn, nước chảy từ sông vào hồ, khi không lũ, nước lại chảy từ hồ ra sông.

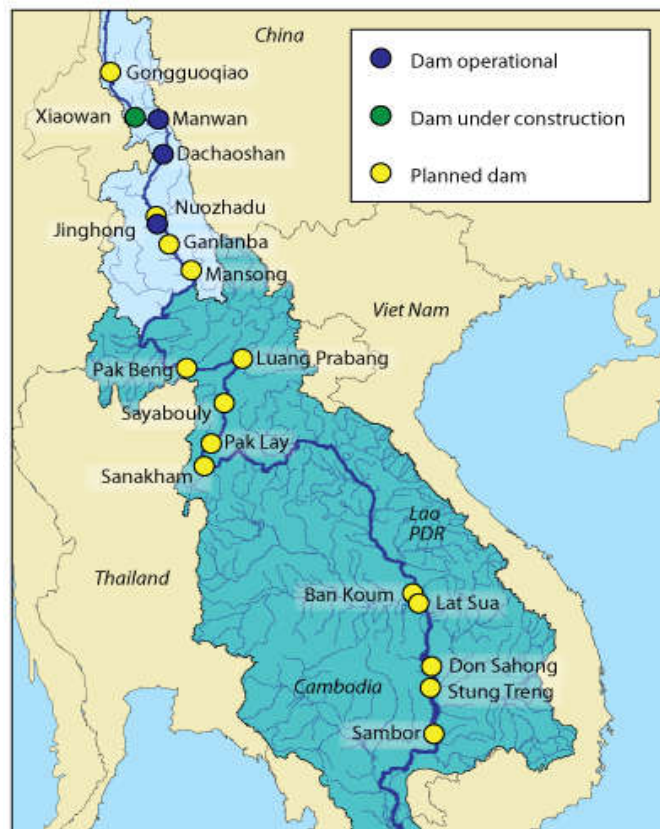
Vào lãnh thổ Việt Nam, sông Mê Kông chia thành sông Mê Kông chảy qua trạm thủy văn Tân Châu và nhánh Bát Sắc chảy qua trạm thủy văn Châu Đốc. Lưu lượng tháng cao nhất tại các trạm này xảy ra vào tháng 10 với giá trị tương ứng là 20.340 m³/s tại Tân Châu và 5.480 m³/s tại Châu Đốc [103].

Dòng chảy rắn. cho đến nay, đã có khá nhiều công trình nghiên cứu về dòng chảy rắn của sông Mê Kông. Tuy nhiên, do chảy qua nhiều nước khác nhau, nên số liệu đo đạc về dòng chảy rắn cũng không giống nhau và không liên tục.

Chi phối cho toàn bộ bờ biển Tây Nam Bộ bao gồm cả bờ Biển Đông và bờ phía đông vịnh Thái Lan là hệ thống sông Mê Kông. Tuy nhiên vai trò của hệ thống sông này không đồng đều trên toàn bộ dải bờ biển. Trong giai đoạn hiện nay, vai trò của hệ thống sông này tập trung chủ yếu cho bờ biển các tỉnh Bến Tre, Trà Vinh và Sóc Trăng. Trong báo cáo này, chế độ dòng chảy của sông Mê Kông bao gồm cả lưu lượng nước và bùn cát được tổng hợp từ một số công trình đã được công bố trong những năm gần đây. Chế độ dòng chảy của sông Mê Kông cũng phụ thuộc vào chế độ mưa trên lưu vực và mang tính mùa rõ rệt: mùa lũ và mùa kiệt. Mùa lũ xảy ra từ tháng 6 đến tháng XI với lượng nước chiếm tới 80% (chủ yếu tập trung vào 3 tháng IX, X và XI) lượng nước cả năm, chỉ còn khoảng 20% lượng nước vào mùa kiệt. Tổng lượng nước hàng năm sông Mê Kông mang ra biển là 475 x 10⁹ m³ (được xếp vào hàng thứ 9 trên thế giới). Các kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng, lượng bùn cát do sông Mê Kông mang ra biển là 160 x 10⁶ tấn/năm. Tuy nhiên, đến nay, việc nghiên cứu tải lượng dòng rắn lơ lửng do sông Mê Kông

mang ra biển hàng năm vẫn còn một số vấn đề chưa rõ ràng. Nhiều ý kiến đều cho rằng cần tiếp tục nghiên cứu một cách cụ thể và có hệ thống hơn về tải lượng dòng rắn (bao gồm cả vật liệu lơ lửng và vật liệu lăn theo đáy).

Theo báo cáo gần đây nhất của Bravard J.P. và Goichot M. [6], thì lượng trầm tích của sông Mê Kông tải ra biển là 160 triệu tấn/năm, nhưng cần phải tăng thêm 10 đến 30 triệu tấn/năm dưới dạng lăn theo đáy. Tuy nhiên, hiện nay, trên dòng chính của sông Mê Kông đã có nhiều dự án đập thủy điện (hình 2.4), nên giá trị này có thể bị giảm đi nhiều, nhưng chưa thể tính hết được. Theo các tác giả này, những ảnh hưởng của thủy điện đến tải lượng trầm tích của sông Mê Kông sẽ được nhận thấy rõ ràng hơn sau vài chục năm nữa. Trong khi đó, việc khai thác cát-sỏi từ đáy sông làm vật liệu xây dựng lại rất đáng kể-xấp xỉ 60 triệu tấn/năm.



Hình 2.4. Sơ đồ biểu diễn vị trí các đập và hồ chứa trên dòng chính sông Mê Kông [6]

2.2.5. Hải văn biển

Chế độ dòng chảy, sóng, triều, mẫn v.v. ở phía Đông và phía Tây vùng biển ven bờ các tỉnh Nam Bộ khác nhau một cách rõ nét. Phía Đông chịu ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều không đều trong khi phía Tây có chế độ triều hỗn hợp thiên về nhật triều. Chế độ sóng, tính chất dòng chảy vùng ĐBNB khác nhau theo mùa và ở bờ phía Đông và phía Tây cũng khác nhau rõ rệt. Do đó, cũng như khí hậu, các điều kiện hải văn biển ở đới bờ biển Nam Bộ cũng được chia thành 2 vùng là Đông Nam Bộ và Tây Nam bộ

2.2.5.1. Chế độ sóng

Thống kê các đặc trưng về gió và sóng. Trên cơ sở thống kê vận tốc gió và độ cao sóng trong vùng có tọa độ $8^{\circ}30'-10^{\circ}00'$ vĩ độ Bắc và $107^{\circ}-109^{\circ}$ kinh độ Đông trong khoảng thời gian 25 năm (1961-1985) đã đưa ra các đặc trưng của sóng ở vùng biển gần bờ phía đông các tỉnh ven biển Nam Bộ (bảng 2.10 và 2.11 và các hình 2.6 và 2.7).

Trong bảng 1 ghi tần suất xuất hiện các phân khoảng tốc độ gió theo từng tháng của chuỗi số liệu 25 năm. Qua bảng 1 ta nhận thấy sự biến thiên tốc độ gió phù hợp với quy luật biến đổi mùa của khí hậu. Về mùa đông tốc độ gió thường mạnh hơn mùa hè, vận tốc gió cực đại 21-30 m/s có tần suất 0,20-0,42 trong các tháng giêng, hai, mười một và mười hai. Vận tốc gió từ 6-10 m/s đã chiếm 58%. Điều này chứng tỏ rằng cường độ gió mùa đông khá mạnh. Vận tốc gió mùa hè nếu hơn mùa đông. Vận tốc gió cực đại của gió mùa Tây Nam chỉ đạt đến 16-20 m/s và có tần suất 0,77-0,85.

Từ số liệu của các bảng 2.10 và 2.11 và các hình 2.6 và 2.7, có thể nhận thấy có sự khác biệt về đặc trưng của sóng ở phía bờ biển phía tây và bờ biển phía đông các tỉnh Nam Bộ.

Bảng 2.10 : Tần suất (%) xuất hiện các phân khoảng tốc độ gió theo số liệu quan trắc trên các tàu biển Từ 1961-1985 trong ô có tọa độ 8o30' - 10o00' vĩ Bắc và 107o-109o kinh Đông

Tháng Vận tốc gió m/s	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0-5	11,07	21,45	92,88	67,90	65,70	38,40	29,05	20,95	40,02	47,16	20,57	8,05
6-10	58,43	56,90	46,75	50,80	31,98	52,45	55,65	51,55	51,07	46,52	53,97	49,87
11-15	27,80	19,15	7,93	1,30	2,14	9,0	14,65	17,33	8,80	6,13	21,05	34,54
16-20	2,50	1,65	0,44	-	0,10	0,15	0,85	0,77	0,08	0,19	3,99	6,59
21-30	0,20	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42	0,93

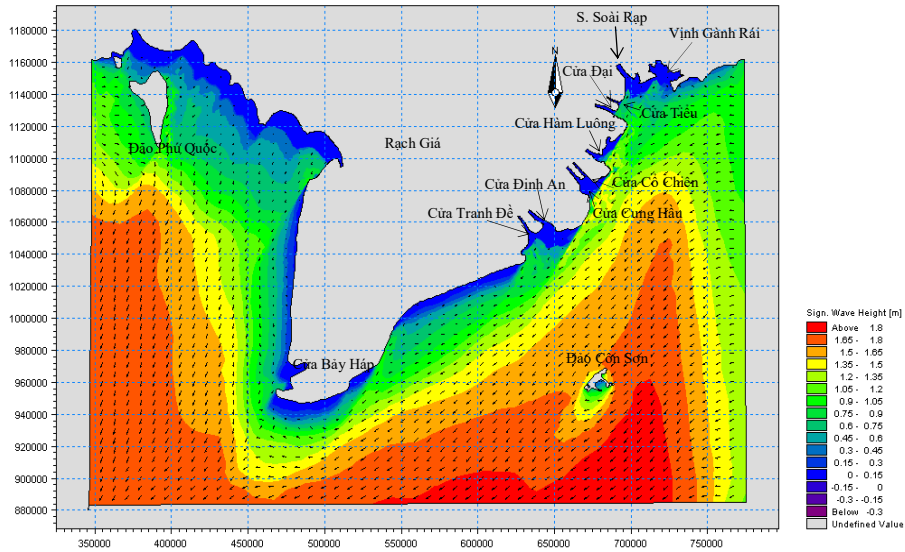
a) Bờ biển phía Đông. Vùng bờ Đông Nam Bộ được quan tâm ở đây là vùng bờ chủ yếu từ 30m độ sâu trở vào các vùng cửa sông. Tuy nhiên có mối quan hệ chặt chẽ về chế độ sóng vùng ven bờ với các loại sóng được hình thành từ các khu vực biển xa bờ. Điều kiện địa hình đã quyết định đến sự biến dạng của các loại sóng làm nên sự khác biệt về hướng cũng như độ cao sóng giữa hai khu vực ven bờ và vùng biển khơi.

Theo số liệu thống kê sóng tại trạm Vũng Tàu độ cao sóng trung bình xấp xỉ 1m và ít thay đổi giữa các mùa trong năm. Độ cao sóng lớn nhất quan trắc được tại Vũng Tàu là 6m xảy ra vào tháng VI.

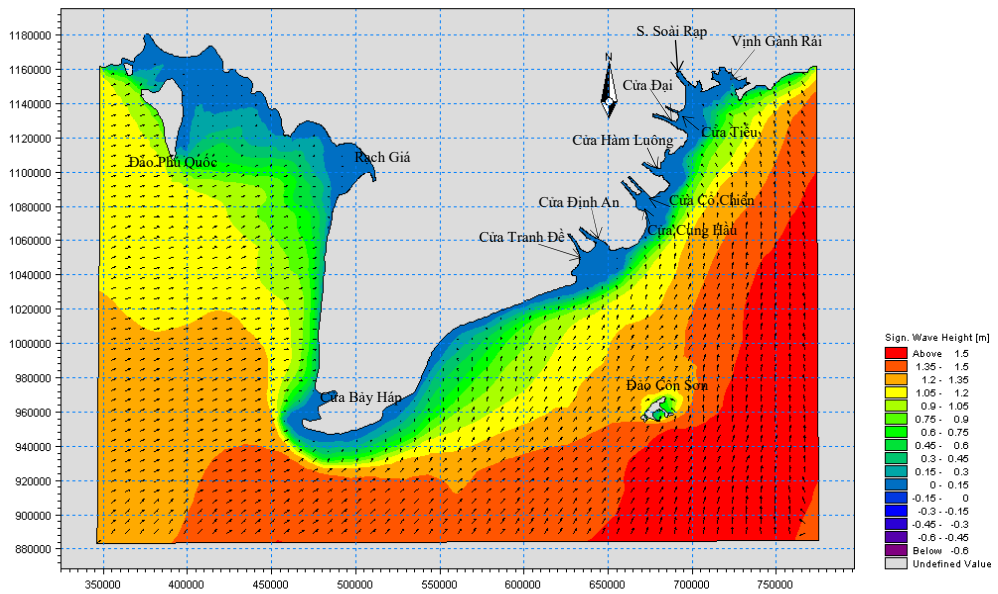
Mùa mưa tại các khu vực biển ven bờ sóng có hướng bắc và đông bắc chiếm ưu thế với tần suất 56%, độ cao sóng lớn nhất 1,5m. Các hướng khác có tần suất nhỏ hơn, thời gian lặng sóng có tần suất tới 20%. Trong khi đó tại vùng biển xa bờ sóng hướng NE khá thịnh hành với tần suất lớn tới 92,1%, sóng NE có độ cao lớn nhất 6,2m. Thời gian lặng sóng tại vùng biển xa bờ này rất nhỏ, xấp xỉ 1,1%.

Bảng 2.11 : Tần suất (%) xuất hiện ở các phân khoảng độ cao sóng theo số liệu quan trắc trên tàu biển Từ 1965-1985 tại ô 8o30' - 10o00 vĩ Bắc và 107o-109o kinh Đông

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Độ cao sóng (m)												
0 - 0,5	3,71	6,40	17,90	35,33	39,90	18,40	16,05	10,05	19,50	17,05	6,00	2,40
0,51-1,0	13,07	18,60	27,70	32,40	28,60	20,57	22,89	19,56	21,27	28,85	15,95	9,20
1,01-1,5	16,70	23,00	18,88	18,17	18,63	27,60	21,60	20,30	28,40	19,70	19,10	10,69
1,51-2,0	20,58	20,16	16,50	8,00	8,90	15,11	19,83	22,56	9,10	17,43	17,25	15,50
2,01-2,5	15,21	12,40	7,43	3,80	2,65	10,09	8,65	9,51	7,26	10,00	18,40	18,61
2,51-3,0	12,00	8,63	5,50	1,58	0,80	3,84	6,38	8,32	2,50	5,53	12,70	14,88
3,01-3,5	7,92	3,40	1,70	0,25	0,24	3,62	2,28	2,90	1,03	3,90	6,66	9,00
3,51-4,0	5,49	3,18	1,50	0,20	0,20	0,62	1,19	1,22	0,81	1,78	3,60	7,60
4,01-5,0	2,80	2,46	0,86	-	-	-	0,96	1,00	-	0,41	2,50	6,15
> 5,0	2,15	1,05	-	-	-	-	0,19	0,18	-	-	1,40	1,26



Hình 2.6: Hướng và độ cao sóng vùng ĐBNB mùa khô (mô phỏng bằng Mike 21)

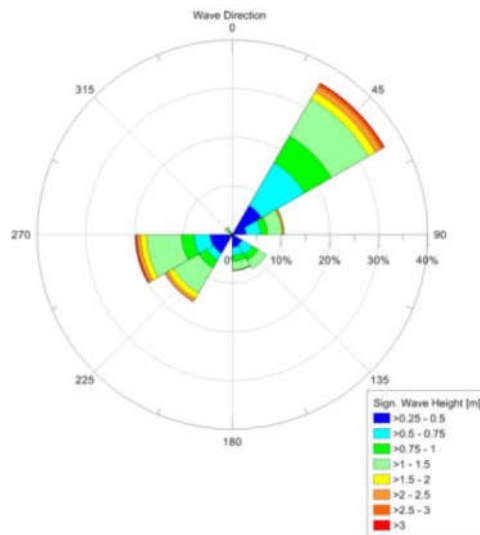


Hình 2.7 : Hướng và độ cao sóng vùng ĐBNB mùa mưa (mô phỏng bằng Mike 21)

Mùa khô ở vùng ven bờ sóng có hướng tây nam và tây có tần suất lớn 62% và 18%, các hướng khác có tần suất nhỏ và tản mạn. Tần suất lạng sóng so với mùa đông rất nhỏ, chiếm 7,5%. Vào thời kỳ chuyển tiếp từ mùa khô

sang mùa mưa ở ven bờ sóng phân tán theo nhiều hướng. Các hướng sóng chính là NE, E, SE và S có tần suất dao động trong khoảng 18-20%. Trong khi đó vùng biển xa bờ sóng NE chiếm ưu thế 74,5%, các sóng khác có tần suất khá nhỏ như sóng E, và SE tần suất chỉ chiếm khoảng 10%, tần suất lặng sóng chỉ chiếm 1,3%. Chế độ sóng ở đây cũng giống ở Côn Đảo (hình 2.8).

b) *Bờ biển phía Tây.* Chế độ sóng vùng biển Tây Nam Bộ khá ổn định giữa các mùa trong năm. Tại trạm Phú Quốc, độ cao sóng trung bình năm là 0,6m. Vào tháng 1 và 4, độ cao sóng trung bình nhỏ nhất 0,5m và thấp hơn giá trị trung bình năm. Tháng VII và tháng X độ cao sóng dao động khoảng 0,7-0,8m.



Hình 11: Hoa sóng ở Côn Đảo.

Hình 2.8. Hoa sóng trung bình nhiều năm ở Côn Đảo

Mùa mưa sóng thịnh hành có đông đông bắc, sóng hướng tây chỉ chiếm khoảng 10%. Điều này khẳng định rằng biển Tây Nam tần suất lặng sóng chiếm đa số. Sóng có độ cao từ 1,25-2,0m có tần suất khá nhỏ chỉ vào khoảng 0,4%. Mùa khô sóng có hướng nam-tây nam là những sóng thịnh hành trong khu vực này. Vào thời kỳ chuyển tiếp từ mùa mưa sang mùa khô sóng tây nam chiếm ưu thế với tần suất 28,3%, sóng hướng tây 14,2%. Tần suất lặng

sóng chiếm tới gần 47%. Sóng có độ cao 1,25 - 2,0m có tần suất nhỏ, chỉ xấp xỉ 1%. Mùa chuyển tiếp từ mùa khô sang mùa mưa sóng hướng tây chiếm ưu thế với tần suất 25,9%. Sóng tây nam và tây bắc có tần suất tương ứng 5,9% và 4,8%. Tần suất lặng sóng chiếm ưu thế 61,1%. Sóng có độ cao từ 1,25 đến 2,0 m có tần suất là 3,1%.

2.2.5.2. Chế độ thủy triều

Biển Nam Bộ là một bộ phận không thể tách rời của biển Đông và có các đặc điểm thủy triều của thuộc Biển Đông và đặc biệt có hai vùng riêng biệt và có các tính chất khác nhau nhất định ở phía Đông và Tây.

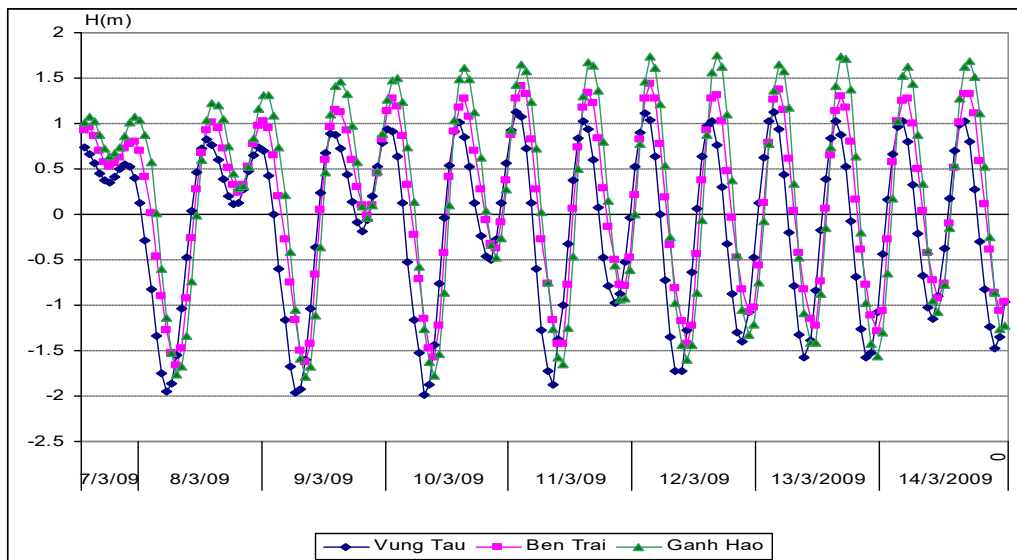
a) Đới bờ phía Đông

Chế độ thủy triều biển Đông là kết quả của sóng thủy triều từ Thái Bình Dương và một phần từ Ấn Độ Dương qua các eo biển lớn và bị chi phối bởi các dạng địa hình phức tạp của biển. Thủy triều Biển Đông mang đặc tính bán nhật triều không đều gồm 2 dao động, dao động lớn tính bình quân cho cả chu kỳ khoảng 2,3 - 2,7m, cực đại có thể đạt tới là 4,0m, dao động nhỏ tính bình quân cho cả chu kỳ khoảng 0,9 đến 1,0m, cực đại có thể đạt tới 1,5m. Vào thời kỳ triều cường dao động lớn có thể lớn hơn 3 lần dao động nhỏ, thời kỳ nước kém khoảng 1,5 lần. Thời gian của cả con triều khoảng 24 giờ 50 phút, thời gian triều lên và triều xuống xấp xỉ bằng nhau khoảng 12 giờ 25 phút. Độ lớn biên độ triều cực đại theo tính toán và thực đo trong chu kỳ 19 năm là $4,1 \pm 0,1$ m.

Chênh lệch về độ cao đỉnh triều tương đối nhỏ vào khoảng 0,2m, trong khi đó đối với độ cao chân triều có thể đạt tới 3,0m. Trong một tháng (âm lịch) xuất hiện 2 lần triều cường và 2 lần triều kém. Hai lần triều cường xảy ra sau các ngày sóc (ngày 1 âm lịch) và ngày vọng (15 âm lịch) khoảng 2 ngày. Kỳ triều kém xuất hiện vào sau các ngày thượng huyền (ngày 8 âm lịch), hạ

huyền (23 âm lịch) khoảng 2 ngày. Dao động hằng ngày trong kỳ triều cường có thể lớn gấp 1,5 đến 2 lần so với dao động trong kỳ triều kém. Thông thường trong trường hợp bán nhật triều đều sự chênh lệch này là không lớn, nhưng ở Biển Đông do các thành phần sóng nhật triều đáng kể nên tính chất bán nhật triều không đều ở đây kéo theo sự bất đẳng lớn về độ cao trong chu kỳ nửa tháng (hình 2.9).

Đọc bờ Biển Đông, từ cửa Soài Rạp qua 8 cửa sông Cửa Long đến cửa sông Gành Hào, thủy triều có một dạng chung, biến đổi theo xu thế: càng về phía nam thì biên độ càng tăng lên và xuất hiện muộn đi, từ Vũng Tàu tới Gành Hào biên độ tăng lên khoảng 0,4m, chậm đi khoảng 1 giờ.



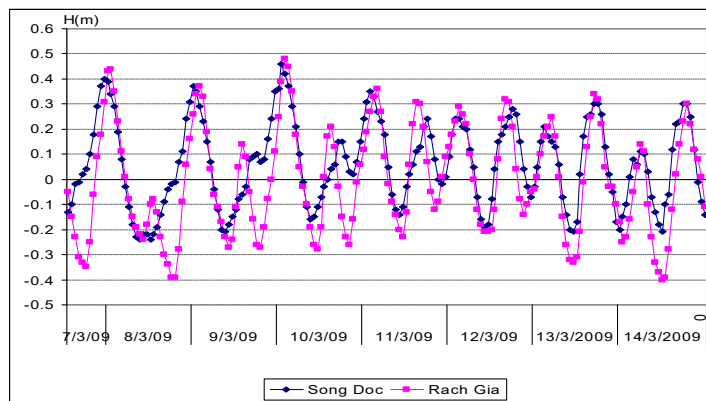
Hình 2.9: Biến trình mực nước triều tại một số trạm phía bờ Đông

Mực nước biển trung bình năm trạm Vũng Tàu là 258 cm. Mực nước cao nhất tại Vũng Tàu là 425cm quan trắc được vào tháng XI, mực nước thấp nhất tại đây là - 366 cm quan trắc được vào tháng VI. Ở Vũng Tàu trong vòng 25 năm (1982 đến 2007) mực nước biển trung bình 18 năm (1990 – 2007) cao hơn mực nước biển trung bình 18 năm (1982 – 1999) là 34,4mm.

b) Đới bờ phía Tây

Vùng biển ven bờ Tây Nam Bộ (vịnh Thái Lan) có chế độ triều hỗn hợp thiên về nhật triều không đều, biên độ triều không lớn (<1,0m). Hàng ngày có một đỉnh cao và nhọn, phần chân thì bị kéo dài và bị đẩy lên bởi một đỉnh thấp thứ hai. Từ vịnh Thái Lan thủy triều truyền vào vùng đới bờ phía Tây qua các sông Cửa Lớn, Bảy Háp, Đông Cù, Ông Đốc, Cửa Lớn... Từ phía Nam giữa mũi Cà Mau và gần cửa sông Bồ Đề, thủy triều có đặc tính và độ lớn chuyển tiếp giữa hai hệ sóng triều cơ bản bán nhật triều và nhật triều.

Theo kết quả phân tích hàng số điều hoà để đánh giá tính chất triều ở biển Việt Nam của Nguyễn Ngọc Thụy thì độ lớn thủy triều cực đại theo tính toán và thực đo cho chu kỳ 19 năm là 1,1 và 0,1m. Thời gian một con triều vào khoảng 24 giờ 50 phút, thời gian triều lên xuống không đều cho mỗi con triều. Trong tháng (âm lịch) có 2 kỳ triều cường và 2 kỳ triều kém, thời gian triều cường triều kém ở biển Tây xuất hiện sớm hơn ở biển Đông khoảng 1 ngày (hình 2.10).



Hình 2.10. Biến trình mực nước triều tại một số trạm phía bờ Tây

Vào thời kỳ triều cường dao động biên độ triều có thể lớn gấp 2,5 lần so với kỳ triều kém. Tốc độ triều dâng và rút mạnh nhất vào khoảng 20 cm/giờ.

Tương tác giữa triều biển Đông và triều biển Tây tạo nên một miền giao thoa ở Kiên Giang và phía Tây Bạc Liêu – Cà Mau, thường được gọi là khu vực giáp nước của triều biển Đông và triều biển Tây. Biên độ triều biển Đông tương đối lớn, khoảng 2,5 – 3,5m vào các ngày triều cường, và từ 1,8 – 2,2m vào các ngày triều kém; tại cửa sông Gành Hào, biên độ từ 1,8 - 2,0m. Vào mùa gió chướng (tháng X – tháng III năm sau) biển động, gió chướng kết hợp với thủy triều đẩy nước mặn vào sâu nội đồng. Triều biển Tây yếu hơn, biên độ triều lớn nhất 1,0 m. Tại cửa sông Ông Đốc mực nước cao nhất + 0,85m đến + 0,95m, xuất hiện vào tháng X, XI; mực nước thấp nhất – 0,4 đến 0,5m, xuất hiện vào tháng IV và V.

Mực nước trung bình nhiều năm tại trạm Phú Quốc là 88 cm. Tháng I và tháng X mực nước trung bình là 95cm và 94cm, cao hơn các tháng khác. Vào các tháng IV và tháng VII mực nước trung bình chỉ còn là 85 cm và 77cm. Mực nước cao nhất quan trắc được tại Phú Quốc là 157cm vào tháng VII, mực nước thấp nhất là 20 cm quan trắc được vào tháng VI.

2.2.5.3. Chế độ dòng chảy biển

a) Dới bờ phía Đông

Dòng chảy lớp nước mặt biển Đông là kết quả của quá trình tương tác biển - khí quyển. Dòng chảy quan trắc được trên mặt biển là tổng hợp của ba dòng chảy thành phần: dòng chảy gió, dòng chảy địa quyển và dòng chảy thủy triều. Hai thành phần đầu rất khó xác định, có thể sử dụng các số liệu đo thực tế và mô hình toán học để định lượng chúng.

Dòng chảy vùng biển Đông Nam Bộ là tổng hợp của dòng chảy gió, dòng triều và dòng chảy sông. Chế độ dòng chảy tương đối phức tạp vừa có tính chất dòng chảy bờ do nguồn nước từ các sông đổ ra, vừa có tính chất dòng chảy ngoài khơi.

Mùa mưa dòng chảy có hướng thịnh hành là hướng tây nam với tần suất 60%, vận tốc trung bình 50-60 cm/s, lớn nhất 75 cm/s; dòng chảy hướng tây tần suất 20%. Ngoài ra còn có dòng chảy vuông góc với bờ hoặc từ ngoài biển chảy vào, hoặc từ bờ chảy ra với vận tốc nhỏ xấp xỉ nhau về tốc độ.

Mùa khô bức tranh phân bố dòng chảy ngược lại so với mùa mưa. Dòng chảy hướng đông bắc có tốc độ 50 - 60cm/s chiếm ưu thế với tần suất trên 60%, tốc độ dòng lớn nhất khoảng 70cm/s. Dòng chảy theo hướng đông đông bắc có tần suất khoảng 30%, vận tốc nhỏ hơn, dòng chảy hướng đông có tần suất cũng xấp xỉ 25% tuy nhiên vận tốc khoảng 30 – 50cm/s (hình 2.10).

Vào mùa chuyển tiếp từ mùa mưa sang mùa khô dòng chảy có hướng phân tán. Dòng chảy có hướng bắc đông bắc tốc độ nhỏ chỉ vào khoảng 12 - 15cm/s. Dòng chảy hướng nam tây nam và tây nam cũng có độ lớn tương tự như vậy nhưng tần suất lớn hơn khoảng 15 - 18cm/s. Mùa chuyển tiếp từ mùa mưa sang mùa khô hướng dòng chảy cũng rất phân tán, dòng chảy hướng tây nam tần suất 20%, dòng chảy có hướng vuông góc với bờ có tần suất cao hơn. Tốc độ dòng chảy từ bờ chảy ra có tốc độ lớn hơn dòng chảy có hướng từ biển chảy vào.

b) Đới bờ phía Tây

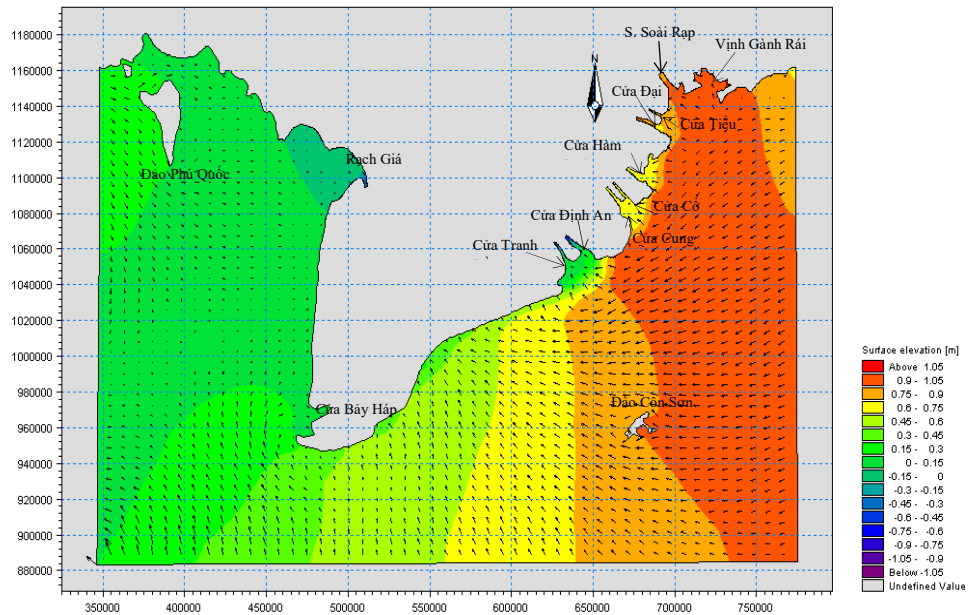
Mùa khô dòng chảy thể hiện sự chuyển tiếp dòng từ biển Đông đi vào qua Mũi Cà Mau hướng về phía đảo Phú Quốc. Ở khu vực gần đảo Thổ Chu hướng dòng chảy lượn khúc về khu vực giữa vịnh Thái Lan. Khu vực bãi cạn Mũi Cà Mau đã đo được tốc độ dòng chảy lên tới 108 cm/s vào mùa khô. Tại các khu vực khác tốc độ dòng chảy cao nhất đo được 70 - 80 cm/s ở vùng ven bờ Kiên Giang.

Mùa mưa phân bố dòng chảy ngược lại so với mùa khô, dòng chảy có hướng từ khu vực đảo Phú Quốc về Mũi Cà Mau. Tại vùng Mũi Cà Mau dòng

chảy hợp với dòng từ phía nam lên tạo hệ dòng chảy hướng tới vùng biển Vũng Tàu, Côn Đảo. Tốc độ dòng chảy không lớn, dao động trong khoảng 20 - 30 cm/s (hình 2.11).

2.2.7. Tài nguyên thiên nhiên các tỉnh ven biển Nam Bộ

Có thể chia tài nguyên thiên nhiên các tỉnh ven biển Nam Bộ thành 2 nhóm chính là tài nguyên không sinh vật và tài nguyên sinh vật.



Hình 2.11: Dòng chảy vùng biển ĐBNB mùa khô
(mô phỏng bằng phần mềm Mike 21)

2.2.7.1. Tài nguyên không sinh vật

a) Khoáng sản

Trong vùng nghiên cứu hoạt động magma kém phát triển. Liên quan với các phức hệ đá magma này có biểu hiện khoáng sản nguồn gốc nội sinh, nhưng không đáng kể. Đới bờ biển Nam Bộ có các khoáng sản nguồn gốc ngoại sinh, chủ yếu là các loại vật liệu xây dựng.

Đá vôi xi măng. Hệ núi đá vôi Kiên Lương - Hà Tiên nằm trong quần thể núi đá vôi kéo dài từ Kiên Giang- Việt Nam sang Kampot - Campuchia. Chúng phân bố riêng lẻ dọc bờ biển và đồng bằng. Đá vôi Kiên Giang được hình thành từ các trầm tích biển, trong đá còn nhiều di tích hóa thạch của sinh vật có nguồn gốc biển như: san hô, vỏ sò, rong, vi sinh vật... Do cấu tạo chủ yếu bằng calcit (CaCO_3) nên các khối đá vôi rất dễ bị rửa lũa, xói mòn, tạo nên địa hình đỉnh núi có dạng răng cưa, cùng những hang động với những thạch nhũ hình dáng độc đáo. Đây là thành tạo đá vôi rất có giá trị ở Tây Nam Bộ. Đá vôi này đạt chất lượng làm nguyên liệu cho công nghiệp xi măng, trong thực tế đang được khai thác ở nhiều nơi thuộc địa phận tỉnh Kiên Giang.

Kiên Giang là tỉnh có nguồn khoáng sản dồi dào bậc nhất ở vùng đồng bằng sông Cửu Long. Qua thăm dò điều tra địa chất đã xác định được 152 điểm quặng và mỏ của 23 loại khoáng sản thuộc các nhóm như: Nhóm nhiên liệu (than bùn), nhóm không kim loại (đá vôi, đá xây dựng, đất sét...), nhóm kim loại (sắt, Laterit sắt...), nhóm đá bán quý (huyền thạch anh - opal...). Tuy nhiên, trong đó chủ yếu là khoáng sản không kim loại: đá vôi, sét dùng sản xuất vật liệu xây dựng, xi măng.

Theo điều tra của Liên đoàn Địa chất, trữ lượng đá vôi trên địa bàn các huyện thị: Hòn Đất, Kiên Lương, Hà Tiên tỉnh Kiên Giang khoảng hơn 440 triệu tấn. Theo quy hoạch của tỉnh, trữ lượng đá vôi cho khai thác sản xuất vật liệu xây dựng là 255 triệu tấn, đảm bảo đủ nguyên liệu cho các nhà máy xi măng, với công suất 3 triệu tấn/năm trong thời gian khoảng 50 năm. Cùng với đá vôi xi măng ở Kiên Giang còn có mỏ sét Kiên Lương, nguồn gốc trầm tích liên quan đến các thành tạo trầm tích nguồn gốc biển, tuổi Holocen giữa-muộn, là mỏ sét dùng làm nguyên liệu cho xi măng.

Sét gạch ngói. Sét gạch ngói là loại khoáng sản phổ biến nhất trong khu vực đới bờ Nam Bộ. Trên địa bàn huyện Cần Giờ đã phát hiện các điểm sét gạch ngói ở rạch Năm Mới, Lý Nhơn. Trên địa bàn tỉnh Bến Tre đã phát hiện các điểm sét gạch ngói và đưa vào khai thác tại Mỹ Hóa (Bình Đại), An Đức (Ba Tri), Phú Khánh (Thạnh Phú).

Bạc Liêu là tỉnh có nhiều sét gạch ngói. Đã tìm thấy và khai thác sét ở Hưng Hội (TX Bạc Liêu), Hòa Bình, Vĩnh Mỹ (Vĩnh Lợi), Thanh Bình (Giá Rai). Trên địa bàn Cà Mau đã phát hiện các điểm sét gạch ngói tại Cái Nước (huyện Cái Nước), Khánh Lộc (Trần Văn Thời). Trên địa bàn huyện Kiên Giang có nhiều mỏ sét gạch ngói, gồm các mỏ: Cờ Trắng (mỏ lớn), Bắc Kiên Lương (mỏ lớn), Kiên Lương (mỏ vừa), Nam Kiên Lương (mỏ vừa) và Ba Hòn (mỏ vừa). Phần lớn sét gạch ngói được khai thác trong các trầm tích nguồn gốc biển, tuổi Holocen giữa - muộn.

Đá xây dựng. Trong quá trình xây dựng cơ sở hạ tầng và các khu đô thị ở đới bờ Nam Bộ, nhu cầu vật liệu đá xây dựng rất lớn, do vậy các đá magma xâm nhập thuộc các phức hệ Hòn Khoai, Định Quán, Đèo Cả; các đá phun trào trong các hệ tầng Hòn Ngang, Nha Trang tuy với diện tích nhỏ, nhưng được xem là một dạng khoáng sản quan trọng, tại một số nơi điều kiện cho phép, chúng đang được khai thác sử dụng. Các loại đá xây dựng này có ở các huyện Xuyên Mộc, Long Điền, Tp. Vũng Tàu, Cần Giờ, Hòn Đá Bạc, Hòn Đất và một vài nơi khác.

Than bùn. Than bùn là loại khoáng sản thường gặp ở vùng ven biển Nam Bộ. Trên địa bàn huyện Cần Giờ đã phát hiện các điểm than bùn ở An Nghĩa, Nông Trường (An Thới Đông), Gò Bàu (Thanh Hòa). Tỉnh Cà Mau có điểm than bùn Đình Cũ (Ngọc Hiển). Trên địa bàn Kiên Giang phát hiện nhiều điểm than bùn, trong đó có một số mỏ than bùn qui mô nhỏ như

Bình An, Kiên Lương, Lung Lớn, Hoà Điền. Các thành tạo than bùn này đều nằm trong các trầm tích nguồn gốc đầm lầy - biển tuổi Holocen giữa - muộn. Phần lớn các mỏ than bùn này chưa được khai thác.

Sa khoáng ilmenit. Một điều đặc biệt mà ít ai nghĩ đến, ngay cả trên bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000 cũng chưa thể hiện, đó là sa khoáng ilmenit ven biển. Sa khoáng ilmenit chỉ có duy nhất ở ven biển huyện Duyên Hải tỉnh Trà Vinh, nó liên quan chặt chẽ với quá trình phát triển đường bờ biển ở vùng này. Dải cồn, đụn cát ven biển huyện Duyên Hải, kéo dài từ xã Hiệp Thạnh, qua xã Trường Long Hòa, Dân Thành đến xã Đông Hải, là thành tạo cát nguồn gốc gió - biển tuổi Holocen. Trong dải cồn cát này ẩn chứa một loại khoáng sản kim loại quý là Titan. Sa khoáng Titan phân bố trong cồn cát trên đất liền và cả trong bãi cát ngầm dưới mực nước biển. Thành phần khoáng gồm các khoáng vật: Inmenit, Ziacon, Monazit, Rutin, Xenotim v.v...; có thể sử dụng làm nguyên liệu cho ngành công nghiệp hóa học, gốm sứ, sản xuất vật liệu chịu lửa cao, luyện kim sản xuất các hợp kim nhẹ, bền, chịu nhiệt tốt.

b) Tài nguyên đất

Tài nguyên đất đề cập ở đây được hiểu theo khái niệm là đất thổ nhưỡng. Nó được xác định, phân loại theo thành phần, các tính chất vật lý, hóa học và nguồn gốc phát sinh. Đất ở đới bờ Nam Bộ phần lớn được hình thành trên nền trầm tích Đệ tứ trong điều kiện địa chất, địa hình, chế độ khí hậu tương đối giống nhau, vì vậy các nhóm đất và các loại đất ở các địa phương ven biển về cơ bản là giống nhau. Tuy nhiên, do vị trí địa lý khác nhau của các huyện ven biển, nên có sự phân bố khác nhau ít nhiều của từng loại đất trong từng huyện. Ngoài ra, trong quá trình hình thành đồng bằng ven biển Nam Bộ cân cân tương tác lục địa - biển cũng góp phần vào việc phân bố trầm tích Đệ tứ và thổ nhưỡng hình thành trên nó.

Dưới góc độ lịch sử phát triển trong mối tương tác sông - biển có thể chia đồng bằng ven biển của đới bờ Nam Bộ ra làm 2 vùng: 1) Vùng đồng bằng châu thổ từ huyện Gò Công Đông tỉnh Tiền Giang đến huyện Vĩnh Châu tỉnh Sóc Trăng, được thành tạo do quá trình động lực của sông Mekong chiếm ưu thế so với biển. 2) Vùng đồng bằng phía tây từ Bạc Liêu đến Rạch Giá, được thành tạo do các quá trình động lực của biển chiếm ưu thế so với sông. Kết quả dẫn đến sự phân bố các loại đất có sự khác nhau giữa 2 vùng nói trên.

Theo kết quả nghiên cứu và phân vùng địa lý thổ nhưỡng Việt Nam năm 1996 của Hội khoa học đất Việt Nam, thì đồng bằng sông Cửu Long là khu địa lý thổ nhưỡng đồng bằng châu thổ sông Cửu Long, thuộc Miền địa lý thổ nhưỡng phía Nam Việt Nam. Trong khu địa lý này có 17 vùng địa lý thổ nhưỡng, trong đó có các vùng nằm trên địa phận đới bờ phía Đông và đới bờ phía Tây Nam Bộ. Đó là các vùng: Vùng đất phèn, đất mặn dưới rừng ngập mặn cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai; Vùng đất mặn, đất phèn cửa sông Cửu Long; Vùng đất mặn Sóc Trăng - Bạc Liêu; Vùng đất mặn phèn rừng ngập mặn Năm Căn - Cà Mau; Vùng đất than bùn phèn tiềm tàng rừng U Minh.

Theo các tài liệu công bố, đất ở đới bờ biển đồng bằng sông Cửu Long được chia ra các nhóm sau:

- Nhóm đất phù sa: Phân bố ở ven sông Hậu, sông Tiền, sông Đồng Nai gồm các loại đất được bồi tải do sông, nguồn gốc nước ngọt, phù hợp với nhiều loại cây trồng. Nước dưới đất trong nhóm đất này được rửa nhạt, tổng độ khoáng hóa thấp.

- Nhóm đất cát biển (đất giồng cát): Phân bố ở ven biển các tỉnh Bến Tre, Vĩnh Long, Trà Vinh, Sóc Trăng..., gồm các giồng cát hình rẽ quạt hay cánh cung chạy song song với bờ biển. Thành phần là cát hạt mịn đến vừa, lẫn vỏ sò. Trong các giồng cát tồn tại các thấu kính chứa nước nhạt, có thể sử dụng ăn uống, nước sinh hoạt, tưới cây trồng.

- Nhóm đất mặn: Phân bố ở vùng ven biển từ Cần Giờ thành phố Hồ Chí Minh đến Hà Tiên, trên địa hình thấp, ngập mặn do thủy triều và thường bị mặn từ 5 đến 7 tháng trong năm. Nước mặn thấm sâu vào lòng đất, sau đó mao dẫn lên bề mặt vào mùa khô. Trên loại đất này có thể cải tạo trồng một vụ lúa, hầu hết thực vật là loại cây hoang dại ưa mặn như đước, bần, sú vẹt... Nước dưới đất ở đây bị mặn.

- Nhóm đất phèn: Phân bố ở tứ giác Long Xuyên, bán đảo Cà Mau... chiếm diện tích gần nửa đồng bằng. Đất gồm sét, bột sét chứa các muối sunfur của sắt, nhôm gây độc hại cho cây trồng. Độ pH thường 2 - 4, thực vật kém phát triển. Gần đây hệ thống thủy nông phát triển đã giúp cải tạo đất phèn để trồng cây lương thực.

- Nhóm đất than bùn: Nhóm đất này tập trung nhất ở U Minh Thượng, U Minh Hạ và rải rác ở Hà Tiên. Đây là loại đất than bùn, phèn tiềm tàng, ở địa hình thấp, chứa nhiều mùn thực vật (trên 50%), bề dày đến 1 - 1,5m. Phần trên tơi xốp, dưới ẩm ướt pha sét hữu cơ bán phân hủy. Than bùn giữ độ ẩm tốt về mùa khô, có nơi chứa nước nhạt bên dưới rừng tràm (ở U Minh).

- Nhóm đất núi: Nhóm đất này thường phân bố ở Tây Nam Bộ, ven chân núi ở Bảy Núi, Ba Thê, Hà Tiên, chủ yếu là sản phẩm phong hóa từ đá mẹ: cát kết, sét kết, granit, bazan... Trên nhóm đất này thực vật phát triển thành rừng rậm, hoặc được khai phá trồng cây lương thực, cây công nghiệp. Đất nghèo dinh dưỡng, dễ bị xói mòn.

Các vấn đề về đất ở đồng bằng Nam Bộ trong những năm gần đây được các ngành khoa học quan tâm, đầu tư nghiên cứu, từng bước cải tạo đưa các loại cây trồng phù hợp đạt hiệu quả kinh tế cao.

Trong 6 nhóm đất phổ biến ở đồng bằng sông Cửu Long, thì ở khu vực đới bờ Nam Bộ nói chung đặc trưng nhất là 5 nhóm đất: đất phù sa; đất cát

biển; đất mặn; đất phèn; đất than bùn. Tùy đặc trưng của từng vùng mà mỗi địa phương có các loại đất thuộc các nhóm đất khác nhau. (Chi tiết về các loại đất thuộc các nhóm đất khác nhau ở các địa phương được trình bày rõ trong chuyên đề “Đặc điểm và sự phân bố các tài nguyên phi sinh vật chủ yếu trong khu vực đới bờ Nam Bộ”)

Ở khu vực đới bờ rìa phía tây châu thổ có 3 nhóm đất chính: đất mặn; đất phèn; đất than bùn. Cả 3 nhóm đất này đều có thể gặp ở ven biển các tỉnh Bạc Liêu, Cà Mau và Kiên Giang.

Vùng Bạc Liêu – Sóc Trăng và dọc theo đới bờ phía Tây trên địa phận tỉnh Cà Mau và tỉnh Kiên Giang cũng rất phổ biến 2 nhóm đất chính là nhóm đất mặn và nhóm đất phèn. Ngoài ra ở Cà Mau còn có đất than bùn tại huyện Ngọc Hiển, huyện U Minh. Trên địa bàn Kiên Giang đất than bùn gặp ở nhiều nơi như U Minh Thượng, An Biên, Kiên Lương.

c) Tài nguyên nước

Nước mặt. Sông Mekong chảy vào Việt Nam ở cửa ngõ Tân Châu và Châu Đốc thành hai nhánh: sông Tiền và sông Hậu, đổ ra biển trên chiều dài 450km theo hướng tây bắc - đông nam. Trước khi chảy ra biển, đoạn hạ lưu sông Tiền phân nhánh tỏa tia thành các sông Mỹ Tho, Cổ Chiên và Hàm Luông. Lưu lượng nước trên sông Tiền đo được ở Tân Châu và trên sông Hậu đo được ở Châu Đốc chênh nhau rất lớn: 80% ở sông Tiền và 20% ở sông Hậu. Sau khi chảy đến Chợ Mới, nước sông Tiền chảy qua Vàm Nao, dồn nước vào sông Hậu thêm 25%. Từ đó chảy về phía hạ lưu, lưu lượng nước chảy trên hai sông tương đương nhau.

Nước sông Mekong trước khi chảy vào đất Việt Nam được điều tiết qua Biển Hồ (Campuchia) làm ảnh hưởng đến chế độ nước ở hạ lưu: giảm lũ lụt vào cao điểm mùa mưa và tăng nước vào mùa khô. Lượng nước chảy về hạ

lưu phân phối chảy trên các sông nhánh đổ ra biển qua các sông. Lưu lượng nước đổ ra biển ở các cửa sông khác nhau, do đó sự xâm nhập mặn của nước biển trên các sông cũng khác nhau. Cao điểm mùa khô năm 1988 quan sát được sự xâm nhập mặn như sau: nước mặn (1,0g/l) ở sông Hậu lên đến 30km; sông Mỹ Tho đến 70km; sông Ba Lai đến 70 km; sông Cổ Chiên đến 60km; sông Hàm Luông đến 65km tính từ cửa sông.

Ngoài lượng nước của sông Mekong đem lại, đồng bằng sông Cửu Long còn được cung cấp một lượng nước ngọt do mưa. Mùa mưa: Từ tháng V đến tháng X, lượng mưa rơi chiếm 90 - 94% lượng mưa cả năm, trong lúc lượng bốc hơi chỉ chiếm 47 - 60%, độ ẩm không khí 70 - 80%. Lượng mưa cao nhất vào tháng VIII và tháng IX. Mùa khô: Từ tháng XI đến tháng IX năm sau, lượng mưa giảm đi rõ rệt, nước bốc hơi nhanh, các dòng sông, suối thường có lưu lượng nhỏ nhất, mực nước ngầm hạ sâu hơn và nước biển xâm nhập vào đất liền theo các con sông đạt giá trị cao nhất.

Nước ngầm. Nước ngầm có trữ lượng không ít, nhưng một phần cũng bị nhiễm mặn, phần khác nằm ở dưới sâu người dân ít có điều kiện để khai thác sử dụng. Chỉ có những công trình cấp nước sinh hoạt quy mô lớn, có vốn đầu tư nhiều, thì mới có thể khoan sâu đến các tầng chứa nước nhạt ở độ sâu hàng trăm mét để lấy nước cấp cho công nghiệp, các đô thị và các cộng đồng dân cư tập trung.

Nước ngọt trong các giếng cát vùng ven biển đồng bằng châu thổ phía bờ Đông là một tài nguyên rất quý cho cư dân sinh sống trên giếng cát. Tuy nhiên, đây là nước ngầm tầng nông có mối quan hệ thủy lực trực tiếp với nước mặt, nên dễ bị nhiễm bẩn do nước thải sinh hoạt và do các hoạt động kinh tế khác.

2.2.7.2. Tài nguyên sinh vật

ĐBSCL có nhiều dạng sinh thái tự nhiên gồm các bãi triều, giồng cát, đầm lầy ven biển, các vùng cửa sông, vùng ngập lũ, đồng trũng, đầm lầy than bùn. Đất ngập nước theo mùa hoặc thường xuyên chiếm phần lớn diện tích ĐBSCL. Các vùng ngập nước là hệ sinh thái tự nhiên phong phú nhất. Các hệ sinh thái tự nhiên đặc trưng của ĐBSCL gồm: rừng ngập mặn ven biển, rừng ngập nước nội địa, và hệ sinh thái vùng cửa sông.

Rừng ngập mặn ven biển

Đới bờ biển Nam Bộ nguyên thủy là rừng ngập mặn lớn nhất Việt Nam. Trong chiến tranh do chất diệt cỏ của Mỹ 124.000ha rừng ngập mặn ở miền Nam Việt Nam đã bị phá hủy, trong đó phần lớn là ở khu vực ĐBSCL. Sau năm 1975 do mở rộng diện tích trồng lúa và nuôi tôm cùng với việc khai thác gỗ nhiều cánh rừng ngập mặn còn lại ở ĐBSCL bị tiếp tục phá hủy. Đến năm 1983 chỉ còn lại khoảng 191.800ha rừng ngập mặn dọc bờ biển Đông và Tây Nam Bộ. Hiện nay diện tích rừng giảm đi rất nhiều do phát triển nuôi tôm, đặc biệt là tại các tỉnh Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu và Cà Mau.

Rừng ngập mặn là hệ sinh thái giàu tài nguyên sinh học và có chức năng quan trọng trong việc ổn định và phát triển ĐBSCL gồm:

- Rừng ngập mặn có sản lượng sinh khối động thực vật lớn
- Là nơi sinh đẻ, nuôi dưỡng và cung cấp thức ăn quan trọng cho các loài cá, cua, tôm và nhiều loài có giá trị kinh tế lớn
- Giúp bồi đắp đất đai và bảo vệ vùng ven biển, bảo vệ đường bờ biển, chống sự bào mòn của sóng biển và sự tàn phá của gió bão.
- Tạo nơi cư trú cho nhiều loài động vật hoang dã kể cả các loài chim định cư, di trú, động vật có vú, bò sát, lưỡng cư.

Rừng tràm tại khu vực đất ngập nước nội địa

Hạ lưu sông Mekong có một vùng rộng lớn ngập nước theo chu kỳ. Thảm thực vật chính ở vùng này là rừng tràm (*Melaleuca leucadendron*). Hệ sinh thái rừng tràm có ý nghĩa quan trọng trong việc ngăn ngừa axit hóa đất, có vai trò lớn trong việc điều hòa khí hậu, là nơi cư trú của nhiều loài hoang dã. Việc mở rộng đất nông nghiệp tại các khu vực rừng ngập nước nội địa (rừng U Minh, vùng Hà Tiên) làm diện tích rừng tràm đã giảm đáng kể. Điều này đã làm ảnh hưởng đến môi trường toàn vùng đồng bằng.

Trước đây rừng tràm tự nhiên bao phủ một nửa diện tích đất phèn. Theo Phùng Trung Ngân và CTV thì trong khu vực đới bờ Nam Bộ, rừng tràm phân bố ở ba khu vực chính: Vũng Tàu, vùng U Minh của tỉnh Cà Mau, Kiên Giang và vùng ven biển phía tây từ Rạch Giá đến Hà Tiên. Ngoài ra, rừng tràm còn xuất hiện trên đất nội địa ở một số nơi như khu Tràm Sập (huyện Châu Thành - Tiền Giang), Hà Tiên (Kiên Giang).

Rừng tràm có ý nghĩa quan trọng đối với việc ổn định đất, thủy văn và bảo tồn các loài động vật. Rừng tràm thích hợp cho việc cải tạo đất hoang và những vùng đất không thích hợp đối với sản xuất nông nghiệp (đầm lầy, than bùn, đất phèn nặng). Chức năng và giá trị của rừng tràm bao gồm:

- Trữ nước ngọt, cung cấp nước cho người và động vật hoang dã, ngăn chặn việc chua hóa đất đai;
- Làm giảm tốc độ dòng chảy trong mùa lũ, lắng đọng và tồn trữ phù sa sông;
- Duy trì vùng sinh sản và nuôi dưỡng nhiều loại tôm cá nước ngọt;
- Điều hòa khí hậu, tạo điều kiện thuận lợi cho việc sản xuất nông nghiệp vùng lân cận;
- Cung cấp gỗ và củi đốt; sản xuất cá và mật ong;
- Bảo tồn tính đa dạng sinh học.

Hệ sinh thái cửa sông. Với 9 cửa sông lớn vùng cửa sông đới bờ Nam Bộ có nhiều loài tôm cá và các loài này phụ thuộc vào tình trạng của các cửa sông. Việc di cư, và sinh sản của các loài thủy sinh chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của chế độ sông và thủy triều. Ở ĐBSCL có nhiều loài tôm có giá trị kinh tế cao và các loài này có chu trình sống phụ thuộc vào môi trường cửa sông.

2.3. KINH TẾ-NHÂN VĂN

2.3.1. Dân số và lao động

2.3.1.1. Đặc điểm dân cư, dân tộc tôn giáo

Dân số các tỉnh vùng ven biển Nam Bộ tăng rất nhanh trong những năm gần đây. Từ 1995 đến năm 2012 theo thống kê [86] tăng thêm 4364,9 nghìn người trong vòng 17 năm, số tăng thêm chiếm 24,5 % tổng dân số 9 tỉnh ven biển Nam Bộ 2012 (bảng 2.12 và hình 2.12).

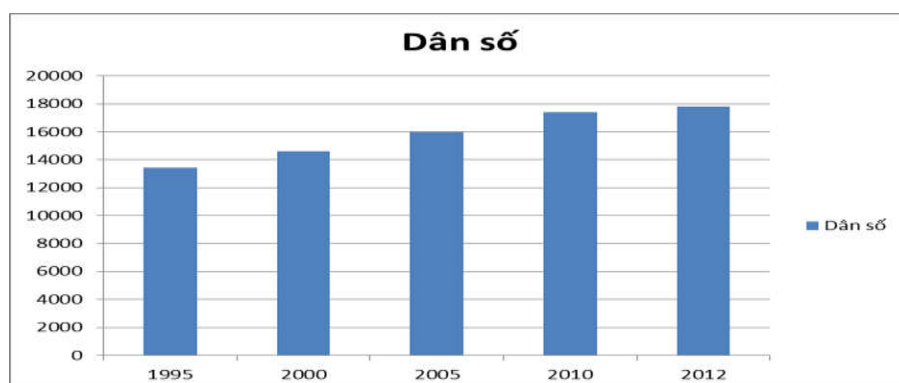
Bảng 2.12: Mức độ biến đổi dân số qua các năm

Năm	2005	2000	2005	2010	2012
Dân số 9 tỉnh ven biển Nam Bộ	13440.9	14587.9	15957.3	17402.1	17805.8

Năm 2012 tổng diện tích của các tỉnh ven biển Nam Bộ trong vùng nghiên cứu là 23006 km² chiếm 35,86% so với 19 tỉnh Nam bộ và chiếm 6,95% so với cả nước. Mặc dù với diện tích không quá lớn nhưng dân số của các tỉnh ven biển Nam Bộ đã lên tới 17805,8 nghìn người chiếm 54,65% so với các tỉnh Nam bộ và 20,06% so với cả nước tạo tiềm năng lớn trong phát triển nguồn lực lao động ,thị trường tiêu thụ trong cả nước nói chung cũng như trong vùng Nam Bộ nói riêng. (bảng 2.13 và 2.14).

Dân cư trong các tỉnh ven biển Nam Bộ phân bố không đồng đều giữa các vùng. Theo quá trình lịch sử, lúc đầu người dân đến định cư trên vùng đất cao, sau đó định cư trên các dải đất bồi ven sông và trên các giồng cát và hiện nay dân cư sống tập trung chủ yếu tại các đô thị ven biển và dọc theo các tuyến đường giao thông chính. Do vậy các tỉnh ven biển Nam bộ có mật độ

dân cư đông đúc lên tới 774 *Người/km²* và đặc biệt là TP Hồ Chí Minh 3666,0 *Người/km²* mật độ dân số đứng đầu cả nước.



Hình 2.12. Biểu đồ biến động dân số qua các năm [86]

Bảng 2.13. Diện tích (*km²*), dân số trung bình (*x1000*), mật độ dân số (*người/km²*) của 9 tỉnh ven biển Nam Bộ

	TPHCM	BR - VT	Tiền Giang	Bến Tre	Trà Vinh	Sóc Trăng	Bạc Liêu	Cà Mau	Kiên Giang
Diện tích	2095,6	1989,5	2508,3	2357,7	2341,2	3311,6	2468,7	5294,9	6348,5
Dân số	7681,7	1039,2	1692,5	1258,5	1015,3	1301,9	873,4	1217,1	1726,2
Mật độ	3666,0	522,0	675,0	534,0	434,0	393,0	354,0	230,0	272,0

Nguồn theo số liệu tổng cục thống kê 2013 [86]

Bảng 2.14. So sánh diện tích, dân số của 9 tỉnh ven biển Nam bộ so với các tỉnh Nam Bộ và so với cả nước

	Cả nước	Các tỉnh Nam Bộ	9 tỉnh ven biển Nam Bộ	9 tỉnh ven biển Nam Bộ so với cả nước	9 tỉnh ven biển Nam Bộ so với các tỉnh Nam Bộ
Diện tích (<i>Km²</i>)	330951,1	64151,1	23006	6,95%	35,86%
Dân số (<i>Nghìn người</i>)	88772,9	32582,8	17805,8	20,06%	54,65%

Dân cư các tỉnh ven biển Nam Bộ chủ yếu là người Kinh. Khoảng 8% dân số thuộc dân tộc ít người, gồm có người Khmer, người Hoa và người Chăm. Người Khmer tập trung nhiều ở hai tỉnh Sóc Trăng và Trà Vinh (chiếm 27% dân số của tỉnh). Người Hoa thường tập trung ở các khu đô thị, các thị xã (đông nhất là ở Hà Tiên). Dân tộc và tôn giáo các tỉnh ở ĐBNB được tóm tắt trong bảng 2.15.

Đô thị và phân bố dân cư nông thôn. Dân cư nông thôn được bố trí theo hình thức tuyến, điểm. Tuyến được bố trí dọc theo kênh rạch và các trục giao thông và trên các giồng cát. Điểm dân cư là các thị tứ, các trung tâm xã, các bến cảng, các cửa kênh rạch lớn thông ra biển. Trong tương lai, sự phân bố dân cư nông thôn vùng biển sẽ hình thành nhiều nhiều tuyến dân cư và điểm dân cư mới.

Bảng 2.15: Dân tộc và tôn giáo các tỉnh thuộc đới bờ Nam Bộ

<i>STT</i>	<i>Tỉnh (Thành phố)</i>	<i>Dân tộc</i>	<i>Tôn giáo</i>
1	Bà Rịa – Vũng Tàu	Kinh, Châu Ro, Khmer, Tày	Phật giáo, công giáo, cao đài, tin lành
2	TpHCM	Kinh, Hoa,...	Phật giáo, công giáo, tin lành,..
3	Tiền Giang	Kinh, Hoa ...	Nho giáo, Phật giáo, Kitô, Tin lành, Hoà Hảo, Cao Đài.
4	Bến Tre	Kinh	Phật giáo.
5	Trà Vinh	Kinh, Khmer, Hoa.	Phật giáo.
6	Sóc Trăng	Kinh, Khmer, Hoa.	Phật giáo.
7	Bạc Liêu	Kinh, Hoa, Khmer, Chăm	Phật giáo.
8	Cà Mau	Kinh, Hoa, Khmer, Chăm	Phật giáo.
9	Kiên Giang	Kinh, Khmer, Hoa.	Phật

Các tỉnh ven biển Nam Bộ đến nay hầu hết đều có thành phố trực thuộc cấp tỉnh. TPHCM và Bà Rịa – Vũng Tàu là hai thành phố với tỷ lệ đô thị hóa

cao. Đặc biệt là TPHCM dân cư tập trung đến 80% là ở thành thị, các tỉnh còn lại tỉ lệ độ thị hóa ở mức trung bình chưa cao, thấp nhất là tỉnh Bến tre dân số tập trung ở thành thị chỉ chiếm 10% tổng số dân (bảng 2.16)

Bảng 2.16: Dân số (x1000 người) năm 2012 phân theo thành phần

	TPHCM	BR-VT	Tiền Giang	Bến Tre	Trà Vinh	Sóc Trăng	Bạc Liêu	Cà Mau	Kiên Giang
Dân số Thành thị	6384,5	518,1	249,5	126,3	164,8	442,5	238,1	262,4	471,2
Dân số Nông thôn	1297,2	521,1	1443,0	1132,2	850,5	859,4	635,3	954,7	1255,0

Nguồn theo số liệu tổng cục thống kê 2012 [86]

2.3.2. Cơ sở hạ tầng

Đến nay, cơ sở hạ tầng của vùng nghiên cứu đã tương đối hoàn chỉnh với đầy đủ các lĩnh vực: điện, đường, trường, trạm, thông tin liên lạc phục vụ đắc lực cho công cuộc phát triển kinh tế-xã hội.

Giao thông đường thủy ở các tỉnh ven biển Nam Bộ phát triển mạnh, mật độ đường thủy là 0,68km/km², cao hơn nhiều so với các nơi khác trong cả nước. Với 2 tuyến đường thủy chính: Tp. Hồ Chí Minh đi Cà Mau, Tp. Hồ Chí Minh đi Kiên Lương, Tp. Hồ Chí Minh đi Vũng Tàu. Hàng hóa vận chuyển bằng đường thủy chủ yếu là lúa gạo, vật liệu xây dựng, vật tư nông nghiệp... hiện chiếm tới 90% tổng sản lượng hàng hóa được vận chuyển, riêng 2 tuyến chính chiếm tới 70 -80%.

Giao thông đường bộ ở nông thôn của các tỉnh ven biển Nam Bộ phát triển ở mức trung bình, còn nhiều cầu thô sơ. Giao thông giữa các tỉnh ven biển Đông như Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng còn bị đứt quãng, một số xã vùng sâu vùng xa chưa có đường ô tô tới trung tâm. Mật độ đường bộ ở đới bờ Nam Bộ đạt 0,2km/km², thấp hơn so với toàn quốc (0,342km/km²). Nhưng riêng TPHCM, mật độ đường bộ và dân số sử dụng đường bộ cao nhất cả

nước, thành phố đã và đang xây dựng nhiều tuyến đường chính đô thị nhằm giảm thiểu ùn tắc giao thông nội đô và rút ngắn khoảng cách đi ra các tỉnh. Các tuyến quốc lộ từ T.P Hồ Chí Minh - Cần Thơ - Cà Mau và Cần Thơ - Rạch Giá là đường độc đạo, lưu lượng xe quá lớn.

Mạng lưới cảng trong vùng đã hình thành, bao gồm cảng sông, cảng biển như Mỹ Tho (Tiền Giang), Đại Ngãi (Sóc Trăng), Bạc Liêu, Cà Mau, Rạch Sỏi, Kiên Lương, Hòn Chông (Kiên Giang). Ở TpHCM, Bà Rịa-Vũng Tàu hiện đang thực hiện quy hoạch xây dựng các cụm cảng tại Cát Lái, Hiệp Phước, Thị Vải,...

Hiện nay, các tỉnh ven biển Nam Bộ đều sử dụng hệ thống điện năng quốc gia, mạng lưới điện quốc gia đã đưa về tất cả các trung tâm huyện và từ đó phân phối đến các tuyến, điểm dân cư. Hầu hết các tỉnh đã đưa điện về tất cả các xã, 100% các huyện trong đất liền đã có điện từ lưới Quốc Gia.

Văn hóa, giáo dục, y tế. Dân cư trong vùng đa số sống chủ yếu về nông nghiệp và phần lớn là lao động thủ công. Đội ngũ cán bộ khoa học công nghệ chủ yếu tập trung tại các thành phố, thị xã chiếm khoảng hơn 80%, ở nông thôn chỉ chiếm 20% nhưng chủ yếu tập trung ở các ngành y tế, giáo dục, tài chính - ngân hàng. Lao động trong các ngành nông, lâm - thủy sản trình độ ở mức thấp, chủ yếu là có trình độ THCS.

Về giáo dục: Đến nay, hầu hết các huyện ven biển đều có các trường tiểu học và trung học cơ sở để giáo dục tất cả các trẻ em trong độ tuổi đến trường. Theo số liệu thống kê năm 2012, cả các tỉnh ven biển Nam Bộ có 2709346 học sinh phổ thông chiếm 54,09% so với các tỉnh Nam Bộ và chiếm 18,37% so với cả nước. Học sinh phổ thông trong vùng có 1421000 học sinh tiểu học, 866033 học sinh trung học cơ sở và 422313 học sinh trung học phổ

thông (bảng 2.17). Đa số học sinh nông thôn có trình độ cấp I-II, học sinh trung học, học nghề tỷ lệ thấp, trình độ đại học và cao đẳng chỉ khoảng 3- 5%.

Có một thực tế đặt ra là trong những năm gần đây số học sinh trung học phổ thông liên tục bị giảm trừ thành phố HCM là tăng liên tục và Bà Rịa - Vũng Tàu, Kiên Giang số học sinh trung học phổ thông không ổn định (bảng 2.18). Trong khi đó, số lượng giáo viên và sinh viên các trường đại học và cao đẳng hầu như liên tục tăng. Các trường đại học trong vùng ngày càng được mở rộng để đào tạo nguồn lao động chất lượng cao phục vụ sự nghiệp phát triển kinh tế-xã hội địa phương và khu vực (bảng 2.19 và hình 2.13).

Bảng 2.17. Số học sinh phổ thông tại thời điểm năm 2012 (người)

	Số bộ 2012			
	Tổng số	Chia ra		
		Tiểu học	Trung học cơ sở	Trung học phổ thông
Cả nước	14747078	7202767	4869839	2674472
Các tỉnh Nam bộ	5009043	2630043	1604955	774045
9 tỉnh ven biển Nam bộ	2709346	1421000	866033	422313
TPHCM	1046772	523403	329415	193954
Bà Rịa - Vũng Tàu	189906	92882	61827	35197
Tiền Giang	274072	140475	93698	39899
Bến Tre	200680	97969	68556	34155
Trà Vinh	150522	81229	51544	17749
Sóc Trăng	215652	122755	66073	26824
Bạc Liêu	139426	81211	43091	15124
Cà Mau	207336	121095	62336	23905
Kiên Giang	284980	159981	89493	35506

Nguồn theo số liệu tổng cục thống kê 2012 [86]

Bảng 2.18: Số lượng học sinh Trung học Phổ thông trong giai đoạn 2009-2012 (người)

Tỉnh	Năm			
	2009	2010	2011	2012
TPHCM	183743	187605	191126	193954
Bà Rịa - Vũng Tàu	34678	35021	34054	35197
Tiền Giang	41297	39007	39324	39899
Bến Tre	38753	37240	35203	34155
Trà Vinh	19660	18252	17137	17749
Sóc Trăng	27861	26609	27289	26824
Bạc Liêu	15329	14650	15211	15124
Cà Mau	24501	24459	24491	23905
Kiên Giang	38935	34450	34843	35506

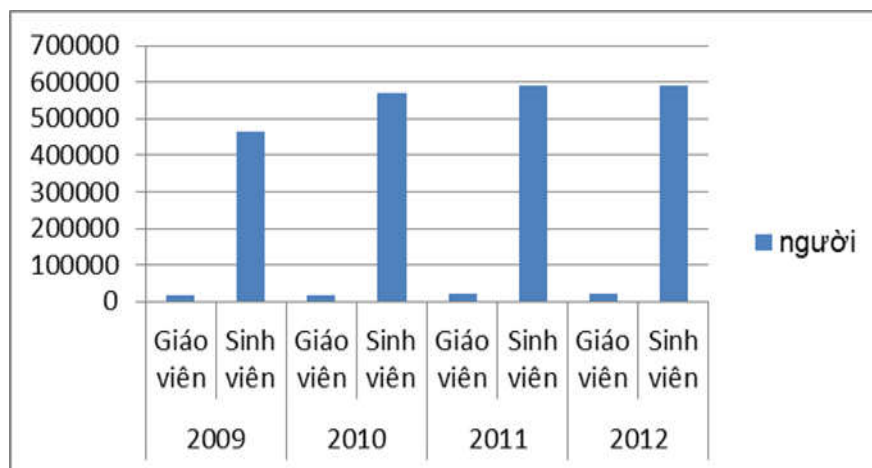
Nguồn theo số liệu tổng cục thống kê 2012 [86]

Bảng 2.19: Số lượng giáo viên và sinh viên trong giai đoạn 2009-2012 (người)

	2009		2010		2011		2012	
	Giáo viên	Sinh viên	Giáo viên	Sinh viên	Giáo viên	Sinh viên	Giáo viên	Sinh viên
TPHCM	13265	434302	16547	535951	19202	551330	18464	551277
Bà Rịa - Vũng Tàu	304	7684	241	7571	301	8004	277	6351
Tiền Giang	325	5879	398	6574	420	6762	407	6632
Bến Tre	166	1803	151	2308	174	2405	166	2456
Trà Vinh	472	5535	493	6673	531	7722	434	10553
Sóc Trăng	171	2989	132	2502	115	2155	112	1987
Bạc Liêu	170	2546	193	3692	223	4613	248	3563
Cà Mau	91	1641	90	1950	119	3181	172	1792
Kiên Giang	380	4221	332	4974	444	5248	416	4593
Tổng	15344	466600	18577	572195	21529	591420	20696	589204

Nguồn theo số liệu tổng cục thống kê 2012 [86]

Y tế: Hiện nay các tỉnh đều có bệnh viện đa khoa cấp tỉnh, huyện và phòng khám đa khoa khu vực. Hầu hết các xã đã có trạm xá hoặc cơ sở khám và chữa bệnh, đến năm 2013 không còn các xã trông về cán bộ y tế. Tuy nhiên, y bác sĩ và trang thiết bị của một số tỉnh còn thiếu nên hiệu quả khám chữa bệnh chăm sóc sức khỏe cho người dân còn nhiều hạn chế.



Hình 2.13. Biểu đồ biến động số sinh viên và số học sinh của các tỉnh ven biển Nam Bộ

Năm 2013 các tỉnh ven biển Nam Bộ có tổng số 13500 bác sĩ, 8659 y sĩ, gần 22064 y tá và 5939 nữ hộ sinh với tổng số 46828 giường bệnh bao gồm giường bệnh của tất cả các bệnh viện, phòng khám khu vực, bệnh viện điều dưỡng và phục hồi chức năng và trạm y tế cấp phường xã, cơ quan, xí nghiệp (bảng 2.20).

Thông tin liên lạc: Hệ thống phát thanh truyền hình và mạng lưới thông tin liên lạc đã được tăng cường và ngày càng hoàn thiện góp phần tuyên truyền những chủ trương, đường lối, chính sách phát triển kinh tế-xã hội và an ninh quốc phòng của Đảng và Nhà nước đến mọi tầng lớp lao động trong xã hội. Hiện nay, mỗi tỉnh đều có 1 đài phát thanh và 1 đài truyền hình. Đối với các vùng đồng bằng và đô thị, hầu như gia đình nào cũng có ti vi và điện thoại. Do đó, đời sống văn hóa tinh thần của người dân cũng được nâng cao.

2.3.3. Các hoạt động kinh tế chủ yếu

Trong những năm gần đây, nền kinh tế của các tỉnh ven biển Nam Bộ tăng trưởng nhanh theo sự phát triển chung của đất nước. Các địa phương đã và đang phát huy thế mạnh về nguồn lực tự nhiên và nhân văn để phát triển kinh tế.

Bảng 2.20. Số lượng cán bộ y tế và giường bệnh các tỉnh năm 2012

Tỉnh – Thành phố	Cán bộ y tế				Số giường bệnh				
	Bác sĩ	Y sĩ	Y tá	Nữ hộ sinh	Tổng số	Bệnh viện	Phòng khám khu vực	B.V điều dưỡng và phục hồi chức năng	Trạm y tế xã, phường, cơ quan, XN
Bà Rịa - Vũng Tàu	478	363	644	261	1624	1440	20		164
TP. Hồ Chí Minh	7792	1911	14151	2819	23893	22912	61	400	400
Tiền Giang	812	874	1265	493	3210	2150	215		845
Bến Tre	1044	943	1671	343	3600	2820	90		690
Trà Vinh	526	657	807	261	2235	1620	150		465
Kiên Giang	963	1328	1736	638	4360	3320	260		780
Sóc Trăng	525	742	917	400	2760	2160	30		570
Bạc Liêu	559	807	753	291	1934	1610	35		274
Cà Mau	801	1034	120	433	3212	2590	110	60	452
Tổng	13500	8659	22064	5939	46828	40622	971	460	4640

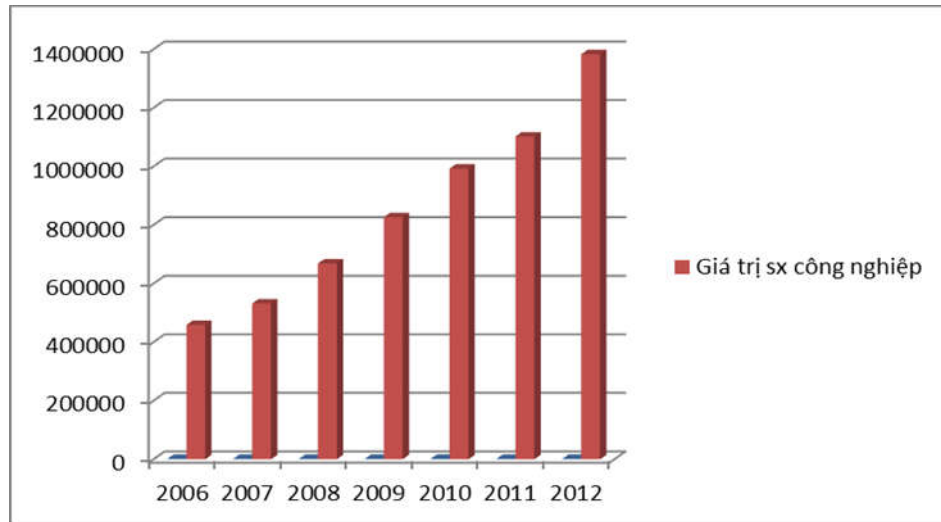
Nguồn theo số liệu tổng cục thống kê 2012 [86]

Cơ sở hạ tầng và đô thị phát triển là điều kiện thuận lợi cho công nghiệp phát triển. Trong giai đoạn công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, qua hơn 20 năm của thời kỳ đổi mới, tại các tỉnh ven biển Nam Bộ đã xây dựng và phát triển nhiều loại hình công nghiệp đặc trưng nên giá trị sản xuất công nghiệp trong những năm gần tăng liên tục, năm 2012 chiếm 29,89% so với cả nước, riêng TPHCM chiếm tới 17,3%. (Bảng 2.21 và hình 2.14).

Đối với các tỉnh ven biển Nam Bộ thuộc ĐBCL, công nghiệp tập trung chủ yếu vào chế biến thủy sản xuất khẩu, lương thực, thực phẩm. Khoáng sản nổi bật nhất là vật liệu xây dựng và hiện đang được khai thác trên qui mô lớn, bao gồm đá vôi (Kiên Lương - Kiên Giang), đất sét (ở khắp mọi nơi trong vùng). Ngành công nghiệp chế biến lương thực và thực phẩm chiếm 70% giá trị gia tăng công nghiệp, 30% còn lại là các ngành sản xuất vật liệu xây dựng, dệt, may mặc, hóa chất. Các khu vực thị xã Hà Tiên, huyện Kiên Lương, Hòn Đất tỉnh Kiên Giang phát triển công nghiệp vật liệu xây dựng với nhiều nhà máy xi măng công suất lớn và ngành khai thác, chế biến đá xây dựng dựa trên thế mạnh là khoáng sản đá vôi, sét xi măng và đá magma. Công nghiệp của Kiên Giang phát triển chủ yếu ở 2 lĩnh vực truyền thống là sản xuất vật liệu xây dựng và chế biến nông hải sản. Sản lượng sản xuất xi măng năm 2008 đạt trên 4.605.000 tấn tăng gấp 2 lần năm 2001. Chế biến thủy sản thu hút nhiều doanh nghiệp trong và ngoài tỉnh đầu tư vào khu cảng cá Tắc Cậu, công suất trên 114.764 tấn với công nghệ hiện đại.

Bảng 2.21. Giá trị sản xuất công nghiệp theo giá trị thực tế phân theo địa phương (Tỷ đồng)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Cả nước	1199139,5	1466480,1	1903128,1	2298086,6	2963499,7	3695091,9	4627733,1
9 tỉnh ven biển Nam bộ	458860,2	532501,5	668900,4	826823,5	993030,3	1102480,0	1383095,0
TPHCM	277345,0	328098,0	406696,3	509831,5	596235,7	674516,2	800516,4
B.Rịa –VTàu	134215,3	148206,2	190423,1	227013,3	281565,6	354639,3	427924,7
Tiền Giang	7465,7	9221,3	12461,6	15271,3	24343,0	31853,2	42301,2
Bến Tre	3841,6	4434,5	5679,7	7363,8	8961,0	12438,5	15631,6
Trà Vinh	2826,5	3429,2	4584,0	6086,7	7459,5	10757,2	13962,8
Sóc Trăng	7287,3	7554,1	9444,8	12194,0	13743,8	18275,8	21823,4
Bạc Liêu	3505,9	4187,0	5156,1	6373,5	8603,8	8603,8	9916,7
Cà Mau	13789,9	17048,0	21379,5	27445,6	33168,1	33665,6	37490,1
Kiên Giang	8583,0	10323,2	13075,3	15243,8	18949,8	22765,2	27490,4



Hình 2.14: Biểu đồ biến động giá trị sản xuất công nghiệp theo giá trị thực tế của 9 tỉnh ven biển Nam Bộ [86]

Trong phạm vi các tỉnh ven biển phía đông, thành phố Vũng Tàu phát triển mạnh ngành công nghiệp dịch vụ dầu khí và cơ khí sửa chữa, đóng mới tàu thuyền dựa trên thế mạnh khai thác dầu khí ở thềm lục địa phía Nam. Từ huyện Gò Công Đông tỉnh Tiền Giang, đến Gành Hào huyện Giá Rai tỉnh Bạc Liêu, nhìn chung công nghiệp kém phát triển. Chỉ một vài nơi như trên địa bàn huyện Bình Đại, tỉnh Bến Tre, dọc bờ phải vùng cửa Đại có các cơ sở đóng mới tàu thuyền cỡ 100 - 150 CV và chế biến bột cá đang hoạt động. Tại Sóc Trăng, trên địa bàn huyện ven biển Vĩnh Châu có các cơ sở chế biến thủy sản đông lạnh. Riêng tỉnh Cà Mau, sản xuất công nghiệp chủ yếu là nhiệt điện và cụm công nghiệp khí điện đạm tại thành phố Cà Mau (cách đường bờ biển Gành Hào khoảng 25km). Trong các tỉnh thành có biển ở Nam Bộ, ngoài Tp. Hồ Chí Minh, thì giá trị sản xuất công nghiệp được tạo ra nhiều nhất là tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu, tiếp theo là các tỉnh Cà Mau, Kiên Giang và Sóc Trăng.

Một trong những thế mạnh trong phát triển kinh tế của các tỉnh trong vùng nghiên cứu là đánh bắt hải sản xa bờ. Với vùng biển rộng lớn, nhiều chỗ neo đậu và kinh nghiệm truyền thống, lĩnh vực đánh bắt hải sản của các tỉnh ngày càng phát triển. Theo số liệu thống kê, từ năm 2005 đến 2012, số lượng

phương tiện và sản lượng đánh bắt xa bờ của các tỉnh đều tăng lên trừ TPHCM, Tiền Giang và Trà Vinh. (bảng 2.22, 2.23 và 2.24).

Bảng 2.22. Số lượng (chiếc) tàu đánh bắt xa bờ của các tỉnh trong vùng nghiên cứu giai đoạn 2005-2012

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TPHCM	101	100	68	41	33	39	33	46
BR-Vũng Tàu	2932	3231	2918	2601	3011	3206	3284	3103
Tiền Giang	589	606	627	723	849	849	655	698
Bến Tre	845	872	940	1167	1391	1549	1732	1752
Trà Vinh	258	246	157	109	111	122	140	152
Kiên Giang	2075	2038	2031	2052	2165	3090	3623	3320
Sóc Trăng	182	163	150	223	239	193	257	282
Bạc Liêu	344	344	349	350	354	373	416	451
Cà Mau	1223	1270	1354	1265	1232	1241	1263	1346

Nguồn theo số liệu tổng cục thống kê 2012 [86]

Bảng 2. 23. Tổng công suất (x1000CV) tàu đánh bắt xa bờ của các tỉnh trong vùng nghiên cứu giai đoạn 2005-2012

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TPHCM	34,0	33,1	20,3	19,8	16,2	16,8	14,5	11,3
Bà Rịa -Vũng Tàu	403,1	447,0	322,9	281,0	298,1	676,2	690,7	692,2
Tiền Giang	134,0	136,0	141,0	163,1	180,4	180,4	169,1	170,2
Bến Tre	236,2	238,4	249,6	356,2	439,5	509,6	606,2	646,5
Trà Vinh	24,0	23,1	35,3	23,2	23,5	27,6	33,5	35,4
Sóc Trăng	47,0	39,5	37,5	67,8	43,9	32,8	84,7	99,2
Bạc Liêu	91,2	87,6	91,4	96,7	63,5	88,0	117,4	129,2
Cà Mau	226,3	244,2	251,3	246,0	242,2	249,3	250,8	255,2
Kiên Giang	643,3	758,7	760,3	786,5	833,5	932,0	1292,5	1192,7

Nguồn theo số liệu tổng cục thống kê 2012 [86]

Bảng 2. 24. Sản lượng (x1000 tấn) đánh bắt xa bờ của các tỉnh trong vùng nghiên cứu giai đoạn 2007-2012

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TPHCM	14,5	12,0	11,7	15,7	14,9	14,6
BRja -Vũng Tàu	194,0	199,1	208,6	211,9	206,7	213,8
Tiền Giang	52,9	52,2	51,1	53,6	55,1	56,2
Bến Tre	53,3	58,0	59,5	101,5	112,4	116,2
Trà Vinh	14,7	14,6	16,1	24,0	22,9	22,6
Sóc Trăng	22,5	23,5	26,6	24,7	31,7	35,0
Bạc Liêu	51,4	58,1	57,0	60,9	65,4	69,5
Cà Mau	98,1	101,3	103,5	108,2	104,0	93,0
Kiên Giang	249,0	253,0	276,7	252,7	260,0	265,1

Nguồn theo số liệu tổng cục thống kê 2012 [86]

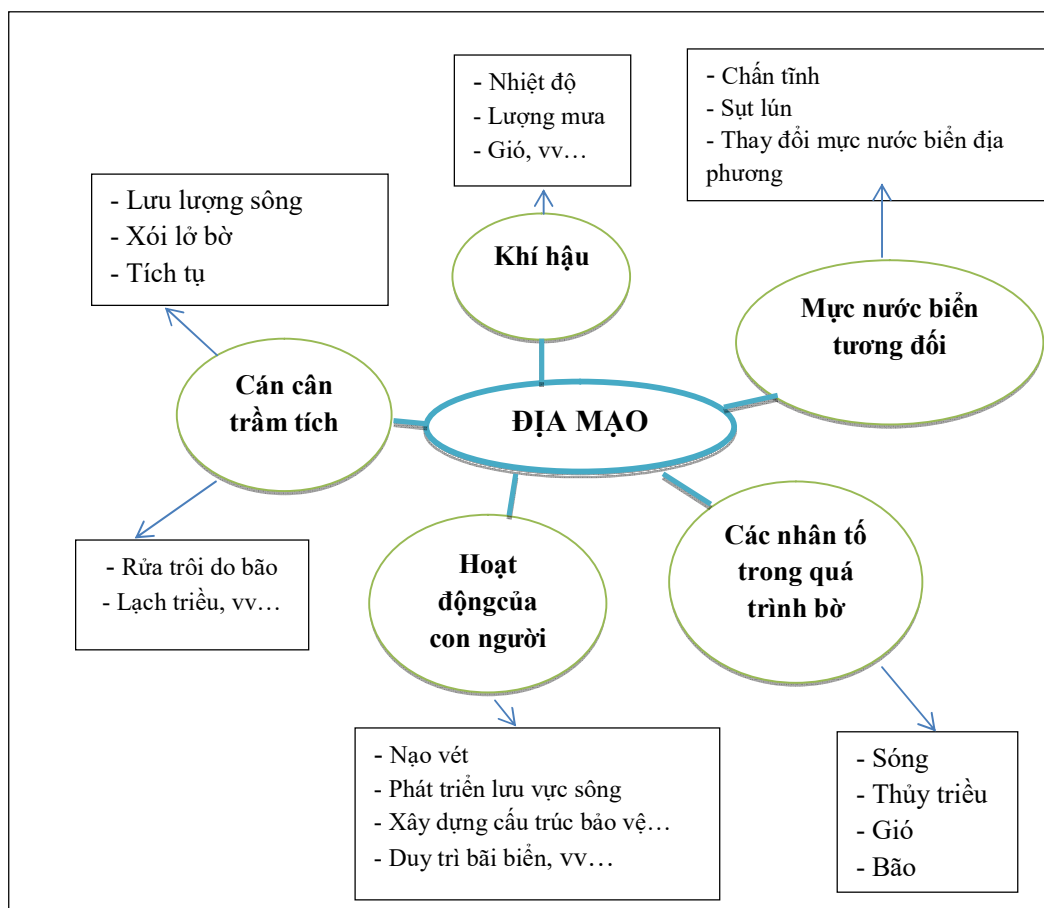
Chương 3

BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN CÁC TỈNH NAM BỘ

GIAI ĐOẠN 1965 ĐẾN NAY

3.1. KHÁI QUÁT ĐẶC ĐIỂM ĐỊA MẠO DẢI BỜ BIỂN NAM BỘ

Như đã đề cập ở chương 1, nghiên cứu biến động địa hình bờ biển là một trong những nội dung quan trọng của môn địa mạo bờ biển. Do đó, trước khi tìm hiểu về thực trạng biến động địa hình khu vực nghiên cứu, cần điếm qua một vài nét khái quát về đặc điểm địa mạo ở đây. Các đặc điểm địa mạo hiện nay được hình thành trong mối tác động tương hỗ giữa nhiều nhân tố (hình 3.1).



Hình 3.1. Tương tác của các nhân tố động lực trong địa mạo bờ biển

3.1.1. Các nhân tố thành tạo và biến đổi địa hình bờ biển các tỉnh Nam Bộ

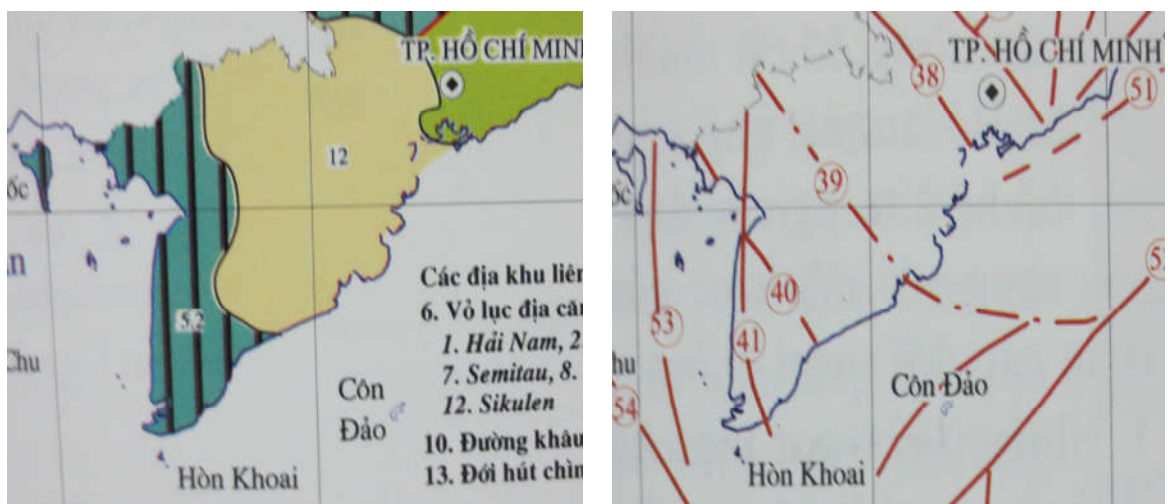
3.1.1.1. Cấu trúc địa chất-kiến tạo và thạch học

Các điều kiện địa chất bao gồm cả cấu trúc kiến tạo lẫn đặc điểm thạch học được xem là “nền tảng rắn” để trên đó địa hình bề mặt hiện tại được hình thành và phát triển dưới tác động của các nhân tố ngoại sinh. Cấu trúc kiến tạo được xem là khung vật chất có ý nghĩa quan trọng đối với hướng tác động của các nhân tố ngoại sinh: bồi tụ hay xói lở. Các cấu trúc sụt lún thường thuận lợi cho quá trình tích tụ vật chất. Ngược lại, các cấu trúc nâng thường thuận lợi cho quá trình bóc mòn. Cả hai quá trình trên đều dẫn đến san phẳng bề mặt địa hình. Tuy nhiên, sự việc không đơn giản như vậy. Thực tế cho thấy, địa hình cao hay thấp còn phụ thuộc vào sự thay đổi chân tĩnh của mực nước biển, phụ thuộc vào các thời kỳ khí hậu nóng ẩm xảy ra bóc mòn mạnh và thời kỳ lạnh-khô, quá trình bóc mòn xảy ra yếu hơn.

Các cấu trúc địa chất- kiến tạo. Theo các kết quả nghiên cứu gần đây [8], bờ biển nói riêng và dải lục địa ven biển cũng như phần đáy biển gần bờ của vùng nghiên cứu được phát triển trên 3 đơn vị cấu trúc kiến tạo lớn là: rìa lục địa tích cực Mesozoi Đà Lạt (trong đó có tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu), trũng châu thổ Mê Kông (hầu hết các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long) và đới Srepok-Tây Nam Bộ, thuộc đai tạo núi Indosini Mê Kông (trong đó có tỉnh Cà Mau và Kiên Giang) (hình 3.2). Tuy nhiên, hiện nay, phần lớn diện tích dải bờ biển Nam Bộ đều lộ ra các trầm tích bờ rời có tuổi rất trẻ-Holocen. Các đá gắn kết chiếm diện tích không đáng kể trong vùng nghiên cứu.

Đặc điểm thạch học. Dải bờ biển tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu (từ cửa sông Đu Đủ đến Núi Lớn) có địa hình cao và được cấu tạo bởi cát bờ rời có độ bền vững yếu và các đá gắn kết có độ bền vững cao. Trong khi đó hầu hết bờ biển các tỉnh Nam Bộ (từ thành phố Hồ Chí Minh đến Kiên Giang) đều có địa hình

thấp và được cấu tạo bởi bùn-sét chưa được gắn kết rất dễ bị phá hủy. Độ bền vững của đất đá tạo bờ có ý nghĩa rất quan trọng, nếu như không muốn nói là có ý nghĩa quyết định đến tốc độ phá hủy bờ biển. Độ bền vững càng cao, thì tốc độ phá hủy càng chậm và ngược lại. Chính vì vậy, để xem xét vai trò phát triển bờ biển của chúng, Leontyev và đồng nghiệp [148] đã chia đất đá tạo bờ thành 7 lớp đất đá theo mức độ bền vững đối với quá trình mài mòn-xói lở. Đối chiếu với bảng phân loại này, thì các đất đá tạo bờ của vùng nghiên cứu được xếp vào bốn lớp sau:



Hình 3.2. Sơ đồ phân bố các cấu trúc địa chất gồm đai tạo núi Indosini Tây Nam Bộ (5.2), trũng châu thổ Mê Kông (12) và rìa lục địa tích cực Mesozoi muộn Đà Lạt (trái) và các đứt gãy gồm: Tây Nam Bộ (53), Rạch Giá-Côn Sơn (41), Hà Tiên-Gành Hào (40), Sông Hậu (39), sông Vàm Cỏ Đông và Dầu Tiếng-Xuyên Mộc (phải) trong vùng nghiên cứu [8]

- Lớp I, II (là các đá bền vững gồm đá magma xâm nhập phức hệ Đèo Cả ở Núi Lớn, Kỳ Vân, Hồ Tràm và Ba Kiềm, đá trầm tích phun trào thuộc hệ tầng Nha Trang ở Núi Nhỏ, các đá trầm tích lục nguyên thuộc phân dưới của hệ tầng Hòn Chông và hệ tầng Tây Hòn Nghệ ở Mũi Nai bị giạt lùi rất chậm, thậm chí không thay đổi trong khoảng thời gian cuộc đời của một con người,

đồng thời khi bị mài mòn cũng không tạo ra được hoặc rất ít vật liệu vụn). Địa hình bờ ở đây chủ yếu là các vách đứng, hoặc nền mài mòn;

-Lớp thứ V là các đá bờ rời có thành phần bột, cát, sỏi, v.v. được phân bố trên hầu hết chiều dài bờ biển các tỉnh Nam Bộ. Các trầm tích này có nguồn gốc chủ yếu là biển và hỗn hợp sông-biển có tuổi Holocen rất dễ bị phá hủy và tạo ra khối lượng vật liệu lớn để tích tụ ở gần hoặc xa nơi bị phá hủy.

-Lớp VI là đá vôi thuộc hệ tầng Hà Tiên và phần trên của hệ tầng Hòn Chông được phân bố rải rác ở Kiên Giang. Các đá này dễ hòa tan hay còn gọi là mài mòn hóa học để tạo ra các hang hốc và ngấn nước biển.

3.1.2. Vai trò của địa hình

Các quá địa mạo tạo nên địa hình bờ biển hiện nay, cũng như đang làm biến đổi nó có liên quan rất chặt chẽ với các đặc điểm địa hình trước đây, hay là địa hình lục địa trước khi bị nước biển dâng lên và làm ngập nó, nghĩa là chuyển từ các quá trình địa mạo lục địa sang quá trình địa mạo bờ biển. Thậm chí, ngay cả địa hình vừa được thành tạo do quá trình địa mạo bờ biển gần đây cũng có thể bị biến đổi do sự thay đổi của các tác nhân khác từ bên ngoài, chẳng hạn do sự thay đổi mực nước biển tương đối. Các đặc trưng quan trọng hơn cả của địa hình là: độ cao, độ dốc, hình dạng đường bờ, hướng kéo dài của đường bờ và độ sâu đáy biển gần bờ. Các đặc trưng trên rất khác nhau trên dải địa hình bờ biển các tỉnh Nam Bộ.

Về hướng đường bờ. Đường bờ biển các tỉnh Nam Bộ có hai hướng chính là đông bắc-tây nam cho đoạn từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến mũi Cà Mau và theo hướng gần kinh tuyến cho đoạn từ mũi Cà Mau đến Hà Tiên. Cả 2 đoạn bờ này đều bị làm phức tạp bởi các vịnh lõm vào phía đất liền và một vài mũi nhô ra biển có quy mô nhỏ, như vịnh Gành Rái, mũi Kỳ Vân, mũi Nghinh

Phong trên đoạn bờ thứ nhất; vụng Cà Mau, Rạch Giá, mũi Hòn Chông, mũi Nai, v.v. trên đoạn thứ hai. Nhìn chung, đường bờ biển có dáng mềm mại, ít khúc khuỷu. Đây là lý do khiến động lực sóng tác động đến bờ tương đối đồng đều trên mỗi đoạn: Đoạn bờ phía Biển Đông chịu tác động chủ yếu của sóng hướng đông và đông-nam, còn đoạn bờ phía vịnh Thái Lan chịu tác động chủ yếu của sóng hướng tây và tây-nam.

Về độ cao và độ dốc của địa hình ven biển. Địa hình dải lục địa ven biển các tỉnh Nam Bộ có độ cao không đáng kể. Hầu hết đều có độ cao 1-2 mét so với mực nước biển và được cấu tạo bởi bùn sét chưa gắn kết trải dài từ vịnh Gành Rái đến mũi Cà Mau, vòng lên phía bắc đến tận Hà Tiên. Đây cũng là đoạn bờ có độ dốc nhỏ; bãi biển và đáy biển phía ngoài có độ sâu không đáng kể, nên có chiều rộng tương đối lớn, thậm chí tới trên 1 km. Địa hình có độ cao lớn hơn (4-5 mét) và thoải hơn được cấu tạo bởi cát chỉ có ở tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu (đoạn từ xã Bình Châu, huyện Xuyên Mộc đến phía bắc Núi Nhỏ) và vài đoạn ngắn ở tỉnh Kiên Giang (đoạn bờ xã Bình An, huyện Kiên Lương và khu vực Mũi Nai, thị xã Hà Tiên). Còn lại một số đoạn là bờ đá có độ cao và độ dốc lớn, như mũi Kỳ Vân, Núi Lớn, Núi Nhỏ ở tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu và mũi Bãi Ót, mũi Hòn Chông, Mũi Nai, v.v. ở tỉnh Kiên Giang.

Về độ sâu đáy biển gần bờ. Như đã trình bày ở chương 2, độ sâu có ý nghĩa quan trọng đối với động lực bờ. Độ sâu có mối quan hệ chặt chẽ với độ dốc và chiều rộng của đới sóng vỡ. Độ sâu đáy biển gần bờ càng lớn, thì độ dốc của đáy cũng càng lớn và đới sóng vỡ có chiều rộng nhỏ và gần bờ hơn và, do đó, năng lượng sóng tác động đến bờ cũng sẽ lớn hơn. Ngược lại, khi độ sâu của đáy biển gần bờ không đáng kể, độ dốc đáy biển thoải hơn, thì đới sóng vỡ được mở rộng (do bị vỡ nhiều lần), do đó, năng lượng sóng tác động tới bờ giảm đi. Nhìn chung, độ sâu đáy biển gần bờ các tỉnh Nam Bộ đều không đáng kể. Địa hình đáy biển gần bờ trong phạm vi từ 0 đến 20 mét

trung đối thoải. Tuy nhiên, tính chất này cũng có sự phân dị giữa các vùng khác nhau. Trong khi, địa hình đáy biển tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu có độ nghiêng thoải đều ra phía ngoài khơi, thì đáy biển khu vực Bạc Liêu, Cà Mau và Kiên Giang lại gần như nằm ngang, còn địa hình đáy biển trước cửa sông Mê Kông lại có tính phân bậc khá rõ: trong phạm vi từ 0-5 mét, độ nghiêng không đáng kể và gần như nằm ngang-được gọi là *tiền châu thổ* (delta front), còn từ 5-20 mét là một bề mặt nghiêng thoải ra phía ngoài khơi-có thể được gọi là *sườn châu thổ* (prodelta).

Một nét riêng biệt khác của địa hình đáy biển vùng nghiên cứu là sự hiện diện một sườn dốc thoải khác bao quanh phía tây mũi Cà Mau, vòng xuống phía nam quần đảo Hòn Khoai, sau đó kéo dài về phía đông-bắc cho đến ngoài khơi phía nam cửa Bò Đề nằm trong phạm vi độ sâu từ 10 đến 20 mét giống như sườn châu thổ sông Mê Kông. Sau đó, địa hình đáy thoải dần và nằm ở độ sâu lớn hơn (từ 17 đến 20 mét) và đến phạm vi vùng biển Bạc Liêu thì đáy biển không còn nghiêng nữa, mà trở thành nằm ngang (ở đây đường đẳng sâu 20 mét cách cửa sông Gành Hào về phía đông-nam khoảng hơn 50 km), rồi sang tới vùng biển Sóc Trăng, đường đẳng sâu 20 mét lại đi vào gần bờ hơn (cách cửa Định An-Trần Đề chỉ 28-30 km).

Với đặc điểm độ sâu đáy biển gần bờ như vậy, nên tác động của các nhân tố động lực tới bờ biển, như sóng, dòng chảy cũng không giống nhau. Điều đó đã dẫn đến sự khác nhau về quá trình địa mạo bờ: xói lở, vận chuyển và tích tụ trầm tích.

3.1.3. Vai trò của khí hậu

Như đã trình bày ở chương 2, khí hậu Nam Bộ nói chung và các tỉnh ven biển nói riêng, thuộc nhiệt đới gió mùa, không có mùa đông lạnh và mang tính mùa rã rệt: mùa khô và mùa mưa. Khí hậu vừa có tác động trực tiếp, vừa có tác động gián tiếp đến sự hình thành và phát triển địa hình bờ biển.

Tác động trực tiếp của khí hậu đến thành tạo địa hình chỉ được thể hiện trên đoạn bờ biển cấu tạo bằng cát kéo dài từ Bình Châu (huyện Xuyên Mộc) đến gần Núi Nhỏ (thành phố Vũng Tàu) và cồn cát ở Ba Động (Trà Vinh). Ban đầu, các cồn cát này là các bar cát được hình thành do sóng. Nhưng khi biển rút đi, nó liền bị gió vun lên thành các cồn cát cao hơn với cấu tạo bất đối xứng: sườn khuất gió dốc, còn sườn đón gió thoải hơn.

Tác động gián tiếp. Các tác động gián tiếp của khí hậu đối với sự hình thành và biến đổi địa hình bờ biển thông qua gió (gió gây ra sóng và quyết định hướng sóng tới bờ của nó), thông qua quá trình phong hóa (phong hóa vật lý hay hóa học xảy ra trên lưu vực sông và ở dải bờ biển), gây ra sự thay đổi mực nước biển (dâng lên vào các thời kỳ tan băng do nóng lên hoặc hạ xuống vào thời kỳ đóng băng do nhiệt độ mặt đất giảm xuống).

3.1.4. Vai trò của thủy văn lục địa

Sông ngòi đóng vai trò rất lớn trong quá trình hình thành và tiến hóa địa hình bờ biển, đặc biệt là những sông lớn. Vật liệu do sông mang ra là nguồn cung cấp vật liệu trầm tích chủ yếu cho bờ và bãi biển. Theo ý kiến của các nhà khoa học trên thế giới, nguồn vật liệu trầm tích do sông cung cấp cho biển chiếm tới khoảng 80% tổng các nguồn vật liệu hàng năm. Các vật liệu do sông cung cấp cho biển bao gồm vật liệu lơ lửng (còn gọi là phù sa), vật liệu lăn theo đáy và vật liệu hòa tan. Khi ra tới biển, thì khoảng trên 80% vật liệu trầm tích được lắng đọng ở phần ven bờ và thềm lục địa phía trong, chỉ chưa đến 20% được đưa ra xa hơn đến thềm lục địa phía ngoài. Các dòng sông lớn khi đổ vào biển đều tạo nên đồng bằng châu thổ (delta) của mình. Tùy thuộc vào mối quan hệ giữa sông với thủy triều và sóng, người ta đã chia ra: châu thổ dòng sông chiếm ưu thế, châu thổ do sóng chiếm ưu thế và châu thổ do thủy triều chiếm ưu thế.

Vùng biển ven bờ các tỉnh Nam Bộ có 2 hệ thống sông đổ vào là: hệ thống sông Mê Kông và hệ thống sông Đồng Nai-Sài Gòn. Hệ thống sông Mê Kông là một trong những sông lớn nhất trên thế giới và là sông lớn nhất ở khu vực Đông Nam Á. Với lượng vật liệu trầm tích khổng lồ mang ra từ lục địa, nên trong khoảng từ 6.000-4.000 đến nay, sông Mê Kông đã tạo cho mình một đồng bằng châu thổ có diện tích lớn thứ 3 trên thế giới (sau đồng bằng sông Amazone và đồng bằng Sông Nin) với diện tích khoảng 93.000 km² (xấp xỉ 1/10 diện tích lưu vực). Các kết quả nghiên cứu gần đây cho thấy, trong thời kỳ hiện đại, lượng trầm tích của sông Mê Kông được mang ra biển khoảng 160 x10⁶T/năm. Trong khi đó, lượng trầm tích mang ra biển do hệ thống sông Đồng Nai-Sài Gòn lại rất nhỏ (với số liệu được đưa ra ở chương 2, thì chỉ khoảng 6.000T/năm). Hiện nay, nguồn vật liệu trầm tích này đã bị giảm nhiều do các hoạt động kinh tế-xã hội trên lưu vực, như xây dựng các nhà máy thủy điện, khai thác vật liệu xây dựng. Điều này ảnh hưởng tới cân cân trầm tích ở bờ biển- có thể là cân cân âm, nghĩa là thiếu hụt trầm tích. Có thể vì lý do này, nên hiện tượng xói lở bờ biển trở nên phổ biến.

3.1.5. Vai trò của các yếu tố hải văn

Các nhân tố hải văn gồm sóng, thủy triều và dòng chảy. Tuy nhiên, chỉ sóng và thủy triều là có tác động trực tiếp và chủ yếu đến quá trình hình thành và tiến hóa địa hình bờ biển trong vùng nghiên cứu.

Sóng biển là tác nhân động lực chính và trực tiếp gây ra sự hình thành và biến đổi địa hình bờ biển. Năng lượng sóng tới bờ giữ vai trò quyết định trong quá trình này. Tuy nhiên, năng lượng này thường xuyên thay đổi theo thời gian và không gian. Do đường bờ biển Nam Bộ có 2 hướng chủ đạo là đông bắc-tây nam (từ Xuyên Mộc, tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu đến mũi Cà Mau) và hướng á kinh tuyến (từ mũi Cà Mau đến Hà Tiên), hướng sóng tác động

đến bờ chiếm ưu thế là đông, đông-nam (đối với đoạn thứ nhất) và tây, tây-nam (đối với đoạn thứ 2). Các kết quả nghiên cứu về sóng cho thấy, sóng phía Biển Đông thường có năng lượng lớn hơn so với năng lượng sóng từ vịnh Thái Lan. Do đó, bờ biển phía Biển Đông cũng bị biến đổi mạnh mẽ hơn so với bờ biển phía vịnh Thái Lan.

Thủy triều là sự thay đổi mực nước biển theo chu kỳ ngày-đêm. Thủy triều vùng biển ven bờ Nam Bộ có chế độ bán nhật triều không đều ở phía Biển Đông và nhật triều không đều ở phía vịnh Thái Lan. Độ lớn thủy triều phía Biển Đông cũng lớn hơn (trên 3 mét) so với thủy triều vịnh Thái Lan (chỉ 1,0-1,5 mét). Thủy triều vừa có ảnh hưởng gián tiếp, vừa có tác động trực tiếp đến sự hình thành và biến đổi địa hình bờ biển. Ảnh hưởng gián tiếp của thủy triều bằng cách thay đổi ranh giới tác động của sóng tới bờ theo chu kỳ lên-xuống: khi thủy triều lên, sóng vỡ dịch chuyển vào phía bờ, khi thủy triều xuống, sóng vỡ lại dịch chuyển ra phía biển. Khi thủy triều xuống, bãi biển lộ ra và bị phơi khô, vật liệu trên bãi trở nên dễ di động hơn, nên khi thủy triều lên, do tác động của sóng vật liệu này dễ dàng bị di chuyển vào bờ hay ra biển dẫn đến thay đổi hình thái mặt bãi. Chiều rộng của dải bãi biển lúc khô, lúc ngập này phụ thuộc vào độ dốc của nó: độ dốc bãi càng nhỏ, thì chiều rộng của dải này càng lớn và ngược lại. Còn tác động trực tiếp được thể hiện qua dòng triều, rõ rệt nhất là ở các cửa sông. Khi dòng triều lên xâm nhập vào cửa sông gặp dòng chảy sông có hướng ngược nhau dẫn đến sự giảm tốc độ dòng chảy tổng hợp và vật liệu có thể được tích tụ lại ở cửa sông. Tuy nhiên, khi dòng triều rút được bổ sung thêm dòng chảy sông dẫn đến tốc độ dòng được tăng lên gây ra hiện tượng xâm thực cửa sông. Từ các điều kiện nêu trên cho thấy, vai trò của thủy triều đối với quá trình hình thành và phát triển địa hình bờ biển phía Biển Đông cũng lớn hơn ở phía vịnh Thái Lan.

Dòng chảy ven bờ cũng có vai trò quan trọng đối với sự hình thành và phát triển địa hình bờ biển trong vùng nghiên cứu. Dòng chảy ven bờ có thể là dòng chảy sinh ra do sóng, do gió do thủy triều, hoặc dòng chảy tổng hợp. Dòng chảy này có vai trò gần giống như dòng chảy sông trên đất liền, nghĩa là cũng vận chuyển trầm tích, xâm thực bờ và tích tụ trầm tích trên đường di chuyển của chúng. Kết quả từ chương 2 cho thấy, tốc độ dòng chảy dọc bờ khá lớn và cũng mang tính chất mùa. Tuy nhiên, ở phần gần bờ hơn, dòng chảy có hướng ưu thế trong năm là tây-nam, nghĩa là hướng từ phía cửa sông Mê Kông về phía mũi Cà Mau. Đồng thời, cũng hình thành hướng di chuyển trầm tích chiếm ưu thế trong năm. Điều này được thể hiện rất rõ trên ảnh vệ tinh bằng một dải nước đục kéo dài vào cả vịnh Thái Lan để tạo ra bãi cạn Cà Mau. Đó là lý do giải thích sự kéo dài của đất mũi Cà Mau về phía tây.

3.1.6. Vai trò của lớp phủ thực vật

Đối với các vùng khí hậu nhiệt đới, sinh vật nói chung và thực vật nói riêng cũng giaoax vai trò quan trọng trong quá trình hình thành và tiến hóa địa hình bờ biển. Vì thế, trong vài chục năm trở lại đây, các nhà địa mạo trên thế giới đã đưa thêm khái niệm *sinh địa mạo* (biogeomorphology) như là một hướng trong nghiên cứu địa mạo nói chung. Bởi vì, giữa rừng ngập mặn và địa hình có mối quan hệ rất chặt chẽ với nhau cả về mặt phát sinh cũng như về hình thái. Thế giới sinh vật cũng vừa trực tiếp tạo ra địa hình (gọi là địa hình sinh vật (các rạn san hô hay đầm lầy than bùn), đồng thời cũng có tác động gián tiếp.

Trong vùng nghiên cứu, lớp thực vật khá phong phú gồm cả *thực vật trên cạn*, lẫn *rừng ngập mặn*, cả thực vật trước đây lẫn hiện nay. Phần trên cạn, thực vật trước đây đã tạo ra lớp than bùn và địa hình sinh vật ở khu vực U Minh (tỉnh Cà Mau và một phần của Kiên Giang). Còn hiện nay, lớp thực

vật trên cạn lại có vai trò ngăn cản và làm giảm xói mòn đất, giữ ẩm cho đất, đồng thời tạo cảnh quan xanh cho mặt đất

Rừng ngập mặn đóng vai trò quan trọng trong việc giữ lại trầm tích, đẩy mạnh quá trình tích tụ, dẫn đến làm tăng diện tích đất liền. Trầm tích được đưa vào trong RNM khi triều lên được giữ lại khi triều rút, từng bước hình thành một bãi gian triều giữa mực triều lên cao và mực triều kiệt. Khi có sự tích tụ trầm tích, thì thực vật ngập mặn có điều kiện để sinh trưởng và phát triển. Đó là mối tác động qua lại giữa địa hình bãi biển và rừng ngập mặn.

Mặt khác, khi rừng ngập mặn đã phát triển tốt, thì năng lượng sóng bị giảm đi rất nhiều, do đó, bờ biển được bảo vệ. Như vậy, nếu rừng ngập mặn bị mất đi, thì bờ biển cũng sẽ bị phá hủy. Và khi địa hình bờ biển bị phá hủy, thì sẽ không còn “nền rắn” để rừng ngập mặn bám vào. Đó chính là chức năng trụ cột của địa hình trong hệ sinh thái. Hiện nay, do địa hình bờ biển đang bị phá hủy, nên diện tích rừng ngập mặn cũng bị mất theo.

3.1.7. Thay đổi mực nước biển

Thay đổi mực nước biển cũng là một nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến sự phát triển của địa hình bờ biển. Trong quá khứ địa chất, đã xảy ra nhiều lần thay đổi mực nước biển trên quy mô toàn cầu. Các kết quả nghiên cứu trong nước, cũng như ở nước ngoài đã xác nhận trong giai đoạn Đệ Tứ đã xảy ra nhiều lần biển tiến và nhiều lần biển thoái. Tuy nhiên, những đặc điểm địa hình quan sát được hiện nay chỉ mới được hình thành trong lần biển tiến-thoái gần đây nhất xảy ra vào cuối Pleistocen muộn-Holocen. Cụ thể là từ lục biển thoái cực đại, lên quan tới Cực đại Băng hà Lần cuối (Last Glacial Maximum-LGM) cách ngày nay khoảng 20.000 ± 2.000 năm trước. Vào thời điểm này, theo Sathiamurty và Voris [120], mực nước biển trên toàn bộ thềm lục địa Sunda, trong đó có cả phần thềm lục địa phía nam của nước ta,

thấp hơn hiện nay là 116 mét. Sau đó, bước vào thời kỳ ấm lên của khí hậu, mực nước biển bắt đầu dâng lên và đạt được mức cực đại cao hơn hiện nay khoảng 4-5 mét vào khoảng 6.000 năm trước. Sau đó, mực nước biển lại hạ xuống để đạt tới vị trí hiện nay. Trong quá trình hạ thấp mực nước biển, dải đồng bằng ven biển Nam Bộ được hình thành và có dạng như ngày nay. Tuy nhiên, gần đây, mực nước biển lại đang dâng lên, làm cho hầu hết đường bờ biển lại có xu hướng giật lùi về phía đất liền.

Thay đổi mực nước biển-dâng lên hay hạ xuống (còn được gọi là biển tiến hay biển lùi), dù theo nguyên nhân nào (kiến tạo hay chân tĩnh) đều làm thay đổi ranh giới tương tác giữa biển và lục địa, nghĩa là làm ranh giới đường bờ thay đổi. Do đó, đối tác động của sóng, nhân tố động lực chính tạo nên địa bờ biển, và các nhân tố động lực khác cũng dịch chuyển lên-xuống theo mực nước biển. Khoảng không gian thay đổi này phụ thuộc vào độ dốc của bãi. Độ dốc càng lớn, thì khoảng không gian bị thay đổi càng hẹp và ngược lại.

3.1.8. Vai trò của con người

Con người đã trở thành nhân tố quan trọng trong việc làm thay đổi địa hình và các quá trình địa mạo hoặc là trực tiếp, hoặc là gián tiếp. Vì thế, từ cuối thế kỷ 20, nhiều nhà khoa học trên thế giới đã thừa nhận “con người là một nhân tố địa mạo” [74] và có một hướng nghiên cứu riêng trong lĩnh vực địa mạo là: Địa mạo nhân sinh-nghiên cứu vai trò của con người trong việc tạo ra và làm biến đổi địa hình mặt đất.

Riêng đối với địa hình và các quá trình địa mạo bờ biển, ảnh hưởng của con người được thể hiện ở các hoạt động phát triển kinh tế-xã hội cả trên lưu vực sông đổ vào biển và ngay trên bờ biển. Bờ biển các tỉnh Nam Bộ có 2 lưu vực sông đổ ra là sông Mê Kông và sông Sài Gòn-Đồng Nai. Các hoạt động trên lưu có ảnh hưởng đến địa hình bờ biển chủ yếu là đắp đập và hồ chứa, và

khai thác vật liệu xây dựng (cát, sạn, sỏi) ở sông suối. Còn các hoạt động ở bờ biển và đáy biển gần bờ (hình 3.3) bao gồm san lấp mở rộng diện tích, khai thác khoáng sản, vật liệu xây dựng, xây các công trình dân sinh và công trình bảo vệ bờ, v.v. (hình 3.3).

Hậu quả của các hoạt động này là làm giảm lượng nước và trầm tích cung cấp cho bờ biển, làm thay đổi hình dạng và hướng đường bờ biển. Cuối cùng, do những thay đổi này, nên địa hình và quá trình địa mạo cũng thay đổi theo: địa hình đang từ ổn định sang bất ổn định, quá trình địa mạo từ tích tụ chuyển thành xói lở (sẽ được phân tích cụ thể ở chương sau).



Hình 3.3. Đường ống dẫn cát hút từ bãi biển để san lấp khu nam thị xã Hà Tiên (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2008) và khu lấn biển gần 150 ha ở thành phố Rạch Giá (nguồn: Google Earth).

3.2. ĐỊA MẠO BỜ BIỂN CÁC TỈNH NAM BỘ

3.2.1. Nguyên tắc thành lập bản đồ địa mạo

Hiện nay, trên thế giới có một số nguyên tắc thành lập bản đồ địa mạo khác nhau tùy thuộc vào mục đích của bản đồ địa mạo. Chẳng hạn khi đo vẽ địa mạo phục vụ cho nghiên cứu cấu trúc địa chất, người ta chọn *nguyên tắc hình thái-cấu trúc*. Tuy nhiên, nguyên tắc *hình thái-nguồn gốc* được sử dụng

nhều hơn cả trong nghiên cứu địa mạo chung cũng như trong nghiên cứu ứng dụng. Nguyên tắc này cũng được sử dụng để thành lập bản đồ địa bờ biển ở các tỷ lệ khác nhau. Tuy nhiên, như Leontyev và đồng nghiệp [148] đã chỉ ra rằng, do địa hình bờ biển rất đa dạng do các yếu tố động lực biển, như sóng, thủy triều, dòng chảy, hay kết hợp sóng-triều, sông-sóng, sông-thủy triều tạo ra, nên phải bổ sung thêm yếu tố động lực. Do đó, *nguyên tắc hình thái-nguồn gốc-động lực* được lựa chọn để thành lập bản đồ địa mạo bờ biển cho vùng nghiên cứu. Đây là nguyên tắc được phổ biến rất rộng rãi ở nước ta và một số nước khác trên Thế giới, đặc biệt là Cộng Hoà Liên Bang Nga. Vì vậy, các nhân tố động lực như sóng, thủy triều, dòng chảy, sinh vật, v.v. hoặc sự kết hợp giữa chúng được chọn làm tiêu chí đầu tiên để phân chia địa hình. Còn trên phần lục địa ven biển-thuộc khu bờ biển cổ được nâng lên, chúng tôi sử dụng nguyên tắc trên để phân chia địa hình.

Song để phản ánh đầy đủ các đặc điểm địa mạo khu vực, trong quá trình khảo sát và đo vẽ, các tác giả không phân chia thành kiểu địa hình mà dựa vào nguyên tắc này để chia ra *các bề mặt địa hình cùng nguồn gốc*. Các bề mặt này là cơ sở để thể hiện trên bản đồ địa mạo bằng nền màu chất lượng. Còn các yếu tố khác như thủy động lực, thạch động lực, v.v. sẽ được biểu diễn bằng các ký hiệu ngoài tỷ lệ. Sau đó áp dụng nguyên tắc đã nêu sẽ chia ra các đới động lực (chủ yếu là sóng) là: đới sóng vỗ bờ, đới sóng vỡ và biến dạng, đới sóng lan truyền và tương ứng với chúng là các đới địa hình: đới bãi, đới sườn bờ ngầm và đới ngoài khơi. Dựa vào công thức tính của Antsyferov A.M. và Kosian R.D. [140] và độ cao sóng cực đại trung bình năm trong khu vực này [56], có thể xác định được ranh giới của khu bờ hiện đại (bao gồm đới bãi và sườn bờ ngầm) vùng biển Nam Bộ nằm ở độ sâu khoảng 20-25 mét. Còn đới bãi có thể được xác định trong khoảng độ sâu từ 0-5 mét là nơi sóng vỡ và vỗ bờ mạnh (độ sâu này cũng phù hợp với độ sâu để tính giới hạn

của đất ngập nước ven bờ theo Công ước Ramsa), phần còn lại (độ sâu từ 5 đến 20-25mét thuộc đới sườn bờ ngầm).

3.2.2. Đặc điểm địa mạo

Như đã đề cập ở chương 1, phạm vi nghiên cứu của đề tài là một phần của khu bờ biển bao gồm cả phần lục địa ven biển, lẫn phần đáy biển ven bờ.

3.2.2.1. Đặc điểm địa mạo dải lục địa ven biển

Theo cách gọi vừa được nêu trên, dải lục địa ven biển các tỉnh Nam Bộ được gọi là khu bờ biển cổ được nâng lên. Trên đó còn tồn tại nhiều thành tạo địa hình do hoạt động của biển trước đây tạo ra. Theo nguyên tắc trên, dải đất liền ven biển này có thể chia ra một số đơn vị địa mạo sau.

a) Địa hình nguồn gốc bóc mòn

1) Đỉnh và sườn xâm thực-đổ lở.

Bề mặt địa hình này có sự phân bố không đều trong vùng nghiên cứu, chỉ hạn chế ở một số nơi có núi đá nhô ra biển, như mũi Kỳ Vân, Núi Lớn, Núi Nhỏ và khu vực Long Sơn. Chúng được phát triển cả trên các thành tạo đá rắn chắc bao gồm đá magma xâm nhập thuộc phức hệ Đèo Cả và đá trầm tích phun trào của hệ tầng Nha Trang (Núi Nhỏ và núi Trương Phi ở mũi Kỳ Vân) và đá trầm tích lục nguyên cát-bột-sét thuộc phân dưới của hệ tầng Hòn Chông được phân bố ở núi Rạch Đùng (Kiên Giang). Sườn của nó có dạng thẳng và có độ dốc tương đối lớn ($> 20^\circ$). Trên sườn còn lộ ra khá nhiều khối đá sót và nhiều đồng đá lở được tích tụ trên sườn do tác động của nước chảy trên mặt và tác động của trọng lực (hình 3.4). Quá trình địa mạo chiếm ưu thế hiện nay là xâm thực do dòng chảy trên mặt và đổ lở do tác động của trọng lực, đặc biệt vào thời kỳ có nhiều mưa và mưa lớn (thường từ tháng 5 đến tháng 11 hàng năm). Nhiều khi còn xảy ra trượt lở đe dọa đến các công trình, như nhà cửa và đường giao thông, như ở núi Rạch Đùng (Kiên Giang).



Hình 3.4. Đỉnh và sườn xâm thực-đổ lở phát triển trên đá magma ở núi Kỳ Vân, tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

2) Đỉnh và sườn xâm thực-rửa trôi.

Đơn vị địa mạo này được phát triển trên các đồi cấu tạo bởi các đá trầm tích phun trào thuộc hệ tầng Hòn Ngang (T_1 hng) phân bố ven bờ từ Mũi Nai đến Mũi Dừa, và trên các đá xâm nhập ở khu vực Hòn Đất. Ngoài ra, nó còn được phân bố trên các đảo thuộc quần đảo Bà Lụa (xã Sơn Hải, huyện Kiên Lương) và quần đảo Hà Tiên (xã Tiên Hải, thị xã Hà Tiên). Đỉnh các đồi này thường có dạng tròn, còn trắc diện sườn có dạng hơi lồi. Độ dốc của sườn đều nhỏ hơn 20° . Do đó quá trình sườn diễn ra ở đây chủ yếu là xâm thực do các dòng chảy thường xuyên (nhưng ít) và rửa trôi bề mặt do dòng chảy tạm thời (xảy ra mạnh mẽ vào mùa mưa). Hiện nay, trên các đồi này, thực vật đã được bảo vệ nên phát triển khá tốt. Quá trình địa mạo chủ yếu hiện nay là xói mòn đất và rửa trôi bề mặt do dòng chảy tạm thời, nhưng với tốc độ chậm.

b) Địa hình nguồn gốc karst

3) Các khối sót karst

Do địa hình karst ở đây bị phân tán thành những chỏm núi nhỏ, độc lập và rời rạc, nên được mang tên là karst sót phát triển chủ yếu trên đá vôi của hệ tầng Hà Tiên (P_{1-2} ht). Các khối này đều có vách dốc đứng và gần như độc lập

với nhau, được tập trung nhất ở khu vực thị trấn Kiên Lương-Ba Hòn, như : núi Còm, núi Ba Hòn, núi Cây Xoài, núi Bãi Voi, núi Khoe Lá, núi Hang Cây Ót, núi Hang Tiên, v.v. Dưới chân nhiều khối đá vôi còn ghi lại dấu tích của mực nước biển vào những thời kỳ khác nhau với 3 ngấn rất rõ: ngấn nước hiện đại có độ cao cực đại so với mực triều cường khoảng 0,5-0,7 mét; ngấn thứ 2 có độ cao 1,5-3,0 mét và ngấn thứ 3 có độ cao 4,0-4,5 mét (hình 3.5). Tại Núi Còm, Saurin đã tìm thấy hóa thạch vỏ sò ốc biển và xác định niên đại bằng phóng xạ C^{14} cho tuổi khoảng trên 4.000 năm trước.

c) Địa hình nguồn gốc hỗn hợp sông-biển

4) Bề mặt tích tụ bằng phẳng do tác động hỗn hợp sông-biển tuổi Holocen giữa

Đơn vị địa mạo này có diện tích phân bố không đáng kể. Nó chỉ được phân bố trong phạm vi ven biển từ Rạch Giá đến Hà Tiên, thuộc tỉnh Kiên Giang (gồm thành phố Rạch Giá, huyện Hòn Đất và huyện Kiên Lương) và thường được gọi là Tứ giác Long Xuyên (hay Long Châu Hà, theo Lê Bá Thảo). Bề mặt địa hình ở đây khá bằng phẳng và hơi trũng, cho nên dễ bị ngập khi có mưa lớn. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt này chủ yếu là bột-sét có màu xám đến xám đen, do có thể có cả yếu tố đầm lầy sau này (hình 3.6). Do đó, thổ nhưỡng được hình thành trên đơn vị địa mạo này có tính phèn, độ pH thấp. Hiện nay, bề mặt này cũng là nơi canh tác nông nghiệp chủ yếu của bà con nông dân. Bề mặt này được ngăn cách với biển bằng hệ thống các dải tích tụ cát biển có độ cao lớn hơn (2-3 mét) ở phía tây: khu vực Mũi Nai (thị xã Hà Tiên), khu vực Bình An (huyện Kiên Lương).



Hình 3.5. Địa hình karst sót (ảnh trên, bên trái) và các ngán nước biển ở núi hang Cây Ót (dưới, trái) và Hang Tiên (dưới, phải) phía bắc xã Bình An (ảnh Vũ Văn Phái, 2008)



Hình 3.6. Bề mặt tích tụ nguồn gốc hỗn hợp sông-biển ở khu vực Hà Tiên-Kiên Lương

5) *Bề mặt tích tụ bằng phẳng do tác động của sông-thủy triều tuổi Holocen muộn*

Đây là đơn vị địa mạo có diện tích phân bố rộng rãi nhất trên dải bờ biển các tỉnh Nam Bộ, đặc biệt là các tỉnh từ thành phố Hồ Chí Minh đến tỉnh Bạc Liêu. Về phía đông, nó được phân bố trong phần lãnh thổ phía nam đường quốc lộ số 1A của tỉnh Tiền Giang, qua huyện Cần Giuộc, Cần Đước của tỉnh Long An và huyện Cần Giờ của thành phố Hồ Chí Minh. Còn về phía tây, ranh giới này chạy tới Bạc Liêu, rồi vòng lên phía tây-bắc đi dọc theo sông Cái Lớn đổ ra vịnh Rạch Giá. Nó được phân bố từ đường bờ hiện nay vào phía lục địa với vài chục km, phủ lên hầu hết diện tích của các tỉnh ven biển Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng và một phần diện tích tỉnh Bạc Liêu, thành phố Rạch Giá, huyện Hòn Đất của tỉnh Kiên Giang, phần lãnh thổ của huyện Cần Giờ (thành phố Hồ Chí Minh), một phần diện tích của huyện Tân Thành và thành phố Vũng Tàu (tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu). Bề mặt địa hình của nó khá bằng phẳng và có độ cao tuyệt đối (so với mực nước biển hiện nay) ít khi vượt quá 2 mét. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt địa hình này chủ yếu là bột-sét do phù sa của sông Mê Kông đem ra trước đây và được nước thủy triều lên xuống phân bố lại và tích tụ ở những nơi thuận lợi. Hiện nay, đây là đất canh tác lúa chủ yếu của các tỉnh ven biển Nam Bộ (hình 3.7). Tuy nhiên, ở phần sát biển, do còn ảnh hưởng của thủy triều nên được cải tạo để nuôi hải sản. Một diện tích đáng kể của bề mặt này được sử dụng khoanh nuôi và trồng rừng phòng hộ ven biển.

6) *Bề mặt tích tụ kéo dài do tác động của sông-sóng tuổi Holocen muộn*

Bề mặt địa hình này được phân bố không liên tục, hẹp và kéo dài gằn như song song với hướng đường bờ biển hiện nay. Theo thuật ngữ chuyên môn, chúng được gọi là *doi cát* (spit) được thành tạo do vật liệu sông mang ra từ đất liền, sau đó được sóng và dòng chảy do sóng sinh ra phân bố lại và tích tụ dọc theo đường bờ biển và thường có hướng gằn song song với đường bờ

biển tại thời điểm đó. Do đó, dựa vào sự phân bố của các doi cát này có thể khôi phục lại vị trí của các đường bờ trước đây. Các giồng này có tuổi trẻ dần theo hướng ra biển, chẳng hạn giồng Cai Lậy thuộc tỉnh Tiền Giang có tuổi trên 4.000 năm, hiện nay cách bờ biển ở phía đông khoảng 80 km. Các thành tạo này được Lê Bá Thảo [42] gọi là *cồn cát duyên hải*, còn người dân địa phương gọi là ‘*giồng*’ và được đặt tên riêng, như giồng Cai Lậy, Nhị Quý ở tỉnh Tiền Giang; giồng Nhãn, giồng Giữa ở Sóc Trăng; v.v. Tuy nhiên, số lượng giồng tập trung chủ yếu ở tỉnh Trà Vinh và Bến Tre. Nhiều doi cát có chiều dài tới hàng chục km. Cát cấu tạo nên các bề mặt này đều là hạt mịn có màu xám. Độ cao của chúng chỉ đạt vài ba mét, ít khi vượt quá 5 mét. Trường hợp đặc biệt là doi cát ở Ba Động thuộc huyện Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh có độ cao tới 7-8 mét (hình 3.8). Độ cao này được hình thành do có sự tham gia của gió.



Hình 3.7. Bề mặt tích tụ do sông-thủy triều ở Thạnh Phú, Bến Tre (trái) và ở huyện Mỹ Xuyên, Sóc Trăng (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Hiện nay, các doi cát này được sử dụng làm đất ở và trồng màu. Riêng dải cồn cát cao ở Ba Động được sử dụng trồng rừng phòng hộ để chắn cát và chắn gió, đồng thời làm khu du lịch. Hiện nay, dải cồn cát này cũng đang bị phá hủy dưới tác động của sóng, đặc biệt ở phía tây nam. Những năm gần đây (từ năm 2008), địa phương bắt đầu xây dựng công trình kè để bảo vệ.



*Hình 3.8. Cồn (giồng) cát ở Ba Động, phía trong là dải đất trồng lúa
(ảnh Vũ Văn Phái, 2012)*

d) Địa hình nguồn gốc biển

7) Bề mặt tích tụ do tác động của sóng chiếm ưu thế tuổi Holocen giữa

Đây chính là dải đồng bằng ven biển cấu tạo bằng cát ở đoạn bờ từ Bình Châu (huyện Xuyên Mộc) đến gần mũi Nghinh Phong ở thành phố Vũng Tàu và một vài diện tích nhỏ ở khu vực Mũi Nai và Bình An ở tỉnh Kiên Giang. Chiều rộng của bề mặt này ở Kiên Giang chỉ đạt tối đa vài trăm mét và có độ cao khoảng 3, 0 mét (hình 3.9), còn ở Bà Rịa-Vũng Tàu, chiều rộng có thể đạt tới 3-5 km và cao 4-5 mét (hình 3.10). Bề mặt địa hình khá bằng phẳng và gần như nằm ngang. Đôi nơi, có vài dải cồn cát cao 6-7 mét nhô lên khỏi bề mặt đồng bằng. Bề mặt địa hình này được sử dụng làm đất ở và xây dựng các công trình, hầu hết là hạ tầng cơ sở phục vụ phát triển du lịch. Điển hình là ở thành phố Vũng Tàu, phần ven biển các huyện Xuyên Mộc, Đất Đỏ và Long Đất (tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu) và khu vực Mũi Nai, Bình An (tỉnh Kiên Giang). Hiện nay, trên hầu hết các rìa phía biển của bề mặt này đều đang bị xói lở và tạo thành vách dốc đứng trước khi chuyển tiếp xuống bãi biển hiện đại. Điều này quan sát thấy rất rõ rệt ở khu vực cửa Lộ An và đoạn từ phía tây phía tây Cửa Lấp đến hết khu du lịch Chí Linh.



Hình 3.9. Bề mặt tích tụ nguồn gốc biển trong Holocen ở Thuận Yên (trái) và ở Mũi Nai (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2008)

8) Bề mặt tích tụ do tác động của dòng dọc bờ

Đơn vị địa mạo này chiếm hầu hết diện tích bán đảo Cà Mau. Có đường bờ biển ở cả 2 phía: phía tây và phía đông. Ở phía tây, đường bờ chạy theo hướng gần kinh tuyến từ cửa sông Cái Lớn ở Rạch Giá đến mũi Cà Mau, còn ở phía đông, đường bờ có hướng gần đông-tây kéo dài từ cửa Gành Hào đến mũi Cà Mau. Bề mặt này có địa hình tương đối bằng phẳng và thấp (hầu hết có độ cao dưới 2 mét) và thấp dần về phía tây-nam. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt này là bột-sét có màu xám đến xám đen. Thổ nhưỡng được hình thành trên bề mặt này thường có tính phèn và độ phì kém. Hiện nay, phần lớn diện tích bề mặt này được sử dụng trồng lúa và nuôi trồng thủy sản (hình 3.11). Nét đặc trưng nhất của địa hình bán đảo Cà Mau là *bờ biển phía đông cao hơn bờ biển phía tây*. Chính vì vậy, các sông rạch tự nhiên ở phía tây thì đổ ra biển, còn sông rạch ở phía đông lại có xu hướng chảy từ bờ biển vào đất liền và đổ vào sông Cửa Lớn (hình 3.12), sau đó đổ vào vịnh Cà Mau.



Hình 3.10. Bề mặt tích tụ do sóng tuổi Holocen giữa ở Xuyên Mộc (trái) và ở Đất Đỏ, Bà Rịa-Vũng Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, 2005 và 2012)

Sự hình thành của bề mặt này là do dòng chảy dọc bờ theo hướng đông bắc-tây nam mang theo vật liệu do sông Mê Kông đưa ra dưới dạng lơ lửng. Hiện nay, bề mặt này được sử dụng để phát triển lâm nghiệp, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản. Trên bề mặt này có hệ sinh thái rừng ngập mặn rất phong phú và đa dạng. Do đó, phần lớn diện tích của bề mặt này đã được công nhận là Khu bảo tồn thiên nhiên (1986), sau đó được nâng cấp lên vườn Quốc gia Cà Mau (2003), tiếp tục được UNESCO công nhận là Khu dự trữ Sinh quyển thế giới (2009) và gần đây được công nhận là khu Ramsa thứ 5 của Việt Nam (tháng 4/2013). Nhiều nhà nghiên cứu xếp đơn vị địa mạo này có nguồn gốc hỗn hợp sông-biển. Tuy nhiên, qua phần mô tả trên, có thể xếp nó có nguồn gốc biển, nhưng động lực tạo nên nó là dòng dọc bờ.



Hình 3.11. Bề mặt tích tụ do dòng dọc bờ tuổi Holocen muộn



Hình 3.12. Sông rạch chảy ngược từ phía bờ biển vào đất liền ở khu vực mũi Cà Mau.

e) Địa hình nguồn gốc biển-gió

9) Bề mặt tích tụ biển-gió tuổi Holocen muộn

Đơn vị địa mạo này chỉ gặp được ở dọc bờ biển tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu. Đó là các dãy cồn cát nằm sát biển từ Cửa Lấp đến khu du lịch Chí Linh, Phường 10 (thành phố Vũng Tàu), khu vực Lộc An (huyện Đất Đỏ), Hồ Tràm-Hồ Linh (Xuyên Mộc) và vài dải cồn cát ở phía sau, như ở các Phường 9, 11 (thành phố Vũng Tàu), Phước Thuận (Xuyên Mộc). Các cồn cát này đều có độ cao từ 5-8 mét. Hiện nay, trên một số đoạn bờ, phía biển của các cồn cát này cũng đang bị xói lở do tác động của sóng (hình 3.13). Bề mặt này được hình thành trên các trầm tích cát biển tuổi Holocen sớm-giữa. Sau khi thoát khỏi tác động của sóng, dưới tác động của gió, nên các cồn cát được hình thành. Bởi thế, sự chuyển tiếp giữa 2 đơn vị địa mạo này rất rõ ràng (hình 3.13). Bởi thế, nó được xếp là nguồn gốc biển-gió.



Hình 3.13. Địa hình nguồn gốc biển-gió tuổi Holocen muộn nằm ngay trên bờ biển đang bị xói lở (trái) và đang di chuyển chậm chạp vào đồng ruộng (phải) ở Bà Rịa-Vũng Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, 2012 và 2005)

e) Địa hình nguồn gốc sinh vật

9) Bề mặt tích tụ than bùn tuổi Holocen muộn

Đơn vị địa mạo này được phân bố trên một diện tích nhỏ, tập trung chủ yếu ở huyện U Minh, tỉnh Cà Mau. Địa hình tương đối bằng phẳng và tương đối thấp, độ cao trung bình chỉ khoảng 0,5 mét, ít khi vượt quá 1,0 mét so với mực nước biển. Trên bản đồ địa chất tỷ lệ 1 :200.000, toàn bộ diện tích này được khoanh vẽ là than bùn lẫn sét có bề dày từ 1 đến 4 mét gồm 2 phần : phần trên là than bùn màu đen đến nâu (hình 3.14), phần dưới là sét bột màu đen. Hiện nay, toàn bộ diện tích này đều nằm trong Vườn Quốc gia U Minh (U Minh Thượng ở Kiên Giang và U Minh hạ ở Cà Mau) với thực vật chủ yếu là cây Tràm (hình 3.14).

3.2.2.2. Địa hình đáy biển ven bờ

Trong báo cáo này, đáy biển ven bờ các tỉnh Nam Bộ được giới hạn trong khoảng độ sâu từ 0 đến 20 mét nước, nghĩa là nằm trong phạm vi tác động của sóng bao gồm *đới sóng vỗ bờ* và *đới sóng biến dạng*. Đặc điểm địa mạo đáy biển ven bờ các tỉnh Nam Bộ cũng rất đa dạng, bởi vì, các nhân tố hình thành

và biến đổi chúng khá phức tạp. Các nhân tố động lực ở đây bao gồm các tương tác sông-biển hiện nay, cũng như sự khác nhau về thủy triều giữa 2 phía đông và tây.



*Hình 3.14. Đất than bùn (trái) và rừng tràm trong Vườn Quốc gia U Minh (phải)
(nguồn: Google Earth)*

Địa hình trong đới sóng vỗ bờ

Địa hình trong đới động lực này thực chất là đới bãi biển. Mặc dù gọi là đới sóng vỗ bờ, nhưng vị trí của đới này không cố định, mà luôn thay đổi tùy theo sự lên-xuống của thủy triều. Theo quy ước đới này nằm trong phạm vi độ sâu từ 0 đến 5 mét.

9) Bề mặt mài mòn-tích tụ do tác động của sóng

Loại bãi biển này chỉ phát triển trên các đoạn bờ được cấu tạo bởi các đá gắn kết có độ bền vững cao. Nó được quan sát rõ rệt nhất là ở khu vực mũi Kỳ Vân, Núi Nhỏ, Núi Lớn ở tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu và khu vực Mũi Nai, tỉnh Kiên Giang. Bãi biển có chiều rộng không lớn và phụ thuộc vào biên độ thủy triều: ở phía Mũi Nai hẹp hơn ở phía Vũng Tàu (hình 3.15 và 3.16). Vật liệu tích tụ trên bãi thường là hạt thô từ tầng cuội đến sạn sỏi và ra phía ngoài mới có cát. Hiện tại, bãi này thường xuyên chịu tác động của sóng.



Hình 3.15. Bãi biển mài mòn-tích tụ dưới chân ngọn núi ở phía bắc Mũi Nai (trái) và dưới chân đồi Pháo Đài (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2008)



Hình 3.16. Bãi biển mài mòn-tích tụ do tác động của sóng ở khu vực Hòn Bà, Vũng Tàu lúc triều xuống (trái) và lúc triều lên (phải) (Nguồn Google Earth)

10) Bề mặt xói lở-tích tụ được cấu tạo bằng cát do tác động của sóng

Đơn vị địa mạo này được phân bố chủ yếu ở tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu (từ Bình Châu đến sát chân Núi Nhỏ, trừ đoạn chạy qua núi Châu Viên), một đoạn ngắn ở Ba Động và một vài đoạn khác ở tỉnh Kiên Giang (Bình An. Mũi Nai). Bãi biển thoải và có chiều rộng từ vài chục mét đến 100 mét. Bãi có chiều rộng lớn nhất là Bãi Sau ở Vũng Tàu đạt khoảng 100 mét. Bãi biển cấu tạo bởi cát hạt mịn đến trung, màu xám vàng đến xám trắng. Qua khảo sát thực tế, hầu hết bãi biển loại này trong vùng nghiên cứu đều đang bị xói lở khá mạnh. Xói lở đang làm cho đường bờ dịch chuyển về phía đất liền và hạ

thấp độ cao của bãi. Nhiều đoạn, xói lở đã làm mất cả cồn cát phủ ở phía trên và làm lộ ra nền trầm tích bột-sét có tuổi cổ hơn ở phía dưới (hình 3.17).



Hình 3.17. Bờ biển cấu tạo bằng cát đang bị xói lở mạnh ở phía tây Cửa Lấp (trái) và ở Hồ Tràm (phải), tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

11) Bề mặt xói lở-tích tụ trên bờ cấu tạo bởi bùn-sét

Bãi biển loại này phổ biến hầu hết trên chiều dài đường bờ vùng nghiên cứu và được phân bố trong phạm vi độ sâu từ 0 đến 5,0 mét nước. Nó được trải dài phía tây huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng tới mũi Cà Mau ở bờ biển phía đông và từ rạch Cái Đồi (huyện Phú Tân, Cà Mau) lên đến cửa Kinh Láng (An Biên, Kiên Giang) rồi lại tiếp tục từ khu vực xã Thổ Sơn, huyện Hòn Đất cho đến hết ranh giới huyện Hòn Đất, Kiên Giang. Bãi biển ở đây có chiều rộng đáng kể, có khi tới 4-5 km, thông thường là 1-2 km, được cấu tạo bởi trầm tích hạt mịn (chủ yếu là bột-sét). Gọi là xói lở-tích tụ là vì phần phía trong của bãi và đường bờ bị xói lở, còn phần ngoài của bãi được tích tụ do vật liệu xói lở ở trong đưa ra (hình 3.18). Tuy nhiên, theo mặt cắt ngang, quá trình địa mạo trên bãi cũng có sự phân dị khá rõ ràng. Phần trong tiếp xúc và chuyển tiếp lên phía bờ là một vách dốc đứng cao khoảng 1,0-1,5 mét. Dưới chân vách lộ ra nền bùn-sét chặt xít và trơn nhẵn, ra ngoài xa hơn là cát mịn màu xám đen và ở phía ngoài cùng mới là bùn sét. Trong quá trình này, một

lượng cát mịn lẫn vụn vỏ sò ốc được sóng đánh tung lên và phủ trên bề mặt cao hơn. Một vài nơi, lượng cát tương đối nhiều, người dân đã thu gom cát này làm vật liệu xây dựng, như ở cửa Rạch Gốc.



Hình 3.18. Xói lở bờ biển cấu tạo bằng bùn-sét trong vùng nghiên cứu: bãi biển Cần Giò (trên, trái); Vàm Láng (trên, giữa); phía đông Nhà Mát, Bạc Liêu (trên, phải) ; phía bắc mũi Bà Quan, huyện Phú Tân (dưới, trái) ; Vàm Rây (dưới, giữa) và phía nam Hà Tiên (dưới, phải) (ảnh Vũ Văn Phái)

12) Bề mặt tích tụ do tác động của sóng-triều

Đơn vị địa mạo này được phân bố chủ yếu ở phía bắc mũi Cà Mau, thuộc phạm vi các xã Đất Mũi, Viên An của huyện Ngọc Hiển và xã Đất Mới của huyện Năm Căn thuộc vùng cửa sông Cửa Lớn-Bảy Háp. Bãi biển ở đây có độ nghiêng rất nhỏ và gần như nằm ngang, với chiều rộng tới 3-4 km. Đới sóng vỡ nằm cách rất xa bờ (hình 3.19). Bãi được cấu tạo hoàn toàn bằng trầm tích hạt mịn là bùn-sét có màu xám nâu. Phía trong có các thể hệ rừng ngập mặn phát triển tốt. Nguồn cung cấp vật liệu cho quá trình tích tụ ở đây chủ yếu do dòng dọc bờ chảy từ phía vùng cửa sông Mê Kông đưa về phía

mũi Cà Mau sau đó chảy vòng lên phía bắc. Một phần khác được đưa từ phía Biển Đông tới thông qua cửa sông Bồ Đề để đổ ra cửa sông Cửa Lớn do nước thủy triều (sông Bồ Đề-Cửa Lớn là sông nước mặn).



Hình 3.19. Cửa sông Cửa Lớn (trái) và đò sòng vờ nằm các xa bờ phía ngoài bãi biển phía bắc mũi Cà Mau (phải) (Ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

13) Bề mặt tích tụ do tác động hỗn hợp sóng-sóng

Đơn vị địa mạo này được phân bố vùng biển trước hệ thống cửa sông Mê Kông, trong phạm vi độ sâu từ 0 đến 5 mét, kéo dài từ Cần Giờ (thành phố Hồ Chí Minh) cho đến thị trấn Vĩnh Châu (tỉnh Sóc Trăng). Bề mặt của bãi không được bằng phẳng lắm, vì có các cồn ngầm nhô cao khoảng vài mét và có độ nghiêng rất nhỏ (gần như nằm ngang). Các cồn ngầm chính là các bar cửa sông nằm ở phía biển. Bề mặt này có chiều rộng từ 5-7 đến 10 km, thậm chí tới trên 20 km như ở phía trước Cù Lao Dung, tỉnh Sóc Trăng. Toàn bộ bề mặt này được gọi là tiền châu thổ (delta front) . Thành phần vật chất cấu tạo nên bề mặt này chủ yếu là bùn-sét, còn trên các cồn cao là cát mịn. Nguồn vật liệu cung cấp cho quá trình tích tụ ở đây hoàn toàn do sông mang ra từ lục địa. Khi ra tới biển, dưới tác động của sóng tới bờ theo hướng gần vuông góc với bờ, phần lớn vật liệu được lắng đọng ngay trước của sông để tạo nên bề mặt này. Hiện nay, bề mặt này vẫn

đang được phát triển tiếp tục. Rừng ngập mặn cũng phát triển khá tốt trên bề mặt này, nhưng thành phần loại lại phụ thuộc rất rõ rệt vào độ mặn. Ở phần cửa sông, do độ mặn thấp nên chủ yếu là cây Bần chua, trong khi đó đi cách xa cửa sông về cả 2 phía, thì lại phát triển thực vật ưa độ mặn cao hơn, như cây Mắm và Sú (hình 3.20).



Hình 3.20. Rừng ngập mặn phát triển trên bề mặt tích tụ do sông-sông : cây bần ở cửa Trần Đề (trái) và mắm ở bãi gần cửa Mỹ Thanh (phải) ở Sóc Trăng (ảnh Vũ Văn Phái, 2006 và 2012)

14) Bề mặt tích tụ do tác động của thủy triều-sông

Đơn vị địa mạo này được phân bố trong phạm vi vịnh Gành Rái. Bề mặt này có chiều rộng khoảng 1-2 km và rất thoải (gần như nằm ngang). Khi triều xuống, bãi lộ ra khá bằng phẳng và bị chia cắt bởi nhiều lạch thoát nước. Trong số đó có sự kéo dài của sông Lòng Tàu, sông Thị Vải. Trầm tích cấu tạo nên mặt bãi chiếm ưu thế là bùn-sét. Tại cửa của một số lạch triều lớn chảy trong phạm vi bãi còn xuất hiện các “cuội bùn” do kết quả xâm thực của dòng triều ở phía trên. Vật liệu cung cấp cho quá trình tích tụ ở đây có thể chủ yếu do sông mang ra. Tuy nhiên, nguồn trầm tích này không đáng kể, nên tốc độ tích tụ rất chậm. Có 2 nguyên nhân dẫn đến tình trạng này. Thứ nhất là do con người phá huỷ rừng ngập mặn để làm đầm nuôi hải sản. Thứ 2 là vì độ

nghiêng của bãi quá nhỏ (đạt giá trị khoảng 0,0001-0,0002), nên bãi bị ngập nước một cách thụ động bởi sự dâng lên của mực nước biển. Theo kết quả tính toán theo chuỗi số liệu giai đoạn 2002-2012 của Bùi Xuân Thông và đồng nghiệp [45], thì mực nước tại trạm Vũng Tàu dâng lên với tốc độ là 3,6 mm/năm.

15) Bề mặt xâm thực-tích tụ hơi trũng do tác động của dòng chảy sông-triều

Đơn vị địa mạo này được phân bố ở cửa các sông Soài Rạp, Cửa Tiểu, Cửa Đại, Hàm Luông, Cổ Chiên, Cung Hầu, Định An và Trần Đề và thường được gọi là *trũng cửa sông*. Các thành tạo địa hình này có dạng ô van rất rõ và kéo dài theo trục dòng chảy. Độ sâu đạt từ 5 đến 10 mét so với bề mặt bãi biển xung quanh. Mặt cắt ngang có dạng lòng chảo. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt này là cát-bùn. Quá trình tích tụ chiếm ưu thế vào các pha triều lên, còn xâm thực xảy ra khi triều xuống với giá trị tốc độ dòng chảy gần đáy được tăng cường. Riêng luồng Định An, có thể còn do nạo vét khai thông luồng tàu. Do phải nạo vét thường xuyên và khối lượng lớn, nên hiện nay đang có dự án đào luồng mới qua kênh Quan Chánh Bó từ phía Trà Vinh sang, hoặc cũng có ý kiến là mở rộng và xây dựng cảng nước sâu ở khu vực cửa Trần Đề.

16) Bề mặt tích tụ-xói lở gần nằm ngang do tác động của sóng

Thành tạo địa hình này được phân bố trên đáy biển trong phạm vi của 2 quần đảo Hà Tiên và Bà Lụa. Do ở tỷ lệ đo vẽ và các đảo này đều nhỏ, cho nên bề mặt được lấy từ 0 mét nước cho đến độ sâu 5-7 mét. Địa hình đáy biển trong phạm vi các quần đảo này đều khá bằng phẳng và nằm ngang. Trầm tích cấu tạo nên nó cũng khá đa dạng, nhưng chủ yếu là cát mịn, cát bùn. Điều đó cho thấy môi trường động lực ở đây không mạnh, bởi vì được sự che chắn bởi các hòn đảo.

Địa hình trong đới sóng vỡ và biến dạng

Đới sóng vỡ và biến dạng trên vùng biển ven bờ các tỉnh Nam Bộ nằm trong phạm vi độ sâu từ 5 đến 20 mét. Trong phạm vi này có các đơn vị địa mạo sau.

17) Bề mặt tích tụ-xói lở nghiêng thoải do tác động của sóng chiếm ưu thế

Đơn vị địa mạo này chủ yếu được phân bố ở phía ngoài khơi tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu kéo dài thành dải song với đường bờ từ Xuyên Mộc đến Vũng Tàu và nằm trong khoảng độ sâu từ 5,0 mét đến 20 mét. Bề mặt không bằng phẳng bị nhiều gờ cao và rãnh sâu chia cắt với độ sâu chênh lệch khoảng vài mét. Bề mặt địa hình này được cấu tạo bằng cát (phần lớn là cát trung đến mịn) lẫn cả sạn và vụn vỏ sinh vật. Theo các đặc điểm vừa nêu, có thể xếp bề mặt này vào bề mặt tích tụ-xói lở hiện đại do tác động của sóng. Các hoạt động của sóng đang làm cải biến địa hình đáy và trầm tích tầng mặt ở đây tương đối mạnh.

18) Bề mặt tích tụ - xâm thực hơi trũng do tác động của dòng chảy gần đáy

Đó là dải đáy biển hơi trũng dạng lòng chảo bất đối xứng (sườn phía đông dốc hơn do trong bờ là khối Núi Lớn và Núi Nhỏ), được kéo dài theo hướng kinh tuyến tới khoảng 10 km ở cửa vịnh Gành Rái. Đáy của trũng này đạt tới 15 mét và tương đối nằm ngang. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt này chủ yếu là cát và cát bùn chứa sạn. Với sự đa dạng về kích thước hạt trầm tích như vậy cho thấy động lực tạo nên chúng khá mạnh và thường xuyên thay đổi. Nguồn cung cấp sạn có thể cũng có liên quan tới Núi Lớn và Núi Nhỏ. Điều đó chỉ có thể liên qua với hoạt động của dòng triều ở vùng cửa sông lúc mạnh, lúc yếu. Lúc mạnh thì xâm thực, lúc yếu lại tạo thuận lợi để tích tụ vật chất.

19) Bề mặt tích tụ nghiêng thoải do tác động hỗn hợp sông-biển

Đây là bề mặt địa hình phân bố trong khoảng độ sâu từ 4-5 đến 19-20 mét và tạo thành một dải kéo dài liên tục trong vùng nghiên cứu từ phía ngoài khơi Cần Giờ đến ngoài khơi khu Nhà Mát (tỉnh Bạc Liêu) và gần như bao trọn phía ngoài đơn vị địa mạo số 13 (bề mặt tích tụ do tác động của sông-sóng), có chiều rộng khá ổn định thay đổi từ 4-6 km. Bề mặt địa hình của nó rất bằng phẳng. Độ nghiêng của bề mặt này thay đổi trong phạm vi khá rộng và giảm dần về phía tây-nam từ 0,003 còn 0,002. Đây chính là toàn bộ phần đáy biển prodelta thuộc phần ngập nước của sông Mê Kông. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt này chủ yếu là hạt mịn (cát-bùn chiếm ưu thế). Nguồn vật liệu cung cấp cho quá trình tích tụ ở đây đều do hệ thống sông Mê Kông mang ra từ lục địa. Hiện nay, quá trình này vẫn đang tiếp tục diễn ra, nhưng có lẽ với tốc độ thấp hơn trước đây, vì trên thượng nguồn sông Mê Kông đã và đang có nhiều dự án xây dựng đập và hồ chứa làm cho lượng phù sa bị giảm mạnh và mực nước biển đang đang lên do biến đổi khí hậu làm cho mực nước biển đang dâng lên.

20) Bề mặt tích tụ lượn sóng do tác động của sóng

Kiểu địa hình này chỉ phát triển thành một dải hẹp ở phía nam bán đảo Cà Mau từ đảo Hòn Khoai về phía đông bắc cho tới ngoài khơi Nhà Mát (Bạc Liêu) kéo dài khoảng 60 km và chiều rộng trung bình là 6-8km và hẹp dần về phía đông-bắc. Thực chất đây là một hệ thống bar ngầm có cùng phương kéo dài với kích thước đáng kể. Về mặt hình thái, đây là một dải địa hình đáy được nhô cao lên từ độ sâu 10 mét đến 5 mét với các gờ cao và rãnh trũng xen kẽ nhau. Có ít nhất là 2 hệ thống như vậy. Trầm tích đáy tầng mặt cấu tạo nên nó chủ yếu là cát mịn lẫn nhiều mảnh vụn vỏ sinh vật và bùn sét.

21) Bề mặt tích tụ-xói lở gần nằm ngang do tác động của sóng

Bề mặt địa hình này được phân bố trong khoảng độ sâu từ 15-20 mét và nằm phía ngoài khơi từ Bạc Liêu đến phía đông đảo Hòn Khoai. Chiều rộng của bề mặt này có thể đạt tới 30 km ở phía đông-bắc, còn phía tây-nam giảm xuống còn khoảng 15 km. Do vậy, bề mặt này có thể được xem như nằm ngang. Bề mặt này cũng không được bằng phẳng, bởi vì còn có những gờ cao và hố trũng chênh nhau vài mét. Tuy nhiên, chiều rộng của chúng cũng đáng kể, nên không cảm thấy đáy biển bị chia cắt. Cấu tạo nên bề mặt địa hình này chủ yếu là cát lẫn nhiều mảnh vỏ sò ốc biển có kích thước vài mm màu trắng đục, có những điểm tỷ lệ vỏ sò ốc rất cao. Tuy nhiên, nguồn cung cấp vỏ sò ốc còn chưa rõ lắm. Có thể được đưa từ đáy lên?

22) Bề mặt tích tụ hơi nghiêng do tác động của sóng

Đơn vị địa mạo này được phân bố ngoài khơi phía bắc mũi Cà Mau cho tới ngoài khơi Rạch Giá và nằm trong phạm vi độ sâu từ 5 đến 10-12 mét, tạo thành một dải kéo dài theo hướng kinh tuyến với chiều rộng đạt 6-8 km. Bề mặt đáy biển khá bằng phẳng và chỉ hơi nghiêng về phía trung tâm vịnh Thái Lan. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt này đều là bùn-sét. Hiện nay, quá trình tích tụ trầm tích đang tiếp tục xảy ra. Nguồn vật liệu cung cấp cho quá trình tích tụ ở đây có thể đưa từ bờ ở phía trong ra do xói lở bờ và một phần do di chuyển từ phía mũi Cà Mau lên (nhưng có lẽ nguồn này không đáng kể).

23) Bề mặt xói lở-tích tụ bằng phẳng gần nằm ngang do tác động của sóng chiếm ưu thế

Thành tạo địa mạo này phân bố thành một dải chạy song song với đường bờ hiện nay trong phạm vi phía nam quần đảo Hà Tiên (Hải Tặc) đến quần đảo Bà Lụa, sau đó kéo về phía nam vịnh Cây Dương, tiếp giáp với đơn vị địa mạo số 21 và cũng nằm trong khoảng độ sâu từ 5-10 mét. Tuy nhiên, ở

phía bắc, tại vùng biển phí ngoài khu du lịch Mũi Nai, chiều rộng của dải này bị thu hẹp đáng kể. Bề mặt của thành tạo này khá bằng phẳng và hầu như nằm ngang. Vật liệu trầm tích hiện đại cấu tạo nên bề mặt này khá phức tạp từ bùn-sét cho đến sạn sỏi. Thành phần của sạn sỏi hầu hết là laterit. Thậm chí, tại nhiều điểm, vỏ phong hóa sét loang lổ còn lộ ra rất gần bề mặt (0,05-0,1 mét), như một số điểm trên các tuyến khảo sát gần mũi Dừa và chỉ cách bờ vài km, hay tại các điểm BPH08-909, 1034, 1039, 1171 ở vịnh Cây Dương và chỉ cách bờ khoảng 2,5-3,0 km. Điều đó cho thấy, hiện nay, địa hình đáy biển và trầm tích tầng mặt ở đây đang bị cải biến khá sâu sắc dưới tác động chủ yếu của sóng. Do đó, nó được gọi với tên nêu trên.

24) Bề mặt xói lở-tích tụ bị chia cắt do tác động của sóng.

Bề mặt này được phân bố trong phạm vi độ sâu từ 5-6 mét đến trên 10 mét với một diện tích khá lớn và nằm ở phía tây-nam hai quần đảo Hà Tiên và Bà Lụa đến đảo Hòn Nghê. Trên bề mặt này có khá nhiều gò cao và hố trũng có độ sâu chênh nhau khoảng từ vài mét đến 3-4 mét. Phần lớn các gò và trũng này có dạng kéo dài theo phương chủ yếu là tây bắc-đông nam. Vật liệu trầm tích cấu tạo trên mặt của nó chủ yếu là vật liệu thô (cát, sạn, sỏi), vật liệu mịn chiếm tỷ lệ không đáng kể. Với đặc điểm địa hình và trầm tích tầng mặt như vậy cho thấy, hiện nay bề mặt này đang bị tác động của môi trường động lực khá mạnh. Do đó, nó được xếp vào bề mặt xói lở-tích tụ do tác động của sóng chiếm ưu thế. Về mặt lịch sử, có thể đây là hệ thống các bar cát trước cửa sông và cửa sông vào thời kỳ cuối Pleistocen khi sông Mê Kông chảy vào vịnh Thái Lan, chứ không phải vào Biển Đông như hiện nay (?).

25) Bề mặt tích tụ-xói lở hiện đại gần nằm ngang do tác động của sóng

Thành tạo địa hình này phân bố ở phía tây-nam vùng nghiên cứu và tạo thành một dải liên tục trong phạm vi độ sâu từ 10-15 mét. Chiều rộng trung bình của bề mặt này đạt tới 12 km. Bề mặt rất bằng phẳng và gần như nằm

ngang, đặc biệt là ở phía gần đảo Phú Quốc. Tại đây, đáy biển ở độ sâu 10-11 mét có chiều rộng đạt tới trên 10 km. Tính chất nằm ngang nói trên bị phá vỡ chút ít khi di chuyển về hướng nam - đông nam. Bề mặt địa hình đáy không bằng phẳng với các dãy cát nhô cao khỏi mặt đáy khoảng 1-2,0 mét và kéo dài theo hướng tây bắc-đông nam. Do tính chất địa hình như vậy, nên trầm tích cũng có sự phân dị theo hướng này. Nhìn chung, kích thước hạt trầm tích tầng mặt tăng từ bùn cát chủ yếu ở phía bắc chuyển sang cát-bùn, thậm chí cả cát-bùn lẫn sạn ở phía nam.

26) Bề mặt tích tụ nghiêng thoải do tác động của dòng chảy dọc bờ

Bề mặt này phân bố thành một dải hẹp có dạng hình cánh cung bao quanh ngoài khơi phía tây mũi Cà Mau, sau đó chạy hướng đông-nam vòng qua phía nam quần đảo Hòn Khoai, rồi hướng về phía đông bắc. Đơn vị địa mạo này nằm trong phạm vi độ sâu từ 5-6 mét đến 20-25 mét ở phía tây mũi Cà Mau kéo về phía nam Hòn Khoai và từ 15 mét đến 22 mét ở ngoài khơi phía đông-nam cửa sông Bồ Đề. Đây là một thành tạo địa hình rất đặc biệt, tạo nên một vách dốc giống như bề mặt tích tụ prodelta bao quanh phía ngoài vùng cửa sông Mê Kông. Có lẽ cũng chính vì vậy, nên nhiều người đã xem toàn bộ dải đồng bằng ven biển mũi Cà Mau cũng là đồng bằng châu thổ sông Mê Kông và phần ngập nước tương ứng với nó cũng là châu thổ ngầm của sông Mê Kông. Chiều rộng của bề mặt này thay đổi từ khoảng 2 km ở phía nam quần đảo Hòn Khoai đến 6-7 km về cả 2 phía. Do đó, độ nghiêng của bề mặt này thay đổi trong phạm vi rất rộng: 0,01 ở ngay phía nam quần đảo Hòn Khoai, sau đó giảm về 2 phía xuống còn 0,0007-0,001. Trầm tích trên bề mặt này chủ yếu là hạt mịn (bùn-sét đến cát). Nguồn cung cấp vật liệu cho quá trình tích tụ ở đây có thể là do di chuyển dọc bờ từ phía đông-bắc, nghĩa là từ phía vùng trước cửa sông Mê Kông dưới dạng chất lơ lửng. Một phần khác có thể được đưa từ bờ ra do xói lở bờ biển phía đông bán đảo Cà Mau. Với đặc

điểm như vậy có thể xếp là bề mặt tích tụ nghiêng thoải do tác động của dòng dọc bờ? Tuy nhiên đây là vấn đề cần tìm hiểu tiếp, đặc biệt là liệu bề mặt này đã có từ lúc nào? Quá trình thay đổi của nó ra sao? Động lực nào là nguyên nhân hình thành nó?

3.3. BIẾN ĐỘNG ĐỊA HÌNH BỜ BIỂN TRONG GIAI ĐOẠN 1965 ĐẾN NAY

3.3.1. Phân loại bờ biển

3.3.1.1. Tiêu chí phân loại

Trên thế giới và ở Việt Nam đã có khá nhiều bảng phân loại bờ biển dựa vào các tiêu chí khác nhau. Chẳng hạn, theo nguồn gốc và quá trình tiến hóa, Shepard (1963) đã chia bờ biển thành 2 nhóm lớn là bờ nguyên sinh và bờ thứ sinh; hoặc theo vai trò của sóng, Ionin và đồng nghiệp (1961) đã chỉ ra bờ bị biến đổi do sóng, bờ ít bị biến đổi do sóng, bờ delta, bờ sinh vật, v.v., hoặc phân loại bờ theo vị trí kiến tạo của các lục địa của Inman và Nordstrom (1971), phân loại bờ biển Việt Nam theo nguyên tắc của Ionin do Nguyễn Thanh Sơn và Trịnh Phùng [40] thực hiện, v.v.

Tuy nhiên, do tính chất của đề tài này, nên việc phân loại bờ biển không tuân thủ theo các tài liệu lý thuyết về địa mạo bờ biển như đã được đề cập trong nhiều công trình đã xuất bản nêu trên. Để thuận lợi cho việc nghiên cứu biến động bờ biển, mục đích của phân loại là phải chỉ ra được khả năng chống lại, hoặc khả năng dễ bị tổn thương đối với các tác động các lực từ bên ngoài, trong đó, đáng quan tâm hơn cả là sóng biển và mực nước biển dâng. Bởi vì, sóng và dòng chảy do nó sinh ra là nhân tố động lực chủ yếu tạo nên và làm biến đổi địa hình bờ biển nói chung và đường bờ nói riêng. Có thể đưa ra một hai chỉ tiêu cơ bản để phân loại bờ như sau:

a) *Thành phần vật chất cấu tạo nên bờ biển.* Thành phần và mức độ gắn kết của đất đá cấu tạo nên bờ biển giữ vai trò quan trọng đối với sự tấn công của sóng biển. Leontyev và đồng nghiệp [148] đã chia ra các loại đất đá

thông thường (trừ các loại đá do băng sinh ra) thành 6 lớp có độ bền vững khác nhau. Các đá dạng khối có độ bền vững cao nhất, chẳng hạn như các đá kết tinh, magma xâm nhập, đá biến chất, tiếp theo là các đá trầm tích gắn kết đặc biệt, còn các trầm tích bở rời có thành phần cat-cuội-sỏi dễ bị mài mòn và tạo ra khối lượng bồi tích đáng kể, các đá có khả năng hòa tan (như đá vôi, đá muối, thạch cao, dolomit, v.v.) thì dễ bị mài mòn hóa học. Còn các trầm tích bở rời như cát, bùn-sét lại rất dễ bị phá hủy dưới tác động của sóng.

b) Độ cao của địa hình bờ biển. Ngoài độ bền vững của đất đá cấu tạo bờ, thì độ cao địa hình cũng có ý nghĩa quan trọng đối với sự ổn định của đường bờ. Các đoạn bờ càng cao, thì tốc độ phá hủy dẫn đến giạt lùi do tác động của biển càng chậm, và ngược lại. Bởi vì, tại các đoạn bờ cao, khối lượng vật liệu bị đổ sập xuống sẽ lớn hơn ở các đoạn bờ thấp, nên sóng phải mất nhiều thời gian hơn để làm sạch lượng vật liệu này trước khi đào khoét sâu tiếp vào phía bờ.

Cả 2 tiêu chí trên đều có ý nghĩa quan trọng trong việc chống lại sự phá hủy đường bờ dù dưới bất kỳ tác động nào của các nhân tố từ bên ngoài, như: sóng, thủy triều, mực nước biển dâng, hay các hoạt động của con người.

3.3.1.2. Các loại bờ biển trong vùng nghiên cứu

Từ 2 tiêu chí trên, có thể chia bờ biển vùng nghiên cứu thành 5 loại sau.

1) Bờ đá cao. Bờ đá cao phát triển chỉ ở một số đoạn ngắn, như khu vực núi Châu Viên, núi Trương Phi, Núi Lớn, Núi Nhỏ ở tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu và khu vực Mũi Nai ở tỉnh Kiên Giang. Các khối núi này được cấu tạo bởi các đá granit phức hệ Đèo Cả (Núi Lớn cao 236 mét, Núi Nhỏ, núi Châu Viên cao 327 mét), đá trầm tích phun trào hệ tầng Nha Trang (núi Trương Phi cao 150 mét, một phần Núi Nhỏ) và các đất trầm tích gắn kết khác ở Kiên Giang (hình 3.25). Các đá này đều có độ bền vững cao.

2) *Bờ đá thấp* (hình 3.22) chỉ có một đoạn ngắn ở khu vực mũi Ba Kiềm thuộc xã Bông Trang, huyện Xuyên Mộc và phía bắc mũi Kỳ Vân thuộc xã Phước Hải, huyện Đất Đỏ, tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu. Khu vực mũi Ba Kiềm là phần kéo dài của núi Hồ Linh ra tới sát bờ biển. Gọi là bờ đá thấp, vì trước đây, ngay trên sát bờ biển chỉ còn là những khối đá granit lớn bị mài mòn, còn



Hình 3.21. Núi Đền ở khu vực Mũi Nai, Hà Tiên (trái) và mũi Kỳ Vân, Bà Rịa-Vũng Tàu (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

lại bị cát phủ. Đến nay, phần lớn lớp cát phủ ở trên đã bị bóc đi và lộ ra nhiều đá hơn. Trên đoạn bờ đá thấp không tồn tại các vách hoặc bãi biển mài mòn hiện đại, mà chỉ lộ ra các bãi đá phân bố rải rác trên bãi.

3) *Bờ đá vôi* không có sự kéo dài liên tục trên bờ biển, mà chỉ gặp một số núi đá vôi dạng khối sót lộ ra trên bờ biển, trên bề mặt đồng bằng hay trên biển ở khu vực Bình An, như núi Khoe Lá có đỉnh cao tới 143 mét, núi Hang Tiên cao khoảng 200 mét và núi Hòn Chông có đỉnh cao 161 mét (hình 3.23), hay hòn Phụ Tử trên vùng biển Hòn Chông (nay chỉ còn hà Tử). Các ngọn núi này



Hình 3.22. Bờ đá thấp không có vách biển ở phía bắc mũi Kỳ Vân (trái) và phía bắc mũi Ba Kiềm (phải), Bà Rịa-vũng Tàu (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

đều có vách dốc đứng với sự phát triển các các dạng vi địa hình karst, như ca rư, ngấn nước biển, v.v. Hiện nay, một số núi đá vôi ở đây đang được khai thác lấy nguyên liệu cho sản xuất xi măng của nhà máy Holcim.



Hình 3.23. Bờ biển cấu tạo bằng đá vôi ở Kiên Giang-chỉ là những khối sót nằm rải rác trên bờ biển (ảnh Vũ Văn Phái, 2012 và 2008)

4) Bờ cát (hình 3.23). Bờ cát có dài thứ 2 trong vùng nghiên cứu, sau bờ bùn-sét sẽ được đề cập sau. Đó là các bờ biển được cấu tạo bởi cát thuộc các thềm biển có tuổi từ Holocen giữa trở về trước với độ cao từ 3-6 mét hoặc hơn, kéo dài từ xã Bình Châu, huyện Xuyên Mộc đến khu vực Bãi Sau của thành phố Vũng Tàu một số đoạn ở huyện Kiên Lương và thị xã Hà Tiên của tỉnh Kiên Giang. Hiện nay, toàn bộ bờ biển loại này đang bị xói lở rất mạnh mẽ. Phần

đất liền của các đoạn bờ này khá bằng phẳng và được cấu tạo chủ yếu bởi cát, phần lớn là đất trống, quá trình xói mòn xảy ra tương đối mạnh. Về phía biển, đới sóng vỡ nằm cách bờ chưa quá 100m.

5) *Bờ bùn-sét*. Trong vùng nghiên cứu, bờ bùn-sét được phân bố rất rộng rãi-kéo dài liên tục từ vịnh Gành Rái thuộc tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu cho tới sát chân núi Rạch Đùng thuộc địa phận huyện Kiên Lương, tỉnh Kiên Giang. Tuy nhiên, trên đoạn bờ này cũng có vài đoạn được cấu tạo bằng cát, như ở Cần Giờ (thành phố Hồ Chí Minh) và khu du lịch Khai Long (Cà Mau). Bờ biển thuộc loại bờ thấp được cấu tạo bởi bùn-sét và đều là thành tạo trẻ (có tuổi



Hình 3.24. Bờ biển cấu tạo bằng cát bờ rời ở Vũng Tàu (trái) và ở Lộc An (phải)
(ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

trong khoảng 2000 năm trở lại đây). Hầu hết bờ biển ở đây đều có bãi rất thoải, độ nghiêng đều nhỏ hơn 0,001, do đó, chiều rộng của bãi khá lớn. Trên bờ biển loại này, thực vật ngập mặn phát triển khá tốt. chúng là “tấm áo giáp” bảo vệ cho bờ biển khỏi bị sự tấn công của sóng. Tuy nhiên, hiện nay, bờ biển ở đây vẫn bị xói lở và giạt lùi về phía lục địa và làm cho diện tích của các đảo giảm đi. Phía đất liền của loại bờ này có địa hình rất thấp và có nhiều luồng, lạch chia cắt, có rừng ngập mặn phát triển tốt. Địa hình phía biển cũng rất thoải và đới sóng vỡ cách bờ khá xa, có thể tới trên 1 km hoặc hơn và thay đổi vị trí tùy theo sự lên xuống của thủy triều (hình 3.25).



*Hình 3.25. Bờ bùn sét thấp tại khu vực cảng Cần Giờ lúc triều xuống (trái) và bờ thấp có rừng ngập mặn ở phía ngoài cửa sông Lòng Tàu (phải)
(ảnh Vũ Văn Phái, 2007)*

Tóm lại, một lần nữa, cần nhấn mạnh rằng, việc chia ra các loại bờ biển trên đây không nhằm mục đích nghiên cứu địa mạo bờ biển, mà để nhấn mạnh khả năng chống lại các tác động trực tiếp của sóng biển phục vụ cho nghiên cứu biến đổi bờ biển.

3.3.2. Hiện trạng bờ biển các tỉnh Nam Bộ

Hiện nay, hầu hết đoạn bờ vùng nghiên cứu đều đang bị phá hủy dưới tác động của sóng dưới 2 hình thức: mài mòn trên các bờ đá cao và xói lở trên bờ đá thấp, bờ cát và bờ bùn-sét, tuy nhiên, với tốc độ rất khác nhau. Chỉ có một vài đoạn ngắn đang diễn ra quá trình tích tụ, đặc biệt ở phía bắc mũi Cà Mau thuộc 2 xã: Đất Mũi, huyện Ngọc Hiển và Đất Mới, huyện Năm Căn.

3.3.2.1. Hiện trạng bờ biển tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu

Tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu có đường bờ biển trên phần đất liền dài 97 km, trong đó có 13 km đường bờ được cấu tạo bởi đá bền vững tập trung ở Núi Lớn, Núi Nhỏ, núi Kỳ Vân và 2 đoạn ngắn ở Hồ Tràm và Hồ Linh, 57 km đường bờ được cấu tạo bằng cát bờ rời kéo dài từ Bình Châu đến chân Núi

Nhỏ và 20 km bờ bùn-sét tập trung trong vịnh Gành Rái thuộc thành phố Vũng Tàu và huyện Tân Thành.

Biến động trên đoạn bờ đá. Nhìn chung, các đoạn bờ biển được phát triển trên các loại đá có cấu tạo khối hoặc được gắn kết đều bị biến đổi rất ít, đặc biệt trên các đoạn *bờ đá cao*. Quá trình biến đổi ở đây xảy ra theo kiểu *mài mòn cơ học* dưới tác động của sóng. Các đoạn bờ này có thể không bị biến đổi trong khoảng thời gian hàng ngàn năm. Vì vậy, nếu tính trong khoảng thời gian sinh sống của một đời người, thì có thể xem các bờ đá cao này không biến đổi. Đó là các đoạn bờ ở mũi Kỳ Vân, mũi Nghinh Phong, phía tây Núi Lớn. Tại các đoạn bờ đá cao thường thấy có các vách biển có độ dốc lớn và dưới chân của chúng có vật tích tụ các vật liệu thô kích thước từ sạn-sỏi đến cuội-tảng lớn (hình 3.26). Tại các bờ đá thấp, hiện tượng xói lở cũng xảy ra tạo nên các vách cát dựng đứng cao từ 0,5-1,0 mét (hình 3.27).



Hình 3.26. Vách và bãi mòn mòn trên các bờ đá cao ở mũi Kỳ Vân (trái) và ở chân Núi Lớn (phải) (Ảnh Vũ Văn Phái, 2012 và 2005)

Biến động trên đoạn bờ cấu tạo bằng cát. Hiện nay, trên suốt chiều dài 57 km bờ biển cấu tạo bằng cát của tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu đều đang bị xói lở. Thậm chí, có đoạn trước năm 2004 còn xảy ra hiện tượng bồi tụ, nhưng nay cũng đang bị xói lở-đó là đoạn bờ phía tây mũi Ba Kiềm/phía nam núi Hồ Linh. Có nhiều đoạn, xói lở xảy ra khá nghiêm trọng, như bãi tắm Thùy Vân,



Hình 3.27. Đoạn bờ đá thấp đang bị xói lở làm lộ ra các khối đá granit bị mài mòn (trái) và phải kê đá để bảo vệ (phải) ở khu vực mũi Ba Kiềm, tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, năm 2012 và 2010)

phía ngoài khu nghỉ dưỡng Paradise-Chí Linh, khu vực Trại Nhái, khu vực cửa Lộc An, Hồ Tràm và Bình Châu. Xói lở bờ biển đã làm sập đổ nhiều công trình và đang đe dọa nhiều công trình khác (hình 3.28).

Một số đoạn bờ bị xói lở mạnh và lâu dài đã làm mất lớp cát phủ trên mặt, làm lộ ra nền bùn-sét chặt xít ở phía dưới và đường bờ biển lấn sâu vào phía trong, đặc biệt là đoạn bờ cửa Lộc An và phía tây Cửa Lấp thuộc Trại Nhái, phường 12, thành phố Vũng Tàu (hình 3.29). Hai vị trí này, vốn trước đây là một dạng đầm-phá có các cồn cát chắn ở phía ngoài, nhưng đến nay, cồn cát đã bị phá hủy và dẫn đến bờ phía trong của đầm phá cũng bị xói lở. Theo khảo sát đo đạc của UBND phường 12, từ năm 2002 đến nay biển đã tiến vào đất liền hơn 1km. Các hộ dân cho biết việc biển xâm thực gây xói lở đã diễn ra từ lâu nhưng tốc độ rất chậm, mỗi năm biển lấn đất liền tối đa chỉ khoảng 2m, nên các hộ dân vẫn có thể cầm cự sống tạm. Tuy nhiên vài năm trở lại đây, biển xâm lấn đất liền ngày càng nhanh, khiến nhiều gia đình di chuyển bao nhiêu lần vẫn không tránh được.



Hình 3.28. Kè và đường đi bị phá hủy ở Hồ Tràm (trái) và đoạn bờ từ Paradise đến khu du lịch Chí Linh đang bị đe dọa (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)



Hình 3.29. Xói lở làm mất lớp cát phủ ở trên làm lộ ra nền bùn-sét chặt xít ở bên dưới tại phía tây Cửa Lấp (trái) và cửa Lộc An (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Biến đổi trên đoạn bờ cấu tạo bởi bùn-sét. Trên phạm vi tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu, bờ biển cấu tạo bởi bùn-sét phân bố từ cảng Bến Đình qua phường Thắng Nhất, phường Rạch Dừa sang xã Long Sơn thuộc thành phố Vũng Tàu và bờ biển xã Phước Hòa thuộc huyện Tân Thành. Bờ biển ở đây cũng có biểu hiện xói lở khá rõ đe dọa làm sập đổ nhà cửa và phá hủy rừng ngập mặn (hình 3.30). Một vài dấu hiệu quan sát được ở đây cũng cho thấy, tác động của nước mặn làm cho cây bị chết.

Ngoài các tác nhân tự nhiên, biến động bờ biển tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu còn bị biến đổi trực tiếp do tác động của con người-làm thay đổi hình dạng đường bờ biển. Đó là san lấp biển để mở rộng đất xây dựng, như ở phường Thắng Nhất, thành phố Vũng Tàu, hoặc xây kè làm bến neo đậu tàu thuyền cho ngư dân, như ở xã Bình Châu, huyện Xuyên Mộc (hình 3.31).

3.3.2.2. Hiện trạng bờ biển thành phố Hồ Chí Minh)

Bờ biển huyện Cần Giờ thuộc thành phố Hồ Chí Minh, có chiều dài khoảng 32,5 km (tính từ cửa sông Thị Vải/cảng Cái Mép men theo các cồn thôn Thanh Hòa đến mũi Gành Rái, dọc theo bờ thị trấn Cần Thạnh qua cửa Đòng Tranh xã Lý Nhân ở cửa sông Soi Rạp) và đều là bờ thấp được cấu tạo



Hình 3.30. Xói lở bãi biển cấu tạo bằng bột-cát ở Long Sơn, Vũng Tàu



Hình 3.31. San lấp ở phường Thắng Nhất (trái) và xây âu thuyền ở Bình Châu (nguồn: Google Earth)

chủ yếu bởi bùn-sét và ít cát mịn. Bờ biển ở đây cũng đang bị biển đổi khá rõ rệt, với xu thế đường bờ lấn vào đất liền làm mất diện tích là chủ yếu. Bờ biển trên các cồn bãi của thôn Thanh Hòa thuộc xã Thanh An đang bị xói lở và làm mất đi diện tích rừng ngập mặn (hình 3.32).

Trong khi đó, bờ biển từ thị trấn Cần Thạnh đến thôn Đông Hòa gần cửa sông Đòng Tranh cũng bị xói lở từ lâu. Hiện nay, trên suốt đoạn bờ này đã có hệ thống kè mỏ để bảo vệ bờ. Tuy nhiên, hiện tượng xói lở bờ biển vẫn không dừng lại. Thậm chí, hệ thống kè chắn sóng ở thôn Long Hòa được xây dựng trước năm 2002 còn bị phá hủy dưới tác động của sóng (hình 3.33).



Hình 3.32. Xói lở làm mất rừng ngập mặn ở các cồn bãi thuộc thôn Thanh Hòa, xã Thanh An, huyện Cần Giờ (ảnh Vũ Văn Phái, 2007)



Hình 3.33. Công trình kè bảo vệ bờ Đông Hòa, Cần Giờ được xây dựng từ trước năm 2002 (trái) và đã bị phá hủy, chỉ còn lại đá móng (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2009 và 2012)

3.3.2.3. Hiện trạng bờ biển tỉnh Tiền Giang

Tỉnh Tiền Giang có 32 km đường bờ biển, đều thuộc huyện Gò Công Đông, kéo dài từ cửa Soi Rạp đến Cửa Đại và là bờ biển thấp được cấu tạo bởi bùn sét. Hiện nay, xói lở bờ biển làm mất diện tích đất đai cũng là quá trình địa mạo chiếm ưu thế. Trong đó, xói lở nghiêm trọng xảy ra trên đoạn bờ từ Vàm Láng đến Tân Thành, trên chiều dài 12 km. Hoạt động xói lở mạnh đến nỗi dải rừng ngập mặn chắn sóng ở phía ngoài đã bị phá hủy và nước biển đã áp sát vào chân đê. Vào lúc triều cường, toàn bộ tuyến đê biển đều bị tác động trực tiếp của sóng biển. Trong vài năm trở lại đây, đoạn đê biển ở đây đã được kiên cố hóa bằng kè lát mái (hình 3.34). Tuy nhiên, một vài đoạn đê vẫn bị sóng biển đe dọa và đang được gia cố thêm.

Trên các đoạn bờ khác ở phía nam xã Tân Thành (nằm ở phía bắc Cửa Tiểu) và xã Phú Tân (nằm trên cù lao giữa Cửa Tiểu và Cửa Đại), quá trình bồi tụ đang diễn ra, nhưng có thể rất chậm. Tại hai vị trí này, dải rừng ngập mặn vẫn còn rộng tới 50-70 mét. Tuy nhiên, phía ngoài không có các thế hệ cây non phát triển. Đó chính là dấu hiệu cho thấy, hiện nay, quá trình tích tụ ở đây diễn ra rất chậm, nếu như không muốn nói là có thể đã dừng lại.



Hình 3.34. Bờ biển huyện Gò Công Đông (Tiền Giang) đang bị xói lở mạnh làm mất dải rừng ngập mặn (trái) và có đoạn đã tiến sát vào chân đê phải xây dựng công trình bảo vệ (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

3.3.2.4. Hiện trạng biến đổi bờ biển tỉnh Bến Tre

Tỉnh Bến Tre có đường bờ biển dài 65 km thuộc địa bàn của 3 huyện: Bình Đại, Ba Tri và Thạnh Phú. Bờ biển của tỉnh này đều là bờ thấp, được cấu tạo bởi bùn-sét. Mặc dù vậy, ở phần sát biển vẫn quan sát được các giồng cát cao 0,5-1,5 mét. Trước đây, bờ biển tỉnh Bến Tre cũng chủ yếu được bồi tụ. Tuy nhiên, những khảo sát gần đây cho thấy, hoạt động xói lở cũng đang xảy ra ở nhiều nơi. Còn hoạt động bồi tụ có vẻ cũng diễn ra rất chậm và không có dấu hiệu rõ ràng, hoặc có sự xen kẽ giữa bồi tụ và xói lở.

Hoạt động xói lở đã quan sát được ở Thừa Đức, thuộc huyện Bình Đại, ngay ở phía nam Cửa Đại với chiều dài khoảng 8 km và ở các xã Thạnh Phong và Thạnh Hải thuộc huyện Thạnh Phú với chiều dài khoảng 11,5 km. Như vậy, có khoảng 20 km đường bờ biển của tỉnh Bến Tre, hiện nay, đang bị xói lở. Xói lở xảy ra trên các giồng cát có độ cao từ 0,5 (ở Thừa Đức) đến 1,5 mét (ở Thạnh Hải) làm mất đất và phá hủy rừng ngập mặn. Tại khu vực Thừa Đức, người ta đã xây công trình bảo vệ bằng các ống tròn (hình 3.35 và 3.36). Tuy nhiên, cũng không mang lại hiệu quả mong muốn, bờ biển vẫn bị xói lở.



Hình 3.35. Bờ biển đang bị xói lở và có đặt công trình bảo vệ (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2012) và phá hủy rừng ngập mặn (phải, internet) ở khu vực Thửa Đức, huyện Bình Đại, tỉnh Bến Tre

Còn đoạn bờ của huyện Ba Tri bao gồm cả vùng cửa sông Ba Lai và phía đông-bắc cửa sông Cổ Chiên hiện nay vẫn đang được bồi tụ, nhưng có thể tốc độ không cao. Vì nguồn trầm tích cung cấp cho quá trình này không còn nhiều như trước đây, do việc chặn dòng ở phía thượng lưu, cũng như do khai thác cát trên đáy các dòng sông làm vật liệu xây dựng.

3.3.2.5. Hiện trạng bờ biển tỉnh Trà Vinh

Bờ biển Trà Vinh có cấu trúc không giống bất kỳ tỉnh nào ở Nam Bộ. Cũng như Tiền Giang, bờ biển ở tỉnh Trà Vinh chỉ phân bố trong huyện Duyên Hải với chiều dài là 65 km và nằm trong phạm vi giữa cửa Cổ Chiên (thuộc sông Tiền) và cửa Định An (thuộc sông Hậu). Trong khi các tỉnh khác, bờ biển đều thấp và thẳng hay lõm vào phía đất liền, thì bờ biển Trà Vinh lại là cồn cát có độ cao tới 7-8 mét ở phần trung tâm (khu du lịch Ba Động), sau đó giảm dần về 2 phía, cồn cát ở xã Hiệp Thạnh ngay phía nam cửa cung Hầu cao trên 5 mét và lồi ra phía biển. Do đó, bờ biển Trà Vinh có khoảng 20 km là bờ cát, còn lại 45 km là bờ bùn sét có độ cao thấp.



Hình 3.36. Bờ biển đang bị xói lở mạnh trên các giồng cát (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2012) và phá hủy rừng ngập mặn (phải, Internet) ở khu vực xã huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre

Hiện nay, trên suốt chiều dài 20 km bờ cát và khoảng 15 km bờ bùn-set đều đang xảy ra xói lở với tốc độ rất khcs nhau. Điển hình là đoạn bờ biển xã Hiệp Thạnh (phía nam cửa Cung Hầu) cho đến đoạn bờ từ khu du lịch Ba Động, ấp Cồn Trúng, thuộc xã Trường Long Hòa, đoạn bờ từ Cồn Nhàn đến ấp Mù U, thuộc xã Dân Thành của huyện Duyên Hải. Các đoạn bờ này đều được cấu tạo bởi cát. Hiện tượng xói lở diễn ra khá mạnh mẽ trong những năm gần đây. Xói lở đã phá hủy một số đoạn đê biển, làm mất diện tích trồng trọt và phá hủy các công trình ở khu du lịch Ba Động, phá hủy rừng phòng hộ (hình 3.37 và 3.38). Trong đợt khảo sát tháng 10/2012, đoạn bờ khu vực Cồn Trúng đang được đầu tư xây dựng công trình bảo vệ.



*Hình 3.37. Xói lở bờ biển khu du lịch Ba Động vào tháng 3/2009 và tháng 11/2012
(ảnh Vũ Văn Phái)*

Cũng như bờ biển tỉnh Bến Tre, hoạt động bồi tụ trên bờ biển tỉnh Trà Vinh xảy ra trên một vài đoạn ngắn và không liên tục. Đó là đoạn bờ ở phía bắc cửa Định An thuộc xã Đông Hải và xã Long Vĩnh với chiều dài khoảng 30 km. Tuy nhiên, quá trình bồi tụ xảy ra cũng không liên tục và với tốc độ nhỏ. Do đó, diện tích các vùng đất mới được mở rộng không nhiều, đặc biệt trong mấy năm gần đây khi có việc lấy cát ở đáy biển để san nền cho Dự án Nhiệt điện Trà Vinh ở khu vực xã Dân Thành. Thậm chí, việc lấy cát như vậy cũng là một trong những nhân tố dẫn đến xói lở bờ biển ở khu vực này.



*Hình 3.38. Xói lở đang phá dần rừng phòng hộ chắn chắn cát ở Ba Động (trái) và đang khẩn trương xây công trình bảo vệ bờ ở Cồn Trứng vào đầu tháng 11/2012
(ảnh Vũ Văn Phái)*

3.3.2.6. Hiện trạng bờ biển tỉnh Sóc Trăng

Tỉnh Sóc Trăng có đường bờ biển dài 72 km, được cấu tạo bởi bùn-sét và là bờ biển thấp. Trong những năm gần đây, bờ biển tỉnh Sóc Trăng bị biến động tương đối phức tạp. Hoạt động bồi-xói thay đổi rõ rệt theo thời gian và không gian.

Hoạt động xói lở. Hoạt động xói lở trên bờ biển tỉnh Sóc Trăng, hiện nay, đã giảm so với mấy năm trước đây. Vài năm trước đây, xói lở xảy ra trên đoạn bờ từ thị trấn Vĩnh Châu đến hết địa phận của tỉnh Sóc Trăng và ở khu vực cửa Mỹ Thanh. Tuy nhiên, hiện nay, xói lở chỉ còn xảy ra trên bờ biển xã Vĩnh Tân và xã Lai Hòa với chiều dài khoảng 12 km. Một số điểm, xói lở đã tiến sát đến chân đê biển và đã phải tiến hành xây dựng công trình bảo vệ: kè lát mái bằng đá hộc và kè chữ T bằng tre (hình 3.39).

Hoạt động bồi tụ. Qua khảo sát thực địa thấy rằng, hoạt động bồi tụ trên bờ biển tỉnh Sóc Trăng, hiện nay, đang chiếm ưu thế hơn so với xói lở. Trên suốt chiều dài khoảng 60 km bao gồm bờ biển các huyện Cù Lao Dung, Long Phú và phần còn lại của huyện Vĩnh Châu. Trước năm 2009, đoạn bờ thị trấn Vĩnh Châu và xã Vĩnh Phước bị xói lở khá mạnh, nhưng nay đang chuyển sang bồi tụ. Nguyên nhân bồi tụ trở lại có thể do trồng lại rừng ngập mặn theo đề xuất của Dự án hợp tác giữa tỉnh Sóc Trăng và Tổ chức Hợp tác Kỹ thuật của Cộng hòa Liên bang Đức (GIZ) (hình 3.40 và 3.41).

3.3.2.7. Hiện trạng bờ biển tỉnh Bạc Liêu

Tỉnh Bạc Liêu có đường bờ biển dài 56 km. Hiện nay, hoạt động bồi tụ và xói lở cũng đang diễn ra khá phức tạp. Bồi tụ xảy ra chủ yếu trên đoạn bờ biển của huyện Vĩnh Lợi với chiều dài khoảng 15 km và khoảng 10 km trên bờ biển huyện Đông Hải, tiếp giáp với huyện Vĩnh Lợi. Trong phạm vi này,



Hình 3.39. Bờ biển xói lở vào sát chân đê (trái) và kè chữ T bằng tre để bảo vệ bờ (phải) ở Vĩnh Tân, huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).



Hình 3.40. Bãi biển bị xói lở vào năm 2009 (trái), đến nay đã được bồi tụ quan sát được vào năm 2012 (phải) (ảnh Vũ Văn Phái)



Hình 3.41. Hình thái bãi biển ở Vĩnh Châu vào các năm 2007 (trái), 2009 (giữa) và 2012 (phải) (ảnh Vũ Văn Phái)

dải rừng ngập mặn còn khá rộng, trung bình khoảng 600 mét, có đoạn tới trên 1000 mét. Trên ảnh viễn thám, ranh giới giữa rừng ngập mặn với phần bãi không có rừng khá thẳng. Điều đó cho thấy, 1uas trình bồi tụ xảy ra tương đối đồng đều trên toàn bộ đoạn bờ.

Hoạt động xói lở xảy ra trên đoạn bờ phường Nhà Mát và xã Vĩnh Trạch Đông (khu vực xây dựng Dự án Điện gió) thuộc thành phố Bạc Liêu và trên đoạn bờ xã Long Điền Tây và Gành Hào thuộc huyện Đông Hải. Theo số liệu điều tra cho thấy, đoạn bờ Long Điền Tây và Gành Hào đã bị xói lở từ năm 1993, còn lại ở Vĩnh Trạch Đông và Nhà Mát có thể mới xảy ra trong vài năm trở lại đây. Trên các đoạn bờ bị xói lở, người ta cũng đã và đang xây dựng các công trình bảo vệ, như tường biển, kè chữ T bằng tre, công nghệ mềm bằng túi cát stabiplage (hình 3.42). Tuy nhiên, hiện tượng xói lở chỉ bị ngăn chặn tại đoạn bờ có công trình bảo vệ, còn đoạn bờ không được bảo vệ cạnh đó vẫn bị xói lở. Điều này quan sát được khá rõ cả ngoài thực địa cũng như trên ảnh viễn thám. Hiện tượng này quan sát được rõ nhất là ở phía đông đoạn kè bảo vệ ở Gành Hào.



Hình 3.42. Xói lở bờ biển xã Vĩnh Trạch Đông (trái), Gành Hào (giữa) và kè bảo vệ bờ bằng công nghệ stabiplage ở Nhà Mát (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

3.3.2.8. Hiện trạng bờ biển tỉnh Cà Mau

Cà Mau là tỉnh có đường bờ biển dài nhất trong số các tỉnh Nam Bộ với tổng chiều dài là 254 km. Trong đó, bờ phía Biển Đông dài 107 km, còn bờ phía đông vịnh Thái Lan dài 247 km. Toàn bộ bờ biển tỉnh Cà Mau đều được cấu tạo bởi bùn-sét và là bờ biển thấp (độ cao dưới 2 mét so với mực nước biển). Hiện nay, hầu hết bờ biển tỉnh Cà Mau, thậm chí ngay khu vực mũi nhô ra xa nhất, đều đang bị xói lở với mức độ khác nhau, chỉ một đoạn ngắn ở phía bắc mũi Cà Mau thuộc vũng Cà Mau, vùng cửa sông Cửa Lớn và cửa sông Bảy Háp là xảy ra quá trình bồi tụ.

Bờ biển đang bị xói lở. Qua khảo sát thực địa cho thấy, hầu như toàn bộ đường bờ phía Biển Đông, từ cửa Gành Hào đến xóm Đất Mũi đều đang bị xói lở. Đường bờ ở đây bị chia cắt nham nhở và có dạng lồi lõm được hình thành do xói lở không đồng đều trên suốt chiều dài đường bờ. Trong đó, có đoạn đã bị xói lở từ hơn 100 năm trở lại đây, như đoạn bờ biển cửa Bò Đè-ranh giới giữa huyện Năm Căn và huyện Ngọc Hiển. Xói lở đã phá hủy nhiều công trình, phá hủy rừng ngập mặn và làm mất nhiều diện tích đất đai ven biển. Dấu hiệu cho thấy xói lở bờ đang xảy ra là tường-nền nhà bị sập, gốc cây ngập mặn bị bật tung lên, vách xói lở trên trầm tích bùn-sét đã được nén chặt, các vật liệu thô (cát mịn, vụn vỏ sò-ốc) được tích tụ tại đường song vồ cao nhất, v.v. Các điểm hiện nay đang bị xói lở mạnh là 2 bên các cửa sông, như cửa Gành Hào, Hồ Gùi, Bò Đè, Hóc Năng, Cửa Lũng, Rạch Gốc, Rạch Tàu, Đất Mũi, v.v.. (hình 3.43, 3.44 và 3.45).

Đoạn bờ từ mũi Bà Quan về phía bắc cho đến hết địa phận tỉnh Cà Mau với chiều dài khoảng 97 km, hiện nay cũng đang bị xói lở với tốc độ rất khác nhau. Một số đoạn bị xói lở mạnh như Tân Hải (huyện Phú Tân), cửa Sông Đốc, xã Khánh Hải và Khánh Bình Tây/khu vực hòn Đá Bạc (huyện Trần Văn Thời), Khánh Hội, Tiểu Dừa (huyện U Minh).



Hình 3.43. Các dấu hiệu về bờ biển đang bị xói lở: phá hủy cây rừng ngập mặn ở khu vực Hóc Nặng và Cửa Lũng (2 ảnh trên), để lại cát mịn và vụn vỏ sò ốc tại đường sóng vỗ bờ Rạch Góc, Rạch Tàu (ảnh Vũ Văn Phái, 2012).



Hình 3.44. Xói lở bờ biển mũi Cà Mau mũi Cà Mau (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)



Hình 3.45. Xói lở bờ biển phía trong hòn Đá Bạc (trái) và ở xã Khánh Bình Tây (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Bờ biển được bồi tụ. Như đã đề cập ở trên, chỉ một đoạn bờ ngắn ở phía bắc vụng Cà Mau đến cửa sông Bảy Háp thuộc các xã Đất Mũi và Viên An của huyện Ngọc Hiển và xã Đất Mới thuộc huyện Năm Căn với tổng chiều dài khoảng 40 km là vẫn đang được bồi tụ. Dấu hiệu nhận biết hoạt động bồi tụ đang xảy ra là có sự phát triển liên tục của các thế hệ cây rừng ngập mặn (hình 3.46). Từ hình 3.46, có thể quan sát được ba thế hệ cây rừng ngập mặn có độ cao khác nhau và thấp dần ra phía biển. Tuy nhiên, có thể tốc độ bồi tụ diễn ra không mạnh như trước đây?



Hình 3.46. Bãi biển được bồi tụ liên tục ở phía bắc cửa sông Cù Lớn với các thế hệ cây ngập mặn khác nhau phát triển rất tốt (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

3.3.2.9. Hiện trạng bờ biển tỉnh Kiên Giang

Tỉnh Kiên Giang có đường bờ biển dài khoảng 193 km được cấu tạo bởi cả bùn-sét thấp, bởi đá trầm tích gắn kết lẫn đá vôi. Các đoạn bờ cấu tạo bằng đá trầm tích gắn kết bền vững và đá vôi vốn đã bị mài mòn, hoặc mài mòn-hòa tan dưới tác động của sóng, thì nay vẫn đang bị mài mòn và vẫn sẽ bị mài mòn trong tương lai nhưng với tốc độ chậm và có thể xem là bờ biển ít hoặc không bị biến đổi.

Biến đổi trên các đoạn bờ cấu tạo bằng cát. Bờ biển cấu tạo bằng cát ở Kiên Giang được phân bố ở Bình An (huyện Kiên Lương) và Mũi Nai (thị xã Hà Tiên). Hoạt động xói lở ở những nơi này diễn ra chậm (ở khu vực Mũi Nai vì đã có công trình bảo vệ) và có biểu hiện ngừng lại hoặc bắt đầu chuyển sang bồi tụ (ở Bình An, hình 3.47).

Biến động bờ biển cấu tạo bằng bùn-sét. Bờ biển cấu tạo bởi bùn-sét của tỉnh Kiên Giang kéo dài địa giới giáp với tỉnh Cà Mau đến Rạch Đùng-ranh giới giữa 2 huyện Hòn Đất và Kiên Lương. Qua các chuyến khảo sát thực địa, cũng quan sát được các dấu hiệu bờ biển ở đây cũng đang bị xói lở, như sự tồn tại các “viên cuội bùn” hay cây ngập mặn bị chết (hình 3.48).



Hình 3.47. Bờ biển khu du lịch Bình An bị xói mạnh vào năm 2008 (2008) đã có dấu hiệu được bồi vào năm 2012 (phải) (Ảnh Vũ Văn Phái)



Hình 3.48. Các viên “cuội bùn” được tạo ra do xói lở ở khu vực Vàm Rầy (trái) và làm đổ cây cối ở bờ biển khu vực Hòn Đất (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2008 và 2012)

3.3.2.10. Biến động các cửa sông

Trong vùng nghiên cứu, ngoài 9 cửa thoát nước ra biển của hệ thống sông Mê Kông là: Cửa Tiểu, Cửa Đại, Ba Lai, Hàm Luông, Cổ Chiên, Cung Hầu, Định An, Bát Säck và Trần Đề. Tuy nhiên, do tác động của cả tự nhiên và của con người, cửa Bát Säck đã hoàn toàn biến mất do quá trình bồi tụ lấn ra biển, còn cửa Ba Lai cũng đang bị bồi lấp dần. Ngoài ra, còn một số cửa sông khác không hoặc ít có mối quan hệ với sông Mê Kông như cửa sông Long Tàu, Soi Rạp (thành phố Hồ Chí Minh), Vàm Láng (Tiền Giang), Mỹ Thanh (Sóc Trăng), Gành Hào (Bạc Liêu), Hồ Gùi, Hóc Năng, Bò Đề, Rạch Góc, Rạch Tàu, Cửa Lớn, Bảy Háp, Cái Đôi, Sông Đốc (Cà Mau), Cái Lớn, Giang Thành (Hà Tiên) cũng bị biến đổi. Trong giai đoạn hiện nay, xu hướng biến đổi chính là xói lở. Hầu hết hai bờ của các cửa sông trong vùng nghiên cứu đều đang bị xói lở, đặc biệt là các cửa sông ở bờ phía Biển Đông (hình 3.49).

3.3.3. Biến động bờ biển khu vực từ năm 1965 đến nay

Từ bản đồ địa hình năm 1965 và ảnh vệ tinh năm 1989 và 2010, đề tài đã xây dựng được bản đồ biến động đường bờ biển vùng nghiên cứu trong giai đoạn từ năm 1965 đến nay. Từ bản đồ biến động đường bờ dễ dàng nhận

thấy có những đoạn bờ biển đổi rất ít (có thể nói hầu như không bị biến đổi) và có những đoạn bờ biển đổi rất phức tạp, hoặc xói lở, hoặc bồi tụ.



Hình 3.49. Xói lở bờ phải sông Lòng Tàu (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2007) và bờ phải của Cửa Đại (phải, ảnh Vũ Văn Phái, 2009)

3.3.3.1. Bờ ít bị biến đổi trong giai đoạn 1965 đến nay

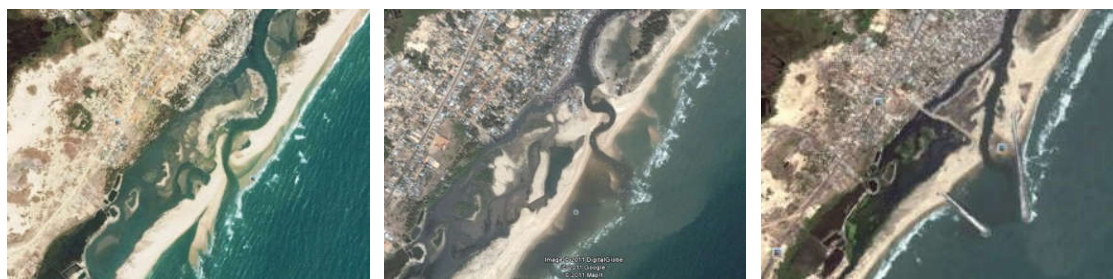
Đây là các đoạn đường bờ trùng hay gần như trùng nhau ở cả 3 thời kỳ 1965, 1990, và 2010. Các đoạn bờ này đều được cấu tạo bởi các đá góc cấu tạo bởi các đá magma xâm nhập thuộc phức hệ Đèo Cả phân bố chủ yếu Núi Lớn, núi Kỳ Vân (tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu) và các đá phun trào thuộc hệ tầng Nha Trang ở Núi Nhỏ, trên các đá cát-bột kết và đá vôi ở một số đoạn bờ tỉnh Kiên Giang. Các loại đá này đều có độ bền vững cao, nên biến đổi không đáng kể. Tốc độ giạt lùi bờ biển tại những khu vực này thấp nhất là 0,002m/năm-0,005 m/năm trong giai đoạn từ 1965-2010. Với tốc độ như vậy, thì trong giai đoạn từ 1965 đến nay, các đoạn bờ này hầu như không biến đổi. Tốc độ lùi dần bờ biển về phía đất liền thực chất là quá trình mài mòn và mài mòn-hòa tan bởi tác động trực tiếp của sóng biển. Tại các đoạn bờ này, do có độ dốc lớn hơn, nên quá trình mài mòn có thể xảy ra liên tục cả khi thủy triều lên cao, lẫn khi thủy triều xuống thấp, song tốc độ rất chậm. Do đó, không ảnh hưởng nhiều tới các hoạt động phát triển kinh tế xã hội của con người. Phần lớn, các bờ biển này đều được sử dụng cho du lịch

3.3.3.2. Các đoạn bờ bị biến động

Nhìn chung quá trình xói lở diễn ra và chiếm ưu thế trên hầu hết chiều dài đường bờ biển khu vực nghiên cứu. Những đoạn bờ bị xói lở mạnh có thể kể đến như:

a) Biến động bờ biển tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu

Giai đoạn 1965 – 1990 tại khu vực tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu quá trình bồi tụ và xói lở đường bờ biển trong vùng diễn ra xen kẽ. Tổng diện tích xói lở là 765,7ha và bồi tụ là 397,1ha. Tình Trạng xói lở diễn ra mạnh tại thị trấn Long Hải, quá trình giạt lùi đường bờ với tốc độ trung bình 14,4m/năm. Hiện trạng bồi tụ bờ biển diễn ra mạnh tại địa phận xã Bình Châu trải dài trên khoảng 10km đường bờ biển. tốc độ bồi tụ trung bình khoảng 11,2m/năm. Giai đoạn 1990 - 2010, hầu hết bờ biển trên địa phận khu vực bị xói lở với tốc độ trung bình 9m/năm và có nơi xói tới 21,8m/năm. Tổng diện tích xói lở là 474,3ha và bồi tụ là 330,3ha. Kiểu mất đất ở tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu có thể phân biệt tại hai khu vực: xói lở xảy ra trên đoạn bờ từ TP Vũng Tàu về phía Đông - Bắc và ngập nước trong vịnh Gành Rái. Như vậy, trong suốt thời gian gần nửa thế kỷ vừa qua, bờ biển tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu luôn có xu hướng giạt lùi về phía đất liền. Điều này thể hiện khá rõ trên ảnh viễn thám (hình 3.50).



Hình 3.50. Biến đổi đường bờ biển khu vực Bình Châu, huyện Xuyên Mộc trong thời kỳ từ 2002 (trái) quan năm 2006 (giữa) và năm 2012 (phải)

Quá trình xói lở ở các đoạn bờ cấu tạo bằng cát ở Bà Rịa-Vũng Tàu gần như xảy ra liên tục. Điều này có thể xác nhận được rất rõ ở khu vực cửa Lộc An và Cửa Lấp. Tuy nhiên, cũng có 1 đoạn ngắn, xói lở chỉ mới xảy ra gần đây. Đó là đụn bờ phía tây mũi Ba Kiềm, gần khu du lịch Hồ Cốc. Năm 2004, tại đây vẫn còn các val cát-dấu hiệu của bờ bồi tụ (hình 3.51).

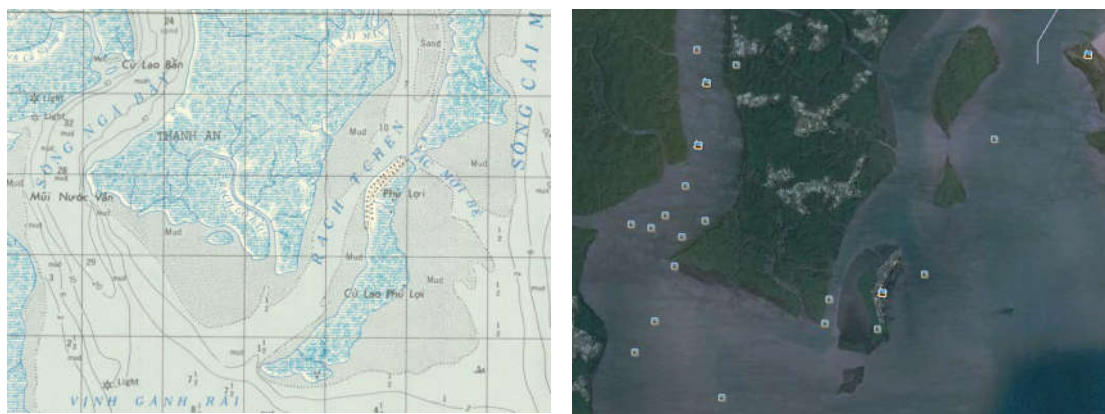


*Hình 3.51. Bãi biển tích tụ do tác động của sóng ở phía Tây mũi Ba Kiềm
(ảnh Vũ Văn Phái, 2004)*

b) Biến động bờ biển huyện Cần Giờ (thành phố Hồ Chí Minh)

Tại khu vực huyện *Cần Giờ* quá trình xói lở diễn ra liên tục từ năm 1965 trở về đây, tốc độ xói lở có nơi còn lên đến 122m/năm. So với đường bờ biển 1990, đường bờ biển 2010 đã bị lấn sâu vào đất liền hàng trăm mét, trung bình biển lấn sâu vào đất liền 9m/năm. Hậu quả là phá hủy kè bao chống xói lở làm mất giá trị cảnh quan bãi tắm và đe dọa nhà dân, làm suy thoái và chết nhiều diện tích rừng phòng hộ (kể cả RNM). Tổng diện tích xói lở giai đoạn 1965 – 1990 là: 1212ha, bồi tụ: 123,5ha. Giai đoạn 1990 – 2010, xói lở: 711,2ha và bồi tụ: 468,2ha. So sánh kết quả biến động của hai giai đoạn trên có thể cho thấy tình trạng biển lấn sâu vào đất liền vẫn diễn ra mạnh và liên tục sau năm 1990. Quá trình bồi tụ chỉ diễn ra mạnh tại khu vực bờ phải các lòng sông.

So sánh bản đồ địa hình UTM năm 1965 với ảnh vệ tinh 2010, thấy được các cồn bãi ở phía ngoài cửa sông Lòng Tàu cũng bị biến đổi về hình dạng và diện tích (hình 3.52). Từ 2 kết quả trên cho thấy, diện tích khu vực Cần Giờ bị giảm nhiều so với năm 1965 (giảm 1.331,5 ha).

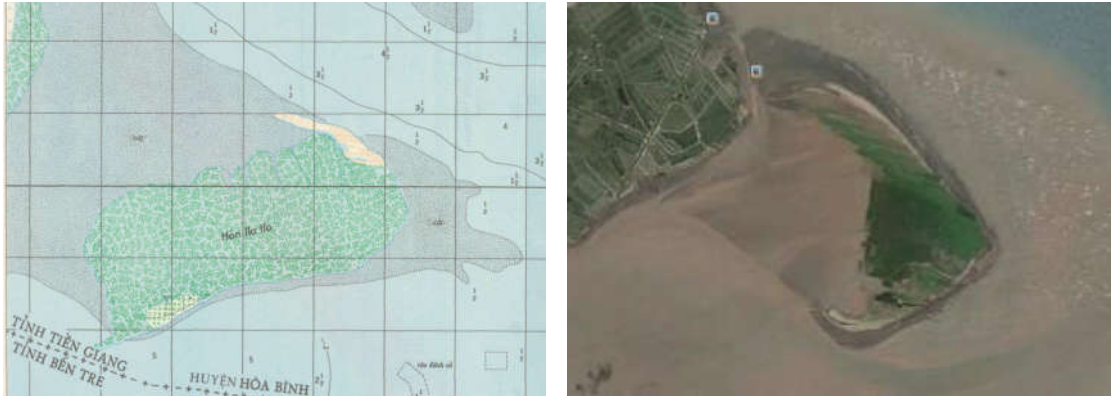


Hình 3.52. Cù lao Phú Lợi đã bị giảm diện tích đáng kể trong khoảng thời gian từ năm 1967 (trái, bản đồ địa hình UTM) đến năm 2010 (phải, từ Google Earth)

c) Biến động bờ biển tỉnh Tiền Giang

Đường bờ biển trong khu vực này bị chia cắt bởi nhiều cửa sông lớn. Tình trạng xói lở diễn ra với tốc độ mạnh. Đường bờ biển thuộc thị xã Gò Công Đông, Tiền Giang, quá trình xói lở diễn ra liên tục từ năm 1965 với tốc độ trung bình 13m/năm. Qua khảo sát thực địa cho thấy tình trạng xói lở tại khu vực này chưa có dấu hiệu dừng lại, bờ biển xâm thực vào tận chân đê biển, lớp rừng ngập mặn phòng hộ hầu như không còn. Ngược lại với thị xã Gò Công Đông, đường bờ biển khu vực xã Phú Tân đường bờ biển được bồi rất mạnh trong giai đoạn 1965 – 1990 với tốc độ trung bình 66,7m/năm. Quá trình xói lở chỉ diễn ra sau năm 1990 và kéo dài cho tới nay với tốc độ rất lớn có nơi lên đến trên 20m/năm. Tuy nhiên, đoạn bờ biển xã Tân Thành, xói lở đã được ghi nhận bắt đầu từ năm 1968. Giai đoạn 1965-1990, xói lở: 1107ha, bồi tụ: 1591ha. Giai đoạn 1990 – 2010, xói lở: 899ha, bồi tụ: 543,6ha.

So sánh hình dạng và kích thước đảo Phú Tân giữa năm 1965 và năm 2010 cũng có những khác biệt đáng kể. Vào năm 1965, đảo có dạng gần như hình chữ nhật và được định hướng đông bắc-tây nam với diện tích khoảng 8-9 km², thì đến năm 2010, đảo có dạng 2 nhánh theo 2 hướng tây bắc-đông nam có chiều dài hơn 2 km và đông bắc-tây nam có chiều dài khoảng 1,5 km và, do đó, diện tích đảo cũng bị nhỏ hơn (hình 3.53).



Hình 3.53. Biến đổi hình dạng và kích thước đảo Phú Tân trong năm 1965 (trái, nguồn: bản đồ UTM tỷ lệ 1:50.000) và năm 2010 (phải, nguồn: Google Earth)

d) Biến động bờ biển tỉnh Bến Tre

Đường bờ biển thuộc địa phận tỉnh Bến Tre được giới hạn bởi cửa Đại và cửa sông Hàm Luông bị chia cắt bởi cửa sông Ba Lai có chiều dài khoảng 34km. Nhìn chung đường bờ biển nơi đây biến động tương đối phức tạp. Quá trình xói lở và bồi tụ diễn ra xen kẽ nhau. Giai đoạn 1965 – 1990, xói lở: 2367ha và bồi tụ với diện tích: 3384ha. Tình trạng xói lở mạnh nhất diễn ra tại địa phận xã Thạnh Hải với tốc độ 42,8m/năm. Hiện tượng xói lở ở đây đã được ghi nhận từ năm 1983. Ngược lại, quá trình bồi tụ, bồi lấp lòng lạch diễn ra mạnh tại hai khu vực xã Thạnh Phước và Thạnh Phong với tốc độ trung bình là xấp xỉ 48m/năm. Giai đoạn từ năm 1990 trở lại quá trình bồi tụ diễn ra liên tục trên toàn bộ đường bờ biển tỉnh với diện tích 3758ha và xói lở

với diện tích 1330ha. Quá trình bồi tụ mạnh nhất xảy ra tại địa phận xã Thanh Phong phía bắc cửa Hàm Luông với tốc độ xấp xỉ trên 100m/năm. Có thể quan sát thấy quá trình bồi tụ tại bờ biển khu vực nơi đây tạo thành những doi cát chạy dọc bờ biển. Những doi cát này có thể được hình thành do quá trình vận chuyển bùn cát dọc bờ bởi các sông lớn đưa ra. Kết quả trên cho thấy trong suốt giai đoạn 1965-2010, bờ biển Bến Tre được bồi khá mạnh. Nhưng hiện nay nhiều đoạn cũng đang bị xói lở như đã trình bày ở trên.

So sánh quá trình biến động bờ biển sau hai giai đoạn có thể thấy tình trạng xói lở mạnh chỉ diễn ra mạnh tại phía Nam cửa Hàm Luông thuộc địa phận xã Thanh Hải huyện Thanh Phú tỉnh Bến Tre. Bờ biển nơi đây bị xói lở liên tục từ năm 1965 cho tới nay với tốc độ trung bình 28,9m/năm. Tuy nhiên tình trạng xói lở chỉ kéo dài đến hết địa phận xã Thanh Hải và thay bằng quá trình bồi tụ trên dải ven biển xã Thanh Phong. Tốc độ bồi tụ nơi đây kéo dài liên tục từ năm 1965 đến nay với tốc độ trung bình 44,5m/năm. Điều này có thể được lý giải bởi dòng chảy trong năm theo hai mùa: mùa khô và mùa mưa.

e) Biến động bờ biển tỉnh Trà Vinh

Hoạt động xói lở - bồi tụ bờ biển tỉnh Trà Vinh diễn ra tương đối phức tạp. Giai đoạn 1965 – 1990 hoạt động bồi tụ có xu hướng dịch chuyển về phía Nam. Các đoạn bờ có xu hướng bồi tụ mạnh có thể kể đến khoảng 4,5km đường bờ biển huyện Đông Hải, đường bờ biển nơi đây được bồi với tốc độ lên tới 66m/năm. Đoạn bờ biển thuộc địa phận huyện Trương Long Hòa có tốc độ lấn biển là 17,96m/năm. Xen kẽ vào đó là các đoạn bờ biển có hoạt động xói lở diễn ra với tốc độ trung bình khoảng 9,2m/năm tại địa phận huyện Dân Thành và 6,08m/năm tại đường bờ biển huyện Hiệp thành. Tổng diện tích xói lở trong giai đoạn này là: 2093ha và bồi tụ là: 2116ha trong đó tính cả diện tích biến động của các cù lao, ốc đảo tại cửa Cung Hầu.

Giai đoạn 1990 -2010 hoạt động xói lở mạnh và diễn ra liên tục trên hầu hết đường bờ biển tỉnh Trà Vinh với tốc độ trung bình trên 5m/năm có nơi lên đến trên 10m/năm tại đường bờ biển thuộc địa phận huyện Hiệp Thành. Hoạt động bồi tụ chỉ diễn ra trên khoảng 5km đường bờ biển thuộc địa phận huyện Mỹ Long với tốc độ trung bình 6,76m/năm. Tổng diện tích xói lở diễn ra trong giai đoạn này là: 1088ha và bồi tụ là 1051ha trong đó tính cả diện tích biến động của các cù lao, ốc đảo tại cửa Cung Hầu.

f) Biến động bờ biển tỉnh Sóc Trăng

Bờ biển tỉnh Sóc Trăng có chiều dài khoảng 72km. Quá trình bồi tụ - xói lở diễn ra xen kẽ trong giai đoạn 1965 – 1990. Tổng diện tích xói lở: 1515ha, bồi tụ: 3321ha. Khu vực được bồi tụ mạnh chỉ có một số đoạn ngắn đường bờ biển tại địa phận xã An Thạnh 3 với tốc độ trung bình 79,2m/năm. Quá trình xói lở diễn ra mạnh sau năm 1990 trên toàn bộ chiều dài đường bờ biển trong vùng, chỉ có một số đoạn ngắn đường bờ biển được bồi tụ với tốc độ không lớn. Còn lại hầu hết đang bị xói lở với tốc độ khác nhau, nhưng đều tương đối cao với tốc độ trung bình khoảng 12m/năm. Diện tích xói lở trong giai đoạn 1990 – 2010 là: 1185ha, và bồi tụ là: 838,2ha. Hoạt động xói lở bờ biển chủ yếu xảy ra vào mùa đông. Vào mùa đông do tác động mạnh của gió mùa Đông-Bắc (người dân ở đây gọi là *gió chướng*), đồng thời lượng phù sa do sông Mê Kông mang ra biển không đáng kể, nên xói lở mạnh hơn.

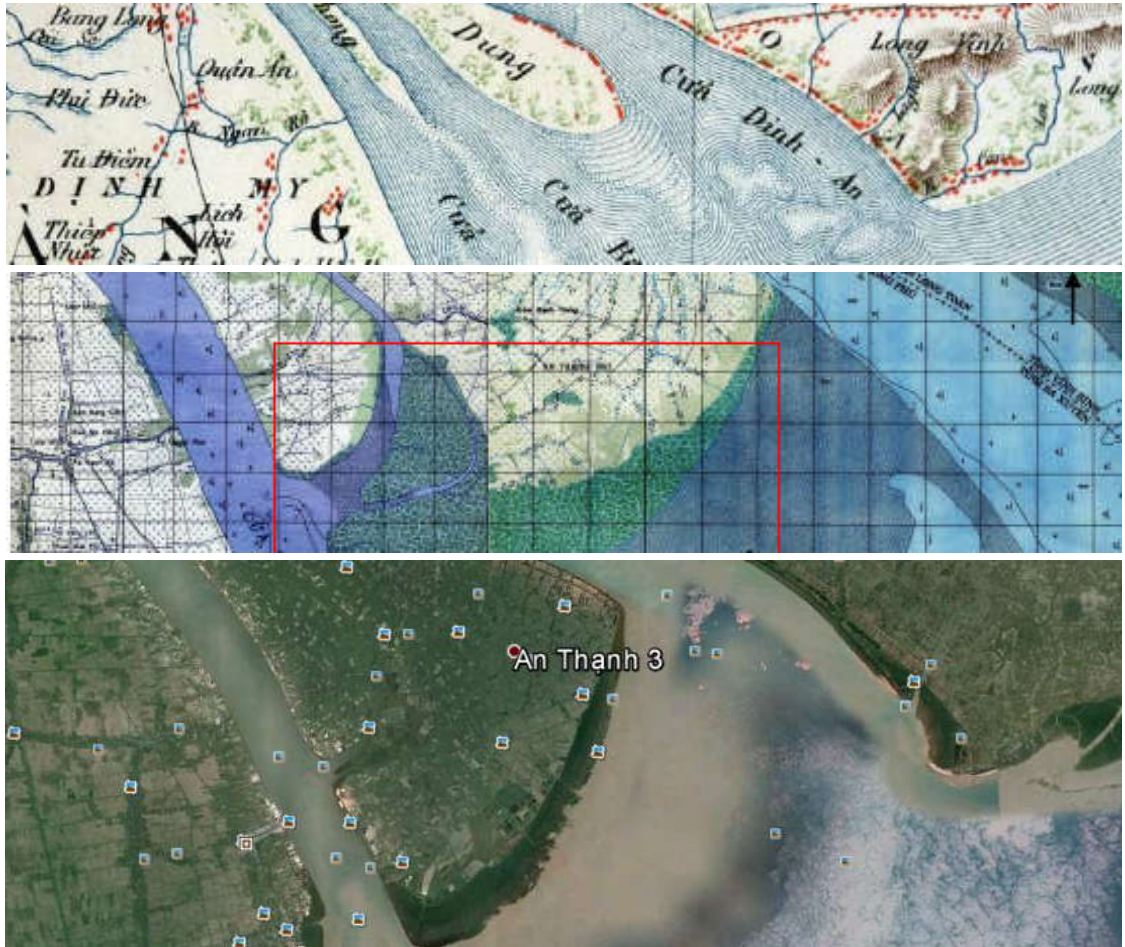
Hậu quả của xói lở đã làm hỏng môi trường các đầm nuôi hải sản ở phía ngoài đê biển. Bởi vì, biển đã tiến sát vào bờ đầm và đã phá hủy hệ thống rừng ngập mặn bảo vệ cho đầm. Thêm vào đó, lớp vụn vỏ sò ốc được sóng đánh vào bồi lấp diện tích đầm. Tuy nhiên, có lẽ từ năm 2011 đến nay, hiện tượng xói lở ở bờ biển Sóc Trăng không còn diễn ra mạnh như trước nữa. Qua chuyến khảo sát năm 2012, cho thấy nhiều đoạn đang được bồi tụ trở lại. Có

lẽ đây chính là thành công của Dự án Hợp tác giữa tỉnh Sóc Trăng và Cộng Hòa liên bang Đức từ năm 2007 đến nay.

Theo các tư liệu trong lịch sử, thì bờ biển Sóc Trăng luôn luôn được bồi tụ mạnh và diện tích không ngừng được tăng lên. Chẳng hạn, vào đầu thế kỷ XX, Sông Hậu đổ ra biển bằng 3 cửa: Định An, Bát Säck và Trần Đề (hoặc Tranh Đề). Nhưng đến năm 1965, thì cửa Bát Säck không còn nữa. Thay vào đó là địa danh Cồn Tròn trên Cù Lao Dung và nằm cách bờ biển không gần 3 km và đến nay, vị trí này cách biển khoảng 4,0-4,5 km (hình 3.54).

g) Biến động bờ biển tỉnh Bạc Liêu

Với chiều dài khoảng 56km, đường bờ biển tỉnh Bạc Liêu tương đối thẳng, cũng như tỉnh Sóc Trăng, hoạt động xói lở tại khu vực diễn ra mạnh sau năm 1990. Giai đoạn 1965 – 1990 hoạt động bồi tụ diễn ra mạnh trên khoảng 20km chiều dài đường bờ biển kéo dài từ xã Vĩnh Thịnh đến hết địa phận xã Long Điền Đông với tốc độ bồi tụ lớn nhất đạt 52,8m/năm. Còn lại hầu hết đường bờ biển trọng phạm vị địa phận tỉnh đều bị xói lở với tốc độ trung bình đạt 14,4m/năm. Tổng diện tích được bồi trong giai đoạn này là 1660 ha và diện tích bị xói là 1391 ha. Giai đoạn 1990-2010, hoạt động xói lở xảy ra mạnh tại hai khu vực cửa sông Gành Hào với tốc độ trung bình 15,5m/năm và phía bắc thị xã Bạc Liêu với tốc độ trung bình 12m/năm. Tổng diện tích xói lở trong giai đoạn này là: 1298ha và bồi tụ là: 775,9ha. Như vậy, kể từ năm 1965 đến 2010, dải ven biển Bạc Liêu đã bị xói lở mất 518,5 ha. Trong suốt 3 năm nay, bờ biển ở đây phần lớn vẫn đang bị xói lở, đặc biệt là khu vực Gành Hào. 15,5m/năm và phía bắc thị xã Bạc Liêu với tốc độ trung bình 12m/năm. Tổng diện tích xói lở trong giai đoạn này là: 1298ha và bồi tụ là: 775,9ha. Như vậy, kể từ năm 1965 đến 2010, dải ven biển Bạc Liêu đã bị xói lở mất 518,5 ha. Trong suốt 3 năm nay, bờ biển ở đây phần lớn vẫn đang bị xói lở, đặc biệt là khu vực Gành Hào (hình 3.55).



Hình 3.54. Cửa Sông Hậu vào năm 1889 (trên [28]), năm 1965 (giữa [1]) và 2006 (dưới, nguồn : Google Earth)

h) Biến động bờ biển tỉnh Cà Mau

Đường bờ biển tỉnh Cà Mau có chiều dài khoảng 254km được chia làm hai đoạn: Đoạn từ Gành Hào đến mũi Cà Mau dài khoảng 100km đường bờ biển có dạng xâm thực và bị chia cắt bởi các cửa sông nhỏ. Đoạn bờ này đang bị xói lở mạnh. Tuy nhiên quá trình xói lở chỉ diễn ra sau năm 1990 với tốc độ rất lớn có nơi lên tới 80m/năm quanh khu vực cửa sông Đầm Dơi và 40m/năm quanh khu vực cửa Rạch Gốc. Còn từ năm 1990 trở về trước, bờ biển nơi đây được bồi với tốc độ không lớn, trung bình khoảng 8-10m/năm.



Hình 3.55. vị trí cửa Gành Hào vào năm 1965 (trái, nguồn: bản đồ địa hình UTM) và năm 2000 (phải, nguồn: Google Earth). Dễ dàng nhận thấy sông Áp Hạp vào năm 1965 còn chảy và sông Gành Hào, nhưng đến năm 2000, sông này đã đổ trực tiếp ra Biển Đông và cách cửa sông Gành Hào một đoạn dài về phía nam.

Đoạn bờ phía đông của tỉnh Cà Mau bị xói lở rất nặng nề, đặc biệt đoạn bờ từ cửa Hồ Gùi đến cửa Rạch Góc có chiều dài khoảng 50 km. Trên suốt chiều dài này, xói lở đã xảy ra liên tục từ năm 1965 đến nay với tốc độ rất đáng kể. So sánh bản đồ UTM năm 1965 với ảnh vệ tinh năm 2000 cho thấy cửa Rạch Vàng đã lùi sâu vào đất liền khoảng 1,7 km, đến năm 2013, thì cửa Rạch Vàng đã lùi tới vị trí gặp nhau của 2 nhánh sông chính của nó (hình 3.56), với tốc độ trung bình khoảng 48,6 m/năm. Cũng vào năm 1965, 2 cửa Rạch Vàng và Rạch Năng còn nằm rất gần nhau (chỉ khoảng 500 mét), nhưng đến năm 2000, chúng đã cách xa nhau tới trên 3 km (hình 3.57). Hiện tượng này cũng nhận thấy ở khu vực cửa Rạch Góc (hình 3.58) và cửa Bồ Đề. Riêng cửa Bồ Đề đã bị xói liên tục trong khoảng hơn 100 năm qua (từ năm 1885).



Hình 3.56. Vị trí cửa sông Rạch Vàng vào năm 1965 (trái, bản đồ UTM), năm 2000 (giữa, Google Earth) và năm 2013 (phải, Google Earth)



Hình 3.57. Vị trí hai cửa Rạch Vàng và Rạch Năng vào năm 1965 (trái, từ bản đồ UTM) và năm 2000 (phải, nguồn: Google Earth)



Hình 3.58. Vị trí cửa Rạch Góc vào năm 1965 (trái, bản đồ UTM) và năm 2009 trên ảnh vệ tinh (phải, nguồn: Google Earth)

Đoạn bờ biển kéo dài từ mũi Cà Mau đến Kiên Giang hoạt động bồi – xói diễn ra xen kẽ và không liên tục. Kết quả tính toán cho thấy, giai đoạn 1965 – 1990 có tổng diện tích xói lở là: 1774ha và bồi tụ là: 8775ha, giai đoạn

1990 – 2010 có tổng diện tích xói lở là: 7903ha và bồi tụ là: 3091ha. Kết quả trên cho thấy hoạt động xói lở diễn ra rất mạnh sau giai đoạn năm 1990, tình trạng xói lở xảy ra hầu hết trên khu vực thuộc đường bờ biển đông mũi Cà Mau và khoảng 86km đường bờ biển kéo dài từ huyện Cái Nước đến hết địa phận huyện Trần Văn Thời.

Quá trình bồi tụ chiếm ưu thế hơn hẳn quá trình xói lở chỉ xảy ra trong giai đoạn 1965 – 1990 kéo dài từ mũi Cà Mau đến hết địa phận huyện Trần Văn Thời, khu vực được bồi lớn nhất là đoạn bờ biển mũi Cà Mau thuộc vịnh Thái Lan, tốc độ bồi lớn nhất đạt 86m/năm. Và quá trình này còn kéo dài liên tục cho tới nay tại một số đoạn ngắn tại khu vực mũi Cà Mau thuộc các xã Đất Mũi và Viên An, huyện Ngọc Hiển và xã Đất Mũi, huyện Năm Căn.

i) Biến động bờ biển tỉnh Kiên Giang

Đường bờ biển tỉnh Kiên Giang được cấu tạo chủ yếu là cát và xen kẽ một số bờ đá nên khá ổn định và có xu thế bồi tụ với tốc độ trung bình 8m/năm tại một số khu vực như: đoạn bờ biển xã Bình An huyện Kiên Lương, đoạn bờ biển khu vực Mũi Nai thị xã Hà Tiên, khu lấn biển lấn biển thuộc thị xã Rạch Giá. Tuy nhiên hoạt động xói lở lại xảy ra rất mạnh tại một số đoạn ngắn đường bờ biển với tốc độ lớn như: đoạn bờ dài khoảng 4km tại khu vực các xã An Biên đến An Minh thị xã Rạch Giá tỉnh Kiên Giang, đường bờ biển đã lấn sâu vào đất liền tốc độ lớn nhất là 23m/năm kể từ năm 1990 đến nay. Giai đoạn 1965 - 1990 tổng diện tích xói lở là: 766,7ha và bồi tụ là 4644ha. Giai đoạn 1990 – 2010 tổng diện tích xói lở là: 4642ha và bồi tụ là 2542ha.

Toàn bộ tình hình biến động bờ biển các tỉnh Nam Bộ trong giai đoạn 1965-2010 được trình bày trong bảng 3.1. Từ các kết quả được trình bày trong bảng 3.1. có thể nhận xét rằng:

Bảng 3.1. Tương quan bồi tu-xói lở bờ biển các tỉnh Nam Bộ trong giai đoạn từ 1965 đến 2010

Các tỉnh ven biển Nam Bộ	1965-1990			1990-2010			1965-2010		
	Bồi (ha)	Xói (ha)	Cán cân bồi-xói	Bồi (ha)	Xói (ha)	Cán cân bồi-xói	Bồi (ha)	Xói (ha)	Cán cân bồi-xói
BR-VT	+397,1	-765,7	-368,6	+330,3	-474,3	-144,0	+727,4	1240,0	-512,6
TP HCM	+123,5	-1212,0	-1088,5	+468,2	-711,2	-243,0	+591,7	-1923,2	-1331,5
Tiền Giang	+1591,0	-1107,0	+484,0	+543,6	-899,0	-355,4	+213,6	-2006,0	+128,6
Bến Tre	+3384,0	-2367,0	+1017,0	+3758,0	-1330,0	+2428,0	+7142,0	-3697,0	+3445,0
Trà Vinh	+2116,0	-2093,0	+23,0	+1051,0	-1088,0	-37,0	+3167,0	-3181,0	-14,0
Sóc Trăng	+3321,0	-1515,0	+1806,0	+838,2	-1185,0	-346,8	+4159,2	-2700,0	+1459,2
Bạc Liêu	+1660,0	-1391,0	+269,0	+775,9	-1298,0	-522,1	+2435,9	-2689,0	-253,1
Cà Mau	+8775,0	-1774,0	+7001,0	+3091,0	-7903,0	-4812,0	+11866,0	-9677,0	+2189,0
Kiên Giang	+4644,0	-766,7	+3877,3	+2542,0	-4642,0	-2100,0	+7186,0	-5408,7	+1777,3
Tổng	+26011,6	-12991,4	+13020,2	+13398,2	-19530,5	-6132,3	+39409,8	-32521,9	+6887,9

- Trong giai đoạn 1965-1990, hầu hết bờ biển các tỉnh Nam Bộ đều được bồi tụ với tổng diện tích là 13.020,2 ha, trong đó, Cà Mau là tỉnh có diện tích được bồi lớn nhất: 7.001,0 ha. Riêng 2 tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu và thành phố Hồ Chí Minh là bị xói với diện tích đất bị mất tương ứng là 368,6 ha và 1088,5 ha;

- Trong giai đoạn 1990-2010, ngược lại, hầu hết bờ biển các tỉnh Nam Bộ đều bị xói lở với tổng diện tích đất bị mất là 6132,3 ha, trong đó, nhiều nhất là tỉnh Cà Mau-mất tới 7903 ha.

- Trong suốt thời gian 20 năm sau(1990-2010), xét về mặt diện tích, thì bờ biển các tỉnh Nam Bộ vẫn được bồi, nhưng tốc độ chỉ còn khoảng 1/2 (6887,9 ha) so với 25 năm đầu (1965-1990). Tuy nhiên, nếu tính cho đến thời điểm hiện nay (2013), thì giá trị này còn giảm bớt khá nhiều. Bởi vì, từ năm 2011 đến nay bờ biển vẫn bị xói lở mạnh. Trên cơ sở đó có thể đưa ra mức độ xói lở cho một số đoạn bờ trong vùng nghiên cứu (bảng 3.2)

Bảng 3.2. Mức độ xói của các đoạn bờ biển đới bờ châu thổ sông Cửu Long

	Mức độ xói lở		
	Yếu (tốc độ xói lở dưới 3m/ năm)	Trung bình (tốc độ xói lở 3- 5m/ năm)	Mạnh, rất mạnh (tốc độ xói trên 5m/ năm)
Bà Rịa-Vũng Tàu		Bình Châu, P. Nguyễn AnNinh	Phước Thuận, Lộc An, Phường 11
TP HCM		Thanh Hòa	Long Hòa, Cần Thạnh
Tiền Giang		Phú Tân, phía bắc cửa Tiểu	Bờ biển từ Vàm Láng- Tân Thành Gò Công Đông
Bến Tre	Cửa Ba Lai	Thạnh Phước	Thạnh Hải, Thừa Đức, An Thủy
Trà Vinh		An Thạnh, An Thạnh Nam	Hiệp Thành
Sóc Trăng		Vĩnh Châu	Vĩnh Hải, Trung Bình
Bạc Liêu			Cửa Gành Hào, phía bắc thị xã Bạc Liêu, phường Nhà Mát
Cà Mau		Năm Căn, Ngọc Hiển	Gành Hào, Rạch Gốc, Rạch Vàng, cửa Bò Đề
Kiên Giang	Kiên Lương		An Biên- An Minh, Hòn Đất

3.4. XU THẾ BIẾN ĐỔI BỜ BIỂN CÁC TỈNH NAM BỘ

3.4.1. Ý nghĩa của việc dự đoán biến đổi bờ biển

Như đã trình bày ở các phần trước, xói lở bờ biển là một tai biến thiên nhiên và ngày càng trở nên trầm trọng. Hiện nay và trong những năm tới, biến động bờ biển, xói lở hay bồi tụ, là phản ứng lại các nhân tố động lực đang có những biến thiên phức tạp khó đoán trước được. Quá trình bờ với mực nước biển hiện tại sẽ có những phản ứng bổ sung đối với sự thay đổi mực nước biển dù theo bất kỳ nguyên nhân nào, đặc biệt là đối với mực nước biển dâng hiện nay liên quan với sự nóng lên của khí hậu và sự can thiệp quá mức của con người.

Các kết quả nghiên cứu đánh giá hiện trạng và tình hình biến đổi bờ biển các tỉnh Nam Bộ, cũng như phân tích nguyên nhân trực tiếp và gián tiếp nêu trên là cơ sở để dự đoán xu thế biến động bờ biển các tỉnh Nam Bộ trong những năm tới. Tuy nhiên, trong báo cáo này, chỉ tập trung dự đoán cho một vài đoạn bờ xói lở. Dự đoán vị trí đường bờ biển, hoặc dự đoán chiều rộng của vùng nhạy cảm xói lở có ý nghĩa to lớn trong việc xây dựng quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội trên bờ biển. Ở nước ta, nói chung và ở Nam Bộ, nói riêng, từ trước đến nay, việc phát triển kinh tế-xã hội trên dải đất ven biển được tiến hành chưa tính đến quy luật hoạt động của tự nhiên và cũng được quản lý chặt chẽ. Nhiều công trình quốc tế, dân sinh đều được bố trí ngay sát bờ biển, đặc biệt là các khu du lịch. Đôi khi, con người đã đặt tài sản và, thậm chí, cả sinh mạng của mình vào những vị trí dễ bị tổn thương trên bờ biển. Do đó, nhiều hậu quả khôn lường đã xảy ra: nhà cửa, công trình bị sập đổ, mất đất sản xuất, v.v. như đã được đề cập ở phần trước. Lý do đơn giản nhất là không có diện tích đất lưu không (vùng đệm, hay vành đai an toàn).

Để phục vụ cho mục tiêu phát triển bền vững trong điều kiện biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng, những năm gần đây, đã có nhiều quốc gia, nhiều tổ chức rất quan tâm nghiên cứu và đề xuất các phương pháp tính toán khoảng đất lưu không này, nhằm dự báo cho các quy hoạch phát triển dài hạn (thường có thời gian 30-50 năm, thậm chí đến 100 năm), hoặc cho các quy mô quy hoạch khác nhau. Hiện nay, những nghiên cứu này rất phổ biến ở Australia và Hoa Kỳ, đặc biệt là các quốc đảo có diện tích nhỏ, như vùng Caribe hay vùng Tây Nam Thái Bình dương. Trên cơ sở các phương pháp như vậy, có thể sử dụng để dự đoán vị trí đường bờ biển cho vùng nghiên cứu trong những năm tới.

3.4.2. Dự đoán khoảng cách giạt lùi đường bờ

Để dự đoán vị trí đường bờ phục vụ cho quy hoạch phát triển, Cambers G. (www.unesco.org/sci/act/cosalc/cosalc2a.pdf) đã đưa ra khái niệm “*hành lang an toàn cho phát triển ven biển*” (Coastal development Setback). Theo tác giả này, khoảng cách giạt lùi cho phát triển ven biển có thể được định nghĩa là *khoảng cách bắt buộc tới điểm đặc trưng của bờ biển, như đường thực vật thường xuyên, mà trong đó tất cả hoặc một vài kiểu phát triển nào đó bị cấm*. Khoảng cách này có 4 chức năng như sau: 1) là đới đệm giữa biển và cơ sở hạ tầng ven biển; ở đây, bãi có thể được mở rộng hoặc thu hẹp một cách tự nhiên không cần có các công trình bảo vệ có thể làm hại cho toàn bộ hệ thống bãi; 2) chúng làm giảm thiệt hại cho tính chất bãi trong lúc sóng cao do bão; 3) cung cấp cơ hội sử dụng bãi biển lâu dài và 4) đảm bảo cuộc sống riêng cho những người sở hữu tài sản bờ biển và cho những ai thích nghỉ ngơi trên bờ biển. Từ đó, tác giả này cũng đưa ra biểu thức để tính khoảng cách an toàn cho phát triển ven biển:

$$\text{Khoảng cách an toàn} = (a + b + c)d$$

trong đó:

a là vị trí đường bờ được dự đoán sau khoảng thời gian quy hoạch (20, 30, 40 năm) dựa trên tốc độ thay đổi đường bờ trong quá khứ (20, 30 hay 40 năm gần đây) được tính bằng mét;

b là thay đổi vị trí đường bờ có thể xảy ra sau một trận bão chính được tính bằng mét;

c là tốc độ giạt lùi đường bờ do mực nước biển dâng (m/năm) và

d là nhân tố phụ thuộc vào hoàn cảnh tự nhiên của vùng và các hoạt động của con người (không có thứ nguyên).

Từ biểu thức trên, có thể tính được khoảng cách giạt lùi cho mỗi đoạn bờ trên cơ sở tính được các tham số a , b , c và d . Áp dụng cách tính này cho một số đoạn bờ vùng nghiên cứu. Cambers đã đưa ra cách xác định giá trị các tham số a , b , c và d như sau.

Để tính tham số a , trước hết giả sử thời gian quy hoạch cho một dự án là 30 năm đối với các công trình có tuổi trung bình. Tuy nhiên, trong đa số trường hợp, người ta thường xác định thời hạn của dự án là 50 năm. Tuy nhiên, hiện nay ở nước ta chưa có quy định này. Do đó, có thể lấy khoảng thời gian là 10 năm (đến 2020), 20 năm (đến 2030) hoặc 40 năm (đến 2050). Còn tốc độ xói lở bờ biển trong quá khứ lấy là 20 năm (1990-2010). Kết quả tính toán tốc độ xói lở bờ biển vùng nghiên cứu được trình bày trong phụ lục 1. Trong trường hợp nghiên cứu này, thời gian quy hoạch được tính theo các năm cụ thể là: 2020, 2030 và 2050.

Về tham số b: xói lở bờ tạm thời sau một trận bão chính. Vì trong vùng nghiên cứu rất ít khi có bão, do đó, hầu như không xảy ra xói lở ngắn hạn (xói lở tạm thời). Bởi vậy, tham số *b* có thể bỏ qua.

Xác định tốc độ xói lở do mực nước biển dâng c (m/năm). Tốc độ xói lở do ảnh hưởng của mực nước biển dâng được tính theo Quy tắc Bruun, như đã được trình bày trong chương 1. Tuy nhiên, theo kết quả tính toán của nhiều nhà khoa học, thì tốc độ xói lở có thể lớn hơn tốc độ dâng mực nước biển khoảng 50 đến 200 lần (IPCC,II,6). Cambers và một số nhà khoa học ở Australia đã lấy giá trị *trung bình là 100 lần*. Trong báo cáo này cũng lấy theo giá trị này. Giá trị mực nước biển dâng dựa theo Kịch bản mực nước biển dâng đến năm 2100 do Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2011, trong đó bờ biển Nam Bộ thuộc 2 vùng: Kê Gà-Cà Mau và Cà Mau-Kiên Giang. Trong báo cáo này chỉ tính theo giá trị cao của Kịch bản phát thải trung bình (B2). Nhiều nhà nghiên cứu cho rằng, trong tương lai sẽ có thể xảy ra mực nước biển dâng tăng cường, nghĩa là sẽ lớn hơn các giá trị đã được dự đoán. Lúc đó, tốc độ xói lở cũng sẽ được tăng lên.

Xác định tham số d. Nhân tố này được xác định dựa vào một số đặc điểm của vùng, cả ở ngoài khơi (có thêm lục địa nông, rạn san hô, v.v; biến đổi hệ sinh thái ngoài khơi; đặc điểm bờ; hoạt động của con người, quy hoạch phát triển bờ, cấu trúc bảo vệ bờ, v.v. Người ta quy định chia thành 4 mức với các giá trị như sau:

- 1,0 không có nhân tố đặc biệt quan trọng nào
- 1,5 có một vài nhân tố gây tổn thương trung bình đối với thay đổi bờ
- 2,0 có một vài nhân tố gây tổn thương cao đối với thay đổi bờ và
- 2,5 có một vài nhân tố gây tổn thương rất cao đối với thay đổi bờ.

Do đó, trong trường hợp vùng nghiên cứu, có thể giả thiết không có nhân tố nào quan trọng gây tổn thương đối với biến đổi bờ biển-nghĩa là lấy giá trị là 1.

Với những kết quả về tốc độ biến đổi đường bờ biển trong 20 năm (1990-2010) với các giá trị thấp, trung bình và cao kết hợp với kịch bản B2 về mực nước biển dâng, đề tài đã tiến hành đánh giá dự đoán chiều rộng vùng đất bị mất cho các năm 2020, 2030 và 2050, nghĩa là sau các khoảng thời gian 7, 17 và 37 năm tính từ năm 2014.

Bờ biển Bình Châu đến Lộc An, huyện Xuyên Mộc và Đất Đỏ, thuộc tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu. Đoạn bờ này có chiều dài khoảng 30 km. Tốc độ xói lở trong giai đoạn 1990-2010 đã tính được với các giá trị: thấp nhất là 3,73 m/năm, cao nhất đạt 10,3 m/năm và trung bình là 7,1 m/năm. Cũng tiến hành tương tự như trên, sẽ thu được vị trí các đường bờ bị giạt lùi về phía đất liền vào các năm 2020, 2030 và 2050 như sau:

Thấp nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 3,7) + (0,09 \times 100) \times 1 = 34,9 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 3,7) + (0,14 \times 100) \times 1 = 76,9 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 3,7) + (0,27 \times 100) \times 1 = 163,9 \text{ mét}$$

Trung bình:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 7,1) + (0,09 \times 100) \times 1 = 58,7 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 7,1) + (0,14 \times 100) \times 1 = 134,7 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 7,1) + (0,27 \times 100) \times 1 = 289,7 \text{ mét}$$

Cao nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 10,3) + (0,09 \times 100) \times 1 = 81,1 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 10,3) + (0,14 \times 100) \times 1 = 189,1 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 10,3) + (0,27 \times 100) \times 1 = 408,1 \text{ mét}$$

Bờ phía tây Cửa Lấp, thành phố Vũng Tàu. Đoạn bờ này có chiều dài khoảng 10 km tính từ Cửa Lấp đến bờ biển phía ngoài khu nghỉ dưỡng Chí Linh. Trong giai đoạn 1990-2010, đoạn bờ này bị xói lở trung bình 7,4 m/năm, thấp nhất là 2,8 m/năm và cao nhất là 12,3 m/năm. Với cách tính tương tự như trên, có thể dự đoán vị trí đường bờ vào các năm 2020, 2030 và 2050 so với năm 2010.

Thấp nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 2,8) + (0,09 \times 100) = 28,6 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 2,8) + (0,14 \times 100) = 56,6 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 2,8) + (0,27 \times 100) = 103,6 \text{ mét}$$

Trung bình:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 7,4) + (0,09 \times 100) = 60,8 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 7,4) + (0,14 \times 100) = 139,8 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 7,4) + (0,27 \times 100) = 300,8 \text{ mét}$$

Cao nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 12,3) + (0,09 \times 100) = 95,1 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 12,3) + (0,14 \times 100) = 223,1 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 12,3) + (0,27 \times 100) = 505,1 \text{ mét.}$$

Bờ biển huyện Cần Giờ. Đoạn bờ biển huyện Cần Giờ được đưa vào tính toán dự đoán có chiều dài 20 km. Tốc độ xói lở tính được trong giai đoạn 1990-2010 với giá trị nhỏ nhất là 5,3 mét/năm, trung bình đạt 11,8 mét/năm và lớn nhất là 19,0 mét/năm. Với cách tính tương tự như trên, đã dự đoán được vị trí đường bờ vào các năm 2020, 2030 và 2050 tương ứng với các kịch bản nước biển dâng như sau:

Thấp nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 5,3) + (0,09 \times 100) = 46,1 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 5,3) + (0,14 \times 100) = 104,1 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 5,3) + (0,27 \times 100) = 223,1 \text{ mét}$$

Trung bình:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 11,8) + (0,09 \times 100) = 91,6 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 11,8) + (0,14 \times 100) = 214,6 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 11,8) + (0,27 \times 100) = 463,6 \text{ mét}$$

Cao nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 19) + (0,09 \times 100) = 142,0 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 19) + (0,14 \times 100) = 337,0 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 19) + (0,27 \times 100) = 730,0 \text{ mét}$$

Bờ biển huyện Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh. Bờ biển huyện duyên hải bị xói lở đã từ lâu. Tại xã Hiệp Thạnh và Dân Thành, còn ở xã Đông Hải, thì xói lở xảy ra từ năm 1965. Tuy nhiên, lúc đó xói lở có thể xảy ra chưa liên tục. Bởi vì, bờ biển xã Trường Long Hòa, nơi có cồn cát Ba Động, vẫn chưa bị xói. Nhưng hiện nay, trên toàn dải bờ biển các xã này đều đã và đang bị xói lở. Nếu tính từ năm 1990 đến 2010, tốc độ xói lở ở khu vực này thấp nhất là 4,60 mét/năm và cao nhất là 13,60 mét/năm và trung bình là 7,6 mét/năm.

Thay các giá trị này vào biểu thức trên sẽ dự đoán được vị trí đường bờ vào các năm 2020, 2030 và 2050 ở các mức thấp nhất, cao nhất và trung bình như sau:

Thấp nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 4,6) + (0,09 \times 100) \times 1 = 41,2 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 4,6) + (0,14 \times 100) \times 1 = 92,2 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 4,6) + (0,27 \times 100) \times 1 = 197,2 \text{ mét}$$

Trung bình:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 7,6) + (0,09 \times 100) \times 1 = 62,2 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 7,6) + (0,14 \times 100) \times 1 = 143,2 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 7,6) + (0,27 \times 100) \times 1 = 308,2 \text{ mét}$$

Cao nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 13,6) + (0,09 \times 100) \times 1 = 104,2 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 13,6) + (0,14 \times 100) \times 1 = 245,2 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 13,6) + (0,27 \times 100) \times 1 = 530,2 \text{ mét}$$

Bờ biển phía tây nam tỉnh Bạc Liêu. Đoạn bờ phía tây tỉnh Bạc Liêu có chiều dài không 40 km thuộc khu vực Gành Hào và lân cận. Trong giai đoạn 1990-2010, bờ biển ở đây bị xói lở khá mạnh và tương đối đồng đều với tốc độ nhỏ nhất là 13,3 mét/ năm, trung bình là 22,2 mét/năm và cực đại là 37,2 mét/năm. Từ đó, dự đoán được vị trí đường bờ biển vào các năm 2020, 2030 và 2050 so với năm 2010 tương ứng với các kịch bản nước biển dâng.

Nhỏ nhất

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 13,3) + (0,09 \times 100) = 102,1 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 13,3) + (0,14 \times 100) = 240,1 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 13,3) + (0,27 \times 100) = 519,1 \text{ mét}$$

Trung bình:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 22,2) + (0,09 \times 100) = 164,4 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 22,2) + (0,14 \times 100) = 391,4 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 22,2) + (0,27 \times 100) = 848,4 \text{ mét}$$

Cao nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 37,2) + (0,09 \times 100) = 269,4 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 37,2) + (0,14 \times 100) = 646,4 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 37,2) + (0,27 \times 100) = 1.403,4 \text{ mét}$$

Bờ biển Phú Tân-Trần Văn Thời, tỉnh Cà Mau. Đoạn bờ này có chiều dài khoảng 40 km. Trong giai đoạn 1990-2010, bờ biển ở đây bị xói lở tương đối mạnh với tốc độ nhỏ nhất là 16,3 mét/năm, tốc độ trung bình đạt 25,7 mét/năm và tốc độ lớn nhất là 32,2 mét/năm. Cũng tính tương tự như trên, có thể dự báo vị trí đường bờ biển ở đây vào các năm 2020, 2030 và 2050 theo các kịch bản mực nước biển dâng của vùng như sau:

Nhỏ nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 16,3) + (0,10 \times 100) = 124,1 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 16,3) + (0,15 \times 100) = 292,1 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 16,3) + (0,30 \times 100) = 627,1 \text{ mét}$$

Trung bình:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 25,7) + (0,10 \times 100) = 189,9 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 25,7) + (0,15 \times 100) = 451,9 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 25,7) + (0,30 \times 100) = 980,9 \text{ mét}$$

Lớn nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 32,2) + (0,10 \times 100) = 235,4 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 32,2) + (0,15 \times 100) = 562,4 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 32,2) + (0,30 \times 100) = 1.221,4 \text{ mét.}$$

Bờ biển huyện An Minh, tỉnh Kiên Giang. Đoạn bờ này có chiều dài khoảng 20 km chạy theo hướng gần kinh tuyến. Đây là đoạn bờ có tốc độ xói lở nhanh nhất trong giai đoạn 1990-2010 với tốc độ chênh nhau khá lớn: tốc độ thấp nhất là 30,0 mét/ năm, trung bình là 66,4 mét/năm và cao nhất đạt tới 126,6 mét năm. Dưới đây là dự đoán vị trí đường bờ biển vào các năm 2020, 2030 và 2050 theo các kịch bản mực nước biển dâng.

Thấp nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 30,0) + (0,10 \times 100) = 220,0 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 30,0) + (0,15 \times 100) = 525,0 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 30,0) + (0,30 \times 100) = 840,0 \text{ mét}$$

Trung bình:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 66,4) + (0,10 \times 100) = 474,8 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 66,4) + (0,15 \times 100) = 1.143,8 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 66,4) + (0,30 \times 100) = 2.486,8 \text{ mét}$$

Cao nhất:

$$\text{Năm 2020: } (7 \times 126,6) + (0,10 \times 100) = 896,2 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2030: } (17 \times 126,6) + (0,15 \times 100) = 2.067,2 \text{ mét}$$

$$\text{Năm 2050: } (37 \times 126,6) + (0,30 \times 100) = 4.714,2 \text{ mét}$$

Chương 4

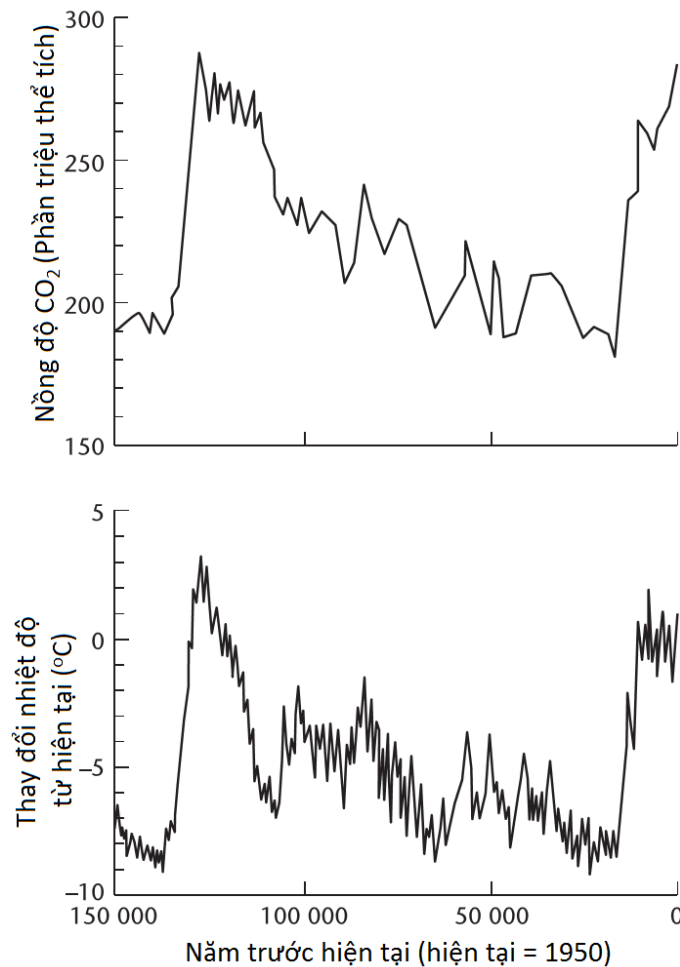
TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẾN BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN CÁC TỈNH NAM BỘ

4.1 KHÁI QUÁT VỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG

4.1.1. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng trong quá khứ

Trong suốt chiều dài lịch sử hình thành và tiến hóa bề mặt Trái Đất, đã xảy ra nhiều lần biến đổi khí hậu. Dấu ấn của những biến đổi đó còn được ghi lại rất nhiều ở những đối tượng tự nhiên khác nhau: thành phần đất đá trầm tích, địa hình, thực vật cũng như các cảnh quan trên bề mặt Trái Đất. Tuy nhiên, càng lùi xa về quá khứ, thì những dấu ấn đó càng không rõ rệt. Chỉ trong thời gian địa chất gần đây, đặc biệt là kỷ Đệ tứ (còn gọi là kỷ Nhân sinh-con người được sinh ra), thì những dấu ấn của biến đổi khí hậu mới được biểu hiện rõ ràng (bởi vì chưa bị làm lu mờ theo thời gian). Cũng từ những bằng chứng này, các nhà khoa học trên thế giới đã đưa thêm những nghiên cứu về cổ địa mạo, cổ khí hậu, cổ thủy văn và chung nhất là cổ địa lý.

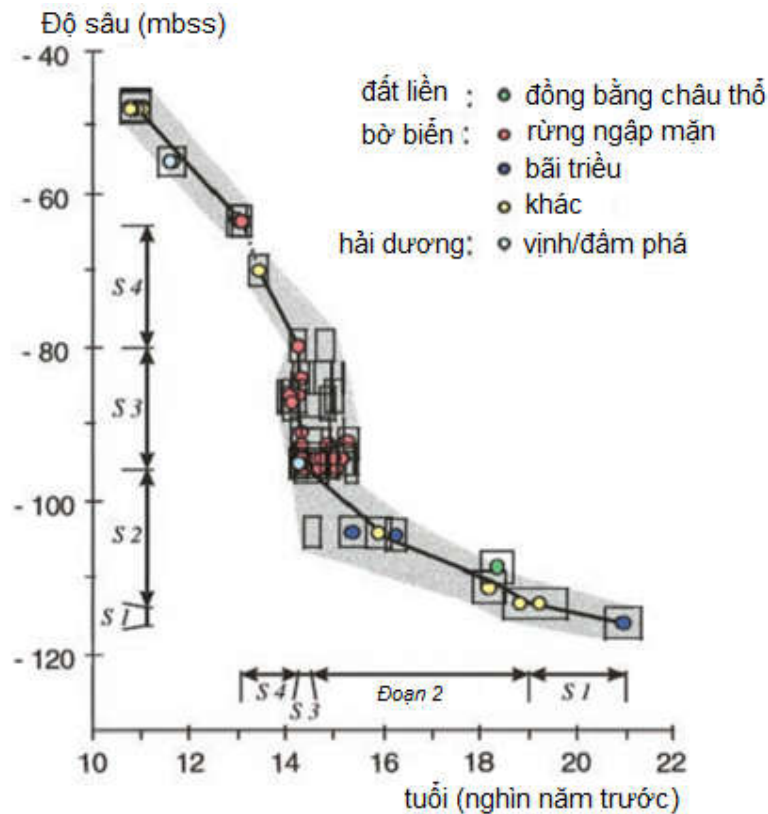
Một trong những đặc trưng quan trọng của biến đổi khí hậu là sự thay đổi nhiệt độ của lớp không khí gần mặt đất nói riêng và trong khí quyển của Trái đất nói chung. Kèm theo sự tăng hay giảm nhiệt độ (nóng lên hay lạnh đi) là sự tăng hay giảm mực nước biển (biển tiến-biển lùi). Bằng chứng này được xác nhận thông qua phân tích lõi khoan băng tại trạm Vostok ở Nam Cực (hình 4.1 [theo 121]). Từ hình 4.1 có thể thấy rằng, trong vòng khoảng 150.000 năm qua, trên Trái đất đã 2 lần xảy ra nhiệt độ cao (vào thời điểm khoảng 120.000 và 6000 năm trước) và 2 lần nhiệt độ thấp (vào thời điểm khoảng 140.000 và 20.000 năm trước). Tương ứng với chúng là 2 lần biển tiến và 2 lần biển lùi. Lần biển tiến sau được gọi là Biển tiến Flandrian, còn lần biển lùi sau được gọi là Cực đại Băng hà Lần cuối.



Hình 4.1. Biểu đồ khí hậu cho lớp băng ở Đông Nam Cực (lõi khoan băng Vostok) trong chu kỳ băng hà-gian băng cuối cùng (sửa đổi từ Petit và đồng nghiệp, 1999). Lưu ý là, sự nóng lên nhanh chóng được theo sau bởi quá trình nguội lạnh có độ dốc thoải hơn và mối tương quan chặt chẽ của nhiệt độ và CO₂ [121].

Cũng từ hình 4.1 có thể nhận thấy rõ một điều quan trọng là, khoảng thời gian ấm lên làm cho mực nước biển dâng lên rất ngắn (chỉ khoảng 1/5 thời gian), trong khi quá trình nguội lạnh kéo dài hơn nhiều (chiếm tới 4/5 thời gian) và trong quá trình nguội lạnh này lại có những thời kỳ ấm hơn không kéo dài và cũng không đạt giá trị cực đại. Điều này cần tiếp tục được nghiên cứu và đưa ra những dự đoán thích hợp hơn với sự hợp tác của nhiều nhà khoa học thuộc các lĩnh vực khác nhau.

Cho đến nay, tiến trình dâng lên của mực nước biển sau Cực đại Băng hà Lần Cuối liên quan với biến đổi khí hậu đã được nhiều nhà khoa học thuộc các lĩnh vực khác nhau nghiên cứu và đã được đánh giá tương đối đầy đủ và chi tiết cả ở quy mô toàn cầu, khu vực và địa phương. Ví dụ cho thêm lục địa Sunda, trong đó có Việt Nam được chỉ ra ở hình 4.2 [77] (xem hình 3.21, Chương 3).



Hình 4.2. Đường cong mực biển cho thêm lục địa Sunda nhận được từ các dạng đường bờ. Các điểm màu: các tuổi chắc chắn nhất; Các hình chữ nhật: đứng-mở rộng thủy triều cực đại; nằm ngang-xác suất 1 σ . Băng màu xám-phạm vi của 1 σ và ảnh hưởng của thủy triều; đường đen-vị trí chắc chắn nhất của đường cong mực biển. Trạng thái bình ổn của 14C có thể gây ra các điểm tuổi phức tạp và các thanh sai số (các hình chữ nhật) trong xác suất 1 σ không có điểm tuổi. mbss-mét dưới mực biển [77].

Theo Sathiamurty và Voris [120], thời kỳ Cực đại Băng hà Lần cuối trên thềm lục địa Sunda xảy ra cách ngày nay khoảng 21.000 năm và mực biển lúc bấy giờ thấp hơn hiện nay 116 mét. Trên hình 4.2, Hanebuth và đồng nghiệp [77] đã chia ra 4 đoạn: S_1 , S_2 , S_3 và S_4 tương ứng với khoảng thời gian và tốc độ dâng mực biển khác nhau. S_1 (từ 21.000-19.000 năm trước), mực biển dâng lên được 2 mét, với tốc độ chậm-chỉ đạt 1mm/năm ($1\sigma = 1,4\text{mm/năm}$). So sánh với biên độ thủy triều là 2 mét, thì mực biển là ổn định; S_2 (từ 19.000 đến 14.600 năm trước), mực biển dâng lên được 18 mét với tốc độ đạt 4,1mm/năm ($1\sigma \pm 0,8\text{mm/năm}$); S_3 (từ 14.600 đến 14.300 năm trước), mực biển dâng lên được 16 mét với tốc độ được gia tăng đáng kể tới 53,3mm/năm. Tuy nhiên, tốc độ có thể được đánh giá từ phân bố xác suất độ chính xác của tuổi dao động từ 2,8 đến 16,0m/100 năm. Giá trị cao có thể do ảnh hưởng của điều kiện địa phương, như tích tụ trầm tích, phát triển rừng ngập mặn, v.v., và S_4 (từ 14.300 đến 13.100 năm trước), mực biển dâng lên được 16 mét, với tốc độ đạt 13,3mm/năm ($1\sigma = 3,3\text{mm/năm}$). Sau đó mực biển dâng chậm dần. Tuy nhiên, vào thời kỳ tối ưu khí hậu Holocen, bắt đầu từ khoảng 9.500 đến 6.000 năm trước, nhiệt độ lại được tăng lên và cao hơn hiện nay khoảng 2°C, khiến cho mực nước biển dâng lên với tốc độ xấp xỉ 10mm/năm [121]. Còn từ 6.000 năm trước đến nay, nhiệt độ hạ thấp dần để đạt được giá trị như hiện nay.

4.1.2. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng hiện nay và xu thế tương lai

Trên thế giới. Gần đây, các kết quả nghiên cứu về khí hậu cho thấy, nhiệt độ của bề mặt Trái đất trên quy mô toàn cầu đang được tăng lên. Hầu hết các số liệu quan trắc đều cho thấy rằng, nhiệt độ không khí và nước đại dương đều tăng, trong đó tăng nhanh hơn ở vùng cực Bắc. Trong vòng 100 năm qua (1906-2005), nhiệt độ trung bình toàn cầu đã tăng 0,74°C [4]. Có nhiều lý do làm cho nhiệt độ trên Trái đất tăng lên, trong đó có sự gia tăng

nồng độ CO₂ trong khí quyển. Theo báo cáo của IPCC [92], nồng độ CO₂ trong khí quyển vào thập niên 1990 là 330ppm, nếu trong thế kỷ XXI, giá trị tăng lên gấp đôi, thì nhiệt độ sẽ tăng lên 1-2°C, tương đương với thời kỳ Tối ưu Khí hậu trong Holocen.

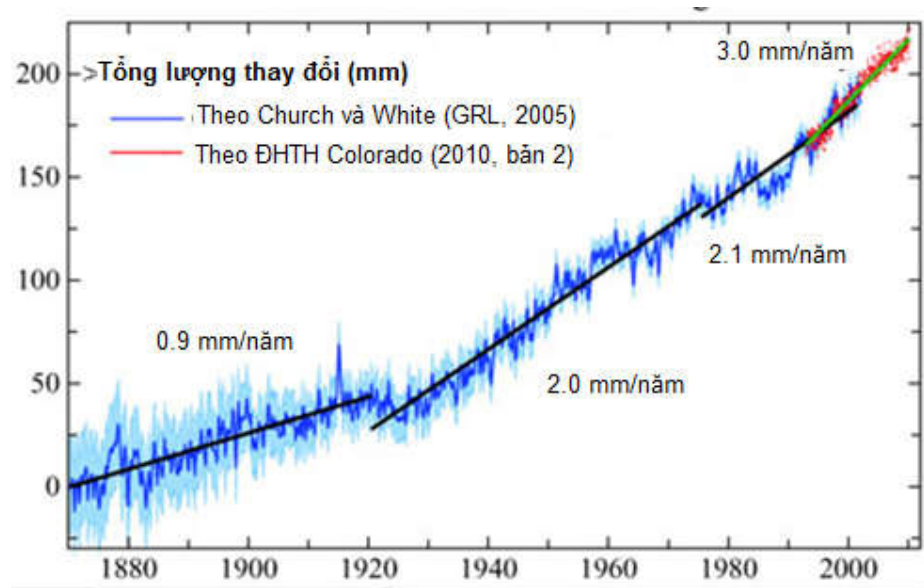
Kèm theo nhiệt độ trên bề mặt Trái đất, đặc biệt đối với vùng Bắc cực, và bề mặt đại dương tăng lên, thì *mực nước biển cũng được dâng lên* do dẫn nở của nước đại dương và tan chảy các khối băng trên lục địa, cũng như nước mặt từ lục địa (bảng 4.1 [79]). Đồng thời, nhiệt độ bề mặt Trái đất tăng cũng gây ra sự chênh lệch áp suất giữa lục địa và đại dương dẫn đến *tăng các hiện tượng thời tiết cực đoan, đặc biệt là bão và áp thấp nhiệt đới* (cả về tần suất lẫn cường độ).

Bảng 4.1. Cán cân mực biển trung bình toàn cầu (mm/năm) qua các khoảng thời gian khác nhau theo quan trắc [79]

Nguồn đóng góp	1901-1990	1971-2010	1997-2010
Dãn nở do nhiệt	-	0,8(0,5 ÷ 1,1)	1,1 (0,8 ÷ 1,4)
Băng hà (trừ Greenland và Nam Cực)	0,54(0,47÷0,61)	0,62(0,25÷0,99)	0,76(0,39÷1,13)
Băng hà ở Greenland	0,15(0,1÷0,19)	0,06(0,03÷0,09)	0,1(0,07÷0,13)
Khiên băng Greenland	-	-	0,33(0,25÷0,41)
Khiên băng Nam Cực	-	-	0,27(0,16÷0,38)
Nước từ lục địa	-0,11(-0,16÷-0,06)	0,12(0,03÷0,22)	0,38(0,26÷0,41)
Tổng đóng góp	-	-	2,8(2,3÷3,4)
Mực biển TB toàn cầu theo quan trắc	1,5(1,3÷1,7)	2,0(1,7÷2,3)	3,2(2,8÷3,6)

Các kết quả quan trắc mực nước tại nhiều nơi trên thế giới cho thấy, trong thế kỷ XX, mực nước biển dâng trên toàn cầu đạt tốc độ từ 0,8 đến 3,3 mm/năm và giá trị trung bình là 1,8 mm/năm, còn theo số liệu đo mực nước biển từ vệ tinh Jason1 và Jason 2, thì trong giai đoạn 1993-2011, mực nước biển dâng lên với tốc độ 3,2 mm/năm. Năm 2007, IPCC cũng đã đưa ra kịch bản về mực nước biển dâng đến thời gian 2090-2099 so với khoảng thời gian

1980-1999 (bảng 4.2 [121] và hình 4.3 [134]). IPCC cũng đã đưa ra các kịch bản về mực nước biển dâng liên quan tới biến đổi khí hậu vào thế kỷ 21: kịch bản phát thải thấp (B1)-mực biển vẫn chỉ dâng lên với tốc độ 1,8 mm/năm; kịch bản phát thải trung bình (B2)-mực biển dâng với tốc độ 2,4 mm/năm và Kịch bản phát thải cao (A1FI)-mực nước biển dâng với tốc độ đạt tới 4,0 mm/năm.



Hình 4.3. Mực nước biển trung bình toàn cầu trong giai đoạn 1870-2010

Nguồn: www.worldviewofglobalwarming.org/pages/rising-seas.html

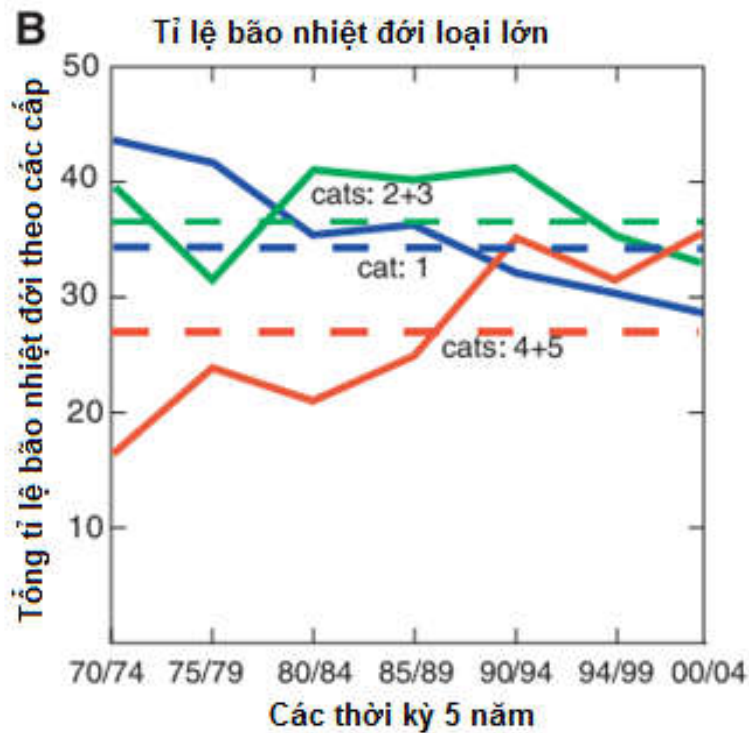
Bảng 4.2. Các kịch bản về mực nước biển dâng đến cuối thế kỷ XXI [theo 121]

Kịch bản	Mực nước biển dâng (mét)
<i>B1 (sự tăng trưởng thân thiện về sinh thái)</i>	0,18 - 0,38
A1T (thay đổi nguồn năng lượng tái tạo)	0,20 - 0,45
B2 (có các giải pháp địa phương đối với vấn đề môi trường)	0,20 - 0,43
A1B (cân bằng giữa nguồn năng lượng hóa thạch và tái tạo)	0,21 - 0,48
A2 (các quốc gia hoạt động độc lập)	0,23 - 0,51
A1FI (tiếp tục phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch)	0,26 - 0,59

Về bão gia tăng liên quan với biến đổi khí hậu. Trong Báo cáo Đánh giá Thứ 4 của IPCC (2007) đã đưa ra nhận xét là không có xu thế rõ ràng về số lượng các xoáy thuận nhiệt đới hàng năm liên quan tới sự tăng nhiệt độ trên bề mặt Trái đất. Nhưng theo [134], thì nhiệt độ đại dương nóng lên là một trong những nhân tố ảnh hưởng đến xoáy thuận nhiệt đới. Đồng thời nhiệt của đại dương và bốc hơi nước lại góp phần làm cho các xoáy thuận nhiệt đới mạnh hơn. Cả hai điều kiện này đều đã tăng trong mấy chục năm qua. Kết quả phân tích số liệu bão từ năm 1970 đến 2004 ở các đại dương khác nhau cho thấy, các cơn bão có cường độ loại 1, 2 và 3 giảm, trong khi đó các cơn bão có cường độ loại 4 và 5 tăng lên rõ rệt (bảng 4.3 và hình 4.4) [134].

Bảng 4.3. Thay đổi số lượng bão loại 4 và 5 trong các giai đoạn 1970-1989 và 1990-2004

Khu vực	Giai đoạn			
	1970-1989		1990-2004	
	Số lượng	%	Số lượng	%
Đông Thái Bình dương	36	25	49	35
Tây Thái Bình dương	85	25	116	41
Tây Nam Thái Bình dương	10	12	22	28
Bắc Đại Tây dương	16	20	25	25
Bắc Ấn Độ dương	1	8	7	25
Nam Ấn Độ dương	23	18	50	34



Hình 4.4. Tổng số các cơn bão loại 1 (màu lục), loại 2 và 3 (màu xanh) và loại 4 và 5 (màu đỏ) trong giai đoạn 1970-2004 [134]

Ở Việt Nam. Cũng như trên thế giới, biến đổi khí hậu ở Việt Nam cũng được thể hiện rõ qua các số liệu đo đạc về mực nước biển, nhiệt độ, lượng mưa, v.v. Theo [4], trong khoảng 50 năm trở lại đây, nhiệt độ không khí trung bình ở Việt Nam đã tăng lên $0,5^{\circ}\text{C}$ và có xu hướng tăng chậm ở phía nam, còn lượng mưa thì có xu hướng giảm ở phía bắc và tăng ở phía nam. Còn sự thay đổi mực biển ở Việt Nam đã được nhiều nhà khoa học quan tâm. Đầu tiên là những kết quả tính toán của Nguyễn Ngọc Thụy và đồng nghiệp [48]. Trên cơ sở số liệu đo mực nước biển trong khoảng thời gian 37 năm (1957-1994) tại 4 trạm Hải văn dọc bờ biển Việt Nam là Hòn Dấu, Đà Nẵng, Quy Nhơn và Vũng Tàu, các tác giả này đã tính được mực nước dâng lên tại các trạm tương ứng là 2,15; 1,198; 0,957 và 3,203 mm/năm. Gần đây những tính toán của Đinh Văn Ưu và đồng nghiệp [53] cho các kết quả như sau: Hòn Dấu: 3,8

mm/năm; Côn Cỏ: 0,07 mm/năm; Sơn Trà: 2,0 mm/năm; Quy Nhơn hạ xuống 1,4 mm/năm; Vũng Tàu: 3,3 mm/năm và Phú Quốc: 3,0 mm/năm. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu của Viện Khí tượng, Thủy văn và Môi trường lại cho kết quả khác: Hòn Dấu: 3,88 mm/năm; Sơn Trà: 3,10 mm/năm và Vũng Tàu: 3,38 mm/năm [54]. Nếu lấy giá trị mực nước biển dâng lên trung bình toàn cầu trong thế kỷ XX là 1,8 mm/năm, thì từ các số liệu do Nguyễn Ngọc Thụy và đồng nghiệp đưa ra cho thấy, dải lục địa ven biển ở khu vực Đà Nẵng và Quy Nhơn (nếu không muốn nói cho cả các tỉnh ven biển Nam Trung Bộ) đang được nâng lên với tốc độ khoảng 0,8 mm/năm (1,8-(+0,957) và 1,8 – (+1,198)), còn ở Đồ Sơn và Vũng Tàu lại cho thấy vỏ Trái đất có xu hướng hạ xuống với giá trị tương ứng là 0,35 mm/năm và 1,4 mm/năm. Điều này cần được xác minh bằng các cứ liệu địa chất (?).

Năm 2011, Bộ Tài nguyên và Môi trường [4] đã đưa ra kịch bản mực nước biển dâng cho 7 khu vực ở Việt Nam là: (1) Khu vực bờ biển từ Móng Cái đến Hòn Dấu; (2) Khu vực bờ biển từ Hòn Dấu đến Đèo Ngang; (3) Khu vực bờ biển từ Đèo Ngang đến đèo Hải Vân; (4) Khu vực bờ biển từ Đèo Hải Vân đến Mũi Đại Lãnh; (5) Khu vực bờ biển từ Mũi Đại Lãnh đến Mũi Kê Gà; (6) Khu vực bờ biển từ Mũi Kê Gà đến Mũi Cà Mau; và (7) Khu vực bờ biển từ Mũi Cà Mau đến Hà Tiên đến năm 2100. Vùng nghiên cứu nằm trong 2 khu vực 6 và 7 (bảng 4.4 [4]). Kèm theo các kịch bản này là những bản đồ thể hiện diện tích ngập cho các vùng đất thấp ven biển nước ta.

Bảng 4.4. Các kịch bản mực nước biển dâng trong thế kỷ XXI trong vùng nghiên cứu [4]

Mực nước biển dâng theo kịch bản phát thải thấp (cm)

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Từ Kê Gà đến Cà Mau	8-9	11-13	17-19	22-26	28-34	34-42	42-50	46-59	51-66
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	9-10	13-15	18-21	24-28	30-37	35-45	43-54	48-63	54-72

Mức nước biển dâng theo kịch bản phát thải trung bình (cm)

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Từ Kê Gà đến Cà Mau	8-9	12-14	17-20	23-27	30-35	37-44	44-54	51-64	59-75
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	9-10	13-15	19-22	25-30	32-39	39-49	47-59	55-70	62-82

Mức nước biển dâng theo kịch bản phát thải cao (cm)

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Từ Kê Gà đến Cà Mau	8-9	13-14	19-21	26-30	35-42	45-53	56-68	68-83	79-99
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	9-10	14-15	20-23	28-32	38-44	48-57	60-72	72-88	85-105

Gần đây, một số nhà nghiên cứu ở Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường còn tính các kịch bản mực nước biển dâng cho từng tỉnh có biển ở Việt Nam (bảng 4.5 và hình 4.5) [55].

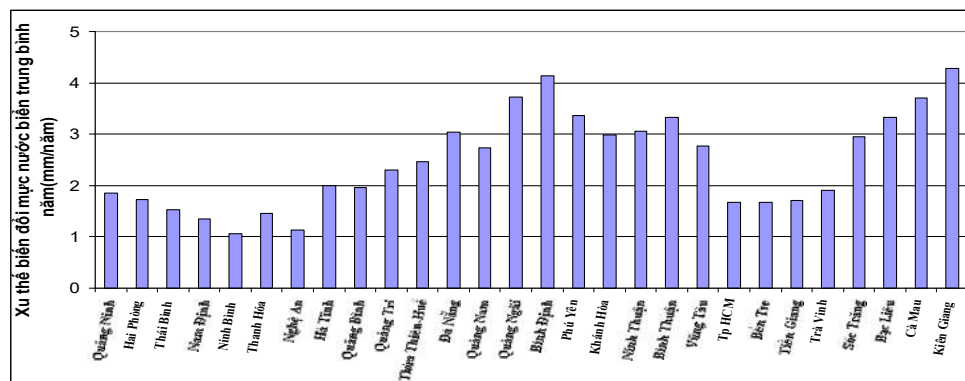
Mặc dù các số liệu về mực nước biển dâng ven bờ biển Việt Nam còn có sự khác nhau giữa các nhà nghiên cứu cho từng đoạn bờ và khoảng thời gian cụ thể, nhưng đều cho thấy, mực nước biển đang dâng lên không đồng đều trên các đoạn bờ biển khác nhau. Điều đó có liên quan tới sự nâng lên hay hạ xuống của vỏ trái đất trên từng đơn vị cấu trúc kiến tạo khác nhau được phân bố dọc theo bờ biển Việt Nam. Riêng trong phạm vi nghiên cứu, có hai đơn vị cấu trúc kiến tạo như đã trình bày ở phần đầu.

Bảng 4.5. Mức nước biển dâng (mm/năm) tại các tỉnh ven biển Nam Bộ [52]

STT	Tỉnh	Xu thế mực nước biển	STT	Tỉnh	Xu thế mực nước biển
1	B Rịa-Vũng Tàu	2,77	6	Sóc Trăng	2,95
2	TP Hồ Chí Minh	1,67	7	Bạc Liêu	3,33
3	Tiền Giang	1,67	8	Cà Mau	3,71
4	Bến Tre	1,70	9	Kiên Giang	4,28
5	Trà Vinh	1,91			

Gần đây, những tính toán theo số liệu thực đo mực nước tại các trạm Vũng Tàu, Năm Căn và Rạch Giá trong khoảng thời gian 2002-2012 của Bùi Xuân Thông và đồng nghiệp [47] đã đưa ra kết quả tương ứng với các địa điểm trên là: 3,6; 3,0 và 4,2 mm/năm. Kết quả này được chúng tôi sử dụng để phân tích, đánh giá biến động bờ biển khu vực.

Về bão và áp thấp nhiệt đới. Theo [4], số lượng xoáy thuận nhiệt đới hoạt động trên Biển Đông có xu hướng tăng nhẹ, trong khi số lần ảnh hưởng hoặc đổ bộ vào bờ biển và đất liền Việt Nam lại tăng lên rõ rệt [4]. Cũng qua số liệu thống kê, tần suất của các cơn bão đổ bộ cũng tăng dần về phía nam.



Hình 4.5. Xu thế biến đổi mực nước biển trung bình năm của các tỉnh ven biển [52]

Theo số liệu thống kê của Matsumoto và Shoji, từ năm 1951 đến năm 2000, đã có 218 cơn bão đổ bộ vào Việt Nam [99], bình quân có 4,36 lần/năm. Tuy nhiên, số các trận bão này phân bố không đều theo từng năm. Nếu chia từng khoảng 10 năm (1951-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990 và 1991-2000), thì số các trận bão liên tục tăng với các giá trị tương ứng là 3,2; 4,3; 4,7; 5,6 và 4,0 lần/năm. Còn các kết quả nghiên cứu của Viện Khoa học Khí tượng, Thủy văn và Môi trường gần đây cũng cho thấy, tần số xoáy thuận nhiệt đới ở vùng biển Việt Nam cũng có xu thế không rõ ràng, nếu chia theo khoảng 10 năm trong khoảng thời gian từ năm 1961 đến năm 2009

[54]. Thống kê bão từ 1961 đến 2012 [87]: tổng số cơn bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào bờ biển nước ta là 274, trung bình gần 5,5 lần/năm. Tuy nhiên, nếu lấy theo từng khoảng 10 năm, thì các thập niên sau luôn cao hơn: 1961-1970: 42 lần, trung bình 4,2 lần/năm; 1971-1980: 54 lần, trung bình 5,4 lần/năm; 1981-1990: 53 lần, trung bình 5,3 lần/năm; 1991-2001: 44 lần, trung bình 4,4 lần/năm; 2001-2010: 67 lần, trung bình 6,7 lần/năm. Như vậy, trong khoảng thời gian 50 năm qua, số lượng bão và áp thấp đổ bộ vào vùng biển nước ta có xu hướng thay đổi khác nhau theo từng thập niên: thấp nhất là thập niên 1961-1970 và cao nhất là thập niên 2001-2010. Trong 3 năm gần đây số bão đổ bộ vào bờ biển nước ta cũng khá nhiều: năm 2011-4 lần, năm 2012-10 lần và năm 2013-tới 15 lần. Đó là chưa tính đến nhiều cơn bão vào Biển Đông, nhưng không tác động trực tiếp vào bờ biển Việt Nam.

Từ các số liệu thống kê về bão tác động vào bờ biển nêu trên, có thể tính theo chu kỳ thiên văn (19 năm) về số bão tác động vào nước ta là: 1951-1969: 3,50 lần/năm; 1970-1988: 4,70 lần/năm; 1989-2007: xấp xỉ 4,80 lần/năm và trong 5 năm gần đây (2008-2012) giá trị trung bình đã tăng vọt lên rất cao: 9,8 lần/năm. Còn nếu lấy trung bình trượt là 5 năm, thì thấy xu hướng bão hoạt động ở vùng biển gần bờ Việt Nam trong giai đoạn 1945-2007 cũng cho thấy tăng lên rõ rệt [15].

Tóm lại, trên quy mô toàn cầu, cũng như ở Việt Nam, hệ quả quan trọng nhất của biến đổi khí hậu là mực nước biển dâng và có sự thay đổi về tần suất và cường độ của xoáy thuận nhiệt đới. Những thay đổi này có ảnh hưởng lớn đến hình thái-thủy-thạch động lực vùng bờ biển nói chung và bờ biển nói riêng. Rốt cục, cả hai thay đổi này đều dẫn đến làm gia tăng năng lượng của sóng tác động đến bờ và làm cho bờ bị biến đổi, chủ yếu là làm mất đất ven biển. Tuy nhiên, quá trình này mạnh hay yếu, lâu dài hay ngắn hạn còn phụ thuộc rất nhiều vào các hoạt động của con người và một vài nhân tố

khác. Trong nhiều trường hợp, chính con người đã làm biến đổi hoàn toàn bộ mặt của bờ biển.

4.2. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẾN BIẾN ĐỘNG BỜ BIỂN NAM BỘ

Do tình trạng xói lở bờ biển đã trở thành một tai biến thiên nhiên đe dọa đời sống phát triển kinh tế-xã hội ở nhiều nơi trên thế giới, nên đã có nhiều nhà khoa học nghiên cứu để tìm ra nguyên nhân của hiện tượng này. Bird E. [59], đã đưa ra tới 21 nguyên nhân gây ra xói lở bờ biển. Thực ra, đây chỉ là 21 nhân tố có thể ảnh hưởng đến xói lở trên một đoạn bờ cụ thể nào đó, chứ chưa thể gọi là nguyên nhân. Bởi vì, bất kỳ một hiện tượng nào (tự nhiên hay xã hội) cũng chỉ có thể gây ra bởi một nguyên nhân, đồng thời chịu ảnh hưởng của một vài nhân tố khác. Một số người khác lại phân biệt các nhân tố chính gây ra xói lở và các nhân tố thứ sinh ảnh hưởng đến tốc độ xói lở. Do đó, trong quá trình nghiên cứu sự biến đổi của các điều kiện tự nhiên, cũng như xã hội, thì chỉ có một nguyên nhân duy nhất gây ra-được gọi là *nguyên nhân trực tiếp*. Còn các tác nhân khác được xem là nhân tố ảnh hưởng-được gọi là *nguyên nhân gián tiếp* và, do đó, có rất nhiều nguyên nhân gián tiếp. Theo quan niệm hệ thống, nguyên nhân này được xem là *biến điều khiển*, còn trong phép phân tích nhân tố, thì nó được gọi là *nhân tố trội*.

Như đã trình bày ở chương 3 về vai trò của khí hậu trong sự hình thành và biến đổi địa hình bờ biển. Tác động của khí hậu đến địa hình bờ biển vừa trực tiếp và vừa gián tiếp. Tác động trực tiếp là tạo nên các dạng địa hình do gió. Còn tác động gián tiếp là thông qua các nhân tố khác, như: sóng, thay đổi mực nước biển, hoạt động của sinh vật, v.v. Tuy nhiên, tác động này cũng rất khác nhau theo cả không gian và thời gian tùy thuộc vào thời kỳ khí hậu nóng hay lạnh. Các chu kỳ khí hậu nóng và lạnh thường xen kẽ nhau. Vào thời kỳ khí hậu lạnh, xảy ra hiện tượng hạ thấp mực nước biển; còn hiện tượng mực

nước biển dâng lên lại xảy ra vào thời kỳ khí hậu nóng. Thông thường, vào thời kỳ khí hậu lạnh kèm theo khô, nên gió thường mạnh hơn, do đó, tác động trực tiếp chiếm ưu thế hơn. Ngược lại, vào thời kỳ nóng thường có độ ẩm cao hơn, nên nhiều mưa-bão hơn, do đó, tác động gián tiếp lại trở nên chiếm ưu thế hơn. Điều này được chứng minh bởi các thời kỳ hình thành đất loess trên thế giới và ở Việt Nam [22]. Hoặc, vào mùa đông lạnh, gió đông-bắc khô đã gây ra sự biến động địa hình cồn cát ven biển nhiều hơn, ngược lại, vào mùa hạ, mưa bão xảy ra nhiều gây ra sóng lớn, nên bờ biển bị xói mạnh hơn.

Trong suốt thế kỷ 20 và những dự báo cho thế kỷ 21, khí hậu Trái đất được cho là đang nóng dần lên. Hiện tượng nóng lên của khí hậu dẫn đến 2 hệ quả quan trọng có tác động đến biến đổi đường bờ biển là: mực nước biển dâng và bão gia tăng cả về tần suất lẫn cường độ. Tuy nhiên, cả hai nhân tố này cũng chỉ có tác động gián tiếp đến biến đổi bờ biển. Dưới đây sẽ phân tích ảnh hưởng của chúng đến biến động, chủ yếu là xói lở bờ biển.

4.2.1. Tác động của thay đổi mực biển đến biến động đường bờ

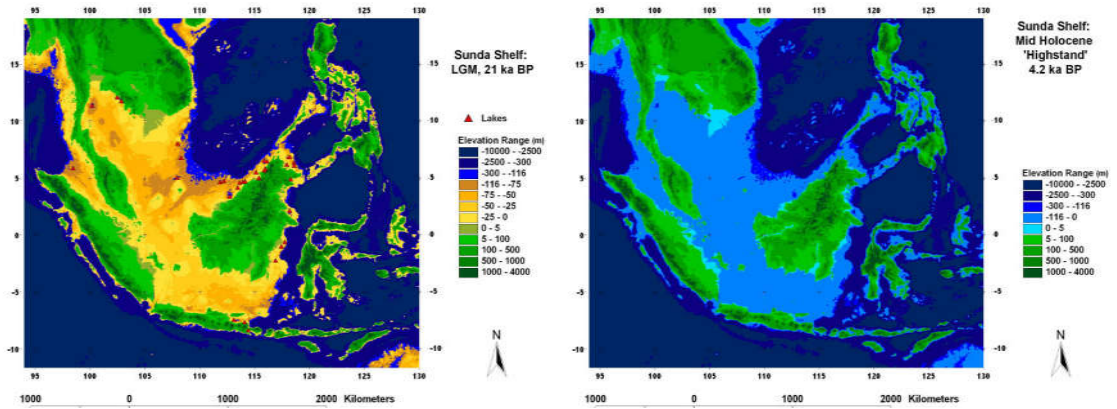
4.2.1.1. Biến động đường bờ biển trong Đệ tứ muộn

Địa hình bờ biển Việt Nam nói chung và trong vùng nghiên cứu nói riêng, được hình thành và tiến hóa trong mối quan hệ tương hỗ giữa các lực nội sinh (chuyển động nâng-hạ kiến tạo) và ngoại sinh (bóc mòn và tích tụ gây ra do tác động của nước chảy trên mặt, nước ngầm, sóng, gió, v.v.). Các hoạt động của 2 nhóm lực này lại có mối quan hệ chặt chẽ với sự thay đổi mực nước biển, mà kết quả tổng hòa của chúng là thay đổi mực nước biển tương đối. Trong giai đoạn Đệ Tứ muộn đã xảy ra các lần thay đổi mực nước tương đối như vậy. Tuy nhiên, bộ mặt dải địa hình lục địa ven biển và đáy biển ven bờ Nam Bộ chỉ mới được hình thành trong khoảng thời gian cuối cùng của kỷ Đệ tứ: Đệ tứ muộn. Từ các đặc điểm địa mạo vừa nêu ở chương

3 và dựa vào các kết quả nghiên cứu trước đây có thể chia lịch sử phát triển địa hình trong giai đoạn Đệ tứ muộn của vùng nghiên cứu thành 2 pha sau: Pha biển tiến Holocen giữa, pha biển lùi Holocen muộn.

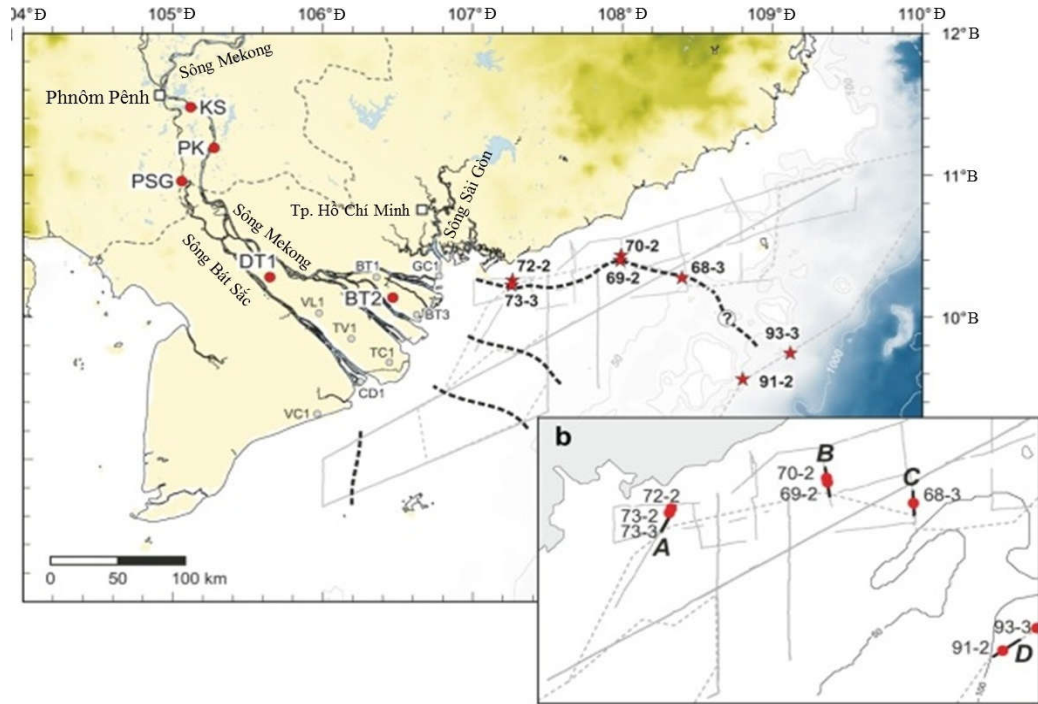
1) Pha biển tiến Holocen giữa

Các kết quả nghiên cứu gần đây cho thấy, sau khi mực nước biển hạ xuống tới mức thấp nhất (khoảng -120 mét so với hiện nay) vào thời kỳ Cực đại Băng Hà Lần cuối (Last Glacial Maximum-LGM) cách đây khoảng 20.000 năm (vào lúc khí hậu lạnh nhất), thì mực nước biển bắt đầu được dâng lên (khí hậu bắt đầu nóng dần lên). Khi nghiên cứu ở vùng biển Đông Nam Á, Sathiamurty và Voris [120] cho rằng, vào thời kỳ cực đại băng hà lần cuối (khoảng 21.000 năm trước), mực nước biển hạ xuống thấp hơn hiện nay khoảng 116 mét (hình 3.22). Sau đó mực nước biển dâng lên và đạt các mốc giá trị như sau: 114 mét vào 19.000 năm trước (tương đương tốc độ 1 mm/năm), 96 mét vào 14.600 năm trước (tương đương 4,1 mm/năm). Bước vào thời kỳ Tối ưu Khí hậu, nhiệt độ tăng nhanh dẫn đến mực nước biển cũng dâng lên rất nhanh. Tiếp theo là 80 mét vào 14.300 năm trước (tương đương 53,3 mm/năm), 64 mét vào 13.400 năm trước (tương đương 17,7 mm/năm), 51 mét vào 10.000 năm trước (tương đương 3,82 mm/năm), 0 mét vào 6.000 năm trước (tương đương 8,5 mm/năm) và +5 mét vào 4.200 năm trước (tương đương gần 3,0 mm/năm) (hình 4.6 [120]). Sau khi đạt mức cực đại, mực nước biển lại hạ xuống từ từ. Một số tác giả khác lại cho rằng, mực nước biển đạt mức cực đại + 4,5 – + 5,0 vào khoảng 6.000 năm trước và tương đối ổn định trong khoảng thời gian gần 2.000 năm, rồi mới bắt đầu hạ xuống cho đến vị trí hiện nay.



Hình 4.6. Đường bờ biển trên thềm lục địa Sunda vào 21.000 năm trước (trái) và vào 4.2000 năm trước (phải) [120]

Vào thời kỳ mực nước biển hạ thấp này, vùng cửa sông Mê Kông cổ cũng nằm rất xa bờ biển hiện nay. Khi mực nước biển dâng lên, thì vùng cửa sông cổ cũng dần bị tràn ngập. Các quá trình phá hủy như xâm thực-rửa trôi trong điều kiện lục địa được thay thế bằng các quá trình xây dựng-tích tụ trầm tích để tạo nên địa hình tích tụ mới và san phẳng tính lồi lõm của địa hình trước đó. Đã có nhiều kết quả nghiên cứu về vấn đề này [120, 122, 128]. Các kết quả nghiên cứu của Tjallingii và đồng nghiệp đã cho thấy rõ điều đó (hình 4.7 [128]).



Hình 4.7. Sơ đồ điểm lấy mẫu và các tuyến đo sâu và đo địa chấn trong nghiên cứu của Tjallingii và đồng nghiệp [128]

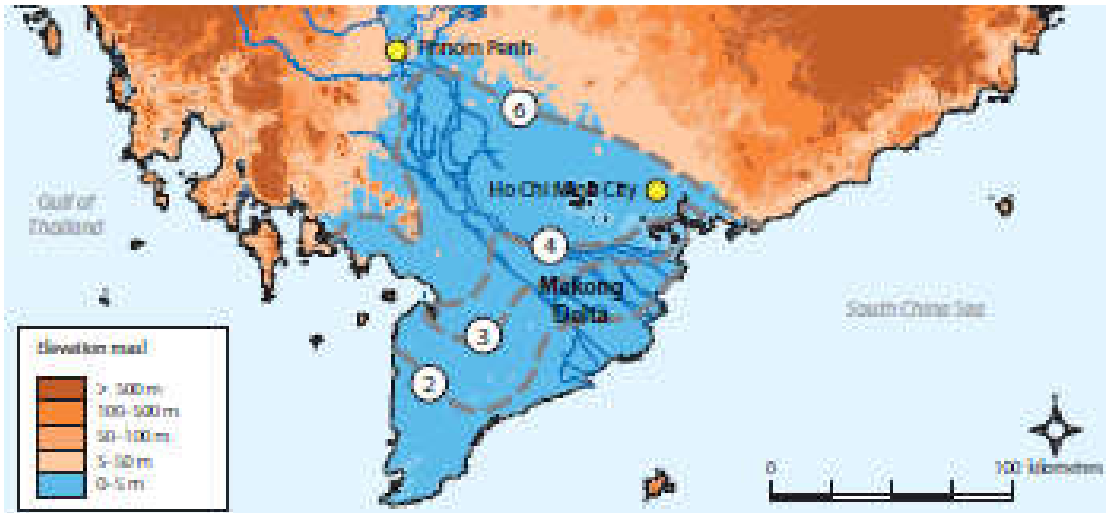
Mực biển tiếp tục dâng lên và đạt cực đại khoảng 5 mét vào khoảng 6000 năm trước. Như vậy khoảng 6000-4000 năm trước, đường bờ biển của vùng nghiên cứu bị lõm vào đất liền khá sâu, vượt quá cả lãnh thổ Việt Nam và có thể đến tận Fnom Pênh. Toàn bộ vùng đồng bằng hiện nay là một vịnh biển, có thể gọi là “vịnh Cửu Long”. Còn đường bờ biển ở tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu có dạng lồi lõm bởi các mũi nhô mũi Ba Kiềm, mũi Kỳ Vân. Lúc bấy giờ Núi Lớn, Núi Nhỏ và những khối núi riêng biệt trên phần đất liền hiện nay ở Kiên Lương-Hà Tiên đều là đảo. Có thể nói rằng, khoảng từ đầu Holocen sớm đến cuối Holocen giữa, toàn vùng nghiên cứu đều có chế độ biển. Trong khi hầu hết các tỉnh trong vùng nghiên cứu có chế độ là biển vũng vịnh, thì riêng tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu có chế độ biển mở. Vào thời kỳ này, hoạt động tích tụ trầm tích dưới tác động của sóng (vùng Bà Rịa-Vũng Tàu) và thủy triều, dòng chảy kết hợp với sông Mê Kông (đối với các tỉnh còn lại) là quá trình địa mạo

chiếm ưu thế. Sau đó, mực biển bắt đầu bị hạ thấp, địa hình đồng bằng sông Mê Kông nói chung và dải bờ biển Nam Bộ nói riêng dần dần được lộ ra theo tiến trình mực nước biển hạ thấp vào Holocen muộn.

2) Pha biển lùi Holocen muộn

Vào cuối Holocen giữa và đầu Holocen muộn (khoảng 4.000-5.000 năm trước), mực nước biển bắt đầu hạ xuống. Mực nước biển rút đến đâu, thì phần đất liền tiến ra đến đó. Tùy thuộc vào đặc điểm lồi lõm và hướng đường bờ, mà sự tiến hóa của dải đất lấn ra biển cũng khác nhau. Lúc này, trong vùng nghiên cứu có 2 môi trường động lực là: vũng vịnh (bao gồm toàn bộ đồng bằng sông Mê Kông hiện nay) và môi trường biển mở có mối liên hệ rộng rãi với phía ngoài (đoạn từ Núi Nhỏ đến Bình Châu của tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu). Vì là một vũng vịnh lớn và có đáy khá bằng phẳng, nên khi mực nước biển hạ xuống, thì đồng bằng được lộ ra trên diện tích khá rộng lớn (hình 4.8).

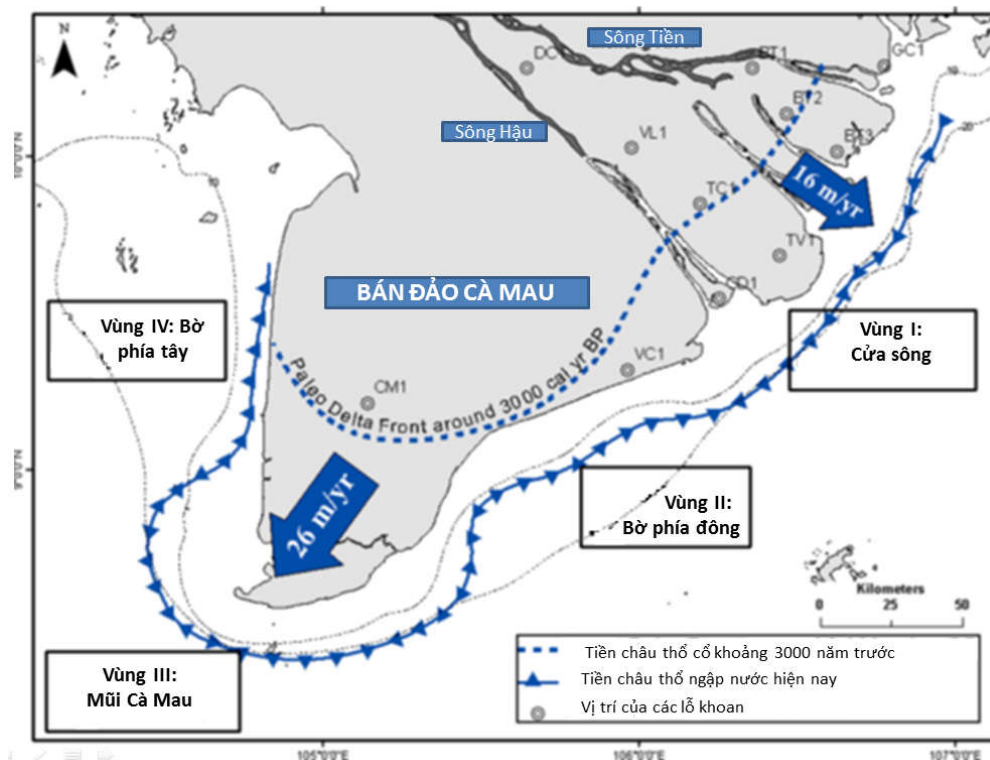
Tuy nhiên, do lúc đầu vũng vịnh lõm sâu vào lục địa, nên đồng bằng mở rộng bằng phương thức lấp đầy đỉnh vịnh với vai trò động lực của sông và thủy triều chiếm ưu thế. Sau đó, phía ngoài bị chặn bởi các doi cát hoặc hệ thống các cồn cát (giồng), chẳng hạn giồng Cai Lậy, Nhị Quý, v.v., thì đồng bằng tiến ra biển theo cơ chế lấp đầy sau đảo chắn (phía sau các giồng cát). Giai đoạn này kết thúc vào thời gian khoảng sau 4.000 năm trước. Bởi vì, tuổi của giồng Cai Lậy được xác định niên đại bằng phóng xạ C^{14} là khoảng 4.550 năm trước (xem hình 3.23 trong chương 3). Sau khoảng thời gian này, đường bờ biển đã bớt cong hơn, do đó, chịu tác động của sóng nhiều hơn. Đồng bằng châu thổ sông Mê Kông tiến ra biển theo cơ chế lấn biển cho đến ngày nay với sự kết hợp giữa sóng và thủy triều, theo cách phân loại của Colemann và đồng nghiệp [144, 145, 146].



Hình 4.8. Sự thay đổi bờ biển của delta sông Mê Kông từ 6.000 năm trước đến nay. Vị trí các đường bờ được chỉ ra bằng các đường đứt đoạn màu đỏ và các chữ số được chỉ ra là nghìn năm trước đây [103]

Mặt khác, do đường bờ biển trở nên thẳng hơn, nên xuất hiện sự di chuyển trầm tích dọc bờ dưới tác động của sóng và gió. Cả di chuyển trầm tích dọc bờ và sự hình thành các doi cát chắn đã dẫn đến 2 hậu quả: 1) để lại các vùng trũng ở 2 phía của dòng sông chính (hay còn gọi là châu thổ bị bỏ rơi) do không được cung cấp trầm tích-đó là trũng Đồng Tháp Mười và Tứ Giác Long Xuyên và 2) tốc độ lấn biển của đồng bằng châu thổ theo hướng chảy của dòng sông bị giảm, thay vì vật liệu trầm tích được phân bố trên phạm vi rộng hơn và nhanh nhanh về phía tây-nam do dòng dọc bờ (hình 4.9). Chính bán đảo Cà Mau đã được hình thành theo cơ chế di chuyển trầm tích dọc bờ này.

Bằng chứng địa mạo về mực nước biển hạ xuống còn quan sát được là các rãnh mài mòn-hòa tan trên vách đá vôi ở Kiên Giang (xem hình 3.5). Tại ngấn có độ cao 3,5 mét ở Chùa Hang có vỏ hầu hóa thạch và được xác định niên đại bằng C^{14} là 3.100 ± 80 năm BP [22].



Hình 4.9. Tiến hóa đường bờ biển đồng bằng châu thổ sông Mê Kông trong khoảng thời gian 3.000 năm trở lại đây [138]

Trong khi đó, đoạn bờ từ Bình Châu đến Núi Nhỏ (Bà Rịa-Vũng Tàu) khu vực Mũi Nai, Bình An, v.v. (Kiên Giang), biển rút đến đâu, thì bề mặt thềm biển cấu tạo bằng cát tuổi Holocen giữa lộ ra đến đó theo cơ chế di chuyển trầm tích ngang theo hướng vào bờ hoặc ra biển. Sau khi thoát khỏi mực nước biển, gió bắt đầu tác động đến các thềm cát này và cải biến nó để tạo ra các cồn cát. Còn nước biển tiếp tục rút để sau đó tạo nên hệ thống cồn chắn-đầm phá Lộc An. Trên các đoạn bờ đá thấp ở phía Biển Đông, sóng tiếp tục mang cát phủ lên chúng.

4.2.2.2. Biến động đường bờ do nước biển dâng hiện nay

Như đã trình bày ở trên, từ giữa thế kỷ XX đến nay, mực nước biển toàn cầu và ở Việt Nam đang dâng lên do tác động của biến đổi khí hậu. Trong thế kỷ XXI, mực nước biển vẫn tiếp tục tăng, thậm chí còn được tăng

cường thêm. Mực nước biển dâng vừa có tác động gián tiếp, vừa có tác động trực tiếp đến sự giạt lùi đường bờ biển về phía đất liền trong vùng nghiên cứu.

Tác động gián tiếp. Mực nước biển dâng lên lâu dài sẽ làm cho đáy biển trở nên sâu hơn. Điều này được chứng minh bằng việc so sánh các số liệu độ sâu từ các bản đồ khác nhau. Chẳng hạn, tại khu vực Bãi Sau ở thành phố Vũng Tàu, đường đẳng sâu 2 mét trên bản đồ UTM được thành lập năm 1965 nằm cách bờ khoảng 400 mét, nhưng đến năm 2012, đường đẳng sâu 5 mét chỉ cách bờ khoảng 200 mét. Hay ở phía bắc mũi Cà Mau, đường đẳng sâu 2 mét năm 1965, thì nay xấp xỉ với vị trí đường đẳng sâu 4 và 5 mét hiện nay. Còn ở vùng cửa sông Mê Kông, vị trí của các đường đẳng sâu của 2 thời kỳ lại ít thay đổi, mặc dù ở đây quá trình tích tụ xảy ra liên tục.

Độ sâu đáy biển gần bờ tăng lên dẫn đến độ dốc của bãi biển và đáy biển gần bờ cũng gia tăng và, do đó, đới sóng vỡ cũng sẽ dịch chuyển vào gần bờ hơn. Điều này dẫn đến năng lượng sóng tác động đến bờ cũng tăng lên. Bởi vì độ sâu và độ dốc của bãi quyết định tới các đặc trưng của sóng vỡ. Theo lý thuyết chung, thì tại các điểm *sóng vỡ* thường là nơi tập trung năng lượng cao nhất và có giá trị là:

$$h/H = 0,78$$

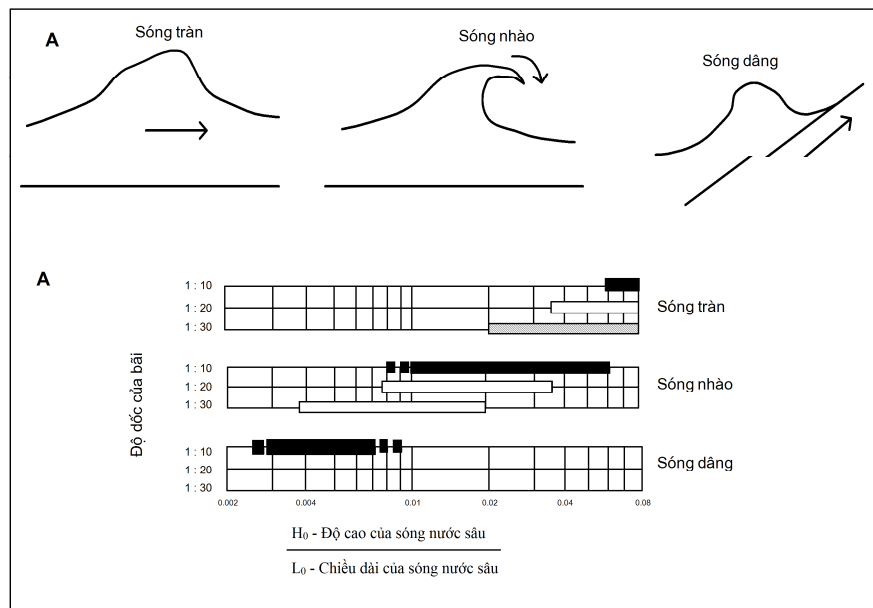
ở đây h là độ cao sóng, H độ sâu của đáy.

Sau khi đạt giá trị này, các đặc trưng của sóng được tái thiết lập và tiếp tục tuyền vào bờ với năng lượng giảm dần cho đến khi bị triệt tiêu sau khi khối nước tràn lên bãi và thấm vào cát. Trong nghiên cứu biến đổi của sóng khi truyền vào bờ, người ta cũng đưa ra chỉ tiêu sóng vỡ (breaker criteria) được tính bằng biểu thức [133]:

$$\gamma_b = h_b/H_b$$

ở đây h_b là độ cao sóng vỡ, H_b là độ sâu tại điểm sóng vỡ.

Trong thực tế thấy rằng, độ dốc của bãi lại phụ thuộc vào độ sâu và khoảng cách tới bờ. Còn độ dốc của bãi lại có ý nghĩa quyết định đến các kiểu sóng vỡ. Các kết quả nghiên cứu cho thấy, các kiểu sóng vỡ có quan hệ chặt chẽ với độ dốc bãi và độ dốc của sóng vùng nước sâu. Do mối quan hệ này, nên có thể xảy ra 3 kiểu sóng vỡ khác nhau: sóng tràn (spilling), sóng nhào (plunging) và sóng dâng (surging) (hình 4.10 [64]).



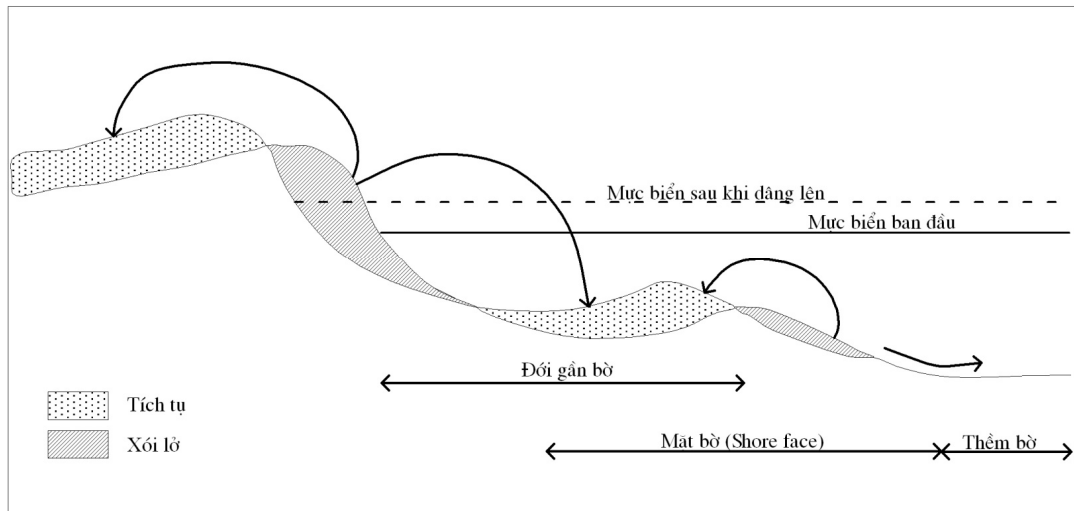
Hình 4.10. Mối quan hệ giữa các kiểu sóng vỡ với độ dốc của bãi và độ dốc của sóng [64] (Độ dốc của sóng = h/L , h là độ cao sóng, L là chiều dài sóng)

Từ hình 4.10 thấy rằng, sóng dâng chỉ xảy ra ở các đoạn bờ có độ dốc lớn ($i = 0,1$) và sóng có độ dốc nhỏ (thường là sóng có chiều dài lớn hơn nhiều lần độ cao của nó và, vì thế, hầu như chỉ bị phá hủy một lần và mất hết năng lượng, hoặc có năng lượng phản xạ cao hơn). Giá trị độ dốc này chỉ gặp ở các bờ đá cao. Khi vào các bờ này, có thể sóng bị vỡ ngay tại đường mép nước và ở đây không có đới sóng vỡ bờ (surf zone), hoặc rất hẹp. Trong khi đó, sóng tràn lại chỉ xảy ra với những sóng có độ dốc lớn và xảy khi vào bờ bị phá hủy dần dần cho đến khi mất hết năng lượng khi tới bờ, do đó, khả

năng phá hủy bờ không cao. Còn sóng nhào xảy ra đối với các sóng có độ dốc nằm trong khoảng giữa 2 loại trên.

Nếu mực nước biển không thay đổi trong thời gian lâu dài, thì dưới tác động của các quá trình bờ, trắc diện bãi sẽ dần đạt tới trạng thái cân bằng động. Trắc diện bãi trở nên thoải hơn và đới sóng vỡ nằm cách xa bờ hơn. Khi mực nước biển dâng lên, trắc diện bãi trở nên dốc hơn và đới sóng vỡ ở gần bờ hơn, nên gây xói lở mạnh hơn, làm cho đường bờ biển giạt lùi về phía lục địa. Kết quả cuối cùng, bờ biển bị xói lở tuân theo quy tắc Bruun (Bruun rule) như đã đề cập ở các phần trước.

Quy tắc Bruun chỉ ra rằng, khi mực nước biển dâng lên, trắc diện bãi và đới gần bờ sẽ dịch chuyển về phía đất liền và lên phía trên, còn vật liệu bị xói lở phần trên của trắc diện sẽ được di chuyển ra phía biển và được tích tụ ở đó với khối lượng vật liệu tích tụ bằng khối lượng vật liệu bị xói lở ở phần trên (hình 4.11).



Hình 4.11. Sơ đồ 2 chiều biểu diễn trắc diện bãi phản ứng lại mực nước biển dâng. Các mũi tên chỉ hướng di chuyển trầm tích [phóng theo 60]

Tuy nhiên, dựa vào giá trị độ nghiêng của bãi biển, các nhà địa mạo ở trường Đại học Tổng hợp Mascova (Cộng hòa Liên bang Nga) [147] cho rằng, quy tắc Bruun chỉ là một trong 4 trường hợp giạt lùi đường bờ khi mực nước biển dâng:

1) Khi giá trị độ nghiêng của bãi và đáy biển gần bờ lớn hơn 0,01, đơi xói lở dịch chuyển về phía bờ và xói lở các dạng tích tụ (đúng với quy tắc Bruun);

2) Khi giá trị độ nghiêng nằm trong khoảng 0,01, các bar dọc bờ sẽ được gắn với bờ và được dịch chuyển về phía dải đồng bằng ven biển (hai trường hợp này tương ứng với bờ cát cao);

3) Khi gia trị độ nghiêng nằm trong khoảng 0,001, thì xảy ra xói lở phần trên của sườn bờ ngầm thoải và vật liệu bị xói lở được di chuyển về phía các đầm phá (ứng với trường hợp bờ cát thấp) và bờ delta cấu tạo bởi bột-cát, như hầu hết bờ delta sông Mê Kông.

4) Khi gia trị độ nghiêng nằm trong khoảng 0,0001, khoảng không gian ven biển thấp bị tràn ngập nước biển một cách thụ động (ứng với trường hợp bờ bùn-sét thấp). Đây là trường hợp ở khu vực vịnh Gành Rái

Hiện nay, xói lở làm giạt lùi đường bờ dưới tác động gián tiếp của mực nước biển dâng đang quan sát được trên hầu hết chiều dài đường bờ biển các tỉnh Nam Bộ với tốc độ rất khác nhau, như đã được đề cập ở phần trước.

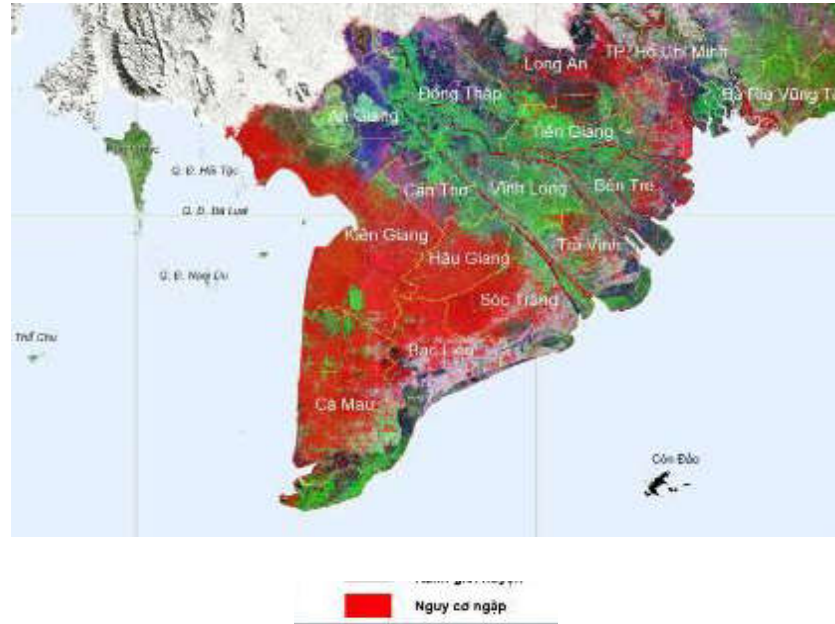
Tác động trực tiếp đến sự giạt lùi đường bờ do mực nước biển dâng. Một ảnh hưởng khác đến biến đổi đường bờ do mực nước biển dâng là sự *tràn ngập các vùng đất thấp* và có *độ nghiêng nhỏ* (trong trường hợp 4 vừa nêu). Độ nghiêng của địa hình bờ biển càng nhỏ, thì tốc độ ngập càng lớn và diện tích ngập càng rộng. Trong vùng nghiên cứu, hầu hết diện tích là vùng đất đất

thấp ven biển (với độ cao phổ biến là dưới 1,5 mét so với mực nước biển). Đáng kể nhất là đoạn bờ biển trong vịnh Gành Rái. Trong khoảng 50 năm qua, khu vực vịnh Gành Rái đã có khá nhiều diện tích bị ngập (xem hình 3.52). Từ hình 3.52 cho thấy, dải đất của lao Phú Lợi vào năm 1967 được nối liền với nhau tạo thành một dải liên tục tới 7-8 km theo chiều gần bắc-nam, nhưng đến năm 2010, nó chỉ còn lại từng đoạn ngắn. Qua so sánh vị trí các đường bờ từ năm 1965 đến năm 2010 thấy rằng, tốc độ tràn ngập theo chiều ngang ở khu vực này đạt tới 15,0 m/năm.

Ngoài gây ra biến đổi đường bờ biển, nước biển dâng còn lấn sâu vào đất liền làm ngập các dải đất thấp ven sông. Đó cũng là một trong những lý do gây ngập úng trên diện rộng ở thành phố Hồ Chí Minh trong mỗi kỳ nước cường. Bởi vì, trước năm 1990, chưa khi nào các quận nội thành lại bị ngập nước vào kỳ triều cường. Đến nay, chưa có thống kê về thời gian (số giờ) và không gian (diện tích) bị ngập hàng năm thay đổi như thế nào, hoặc số diện tích đã bị ngập thường xuyên ra sao cho thành phố này. Song, có thể chắc chắn rằng, số giờ và diện tích bị ngập hàng năm đều tăng lên.

Theo Kịch bản Biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng cho Việt Nam, thì diện tích có nguy cơ bị ngập ở các mức khác nhau của đồng bằng sông Mê Kông. Theo kịch bản này, nếu mực nước biển dâng lên 0,5 mét, thì diện tích có thể bị ngập là 5,4 %, nếu dâng lên 1,0 mét, diện tích ngập tương ứng là 39,0% (hình 4.12) và nếu dâng lên đến 1,5 mét, thì diện tích sẽ bị ngập khoảng 78,5%, còn nếu dâng lên 2,0 mét, thì diện tích ngập sẽ là 92,1%.

Dù gián tiếp hay trực tiếp, mực nước biển dâng sẽ làm tăng độ lồi lõm của đường bờ và mở rộng không gian biển, thu hẹp phần diện tích dải đồng bằng ven biển, nghĩa là thu hẹp không gian sống của các loài sinh vật trên cạn hay trong môi trường nước ngọt, trong đó có nơi cư trú và làm việc của con người. Chỉ trừ những nơi có nguồn cung cấp trầm tích phong phú. Tuy nhiên,



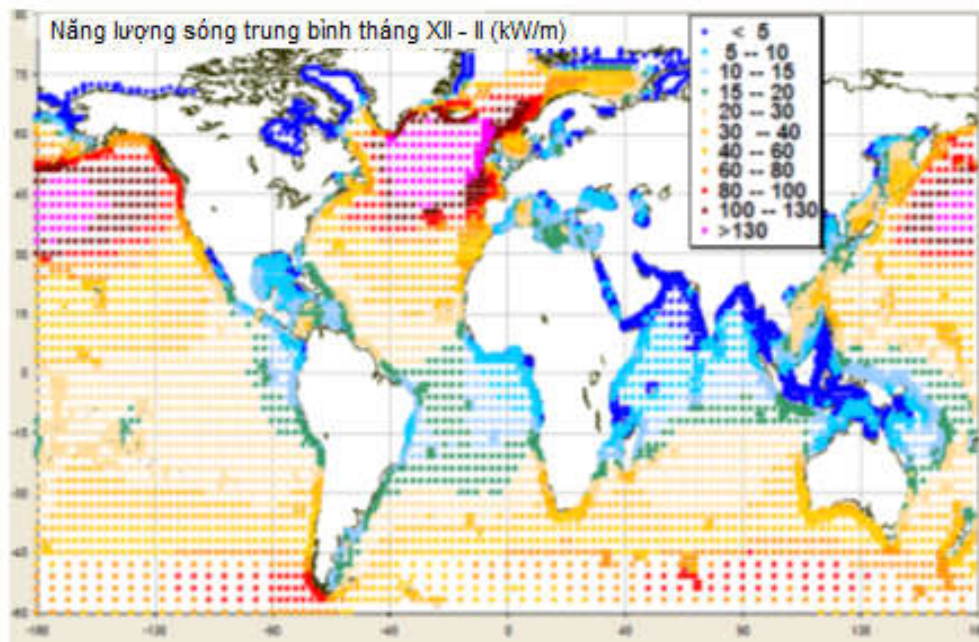
Hình 4.12. Diện tích có nguy cơ bị ngập của đồng bằng sông Mê Kông khi mực nước biển dâng lên 1,0 mét [4]

trong thời đại hiện nay, điều này hầu như không xảy ra. Bởi vì trong suốt lịch sử địa chất, nguồn cung cấp trầm tích cho biển chủ yếu từ lục địa do các dòng sông mang ra. Giờ đây, hầu hết các dòng sông đã bị chặn. Do đó, theo các kịch bản biến đổi khí hậu dự đoán lượng mưa sẽ tăng và tốc độ xói mòn đất cũng tăng lên, nhưng phần lớn vật liệu trầm tích đều được giữ lại trong các hồ chứa. Tình trạng thiếu hụt trầm tích càng trở nên trầm trọng khi không gian biển mở rộng do nước biển dâng. Mực nước biển dâng cũng làm mạnh thêm các tác động của xoáy thuận nhiệt đới.

4.2.2. Tác động của sự gia tăng của bão và áp thấp nhiệt đới

Bão và áp thấp hầu như chỉ có tác động gián tiếp đến xói lở bờ biển thông qua hoạt động của sóng. Sự gia tăng của bão và gió mạnh làm cho các đặc trưng của sóng và mực nước biển thay đổi. Điều này được thể hiện ở sự gia tăng độ cao của sóng gió, sóng lừng và nước dâng trong bão.

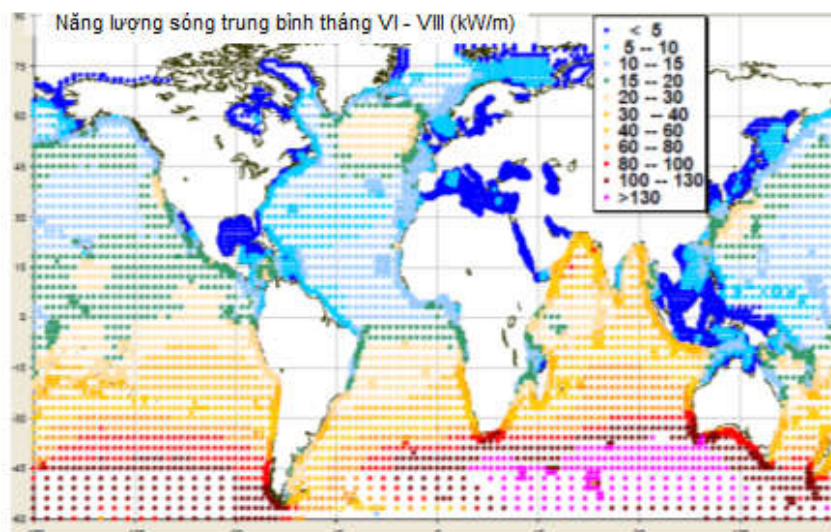
Sóng gió. Bão tăng làm cho tốc độ gió tăng và dẫn đến các đặc trưng của sóng thay đổi, trong đó đáng chú ý là độ cao sóng tăng. Độ cao của sóng tăng làm cho năng lượng của nó cũng tăng theo. Một công bố gần đây của các nhà khoa học Australia cho thấy, tốc độ gió cực đoan tăng trung bình hàng năm từ 0,75 đến 1% và một số khu vực, độ cao sóng cũng tăng lên 1%/năm. Thời gian gần đây, cũng đã có một số nghiên cứu sự biến đổi độ cao của sóng, cũng như năng lượng của chúng cho các khu vực khác nhau trên toàn thế giới (hình 4.13 và 4.14 [58]). Từ các hình này có thể thấy rằng, năng lượng sóng vào bờ biển phía tây quanh năm luôn đạt giá trị khoảng 5kW/mét. Trong khi đó, trên bờ phía Biển Đông. Năng lượng sóng trung bình năm đạt từ 5-10kW/mét và các tháng mùa đông (12 đến tháng 2), giá trị năng lượng đạt cao hơn: 10-15 kW/mét, còn các tháng mùa hè (tháng 6 đến tháng 8), giá trị năng lượng nhỏ hơn, chỉ dưới 5 kW/mét.



Hình 4.13. Năng lượng sóng trung bình mùa đông (tháng 12 đến tháng 2) (kW/mét)

[58]

Các kết quả nghiên cứu thực tế cho thấy rằng, có một mối quan hệ thuận rất chặt chẽ giữa tốc độ gió và các đặc trưng của sóng (bảng 4.6). Tốc độ gió càng lớn, thì các đặc trưng của sóng (độ cao, chu kỳ, tốc độ) cũng càng lớn. Ngoài ra, cũng do gió mạnh tăng, mà thời gian tác động tới bờ của những con sóng có cùng độ cao cũng tăng lên, do đó, gây xói lở bờ mạnh hơn.



Hình 4.14. Năng lượng sóng trung bình mùa hè (tháng 6 đến tháng 8) (kW/mét)[58]

Một số kết quả quan trắc về gió tại các trạm khí tượng Long Hải, Phước Tỉnh (Bà Rịa-Vũng Tàu [51]) cho thấy tốc độ gió ở dải đất liền ven biển các tỉnh trong vùng nghiên cứu có giá trị tương đối cao (bảng 4.7).

Bảng 4.6. Mối quan hệ giữa tốc độ gió và các đặc trưng của sóng [133]

Tốc độ gió trung bình (m/s)	Độ cao sóng có ý nghĩa (m)	Chu kỳ sóng có ý nghĩa (giây)	Tốc độ sóng có ý nghĩa	Độ cao sóng cực đại (m)	Đà gây sóng tối thiểu (km)	Khoảng thời gian tác động tối thiểu (giờ)
5,1	1,22	5,5	8,58	2,19	129	11
10,2	2,44	7,3	11,39	4,39	240	17
15,3	5,79	12,5	19,50	10,43	1017	37
20,4	14,33	18,0	28,00	25,79	2590	65

Bảng 4.7. Tốc độ gió trung bình (m/s) các tháng trong năm tại trạm Long Hải và Phước Tỉnh, Bà Rịa-Vũng Tàu [51]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Long Hải	5,84	5,11	7,29	6,57	6,03	6,10	11,63	9,50	11,45	8,06	6,57	7,29
Phước Tỉnh	6,23	5,71	7,84	7,00	6,61	6,80	12,16	10,03	12,10	8,58	6,90	6,16

Từ số liệu của bảng 4.7 đối chiếu với bảng 4.6 thấy rằng, độ cao của sóng ở vùng ven bờ trong vùng nghiên cứu luôn có giá trị trên 1,22 đến trên 2,44 mét trong năm.

Tuy nhiên, đây chưa phải là tốc độ gió bão và cũng chưa phải là tốc độ gió cho từng khoảng thời gian tính toán trong chuỗi số liệu quan trắc lâu dài. Theo kết quả nghiên cứu của Quân đoàn các Kỹ sư của Quân đội Hoa Kỳ [133], tốc độ gió sinh ra do áp thấp nhiệt đới thường có tốc độ khoảng 17,4 m/s, còn do bão nhiệt đới bình thường sinh ra đạt tới 35,5 m/s. Đối chiếu với các giá trị tương ứng trong bảng 4.6 cho thấy, độ cao của sóng sẽ rất lớn. Vì vậy, năng lượng sóng cũng sẽ rất lớn và có sức phá hủy ghê gớm khi gặp phải chướng ngại vật. Tuy nhiên, năng lượng sóng tác động tới bờ mạnh hay yếu còn phụ thuộc vào độ sâu của đáy biển gần bờ và độ dốc của bãi biển. Điều này có liên quan mật thiết với sự thay đổi mực nước biển: dâng lên hay hạ xuống của mực nước biển, hoặc sự nâng lên, hạ xuống của vỏ Trái đất.

Tuy nhiên, đến nay, những tính toán về biến đổi các thông số của sóng (độ cao, chiều dài, v.v.), hoặc thời gian tác động của sóng có cùng thông số trong những khoảng thời gian nào đó (5 năm, hay 10 năm) với chuỗi số liệu thống kê nhiều năm cho vùng nghiên cứu, cũng như trên toàn bộ vùng biển ven bờ Việt Nam vẫn chưa có. Hy vọng, các công trình nghiên cứu sau này sẽ có điều kiện để tính toán kỹ lưỡng hơn phục vụ cho nghiên cứu biến đổi

bờ biển và các nghiên cứu khác. Gần đây, có công trình của Nguyễn Mạnh Hùng và đồng nghiệp tính toán một số đặc trưng của sóng cho vùng biển phía ngoài delta sông Hồng [20], hoặc của Vũ Thanh Ca cho khu vực đảo Bạch Long Vĩ. Tuy nhiên, công trình này cũng chỉ mới tính cho độ cao sóng trung bình năm của cả một giai đoạn kéo dài tới 20 năm (1976-1995), chứ chưa đưa ra biến động trong khoảng thời gian ngắn hơn: 5 năm hay 10 năm. Hoặc tính toán sự thay đổi (tăng hay giảm) khoảng thời gian tác động tới bờ của sóng có cùng độ cao. Chẳng hạn, kết quả tính toán của các nhà khoa học Hoa Kỳ cho thấy, khoảng thời gian tác động của sóng có độ cao trên 3,4 mét là 64 giờ trong giai đoạn 1942-1945 đã tăng lên tới 122,5 giờ trong giai đoạn 1970-1974 [150].

Mặc dù chưa được đồng bộ và hệ thống, một vài kết quả nghiên cứu về đặc điểm sóng trong thời gian qua cũng cho thấy độ cao sóng có tăng lên. Trong công trình của Nguyễn Văn Việt [56] đưa ra độ cao sóng trung bình năm của vùng biển ven bờ từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến mũi Cà Mau là 1,04 mét và cực đại trung bình là 3,5 mét, còn vùng biển ven bờ từ mũi Cà Mau đến Hà Tiên có các giá trị tương ứng là 0,91 mét và 5,0 mét. Còn kết quả tính toán độ cao sóng có ý nghĩa của Lê Đình Mậu [25] cho vùng biển ven bờ La Gi (Bình Thuận) là 1,5 mét (trong trường hợp gió cấp 6 với tốc độ 12m/s). Như vậy, có thể thấy được có sự tăng lên về độ cao của sóng, từ đó dẫn đến năng lượng sóng cũng tăng.

So sánh với số liệu thống kê về bão và áp thấp nhiệt đới hoạt động trên Biển Đông và tác động trực tiếp hay ảnh hưởng đến bờ biển Việt Nam, đặc biệt là cường độ bão tăng lên ở vùng biển phía nam, thì độ cao sóng gió chắc chắn cũng tăng lên đáng kể, đồng thời, khoảng thời gian tác động đến bờ cũng tăng lên. Do đó khả năng xói lở bờ biển làm mất đất cũng tăng lên. Đây mới chỉ là suy luận logic. Điều này cần được nghiên cứu tiếp để đưa ra số liệu chứng minh cụ thể.

Sóng lừng. Như đã đề cập ở trên, ngoài các cơn bão trực tiếp đổ bộ vào bờ biển Việt Nam, hàng năm trên Biển Đông còn có nhiều cơn bão lớn khác. Mặc dù, gió của các cơn bão này không đến bờ, nhưng sóng do chúng sinh ra vẫn tiếp tục truyền vào bờ-đó là sóng lừng. Sóng lừng là những sóng dài và có độ dốc nhỏ hơn so với sóng gió. Ở ngoài khơi, sóng lừng có thể tác động đến đáy ở độ sâu lớn hơn: độ sâu bằng một nửa chiều dài sóng ($H = L/2$). Khi vào đến bờ, sóng lừng vẫn còn năng lượng rất lớn và gây ra phá hủy bờ. Đôi khi bão lớn có thể sinh ra những cơn sóng giống như sóng thần và được gọi là *sóng thần do bão*. Lúc đó sức phá hủy của sóng sẽ mạnh hơn nhiều lần.

Nước dâng trong bão. Một ảnh hưởng khác của bão đến biến động bờ biển là hiện tượng *nước dâng trong bão*. Theo số liệu thống kê giai đoạn 1961-2012, chỉ có 4 cơn bão và 11 áp thấp nhiệt đới (chiếm 4,8% tổng số bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào Việt Nam) đổ bộ vào các tỉnh ven biển từ Bình Thuận đến Cà Mau. Khi vào đến bờ, ngoài gây ra sóng lớn, bão còn làm cho mực nước dâng cao hơn trong phạm vi tác động của bão. Theo kết quả tính toán của Nguyễn Thọ Sáo (coastal.edu.vn/.../05V-Storm%20surge-Nguyen%20Tho%20Sao.pdf), bờ biển từ Bình Thuận đến Cà Mau đã có nước dâng trong bão đạt tới 1,8-2,0 mét và có khả năng tăng lên 2,0-2,4 mét.

Nước dâng trong bão sẽ đẩy ranh giới tác động của sóng về phía gần bờ hơn. Lúc đó, sự phá hủy đường bờ dưới tác động của sóng sẽ tăng lên nhiều lần. Nếu mực nước biển dâng trong bão xảy ra vào đúng thời gian triều cường, thì ranh giới tác động của sóng tới bờ sẽ được đẩy sâu hơn vào phía lục địa và phạm vi tác động, cũng như phạm vi ảnh hưởng sẽ càng được mở rộng. Xói lở gây ra do bão được gọi là xói lở ngắn hạn hay tạm thời và thường với cường độ rất mạnh, có thể tới 15-20 mét, thậm chí còn lớn hơn.

Nếu có bão mạnh đổ bộ vào bờ kết hợp với triều cường và mực nước biển dâng, thì hậu quả của nước dâng trong bão sẽ gây tác hại lớn hơn nhiều. Chẳng những gây ra phá hủy bờ biển và các công trình được xây dựng trên

bờ, mà còn làm ngập các vùng đất thấp ở phía trong, đặc biệt là các đầm phá cổ bị lấp đầy, như ở phía sau các dải cát ở Bình Châu, Lộc An, Cửa Lấp (tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu), Cần Giờ (thành phố Hồ Chí Minh), khu vực Ba Động, huyện Duyên Hải (tỉnh Trà Vinh), một số xã ở Kiên Lương và thị xã Hà Tiên (tỉnh Kiên Giang). Đây là điều cần đặc biệt chú ý trong quy hoạch phát triển mới hoặc điều chỉnh các quy hoạch đã có trên các dải cồn cát phía ngoài các vùng đất thấp và chính bản thân các vùng này.

Các tỉnh ven biển Nam Bộ ít chịu tác động của sóng bão và, đáng tiếc, cho đến nay cũng chưa có tài liệu nào đề cập đến hiện tượng xói lở bờ biển ở đây liên quan tới bão. Thậm chí, cơn bão năm 1997, cũng chỉ đề cập chung chung đến thiệt hại về tài sản trong vùng. Trong khi đó, ở Trung Bộ, bờ biển thường xuyên chịu tác động của sóng bão và nước dâng trong bão. Chẳng hạn, trận bão số 10 năm 2011 đổ bộ vào khu vực Hội An, sóng bão đã tàn phá nặng nề bờ biển phía bắc Cửa Đại (hình 4.15), hoặc cơn bão số 5 năm 2005 đổ bộ vào Nam Định, sóng bão và nước dâng trong bão đã làm vỡ 1 đoạn đê gây ngập mặn trên diện tích đáng kể.



*Hình 4.15. Bờ biển ở phường Cửa Đại bị phá hủy trong cơn bão tháng 10/2011
(ảnh Vũ Văn Phái, 2011)*

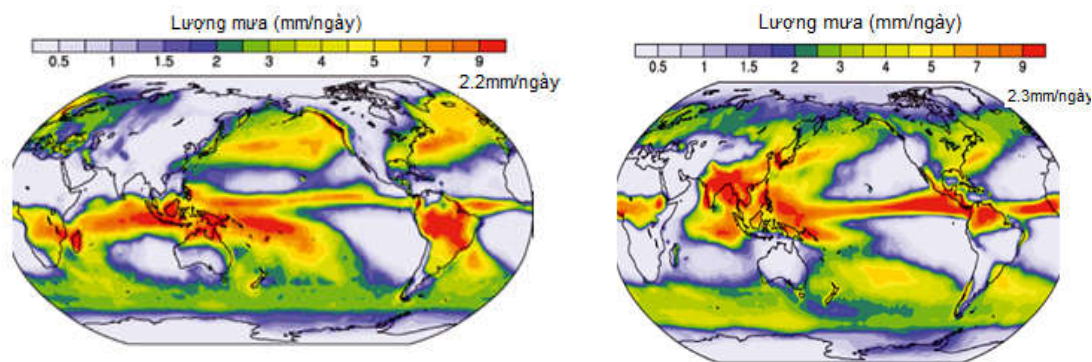
Mặt khác, do địa hình các tỉnh ven biển Nam Bộ, trừ đoạn từ cảng Bến Đình đến Bình Châu (tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu) và một vài đoạn ngắn khác ở

tỉnh Kiên Giang, đều có độ cao dưới 2,0 mét. Do đó, nếu trong tương lai, nếu có bão mạnh, mực nước dâng lên đến 2,4 mét, thì hầu hết diện tích ở đây bị ngập nước gây nhiều thiệt hại cho phát triển kinh tế-xã hội. Nước dâng trong bão kết hợp với nước biển dâng lâu dài sẽ gây hậu quả nặng nề hơn.

Ngoài ra, khi có bão hoặc áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào đất liền còn gây ra mưa lớn cả ở vùng ven biển lẫn thượng nguồn của các lưu vực sông. Theo kịch bản phát thải trung bình (B2) của Bộ Tài nguyên và Môi trường, thì lượng mưa ở khu vực phía nam nước ta, trong đó, các tỉnh ven biển sẽ tăng lên trong những năm tới và đến năm 2100 có thể đạt từ 4-8% so với thời kỳ 1990-1999. Tuy nhiên, sự gia tăng này cũng không ảnh hưởng nhiều đến biến đổi đường bờ biển khu vực trong tương lai. Điều quan trọng là lượng mưa trên lưu vực sông Mê Kông có ảnh hưởng như thế nào đến bờ biển Nam Bộ nói chung và bờ biển của đồng bằng sông Cửu Long như thế nào.

4.2.3. Tác động của biến đổi khí hậu đến biến động vùng cửa sông Mê Kông

Như đã trình bày ở chương 2 và 3, sông Mê Kông là một trong những sông lớn trên thế giới, bắt nguồn từ vùng núi Tibet cao trên 5.000m so với mực nước biển và kéo dài khoảng trên 25° theo chiều kinh tuyến (từ khoảng 8-33° vĩ độ Bắc) với diện tích lưu vực khoảng 810.000km² (có tài liệu là 795.000km²). Toàn bộ lưu vực có chế độ khí hậu chung là nhiệt đới gió mùa. Tuy nhiên, nếu xét theo quy luật phi địa đới, thì chế độ khí hậu có sự phân hóa rõ rệt trong năm: các tháng ẩm (từ tháng VI đến giữa tháng X), các tháng khô-nóng (từ giữa tháng II đến tháng đến tháng V và từ giữa tháng X đến giữa tháng XII), thời gian còn lại là lạnh [103]. Theo IPCC, thì lượng mưa trên toàn lục địa Á-Âu cũng có xu thế tăng. Trong khi đó, nghiên cứu chi tiết hơn của Trenberth [129], thì khu vực Đông Nam Á và vùng núi Tibet cũng có xu thế tăng trong giai đoạn 1979-2008 (hình 4.16).



Hình 4.16. Lượng mưa (mm/ngày) trên toàn cầu vào tháng I (trái) và tháng VII (phải) [129]. Các giá trị ở góc trên bên phải là trung bình toàn cầu

Thông thường, khi lượng mưa cao, đặc biệt là cường độ mưa lớn, thì sẽ gây ra xói mòn lưu vực tăng. Và đương nhiên, lượng trầm tích đưa vào sông, sau đó từ sông đưa ra biển sẽ tăng. Theo nhiều nguồn tài liệu khác nhau cho thấy lượng bùn cát do sông Mê Kông mang ra biển hàng năm là 160 triệu tấn. Tuy nhiên, do hiện nay, trên hệ thống sông Mê Kông có nhiều đập và hồ chứa đã và sẽ được xây dựng. Do đó, phần lớn trầm tích sẽ được giữ lại trong các hồ này. Mặc dù vậy, cho đến nay vẫn chưa có những đánh giá cụ thể và chính xác về vấn đề này [6]. Số liệu đo đạc thủy văn tại các trạm Mỹ Thuận (trên Sông Tiền) và Cần Thơ (trên Sông Hậu) trong năm 2012 [14] cho thấy, lượng trầm tích lơ lửng được mang ra biển rất ít: chỉ khoảng 29 triệu tấn. Nếu cộng thêm 10% vật liệu lẩn theo đáy đối với các sông đồng bằng, thì cũng chỉ xấp xỉ 32 triệu tấn. Một sự giảm rất lớn về nguồn trầm tích cung cấp cho vùng cửa sông Mê Kông!

Nếu những số liệu đo đạc nêu trên là chính xác, thì một sự thiếu hụt trầm tích nghiêm trọng và dẫn đến xói lở mạnh mẽ cả bờ và đáy ở rìa delta sông Mê Kông. Ngoài những kết quả biến động được nêu ở chương 3, đề tài cũng đã tiến hành sử dụng mô hình MIKE21 bằng phương pháp phần tử hữu hạn để đánh giá biến động phân đáy biển ven bờ vùng nghiên cứu.

Cơ sở lý thuyết của các mô hình tính

Chi tiết của các mô hình tính được trình bày kỹ trong phần “Manual“ của mềm MIKE21 [104], dưới đây chỉ đưa ra những phương trình cơ bản

Phương trình liên tục và hệ phương trình nước nông 2 chiều trên toàn bộ độ sâu $h = \eta + d$ như sau:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS \quad (4.1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} = & -f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} + \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \\ & \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) + hu_s S \end{aligned} \quad (4.2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} = & -f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} + \frac{\tau_{by}}{\rho_0} \\ & - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial s_{yx}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{yx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) + hv_s S \end{aligned} \quad (4.3)$$

trong đó

t : thời gian.

x, y hệ tọa độ Cartesian.

η : dao động mực nước [m]

d : mực nước tĩnh [m]

\bar{u}, \bar{v} : các thành phần vận tốc trung bình theo độ sâu [m/s]:

$f = 2 \Omega \sin \varphi$ – tham số Coriolis [1/s]

$\Omega = 0,73 \times 10^{-4}$: tần số góc quay của trái đất [radian/s]

Φ : vĩ độ địa lý của miền tính [$^\circ$]

h : độ sâu [m]

$S_{i,j}$: các tenxơ của thành phần ứng suất bức xạ [N/m^2]

$T_{i,j}$: các thành phần ứng suất bên [N/m^2]

$\tau_{i,j}$: các thành phần ứng suất kéo [N/m^2]

p_a : áp suất khí quyển

ρ : nồng độ nước [kg/m^3]

Các phương trình cơ bản trong tính sóng

$$\begin{aligned} \frac{\partial(c_{gx}m_0)}{\partial x} + \frac{\partial(c_{gy}m_0)}{\partial y} + \frac{\partial(c_\theta m_0)}{\partial \theta} &= T_0 \\ \frac{\partial(c_{gx}m_1)}{\partial x} + \frac{\partial(c_{gy}m_1)}{\partial y} + \frac{\partial(c_\theta m_1)}{\partial \theta} &= T_1 \end{aligned} \quad 4.4$$

$m_0(x, y, \theta)$: mô ment bậc 0 của phổ sóng tác động

$m_1(x, y, \theta)$: mô ment bậc 1 của phổ sóng tác động

c_{gx} và c_{gy} thành phần vận tốc nhóm sóng c_g theo hướng x, y

c_θ tốc độ truyền sóng ứng với sự thay đổi theo hướng tác động θ

x, y : tọa độ Cartesian

θ : hướng sóng.

$$m_n(\theta) = \int_0^\infty \omega^n A(\omega, \theta) d\omega$$

Phương trình liên tục của trầm tích:

Khối lượng của phân trầm tích thứ i ở lớp đáy thứ j điểm lưới nằm ngang cố định được thêm vào ở mỗi bước thời gian theo biểu thức sau:

$$m_{i,j}^{new} = m_{i,j}^{old} + (D_i - E_i)\Delta t + (T_{i,j-1} - T_{i,j}) \quad 4.5$$

Với: m (kg/m^2) là khối lượng trầm tích; D ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$) là lắng đọng có thể (chỉ ở lớp đáy trên cùng); E ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$) là xói có thể (chỉ từ lớp đáy hoạt động); T_i ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$) là di chuyển trầm tích đi xuống có thể và Δt là bước thời gian mô phỏng.

Chi tiết các module tính sóng, dòng chảy cũng như di chuyển trầm tích lơ lửng tham khảo trong manuals của MIKE21.

Kết quả tính toán

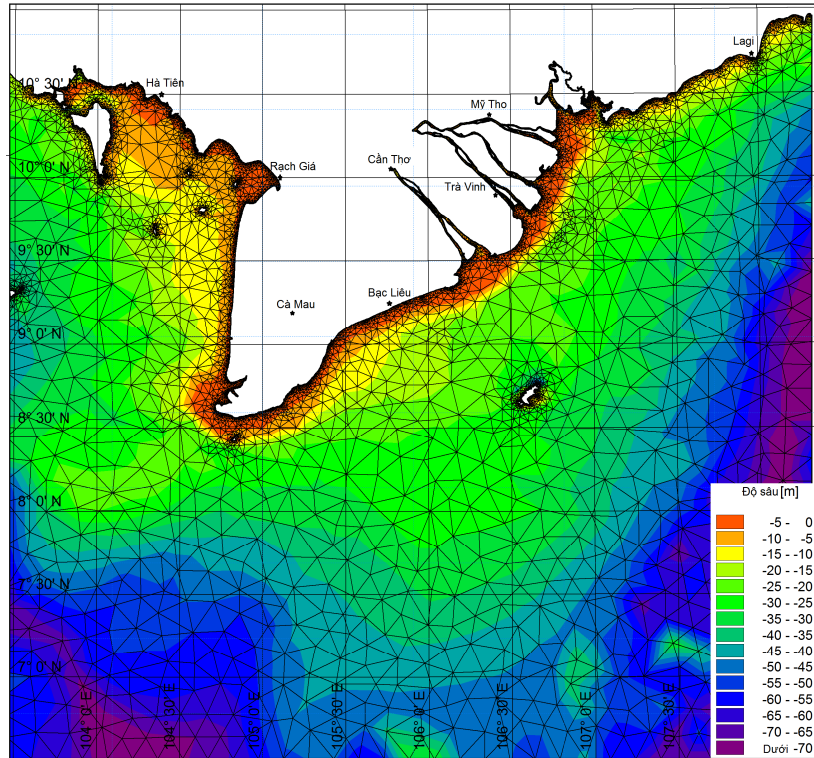
Số liệu đầu vào:

Địa hình đáy lấy từ bản đồ độ sâu tỷ lệ 200.000 với khoảng sâu đều là 1 mét được nội suy và tạo lưới tính với 19157 phần tử tam giác (hình 4.17).

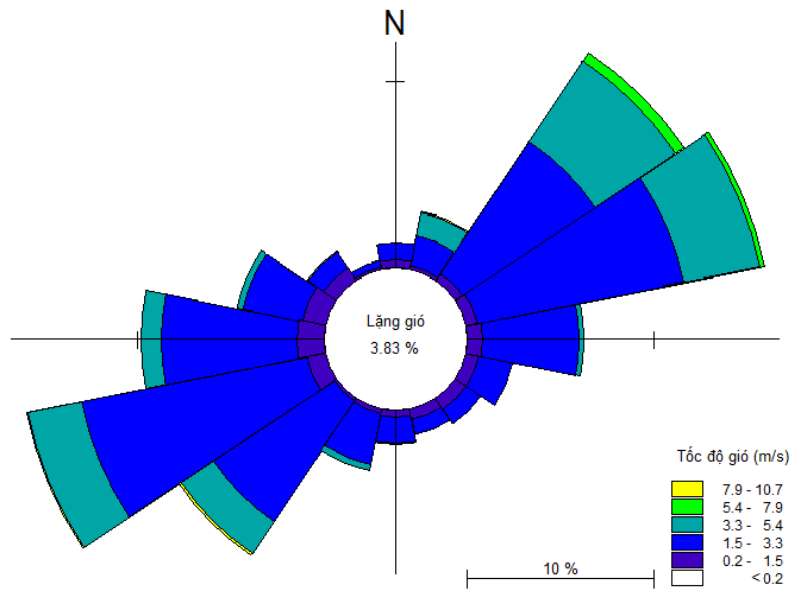
Số liệu gió: kết quả thống kê gió quan trắc tại trạm Côn Đảo năm 2012 (hình 4.18) .

Còn lưu lượng và nồng độ trầm tích lơ lửng lấy từ kết quả đo đạc năm 2012 ở 2 trạm Mỹ Thuận (trên Sông Tiền) và Cần Thơ (trên Sông Hậu) như đã đề cập ở trên [] (hình 4.19 và 4.20).

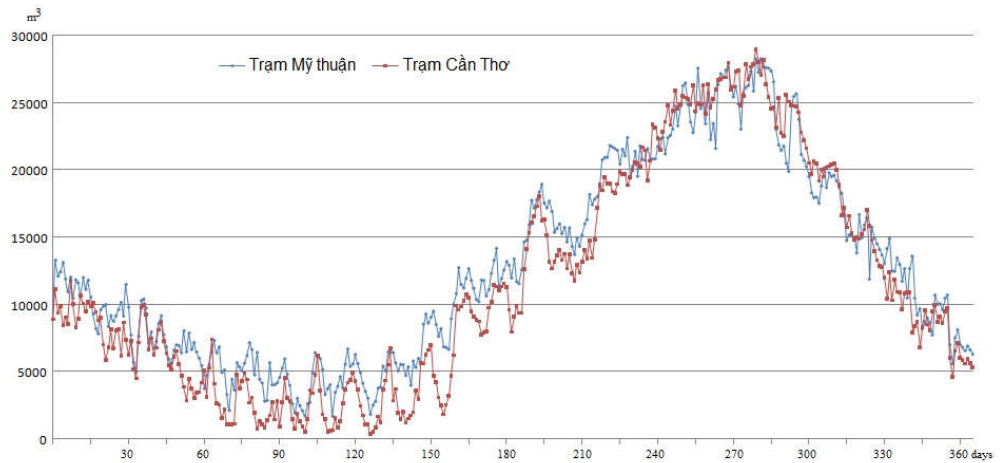
Giao động mực nước trên biên lỏng ngoài biển: được dự báo từ Toolbox của MIKE21.



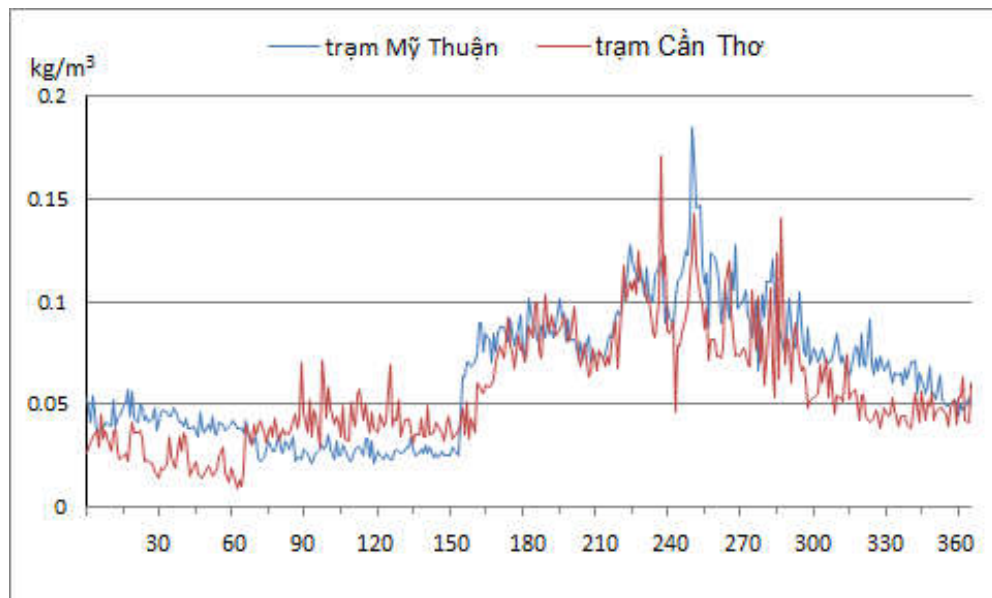
Hình 4.17: Độ sâu và lưới khu vực tính toán



Hình 4.18: Hoa gió năm 2012 trạm Côn Đảo
(hướng gió: 4 obs/ngày; tốc độ gió: trung bình ngày)



Hình 4.19: Lưu lượng trung bình ngày của năm 2012 trạm Cần Thơ và Mỹ Thuận

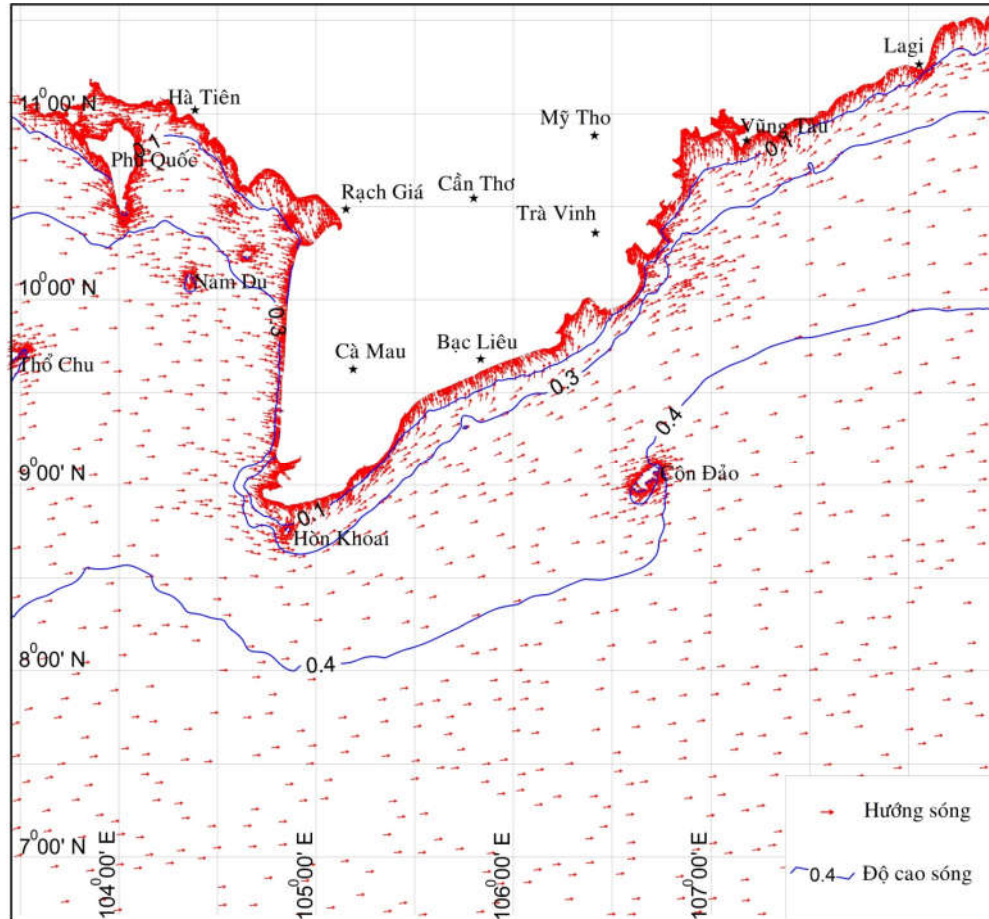


Hình 4.20: Nồng độ trầm tích lơ lửng trung bình ngày năm 2012 trạm Cần Thơ và Mỹ Thuận

Đặc điểm lan truyền trầm tích lơ lửng và biến đổi địa hình đáy do trầm tích lơ lửng tạo ra.

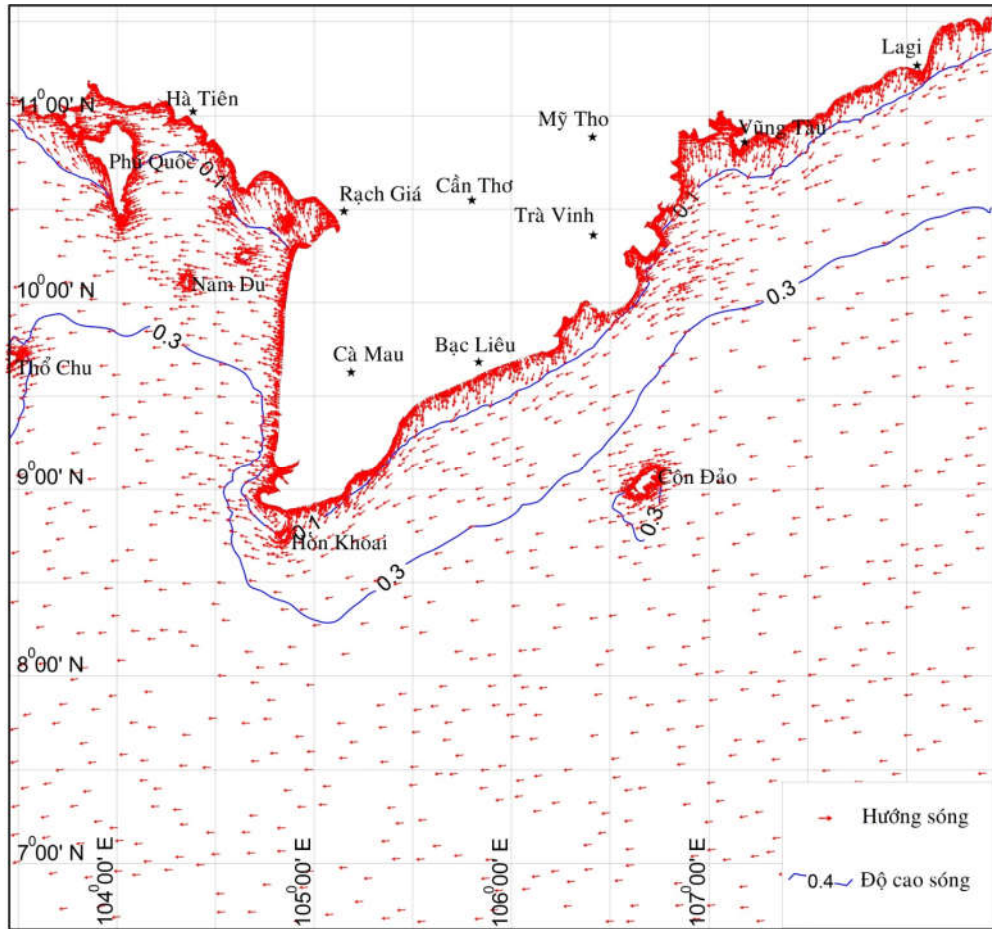
Sự lan truyền trầm tích lơ lửng có nguyên nhân do dòng chảy và sóng. Dòng chảy biển ở trong nghiên cứu này là tổng hợp của dòng triều và gió, với gió thực đo trạm Côn Đảo làm đại diện cho toàn khu vực. Do đặc điểm gió khá nhỏ (hình 4.18) nên trường sóng trung bình của khu vực vào cả 2

mùa gió điển hình không lớn (hình 4.21 và 4.22); Sóng cực đại xảy ra vào tháng 27/5/2012, khi có áp thấp, với gió có tốc độ trung bình ngày 10,5 m/s (hình 4.23).

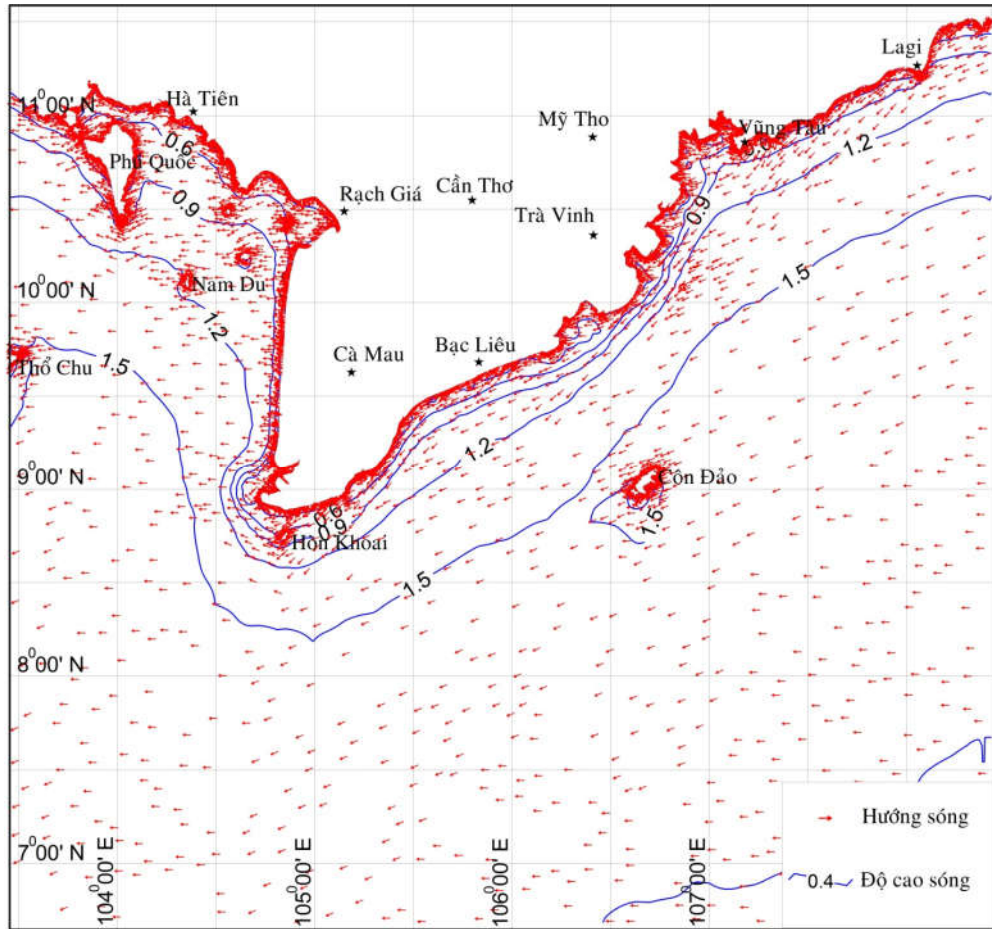


Hình 4.21: Trường sóng trung bình tính ngày 4/7/2012 (mùa gió tây nam)

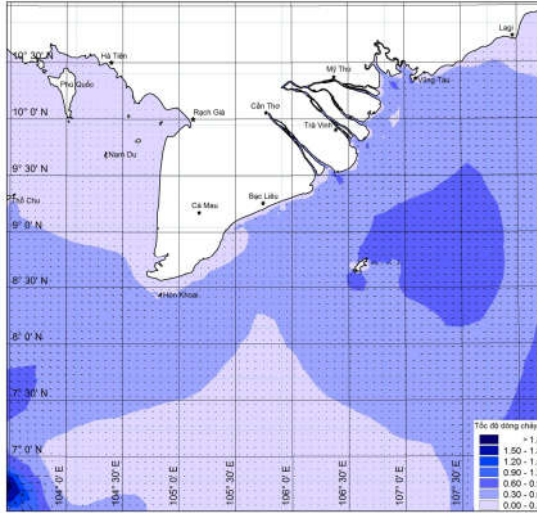
Cũng vì gió yếu nên thành phần dòng chảy gây ra bởi gió không đáng kể, dòng chảy tính toán chủ yếu là thành phần dòng triều (hình 4.24, 4.25, 4.26 và 4.27).



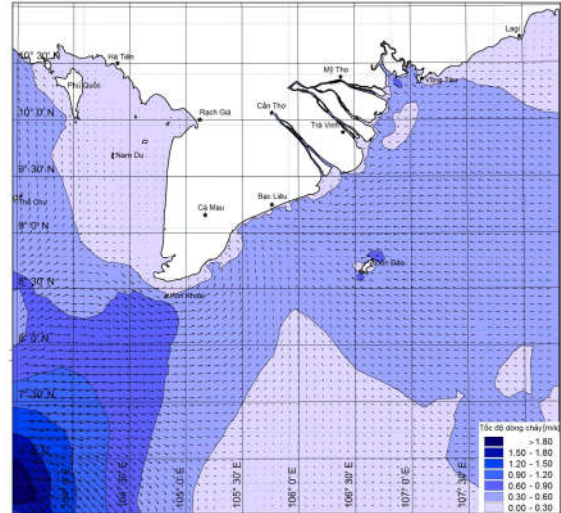
Hình 4.22: Trường sóng trung bình tính ngày 15/12/2012 (mùa giông đông bắc)



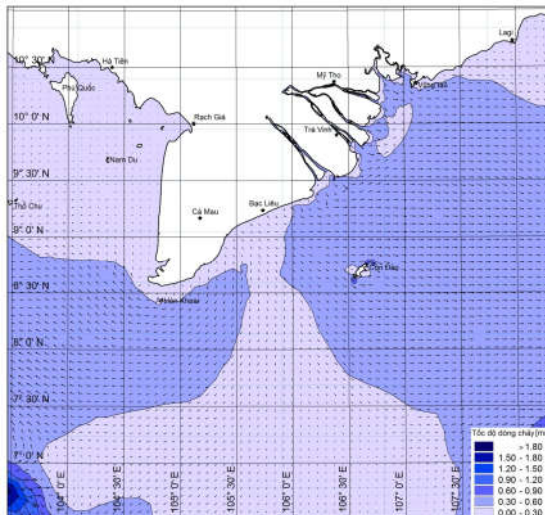
Hình 4.23: Trường sóng cực đại tính ngày 27/5/2012 (áp thấp nhiệt đới)



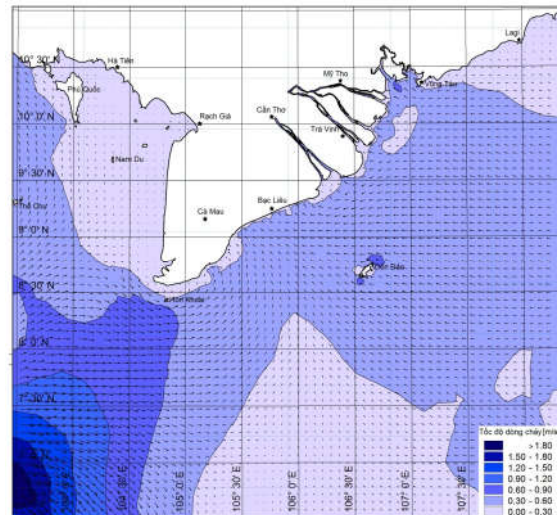
Hình 4.24. Trường dòng chảy tính lúc 11h 4/7/2012, mùa gió tây nam (khi triều rút mạnh)



Hình 4.25: Trường dòng chảy tính lúc 19h 4/7/2012, mùa gió tây nam (khi triều lên mạnh)

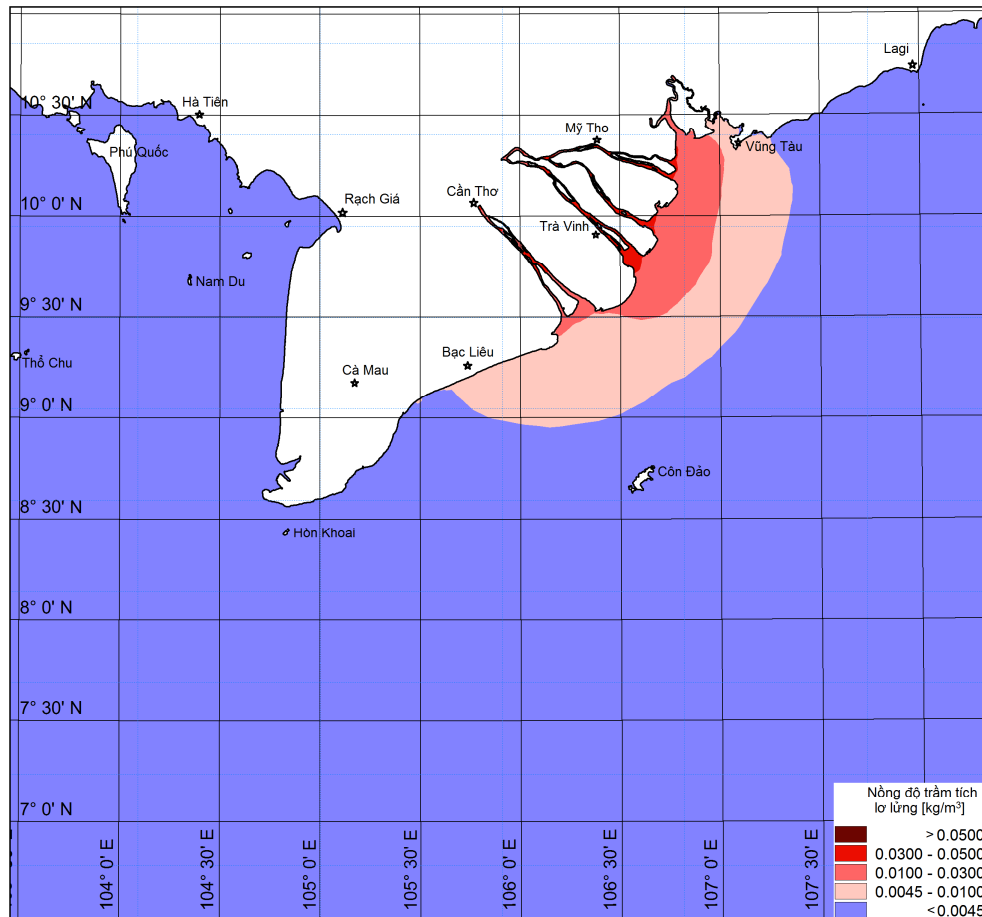


Hình 4.26: Trường dòng chảy tính lúc 0h 31/12/2012, mùa gió đông bắc (khi triều rút mạnh)

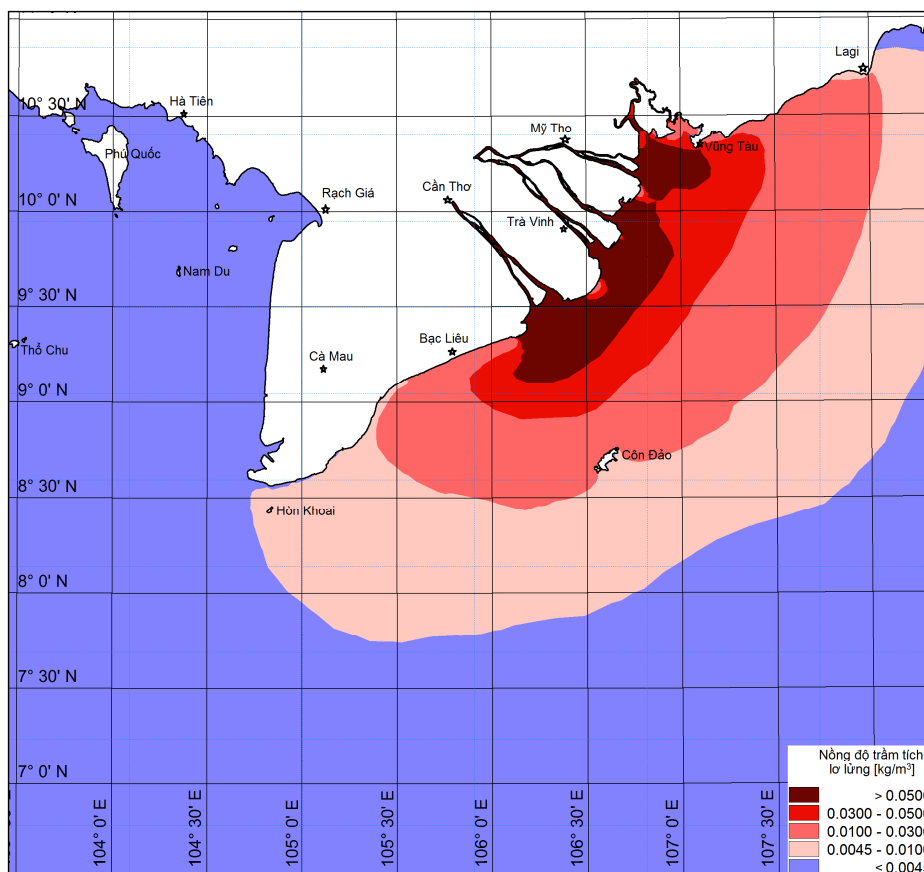


Hình 4.27: Trường dòng chảy tính lúc 19h 4/7/2012, mùa gió tây nam (khi triều lên mạnh)

Từ các kết quả tính các yếu tố thủy-thạch động lực nêu trên, mô hình MIKE21 tiếp tục chạy để có kết quả phân bố trầm tích lơ lửng cho các thời điểm có lưu lượng nước sông nhỏ nhất (10/3/2012) và lớn nhất (10/9/2012) (hình 4.28 và 4.29) cùng như biến đổi địa hình đáy biển trong phạm vi nghiên cứu trong năm 2012 (hình 4.30).



Hình 4.28: Phân bố trầm tích lơ lửng ngày 10/3/2012 (thời điểm lưu lượng sông nhỏ nhất)



Hình 4.29: Phân bố trầm tích lơ lửng ngày 10/9/2012 (thời điểm lưu lượng sông lớn nhất)

Đặc điểm phân bố trầm tích lơ lửng theo các tháng trong năm 2012:

Cuối tháng 1: trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ lan truyền song song với bờ về phía tây nam tới ranh giới Sóc Trăng – Bạc Liêu; lan truyền theo hướng trục lòng sông, hướng đông nam, ra biển khoảng 42 km, trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$ chỉ lan rộng ra phía ngoài khoảng gần 20 km ở khu vực cửa sông.

Cuối tháng 2: trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ lan truyền tới thành phố Bạc Liêu và khoảng hơn 50 km về phía ngoài khơi. Tuy nhiên trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$ lại thu hẹp khoảng cách về phía biển, chỉ còn 12 km ở khu vực cửa sông

Từ cuối tháng 3 tới cuối tháng 5: trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m³ không lan truyền dọc bờ về phía mũi Cà Mau mà giữ nguyên khoảng cách, cách thành phố Bạc Liêu khoảng 12 -14 km. Tuy nhiên có sự thay đổi về nồng độ trầm tích vào tháng 4 và 5, đó là khu vực cửa sông nồng độ trầm tích đã tăng đạt 0,03 – 0,05 kg/m³. Trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,01 – 0,03 kg/m³ lan rộng 24 km ra phía biển vào cuối tháng 5, còn sự lan truyền của trầm tích có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m³ đạt 75 km.

Cuối tháng 6: trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m³ vẫn chỉ thuộc địa phận biển tỉnh Bạc Liêu, cách thành phố Bạc Liêu khoảng 17 – 20 km về phía tây nam. Trầm tích có nồng độ >0.05 kg/m³ đã lan truyền toàn bộ cửa sông tới 9 km về phía biển, các giá trị này cho trầm tích có nồng độ 0,03 – 0,05 kg/m³, 0,01 – 0,03 kg/m³ và có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m³ lần lượt là 19 km, 48 km và 87 km (tới Côn Đảo)

Vào tháng 7: trầm tích lơ lửng lan truyền rất nhanh về phía Mũi Cà Mau. Tới cuối trầm tích có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m³ đã lan truyền được xấp xỉ 170 km, vượt qua ranh giới giữa Bạc Liêu – Cà Mau là Gành Hào khoảng khoảng 50 km về phía mũi Cà Mau. Lúc này trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,01 – 0,03 kg/m³ lan truyền qua thành phố Bạc Liêu từ 15 – 17 km. Sự lan truyền của trầm tích có nồng độ >0.05 kg/m³ là 10 km, trầm tích có nồng độ 0,03 – 0,05 kg/m³ là 23 km, trầm tích có nồng độ 0,01 – 0,03 kg/m³ là 75 km và của trầm tích có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m³ là khoảng 120 km

Cuối tháng 8: trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,01 – 0,03 kg/m³ đã vượt qua ranh giới Bạc Liêu – Cà Mau khoảng 8 km. Trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,03 – 0,05 kg/m³ đã lan truyền tới ranh giới Sóc Trăng – Bạc Liêu, còn trầm tích có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m³ đã lan truyền tới mũi Cà Mau, chỉ còn

cách cực đông mũi Cà Mau khoảng 7 km. Trầm tích có nồng độ $>0.05 \text{ kg/m}^3$ đã lan truyền 29 km về phía biển, 53 km đối với trầm tích có nồng độ $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$, trầm tích có nồng độ $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$ lan truyền tới Côn Đảo với khoảng cách khoảng 84 km, còn trầm tích có nồng độ $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ đã lan truyền hơn 150.

Cuối tháng 9: trầm tích có nồng độ $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ đã lan truyền qua cực đông mũi Cà Mau tới kinh độ $104^{\circ}30'E$, trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$ đã vươn tới cửa Bồ Đề, còn trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$ đã vượt qua thành phố Bạc Liêu 2 km. Trầm tích có nồng độ lớn hơn 0.05 kg/m^3 lan truyền còn cách ranh giới Sóc Trăng - Bạc Liêu chừng 17 km. Sự lan truyền của trầm tích có nồng độ $> 0,05 \text{ kg/m}^3$, $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$, $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$ và $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ về phía biển lần lượt là 39 km, 72 km, 111 km và gần 190 km

Cuối tháng 10: trầm tích có nồng độ $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ đã lan truyền gần tới kinh độ $103^{\circ}30'E$ và đi vào vịnh Thái Lan. Tính từ cực đông mũi Cà Mau về phía tây bắc trầm tích đã lan truyền qua quãng đường khoảng 70 km, trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$ chỉ còn cách cực đông mũi Cà Mau gần 8 km. Trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$ chỉ còn các Gành Hào, gần 5 km. Trầm tích có nồng độ lớn hơn 0.05 kg/m^3 lan truyền còn thành phố Bạc Liêu chừng 17 km. Sự lan truyền về phía biển của trầm tích có nồng độ $> 0,05 \text{ kg/m}^3$, $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$, $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$ và $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ về phía biển lần lượt là 35 km, 78 km, 120 km và hơn 200 km

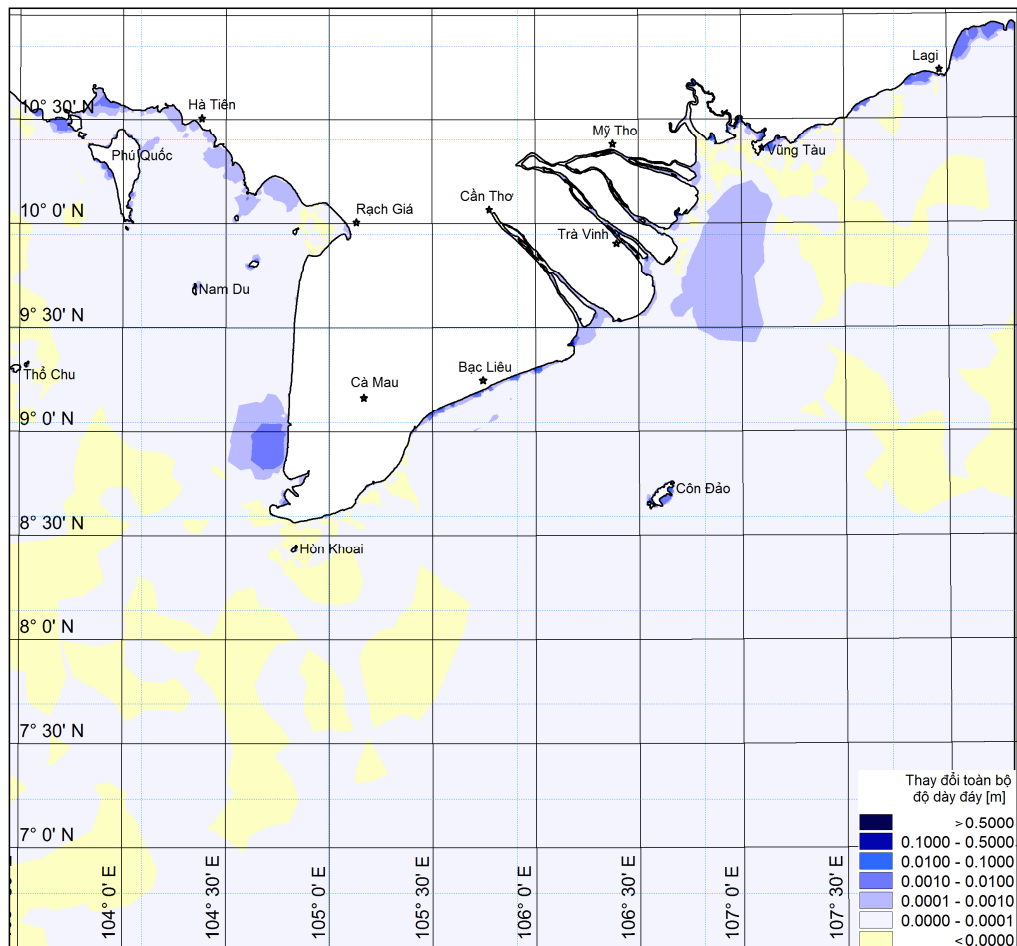
Cuối tháng 11: trầm tích có nồng độ $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ đã lan truyền vào vịnh Thái Lan xấp xỉ 130 km. Trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$ cũng đã vượt qua mũi Cà Mau và đi vào vịnh Thái Lan khoảng 25 km. Trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$ đã vượt qua Gành Hào

khoảng 14 km. Trầm tích có nồng độ lớn hơn 0.05 kg/m^3 chỉ còn rải rác cục bộ ở các khu vực nhỏ dọc bờ Sóc Trăng. Có sự thu hẹp sự lan truyền về phía biển của trầm tích, còn 63 km với trầm tích có nồng độ $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$, 113 km với trầm tích có nồng độ $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$. Tuy nhiên có sự lan truyền nhanh của trầm tích nồng độ $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ về phía nam mũi Cà Mau tới vĩ độ $6^{\circ}30'N$

Cuối tháng 12: trầm tích có nồng độ $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ đã lan truyền nhanh chóng vào vịnh Thái Lan gần 170 km, còn về phía nam tây đã vượt qua giới hạn vùng nghiên cứu là kinh tuyến $103^{\circ}30'E$, trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$ khoảng 57 km. Sự lan truyền của trầm tích vào sát bờ tới gần vịnh Rạch Giá Trầm tích lơ lửng có nồng độ $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$ thu hẹp xuống gần Gành Hào. Sự thu hẹp sự lan truyền về phía biển của trầm tích được tiếp tục, còn 35 km với trầm tích có nồng độ $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$, gần 100 km với trầm tích có nồng độ $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$ và còn 187 km với trầm tích nồng độ $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$. Sự lan truyền nhanh của trầm tích nồng độ $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ về phía nam mũi Cà Mau vẫn tiếp tục vượt quá giới hạn vùng nghiên cứu là $6^{\circ}30'N$.

Phân tích biến động địa hình đáy biển ven bờ vùng nghiên cứu trong năm 2012. Từ những kết quả thảo luận ở trên cho thấy, khi điều kiện động lực yếu trầm tích lơ lửng sẽ được lắng đọng, nhưng khi động lực mạnh chúng sẽ lại bị bốc lên khỏi đáy và di chuyển tới nơi khác gây xói đáy. Do vậy bức tranh độ dày đáy thay đổi liên tục trong 1 pha triều khi mà chế độ động lực (dòng chảy) biến đổi. Do vậy để xác định chính xác sự biến đổi đáy của 1 khu vực cụ thể chúng ta phải xem xét xu thế thay đổi đó trong 1 thời gian, ở đây chúng tôi xét tới những khu vực có sự lắng đọng liên tục tạo nên độ dày đáy từ 1 mm trở lên.

Các kết quả tính cho thấy: xu thế lắng đọng trầm tích tập trung thành những khu vực không liên tục có độ rộng xấp xỉ 2 km tính từ bờ ra biển, ở dải ven bờ có xu thế bồi ở 2 vùng: phía ngoài các cửa sông Mê Kông, đặc biệt là vùng cửa Sông Tiền và ở phía bắc mũi Cà Mau. Ngoài ra, còn có một số điểm có sự bồi tụ nhưng tốc độ không đáng kể, như vùng trước cửa Trần Đề và ven bờ các huyện Hòn Đất, Kiên Lương và Hà Tiên (tỉnh Kiên Giang). Còn lại hầu hết đáy biển đều bị xói (tăng độ sâu), hoặc thay đổi không đáng kể. Qua đó thấy rằng, vùng đáy biển ven bờ từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến Kiên Giang thiếu hụt trầm tích rất nghiêm trọng.



Hình 4.30: Phân bố bồi xói đáy biển ngày 31/12/2012 (sau 1 năm tính toán)

Tóm lại, khí hậu Trái đất đã nhiều lần biến đổi và sẽ luôn biến đổi và hiện những biến đổi hiện nay có khả năng được tăng cường do nóng lên toàn cầu. Biến đổi khí hậu có ảnh hưởng và tác động đến nhiều hiện tượng tự nhiên và xã hội khác nhau, trong đó có địa hình bờ biển. Tuy nhiên, những dự đoán các tác động của khí hậu đều không chắc chắn. Bởi vì còn có nhiều nhân tố khác, đặc biệt là các tác động của con người, thậm chí có khi còn vượt trội hơn so với khí hậu.

4.3. TÁC ĐỘNG CỦA CON NGƯỜI ĐẾN BIẾN ĐỔI BỜ BIỂN

Như đã trình bày ở chương 2, trong thời đại ngày nay, con người đã trở thành một tác nhân địa mạo rất quan trọng tạo ra địa hình nhân sinh và làm biến đổi địa hình mặt đất nói chung và bờ biển nói riêng. Các hoạt động của con người ảnh hưởng đến biến đổi đường bờ biển được chia thành các hoạt động trên lưu vực sông, ở bờ biển và vùng biển ven bờ.

a) *Các hoạt động trên lưu vực sông.* Như đã đề cập ở chương 2, trên dải đường bờ của vùng nghiên cứu có 2 hệ thống sông đổ ra là hệ thống sông Đồng Nai và hệ thống sông Mê Kông. Các hoạt động của con người trên 2 lưu vực sông này đã, đang và sẽ còn diễn ra khá mạnh mẽ. Trong số các hoạt động của con người có ảnh hưởng đến biến đổi đường bờ biển, quan trọng hơn cả là đắp đập làm hồ chứa trên sông và khai thác cát-sỏi làm vật liệu xây dựng từ các sông, suối.

- *Đắp đập làm hồ chứa.* Đắp đập làm hồ chứa với các mục đích khác nhau, như phát điện hay điều tiết dòng chảy, hiện nay, đã được tiến hành trên cả 2 hệ thống sông nêu trên rất mạnh mẽ. Theo các nguồn thông tin của Ủy ban sông Mê Kông Việt Nam, hiện nay trên dòng chính của sông Mê Kông có tới 19 dự án đập thủy điện (Trung Quốc có 8, Lào có 3 và Campuchia có 2), trong đó 12 dự án đã hoàn thành. Ngoài ra, còn rất nhiều các dự án thủy điện

trên các sông nhánh ở Thái Lan, Lào và Việt Nam. Còn trên hệ thống sông Đồng Nai cũng có nhiều hồ chứa đã được xây dựng và trong quy hoạch. Chẳng hạn, trên dòng chính đã có hồ Trị An (hồ lớn nhất), Đồng Nai 2, Đồng Nai 3, Đồng Nai 4, Đồng Nai 5, Đồng Nai 6 và Đồng Nai 6A (gần đây, Đồng Nai 6 và Đồng Nai 6A đã được Chính phủ xem xét và loại khỏi quy hoạch). Ngoài ra còn một số đập trên các sông nhánh, như Thác Mơ trên sông Bé, Dầu Tiếng trên sông Sài Gòn, Đa Nhim trên sông Đa Nhim, Hàm Thuận-Đa Mi trên sông La Ngà.

Với một số hồ đập lớn như vậy, chắc chắn một lượng trầm tích đáng kể sẽ được giữ lại trong đó làm giảm lượng trầm tích được đưa ra biển. Điều này dẫn đến sự thiếu hụt trầm tích ở đới bờ biển và gây ra xói lở bờ. Tuy nhiên, hiện nay cũng chưa có công trình nghiên cứu nào đưa ra đánh giá về lượng trầm tích được giữ lại trong tất cả các hồ chứa này như thế nào. Bởi vì, hệ thống sông Mê Kông phủ lên các vùng đất khác nhau của 6 quốc gia có mức độ sử dụng khác nhau trên toàn bộ lưu vực của nó. Do đó, cần có sự hợp tác chặt chẽ giữa các quốc gia để nghiên cứu cụ thể và chi tiết nhằm có được những đánh giá đúng mức về tình trạng này.

- *Khai thác cát-sỏi làm vật liệu xây dựng.* Trong những năm gần đây, do nhu cầu phát triển kinh tế-xã hội, nên việc khai thác cát-sỏi làm vật liệu xây dựng của các nước trên lưu vực sông Mê Kông và Đồng Nai là hiện tượng khá phổ biến. Tuy nhiên, các số liệu về khai thác cát-sỏi trên lưu vực sông Đồng Nai vẫn chưa được đánh giá và chưa có công trình nghiên cứu nào cụ thể về vấn đề này, do đó, chưa biết được lượng cát-sỏi bị khai thác hàng năm là bao nhiêu. Trong khi đó, một nghiên cứu gần đây của Bravart và Goichot [6] đã đưa ra khối lượng cát-sỏi bị khai thác hàng năm trên dòng chính của sông Mê Kông là 34,448 triệu m³/năm, tương đương khoảng gần 60 triệu tấn/năm (bảng 4.8).

Bảng 4.8. Khối lượng cát-sỏi (m^3 /năm) bị khai thác trên dòng sông Mê Kông [6]

Quốc gia	Cát	Sỏi	Cuội	Tổng	%
Lào	904.100	10.000	454.500	1.369.600	4
Thái Lan	3.677.200	857.750	0	4.534.950	13
Campuchia	18.748.500	2.045.000	0	20.793.500	60
Việt Nam	7.750.000	0	0	7.750.000	22
Tổng	31.079.800	2.912.750	454.500	34.448.050	100
%	90	8	1	100	

Nếu lấy tỷ trọng của các trầm tích bờ rời là $1,7 \text{ tấn}/m^3$, thì sẽ được $58,66 \times 10^6$ tấn/năm. Đây là một con số khá lớn. Nếu lấy tổng lượng chất lơ lửng mang ra biển hàng năm của sông Mê Kông là 160,0 triệu tấn, và bổ sung thêm khoảng 30,0 triệu tấn là vật liệu di đáy trên đáy sông, thì việc khai thác cát-sỏi đã lấy mất khoảng gần 1/3 tổng lượng bùn cát này. Rõ ràng, đây là một sự thâm hụt rất đáng kể cho nguồn trầm tích cung cấp cho bờ biển. Do thiếu hụt cân cân trầm tích, nên xói lở bờ biển đã xảy ra mạnh hơn.

b) *Các hoạt động của con người ở bờ biển*

Hầu hết các hoạt động của con người diễn ra trên bờ biển rất đa dạng. Tuy nhiên, theo hậu quả ảnh hưởng tới quá trình bờ, có thể chia làm 2 loại: các hoạt động làm thay đổi cân cân trầm tích và các hoạt động làm thay đổi năng lượng tác động đến bờ, chủ yếu là năng lượng sóng và gió.

Các hoạt động làm thay đổi cân cân trầm tích. Hoạt động làm thay đổi cân cân trầm tích ở đới bờ biển theo cả 2 hướng hoặc là cung cấp thêm trầm tích cho biển, hoặc là lấy mất trầm tích ở bờ biển, trong đó các hoạt động làm giảm trầm tích chiếm ưu thế. Đó là việc khai thác cát ở đáy biển gần bờ phục vụ cho việc san lấp. Qua các nguồn thông tin khác nhau, trong quá trình thi

công trình nhà máy nhiệt điện Trà Vinh 1, người ta đã lấy cát dưới đáy biển phía ngoài để san lấp, hoặc khi san lấp khu Nam cầu Tô Châu (Hà Tiên), người ta đã đặt đường ống hút cát trực tiếp từ đáy biển (hình 4.31). Tuy nhiên, hiện nay các số liệu thống kê về vấn đề này vẫn chưa được thực hiện.

Dải bờ biển là nơi có nhiều điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên thuận lợi để con người khai thác phục vụ cho đời sống của mình. Theo thời gian, cách sử dụng bờ biển ngày càng đa dạng hơn và chính những hoạt động này cũng làm cho bờ biển bị biến đổi. Các hoạt động của con người trên dải bờ biển của vùng nghiên cứu bao gồm các hình thức sau.



Hình 4.31. Đường ống dẫn cát hút từ bãi biển để san lấp khu phía nam cầu Tô Châu, Hà Tiên (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2008) và sà lan khai thác cát ở cửa (phải, ảnh Vũ Văn Phái, 2013)

- *Xây dựng hạ tầng cơ sở.* Đó là hệ thống giao thông đường bộ, cảng biển, các khu đô thị. Hiện nay, nhiều tuyến đường giao thông đã được cải tạo, mở rộng và làm mới chạy suốt dọc bờ biển từ Bình Châu, Xuyên Mộc đến Vũng Tàu, Đê biển Gò Công Đông, đường từ Nhà Mát đến Gành Hào, quốc lộ 1 tới Năm Căn, v.v. Ngoài ra, còn các tuyến đường ngang khác giúp cho giao thông ngày càng thuận lợi hơn phục vụ cho phát triển kinh tế-xã hội (hình 4.32).



Hình 4.32. Các tuyến giao thông mới được mở mang trong thời gian gần đây (từ trên xuống dưới và từ trái sang phải: đường đi Cần Giờ, quốc lộ 51 đi Vũng Tàu, đường đi Năm Căn (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Giao thông đường thủy cũng rất phát triển ở dải bờ biển các tỉnh Nam Bộ, trong đó lớn nhất là cảng Sài Gòn theo luồng sông Lòng Tàu, sau đó là các cảng khác như: cảng Nhà Bè, các cảng ở Vũng Tàu, cảng cá Cửa Lấp, Vàm Láng, cảng Rạch Giá, v.v. Giờ đây còn thêm cảng Cái Mép ở cửa sông Thị Vải, âu thuyền ở Bình Châu.

Nhiều khu công nghiệp trên dải bờ biển vùng nghiên cứu đã được xây dựng trong thời kỳ gần đây, ví dụ khu công nghiệp Tân Thành dọc bờ sông Thị Vải thuộc tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu, gồm các nhà máy phân đạm Phú Mỹ, cảng Phú Mỹ, nhà máy điện v.v. (hình 4.33)



Hình 4.33. Các cơ sở công nghiệp bên bờ sông Thị Vải: (từ trái sang phải là nhà máy phân đạm Phú Mỹ, cảng Phú Mỹ và nhà máy điện Phú Mỹ, ảnh Vũ Văn Phái, 2007).

Làm đầm nuôi hải sản. Phá rừng ngập mặn để đào đắp bờ làm đầm nuôi hải sản là việc làm rất phổ biến ở các tỉnh ven biển Nam Bộ, đặc biệt vào thập kỷ 80 của thế kỷ 20. Tập trung nhiều nhất ở các tỉnh Tây Nam Bộ gồm Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng Bạc Liêu, Cà Mau và Kiên Giang. Theo các nguồn tài liệu khác nhau, đến năm 2005, rừng ngập mặn của các tỉnh Tây Nam Bộ chỉ còn khoảng 156.000 ha. Rừng ngập mặn mất đi, khiến cho bờ biển không còn lớp “áo giáp” bảo vệ nữa và bờ biển bị xói lở ngày càng mạnh hơn. Đến lượt mình, xói lở bờ lại làm mất rừng ngập mặn.

Xây dựng công trình bảo vệ bờ biển. Chính bản thân các công trình được xây dựng trên bờ biển cũng đã làm thay đổi đường bờ: thay đổi hình dạng, hướng và cấu trúc của bờ. Các công trình bảo vệ bờ biển tường chắn (Phước Hải, tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu; mũi Cà Mau, tỉnh Cà Mau), kè mỏ (Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh), đê biển (Gò Công Đông, tỉnh Tiền Giang; Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng, v.v.), kè chữ T (Vĩnh Châu, Sóc Trăng), đê chắn sóng (Cà Mau), v.v..(hình 4.34). Tuy nhiên, do các công trình này không liên tục, nên các đoạn bờ chưa được bảo vệ bên cạnh vẫn tiếp tục bị phá hủy, thậm chí còn mạnh hơn, như ở Gành Hào, Nhà Mát (Bạc Liêu), Long Hải (Bà Rịa-Vũng Tàu), v.v. (hình 4.35).

Tất cả các hoạt động trên đây đều dẫn đến làm giảm lượng vật liệu trầm tích cung cấp cho các quá trình bờ. Vì thiếu hụt bồi tích, nên năng lượng sóng tác động tới bờ cũng trở nên mạnh hơn. Do đó, hiện tượng xói lở bờ biển cũng sẽ tăng lên. Vì hậu quả như vậy, nên con người lại phải xây dựng các công trình để bảo vệ bờ biển, chống lại tác động của sóng. Chính những công trình này lại làm thay đổi cán cân bồi tích cho từng đoạn bờ cụ thể. Đoạn bờ có công trình bảo vệ không bị xói lở nữa, nhưng đoạn bên cạnh lại bị xói lở mạnh hơn, hoặc lại làm cho đoạn khác được bồi tụ không theo ý muốn.



Hình 4.34. Các công trình bảo vệ bờ biển: tường biển ở Phước Hải (trên, trái) và ở Gành Hào (trên, giữa); kè mỏ ở Cần Giò (trên, phải, nguồn Google Earth); đê biển ở Gò Công Đông (dưới, trái); kè chữ T ở Sóc Trăng (dưới, giữa) và đê chắn sóng ở mũi Cà Mau (dưới, phải)



Hình 4.35. Đê chắn sóng ở Gành Hào (trái) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012) và quan sát từ Google Earth (phải)

Ngoài những hoạt động gây ra xói lở ở trên, con người cũng góp phần cung cấp vật liệu trầm tích cho biển để tạo ra các đoạn bờ tích tụ. Đó là san lấp mở rộng diện tích được thực hiện ở các phường Thăng Nhất, Rạch Dừa thuộc thành phố Vũng Tàu, hoặc dự án san lấp biển ở thành phố Rạch Giá (420 ha lập ra 3 phường mới) và thị xã Hà Tiên (trên 96 ha, thuộc phường Pháo Đài), tỉnh Kiên Giang (hình 4.36).



Hình 4.36. San lấp biển để mở rộng diện tích ở thị xã Hà Tiên: ảnh chụp từ đôi Pháo Đài (trái, ảnh Đoàn Thu Phương) và ảnh chụp từ vệ tinh (phải, nguồn: Google Earth)

Chương 5

ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG CỦA BỜ BIỂN VÀ ĐỊNH HƯỚNG QUẢN LÝ LÃNH THỔ VÙNG NGHIÊN CỨU

5.1. ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG BỜ BIỂN NAM BỘ

5.1.1. Quy trình tính toán giá trị CVI

Để tính được mức độ dễ bị tổn thương bờ biển (CVI) cần phải tiến hành xác định các tham số và điểm trọng số của chúng. Để làm được điều này, trên suốt chiều dài gần 878 km đường bờ biển, đã chia ra các mặt cắt vuông góc với đường bờ theo lưới 2km chiều dài lấy một mặt cắt và được 438 mặt cắt. Trên mỗi mặt cắt, tiến hành xác định giá trị của 6 tham số gồm a) địa mạo, b) độ nghiêng (%), c) tốc độ dâng mực nước biển (mm/năm), d) tốc độ biến đổi đường bờ biển: bồi tụ hay xói lở (m/năm), e) độ cao của thủy triều (m) và f) độ cao trung bình của sóng (m). Các tham số này được đánh giá bằng cách cho điểm trọng số thành 5 cấp: 1-rất thấp, 2-thấp, 3-trung bình, 4-cao và 5-rất cao. Vì việc cho điểm phụ thuộc rất nhiều vào chủ quan của nhà nghiên cứu, cho nên chúng tôi đã so sánh với một số nước trên thế giới đã sử dụng chỉ số CVI để đánh giá mức độ rủi ro của bờ biển. Trong đó, tham số địa mạo được cho các giá trị điểm trọng số giống nhau: thấp nhất (1) là các bờ đá rắn chắc có vách cao và cao nhất (5) là các bờ cát, bờ delta, rừng ngập mặn, v.v. Còn các tham số khác thì tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên của từng khu vực để đưa ra các giá trị khác nhau. Chẳng hạn, ở Hy Lạp, Ozyurt và đồng nghiệp [] đã cho độ dốc ở mức độ rất cao (5) có giá trị 0,05-0,01, còn ở mức rất thấp (1) là $> 0,1$, trong khi các giá trị này ở Bờ Vịnh của Hoa Kỳ hơi cao hơn (tương đương là $< 0,022$ và $> 0,115$), còn ở bờ Thái Bình dương lại có thang điểm thấp nhất (1) ứng với độ dốc $> 1,9$ và cao nhất (5) ứng với độ dốc $< 0,6$. Từ phân tích so sánh như vậy, đề tài đã lựa chọn giá trị cho các tham số phù hợp với điều kiện của vùng nghiên cứu.

a) *Tham số địa mạo*. Tham số địa mạo được hiểu là đặc điểm địa hình bờ biển, trong đó quan tâm nhiều đến các loại đất đá tạo bờ, độ cao như đã phân loại ở chương 4. Căn cứ vào khả năng có thể bị phá hủy do tác động của sóng, thì các bờ đá cao và bờ đá vôi có tốc độ thay đổi rất chậm chạp chỉ vài mm/năm do mài mòn cơ học và hòa tan hóa học, có thể xem là không bị biến đổi trong khoảng thời gian một đời người, nên cho cùng 1 giá trị là 1; bờ đá thấp là đoạn có đá lộ ra trên bãi biển, nhưng bị cát phủ ở mức độ khác nhau, nay lớp cát đang bị lấy đi làm tăng thêm diện lộ của đá, nên được cho điểm 3; bờ cát ở đây hầu hết là bề mặt tích tụ do sóng tuổi Holocen giữa và khá đồng nhất, nên cho điểm 4 và bờ cấu tạo bằng bột-sét thấp, có tính đồng nhất cao, dễ bị phá hủy do tác động của sóng, nên cho điểm 5 (bảng 5.1).

b) *Tham số độ dốc (%)*. Độ dốc chung được xác định bằng một mặt cắt với chiều dài 20 km, cắt vuông góc với bờ, từ bờ vào lục địa là 10km và từ bờ hướng ra phía biển là 10km. Độ dốc khu vực cho phép đánh giá không chỉ rủi ro tương đối của ngập lụt, mà còn cả tốc độ giạt lùi đường bờ tiềm ẩn, bởi vì các khu vực bờ có độ dốc nhỏ có thể giạt lùi nhanh hơn các khu vực dốc hơn (Pilkey và Davis, 1987). Từ các kết quả tính toán (xem phụ lục 1), đã đưa ra 5 khoảng giá trị tương ứng với thang điểm từ 1 đến 5 gồm: $<0,01 = 5$; $0,01-0,02 = 4$; $0,02 - 0,04 = 3$; $0,04 - 0,1 = 2$ và $> 0,1 = 1$ (bảng 5.1).

c) *Tham số mực nước biển dâng (mm/năm)*. Hiện nay, các kịch bản về mực nước biển dâng cho các tỉnh ven biển cả nước, cũng như các tỉnh ven biển Nam Bộ đã được Viện Khoa học Khí tượng, Thủy văn và Môi trường đưa ra, như đã được trình bày trong bảng... Tuy nhiên, kết quả tính toán từ số liệu đo đạc tại 3 trạm đo mực nước: Vũng Tàu, Năm Căn và Rạch Giá của Bùi Huy Thông và... cho các giá trị tương ứng là 3,6 mm/năm, 3,0 mm/năm và 4,2 mm/năm. Các bậc giá trị trên được cho điểm từ 1 đến 3 (bảng 5.1).

d) *Tốc độ biến đổi đường bờ biển (m/năm)*. Từ các kết quả tính toán tốc độ biến động đường bờ trong giai đoạn 1990-2010 (20 năm gần đây) có sự khác nhau rất lớn: từ tích tụ dưới 1,0 m/năm đến vài mét năm và xói lở từ dưới 1,0 m/năm đến vài chục mét/năm (được trình bày trong phụ lục 1.1), có thể chia ra 5 khoảng giá trị $> + 2,0$ m/năm = 1; $+2,1 \div -2,0$ m/năm = 2; $-2,1 \div -4,0$ m/năm = 3; $-4,1 \div -6,0$ m/năm = 4 và $> - 6,1$ m/năm = 5 (bảng 5.1).

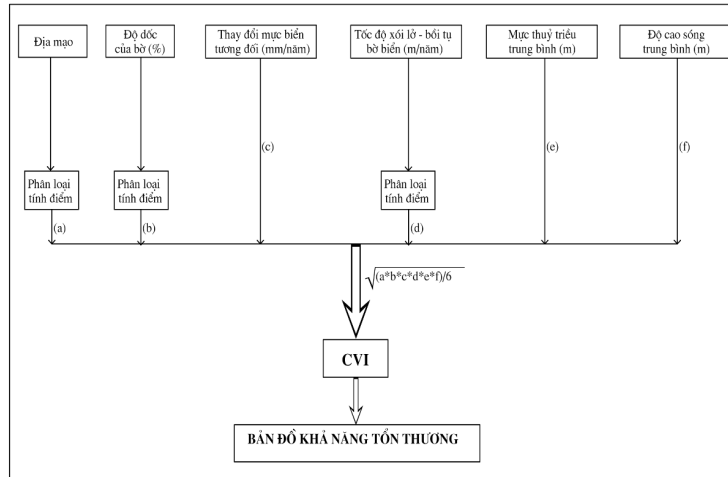
e) *Độ cao trung bình của thủy triều*. Theo kết quả nghiên cứu thủy triều dọc bờ biển vùng nghiên cứu, có thể chia ra 3 đoạn: phía bắc mũi Ba Kiềm, độ lớn thủy triều trong khoảng 1,5-2,5 mét; giá trị tương ứng đối với các đoạn bờ mũi Cà Mau-Hà Tiên là $< 1,5$ mét và đoạn từ mũi Ba Kiềm đến mũi Cà Mau $> 2,5$ mét. Do đó, có thể cho 3 giá trị điểm tương ứng là $> 2,5$ mét = 1; từ 1,5 – 2,5 mét = 2 và $< 1,5$ mét = 3 (bảng 5.1).

f) *Độ cao sóng trung bình*. Các kết quả nghiên cứu đều cho thấy, vùng biển ven bờ từ phía đông có giá trị trên 1,5 mét, còn ở phía tây bán đảo Cà Mau, độ cao sóng có ý nghĩa luôn nhỏ hơn 1,5 mét. Do đó, có 2 giá trị điểm cho độ cao sóng là: $< 1,5$ mét = 4 và $> 1,51$ mét = 5 (bảng 5.1).

Bảng 5.1. Thang điểm cho các tham số để tính CVI

Biến số	1	2	3	4	5
Địa mạo	Bờ đá cao	Bờ đá thấp	Bờ cát cao	Bờ cát thấp	Bờ bùn-sét thấp
Độ dốc (%)	$> 0,1$	0,04-0,1	0,02-0,04	0,01-0,02	$< 0,01$
Mức nước biển dâng (mm/năm)	$< 3,0$	3,1 – 4,0	$> 4,0$	-	-
Tốc độ biến đổi đường bờ (m/năm)	$> + 2,0$	$+2,1 \div -2,0$	$-2,1 \div -4,0$	$-4,1 \div -6,0$	$> -6,1$
Độ cao thủy triều trung bình (m)	$< 1,5$	1,5 – 2,5	$> 2,5$	-	-
Độ cao sóng trung bình (m)	-	-	-	$< 1,5$	$> 1,6$

Từ các giá trị trong bảng 5.1, tiến hành tính giá trị CVI cho từng mặt cắt theo công thức đã đưa ra ở mục trước. Sau đó phân cấp mức độ dễ bị tổn thương và thành lập bản đồ chỉ số mức độ dễ bị tổn thương bờ do mực nước biển dâng theo các bước được trình bày trên hình 5.1.



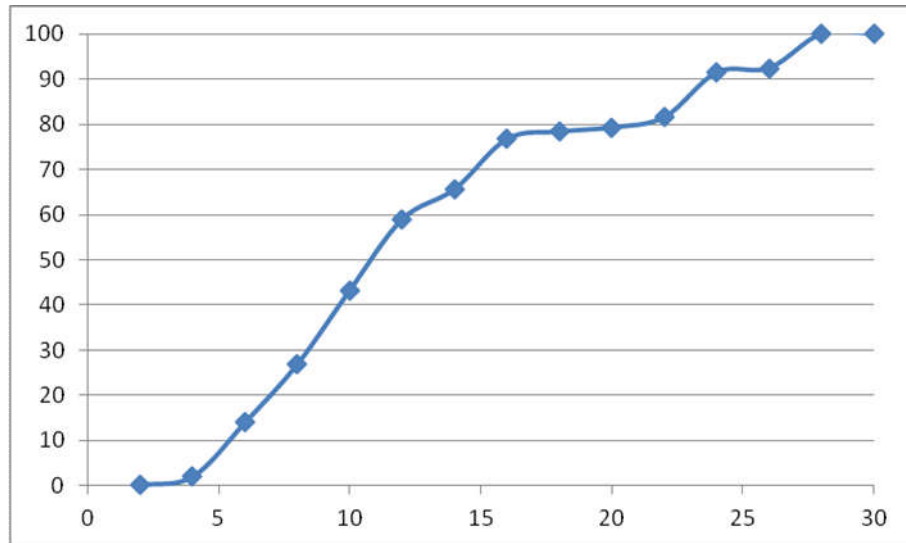
Hình 5.1. Quy trình tính toán chỉ số tổn thương đường bờ biển

Mức độ dễ bị tổn thương đường bờ theo chỉ số CVI

Để tính được giá trị CVI, trên toàn bộ bờ biển vùng nghiên cứu đã lập ra 438 mặt cắt theo hướng vuông góc với đường bờ. Mỗi mặt cắt có một giá trị CVI được tính theo biểu thức sau:

$$CVI = \sqrt{\frac{a*b*c*d*e*f}{6}}$$

Từ số liệu trong bảng 5.1 và theo quy trình vừa trình bày, đã tính được giá trị CVI cho 438 mặt cắt đã được thiết lập cho đoạn bờ biển các tỉnh Nam Bộ. Các giá trị CVI thay đổi từ 1,29 đến 27,36. Từ các giá trị CVI này, tiến hành xây dựng đường cong tích lũy được biểu diễn trong hệ tọa độ vuông góc, trong đó, trục hoành biểu thị các bậc giá trị CVI, trục tung biểu thị % tương ứng cho các giá trị CVI từ thấp đến cao (hình 5.2). Từ biểu đồ đường cong tích lũy trên hình 5.2 đã xác định được các giá trị CVI tương ứng như sau: giá trị CVI ứng với 25% = 7,5 , giá trị CVI ứng với 50% = 12,0 và giá trị CVI ứng với 75% = 15,5.



Hình 5.2. Biểu đồ đường cong tích lũy các giá trị CVI cho bờ biển các tỉnh Nam Bộ

Từ việc phân chia các khoảng phần trăm tương ứng với các khoảng giá trị CVI sẽ đưa được ra bản đồ mức độ dễ bị tổn thương đường bờ biển các tỉnh Nam Bộ từ Bà Rịa – Vũng Tàu đến Kiên Giang. Trong đó khoanh định được những đoạn bờ tương ứng với bốn cấp mức độ tổn thương: yếu, trung bình, cao và rất cao (Bản đồ mức độ dễ bị tổn thương các tỉnh Nam Bộ). Từ bản đồ mức độ dễ bị tổn thương, có thể xác định được số đoạn bờ, tổng chiều dài và tỷ lệ (%) của các mức độ rủi ro cao hay thấp đối với mực nước biển dâng của đường bờ biển vùng nghiên cứu (bảng 5.2).

Bảng 5.2. Số đoạn bờ, chiều dài và tỷ lệ phần trăm tương ứng với mức độ rủi ro

Mức độ rủi ro	Số đoạn bờ	Chiều dài (km)	Tỷ lệ (%)
Rất cao	9	220,2	24,5
Cao	18	286,1	31,8
Trung bình	24	145,6	16,2
Thấp	14	247,5	27,7

Trên bản đồ mức độ dễ bị tổn thương tổn thương bờ biển các tỉnh Nam Bộ từ Bà Rịa - Vũng Tàu đến Kiên Giang cho thấy một cách bao quát những khu vực có mức độ dễ bị tổn thương thấp, trung bình, cao và rất cao.

Hầu hết trên dọc chiều dài đường bờ biển trong vùng nghiên cứu, những đoạn bờ có mức độ dễ bị tổn thương thấp và trung bình là những đoạn bờ được cấu tạo bởi các thành tạo thạch học rắn chắc, độ dốc trung bình cao, hoạt động xói lở diễn ra không mạnh, giá trị tính toán CVI nằm trong khoảng 1,29 – 7,5. Những đoạn bờ được cấu tạo bởi vật liệu bờ rời có khả năng dễ bị phá vỡ liên kết nhưng nằm trong chế độ thủy triều cao ($>2,5\text{m}$), độ cao sóng thấp ($<1\text{m}$), mực nước biển dâng thấp (3,6m) cũng sẽ là những khu vực mà khả năng dễ bị tổn thương không cao.

Những đoạn bờ có mức độ dễ bị tổn thương cao và rất cao hầu hết là các đoạn bờ được cấu tạo bởi bùn sét, độ dốc trung bình nhỏ, hoạt động xói lở diễn ra mạnh giá trị CVI $>15,5$. Những đoạn bờ này là những khu vực nhạy cảm và xung yếu về khả năng xói lở. Bãi biển rộng, trầm tích tầng mặt lộ ra trên khu vực này hầu hết là trầm tích bờ rời, khả năng chống chịu với các tác động bên ngoài để là phá vỡ mối liên kết không cao, trắc diện ngang của bãi rất thoải, độ nghiêng chung $< 0,05\%$. Chính vì vậy mà tốc độ giạt lùi đường bờ biển trong giai đoạn gần đây có dấu hiệu tăng lên.

Trong vùng nghiên cứu, có thể qua sát 146,3km đường bờ biển kéo dài từ thị xã Cái Nước đến hết địa giới hành chính thị xã Trần Văn thời có mức độ dễ bị tổn thương rất cao. Đoạn bờ biển khu vực này có xu hướng xói lở rất mạnh sau năm 1990 với tốc độ trung bình xấp xỉ 34m/năm. Kết hợp với mực nước biển dâng trong khu vực này là 4,2mm/năm, độ cao của sóng 1m, độ lớn thủy triều $< 1,5\text{m}$, giá trị độ nghiêng $< 0,1\%$, chính vì vậy mà hầu hết các điểm tính toán CVI tại đường bờ biển nơi đây có giá trị rất cao đạt giá trị 27,3. Vì vậy mà đường bờ biển tại khu vực này có khả năng dễ bị tổn thương lớn nhất trong bối cảnh mực nước biển dâng.

Hầu hết bờ biển khu vực huyện Cần Giờ đều có mức độ dễ bị tổn thương cao và rất cao, bờ biển tại khu vực này cấu tạo chủ yếu là bùn sét, trắc diện ngang của bãi rất thoải, độ nghiêng chung chỉ đạt giá trị xấp xỉ 0,09%,

tốc độ giạt lùi đường bờ tại một số vị trí của khu vực này đạt từ vài mét lên tới trên 70m/năm, hiện nay tình trạng xói lở bờ và bãi tại khu vực này vẫn đang diễn ra mạnh.

Trên cơ sở mức độ dễ bị tổn thương bờ biển được trình bày trên đây kết hợp với việc phân tích các giá trị tài nguyên của địa hình bờ biển, cũng như các tai biến thiên nhiên trong vùng nghiên cứu sẽ đưa ra định hướng quy hoạch phát triển và quản lý tai biến cho bờ biển các tỉnh Nam Bộ.

5.2. TÀI NGUYÊN ĐỊA HÌNH BỜ BIỂN CÁC TỈNH VEN BIỂN NAM BỘ

Qua các kết quả nghiên cứu đặc điểm địa hình và các quá trình địa mạo trong khu vực kết hợp với những điều đã trình bày ở chương 2, 3 và chương 4, có thể nói rằng, bờ biển ở đây rất đa dạng về tài nguyên địa hình. Tuy nhiên, chiếm tỷ lệ nhiều nhất vẫn là các thành tạo địa hình mài mòn trên các loại đất đá khác nhau được phân bố ở các tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu và Kiên Giang. Hầu hết các tài nguyên này đều được xếp vào các di chỉ địa mạo (geomorphosites) trong khung cảnh đa dạng địa học của bờ biển Nam Bộ. Dưới đây, các tài nguyên địa hình sẽ được phân tích theo các tiêu chí đã được đề cập ở chương 1, bao gồm giá trị khoa học, giá trị lịch sử-văn hóa, giá trị kinh tế, giá trị thẩm mỹ và giá trị chức năng.

5.2.1. Giá trị khoa học

Khác với các vùng đồi núi trong đất liền, dải địa hình bờ biển rất đa dạng về nguồn gốc và các đặc điểm hình thái. Có thể nói, dải bờ biển 9 tỉnh Nam Bộ cũng bao gồm hầu hết các thành tạo địa hình có nguồn gốc khác nhau: bóc mòn tổng hợp (nhân tố trọng lực giữ vai trò quan trọng), nước chảy trên mặt (sông, suối có nước chảy thường xuyên và các khe rãnh có dòng chảy tạm thời), karst, gió, biển, sinh vật và cả địa hình được tạo ra do con

người-địa hình nhân sinh. Như vậy, có thể nói, giá trị khoa học đầu tiên của địa hình dải bờ biển Nam Bộ là tính đa dạng về nguồn gốc của chúng. Tuy nhiên, giá trị khoa học còn được thể hiện ở các tiêu chí khác nữa.

Giá trị khoa học được xem là tiêu chí quan trọng nhất để đánh giá tài nguyên địa mạo, theo các đặc trưng sau: 1) mô hình tiến hóa địa mạo; 2) được sử dụng cho các mục đích giáo dục; 3) là một ví dụ về cổ địa mạo và 4) là trụ cột của một hệ sinh thái. Tuy nhiên, không phải bất cứ dạng địa hình nào cũng phải có đầy đủ cả 4 đặc trưng nêu trên. Hầu hết các dạng địa hình đơn lẻ chỉ đảm bảo được một hay vài đặc trưng. Thậm chí, đôi khi, các đặc trưng này cũng không được rõ ràng lắm. Cho nên, khi phân tích cần có cách nhìn tổng quát và chọn lọc những đặc trưng thích hợp nhất.

Một ví dụ về cổ địa mạo. Trong vùng nghiên cứu, các dạng địa hình mài mòn được xem là một mô hình tiến hóa địa mạo dễ nhận ra hơn cả. Các dạng địa hình này đều được hình thành và phát triển trên đá granit thuộc phức hệ Đèo Cả phân bố ở núi Kỳ Vân, Núi Lớn, Núi Nhỏ (tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu) và Núi Sóc, Núi Me và núi Hòn Đất (tỉnh Kiên Giang). Sự tiến hóa của các dạng địa hình mài mòn rất giống nhau: đồng nhất về loại đá tạo bờ, đều do tác động của sóng và giống nhau về hình thái (hình 5.3 và 5.4). Từ hình 5.3 dễ dàng nhận ra là sự khác nhau về vị trí độ cao của các khối đá granit bị mài mòn này theo thời gian: 1) độ cao khoảng 100 mét (có lẽ vào đầu Đệ Tứ?) (ảnh trái); 2) độ cao 10-20 mét (có lẽ có tuổi Pleistocen muộn) (ảnh giữa); 3) độ cao 3-5 mét, tuổi Holocen giữa (ảnh phải) và 4) mực nước biển hiện nay. Các mức độ cao 1, 2 và 3 đều quan sát được trên sườn phía tây núi Hòn Me ở huyện Hòn Đất.



Hình 5.3. Dấu vết hoạt động của sóng trước đây quan sát được trên núi Hòn Me (huyện Hòn Đất, Kiên Giang) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)



Hình 5.4. Các khối đá mài mòn do tác động của sóng hiện nay quan sát được ở mũi Kỳ Vân (tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Một ví dụ khác về cổ địa mạo là *các ngấn nước biển trên đá vôi do mài mòn-hòa tan*. Ngược lại với các vách biển phát triển trên các đá có độ bền vững cao, các hoạt động mài mòn-hòa tan trên đá vôi ở Kiên Giang đã tạo ra các ngấn ghi lại dấu ấn vị trí mực nước biển vào các thời điểm khác nhau trong Holocen (hình 5.5). Tại đây, trên một khối núi đá vôi nhỏ còn đã quan sát được 3 ngấn nước nằm ở các độ cao 4,0-4,5 mét, 1,5-2,0 mét và 1,0 mét so với mực nước biển hiện nay. Rất tiếc, đã không tìm được hà hay sò ốc bám trên các ngấn này để xác định niên đại giống như ở khu vực Tam Cốc, tỉnh Ninh Bình.

Các thành tạo địa hình nêu trên cũng đồng thời thỏa mãn được là *mô hình tiến hóa địa mạo* do tác động của sóng lên các loại đá gắn kết và có thể được xem là một ví dụ trong giảng dạy môn địa mạo bờ biển cho các sinh viên trong khối các Khoa học về Trái đất, cho sinh viên ngành du lịch, v.v.

Giá trị khoa học còn được thể hiện ở các vùng địa hình thấp, trũng bị chia cắt bởi sông rạch, các lạch thoát triều mà trên đó phát triển nhiều hệ sinh thái quan trọng đã được UNESCO công nhận là Khu Dự trữ Sinh quyển Cần Giờ, Kiên Giang và Cà Mau; khu đất ngập nước Cà Mau.



Hình 5.5. Bằng chứng địa mạo cho thấy một thời kỳ mực nước biển cao hơn hiện nay trên vách đá vôi ở núi núi hang Cá Sấu, Kiên Lương, Kiên Giang (ảnh Vũ Văn Phái, 2012 và 2009)

5.2.2. Giá trị lịch sử văn hóa.

Một thành tạo địa hình được xem là có giá trị văn hóa khi nó đạt được một trong số các tiêu chí sau: văn hóa dân gian, khảo cổ và lịch sử, tâm linh. Dưới đây đề cập đến một số thành tạo địa hình có các tiêu chí trên.

Tiêu chí lịch sử và khảo cổ. Do là vùng đất mới được khai phá trong khoảng từ thế kỷ XVI-XVII đến nay, nên trên dải bờ biển Nam Bộ rất ít di tích khảo cổ. Tuy nhiên, lại có rất nhiều di tích lịch sử do trải qua hai cuộc

kháng chiến chống Pháp và chống Mỹ. Các di tích lịch sử này thường được bố trí trên các thành tạo địa hình hiểm trở, khó đi lại, như các vùng núi hoặc sinh lầy. Đó là Di tích lịch sử Minh Đạm (Bà Rịa-Vũng Tàu), Rừng Sác (thành phố Hồ Chí Minh), Khu di tích lịch sử Hòn Đất (Kiên Giang). Khu Di tích lịch sử Minh Đạm và Hòn Đất được xây dựng trên địa hình do phong hóa và mài mòn cấu tạo bằng đá granit, thuộc phức hệ Đèo Cả với nhiều khối đã bị mài tròn, nhẵn nhụi kề nhau tạo nên các hang hốc thuận lợi cho hoạt động bí mật, cũng như tránh đạn (hình 5.6). Bản thân các khối đá granit tròn nhẵn đã phản ánh mối quan hệ chặt chẽ giữa thành phần thạch học và quá trình phong hóa, giờ đây, lại thêm ý nghĩa lịch sử của chúng càng làm tăng thêm giá trị tài nguyên cho loại địa hình này.



Hình 5.6. Các khối đá granit bị phong hóa và bóc mòn và hang Tiểu đội Nữ trong khu di tích lịch sử Minh Đạm trên núi Châu Viên (Nguồn: Internet)

Tiêu chí tâm linh. Một địa danh khác cũng mang giá trị tâm linh là Núi Nhỏ. Theo truyền thuyết, Núi Nhỏ có tên là núi Tao Phùng kể về câu chuyện tình giữa con gái của vua Thủy Tề với người con trai làng chài ở đây. Gần đây, núi Minh Đạm-nơi có di tích lịch sử cùng tên như vừa đề cập ở trên, cũng có thể có thêm cả giá trị tâm linh. Bởi vì, vào năm 1948, sau khi 2 chiến sỹ cách mạng của tỉnh Bà Rịa đã hy sinh tại đây tên là Bùi Công Minh và Mạc Thanh Đạm, sau đó người ta đã lấy tên là núi Minh Đạm thay cho tên Châu

Viên. Hòn Bà-một đảo nhỏ cách mũi Nghinh Phong khoảng 200 mét (vào những ngày thủy triều xuống kiệt, thì có thể đi bộ từ bờ ra đảo), trên đó có Miếu Bà được xây dựng đầu tiên vào năm 1881, đến năm 1971 được sửa lại, xung quanh là vách mài mòn, cũng được xem là có giá trị tâm linh.

Nhiều địa danh ở Nam Bộ đều được đặt theo tên một nhân vật có công lớn đối với dân chúng. Chẳng hạn, sông Thị Vải (bà Thị Vải cùng chồng có tài nuôi dạy hổ), Bà Rịa (là người có công khẩn hoang vùng đất này vào cuối thế kỷ 18)

Tiêu chí văn hóa. Núi Nhỏ cũng là một di tích văn hóa với ngọn Hải đăng hình trụ có đường kính 3 mét và cao 18 mét đặt trên đỉnh núi có độ cao 170 mét. Tầm quét của đèn biển là 30 hải lý (khoảng gần 55 km) (hình 5.7). Tháp Hải đăng này được người Pháp xây dựng sớm nhất ở nước ta vào năm 1862 với tháp thấp và đơn giản, đến năm 1913 cải tạo lại như hiện nay vào năm 1913 với độ cao 18 mét và đặt ở độ cao 170 mét so với mực nước biển để báo hiệu, chỉ dẫn cho tàu thuyền vào ra cửa biển Cần Giờ. Hải đăng Vũng Tàu được xem như là một di tích văn hóa kiến trúc từ cuối thế kỷ 19.



Hình 5.7. Hải đăng Vũng Tàu được đặt trên Núi Nhỏ (nguồn: Internet)

5.2.3. Giá trị kinh tế

Không nghi ngờ gì nữa về giá trị kinh tế của nhiều thành tạo địa hình trên bờ biển các tỉnh Nam Bộ, từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến Kiên Giang. Hầu hết các thành tạo địa hình tích tụ đều có giá trị này. Dưới góc độ kinh tế, địa hình nói chung và địa hình bờ biển nói riêng được chia thành 2 nhóm là tài nguyên lấy được và tài nguyên không lấy được.

Tài nguyên địa hình lấy được. Đó chính là các vật liệu cấu tạo nên địa hình. Các vật liệu này, đồng thời, cũng là nguồn tài nguyên khoáng sản. Trong dải bờ biển Nam Bộ, có 2 loại khoáng sản đáng chú ý là sa khoáng ilmenit và vật liệu xây dựng. Sa khoáng ilmenit tập trung trong các thành tạo địa hình cấu tạo bằng cát nằm trong thềm tích tụ tuổi Holocen giữa, có độ cao 3-5 mét với hàm lượng thấp và trong bãi biển xói lở tích tụ với hàm lượng khá cao, đến nỗi làm cho cát bãi biển có màu xám đen, như ở phía ngoài khu resort Paradise hay khu vực Hồ Tràm, v.v. (hình 5.8). Tuy nhiên, việc khai thác sa khoáng ilmenit trong cát mang lại hiệu quả kinh tế không cao và khi khai thác lại mang đến nhiều hệ lụy về môi trường. Do đó, việc làm này không được khuyến khích đối với các tỉnh ven biển Nam Bộ.



Hình 5.8. Bãi biển xói lở-tích tụ giàu khoáng vật nặng màu đen ở khu vực resort Paradise, thành phố Vũng Tàu (trái) và ở phía tây Cù Lấp (phải)
(ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Một loại tài nguyên địa hình lấy được khác là vật liệu xây dựng bao gồm granit, đá vôi và cát san lấp. *Địa hình phát triển trên đá granit* có ở tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu và Kiên Giang. Đá vôi thì chỉ có ở Kiên Giang. Còn cát san lấp thì có ở tất cả các tỉnh ven biển Nam Bộ cả trên đất liền, lẫn dưới đáy biển. Mặc dù có một số khối núi cấu tạo bằng đá granit, nhưng vì liên quan đến các di tích lịch sử cần phải bảo tồn, nên chỉ núi Hòn Sóc ở huyện Hòn Đất, tỉnh Kiên Giang mới được khai thác. Việc khai thác đá ở đây vừa làm vật liệu xây dựng vừa chẻ đá cho các mục đích khác, như làm trụ tiêu (hình 5.9).



*Hình 5.9. Khai thác đá ở núi Hòn Sóc, huyện Hòn Đất, Kiên Giang
(ảnh Vũ Văn Phái, 2009)*

Địa hình phát triển trên đá vôi ở Kiên Giang cũng là một nguồn nguyên vật liệu xây dựng và đã được sử dụng từ lâu-đó là sản xuất xi măng Kiên Lương bắt đầu từ năm 1964, hiện nay do Công ty Cổ phần xi măng Hà Tiên 1. Hiện nay còn có cả Công ty xi măng Holcim trên địa bàn này (hình 5.10).

Khai thác cát san lấp. Để mở rộng diện tích, gần đây, nhiều nơi đã tiến hành san lấp các vùng trũng thấp trên phần đất, như ở phía nam cầu Tô Châu (Hà Tiên), hay san lấp nền cho Dự án Nhà máy Nhiệt điện Trà Vinh 1. Nguồn vật liệu để san lấp cho các dự án này đều là cát lấy từ đáy biển gần bờ. Tuy nhiên, tất cả các hình thức khai thác trên đây đều gây nhiều hệ lụy cho môi trường: ô nhiễm, xói lở bờ biển.



Hình 5.10. Nhà máy xi măng Kiên Lương (trái) và nhà máy xi măng của Công ty Holcim (phải) (Ảnh Vũ Văn Phái, 2009)

Tài nguyên địa hình không lấy được. Các thành tạo địa hình có giá trị kinh tế, nhưng không lấy được trong dải bờ biển rất đa dạng cả về nguồn gốc lẫn quy mô phân bố của chúng. Đó chính là các dạng địa hình mài mòn được hình thành trên đá granit và các ngấn nước biển trên đá vôi, như đã được trình bày ở phần trước. Các dạng địa hình này được xem là các *di chỉ địa mạo* (geomorphological Site hoặc Geomorphosite) trong đại gia đình các di chỉ địa học (geosites). Đó là các vị trí của địa quyển (geosphere) có tầm quan trọng đặc biệt để nhận thức lịch sử của Trái đất được phân định về mặt không gian và, trên quan điểm khoa học, chúng khác biệt rõ rệt với xung quanh. Các di chỉ địa mạo này chỉ được sử dụng cho phát triển du lịch và cần được bảo tồn-bảo tồn đa dạng địa học. Phần lớn các thành tạo địa hình có giá trị kinh tế, nhưng thuộc loại tài nguyên không lấy được, lại thường có cả giá trị thẩm mỹ.

5.2.4. Giá trị thẩm mỹ

Giá trị thẩm mỹ của địa hình được đánh giá theo 3 tiêu chí gồm: *cảnh quan địa phương, du lịch địa học* và *cảm xúc nghệ thuật*. Cả ba tiêu chí này đều có sự gắn bó với nhau rất chặt chẽ và thường đi kèm với nhau. Giá trị thẩm mỹ được xuất phát từ những cảm giác do nhận thức cá nhân mang tính

chủ quan cao, do đó, khó mà đánh giá và so sánh với những cảm giác và nhận thức của từng người khác nhau. Nhìn chung, giá trị thẩm mỹ là chung cho mọi người thường ngoạn để sáng tạo nghệ thuật (văn, thơ, nhạc, họa). Do đó, các thành tạo địa hình có giá trị thẩm mỹ, đồng thời có cả giá trị văn hóa. Đồng thời, giá trị thẩm mỹ không thể lấy làm của riêng được. Có thể nói rằng, các cảnh quan trên dải đất ven biển từ Nam Bộ (từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến Kiên Giang) thật là “son thủy hữu tình”. Tuy nhiên, đáng kể hơn là ở hai tỉnh có cả địa hình núi đồi, đồi, đồng bằng và bờ biển-Bà Rịa-Vũng Tàu và Kiên Giang. Có cả những cảnh quan riêng lẻ, lẫn cả quần thể của chúng. Hầu hết các thành tạo địa hình trong dải đất này đều có thể có đủ cả 3 tiêu chí nêu trên. Giá trị thẩm mỹ được cảm nhận bằng các sáng tác nghệ thuật: văn, thơ, nhạc họa. Có thể nêu một số ví dụ sau.

Đứng trên ngọn Hải đăng ở Núi Nhỏ có thể bao quát được cả một vùng rộng lớn xung quanh: từ Bãi Tầm Dương, Niết bàn Tịnh xá dưới vùng đất giữa Núi Nhỏ và Núi lớn, mũi Nghinh Phong, Hòn Bà, v.v. và nhà thơ Xuân Hoàng đã viết: “Xin gọi chiều nay, chiều Hải đăng/Vũng Tàu ba phía biển vẫy dăng/Để dành ta đứng trên doi núi/Với ngọn đèn pha chờ đón trăng/Nơi đây mỏm núi chồm lưng gió...” [25]

5.2.5. Giá trị chức năng

Các thành tạo địa hình và thành phần vật chất cấu tạo nên chúng còn có các giá trị chức năng rất quan trọng. Theo Gray M. [76], địa hình có 3 chức năng sau: các chức năng thiết thực (là những giá trị có ý nghĩa thiết thực trực tiếp đối với xã hội loài người), chức năng địa hệ và chức năng hệ sinh thái. Chức năng thiết thực lại bao gồm: nền móng, dự trữ và tái sinh, kiểm soát ô nhiễm, sức khỏe và chức năng thổ nhưỡng. Hầu hết các giá trị chức năng của địa hình đều được sử dụng ngay tại vị trí phân bố của chúng, chứ không được

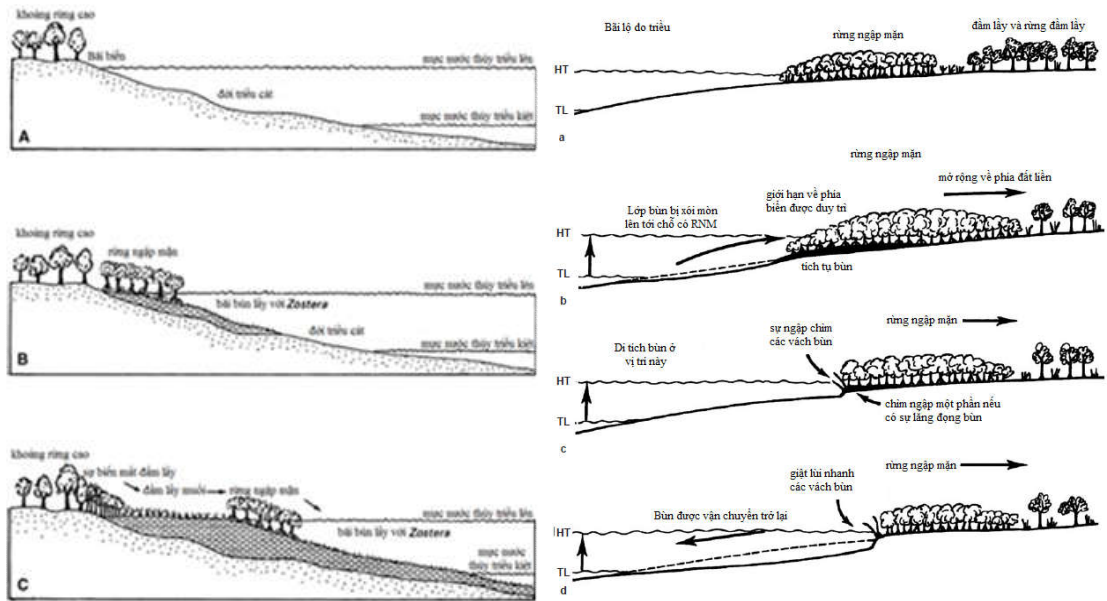
lấy mang đến chỗ khác. Cùng với thành phần đất đá và các nhân tố khí hậu, thủy văn, địa hình góp phần tạo nên môi trường sống và các quá trình vô sinh khác duy trì các hệ tự nhiên và sinh thái trên mặt đất. Tựu trung lại là các giá trị chức năng của địa hình trong hệ sinh thái, hay có thể gọi địa hình là rường cột của hệ sinh thái.

Một số *chức năng thiết thực* hay *chức năng vốn có* của dải địa hình bờ biển vùng nghiên cứu. Thực ra, giá trị này rất khó mô tả. Như đã đề cập ở chương 1, địa hình mặt đất là “sân khấu” để con người trình diễn các hoạt động sinh tồn của mình. Trước hết, dải địa hình bờ biển trong phạm vi vài km về phía đất liền ở đây có rất ít núi, mà phần lớn là đồng bằng. Vì thế, địa hình dải ven biển các tỉnh Nam Bộ hầu hết là bằng phẳng, có nhiều điều kiện thuận lợi để xây dựng hạ tầng cơ sở, các khu đô thị, các khu du lịch, các quần cư nông thôn, v.v. Tuy nhiên, chức năng này không phải đã được con người nhận thức ngay từ khi mới xuất hiện, mà chỉ mới gần đây thôi, khi có nhiều tai biến thiên nhiên gây tổn thất về nhiều mặt của cuộc sống con người do sử dụng địa hình không tuân thủ theo quy luật riêng của nó.

Chức năng địa hệ. Toàn bộ không gian dải đất liền ven biển nói chung và vùng nghiên cứu nói riêng là một địa hệ với sự tương tác thường xuyên giữa lục địa và biển. Trừ các bờ đá cao dưới chân các khối núi Trường Phi (mũi Kỳ Vân) và phía tây Núi Lớn, còn lại đều có bãi biển cấu tạo bởi cát và bãi triều lầy cấu tạo bởi bùn-sét trên toàn bộ chiều dài bờ biển vùng nghiên cứu. Trong điều kiện bình thường, các bãi biển có tác dụng bảo vệ cho đường bờ khỏi bị xói lở, đồng thời có chức năng đông lực để duy trì di chuyển bồi tích dọc bờ và giữ cho trắc diện bãi trong trạng thái cân bằng. Do đó, xói lở bờ biển hiện nay đã làm cho chức năng này của bãi biển bị giảm đi rõ rệt. Hơn nữa, các bãi triều lầy với rừng ngập mặn phát triển tốt ở khu vực lại là các bẫy để giữ lại các trầm tích hạt nhỏ để bồi thêm bãi và là cơ sở nền cho sinh vật phát triển.

Chức năng hệ sinh thái. Địa hình giữ vai trò rất quan trọng trong hệ sinh thái, đặc biệt là địa hình bờ biển. Theo Panizza M. [112], địa hình là *trụ cột của hệ sinh thái*. Chính địa hình và thành phần vật chất cấu tạo nên nó gần như giữ vai trò quyết định môi trường sống (habitat) của hệ sinh thái nào đó. Trong hầu hết các trường hợp, khi địa hình bị biến đổi, thì hệ sinh thái cũng bị biến đổi theo và thích nghi với điều kiện địa hình mới. Chẳng hạn, sau khi đắp đập ngăn sông, thì từ hệ sinh thái sông dần dần chuyển thành hệ sinh thái hồ. Còn khi địa hình mất đi, thì hệ sinh thái trên đó cũng bị biến mất. Điều này càng rõ rệt hơn đối với địa hình bờ biển, đặc biệt đối với các khu vực có rừng ngập mặn. Diễn thế của rừng ngập mặn có 2 khuynh hướng: 1) nếu địa hình được bồi tụ và lấn ra biển (biển lùi), thì sẽ có xu thế chuyển dần từ hệ sinh thái biển sang hệ sinh thái lục địa, ngược lại, 2) khi địa hình bị phá hủy và giạt lùi về phía lục địa (biển tiến), thì các hệ sinh thái lục địa dần chuyển thành hệ sinh thái biển (hình 5.11).

Trên dải bờ biển từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến Kiên Giang, địa hình đã góp phần to lớn trong việc tạo ra 3 loại môi trường sống là: bờ vách đá, bãi cát và bãi triều lầy, hoặc theo môi trường thành tạo có thể được xếp vào các hệ sinh thái cửa sông, hệ sinh thái biển ven bờ và hệ sinh thái lục địa ven biển. Trên *bờ vách đá*, do luôn chịu tác động mạnh của sóng và nghèo chất dinh dưỡng, nên chỉ có một vài loài sinh vật có kích thước nhỏ sống được. Tại một số đoạn bờ đá thấp, hệ sinh thái san hô lại có điều kiện phát triển. Mặt khác, do nằm trong điều kiện khí hậu khô hạn, nên phần đất liền phía trong các bờ đá, có hệ sinh thái rừng savan nhiệt đới phát triển, như trên núi Châu Viên.



Hình 5.11. Diễn thế hệ sinh thái rừng ngập mặn trong điều kiện biển lùi (trái) và biển tiến (phải) [59]

Trong khi đó, trên các *bãi cát*, thế giới sinh vật có điều kiện thuận lợi để phát triển. Tuy nhiên, do bãi cát ít chất dinh dưỡng và cũng thường xuyên chịu tác động của sóng, nên sinh vật cũng nghèo nàn. Phần bãi trên triều (chỉ chịu tác động của sóng khi có bão), có một số thực vật ưa nắng gió phát triển như muống biển và có lông chông. Còn trên bãi triều và bãi dưới triều có các loại sinh vật bám đáy và đào lỗ sinh sống, như một số loài 2 mảnh vỏ, còng, dã tràng, v.v. Phía sau các bãi biển này là dải địa hình cấu tạo bằng cát. Trên đó có các hệ sinh thái tự nhiên với cây bụi là chính, hoặc hệ sinh thái nông-lâm do con người cải tạo.

Địa hình *bãi triều lầy* có độ cao thấp, độ nghiêng không đáng kể, bị chia cắt mạnh bởi hệ thống sông rạch dày đặc và thường xuyên bị ngập nước khi thủy triều lên. Đây cũng là một vùng đất mới được bồi cách đây chưa lâu bởi nguồn phù sa của hệ thống sông Mê Kông và Sài Gòn-Đồng Nai. Với đặc điểm địa hình và nền đất như vậy, cộng thêm điều kiện khí hậu nóng-ẩm, nên rừng ngập mặn phát triển rất tốt. Về phần mình, rừng ngập mặn lại tạo điều

kiện thuận lợi cho sự tích tụ phù sa do sông mang ra. Quá trình tương tác này giúp cho đất liền được mở rộng và rừng ngập mặn càng trở nên phong phú. Chính vì vậy, đến nay, đã có 3 khu vực được UNESCO công nhận là “Khu dự trữ sinh quyển thế giới” là Cần Giờ (đầu tiên của Việt Nam vào năm 2000), Kiên Giang (2006) và Cà Mau (2009) và gần đây, Cà Mau lại được công nhận là khu Đất ngập nước của Thế giới (2013). Tuy nhiên, hiện nay, do mực nước biển dâng và các hoạt động của con người, diện tích rừng ngập mặn đang bị giảm đi dọc theo các bờ sông và bờ biển bởi tác động của xói lở. Ngược lại, rừng ngập mặn phát triển tốt trên các đoạn bờ được bồi tụ (hình 5.12). Điều đó có nghĩa là nền rắn hay trụ cột của hệ sinh thái đã bị mất, thì không còn cơ sở để thế giới sinh vật tồn tại và phát triển. Vì vậy, trong thời đại ngày nay, muốn bảo tồn được đa dạng sinh học, thì cũng phải bảo tồn đa dạng địa học.



Hình 5.12. Hệ sinh thái rừng ngập mặn đang bị phá hủy do xói lở mất nền rắn (trái) và được phát triển tốt ở các đoạn được bồi (phải) trong khu vực ven bờ vịnh Gành Rái (ảnh Vũ Văn Phái, 2007)

5.3. CÁC TAI BIẾN THIÊN NHIÊN LIÊN QUAN TỚI BIẾN ĐỘNG DẢI BỜ BIỂN CÁC TỈNH NAM BỘ

5.3.1. Các khái niệm

Các tai biến thiên nhiên liên quan với biến động bờ biển-một quá trình hoạt động địa mạo được gọi chung là *tai biến địa mạo* (geomorphological

hazard). Khái niệm này đã được nhiều nhà khoa học phương Tây đưa vào các văn liệu và sử dụng từ cuối thế kỷ XX liên quan tới những vấn đề về môi trường [112,121]. Kèm theo tai biến địa mạo là *rủi ro địa mạo* (geomorphological risk). Theo Panizza M. [112], tai biến địa mạo là “*khả năng của một hiện tượng bất ổn định địa mạo nào đó và với cường độ nhất định có thể xảy ra trên một vùng nào đó trong một khoảng thời gian nhất định*” (trang 5). Mặt khác, trong bất kỳ môi trường địa mạo nào, trong thời đại ngày nay đều có tác động của con người. Do đó, cả tác động của các nhân tố tự nhiên và con người đều có thể làm cho lãnh thổ dễ bị tổn thương dẫn đến tai biến. Nếu các tai biến địa mạo gây hậu quả về kinh tế và xã hội cho một vùng nào đó thì nó trở thành rủi ro địa mạo. Từ đó, Panizza M., về mặt hình thức, cho rằng, “*rủi ro địa mạo bằng ‘tích’ của tai biến địa mạo nhân với mức độ dễ bị tổn thương kinh tế và xã hội của lãnh thổ*” (trang 7) [121].

Vì vậy, trong quá trình nghiên cứu và đánh giá tai biến thiên nhiên nói chung và tai biến địa mạo nói riêng, người ta sử dụng các tham số sau đây [64]:

- *Tai biến thiên nhiên (H)* là khả năng có thể xảy ra sự kiện trong một thời gian về lý thuyết và trên một khu vực đã cho đối với một hiện tượng nào đó (lũ lụt, trượt đất, v.v.) có sức phá hoại tiềm ẩn.
- *Tổn thương (vulnerability- V)* là mức độ thất thoát (hoặc phá huỷ) gây ra do tai biến thiên nhiên (H) với cường độ nhất định nào đó và được biểu thị từ 0 (không bị phá huỷ) đến 1 (bị phá huỷ hoàn toàn).
- *Rủi ro (R_s)* là mức độ mất mát do tai biến thiên nhiên đặc biệt (H) gây ra và được biểu diễn bằng $H \times V$ (hình thức).
- *Các yếu tố rủi ro (E)* bao gồm dân cư, tài sản, các hoạt động kinh tế, các dịch vụ, v.v. khi bị rủi ro trong một khu vực nào đó.

- *Tổng rủi ro* (R_t) là số người thiệt mạng, số người bị ảnh hưởng đến đời sống, tài sản bị phá hủy, v.v. do hiện tượng tai biến thiên nhiên đặc biệt (H) và được biểu diễn bằng $R_s \times E$.

Do đó, một cách hình thức có thể biểu diễn tổng rủi ro như sau:

$$R_t = E \times R_s = E \times H \times V$$

5.3.2. Một số tai biến liên quan tới biến động bờ biển khu vực nghiên cứu

5.3.2.1. Tai biến liên quan đến trọng lực trên sườn dốc

Tai biến liên quan đến trọng lực chính là trượt lở đất đá. Loại tai biến này chỉ gặp ở các đoạn có địa hình đồi núi. Song điển hình cho tai biến này là trượt lở xảy ra trên sườn núi Rạch Đùng-Bình Trị (hay Hòn Chông), thuộc xã Bình An, huyện Kiên Lương, Kiên Giang. Dãy núi này kéo dài theo hướng đông bắc-tây nam được cấu tạo bởi các đá trầm tích cát kết thạch anh hạt vừa và nhỏ phân lớp trung bình, xen đá phiến thạch anh - fenspat, bột kết và đá phiến sét, đá phiến silic thuộc phần dưới của hệ tầng Hòn Chông (D-C₁ hc). Dọc theo sườn núi này người ta đã làm con đường từ xã Bình An (huyện Kiên Lương) sang xã Bình Giang (huyện Hòn Đất). Theo đó, nhiều nhà dân đã san sườn để làm nhà hoặc lấy vật liệu đất đá để san nền ở nơi khác. Việc làm này đã làm cho độ ổn định của sườn bị phá vỡ và xảy ra trượt đất. Song có gia đình vẫn chưa di chuyển đến nơi an toàn (hình 5.13). Hiện tượng đá rơi, đá lở cũng có thể xảy ra trên những đoạn đường cắt xẻ qua các sườn núi như ở Châu Viên, Núi Lớn (Bà Rịa-Vũng Tàu)



*Ảnh 5.13. Một số khối trượt ở sườn phía nam dãy núi Rạch Đùng
(ảnh Vũ Văn Phái, 2008)*

5.3.2.2. Tai biến liên quan với hoạt động của sóng biển

Như đã trình bày ở trên, trong giai đoạn hiện nay, xói lở bờ biển trong vùng nghiên cứu là quá trình địa mạo chiếm ưu thế. Đây là loại tai biến phổ biến nhất theo cả không gian và thời gian. Dù bất cứ ở đoạn bờ như thế nào: đã được phát triển, hay chưa phát triển, hoạt động xói lở đều mang đến tai biến. Nếu ở đoạn bờ không có cư dân, không có các công trình quốc kế dân sinh, thì gây ra mất đất. Còn ở những nơi được phát triển, thì xói lở bờ gây ra những thiệt hại về tài sản. Mặt khác, do xói lở, Nhà nước và nhân dân phải bỏ ra một khoản tài chính lớn để xây dựng các công trình bảo vệ.

Hiện nay, trên đoạn bờ biển các tỉnh trong vùng nghiên cứu, nhiều nơi đang xảy ra xói lở mạnh, như: đoạn từ Hồ Cốc, Hồ Tràm, Lộc An, Long Hải,

Cửa Lấp, Paradise (Bà Rịa-Vũng Tàu), Cần Giờ (thành phố Hồ Chí Minh), Gò Công Đông (Tiền Giang), Bình Đại, Thạnh Phú (Bến Tre), Duyên Hải (Trà Vinh), Vĩnh Châu (Sóc Trăng), Nhà Mát, Gành Hào (Bạc Liêu), hầu như toàn bộ bờ phía đông của tỉnh Cà Mau, v.v. Xói lở đã làm sập đổ nhiều công trình, như đường giao thông, nhà cửa và làm mất đất, mất rừng ngập mặn, v.v. (hình 5.14).



Hình 5.14. Xói lở làm sập đổ các công trình ở Hồ Tràm (trên, trái), Cửa Lấp (trên, giữa) và khu Paradise (trên, phải) đều ở Bà Rịa-Vũng Tàu; làm mất đất ở Gò Công Đông, Tiền Giang (dưới, trái), ở Thanh Hải, Thạnh Phú, Bến Tre (dưới, giữa) và Rạch Gốc, Ngọc Hiển, Cà Mau (dưới, phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Thông thường, hoạt động xói lở bờ biển với cường độ mạnh xảy ra vào các kỳ triều cường vào mùa khô kết hợp với gió hướng đông, đông-nam (gió chướng) với tốc độ trung bình khoảng 5m/s.

Còn tại một số đoạn bờ khác xói lở đã phá hủy hệ thống các cồn cát phôi thai, thậm chí cả phần thềm tích tụ biển tuổi Holocen giữa, rồi mang cát lấp vào đất canh tác, lấp vào các đầm phá vùi lấp rừng ngập mặn, hoặc thu

hẹp chiều rộng bãi biển. Thậm chí, ở khu vực Cửa Lấp, do tình trạng phá hủy các cồn cát phía ngoài, nên bờ phía trong của đầm phá cũng bị xói lở, đe dọa phá hủy tài sản của người dân ở đây (hình 5.15). Hiện nay, tình trạng thu hẹp chiều rộng và tăng độ dốc của bãi là hiện tượng khá phổ biến.



Hình 5.15. Cồn cát chắn phía ngoài đang bị xói lở mạnh (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2012) và bờ phía trong đầm phá cũng đang bị xói lở (phải, ảnh Đoàn Thu Phương, 2012) ở khu vực Cửa Lấp, thành phố Vũng Tàu

Xói lở bờ biển còn gây nguy cơ sập đường giao thông, chẳng hạn đoạn đường từ mũi Ba Kiềm đi Bình Châu (tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu), hay đê biển huyện Gò Công Đông (tỉnh Tiền Giang), v.v. (hình 5.16). Hiện nay, tình trạng thu hẹp chiều rộng và tăng độ dốc của bãi là hiện tượng khá phổ biến, đặc biệt tại các đoạn bờ có công trình bảo vệ bờ, như tường biển, kè lát mái.

5.3.2.2. Tai biến liên quan với hoạt động của nước chảy trên mặt

Do hệ thống sông, kênh rạch của các tỉnh ven biển Nam Bộ khá dày đặc và giao thông đường thủy khá phổ biến, nên hiện tượng xói lở bờ của chúng cũng diễn ra không kém phần phức tạp. Mặt khác, do ảnh hưởng của thủy triều, nên hiện tượng này cũng thường xuyên hơn, đặc biệt là bờ sông và kênh rạch đổ ra phía Biển Đông. Ngay cả các bờ rạch tự nhiên ở khu vực Cần Giờ, nhiều đoạn cũng bị xói lở nghiêm trọng. Xói lở bờ sông, kênh rạch cũng làm mất đất canh tác, đất ở và làm sập đổ công trình (hình 5.17).



Hình 5.16. Xói lở đe dọa phá hủy đường giao thông ở phía bắc mũi Ba Kiềm (trái) và đê biển Gò Công Đông (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)



Hình 5.17a. Xói lở bờ sông Lòng Tàu (trái, ảnh Vũ Văn Phái, 2007) và bờ kênh Cà Mau (phải, ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Nguyên nhân của hiện tượng xói lở bờ sông và kênh rạch ở đây chủ yếu do sóng tàu, thuyền đi lại trên sông kết hợp với dòng chảy mạnh khi thủy triều rút. Đây cũng là nguyên nhân giải thích bờ sông và kênh rạch đổ ra vịnh Thái Lan bị xói lở ít hơn so với các sông, rạch đổ ra Biển Đông. Bởi vì, dòng chảy sông đổ ra Biển Tây là không đáng kể, trong khi, độ lớn thủy triều cũng thấp hơn so với phía Biển Đông.

5.3.2.3. Tai biến liên quan với hoạt động của con người

Con người là một nhân tố địa mạo quan trọng. Các hoạt động tạo địa hình và làm biến đổi địa hình mặt đất nhiều khi còn mạnh hơn cả tự nhiên. Các hoạt động kinh tế-xã hội của con người trong khu vực rất đa dạng. Chính trong những hoạt động đó, hoặc do tự phát, hoặc do chưa cân nhắc kỹ lưỡng nên nhiều khi các tai biến xảy ra gây hậu quả không lường trước được. Trong khu vực cũng chưa xảy ra tai biến đáng kể do con người tạo ra. Tuy nhiên, các hoạt động như nuôi tôm công nghiệp, phát triển du lịch quá mức, v.v. cũng rất dễ dẫn đến tai biến.

Thực ra, con người được xem là một nhân tố trực tiếp làm biến đổi địa hình dưới 2 hình thức hoặc là đào khoét (phá hủy địa hình cũ, cũng đồng thời tạo ra địa hình mới) và xây đắp (tạo nên địa hình mới). Đến lượt mình, các thành tạo địa hình này lại phản ứng lại các tác động của con người. Tuy nhiên, các phản ứng này thường không xảy ra ngay khi con người làm biến đổi địa hình, mà cần có thời gian. Thời gian để bộc lộ các phản ứng của địa hình đối với tác động của con người có quy mô rất khác nhau: có thể một mùa, một năm, hoặc nhiều năm, thậm chí đến hàng trăm năm. Chẳng hạn, xói lở bờ biển chỉ xảy ra sau một vài năm do con người chặt phá rừng ngập mặn làm đầm nuôi tôm; ảnh hưởng của các đập-hồ chứa đến đời sống của bờ biển phải mất thời gian hàng chục năm; thậm chí làm biến đổi khí hậu của Trái đất phải mất vài trăm năm, v.v. Ngày nay, xói lở bờ biển, suy thoái hệ sinh thái biển, biến đổi khí hậu đều được xem là tai biến.

5.4. ĐỊNH HƯỚNG QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN VÀ QUẢN LÝ TAI BIẾN BỜ BIỂN CÁC TỈNH NAM BỘ

Ngoài thế mạnh về các tài nguyên địa hình ven biển nêu trên, dải bờ biển của các tỉnh trong vùng nghiên cứu còn có nhiều thế mạnh khác. Do đó,

các tỉnh đã xây dựng quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030 với những mục tiêu khá rõ ràng. Do có lợi thế về tài nguyên địa hình bờ biển khác nhau, nên định hướng phát triển của các tỉnh cũng không giống nhau. Ở nét chung nhất, các tỉnh, thành phố ven biển Nam Bộ đều hướng tới phát triển kinh tế biển, trong đó nhấn mạnh 2 lĩnh vực quan trọng là hải sản và du lịch. Tuy nhiên, như đã đề cập ở phần đầu, đề tài chỉ giới hạn ở phân tích quy hoạch và quản lý phát triển du lịch trong vùng trên cơ sở nghiên cứu biến động bờ biển trong bối cảnh mực nước biển dâng.

Cũng cần phải lưu ý rằng, *biến động bờ biển có thể gây ra nhiều vấn đề cơ bản cho xã hội, đặc biệt nếu biến động đảo ngược xu thế hoặc trạng thái (từ tích tụ sang xói lở, từ cân bằng động sang nhiễu động), hoặc biến động phương thức hành vi (di chuyển dọc bờ chuyển sang di chuyển ngang) của các đoạn bờ biển được cộng đồng xem xét một cách nhằm lẫn là bất động hay ổn định. Tất cả các bờ biển đều có tính cân bằng động rất mong manh.*

5.4.1. Định hướng quy hoạch phát triển du lịch của các tỉnh ven biển Nam Bộ đến năm 2020

Cũng như các tỉnh ven biển khác, các tỉnh Nam Bộ đều có tiềm năng phát triển du lịch. Do đó, trong quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội của các tỉnh này đều đề cập đến phát triển du lịch đến năm 2020. Chẳng hạn, trong công trình ‘Quy hoạch tổng thể phát triển du lịch Việt Nam đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2030’ của Tổng cục Du lịch [5] cho thấy, sẽ hình thành các khu du lịch quốc gia trên đất liền của các tỉnh ven biển Nam Bộ gồm :

- Long Hải-Phước Hải (Bà Rịa-Vũng Tàu)
- Cần Giờ (thành phố Hồ Chí Minh),
- Năm Căn (Cà Mau)

và các điểm du lịch quốc gia là:

- Hà Tiên (Kiên Giang),
- Đô thị du lịch là Vũng Tàu, hướng phát triển thêm là Ba Động (Trà Vinh) và Bình Châu-Phước Bửu (Bà Rịa-Vũng Tàu).

Ngoài ra, mỗi tỉnh ven biển Nam Bộ cũng có quy hoạch phát triển du lịch riêng cho mình: khu Paradise, Minh Đạm, Chí Linh-Cửa Lấp, khu bảo tồn thiên nhiên Bình Châu-Phước Bửu (Bà Rịa-Vũng Tàu), Hà Tiên-Kiên Lương, U Minh Thượng (Kiên Giang), mũi Cà Mau, Khai Long, Đá Bạc (Cà Mau), v.v. Hầu hết các khu và điểm du lịch trên đều được bố trí trên các thành tạo địa hình bờ biển.

Chẳng hạn, tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu đã thiết kế được bản đồ quy hoạch du lịch phần đất liền cho tới năm 2020, hay thành phố Hồ Chí Minh đã thiết kế đô thị du lịch Cần Giờ trên diện tích khoảng 600 ha ở xã Long Hòa (hình 5.17). Đó là lợi thế về mặt tài nguyên địa hình bờ biển: mặt bằng để xây dựng cơ sở hạ tầng cho du lịch (khách sạn, nhà hàng, bến xe, bến cảng, v.v.) và các cảnh thiên nhiên đặc sắc được sử dụng cho nhiều loại hình du lịch khác nhau: tắm biển, nghỉ dưỡng, câu cá, du lịch sinh thái, tham quan, v.v..

5.4.2. Đánh giá khả năng phát triển du lịch bờ biển dựa vào tài nguyên địa hình

Như đã trình bày, để đánh giá khả năng du lịch của một lãnh thổ nào đó, dưới góc độ địa mạo, cần phải trả lời các câu hỏi sau: Đi lại như thế nào? khả năng bao quát ra sao? Có các cảnh quan gì có thể xem được và nó có mang tính đặc thù cho khu vực hay không? Từ các vấn đề đó có thể đưa ra 4 chỉ tiêu đánh giá lãnh thổ cho mục đích du lịch [151]: 1) Khả năng đi lại; 2) tính bao quát; 3) tính đa dạng và 4) tính đặc thù.



Hình 5.17. Sơ đồ quy hoạch phát triển du lịch của tỉnh Bà Rịa-vũng Tàu đến 2015 và định hướng đến 2020 (trái, từ Internet) và Dự án thành phố du lịch ở Cần Giờ (phải, từ Internet)

a) Tính đa dạng.

Tính đa dạng các điều kiện tự nhiên, trong đó có tính đa dạng của bờ biển, hay nói ngắn gọn hơn là tính đa dạng cảnh quan của một lãnh thổ có ý nghĩa rất lớn về tính hấp dẫn đối với du khách. Hay xem xét ở mức độ hẹp hơn, tính đa dạng của phong cảnh thường được phản ánh qua các chỉ số định lượng về mức độ chia cắt của địa hình, bởi hình dạng chung mang tính địa phương, bởi số lượng và chất lượng của các cảnh quan nhìn thấy được. Tính đa dạng của cảnh quan cũng là một trong những tiêu chí quan trọng hấp dẫn khách du lịch. Tính đa dạng của các cảnh quan lại hoàn toàn phụ thuộc vào tổng thể các đặc trưng về hình thái và trắc lượng hình thái địa hình. Có thể nói rằng, *nguồn gốc địa hình quyết định tính dạng dạng cảnh quan của lãnh thổ*. Nếu tính đa dạng về nguồn gốc của địa hình tồn tại trong một không gian nhỏ, thì tính hấp dẫn của lãnh thổ càng lớn. Bởi vì du khách có thể tham quan được đầy đủ trong khoảng thời gian không nhiều. Ngoài tính đa dạng về nguồn gốc địa hình, tính đa dạng của các điều kiện tự nhiên khác, như: khí hậu, thế giới sinh vật, v.v. cũng cần được đề cập đến. Tuy nhiên, các điều kiện này phần nhiều lại do địa hình quyết định (phần lớn tính đặc trưng địa phương đều do địa hình quyết định theo nguyên lý hệ thống-đã đề cập ở phần trước).

Với các thành tạo địa hình vừa được trình bày ở chương 3 và ở các phần trước của chương này cho thấy, bờ biển vùng nghiên cứu có rất nhiều địa hình có nguồn gốc khác nhau. Đó là các thành tạo địa hình do dòng chảy thường xuyên (sông, suối), do hoạt động của biển (cả trước đây cũng như hiện nay), do hoạt động của của sông-biển, do gió, nguồn gốc biển-gió, v.v. .

Tính đa dạng về nguồn gốc địa hình cũng như thành phần đất đá cấu tạo nên chúng đã dẫn đến *tính đa dạng về hình thái* của địa hình. Trong vùng nghiên cứu, ta có thể gặp cả những sườn núi với sự lộ trình nhiều tầng đá được mài nhẵn do phong hóa hoặc do biển ở những giai đoạn khác nhau (núi Châu Viên, Núi Lớn, Núi Nhỏ, Núi Me, núi Hòn Đất), bề mặt cát đỏ tương đối bằng phẳng ở Xuyên Mộc, địa hình karst ở Kiên Lương-Hà Tiên, các bãi biển tích tụ và mài mòn do tác động của sóng ở Bà Rịa-Vũng Tàu và Kiên Giang, các bề mặt tích tụ sông-biển với lớp phủ rừng ngập mặn phong phú, v.v

Thực tế cho thấy, tính đa dạng về hình thái nói trên đã phần nào phản ánh rõ nét *tính đa dạng về kích thước*: từ các bề mặt tích tụ cát đỏ ở Xuyên Mộc, các bề mặt tích tụ biển-gió, hay sông biển ở Trà Vinh, Bến Tre, Sóc Trăng rộng hàng ngàn hecta đến các “caru” riêng biệt hay ngân nước biển có kích thước dưới 1 m² đến hàng trăm m² phát triển trên đá vôi ở Kiên Lương-Hà Tiên (Kiên Giang).

Ngoài ra, trong vùng còn có *tính đa dạng của các nhân tố và quá trình gây ra biến đổi địa hình bờ biển* hiện nay. Các nhân tố này bao gồm nước chảy trên mặt, nước ngầm, gió, sóng biển, sinh vật và các hoạt động kinh tế-xã hội của con người. Sự tác động đơn lẻ hay kết hợp giữa các nhân tố này đã dẫn đến nhiều hình thức phá huỷ (xâm thực, trượt đất, mài mòn, v.v.) và xây dựng (tích tụ) địa hình khác nhau. Ngoài ra, các nhân tố này cũng được sử dụng cho du lịch. Chẳng hạn, nhờ khí hậu trong vùng không có mùa đông

lạnh nên du lịch tắm biển có thể được tiến hành trong cả năm. Hoặ sóng biển luôn có độ cao đáng kể, nên có thể tổ chức được các hình thức du lịch thể thao dưới nước, như lướt ván, thuyền buồm, v.v.

b) Tính đặc thù.

Tính đặc thù của lãnh thổ được hiểu là, tại đó có những cảnh quan đặc biệt, như: các điểm lộ đá góc, thác nước, hang động, các dạng địa hình kỳ dị, v.v. Tính đặc thù ngoài hấp dẫn đối với du khách, còn hấp dẫn đối với các nhà khoa học.

Tính đặc thù thứ nhất là đồng bằng châu thổ sông Mê Kông có diện tích lớn thứ 3 trên thế giới, trong đó phần hạ châu thổ hoàn toàn nằm trên lãnh thổ Việt Nam. Phần châu thổ đang hoạt động hoàn toàn nằm trên địa bàn các tỉnh Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh và Sóc Trăng với nhiều giồng cát kéo dài theo hướng gần song song với đường bờ biển hiện nay là đất trồng màu và cư trú của người dân xen giữa chúng là những dải rộng và thấp hơn để trồng lúa.

Tính đặc thù thứ hai là địa hình bờ biển phát triển trên thành tạo đá vôi tuổi Paleozoi ở Kiên Giang (xem hình 3.19 và hình 4.3) giống như ở vịnh Hạ Long ở Quảng Ninh, hay “vịnh Hạ Long cạn” ở Tam Cốc-Bích Động, tỉnh Ninh Bình. Tuy nhiên, nét đặc thù ở đây là trên cùng một khối đá vôi nhỏ còn ghi lại dấu tích 3 lần mực nước biển cao hơn hiện nay ở Kiên Giang.

Tính đặc thù thứ ba của vùng là sự tồn tại các bề mặt địa hình nguồn gốc sông-thủy triều và bề mặt tích tụ biển thấp cấu tạo bằng bùn-sét làm cơ sở cho sự phát triển các hệ sinh thái rừng ngập mặn và đầm lầy-than bùn (địa hình nguồn gốc sinh vật) phát triển ở vùng vụng Gành Rái-Cần Giờ và ven biển từ Cà Mau đến Kiên Giang.

Ngoài ra, trong vùng nghiên cứu và lân cận cũng có các thành tạo địa hình đặc sắc khác là hệ thống các cồn cát đã ngừng hoặc vẫn đang tiếp tục di chuyển do gió như ở khu vực Bàu Trắng và rải rác ở một vài nơi khác trong vùng. Hệ thống các cồn cát này cũng có kích thước rất khác nhau và nằm ở những mực độ cao khác nhau.

c) Tính bao quát.

Tính bao quát của lãnh thổ được quyết định bởi độ cao tương đối và tuyệt đối của nó phụ thuộc vào tầm nhìn ngang và mức độ chia cắt. Tính bao quát của lãnh thổ có ý nghĩa rất quan trọng đối với hiệu quả về nhận thức và cảm xúc tâm lý của khách du lịch. Theo quan niệm như vậy, địa hình dải bờ biển vùng nghiên cứu hoàn toàn đảm bảo được. Mặc dù trong vùng độ cao tuyệt đối không lớn, nhưng những bề mặt địa hình diện tích lớn có tính phân bậc khá rõ, bên cạnh đó lại có một vài chỏm cao vượt hẳn lên. Chẳng hạn đứng ở trên đỉnh núi Minh Đạm (Châu Viên) có thể ngắm nhìn được gần như toàn bộ vùng đất và biển của tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu, hoặc đứng ở vị trí đền biển trên Núi Nhỏ (Vũng Tàu) có thể nhìn bao quát được gần như toàn bộ thành phố Vũng Tàu ở phía đông, khu công nghiệp dọc theo sông Thị Vải thuộc huyện Tân Thành ở phía bắc, vùng cửa Sông Tiền ở phía tây.

d) Khả năng đi lại.

Nếu một vùng có đầy đủ 3 chỉ tiêu trên, nhưng không hoặc khó đi đến được, thì cũng không thể mở mang du lịch được. Vì vậy có cảnh đẹp rồi, nhưng đi đến cũng phải thuận lợi. Khả năng đi lại bao gồm 2 khía cạnh: từ nơi khác đến khu du lịch và đi lại trong khuôn viên khu du lịch. Chính khả năng đi lại được quyết định đến khả năng sử dụng lãnh thổ cho các mục tiêu du lịch cũng như loại hình du lịch. Tùy thuộc vào mức độ thuận lợi nhiều hay ít mà

người ta sẽ quyết định quy mô của việc xây dựng hạ tầng cơ sở phục vụ du lịch. Cũng như 3 chỉ tiêu đầu, khả năng đi lại được xác định bởi sự chia cắt (ngang và đứng) của lãnh thổ, độ dốc, có hay không có các hiện tượng nguy hiểm, đặc biệt phá huỷ sườn như: trượt đất, lở đá, dòng bùn đá, v.v.

Đối chiếu với các điều kiện vừa nêu có thể thấy rằng, đến nay, hệ thống giao thông đường bộ ven biển trong vùng đã khá hoàn thiện cả về đường hàng không lẫn đường bộ và đường thủy.

Về đường hàng không, sân bay quốc tế Tân Sơn Nhất ở thành phố Hồ Chí Minh có đường bay trong nước và quốc tế, sân bay Cần Thơ ở thành phố Cần Thơ, sân bay Rạch Giá ở Kiên Giang đều có thể vận chuyển hành khách trong vùng và khu vực. Ngoài ra, còn có sân bay Côn Đảo (tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu) và sân bay Phú Quốc (tỉnh Kiên Giang) để đi lại giữa đất liền và đảo.

Về đường bộ có đường sắt xuyên Việt đến thành phố Hồ Chí Minh và đường quốc lộ số 1 đi qua thành phố Hồ Chí Minh đến thành phố Cà Mau và tới tận thị trấn Năm Căn. Từ quốc lộ số 1 lại có nhiều đường xương cá đi tới bờ biển hoặc chạy song song với bờ biển. Chẳng hạn, quốc lộ 55 đi từ Xuyên Mộc đến Bà Rịa, quốc lộ 51 từ Vũng Tàu qua Bà Rịa, sau đó gặp quốc lộ 1 ở Biên Hòa; quốc lộ 80 đi từ Cần Thơ qua Rạch Giá đến Hà Tiên; quốc lộ 50 đi từ thành phố Hồ Chí Minh qua Cần Giuộc, Cần Đước (Long An) sang Tiền Giang để tới khu Du Lịch biển Tân Thành của huyện Gò Công Đông. Sau đó quốc lộ 50 gặp quốc lộ 1 ở thành phố Mỹ Tho. Từ thành phố Mỹ Tho, theo quốc lộ 60 qua cầu Rạch Miễu đến trung tâm tỉnh Bến Tre, qua phà Cổ Chiên sang Trà Vinh, sau đó qua Sông Hậu đến thành phố Sóc Trăng ra nhập vào quốc lộ 1. Từ quốc lộ 60 lại có nhiều tỉnh lộ khác để tới các điểm du lịch khác, như Thừa Đức, Thạnh Hải ở Bến Tre, hoặc từ Trà Vinh theo quốc lộ 53 tới khu du lịch Ba Động ở huyện Duyên Hải, v.v.

Về đường thủy. Vì là một vùng có nhiều sông, kênh rạch, nên giao thông đường thủy là một phương tiện hữu hiệu nhất để du khách có thể tới bất kỳ địa điểm lý thú nào ở các tỉnh ven biển Nam Bộ, đặc biệt là tỉnh Cà Mau.

Như vậy, với các khả năng đi lại vừa nêu, khách du lịch có thể dễ dàng đi tới bất kỳ khu hoặc điểm du lịch và đô thị du lịch mang tính quốc gia nào, cũng như các điểm du lịch đã được địa phương quy hoạch. Điều đó cũng cho thấy khả năng liên kết, phối hợp giữa các tổ chức du lịch ở các quy mô khác nhau: địa phương, vùng, khu vực, v.v.

Các hoạt động du lịch không những mang lại lợi ích kinh tế, mà còn tạo nhiều việc làm cho người dân địa phương. Qua số liệu thống kê về dân số và việc làm cho thấy, có sự chuyển dịch cơ cấu lao động khá rõ rệt từ sản xuất nông-lâm nghiệp sang các lĩnh vực dịch vụ ở các tỉnh trong vùng nghiên cứu.

Những tác động của hoạt động du lịch đến môi trường. Nhìn chung, các hoạt động du lịch trong vùng chưa có nhiều tác động xấu đến môi trường. Có chăng cũng chỉ là xả rác của khách ở các điểm du lịch, như bãi tắm và một số điểm thăm quan. Tuy nhiên, hiện nay, ở nhiều điểm đã bố trí lực lượng nhặt rác và làm vệ sinh để các điểm du lịch luôn sạch sẽ.

Như vậy, quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội ở các vùng bờ biển, trong đó nhấn mạnh du lịch-dịch vụ là quan điểm đúng đắn, do có nguồn tài nguyên phong phú. Tuy nhiên, đây cũng là một thách thức nổi bật nhất hiện nay và trong những năm tới, bởi sự giạt lùi đường bờ biển liên quan tới mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu. Do đó cần có các giải pháp quản lý các loại tai biến vừa nêu ở phần trước.

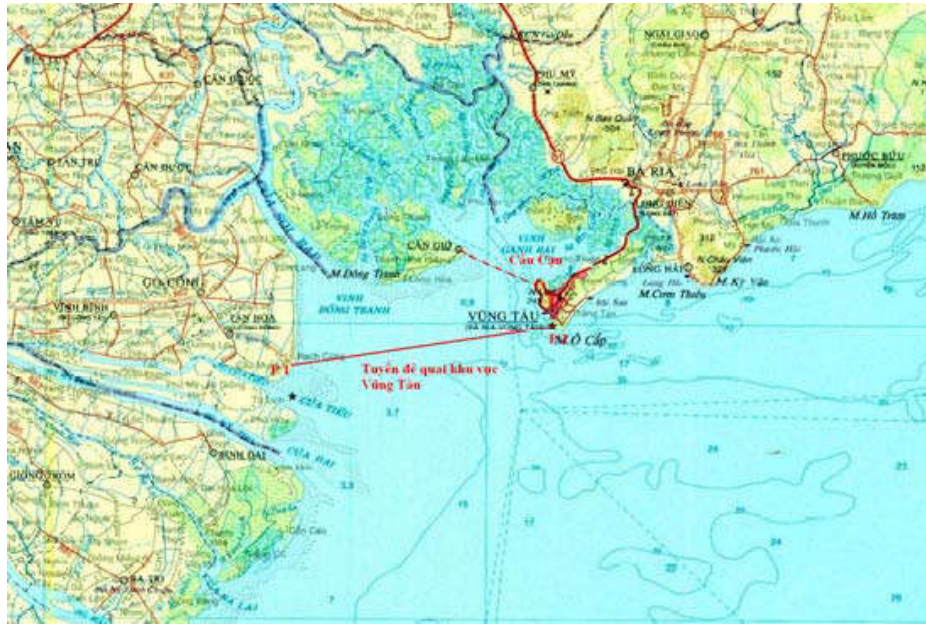
5.4.3. Đánh giá một vài quy hoạch phát triển khác

Ngoài ra, trong quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội dải bờ biển vùng nghiên cứu, gần đây còn có một số dự án khác với quy mô và mục đích khác nhau. Đó là Dự án ‘Đê biển Vũng Tàu-Gò Công’ do Tổng cục Thủy lợi, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đề xuất, Dự án ‘Nhà máy nhiệt điện Duyên Hải’ ở tỉnh Trà Vinh do Tập đoàn Điện lực của Bộ Công thương làm chủ đầu tư, Dự án ‘Đầu tư xây dựng luồng cho tàu biển trọng tải lớn vào Sông Hậu’ cũng ở Trà Vinh do Bộ Giao thông-Vận tải làm chủ đầu tư. Dưới đây sẽ phân tích sơ bộ một vài tác động của các dự án này.

5.4.3.1. Đê biển Vũng Tàu-Gò Công

Theo thiết kế, tuyến đê biển xuất phát từ Gò Công (Tiền Giang) đến gần TP Vũng Tàu (cách 5 km), nối tiếp với tuyến đê nhỏ đi vào rừng Cần Giờ, TP.HCM. Tuyến đê chính dài 28 km, rộng 30 m (hình 5. 18 [38]). Mục tiêu chính của dự án là chống lũ lụt, ngập úng, xâm nhập mặn cho toàn vùng thành phố Hồ Chí Minh cả trước mắt và lâu dài (với kịch bản mực nước biển dâng thêm 0,5-1,0 mét); tăng cường khả năng thoát lũ, giảm chiều sâu và thời gian ngập lũ, chống xâm nhập mặn cho vùng Đồng Tháp Mười, khu vực Gò Công, Long An; phòng chống thiên tai và các tác động từ biển cho thành phố Hồ Chí Minh và lân cận với diện tích hơn 1 triệu hecta.

Dự án Đê biển Vũng Tàu-Gò Công đã được nhiều nhà khoa học phân tích và chỉ ra những hạn chế để thực thi [38]. Riêng điều kiện địa chất-địa mạo cũng không đảm bảo cho việc thi công và duy trì lâu dài công trình này. Nhìn chung, bờ và đáy biển của vùng dự án nằm trên một cấu trúc sụt lún hiện đại không được đền bù bởi sự tích tụ trầm tích, do nguồn vật liệu trầm tích từ lục địa mang ra theo hệ thống sông Đồng Nai-Vàm Cỏ là không đáng kể. Bởi thế, ở đây đã hình thành một loại cửa sông hình phễu (estuary) rất điển hình.



Hình 5.18. Sơ đồ vị trí đê biển Vũng Tàu-Gò Công [38]

Ngoài ra, thủy triều cũng là một trong những điều kiện thuận lợi để tạo nên cửa sông hình phễu. Độ lớn cực đại của thủy triều ở đây có thể đạt tới 4,0 mét. Do đó, khi thủy triều xuống kết hợp với dòng chảy sông có tốc độ rất lớn. Khi đó, dòng triều xuống không những chỉ mang toàn bộ vật liệu trầm tích do sông mang ra, mà còn có khả năng đào khoét làm cho đáy sâu thêm.

Kết hợp sụt lún kiến tạo lâu dài với mực nước biển dâng hiện nay, tốc độ dâng lên của mực nước biển ở đây đã đạt tới trên 3 mm/năm-là nơi có tốc độ dâng mực nước biển lớn nhất ở Việt Nam. Mực nước biển dâng sẽ làm cho đáy biển sâu hơn. Theo các kịch bản của Bộ tài nguyên và Môi trường công bố năm 2011 [4], thì đến năm 2050, mực nước biển ở đây sẽ có hơn hiện tại ít nhất là 11-13 cm, trung bình là 12-14 cm và cao nhất là 13-14 cm, đến năm 2050 có các giá trị tương ứng là: 22-26 cm, 23-27 cm, 26-30 cm và đến năm 2100 có các giá trị tương ứng là: 51-66 cm, 59-75 cm và 79-99 cm. Đáy biển càng trở nên sâu hơn, thì độ an toàn của đê càng bị đe dọa nhiều hơn. Mặt khác, khoảng lãnh thổ nằm phía sau đê bị ngập sẽ được mở rộng hơn và thời gian ngập sẽ kéo dài hơn, đặc biệt vào mùa lũ và khi xảy ra triều cường

(thông thường, thời gian ngập nước triều ở đây cũng dài hơn so với đồng bằng Bắc Bộ và phía vịnh Thái Lan, vì ở đây có chế độ bán nhật triều, trong khi ở vịnh Bắc Bộ và vịnh Thái Lan có chế độ nhật triều).

Hơn nữa, việc xây dựng đê biển này để chống lũ từ thượng nguồn như mục tiêu đặt ra lại càng không hợp lý. Bởi vì, cho đến nay cũng chưa thấy ở nơi nào xây dựng công trình chống lũ ở phía hạ lưu của các dòng sông, nếu như không muốn bịt cửa sông để làm dâng nước ở phía trong. Nếu làm như vậy, thì phía trong đê sẽ trở thành kho chứa nước của lũ sông.

5.4.3.2. Dự án ‘Đầu tư xây dựng luồng cho tàu biển trọng tải lớn vào Sông Hậu’ và Dự án ‘Nhà máy Nhiệt điện Duyên Hải’.

Cả 2 dự án cấp trọng điểm quốc gia này đều được xây dựng tại các xã Long Khánh, Long Toàn, Dân Thành và khu vực Cồn Trúng của xã Trường Long Hòa thuộc huyện Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh.

Theo thiết kế, việc mở luồng tàu để các tàu có trọng tải 10.000 đến 20.000 tấn dễ dàng ra vào Sông Hậu lên Cần Thơ qua kênh Quan Chánh Bó (được đào vào năm 1837-1838, thời vua Tự Đức) với tổng chiều dài khoảng 40 km bao gồm 6 km đoạn luồng sông Láng Säck, 19 km kênh Quan Chánh Bó, 9 km Kênh Tắt (kênh mới đào thông ra biển) và 6 km luồng ngoài biển (hình 5.19) với khối lượng bùn đất phải nạo vét là hơn 28 triệu mét khối. Mục tiêu là phục vụ phát triển kinh tế-xã hội cho các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long (vận chuyển hàng hóa bằng đường thủy). Còn dự án nhà máy nhiệt điện Duyên Hải 1, 2 và 3 sử dụng khoảng 640 ha đất, trong đó có 306 ha là đất lấn biển. Diện tích này được phân bố như sau : 325 ha cho mặt bằng đặt tổ máy, 100 ha làm bãi thải xỉ than, 25 ha bố trí làm nhà ở cho cán bộ, công nhân viên nhà máy và 75 ha làm đất tái định cư cho 142 hộ dân. Mục tiêu của Dự án là cung cấp điện cho các tỉnh trong vùng.



Hình 5.19. Vị trí đào Kênh Tắt nối thông biển với kênh Quan Chánh Bó và ở phía đông-bắc kênh này là Dự án Nhà máy Nhiệt điện Duyên Hải (nguồn : Internet)

Qua thông tin đại chúng và các cuộc hội thảo khoa học cho thấy, có khá nhiều ý kiến về hai Dự án này, đặc biệt là của Nguyễn Ngọc Trân [50]. Trên quan điểm nghiên cứu biến động bờ biển-một trong các nội dung chính của khoa học địa mạo bờ biển, có thể nói rằng, hai Dự án này được đặt ra là rất cần thiết với những mục tiêu rất cụ thể nhằm phát triển kinh tế-xã hội vùng đồng bằng sông Cửu Long trong những năm đầu của thế kỷ XXI. Tuy nhiên, việc bố trí cả hai Dự án này trên cùng một vùng có diện tích không rộng và sát bờ biển là chưa hợp lý. Vì mấy lý do sau:

Thứ nhất, đây là một vùng có địa hình còn rất trẻ (chưa tới 1.000 năm tuổi), thấp (độ cao dưới 1 mét so với mực nước biển), chưa ổn định và nền đất rất yếu (bên dưới là lớp bùn-sét chưa được gắn kết) (hình 5.20). Do đó, liệu nhà máy có bị sụt lún dần hay không, lại còn thêm hiện tượng mực nước biển dâng với tốc độ 2-3 mm/năm ?



Hình 5.20. Bên dưới lớp cát bãi biển mỏng chưa đến 1 mét là lớp sét quan sát được ở ấp Cồn Trứng (Ảnh Vũ Văn Phái và Trần Văn Bình, 2012)

Thứ hai, cũng như trên hầu hết đường bờ biển Việt Nam, hiện nay, bờ biển vùng cửa sông Mê Kông, nói chung, và bờ biển huyện Duyên Hải nói riêng đang chuyển dần từ bồi tụ sang xói lở chiếm ưu thế. Xói lở bờ biển Trà Vinh đã quan sát được bắt đầu từ cuối những năm 70 (ở Hiệp Thạnh) và đầu những năm 80 (ở Dân Thành) của thế kỷ trước. Những năm 2005-2007 xói lở chỉ xảy ra ở bờ biển khu vực Ba Động, thuộc xã Trường Long Hòa. Hiện nay, toàn dải bờ từ Hiệp Thạnh đến Dân Thành đều đang bị xói lở mạnh, đặc biệt vào các năm gần đây 2011 (hình 5.21 và 5.22). Tốc độ xói lở trong giai đoạn 1990-2010 đạt giá trị trung bình là 7,6 m/năm, nhỏ nhất là 4,6 m/năm và cao nhất là 13,6 m/năm. Từ 3 giá trị này kết hợp với kịch bản mực nước biển dâng trong những năm tới, có thể dự đoán vị trí đường bờ biển bị giật lùi so với hiện nay vào các năm 2020 là: từ 41 đến 104 mét (thấp nhất), năm 2030: từ 92 đến 245 mét (trung bình) và năm 2050: từ 197 đến 530 mét (cao nhất). Như vậy, bờ biển ở đây hoàn toàn không ổn định trong những năm tới.



Hình 5.21. Bờ và bãi biển khu du lịch Ba Động năm 2009 (trái) và vào năm 2012 (phải) (ảnh Vũ Văn Phái)



Hình 5.22. Bờ biển Côn Trưng bị xói lở (trái) và tiếp tục kéo dài sang bờ biển xã Dân Thành (phải) (ảnh Trần Văn Bình, 10/2012)

Thứ ba, các quá trình cửa sông (đặc biệt là các vùng cửa sông lớn như sông Mê ông), trong đó có quá trình địa mạo, diễn ra rất phức tạp và thường xuyên thay đổi do các nhiễu động cả từ phía biển, lẫn từ phía lục địa, cả các nhân tố tự nhiên, lẫn các hoạt động của con người. Chẳng hạn, trong hơn 100 năm qua, cửa Bát Sác đã bị bồi lấp và lùi sâu vào đất liền tới 4,0-4,5 km (xem hình 4.35). Tuy nhiên, chuỗi số liệu nghiên cứu liên tục nhiều năm về mối tương tác giữa các nhân tố này đến nay vẫn chưa có. Do đó, rất khó đánh giá được xu thế biến động của quá trình bồi tụ hay xói lở sẽ xảy ra như thế nào. Vì thế, việc đánh giá của các dự án này đến tự nhiên và con người và, ngược

lại, con người và tự nhiên tác động lại các dự án này như thế nào cũng chưa thể dự đoán chính xác được.

Thứ tư, tiền lệ từ trước đến nay, trên thế giới chưa có một cảng lớn nào tồn tại lâu dài ở một vùng cửa sông có lượng nước và phù sa lớn, cũng như chịu tác động mạnh của sóng (còn gọi là cửa sông châu thổ). Loại cửa sông này khác hẳn với cửa sông dạng phễu với vai trò của thủy triều chiếm ưu thế - là loại cửa sông có thể xây dựng được cảng lớn, nhưng với điều kiện không phải là vùng cửa sông có diện tích lưu vực lớn và dòng nguồn trầm tích.

5.5. QUẢN LÝ TAI BIẾN DO BIẾN ĐỔI BỜ BIỂN VÙNG NGHIÊN CỨU

5.5.1. Quan niệm chung.

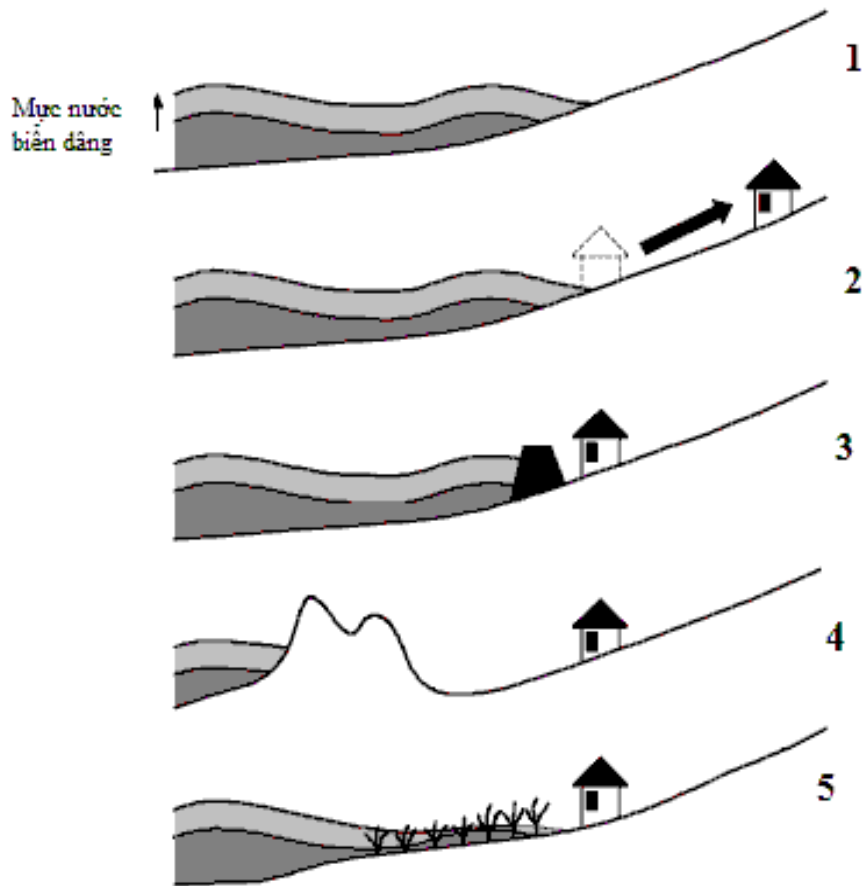
Như đã trình bày ở chương 1, quy hoạch và quản lý bờ biển là một việc phức tạp và liên tục đòi hỏi sự tham gia của nhiều ngành, nhiều cấp thuộc tất cả các lĩnh vực tự nhiên và xã hội. Trong đó, quản lý được tiến hành sau khi đã có quy hoạch. Mục tiêu của quản lý là nhằm đạt được những mục tiêu của quy hoạch đã đặt ra. Trong quá trình quản lý, nếu thấy cần thiết, thì có thể đề xuất điều chỉnh mục tiêu quy hoạch cho phù hợp.

Trong vài chục năm trở lại đây, bờ biển ở nước ta cũng như trên toàn thế giới đang chịu một áp lực rất lớn từ cả tự nhiên (mực nước biển dâng, bão-lũ gia tăng liên quan với biến đổi khí hậu, v.v.), lẫn tác động con người (gia tăng dân số, tăng các loại hình sử dụng bờ, như khai thác tài nguyên, mở rộng cơ sở hạ tầng, du lịch và nghỉ dưỡng, thành lập các khu bảo tồn, v.v.), trong khi sức chịu tải của bờ biển lại không phải là vô hạn. Bởi thế, bờ biển đang bị biến đổi nhanh chóng và rất phức tạp, dẫn đến các tai biến như vừa đề cập ở trên. Do đó, quản lý bờ biển đã trở thành nhu cầu cấp bách cho tất cả các cộng đồng, cả những cộng đồng sống ở ven biển, cũng như các cộng đồng sống xa biển.

Trong thời đại ngày nay, mục tiêu tối cao và lâu dài của quy hoạch phải đạt được là *phát triển bền vững*. Bền vững gồm 2 khía cạnh: bền vững về kinh tế và bền vững về môi trường. Trong môi trường lại bao gồm cả môi trường tự nhiên và môi trường xã hội. Trong đề tài này, cũng chỉ đề cập tới việc quản lý môi trường bờ tự nhiên. Tuy nhiên, môi trường bờ tự nhiên cũng rất đa dạng. Vậy quản lý cái gì trong sự đa dạng này. Theo Cục Môi trường Hoàng gia Anh [68], quản lý môi trường bờ tự nhiên bao gồm *quản lý tài nguyên* và *quản lý tai biến thiên nhiên*. Đây chính là 2 vấn đề cốt lõi về môi trường. Thực chất Các tai biến thiên nhiên ở bờ biển cũng rất nhiều. Song có thể bao gồm một số loại là bão, lũ, xói lở bờ, sóng thần, lún đất. Tuy nhiên, các tai biến thường gặp nhất là ngập nước và xói lở bờ. Bởi vì, xói lở bờ biển cũng do bão tác động đến bờ hay vùng biển gần bờ, tác động của sóng lớn. Để bảo vệ bờ biển, người ta đã đưa ra 5 cách tiếp cận quy hoạch (hình 5.23 [62]): 1) không làm gì cả, 2) dịch chuyển về phía đất liền, 3) xây dựng các cấu trúc bảo vệ ngay tại đường bờ biển, 4) xây dựng các cấu trúc bảo vệ dịch chuyển ra phía biển và 5) can thiệp có giới hạn. Việc lựa chọn cách tiếp cận nào tùy thuộc vào vị trí địa mạo của bờ, nguồn trầm tích và quá trình xói lở, kiểu mực nước biển dâng và các điều kiện kinh tế-xã hội của từng đoạn bờ cụ thể.

5.5.2. Các giải pháp công trình quản lý biến đổi bờ biển

Để tránh bờ biển khỏi bị biến đổi (do bồi tụ hay xói lở), từ trước tới nay, người ta đã sử dụng rất nhiều cách khác nhau [71]. Trong quá trình điều tra, khảo sát ngoài thực địa, có thể thấy một số giải pháp sau đây đã được sử dụng để ngăn chặn hoạt động xói lở và bồi tụ bờ biển vùng nghiên cứu.



Hình 5.23. Năm sự lựa chọn quy hoạch bảo vệ bờ biển do mực nước biển dâng: 1) không làm gì, 2) di dời về phía đất liền, 3) đặt công trình bảo vệ ngay tại bờ biển, 4) đặt công trình bảo vệ dời ra phía biển và 5) can thiệp có giới hạn [62]

5.5.2.1. Các giả pháp quản lý bồi tụ

Trong các chương trước đã trình bày, bồi tụ bờ biển trong vùng nghiên cứu xảy ra rất hạn chế, chỉ tồn tại ở các luồng lạch ra-vào các cửa sông. Trong vùng nghiên cứu, hiện tượng bồi tụ cửa sông chỉ xảy ra mạnh gây khó khăn cho việc ra vào là Cửa Lấp (Bà Rịa-Vũng Tàu) và cửa Định An (ranh giới giữa Trà Vinh và Sóc Trăng). Tuy nhiên, hiện nay tại 2 nơi này vẫn chưa có giải pháp nào để ngăn chặn bồi lấp luồng tàu. Sở dĩ như vậy là vì chưa xác định được nguyên nhân gây ra bồi lấp.

Đối với Cửa Lấp, hiện tượng bồi lấp phía trong là do di chuyển bồi tích dọc bờ từ cả hai phía cửa đi vào. Nguồn này được sinh ra do xói lở bờ biển ở cả phía đông (phía Long Hải) và phía tây (phía Vũng Tàu). Do đó, để ngăn chặn hiện tượng này, có thể xây dựng kè mỏ ở 2 phía cửa sông, như các cửa sông Dinh, Cà Ty, Sông Cái, v.v. ở các tỉnh Bình Thuận và Ninh Thuận.

Còn đối với các cửa sông Mê Kông nói chung và cửa Định An nói riêng, thì nguyên nhân chưa thể xác định được. Tuy nhiên, ở phía trước mỗi cửa sông đều có một hố trũng kéo dài theo hướng dòng chảy từ lục địa ra biển, thường được gọi là hố xói trước cửa sông. Trước đây các hố này có độ sâu lớn hơn. Chẳng hạn, cửa Trần Đề có độ sâu đến 5 mét, cửa Định An có độ sâu tới 9 mét, cửa Cung Hầu có độ sâu tới 6 mét, cửa Hàm Luông-4 mét. Hiện nay các cửa này đều nông hơn. Có thể có 2 nguyên nhân dẫn đến tình trạng này:

1) Có thể có sự giảm tốc độ dòng chảy ở đoạn cửa sông gần biển, do lượng nước sông đã bị giữ lại ở thượng nguồn trong các hồ chứa. Do đó, lượng nước hạ lưu sông đều giảm vào mùa lũ lẫn mùa kiệt. và

2) Vật liệu trầm tích được di chuyển dọc bờ tăng lên do hoạt động xói lở bờ biển ở cả 2 phía cửa sông. Đây là vấn đề rất phổ biến hiện nay ở dọc bờ biển Việt Nam. Các cửa sông ở Miền Trung hầu hết bị bồi lắng theo cơ chế này. Do đó, để chống bồi luống, người ta đã tiến hành xây kè ở cả 2 phía cửa sông để ngăn chặn bồi lắng. Vấn đề nguyên nhân bồi mạnh luống Định An và các luống khác cần tiếp tục nghiên cứu để có giải pháp hợp lý chống lại hiện tượng bồi tụ.

5.5.2.2. Các giải pháp quản lý xói lở

Xói lở làm giạt lùi đường bờ dẫn đến nhiều thiệt hại về tài sản cho vùng nghiên cứu là quá trình chiếm ưu thế trong mấy năm gần đây. Tại các đoạn bờ bị xói lở mạnh, các địa phương đã đưa ra một số giải pháp nhằm ngăn chặn quá trình này. Các giải pháp đó đều là giải pháp công trình cứng.

1) *Kè mở* (groyne) kết hợp với đê chắn sóng (breake water) được thiết kế để bảo vệ bờ biển Cần Giờ. Trên suốt chiều dài trên 10 km từ mũi Gành Rái đến Rạch Lờ đã có tới 25 kè mở. Còn đoạn bờ xã Long Hòa ở phía tây-nam có chiều dài gần 2 km, đã được bố trí 6 kè mở kết hợp bờ đê chắn sóng tạo nên kè chữ T. Hệ thống kè này được xây dựng từ trước năm 2005. Đến năm 2012, hệ thống kè mở ở phía đông-bắc vẫn còn tồn tại, nhưng nhiều đoạn bờ phía trong vẫn cứ bị giạt lùi và kè bị phá vỡ (hình 5.24). Riêng hệ thống kè chữ T đã bị phá hủy hoàn toàn, chỉ còn lại nền đá trên bãi biển (hình 5.25).



Hình 5.24. Kè mở ở phía đông bắc bờ biển huyện Cần Giờ, TP. Hồ Chí Minh ảnh Vũ Văn Phái 2012 (phải) và Google Earth (trái)



Hình 5.25. Hệ thống kè chữ T ở phía tây bờ biển Cần Giờ thấy được trên ảnh vệ tinh năm 2010 (trái, nguồn : Google Earth) ảnh chụp năm 2009 (giữa, ảnh Vũ Văn Phái) và ảnh chụp tháng 10/2012 (phải, ảnh Vũ Văn Phái)

Hiện nay, hệ thống kè chữ T làm bằng tre cũng đã được áp dụng cho đoạn bờ bị xói lở mạnh ở Vĩnh Tân (Vĩnh Châu, Sóc Trăng) kể từ năm 2011. Đến nay, các kè này vẫn phát huy được tác dụng.

2) *Kè lát mái (revetment) và tường biển (sea wall)* được đặt ngay tại đường bờ. Đây cũng thuộc loại công trình cứng. Vật liệu để tạo nên công trình này thường là đá và xi măng làm lớp phủ ngoài, còn bên trong có thể là cát hoặc đất. Mặt hướng ra biển được lát nghiêng dưới một góc nào đó đối với kè lát mái, hoặc xây thẳng đứng với độ cao khác nhau đối với tường biển. Loại công trình này đã được áp dụng cho nhiều nơi. Nhưng có lẽ sớm nhất là kè lát mái ở Phước Tình (Bà Rịa-Vũng Tàu) vào năm 2004, tiếp theo là ở Gành Hào (Bạc Liêu) và gần đây là đoạn bờ đê biển dài ở Gò Công Đông (Tiền Giang), tường chắn bao quanh các khu lấn biển ở Rạch Giá và Hà Tiên (Kiên Giang), một đoạn ngắn ở Phước Hải (Bà Rịa-Vũng Tàu). Ngoài ra còn có các bờ bao quanh các khu du lịch dưới dạng tường biển, như ở Vũng Tàu (Bà Rịa-Vũng Tàu), Mũi Nai, Tân Thành (hình 5.26). Bước đầu các công trình này có hiệu quả chống được sự tấn công của sóng. Tuy nhiên về lâu dài, hoạt động xói lở bãi sẽ làm cho bãi bị hạ thấp do vật liệu bị di chuyển đi nơi khác. Cuối cùng, chân tường biển hoặc kè lát mái bị rỗng và sẽ bị sập đổ, như đã từng gặp ở nhiều vị trí khác nhau, chẳng hạn như ở Hồ Tràm (Bà Rịa-Vũng Tàu), đoạn bờ phía trong hòn Đá Bạc (Cà Mau) (hình 5.27).

3) *Công nghệ stabiplage*. Đây là một giải pháp công nghệ sử dụng vải địa kỹ thuật may thành bao rồi đổ đầy cát vào trong, sau đó đặt vuông góc (theo kiểu kè mỏ) hoặc song song với bờ (dưới dạng kè chắn sóng-nếu đặt trong đới sóng vỡ ; hoặc dưới dạng kè lát mái-nếu đặt ngay tại đường bờ biển). Công nghệ này được sử dụng đầu tiên cho đoạn bờ dài khoảng 600 mét ở phía tây cửa đầm Lộc An (Bà Rịa-Vũng Tàu) vào năm 2005. Gần đây, công nghệ này cũng được áp dụng cho khu Nhà Mát, Bạc Liêu (hình 5.28).



Hình 5.26. Kè lát mái ở khu du lịch Tân Thành, Tiền Giang (trái) và tường biển được xây dựng vào năm 2010 ở Phước Hải, Bà Rịa-Vũng Tàu (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)



Hình 5.27. Sập đổ do bị xói chân tường ở Hồ Tràm, Bà Rịa-Vũng Tàu (trái, ảnh Đoàn Thu Phương, 2012) và chân kè đang bị xói ở bờ biển phía trong hòn Đá Bạc, Cà Mau (phải, ảnh Vũ Văn Phái, 2010)



Hình 5.28. Hệ thống kè mềm bằng công nghệ stabiplage đặt vuông góc với đường bờ ở phía tây cửa Lộc An (Bà Rịa-Vũng Tàu) được xây dựng năm 2005 (trái) và đặt song song với đường bờ như một tường chắn sóng mới được xây dựng ở khu Nhà Mát (Bạc Liêu) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Hiện nay, công trình này mang lại hiệu quả đối với đoạn bờ Lộc An nói trên. Tuy nhiên, qua khảo sát năm 2012, đã nhìn thấy bãi triều phía ngoài đoạn này có độ dốc khá lớn. Đây là dấu hiệu cho thấy ở đây có biểu hiện của xói lở (hình 5.29, trái). Trong khi đó, giải pháp công nghệ này đặt ngay ở khu vực cửa Lộc An lại hoàn toàn không mang lại hiệu quả như mong muốn (hình 5.29, phải). Giải pháp này cũng không mang lại hiệu quả tốt ở khu vực cửa Thuận An (Thừa Thiên Huế) và ở Phan Thiết (Bình Thuận).



Hình 5.29. Bãi biển phía ngoài hệ thống các bao stabiplage ở phía tây cửa Lộc An đã trở nên dốc hơn (trái) và các bao stabiplage bị phá hủy ngay tại cửa Lộc An (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

4) *Giải pháp tường chắn sóng.* Giải pháp này hiện nay được áp dụng để bảo vệ mũi Cà Mau. Tường chắn sóng ở đây được xây kiên cố bằng beton và đặt cách xa bờ khoảng 30 mét và kéo dài về phía bắc khoảng 300 mét (hình 5.30). Công trình này mới hoàn thành vào năm 2011. Do đó, bước đầu đã làm giảm xói lở đối với bờ biển phía trong.



Hình 5.30. Đê chắn sóng mới được hoàn thành vào năm 2011 ở mũi Cà Mau (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Từ 4 giải pháp công trình nêu trên, có thể đưa ra một vài nhận xét như sau :

- 1) Các giải pháp công trình chưa đồng bộ và chỉ được thực hiện trên từng đoạn bờ ngắn (có lẽ vì kinh phí ít, nên không thể thực thi được trên đoạn bờ dài). Do đó, hiệu quả của các công trình chưa cao và chỉ đảm bảo được trong khoảng thời gian ngắn (cho đến nay, chưa có công trình nào tồn tại được 10 năm), hoặc chỉ phù hợp cho trường hợp này, mà không thích hợp đối với đoạn bờ khác. Điều đó cho thấy, chưa có sự quan tâm đúng mức trong việc nghiên cứu vấn đề biến đổi bờ biển một cách toàn diện, đặc biệt là xác định được nguyên nhân và dự báo những biến động trong bối cảnh biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng, nhằm đưa ra chiến lược bảo vệ chung cho toàn dải bờ biển của quốc gia nói chung và cho từng địa phương nói riêng. Đây là vấn đề cốt lõi để đưa ra các giải pháp hữu hiệu cho từng đoạn bờ biển cụ thể.
- 2) Các công trình được thiết kế có thể chưa đầy đủ số liệu điều tra cơ bản về quy luật hình thành và biến đổi bờ biển theo cả quy mô không gian và thời gian, hoặc chưa tính hết những nhiễu động do tự nhiên hay con người gây ra cả trước, trong và sau khi công trình đi vào hoạt động. Chẳng hạn, sau khi có công trình, thì bờ không bị giật lùi nữa, nhưng liệu phía trước, hay dưới chân

công trình có còn bị xói lở nữa hay không. Nếu điều này xảy ra thì sớm hay muộn, công trình cũng sẽ bị phá hủy.

3) Do đó, để các cấu trúc công trình có hiệu quả bảo vệ bờ lâu dài, cần tiến hành nghiên cứu dài, trạm để theo dõi, đo đạc đồng bộ và lâu dài các nhân tố động lực tham gia vào quá trình xói lở hay bồi tụ đại diện cho từng vùng bờ cụ thể bao gồm cả sóng, dòng chảy ven bờ, di chuyển trầm tích, đặc điểm hình thái của bờ và bãi. Nguồn số liệu này sẽ rất hữu ích khi thiết lập các mô hình tính toán phục vụ cho các mục đích thực tiễn.

4) Trước khi chọn một giải pháp công trình nào đó cần nghiên cứu thí nghiệm và mô hình hóa từ các số liệu đo đạc thực tế và đánh giá kinh tế của việc thi công những giải pháp đó giống như đã được tiến hành ở Sóc Trăng.

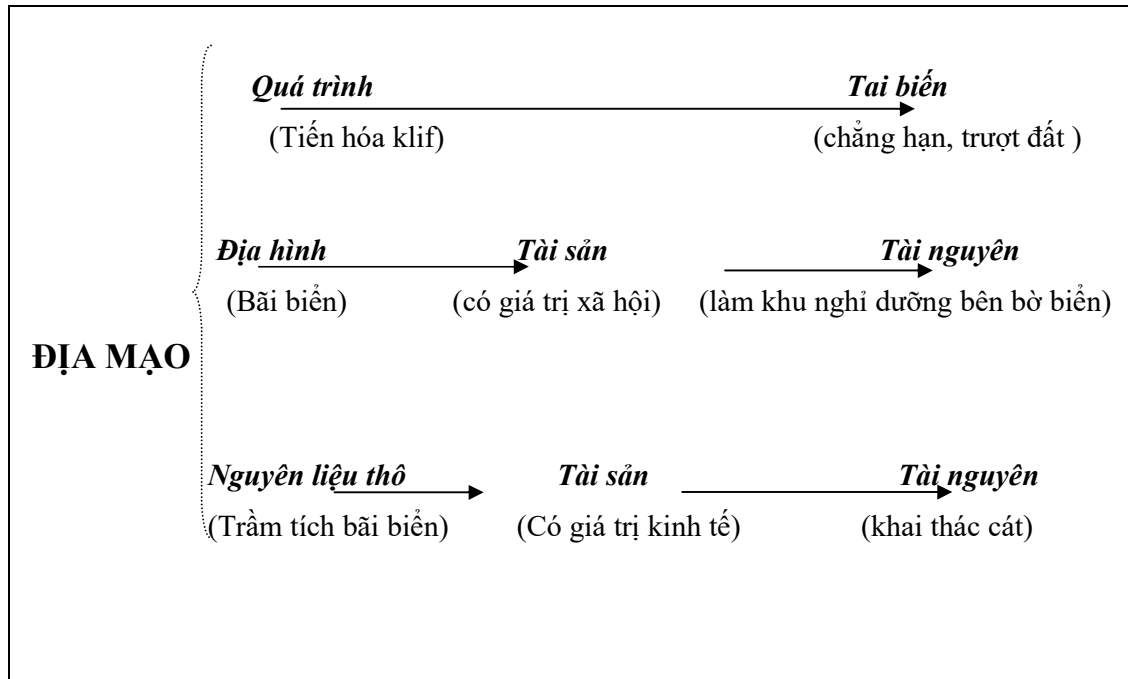
5.5.3. Các giải pháp phi công trình bảo vệ bờ biển

Các giải pháp phi công trình bảo vệ bờ biển đều được dựa trên quan điểm: biển tự xây bờ. Tuy nhiên, biển tự xây bờ phải có 2 điều kiện sau: *nguồn vật liệu trầm tích* cung cấp cho bờ phải dư thừa và *nguồn năng lượng* tác động đến bờ và bãi phải yếu hơn, hoặc nói khác đi là cán cân trầm tích ở bờ biển phải luôn dương. Nếu cán cân trầm tích âm (nghĩa là nguồn năng lượng lớn hơn nguồn vật liệu), thì bờ sẽ bị phá hủy và, ngược lại. Trong trường hợp bờ và bãi đang bị xói lở, thì cán cân trầm tích ở đó là âm, nghĩa là thiếu hụt trầm tích. Như vậy, các giải pháp phi công trình phải làm thế nào đó, để cán cân trầm tích luôn dương. Điều này được thực hiện bằng 2 cách: hoặc làm giảm năng lượng tác động đến bờ, hoặc tăng nguồn cung cấp trầm tích cho bãi.

5.5.3.1. Quy hoạch phát triển trên bờ biển

Trong số các giải pháp phi công trình, thì *quy hoạch phát triển trên bờ biển* được xem là quan trọng nhất nhằm giảm thiểu tai biến xảy ra và các rủi ro đi kèm. Như đã được trình bày ở chương 1 và các phần trước trong chương này, địa hình và các quá trình địa mạo là nguồn tài nguyên quan trọng làm cơ sở cho quy hoạch sử dụng lãnh thổ một cách hợp lý. Theo Panizza M. [112],

có 3 hợp phần địa mạo quan trọng được xem xét trong xây dựng quy hoạch là: quá trình, địa hình và vật chất cấu tạo nên địa hình (cát-sỏi hay bùn sét, hay còn được gọi là nguyên liệu thô) (hình 5.31).



Hình 5.31. Các hợp phần của địa mạo bờ được đưa vào xem xét khi xây dựng quy hoạch [112]

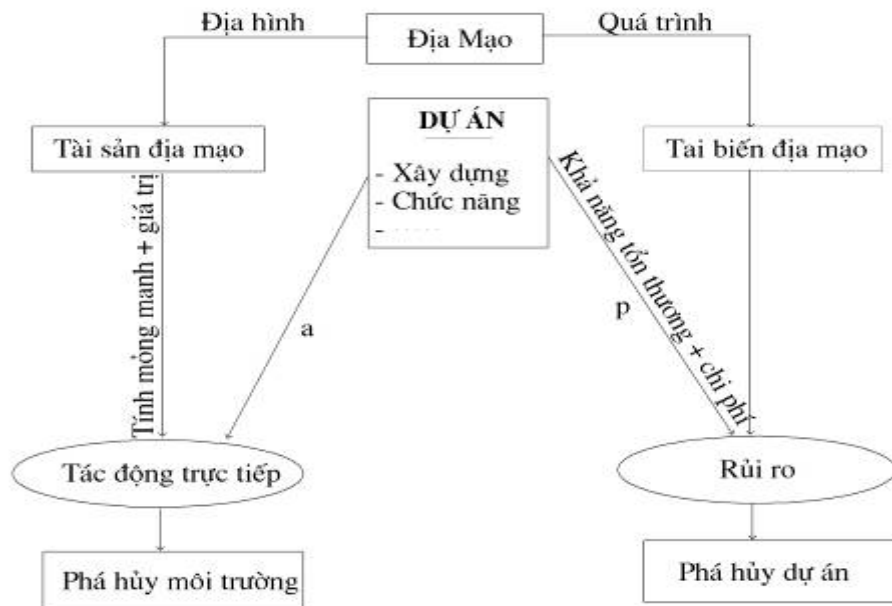
Từ hình 5.31 cho thấy, để phát triển bền vững bờ biển, cần có quy hoạch trên cơ sở địa hình phải bền vững, nghĩa là, trước tiên phải tính đến sức chịu tải của địa hình bờ biển. Như đã phân tích ở trên, địa hình bờ biển vùng nghiên cứu có tất cả các giá trị là tài nguyên để con người sử dụng. Tuy nhiên, những quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội hiện nay còn có một số vấn đề chưa thể nói là sẽ đạt được mục tiêu phát triển bền vững. Điển hình là có sự xung đột giữa quy hoạch phát triển du lịch của các địa phương (trong đó đáng chú ý là xây dựng các công trình phục vụ du lịch trên bờ biển tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu và Cần Giờ của thành phố Hồ Chí Minh), hay quy hoạch xây dựng đê biển vững Tàu-Gò Công, hoặc quy hoạch mở rộng luồng tàu qua kênh Quan Chánh Bồ và nhà máy nhiệt điện Duyên Hải, Trà Vinh.

Ở đây, đề tài không phân tích chi tiết các mối xung đột, mà chỉ khẳng định một điều rằng, các quy hoạch này sẽ làm biến đổi địa hình bờ biển sâu sắc hơn. Rõ ràng, các quy hoạch này chỉ có thể làm tăng năng lượng của sóng tác động tới bờ và giảm lượng vật liệu trầm tích cung cấp cho bờ biển. Trong khi bờ biển là một môi trường có tính linh động cao nhất, lại thêm các tác động của bão tăng và mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu, liệu các mục tiêu kinh tế-xã hội của quy hoạch đặt ra có đạt được, chứ chưa nói đến mục tiêu môi trường? Chẳng hạn, một trong những mục tiêu quan trọng của đề biển vùng Tàu-Gò Công là phòng chống lũ. Điều này trái với quy luật tự nhiên: đã có nơi nào xây dựng công trình chống lũ lại đặt ở vùng cửa sông ? hoặc xây dựng một cảng có quy mô lớn ở vùng cửa sông châu thổ!

Vì vậy, khi xây dựng quy hoạch tổng thể, hoặc dự án đơn ngành cần phải phân tích và đánh giá được sự biến đổi địa hình và biển và quá trình gây ra biến đổi này theo sơ đồ được chỉ ra ở hình 5.32.

Từ hình 5.32 có thể thấy rằng, khi xây dựng dự án hoặc quy hoạch phát triển trên bờ biển, cần phải quan tâm đến quá trình tiến hóa bờ ở đây cả quá khứ, hiện tại và tương lai dưới tác động của cả các nhân tố tự nhiên cũng như các hoạt động phát triển của con người. Hay nói chính xác hơn là phải cân nhắc đến các nguồn tài nguyên và tai biến có trong một khu bờ biển cụ thể. Quá trình tiến hóa bờ biển ở đây đã diễn ra trong suốt thời kỳ Đệ tứ. Dấu vết của sự tiến hóa này là các thành tạo địa hình còn tồn tại trên lãnh thổ nghiên cứu và tạo ra một nguồn tài nguyên địa mạo vô cùng phong phú. Nguồn tài nguyên này đã được sử dụng trực tiếp (các dạng địa hình được xem là các “vi phong cảnh”) và gián tiếp (xây dựng hạ tầng cơ sở: các resort, đường giao thông, v.v.). Và như phân tích ở trên, quá trình tiến hóa bờ biển chiếm ưu thế hiện nay là xói lở. Xói lở bờ biển hiện nay được xem là một loại tai biến. Để giảm thiểu các tai biến xói lở bờ và giảm nhẹ rủi ro (thiệt hại), người ta đã sử

dùng một số giải pháp công trình bảo vệ: tường chắn, kè mỏ và stabiplage vừa được phân tích ở trên.



Hình 5.32. Mô hình quan niệm về các mối quan hệ giữa địa hình và quá trình hình thành và biến đổi nó với dự án [112]

Từ những phân tích ở phần trước cho thấy, vị trí thiết kế các dự án quy hoạch phát triển du lịch ở Vũng Tàu, Cần Giờ và nhiều nơi khác, mở rộng luồng tàu qua Kênh Tắt-kênh Quan Chánh Bó và xây dựng nhà máy nhiệt điện Duyên Hải đều nằm rất sát biển. Đây là điều cần phải tránh. Bởi vì, tất cả các đoạn bờ biển có dự án này đều đang bị xói lở và đường bờ biển đang giạt lùi về phía đất liền ngày càng mạnh hơn. Đây là điều mà các dự án chưa tính đến. Ngày nay, khi xây dựng các dự án trên bờ biển, trước hết phải đánh giá được chiều rộng an toàn cho *dãi đất được xây dựng và phát triển* (setback), hoặc xác định *chiều rộng của đới nhạy cảm xói lở* (coastal erosion prone area width). Do chưa đánh giá được vấn đề này, nên nhiều dự án được bố trí dọc bờ biển nước ta đã và đang bị đe dọa bị phá hủy, như các khu nghỉ dưỡng ở Vũng Tàu (khu Paradise), khu nhà máy lọc dầu Dung Quất, nhiều nhà nghỉ và khách sạn ở phường Cửa Đại, thành phố Hội An, v.v.

5.5.3.2. Trồng rừng phòng hộ

Giải pháp phi công trình thứ hai là *trồng rừng phòng hộ* bao gồm cả ngập mặn và rừng chắn cát (phi lao và các loại cây chịu hạn khác). Rừng phòng hộ có tác dụng rất lớn để giữ lại vật liệu trầm tích và làm giảm năng lượng tác động của các yếu tố động lực sóng và gió. Đây là giải pháp mà các tỉnh ven biển Nam Bộ từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến Kiên Giang cần phải quan tâm và có thể thực hiện được.

Cả rừng chắn cát và rừng ngập mặn đều có tác dụng bảo vệ bờ vừa trực tiếp, vừa gián tiếp. Rừng ngập mặn được xem là “bức tường” ngăn chặn tác động của sóng, đồng thời là “cái bẫy” để giữ lại trầm tích. Tác dụng chắn sóng của rừng ngập mặn đã có nhiều công trình nghiên cứu xác nhận. Tuy nhiên, rừng ngập mặn chỉ có thể sống được trên các bờ biển có nền đất là bùn sét – đoạn bờ từ vịnh Gành Rái đến vịnh Cây Dương (huyện Hòn Đất, tỉnh Kiên Giang).

Hiện nay, rừng ngập mặn ở đây được bảo vệ khá tốt, song cũng không phải không có sự mất mát do thiên nhiên hoặc do con người. Sau khoảng thời gian nghiên cứu tương đối dài (bắt đầu từ năm 2007) để tìm hiểu rõ nguyên nhân xói lở bờ biển Sóc Trăng, xây dựng các mô hình thiết kế đê biển, mãi tới năm 2010-2011, mô hình trồng rừng ngập mặn để bảo vệ bờ biển ở đây mới được thực hiện trong khuôn khổ Dự án “Quản lý nguồn tài nguyên thiên nhiên ven biển tỉnh Sóc Trăng” hợp tác giữa UBND tỉnh Sóc Trăng và Tổ chức Hợp tác Khoa học của Cộng hòa Liên bang Đức (hình 5.33). Rừng ngập mặn trồng trên nền bùn sét mới được bồi trở lại. Tuy nhiên, để có thể trồng được rừng ngập mặn, thì phải dung giải pháp công trình trước tạo điều kiện cho quá trình bồi tụ. Sau khi có bồi tụ, thì mới trồng rừng ngập mặn.



Hình 5.33. Rừng ngập mặn mới được trồng lại trên bãi triều lầy ở Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Còn rừng chắn cát lại chỉ trồng được ở phía sau bãi (kể từ đường bờ trong về phía lục địa, xem hình 5.33). Rừng chắn cát có tác dụng bảo vệ bờ trực tiếp là giữ lại cát lại tại chỗ không để bị gió cuốn đi nơi khác, đồng thời, có tác dụng gián tiếp là giữ cho cát bãi biển khỏi bị đưa lên bờ dưới tác động của gió, nhằm duy trì cân cân trầm tích trên bãi là dương. Do đó, việc bảo vệ rừng chắn cát, cũng như trồng thêm ở những vị trí đã mất đi, đặc biệt đối với các vị trí khai thác khoáng sản sa khoáng ilmenit, giữ vai trò đặc biệt trong việc ổn định bờ biển.

Cho đến nay, cả trồng rừng ngập mặn và trồng rừng chắn cát còn rất hạn chế ở bờ biển của các tỉnh trong vùng nghiên cứu.

5.5.3.3. Nuôi bãi

Giải pháp phi công trình thứ ba là *nuôi bãi*. Theo các chuyên gia về lĩnh vực bảo vệ bờ biển, thì giải pháp nuôi bãi mang lại hiệu quả khá tốt. Nuôi bãi nghĩa là bổ sung thêm nguồn vật liệu trầm tích cho bãi nhằm tạo ra cân cân trầm tích dương cho bãi. Lượng vật liệu bổ sung này cũng phải có những tính chất chung giống như vật liệu đang hiện có trên bãi. Mặt khác, cũng phải xác định được mối tương quan giữa nguồn năng lượng và lượng vật liệu cần

phải đổ để bãi có thể “tự xây bờ”. Nguồn vật liệu bổ sung có thể được hút lên từ đáy biển hoặc mang đến từ trong đất liền. Thực tế cho thấy, nguồn vật liệu cung cấp cho bãi biển và đáy biển gần bờ vùng nghiên cứu đang bị thiếu hụt. Do đó, không thể lấy vật liệu trầm tích từ đáy biển ở phía ngoài để làm nguồn bổ sung này. Điều có thể làm được là sử dụng nguồn cát từ khối cát đỏ và cát xám vàng trên các thềm biển ở phía trong đất liền. Nhìn chung, để thực thi giải pháp này cần phải tiến hành đo đạc các thông số về động lực, hình thái và các đặc trưng của trầm tích (gọi tắt là hình thái-thủy-thạch động lực) cho từng đoạn bờ cụ thể.

5.5.4. Kết hợp giải pháp công trình và phi công trình

Thực tế cho thấy, để đạt được hiệu quả mong muốn trong nhiều lĩnh vực cần có sự kết hợp đồng bộ của nhiều giải pháp. Bảo vệ bờ biển chống lại xói lở cũng không phải là trường hợp ngoại lệ. Trong vùng nghiên cứu, giải pháp kết hợp này đã được thực hiện ở tỉnh Sóc Trăng trong khuôn khổ Dự án Hợp tác giữa tỉnh và Tổ chức Khoa học Cộng hòa Liên bang Đức “Quản lý nguồn tài nguyên thiên nhiên vùng ven biển tỉnh Sóc Trăng” trong khoảng thời gian 2007-2012.

Để đưa ra được giải pháp kết hợp giữa công trình và phi công trình, người ta đã thực hiện một loạt nghiên cứu, đo đạc các yếu tố động lực và trầm tích, tính toán và lập các mô hình thử nghiệm. Đồng thời, những người tham gia dự án còn phân tích, đánh giá chi phí-lợi ích của việc sử dụng vật liệu rẻ và sẵn có ở địa phương-băng tre (hình 5.34).

Sau những thí nghiệm, những người thực hiện Dự án đã chọn cây tre làm vật liệu xây tường chắn/phá sóng và kè chữ T như đã trình bày ở phần trước. Mục đích của việc làm tường chắn sóng là để giữ lại lượng bùn cát được đưa vào bờ sau mỗi cơn nước thủy triều. Sau khi có lớp bùn cát, mới tiến hành trồng cây ưa mặn để giữ đất (hình 5.35; 5.36).



Hình 5.34. Mô hình vật lý truyền sóng qua hàng rào bằng tre [1]



Hình 5.35. Hàng rào bằng tre với mật độ thưa nhất (trái) và dày nhất (phải) [1]



Hình 5.36. Kết cấu hàng rào tre dày nhất nhìn từ trên xuống (trái) và chèn vật liệu khác vào giữa 2 hàng tre (phải) [1]

Từ các kết quả tính toán bằng mô hình nêu trên, những người thực hiện Dự án đã cho đóng cọc tre và trồng rừng ngập mặn từ năm 2011 (hình 5.37). Kết quả cụ thể của Dự án ngoài thực tế được chỉ ra trên hình 5.33. Tuy nhiên, theo ý kiến của những người thực hiện, thì việc xây tường chắn sóng bằng tre

ở xã Vĩnh Tân phải được xem là một dự án thí điểm, cần phải giám sát thường xuyên để kịp thời điều chỉnh.



Hình 5.37. Đề xuất kết hợp cấu trúc phá sóng bằng hàng rào trên ở xã Vĩnh Tân, Vĩnh Châu, Sóc Trăng [1]

Tuy nhiên, đây chỉ mới là thí điểm giải pháp cho bờ biển xã Vĩnh Tân, huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng và cần có thời gian theo dõi để đánh giá hiệu quả của nó. Vì vậy, muốn áp dụng giải pháp này cần phải nghiên cứu các điều kiện của đoạn bờ nào đó một cách cụ thể giống như đã thực hiện ở đây.

Từ các kết quả trên có thể nhận thấy rằng, khó có thể áp dụng giải pháp này cho bờ biển phía bắc mũi Cà Mau đến Kiên Giang. Bởi vì, nguồn vật liệu phù sa ở biển phía tây bán đảo Cà Mau là rất không đáng kể và càng lên phía bắc lại càng giảm. Vì vậy, nếu giải pháp này được áp dụng, thì khoảng thời gian để tích tụ được một lớp bùn cho cây chịu mặn sống được và phát triển phải mất khá nhiều thời gian.

Từ những phân tích ở trên cho thấy, trong khi các giải pháp công trình với chi phí nhiều, mà chưa mang lại hiệu quả như mong muốn, phương pháp

kết hợp công trình-phi công trình còn đang ở giai đoạn thử nghiệm, thì việc xây dựng quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội và các dự án mới, hoặc điều chỉnh các quy hoạch và dự án đã có trên bờ biển các tỉnh Nam Bộ trên cơ sở nghiên cứu biến động bờ biển, hay rộng hơn là địa mạo bờ biển, cần được xem là giải pháp phòng ngừa và giảm thiểu tốt nhất các tác động của mực nước biển dâng và sóng bão liên quan tới biến đổi khí hậu.

5.5.5. Định hướng nghiên cứu và đào tạo khoa học về bờ biển

Từ những kết quả phân tích ở trên cho thấy, hiện nay, việc nghiên cứu biến động bờ biển và các tai biến liên quan với nó ở nước ta nói chung và trong vùng nghiên cứu nói riêng còn rất rời rạc, chưa có hệ thống và không có một cơ quan quản lý Nhà nước nào đứng ra chịu trách nhiệm: Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, hay Viện Hàn lâm Khoa học Tự nhiên Việt Nam? Hay Bộ Khoa học và Công nghệ? Mặt khác, hệ quả của tình trạng này là mạnh ai người nấy làm và chưa thấy hết tính phức tạp, nhưng có quy luật riêng của hiện tượng biến động bờ biển. Từ đó, đưa ra các giải pháp chưa phù hợp vừa lãng phí tiền bạc, vừa gây hoang mang cho các cộng đồng dân cư ven biển. Để khắc phục tình trạng này, cần tiến hành một số công việc sau.

5.5.5.1. Xây dựng chiến lược về bờ biển.

Xói lở bờ biển Việt Nam hiện nay đã trở thành một vấn đề nóng cả trong nghiên cứu khoa học, lẫn trong phát triển kinh tế xã hội. Chính vì vậy, hiện nay có rất nhiều người quan tâm, thậm chí cả những người không có chuyên môn về lĩnh vực này đều tiến hành nghiên cứu. Do đó, còn có những đánh giá khác nhau về vấn đề này. Kết quả là chưa có các phản biện xã hội đối với các công trình hay dự án quy hoạch phát triển trên bờ biển một cách tích cực. Do đó, cần phải xây dựng một *chiến lược nghiên cứu về biến động*

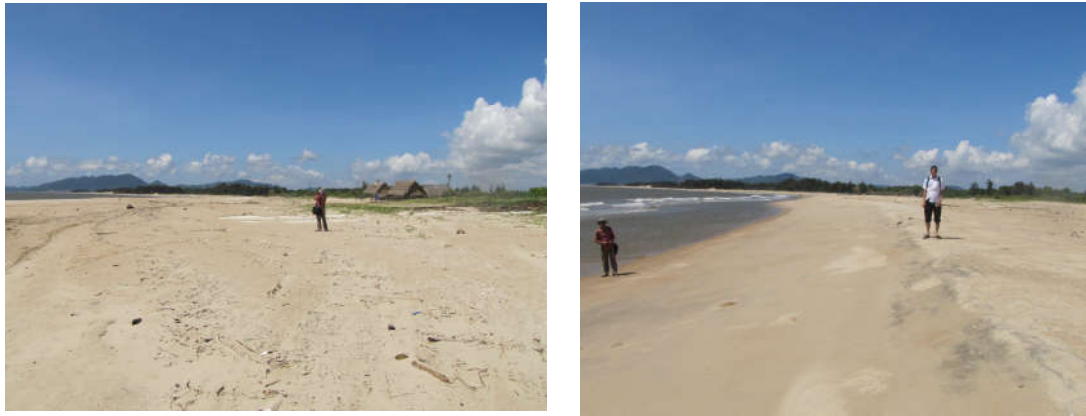
bờ biển chung, trong đó có xói lở, để tập hợp các nhà *chuyên môn nghiên cứu theo cách tiếp cận hệ thống và đa ngành* nhằm tìm ra nguyên nhân chính gây ra hiện tượng này, đánh giá xu thế phát triển (đặc biệt là trong xu thế biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng tăng cường) và đề xuất các giải pháp quản lý thích hợp. Điều này chỉ có thể thực hiện được khi có một *cơ quan quản lý Nhà nước về bờ biển* đứng ra điều hành công việc.

5.5.5.2. Tổ chức nghiên cứu biến động bờ biển

Nghiên cứu biến động bờ biển, bao gồm cả xói lở và bồi tụ, phải được tiến hành đồng bộ và liên tục trên cả quy mô không gian và thời gian-từ quy mô cả nước xuống đến các vùng, các tỉnh, rồi đến các địa phương và từng điểm qua các khoảng thời gian khác nhau từ hàng ngàn năm đến hàng trăm năm và 10 năm, thậm chí trong vài năm. Nghĩa là, cần tìm hiểu cả lịch sử tiến hóa của bờ biển, những biến động hiện nay và dự đoán xu thế của nó trong tương lai. Trên cơ sở đó nắm được quy luật tiến hóa của bờ biển, khả năng ổn định hay bất ổn định của mỗi thành tạo địa hình bờ. Khi nghiên cứu, cần xây dựng các trạm quan trắc đồng bộ các yếu tố hình thái-thủy-thạch động lực trong mọi điều kiện thời tiết (kể cả lúc có bão) để xây dựng mối tương tác giữa chúng và tìm ra được đúng nguyên nhân làm biến đổi bờ biển. Trên cơ sở chuỗi số liệu đồng bộ và lâu dài này sẽ tìm ra được quy luật xói lở hay bồi tụ cho một đoạn bờ cụ thể. Từ đó sẽ thiết kế được các giải pháp mang lại hiệu quả. Đây là vấn đề cần phải có sự thống nhất giữa các nhà khoa học và các nhà quản lý, những người làm chính sách và ra quyết định.

Những năm gần đây, do bức xúc về xói lở bờ biển, nhiều địa phương đã vội vã sử dụng các giải pháp bảo vệ bờ khác nhau, chủ yếu là các giải pháp công trình để chống lại sự xâm lấn của biển, nhưng đều mang lại hiệu quả không như ý muốn. Chẳng hạn, như đã phân tích ở trên, giải pháp công nghệ

mềm bằng túi cát stabiplage được ứng dụng xem là có hiệu quả ở bờ biển phía tây-nam cửa Lộc An (Bà Rịa-Vũng Tàu) từ năm 2005, lập tức được áp dụng cho bờ biển Phan Thiết (Bình Thuận), cửa Hòa Duân (Thừa Thiên Huế) và ngay cửa Lộc An đều bị phá hủy sau khi hoàn thành công trình không lâu. Điều này chỉ có thể được giải thích bởi sự khác nhau về điều kiện động lực, hoặc nguyên nhân gây xói lở bờ tại các điểm trên. Thậm chí, ngay cả tại vị trí áp dụng thành công nêu trên, hiện nay, bãi biển ở phía ngoài cũng đã trở nên rất dốc-dấu hiệu của xói lở (hình 5.38). Hoặc các công trình bảo vệ không được liên tục (do không đủ kinh phí), nên đoạn bờ không được bảo vệ lại bị xói lở mạnh hơn.



Hình 5.38. Kè mềm bằng công nghệ stabiplage đã gây bồi tụ ở phía tây cửa Lộc An từ năm 2005 (trái), trong khi bãi triều ở phía ngoài rất dốc-biểu hiện của bờ bị xói lở (phải) (ảnh Vũ Văn Phái, 2012)

Một nguyên nhân khác dẫn đến công trình bảo vệ bờ bị phá hủy là khi thiết kế có lẽ đã không tính đến mực nước biển tăng. Khi mực nước biển tăng lên, đáy biển gần bờ trở nên sâu hơn và, vì vậy, đới sóng vỡ sẽ vào gần bờ hơn. Khi sóng vỡ vào các công trình thì sẽ xuất hiện sự phản xạ tạo ra dòng chảy ngược khá mạnh. Dòng này sẽ xói lở hay đào khoét chân công trình và, rốt cục, đến lúc nào đó, công trình sẽ sập đổ.

5.5.5.3. Đào tạo nguồn nhân lực khoa học về bờ biển

Mặc dù những nghiên cứu lý thuyết về các nhân tố động (như thủy triều, sóng, dòng chảy, v.v.) và ứng dụng nó trong thiết kế các công trình ven bờ biển (cảng, bến tàu, v.v.) từ rất lâu, nhưng khoa học về bờ biển thì mới ra đời từ khoảng giữa thế kỷ XX và mãi tới năm 1985 mới có tạp chí đầu tiên về Nghiên cứu bờ biển (Journal of Coastal Research-JCR) ở Hoa Kỳ. Đến nay, hầu như không ngày nào không có các công trình nghiên cứu khoa học về bờ biển được công bố trên các ấn phẩm khác nhau (Tạp chí khoa học, sách chuyên khảo, v.v.).

Ở Việt Nam đã có nhiều trường đại học đào tạo các kiến thức khoa học cơ bản về biển và đại dương, như Đại học Quốc gia Hà Nội, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, Đại học Quy Nhơn, trường Đại học Thủy lợi, trường Đại học Hàng Hải. Hiện nay, các đơn vị đào tạo cũng chỉ tập trung cho một hướng chuyên sâu nào đó, như vật lý biển, hóa biển, sinh vật biển, địa chất biển, hàng hải, công trình bờ, v.v. Tuy nhiên, không có cơ sở nào đào tạo riêng khoa học về bờ biển.

Như đã đề cập ở chương 1, bờ biển là nơi duy nhất thể hiện đầy đủ và toàn diện mối tác động tương hỗ giữa tất cả các quyển của Trái đất: thạch quyển, thủy quyển, khí quyển, sinh quyển và kỹ thuật quyển (technosphere, hay còn gọi là trí quyển-Noosphere: Sphere of Human Thought). Đồng thời, bờ biển cũng là nơi thể hiện rõ nhất mối tương tác giữa đất liền và biển cả; mối tác động tương hỗ giữa 3 trạng thái của vật chất: rắn, lỏng và khí. Chính vì thế, trên quan điểm hệ thống, bờ biển là một hệ thống có cấu trúc phức tạp nhất và chịu tác động tương hỗ giữa các hợp phần nói trên. *Sản phẩm cụ thể nhất của mối tác động tương hỗ giữa các hợp phần nêu trên là địa hình bờ biển.* Khoa học nghiên cứu về địa hình bờ biển là *địa mạo bờ biển*. Bởi vì địa

mạo nói chung và địa mạo bờ biển nói riêng là nghiên cứu sự hình thành và biến đổi địa hình mặt đất theo *cách tiếp cận hệ thống và liên ngành*. Bởi thế, một số nhà khoa học ở Hoa Kỳ, Vương Quốc Anh, New Zealand, v.v. đã đề xuất thành lập một lĩnh vực khoa học mới-*khoa học Bề mặt Trái đất* (Earth surface science), trong đó, địa mạo đứng ở vị trí trung tâm.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ những điều được trình bày trong các chương của báo cáo, có thể đưa ra một số kết luận khoa học và kiến nghị như sau.

Kết luận

1. Bờ biển là một hệ địa mạo động trên bề mặt Trái đất thể hiện đầy đủ nhất mối tương tác giữa 5 quyển: thạch quyển, thủy quyển, khí quyển, sinh quyển và trí quyển (noosphere, hoặc quyển kỹ thuật-technosphere). Đồng thời, bờ biển cũng là nơi giàu có về tài nguyên và giữ vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế-xã hội và giữ vững an ninh quốc phòng của các quốc gia có biển. Tuy nhiên, địa hình bờ biển hiện nay đang bị biến đổi rất mạnh mẽ, đặc biệt là xói lở, dưới tác động của nhiều nhân tố liên quan tới sự gia tăng của bão và mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu, cũng như các tác động của con người.

2. Bờ biển các tỉnh Nam Bộ từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến Kiên Giang với gần 878 km chiều dài đường bờ biển là một không gian địa lý đặc biệt ở Việt Nam với những hợp phần tự nhiên hoàn toàn khác với những nơi khác, bao gồm: đặc điểm địa chất-thạch học (chủ yếu là trầm tích nguồn gốc sông-biển và biển bờ rời, ít đá có độ bền vững cao, bị sụt võng tương đối trong suốt giai đoạn Đệ tứ), khí hậu mang tính nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, địa hình dải đất liền ven biển hầu hết là đồng bằng với đường bờ biển có 2 hướng là đông bắc-tây nam và hướng bắc-nam tiếp xúc với 2 vùng biển khác nhau Biển Đông và vịnh Thái Lan có độ cao thủy triều từ thấp (microtide) đến trung bình (mesotide), chế độ sóng và dòng chảy khác nhau và thay đổi theo mùa.

3. Mối tương tác lâu dài giữa các điều kiện tự nhiên trên đây cùng với tác động của con người trong thời gian gần đây đã tạo ra được 26 đơn vị địa mạo với, trong đó có 8 đơn vị trên phần đất liền ven biển và 18 đơn vị trong

phạm vi đáy biển ven bờ có độ sâu từ 0 đến 20 mét. Trên cơ sở độ bền vững của các loại thành tạo địa chất đối với tác động của sóng và độ cao của chúng, đã chia ra được 5 loại bờ biển có mức độ chống lại tác động phá hủy của sóng, gồm: bờ đá cao, bờ đá thấp, bờ đá vôi, bờ cát và bờ bùn-sét, trong đó chiếm ưu thế là bờ bùn-sét thấp.

4. Trong giai đoạn từ 1965 đến nay, địa hình bờ biển của các tỉnh Nam Bộ có quá trình bồi tụ và xói lở rất phức tạp. Tốc độ xói lở lớn nhất đạt tới 126,6 mét/năm trên bờ cấu tạo bằng bùn sét (phía bắc huyện An Minh, tỉnh Kiên Giang) và thấp nhất trên bờ cấu tạo bằng đá gắn kết (0,05 m/năm Mũi Nai, Kiên Giang). Tốc độ bồi tụ lớn nhất là 67,8 m/năm ở bờ biển huyện Ba Tri, Bến Tre và 66,0 mét/năm ở xã Viên An, huyện Ngọc Hiển, Cà Mau. Có thể chia biến động bờ biển các tỉnh Nam Bộ trong thời kỳ 1965-2010 thành 2 giai đoạn sau:

- Giai đoạn 1965-1990, hầu hết bờ biển các tỉnh Nam Bộ đều được bồi tụ với tổng diện tích là 13.020,2 ha, riêng 2 tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu và thành phố Hồ Chí Minh là bị xói với diện tích đất bị mất tương ứng là 368,6 ha và 1088,5 ha;

- Giai đoạn 1990-2000, ngược lại, hầu hết bờ biển các tỉnh Nam Bộ đều bị xói lở với tổng diện tích đất bị mất là 6132,3 ha, trong đó, nhiều nhất là tỉnh Cà Mau-mất tới 7903 ha.

Như vậy, trong suốt thời kỳ 45 năm (1965-2010), xét về mặt diện tích, thì bờ biển các tỉnh Nam Bộ vẫn được bồi, nhưng tốc độ chỉ còn khoảng 1/2 (6887,9 ha) so với 25 năm đầu (1965-1990). Tuy nhiên, nếu tính cho đến thời điểm hiện nay (2013), thì giá trị này còn bị giảm khá nhiều. Bởi vì, từ năm 2011 đến nay bờ biển vẫn bị xói lở mạnh. Bồi tụ chỉ xảy ra trên khoảng 1/3 chiều dài đường bờ Nam Bộ (khoảng 300 km).

- Trong những năm tới, xói lở bờ biển tiếp tục xảy ra và có xu thế gia tăng do mực nước biển dâng tăng cường. Trong đó có một số đoạn xung yếu, như Bình Châu-Lộc An, phía tây Cửa Lấp (Bà Rịa-Vũng Tàu), Cần Giò (thành phố Hồ Chí Minh), Duyên Hải (Trà Vinh), Gành Hào (Bạc Liêu), Trần Văn Thời (Cà Mau) và An Minh (Kiên Giang). Tại các địa điểm này, đã đưa ra xu thế giạt lùi đường bờ biển so với hiện nay vào các năm 2020, 2030 và 2050 theo các kịch bản mực nước biển dâng của Bộ Tài nguyên và môi trường đưa ra. Xói lở đã và sẽ làm mất tài nguyên địa hình bờ biển và nhiều nguồn tài nguyên khác liên quan với nó, gây ảnh hưởng lớn cho phát triển kinh tế và đời sống của các cộng đồng dân cư ven biển.

5. Từ 6 loại bờ biển đã được phân chia, kết hợp với độ nghiêng của địa hình, tốc độ xói lở-bồi tụ, giá trị mực nước biển dâng, độ cao sóng trung bình và độ lớn của thủy triều đã tính được chỉ số mức độ dễ bị tổn thương bờ biển cho toàn vùng nghiên cứu. Dựa vào các giá trị chỉ số dễ bị tổn thương, đã xác định được 4 mức độ rủi ro của bờ biển đối với mực nước biển dâng: thấp ($CVI < 7,5$ với 247,5 km, chiếm 27,7%); trung bình ($CVI = 7,6-12,0$ với 145,6 km, chiếm 16,2%); cao ($CVI = 12,1-15,5$ với 286,1 km, chiếm 31,8%) và rất cao ($CVI > 15,6$ với 220 km, chiếm 24,5%). Kết quả này phù hợp với thực tế với tình trạng biến đổi bờ biển hiện nay do mực nước biển dâng.

6. Tác động của biến đổi khí hậu đến biến động bờ biển vùng nghiên cứu chủ yếu là gián tiếp thông qua bão và áp thấp nhiệt đới tăng và mực nước biển dâng. Cả bão và áp thấp nhiệt đới tăng, lẫn mực nước biển dâng đều làm cho năng lượng sóng tác động đến bờ tăng. Tác động này sẽ càng trầm trọng hơn khi mực nước biển dâng tăng cường trong những năm tới. Ngoài ra, hoạt động của con người trên lưu vực, trên bờ biển và ngoài khơi cũng làm giảm vật liệu trầm tích cung cấp cho bờ biển và làm thay đổi hình dạng đường bờ cũng dẫn đến xói lở bờ gia tăng. Độ bền vững của đất đá tạo bờ và chiều cao của địa hình bờ lại ảnh hưởng đến tốc độ xói lở.

7. Hiện nay, các địa phương trong vùng nghiên cứu đã sử dụng nhiều giải pháp công trình khác nhau để bảo vệ bờ biển khỏi bị xói lở, như kè mỏ, kè chữ T, tường biển, đê chắn sóng, kè lát mái, công trình mềm bằng túi cát. Tuy nhiên, do giá thành cao, thực hiện không đồng bộ, nên cũng không mang lại hiệu quả như mong muốn. Kết hợp giữa giải pháp công trình và phi công trình còn đang trong giai đoạn thử nghiệm ở Sóc Trăng. Do đó, việc xây dựng quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội và các dự án mới, hoặc điều chỉnh các quy hoạch và dự án đã có trên bờ biển các tỉnh Nam Bộ trên cơ sở nghiên cứu biến động bờ biển, hay rộng hơn là địa mạo bờ biển, cần được xem là giải pháp phòng ngừa và giảm thiểu tốt nhất các tác động của mực nước biển dâng và sóng bão liên quan tới biến đổi khí hậu.

Kiến nghị

Từ các kết quả nghiên cứu nêu trên, có thể đề xuất và kiến nghị sau:

1- Để có thể đưa ra các giải pháp quản lý xói lở bờ biển một cách hiệu quả và lâu dài, trong thời gian tới cần tiến hành nghiên cứu toàn diện hơn để đánh giá chính xác nguyên nhân và các nhân tố ảnh hưởng đến biến đổi đường bờ. Trên cơ sở đó lựa chọn các giải pháp thích hợp cho từng đoạn bờ cụ thể, trong đó giải pháp xây dựng đường giới hạn quy hoạch phát triển trên bờ biển (đường setback).

2- Khi thiết kế công trình, cần phải đưa giá trị thay đổi mực nước biển (chủ yếu là mực nước biển dâng) vào để tính toán. Mặt khác, để cho các quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội có thể đạt được mục tiêu đề ra, cần phải tính toán và dự đoán vị trí đường bờ biển trong tương lai, hoặc chiều rộng của đới nhạy cảm với xói lở dưới tác động của biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng.

3- Khi quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội trên dải bờ biển của các tỉnh Nam Bộ cần lưu ý 2 vấn đề: 1) cần xem xét quy luật biến đổi địa hình dưới tác động của các nhân tố tự nhiên và tác động của con người để tránh xảy ra tai biến dẫn đến rủi ro và 2) đề xuất các giải pháp giảm thiểu tối đa những xung đột giữa các lĩnh vực phát triển kinh tế-xã hội trong vùng, đặc biệt là giữa du lịch, cảng biển và phát triển các lĩnh vực công nghiệp khác.

4- Tăng cường giáo dục về *bảo vệ môi trường*, trong đó có *bảo vệ và bảo tồn* các nguồn tài nguyên địa hình bờ biển trong vùng nghiên cứu, vì đây là *nguồn tài nguyên không tái tạo* và đa số là *tài nguyên không thể lấy được*.

5- Cần sớm thành lập một cơ quan quản lý Nhà nước về bờ biển và xây dựng chiến lược về bờ biển và tổ chức nghiên cứu biến động bờ biển một cách toàn diện, hệ thống và liên ngành.

6- Đào tạo nguồn nhân lực khoa học về bờ biển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Albers T. và Lieberman N., 2011. Nghiên cứu về dòng chảy và mô hình xói lở. Dự án “Quản lý nguồn tài nguyên thiên nhiên vùng ven biển tỉnh Sóc Trăng”. <http://czm-soctrang.org.vn>
2. Đào Duy Anh, 1997. *Đất nước Việt Nam qua các đời*. Nxb Thuận Hóa, Huế, 264 trg
3. Nguyễn Thế Biên (chủ trì) và nnk, 2011. *Nghiên cứu đánh giá tổng thể hiện trạng xói lở-bồi lấp vùng ven biển từ Vũng Tàu đến Bình Châu và đề xuất các giải pháp khắc phục*. Sở Khoa học và Công Nghệ tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu (<http://www.icoe.org.vn/index.php?pid=1083>)
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011. *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*. Bộ TN&MT, Hà Nội, 115 trg.
5. Bộ Văn hóa, Thể thao và Du lịch, Tổng cục Du lịch, 2013. *Quy hoạch tổng thể phát triển du lịch Việt Nam đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030*. Hà Nội, 183 trg.
6. Bravard J.P. và Goichot M., 2013. Quỹ trầm tích của lưu vực sông Mê Kông: Quá trình lưu chuyển và tác động tiêu cực của các đập thủy điện và hoạt động khai thác. Kỷ yếu “Diễn đàn bảo tồn thiên nhiên và văn hóa vì sự phát triển bền vững
7. *Công ước 1982 của Liên hợp quốc về Luật Biển*. Nxb TP HCM, 1996, 272 trg.
8. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, 2009. *Địa chất và tài nguyên Việt Nam*. Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, 589 trg.
9. Nguyễn Văn Cư (chủ trì) và nnk, 2001. Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu, dự báo, phòng chống sạt lở bờ biển Miền Trung (từ Thanh Hóa đến Bình Thuận)”, Đề tài Độc lập, cấp Nhà nước, mã số 5B (lưu trữ Viện Địa lý).

10. Nguyễn Văn Cư (chủ trì) và nnk, 2005. Báo cáo tổng kết đề tài “*Dự báo hiện tượng xói lở, bồi tụ bờ biển, cửa sông và các giải pháp phòng tránh*”. Đề tài cấp Nhà nước, mã số KC-09-05 (lưu trữ Viện Địa lý).
11. Nguyễn Văn Cư, Phạm Huy Tiến, 2003. *Sạt lở bờ biển Miền Trung Việt Nam*. Nxb “KH&KT”, Hà Nội, 200 trg.
12. Nguyễn Địch Dỹ (chủ trì), Vũ Cao Minh, Trần Minh, Đỗ Văn Tự, Đinh Văn Thuận, Mai Thành Tân, 1995. *Các kiểu đường bờ biển Việt Nam*. Hà Nội (lưu trữ tại Viện Địa chất, Viện KH&CN Việt Nam).
13. Nguyễn Địch Dỹ, Doãn Đình Lâm, Phạm Quang Sơn, Vũ Văn Hà, Vũ Văn Vĩnh, Nguyễn Công Quân, Đặng Minh Tuấn, 2010. Nghiên cứu biến động bờ biển vùng châu thổ sông Cửu Long. TC *Các Khoa học về Trái đất*, Tập 32, Số 3, Hà Nội, trg. 211-218.
14. Đài Khí tượng-Thủy văn Khu vực Nam Bộ, Bộ Tài Nguyên và Môi Trường, 2012. *Tài liệu chỉnh biên lưu lượng nước Trạm Mỹ Thuận (Sông Tiền) và Cần Thơ (Sông Hậu) năm 2012*.
15. Vũ Thanh Hằng, Ngô Thị Thanh Hương, Phan Văn Tân, 2010. Đặc điểm hoạt động của bão ở vùng biển gần bờ Việt Nam giai đoạn 1945-2007. TC *Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, T.26, Số 3S, trg 344-353.
16. Trịnh Thế Hiếu, Lê Phước Trình, Tô Quang Thịnh, 1995. Hiện trạng và dự báo sự biến động bờ biển và các cửa sông ven biển Việt Nam.
(<http://www.dgmv.gov.vn/default.aspx?tabid=125&ItemID=1261>)
17. Nguyễn Chu Hồi (Chủ trì), Nguyễn Hữu Cử, Lăng Văn Kèn và nnk, 2000. *Nghiên cứu xây dựng phương án quản lý tổng hợp vùng bờ biển Việt Nam, góp phần đảm bảo an toàn môi trường và phát triển bền vững*. Báo cáo tổng kết đề tài KH-CN-06-07 (Lưu trữ tại Viện Tài nguyên và Môi trường Biển), Hải Phòng.

18. Lê Xuân Hồng, 1997. Đặc điểm xói lở bờ biển Việt Nam. *Tóm tắt luận án Phó tiến sỹ Địa lý-Địa chất*, Hà Nội, 24 tr.
19. Lê Mạnh Hùng, Nguyễn Duy Khang, Lê Thanh Chương, 2011. Xói lở, bồi tụ bờ biển Nam Bộ từ thành phố Hồ Chí Minh đến Kiên Giang: Nguyên nhân và các giải pháp bảo vệ. WWW.VAWR.ORG.VN
20. Nguyễn Mạnh Hùng, Phạm Văn Ninh, 2005. Hiện trạng nghiên cứu xói lở bờ biển huyện Hải Hậu. Trong “*Tài nguyên và môi trường biển*”, Nxb KH&KT, Hà Nội, tr. 200-211.
21. Nguyễn Duy Khang và Lê Mạnh Hùng, 2011. Thực trạng xói lở bờ biển, suy thoái rừng phòng hộ và xu thế diễn biến đường bờ khu vực ven biển Gò Công Đông, tỉnh Tiền Giang. WWW.VAWR.ORG.VN
22. Hoàng Ngọc Kỳ, 2009. *Địa chất và môi trường Đệ tứ Việt Nam*. Nxb KH&KT, tp HCM, 427 tr.
23. Nguyễn Văn Lập, Tạ Thị Kim Oanh, 2012. Đặc điểm trầm tích bãi triều và thay đổi đường bờ biển khu vực ven biển tỉnh Cà Mau, châu thổ sông Cửu Long. Tạp chí “*Các khoa học về Trái đất*”. Vol. 34, No.1, tr 1-9.
24. Vũ Hữu Liêm (Chủ trì), Nguyễn Xuân Lâm, Vũ Đình Thảo, Nguyễn Trường Sơn, Phạm Hà Anh, Dương Thị Lan Anh, 2011. *Báo cáo tổng kết chuyên đề “Thành lập bộ bản đồ biến động đường bờ biển Việt Nam tỷ lệ 1:100.000 cho toàn tuyến bờ và tỷ lệ 1:25.000 cho các đoạn bờ trọng điểm giai đoạn 1965-2010 bằng ảnh viễn thám*”. Hà Nội, 143 tr (lưu trữ tại Trung tâm Địa chất và Khoáng sản Biển)
25. Lê Đình Mầu, 2010. Đặc điểm phân bố các đặc trưng sóng tại vùng biển cửa La Gi (Bình Thuận) và tác động của chúng đến quá trình xói lở-bồi tụ. *Kỷ yếu Hội nghị Khoa học kỷ niệm 35 năm viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam 1975-2010*- Tiểu ban: Khoa học Công nghệ Biển, Hà Nội, tr. 211-216.

26. Nguyễn Thanh Nga (Chủ trì) và nnk, 1995. *Hiện trạng và nguyên nhân bồi xói dải bờ biển Việt Nam. Đề xuất các biện pháp khoa học kỹ thuật bảo vệ và khai thác vùng đất ven biển.* Báo cáo Đề tài NCKH cấp Nhà nước, mã số KT03-14, Hà Nội, 184 trg.
27. Lữ Huy Nguyên, Giang Tấn, 1987. *Đất thẳm cánh Vũng Tàu.* Nxb Văn Hóa, Hà Nội, 188 trg.
28. Oliver Joffre, 2010. Động thái rừng ngập mặn tỉnh Sóc Trăng 1889-1965. “Quản lý nguồn tài nguyên thiên nhiên vùng ven biển tỉnh Sóc Trăng”. <http://www-soctrang.org.vn/publications/VN/Docs/Mangrove-history-1889-1965.pdf>
29. Vũ Văn Phái, 2008. Quản lý thống nhất đới bờ biển: Lý thuyết và thực tiễn ở Việt Nam. *Tuyển tập Các công trình khoa học: Hội nghị Khoa học Địa lý-Địa chính*, tháng 11/2008, HN, trg. 25-42.
30. Vũ Văn Phái, 2007. *Cơ sở địa lý tự nhiên biển và đại dương.* Nxb ĐHQGHN, HN, 240 trg.
31. Vũ Văn Phái (Chủ trì), Nguyễn Hiệu, Hoàng Thị Vân, Đinh Xuân Thành, Vũ Tuấn Anh, 2009. *Nghiên cứu địa mạo đới bờ biển tỉnh Bình Thuận phục vụ quy hoạch và quản lý lãnh thổ.* Báo cáo đề tài Khoa học Đặc biệt của ĐHQGHN, mã số QG-07-18, 163 trg.
32. Vũ Văn Phái, Nguyễn Hiệu, Đào Mạnh Tiến, 2008. Xói lở bờ biển Việt Nam và ảnh hưởng của mực nước biển đang dâng lên. Trong “*Địa chất biển Việt Nam và phát triển bền vững*”, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất biển toàn quốc lần thứ nhất*, Hạ Long, 10/2008, trg. 658-666.
33. Vũ Văn Phái, Hoàng Thị Vân, Vũ Tuấn Anh, 2006. Xói lở bờ biển và quản lý môi trường bờ biển ở nước ta. *Biển Việt Nam*, số 5/2006, Hội KH&KT Biển Việt Nam, HN, trg. 42-45.

34. Vũ Văn Phái (Chủ trì), Nguyễn Hiệu, Hoàng Thị Vân, Nguyễn Thị Thu Thủy, Vũ Tuấn Anh, 2006. *Báo cáo Điều tra địa chất, khoáng sản, địa chất môi trường và tai biến địa chất vùng biển Nam Trung Bộ từ 0-30 mét nước ở tỷ lệ 1/100.000 và một số vùng trọng điểm ở tỷ lệ 1/50.000-Phụ lục 2: Chuyên đề Địa mạo*. Hà Nội, 183 trang (Lưu trữ tại Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam).
35. Vũ Văn Phái, Nguyễn Hoàn, Nguyễn Hiệu, 2003. Nghiên cứu mối tương tác đất biển phục vụ quản lý thống nhất đới bờ biển vịnh Bắc Bộ. *Tạp chí KH tự nhiên và Công nghệ, ĐHQGHN, T.XIX, No4*, trg. 36-43
36. La Thế Phúc, Nguyễn Quang Ngọ, Trương Trọng Quý, Lê Đức An, Lương Thị Tuất, 2008. Nghiên cứu, bảo tồn di sản địa chất biển-đảo trên thềm lục địa Việt Nam. Trong “*Địa chất biển Việt Nam và phát triển bền vững*”, Nxb KHTN&CN, Hà Nội, trg. 428-436.
37. Nguyễn Kỳ Phùng (chủ trì) và nnk, 2011. *Nghiên cứu quá trình tương tác biển-lục địa và ảnh hưởng của chúng đến các hệ sinh thái ven bờ đông và bờ tây Nam Bộ*. Báo cáo tổng hợp đề tài thuộc Chương trình KC09/06-10, mã số KC09,12/06-10, TP HCM, 314 trg. (lưu trữ tại Bộ KH&CN Việt Nam).
38. Nguyễn Minh Quang, 2011. Nhận xét về dự án đê biển Vũng Tàu-Gò Công (<http://vnwww.net/pdf/DeBienVungTauGoCong2.pdf>)
39. Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Hữu Cử, Trần Đức Thạnh, 2011. Giá trị kỳ quan địa chất kiểu bờ Dalmatian ở Việt Nam. *Tuyển tập Hội nghị Khoa học và Công nghệ Biển toàn quốc lần thứ V, Quyển 3: Địa lý, Địa chất và Địa vật lý biển*. Nxb KHTN&CN, HN, trg. 598-607.
40. Nguyễn Thanh Sơn, Trịnh Phùng, 1979. Về các kiểu bờ biển Việt Nam. *Tuyển tập Nghiên cứu biển*, T.1, phần 2, trg. 77-92, Nha Trang.

41. Phạm Quang Sơn, 2008. Sử dụng thông tin viễn thám phân giải cao, đa thời gian trong nghiên cứu biến động vùng cửa sông ven biển Việt Nam (ví dụ cửa sông vùng ven biển đồng bằng Sông Hồng và ven biển đồng bằng sông Cửu Long). Trong “*Địa chất biển Việt Nam và phát triển bền vững*”, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất biển toàn quốc lần thứ nhất*, Hạ Long, 10/2008, trg. 650-657.
42. Văn Thái, 1997. *Địa lý kinh tế Việt Nam*. Nxb “Thống kê”, HN, 255 trg.
43. Trần Đức Thanh, Nguyễn Hữu Cử, Đinh Văn Huy, 2008. Một số kỳ quan địa chất trên biển ở vùng biển và ven bờ Việt Nam. Trong “*Địa chất biển Việt Nam và phát triển bền vững*”, Nxb KHTN&CN, Hà Nội, trg. 414-421.
44. Lê Bá Thảo, 1977. *Thiên nhiên Việt Nam*. Nxb KH và KT, Hà Nội, 304 trg.
45. Lê Bá Thảo, 1964. Về động lực các bãi phù sa ven châu thổ Bắc Bộ. *Tạp san Sinh vật-Địa học*.
46. Hứa Chiến Thắng, Hồ Thị Yến Thu, 2005. Dự án Việt Nam-Hà Lan về quản lý tổng hợp đới bờ-thành công bước đầu của phương thức quản lý hai cấp. *Tài nguyên và Môi trường Biển*, Hội Bảo vệ Thiên nhiên và Môi trường biển, Nxb KH&KT, Hà Nội, trg. 40-50.
47. Bùi Xuân Thông, Trần Quang Tiến, Bùi Đức Toàn, 2013. Xác định tốc độ nước biển dâng tại các trạm quan trắc mực nước bờ đông và tây Nam Bộ Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường*, Số 1/tháng 9, ISSN 0866-7608, Hà Nội, trg. 8-12.
48. Nguyễn Ngọc Thụy (chủ trì) và đồng nghiệp, 1995. *Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp Nhà nước, mã số KT-03-03*.
49. Tổng cục Khí tượng-Thủy văn, 1985. *Đặc trưng hình thái lưu vực sông Việt Nam*. HN, 178 trg.
50. Nguyễn Ngọc Trân, 2012. Điều gì đang diễn ra ven biển huyện Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh. *Thông tin của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Kiên Giang*, ngày 24/8/2012.

51. *Triển vọng phát triển nguồn điện gió tại Việt Nam.* <http://www.erct.com/2-ThoVan/TTriNang/Diengio-taVietNam.htm> của Trần Tri Năng và đồng nghiệp.
52. Lê Phước Trình (Chủ trì) và nnk., 2000. *Nghiên cứu quy luật và dự đoán xu thế bồi tụ-xói lở vùng ven biển và cửa sông Việt Nam.* Báo cáo Đề tài KH-CN-06-08, lưu trữ tại Viện Hải dương học Nha Trang.
53. Đinh Văn Ưu, Nguyễn Nguyệt Minh, 2009. Dao động dài kỳ mực nước biển ven bờ Việt Nam và những tác động của biến đổi khí hậu lên mực nước cực trị. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 25, số 3S, trg. 551-557.
54. Viện Khoa học Khí tượng, Thủy văn và Môi trường, 2011. *Biến đổi khí hậu và tác động ở Việt Nam.* Nxb KH&KT, Hà Nội, 259 trg. (Những người thực hiện: Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu, Trần Thục, Phạm Thị Thanh Hương, Nguyễn Thị Lan và Vũ Văn Thắng).
55. Viện Khoa học Khí tượng, Thủy văn và Môi trường, 2010. *Báo cáo Xu thế mực nước biển và các kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu.* Hà Nội, 80 trg (Tài liệu lưu trữ).
56. Nguyễn Văn Việt, 1984. Đặc điểm khí hậu vùng biển Việt Nam. Bộ Tư lệnh Hải quân, Hải Phòng, 218 trg.
57. Trần Thanh Xuân, Hoàng Minh Tuyển, Trần Thục, Trần Hồng Thái, Nguyễn Kiên Dũng, 2012. *Tài nguyên nước các hệ thống sông chính Việt Nam.* Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 520 trg.
58. Barstow S., 2010. WorldWaves: Integrated model, satellite and in-situ measurements providing quality wave and wind data anywhere, anytime.
59. Bird E., 2008. *Coastal geomorphology: An introduction.* John Wiley&Sons Ltd., Chichester, UK, 411p. (Second Edition).
60. Bruun P., 1962. Sea level rise as a cause of shore erosion. *Journal of the Waterway and Harbors Division*, No. 88, pp. 117-130.

61. Cai F., Su XZ., Liu JH., Liu B., Li B., Lei G., 2009. Coastal erosion in China under the condition of global climate change and measures for its prevention. *Progress in Natural Science*, 19, pp.415-426.
62. Charlier R.H. and De Meyer C.P., 1998. *Coastal Erosion: Response and Management*. Springer, Verlag, Berlin, Heidenberg, Germany, 343 p.
63. CERC, 1984. *Shore Protection Manual*. Vol.1, Washington, US.
64. Cook R.U. and Doornkamp J.C., 1990. *Geomorphology in environmental management*. Claredon Press, Oxford. 410 p. (Second Edition).
65. Cooper J.A.G., Pilkey O.H., 2004. Sea-level rise and shoreline retreat: time to abandon the Bruun Rule. *Global and Planetary Change*, No. 43, pp. 157-171.
66. Davidson-Arnott R.G.D., 2005. Conceptual model of the effects of sea level rise on sandy coast. *Journal of Coastal Research*, Vol. 21, No.6, pp. 1166-1172.
67. Dickson M.E., Walkden M.J.A. and Hall J.W., 2007. Systematic impacts of climate change on an eroding coastal region over the twenty century. *Climate Change*, 84, pp. 141-166
68. DoE, 1993. *Coastal Planning and Management: A Review*. HMSO, London, UK, 179 p.
69. Doukakis E., 2005. Coastal vulnerability and risk parameters. *European Water* 11/12, E.W. Publications, PP. 3-7.
70. Environment Agency, 2009. *Characterisation and prediction of large-scale, long-term change of coastal geomorphological behaviours: Final science report*. Bristol, UK, 264 p.
71. FAO, 2007. *Coastal protection in the aftermath of the Indian Ocean tsunami: What role for forests and trees*. Proceedings of the Regional Technical working, Khao Lak, Thailand, Food and Agriculture Organization of The United Nations Regional Office for Asia and Pacific, Bangkok, Thailand, 220 p.

72. European Environment Agency, 2002. *Coastal erosion indicators study*. Universitat Autònoma de Barcelona, Spain, 52 p.
73. FitzGerald D.M., Fenster M.S., Argow B.A. and Buynevich I.V. Coastal impacts due to sea level rise.
(<https://darchive.mblwhoilibrary.org/bitstream/handle/1912/2273/SEALEV~1.pdf?sequence=1>)
74. Goudie A., 1986. *The Human Impact on Natural Environment*. Basil Blackwell, UK, 338 p. (Second Edition).
75. Government of the Socialist Republic of Vietnam and Government of Netherlands, 1996. *Vietnam coastal Zone Vulnerability Assessment*. Final Report, Hanoi, 58pp.
76. Gray M., 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, UK, 434 p.
77. Hanebuth T., Stättegger K., Groote P.M., 2000. Rapid flooding of the Sunda shelf: A Late-glacial sea-level record. *Science*, No 288, pp. 1033-1035.
78. Hapke C., Reid D., Richmond B.R., Ruggiero P., and List J., 2006. *National Assessment of Shoreline Change Part 3: Historical Shoreline Change and Associated Coastal Land Loss Along Sandy Shorelines of the California Coast*. U.S. Geological Survey, U.S.A., 72 pp.
79. http://www.climatechange2013.org/image/report/WG1AR5_chapter13_FINAL.pdf
80. <http://www.duke.edu/~haff/geomorph-abs/neogeomorph%20paper/neogeomorphology.pdf>
81. <http://www.euroSION.org/reports-online/reports.html>: Living with coastal erosion in Europe: sediment and space for sustainability.
82. <http://pubs.usgs.gov/dds/dds68/html/docs/project.htm>
83. http://en.wikipedia.org/wiki/Coastal_management

84. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_length_of_coastline#cite_note-11
85. http://en.wikipedia.org/wiki/Coastal_erosion
86. <http://www.gso.gov.vn> (các trang web của Tổng cục Thống kê)
87. <http://www.thoitienguyhiem.net/BaoCao/BaoCaoBao.aspc>
88. Hyndman D. and Hyndeman D., 2011. *Natural hazards and disasters*. Brooks-Cole, CENGAGE Learning, USA, 559 p. (The Third Edition)
89. IGBP, 1995. *Global Change-Report No 3: Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone*. Stockholm, Sweden, 215 p.
90. I.O.C., 1997. *Methodological guide to integrated coastal zone management*. Manuals and Guides, No. 36, UNESCO, 47 pp.
91. I.O.C., 2000. *Guidelines for vulnerability mapping of coastal zones in the Indian Ocean*. Manuals and Guides, No. 38, UNESCO, 40 pp.
92. IPCC, 2007a. *Climate change 2007: Physical Science Basic*. Cambridge University Press.
93. IPCC, 2007b. *Climate change 2007: Impacts, Adaptations and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Parry, M.L. et al., eds. Cambridge: Cambridge University Press ((pp. 175–210, Kunzewicz, Z.W. et al., eds.; pp. 317–356, Nicholls, R. J. et al., eds.; pp. 543–580, Alcamo, J. et al., eds.; pp. 655–685, Anisimov, O. A. et al., eds.; pp. 689–716, Mimura, N. et al., eds.; pp. 781–810, Schneider, S. H. et al., eds.)
94. Jones D., 1995. Environmental change, geomorphological change and sustainability. In “*Geomorphology and land management in a changing environment*”, John Wiley&Sons Ltd., Chichester, UK, pp.14-34

95. Kaiser G., 2007. Coastal vulnerability to climate change and natural hazards. (http://www.cedim.de/download/39_kaiser.pdf)
96. Kairu K. and Nyandwi N. (editors), 2000. *Guidelines for the study of shoreline change in the Western Indian Ocean Region*. IOC Manuals and Guidelines, No. 40, UNESCO, 73 pp.
97. Kay R. and Alder J., 1999. *Coastal Planning and Management*. Spon Press, Taylor&Francis Group, London and New York, 375 p.
98. Kononenko M.R. and Shilin M.B., 2004. Integrated Coastal Management Planning Strategies-(<http://www.unesco.org/sci/act/Russia/intman/>)
99. Matsumoto J. and Shoji H., 2003. Seasonal and annual variations of tropical cyclone approaching Vietnam. In “*Environmental change and evolution of natural environment in the Red River Delta*”, University of Tokyo Press, Tokyo, Japan, pp.7-60.
100. Mazda Y., Magi m., Nanao H., Kogo M., Miyagi T., Kanazawa N. & Kobashi D., 2002. Coastal erosion due to long-term human impact on mangrove forest. *Wetland Ecology and Management*, No. 10, Kluwer Academic Publishers, Netherland, pp. 1-9.
101. McGranahan G., Balk D. and Anderson B., 2006. Low coastal zone settlements. *Tiempo-A Bulletin on Climate and Delopment*, Issue 59, pp.23-26.
102. Mclean R.F., 2004. Bruun rule. “*Encyclopedia of Geomorphology*”, Ed. By Goudie A.S., Vol. 1, A-I, Routledge, London and New York, pp.103-106.
103. Mekong River Commission, 2010. *State of Basin Report*. Vientiane, Lao PDR, 232 p.
104. *MIKE21 models*. MIKE by DHI, 2009
105. Mimura N. (Edi.), 2008. *Asia-Pacific coasts and their management*. Springer, The Netherlands, 365 pp.

106. Morton R.A. và Miller T.L., 2005. *National Assessment of Shoreline Change: Part 2. Historical Shorelinechanges and Associated coastal Land Loss along the U.S. Southeast Atlantic coast*. U.S. Geological Survey Open-file Report 2005-1401, 35 pp.
107. Morton R.A., Miller T.L. and Moore L.J., 2004. *National Assessment Of Shoreline Change: Part 1 Historical Shoreline Changes And Associated Coastal Land Loss Along The U.S. Gulf Of Mexico*. U.S. Geological Survey, U.S.A., 42 pp.
108. Montgomery C.W., 1992. *Environmental Geology*. Wm. C. Brown Publishers, 466p. (Third Edition).
109. Nicholl R.J., 2011. Planning for the impacts of sea level rise. *Oceanography*, Vol. 24, No.2, pp. 144-157.
110. Oliver-Smith A., 2009. *Sea Level Rise and the Vulnerability of Coastal Peoples: Responding to the Local Challenges of Global Climate Change in the 21st Century*. "InterSecTion", No.7, United Nations Univ., Germany, 52 p.
111. Ozyurt G. and Ergin A., 2010. Improving coastal vulnerability assessments to sea-level sea: A new indicator-based methodology for decision makers. *Journal of Coastal Research*, Vol. 26, issue 2, pp. 256-273.
112. Panizza M., 1996. *Environmental geomorphology*. Elsevier, Amsterdam, The Netherland, 268 p.
113. Pendleton E.A., Thieler E.R., and Williams S.J., 2010. Importance of coastal change variables in determining vulnerablity to sea- and lake-level change. *Journal of Coastal Research*, Vol.26, No.1, pp.176-183.
114. Vu Van Phai, 1996. Actual situation of the erosion and accretion on the coast of Vietnam. *Journal of Science (Geography)*, VNU, Hanoi, pp. 67-71.

115. Vu Van Phai, Nguyen Hieu, Vu Le Phuong, 2008. Coastal Erosion of Vietnam: Status State and Reasons. JSPS Asia and Africa Science Platform Program-*Geomorphological Comparative Research on Natural Disaster Mitigation in the Coastal Regions of Tropical Asia*, Proceedings of Phuket, Ho Chi Minh and Pattaya Conferences, March 2008, Nagoya University, Japan, pp. 131-137.
116. *Preparing to meet the coastal challenges of the 21st century*. World Coast Conference 1993, Conference Report, Noordwijk, Netherlands.
117. Psuty N. P., Stainberg P. E. and Wright D. J., 2001. Coastal and marine geography. (<http://dusk.geo.orst.edu/gia/>).
118. Richley J.E., 2008. Spatial distributions of sediments (and chlorophyll) through the Mekong: Preliminary assessment from satellite and models. In “*Minutes of the MRC Regional Workshop on Discharge and Sediment Monitoring and Geomorphological Tools for the Lower Mekong Basin*”, 21-22 October, 2008, Vientian, Lao PDR.
119. Rohdenburg H., 1989. *Landscape ecology-Geomorphology*. Catena, Germany, 151p.
120. Sathiamurthy E. and Vois H.K., 2006. Maps of Holocene sea-level transgression and submerged lakes on the Sunda shelf. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University, Supplement 2*, Chulalongkorn Univ., Bangkok, Thailand, pp. 1-44.
121. Slaymaker O., Spencer T. and Embleton-Hamann C. (Eds), 2009. *Geomorphology and global environmental change*. Cambridge University Press, UK, 434 pp.
122. Statterger K., 2008. Holocene evolution and actual geologic processes in coastal zone of South Vietnam. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị toàn quốc lần I: Địa chất biển Việt Nam và Phát triển bền vững*, Hạ Long, 10/2008, trg. 42-53.

123. Stephenson W.J. and Brander R.W., 2003. Coastal geomorphology into the twenty-first century. *Progress in Physical Geography*, Vol. 27, No4, pp. 607-623
124. Sterr H., Klein R. and Reese S., 2003. Climate change and coastal zones: An overview of the state-of-the-art on regional and local vulnerability assessment. In “*Climat change in the Mediteranean: Socio-economic perspective of impacts, vulnerability and adaptation*”, Eds by Giupponi C. and Schechter M., Edward Elgar, Cheltenham, UK, pp.245-278.
125. Nguyen Ngoc Thach, Tran Nghi, Nguyen Hieu, Pham Ngoc Hai, Nguyen Thi Thu Hien, 2008. Assessment on the Effects of Sea-level Rising and River Activity to Changing in the Coasatl Zone of the Red River Delta by Using Remote Sensing and GIS. JSPS Asia and Africa Science Platform Program-*Geomorphological Comparative Research on Natural Disaster Mitigation in the Coastal Regions of Tropical Asia*, Proceedings of Phuket, Ho Chi Minh and Pattaya Conferences, March 2008, Nagoya University, Japan, pp. 138-147.
126. *The water's edge: Critical problems of the coastal zone*. Edited by Ketchum B.H., The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 367 p.
127. Thom B., 2008. *Coastal geomorphology and decision making*. Paper presented in Queenstown, Tasmania, on 14th February at the Australian New Zealand Geomorphology Group Conference.
128. Tjallingii R., Statterger K., Wetzel A., Phung Van Phach, 2010. Infilling and flooding of the Mekong River incised valley during deglacial sea-level rise. *Quternary Science Review*, vol. 29, pp. 1432-1444.
129. Trenberth K.E., 2011. Changes in precipitation with climate change. *Climate Change*, Vol. 47, pp.123-138.
130. Turner B.I. et al., 1990. Two types of global environmental change: definitional and spatial scale issues in their human dimensions. *Global Environmental Change*, No.1, pp.14-22.

131. UNEP, 2008. *Disaster risk management for coastal tourism destinations responding to climate change: A practical guide for decision makers*. Paris, 116 p.
132. United Nations, 1992. Chapter 17: Protection of the oceans, all kinds off seas, including enclosed and semi-enclosed seas, and coastal areas and the protection, rational use and development of their living resources. “*Report of the United Nations Conference on Environment and Development*”, (Rio de Janeiro, 3-14 June 1992), 51 p.
133. US Army Corps of Engineers, 2006. Coastal Engineering Manual. <http://chl.erdc.usace.army.mil/chl.aspx?p=s&a=articles>
134. Webster P.J., Holland G.J., Curry J.A., Chang H.R., 2005. Changes in tropical cyclone number, duration and intensity in a warming environment. *Science*, Vol.309, No. pp. 1844-1846.
135. Weide J.van der, 1993. A systems view of integrated coastal management. *Ocean & Coastal Management*, No 21, pp. 129-148.
136. Williams S.J. and Gutierrez B.T., 2009. Sea-level rise and coastal change: Causes and implications for the future of coasts and low-lying regions. *Shore&Beach*, Vol. 77, No-4, pp.13-21.
137. Woodroffe C.D., 2002. *Coasts: Form, process and evolution*. Cambridge University Press, 623 p.
138. Xue Z., Liu J.P., DeMaster D., Lap Van Nguyen, Thi Kim Oanh Ta, 2010. Late Holocene evolution of the Mekong subaqueous delta, Southern Vietnam. *Marine Geology*, V.269, pp.41-58.
139. Zhang K., Douglas B.C. and Leatherman S.P., 2004. Globale warming and coastal erosion. *Climate Change*, Vol. 64, pp. 41-58.
140. Анцыферов С. М., Косьян Р. Д., 1986. *Взвешенные наносы в верхней части шельфа*. Изд. Наука, Москва, 224 стр.

141. Арчиков. Е.И., Степанова Л. Е., 1989. Структура береговой геоморфологической система. В *“Теоретические проблмы развития морских берегов”*. Изд. “Наука”, Москва, Стр. 158-162.
142. *Географический энциклопедичеий словарь*. Главный редактор: Трешников А. Ф. “Советская Энциклопедия”, Москва, 1988.
143. Зенкович В. П., 1961. *Основы геоморфологии морских берегов*. Изд., МГУ., Москва, 418 стр.
144. Колб Ч. Р. Дорнбуш В. К., 1979. Сравнение дельт Миссисипи и Меконга. В *“Дельты модели для изучения”*, Изд. Недра, Москва, Стр. 115-134.
145. Колеман Ж.М., Райт Л. Д., 1979. Современнныые речные дельты: изменчивость процессов и песчаные тела. *Дельты-Модели для изучения*. Изд., Недра, Москва, Стр. 32-91
146. Коротаев В. Н., 1989. Основные закономерности формирования дельтовых побережий. В *“Теоретические проблмы развития морских берегов”*. Изд. “Наука”, Москва, Стр. 92-100.
147. Космынин В. Н., Лукъянова С. А., Маев Е. Г., Мысливец В. И., Никифоров Л. Г., 1980. Исследования морского морфолитогенеза на кафедре геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ. В *“Экзогенный морфогенез в различных типах природной среды”*. Изд., МГУ, Москва, с.8-16.
148. Леонтьев О.К., Никифоров Л.Г., Сафьянов Г. А., 1975. *Геоморфология морских берегов*. Изд., МГУ., Москва, 336 стр
149. Лонгинов В. В., 1963. *Динамика береговой зоны бесприливных морей*. Изд. Академии наука, Москва, 379 стр.
150. Сафьянов Г.А., 1978. *Береговая зона океана в XX веке*. Изд. “Мысль”, Москва, 264 стр.
151. Симонов Ю. Г., Кружалин В. И., *Инженерная геоморфология*. Изд. МГУ, Москва, 98 стр.