

**CHƯƠNG TRÌNH KHCN-BĐKH/11-15**

## **BÁO CÁO TỔNG HỢP**

**KẾT QUẢ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ ĐỀ TÀI  
“NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ỔN ĐỊNH VÀ LIÊN KẾT  
CÁC GIÒNG CÁT VEN BIỂN TẠI CÁC TỈNH TRUNG BỘ ĐỂ TẠO  
THÀNH ĐÊ BIỂN TỰ NHIÊN NHẪM GIẢM THIỂU TÁC ĐỘNG CỦA  
MỰC NƯỚC BIỂN DÂNG”**

**(BĐKH.48)**

**Cơ quan chủ trì thực hiện: Viện Sinh Thái và Bảo Vệ Công Trình**

**Chủ Nhiệm Đề Tài: ThS. Lê Ngọc Cương**

CHƯƠNG TRÌNH KHCN-BĐKH/11-15

## **BÁO CÁO TỔNG HỢP**

**KẾT QUẢ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ ĐỀ TÀI  
“NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ỔN ĐỊNH VÀ LIÊN KẾT  
CÁC GIÒNG CÁT VEN BIỂN TẠI CÁC TỈNH TRUNG BỘ ĐỂ TẠO  
THÀNH ĐÊ BIỂN TỰ NHIÊN NHẪM GIẢM THIỂU TÁC ĐỘNG CỦA  
MỰC NƯỚC BIỂN DÂNG”**

**(BĐKH.48)**

**Chủ nhiệm Đề tài**

**Cơ quan chủ trì Đề tài**

**P. Viện trưởng**

**ThS. Lê Ngọc Cương**

**TS. Nguyễn Tân Vương**

1.1.2. Sự hình thành của cồn cát ven biển.....	6
1.1.3. Hình thái mất ổn định cồn cát ven biển.....	10
1.1.3.1. Xói lở cồn cát .....	10
1.1.3.2. Cồn cát di động .....	10
1.2. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU CỒN CÁT VEN BIỂN TRÊN THẾ GIỚI.....	11
1.2.1. Nghiên cứu về vai trò cồn cát ven biển.....	11
1.2.2. Yếu tố ảnh hưởng, phương pháp đánh giá ổn định, liên kết cồn cát ..	13
1.2.3. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng trên thế giới.....	19
1.2.4. Các giải pháp ổn định, liên kết cồn cát .....	20
1.3. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU CỒN CÁT VEN BIỂN Ở VIỆT NAM .....	21
1.3.1. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng ở Việt Nam .....	21
1.3.2. Nghiên cứu về cồn cát .....	24
1.3.3. Các nghiên cứu về ổn định cồn cát .....	25
1.4. CÁC VẤN ĐỀ CÒN TỒN TẠI TRONG CÁC NGHIÊN CỨU ĐÃ THỰC HIỆN.....	27
<b>Chương 2 .....</b>	<b>30</b>
<b>THỜI GIAN, ĐỊA ĐIỂM, ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....</b>	<b>30</b>
2.1. THỜI GIAN NGHIÊN CỨU .....	30
2.2. ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU .....	30
2.3. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU .....	30
2.3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU.....	32
2.4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU .....	45
2.4.1. Phương pháp kế thừa.....	45
2.4.2 Phương pháp phân tích hệ thống.....	45
2.4.3. Các phương pháp điều tra, khảo sát, đo đạc và lấy mẫu theo các chuyên đề .....	45
2.4.4. Phương pháp bản đồ và hệ thống thông tin địa lý (GIS) .....	48

2.4.5. Phương pháp mô hình toán.....	48
2.4.6. Phương pháp lực.....	48
2.4.7. Phương pháp bố trí thí nghiệm .....	48
2.4.8. Phương pháp xử lý số liệu .....	49
2.4.9. Phương pháp chuyên gia .....	49
2.4.10. Phương pháp đánh giá tổng hợp tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng lên hệ thống tự nhiên - xã hội, định hướng quy hoạch sử dụng các cồn cát ven biển miền Trung .....	49
2.4.11. Phương pháp xây dựng cơ sở dữ liệu.....	50
2.4.12. Kỹ thuật sử dụng .....	50
<b>Chương 3 .....</b>	<b>52</b>
<b>ĐẶC ĐIỂM VÀ ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN, KINH TẾ-XÃ HỘI CỦA VÙNG CỒN CÁT VEN BIỂN MIỀN TRUNG.....</b>	<b>52</b>
3.1 ĐẶC ĐIỂM CỒN CÁT VEN BIỂN MIỀN TRUNG.....	52
3.1.1. Phân bố cồn cát .....	52
3.1.2. Phân loại cồn cát .....	54
3.1.2.1. Các dạng cồn cát ven biển miền Trung.....	54
3.1.2.2. Các dạng cồn cát.....	57
3.1.3. Biến động cồn cát khu vực nghiên cứu .....	60
<b>3.2. ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN KHU VỰC CỒN CÁT VEN BIỂN MIỀN TRUNG.....</b>	<b>61</b>
3.2.1. Khí hậu.....	61
3.2.2. Thủy văn .....	63
3.2.3. Hải văn.....	64
3.2.4. Địa hình – địa mạo .....	66
3.2.5. Địa chất.....	67
<b>3.3. ĐIỀU KIỆN KINH TẾ - XÃ HỘI .....</b>	<b>69</b>
3.3.1. Dân cư.....	69
3.3.2. Các hoạt động kinh tế - xã hội .....	70



3.4. ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG ..	75
3.4.1. Biến đổi một số yếu tố khí hậu và hiện tượng thời tiết tiêu biểu .....	75
3.4.1.1. <i>Biến đổi của tần số xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ)</i> .....	75
3.4.1.2. <i>Biến đổi của tần số cơn bão lạnh</i> .....	80
3.4.1.3. <i>Biến đổi của nhiệt độ</i> .....	81
3.4.1.4. <i>Biến đổi về mưa</i> .....	84
3.4.2. Xu thế biến đổi khí hậu ở Việt Nam .....	88
3.4.2.1. <i>Xu thế biến đổi của tần số XTNĐVN</i> .....	88
3.4.2.2. <i>Xu thế biến đổi của tần số cơn bão lạnh</i> .....	88
3.4.2.3. <i>Xu thế biến đổi của nhiệt độ</i> .....	89
3.4.2.4. <i>Xu thế biến đổi của lượng mưa</i> .....	90
3.4.3. Biểu hiện và các tác động của biến đổi khí hậu tại miền Trung .....	92
<b>Chương 4 .....</b>	<b>96</b>
<b>XÁC ĐỊNH VAI TRÒ BẢO VỆ CỦA CỎN CÁT VÀ QUY HOẠCH</b>	
<b>CỎN CÁT NHƯ MỘT TUYẾN ĐÊ BIỂN TỰ NHIÊN CHO KHU VỰC</b>	
<b>VEN BIỂN MIỀN TRUNG VIỆT NAM.....</b>	<b>96</b>
4.1. ĐÁNH GIÁ VAI TRÒ CỦA CỎN CÁT TRONG VIỆC BẢO VỆ BỜ	
BIỂN NHƯ MỘT TUYẾN ĐÊ BIỂN .....	96
4.1.1. Vai trò bảo vệ của cỏn cát .....	96
4.1.1.1. <i>Vai trò bảo vệ</i> .....	96
4.1.1.2. <i>Các mức độ đánh giá vai trò bảo vệ của cỏn cát</i> .....	97
4.1.2. Phân biệt giữa đê biển và hệ thống cỏn cát .....	98
4.1.2.1. <i>Đê biển</i> .....	98
4.1.2.2. <i>Cỏn cát</i> .....	99
4.1.3. Mô tả vai trò của cỏn cát ven biển qua minh họa từ các mặt cắt ngang	
điển hình .....	99
4.2. CÁC TIÊU CHÍ KỸ THUẬT CỦA CỎN CÁT NHƯ ĐÊ BIỂN TỰ	
NHIÊN .....	101
4.2.1. Xác định phạm vi cỏn cát có vai trò như đê biển tự nhiên.....	101

4.2.2. Bộ tiêu chí để còn cát là đê biển tự nhiên .....	102
<b>4.3. QUY HOẠCH CÒN CÁT NHƯ MỘT TUYẾN ĐÊ BIỂN TỰ NHIÊN</b>	<b>103</b>
4.3.1. Phân tích nội dung tiêu chí 1 .....	103
4.3.2. Phân tích nội dung tiêu chí 2 .....	109
4.3.2.1. <i>Khái quát chung</i> .....	109
4.3.2.2. <i>Nghiên cứu đề xuất yêu cầu tối thiểu về kích thước của còn cát</i> .....	111
4.3.3. <i>Kết quả quy hoạch của các còn cát như một tuyến đê biển tự nhiên</i>	128
<b>Chương 5 .....</b>	<b>132</b>
<b>CÁC GIẢI PHÁP ỔN ĐỊNH, LIÊN KẾT CÒN CÁT THÀNH ĐÊ BIỂN TỰ NHIÊN .....</b>	<b>132</b>
5.1. CÁC HIỆN TƯỢNG MẤT ỔN ĐỊNH CÒN CÁT VEN BIỂN MIỀN TRUNG .....	132
5.1.1. Ảnh hưởng của hiện tượng cát bay, cát nhảy, cát chảy đến sự ổn định của còn cát .....	132
5.1.1.1. <i>Sự hình thành cát bay, cát nhảy</i> .....	132
5.1.1.2. <i>Các yếu tố ảnh hưởng đến cát bay, cát nhảy</i> .....	133
5.1.1.3. <i>Thực trạng quá trình cát bay, cát nhảy, cát chảy ở khu vực nghiên cứu</i> .....	136
5.1.2. Xói lở còn cát .....	138
5.1.2.2. <i>Đánh giá khả năng và mức độ xói lở của còn cát</i> .....	142
5.1.3. Ảnh hưởng của thảm thực vật đến sự ổn định của còn cát .....	144
5.1.3.1. <i>Tác dụng chắn gió</i> .....	146
5.1.3.2. <i>Tác dụng cố định cát</i> .....	147
5.1.3.3. <i>Tác dụng cải thiện độ ẩm, nhiệt độ không khí</i> .....	148
5.1.3.4. <i>Tác dụng cải thiện độ ẩm, nhiệt độ đất</i> .....	148
5.1.4. Ảnh hưởng của hoạt động con người đến sự ổn định của còn cát....	149

5.1.4.1. Ảnh hưởng của hoạt động khai thác đến sự ổn định của cồn cát	149
5.2. CHỐNG XÓI LỞ CỒN CÁT BẰNG BIỆN PHÁP CÔNG TRÌNH.....	151
5.2.1. Bảo vệ cồn cát bằng các mỏm đá nhân tạo.....	151
5.2.2. Bảo vệ cồn cát bằng các vỉa ngầm nhân tạo.....	153
5.2.3. Đê chắn sóng gần bờ.....	154
5.2.4. Bảo vệ bằng mỏ hàn.....	155
5.2.5. Bảo vệ cồn cát bằng rọ đá xếp.....	157
5.2.6. Bảo vệ mái cồn cát bằng công trình dạng kê mái nghiêng đá học	158
5.2.7. Bảo vệ chân và 1 phần mái cồn cát bằng túi cát.....	160
5.3. NGHIÊN CỨU BIỆN PHÁP CHỐNG CÁT BAY, CÁT NHẢY, CÁT CHẢY BẰNG CÔNG TRÌNH.....	161
5.3.1. Hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy và hàng rào hạ độ dốc chống cát chảy .....	161
5.3.1.1. Nguyên lí xây dựng hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy	161
5.3.1.2. Nguyên lí xây dựng hàng rào hạ độ dốc chống cát chảy.....	163
5.3.1.3. Cấu tạo, kĩ thuật xây dựng hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy và hàng rào hạ độ dốc chống cát chảy.....	164
5.3.2. Phủ mặt cồn cát chống cát bay, cát nhảy.....	170
5.3.2.1. Phân tích lựa chọn biện pháp phủ mặt .....	170
b) Biện pháp sử dụng thảm phủ.....	171
c) Phủ mặt bằng hỗn hợp lỏng nhân tạo.....	172
5.3.2.2. Nghiên cứu biện pháp phủ mặt cồn cát.....	173
a) Đặc tính vật liệu thí nghiệm .....	173
b) Thí nghiệm biện pháp phủ mặt Cồn cát.....	174
Kết quả thí nghiệm.....	176
5.4. NGHIÊN CỨU BIỆN PHÁP PHỦ THẨM THỰC VẬT.....	182
5.4.1. Kĩ thuật ươm giống cây Tra( <i>Coccoloba uvifera</i> ) bản địa .....	182
5.4.1.1. Tiêu chí để chọn cây bản địa .....	182

5.4.1.2. Đặc điểm sinh học của cây tra ( <i>Coccoloba uvifera</i> ) .....	183
5.4.1.3 Kết quả thí nghiệm nhân giống cây tra ( <i>Coccoloba uvifera</i> ).....	183
5.4.2. Kỹ thuật ươm giống cây phi lao( <i>Casuarina equisetifolia</i> ) du nhập..	189
5.4.2.1. Một số đặc điểm của cây Phi lao ( <i>Casuarina equisetifolia</i> ).....	189
5.4.2.2. Kỹ thuật ươm giống cây Phi lao hiện hành ( <i>Casuarina equisetifolia</i> ) .....	191
5.4.3. Các công thức phủ thảm thực vật trên cồn cát ven biển miền Trung	199
5.4.3.1. Các công thức phủ thảm thực vật trên bãi trước.....	199
<b>5.4.3.2. Công thức và giải pháp trồng cây ở vị trí mái cồn cát trực diện với biển.....</b>	<b>201</b>
5.4.3.3. Công thức và giải pháp trồng cây ở vị trí đỉnh cồn cát.....	205
5.4.4. Giải pháp cải tạo thổ nhưỡng và giữ ẩm để trồng cây .....	210
5.4.5. Giải pháp giảm nhiệt bề mặt cồn cát trong giai đoạn khô nóng.....	215
5.4.5.1. Ảnh hưởng của rừng cây trồng đến khả năng giảm nhiệt bề mặt trong giai đoạn khô nóng .....	218
5.4.5.2. Hiệu quả của biện pháp giảm nhiệt bề mặt.....	221
5.4.6. NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP CUNG CẤP NƯỚC .....	222
5.4.6.1. Nhu cầu dùng nước của cây trồng .....	222
5.4.6.2. Nghiên cứu thu trữ nước mặt.....	224
5.4.6.3. Nghiên cứu kết cấu bể chứa (công trình trữ nước) .....	226
5.4.6.5. Nghiên cứu thu trữ nước ngầm.....	231
5.4.7. Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật tưới tiết kiệm cho cây trồng .....	234
5.4.7.1. Bố trí thí nghiệm tưới tiết kiệm.....	235
5.4.7.2. Hiệu quả của công nghệ tưới tiết kiệm.....	238
5.5. GIẢI PHÁP BÃY CÁT CÓ ĐỊNH HƯỚNG ĐỂ LIÊN KẾT CÁC CỒN CÁT TẠO THÀNH TUYẾN ĐÊ BIÊN TỰ NHIÊN .....	242
5.5.1. Cơ sở tính toán bẫy cát .....	242
5.5.2. Xác định các thông số kỹ thuật bẫy cát.....	253
5.5.2.1. Nghiên cứu xác định các tải trọng tác dụng lên bẫy cát .....	253

5.5.2.2. Nghiên cứu xác định chiều sâu đóng cọc, tính toán độ bền cọc của bẫy cát .....	254
<b>Chương 6 .....</b>	<b>257</b>
<b>XÂY DỰNG CỒN CÁT .....</b>	<b>257</b>
<b>THÀNH TUYẾN ĐÊ BIÊN TỰ NHIÊN CHO KHU VỰC ĐIỀN HÌNH .</b>	<b>257</b>
6.1. ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN KHU VỰC XÂY DỰNG MÔ HÌNH.....	257
6.1.1. Cơ sở để lựa chọn vị trí xây dựng mô hình .....	257
6.1.2. Điều kiện khu vực liên quan đến giồng cát .....	259
6.1.2.1. Địa hình .....	259
6.1.2.2. Địa chất.....	261
6.1.2.3. Thổ nhưỡng .....	262
6.1.2.4. Khí hậu.....	262
<b>6.1.2.5. Hiện trạng một số loài cây phát triển trên giồng cát khu vực mô     hình .....</b>	<b>265</b>
6.1.2.6. Hiện trạng mất ổn định giồng cát .....	266
6.1.2.7. Nguồn nước.....	267
6.2. THIẾT KẾ MÔ HÌNH ỔN ĐỊNH VÀ LIÊN KẾT CỒN CÁT ĐỂ TẠO THÀNH ĐÊ BIÊN TỰ NHIÊN CHO MỘT KHU VỰC ĐIỀN HÌNH CÁT TIỀN – BÌNH ĐỊNH.....	267
6.2.1. Đánh giá tổng thể các giải pháp ổn định và liên kết .....	267
6.2.1.1. Đối với giồng cát trung bình.....	267
6.2.1.2. Đối với giồng cát cao .....	267
6.2.1.3. Đối với giồng cát thấp .....	267
6.2.1.4. Đối với giồng cát di động .....	267
6.2.2. Thiết kế biện pháp phủ mặt tăng ổn định cồn cát .....	268
6.2.2.1. Các chỉ tiêu thiết kế.....	268
6.2.2.2. Cơ sở lựa chọn vật liệu Vải địa kỹ thuật để phủ mặt.....	269
6.2.2.3. Thiết kế sơ bộ .....	271
6.2.2.4. Tải trọng tác dụng .....	273

6.2.2.5. <i>Tính toán chi tiết cho trường hợp phủ mặt ổn định mái dốc lớn</i>	274
6.2.2.6. <i>Kết luận</i>	278
6.2.3. <b>Thiết kế hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy</b>	278
6.2.3.1. <i>Tải trọng tác dụng</i>	280
6.2.3.2. <i>Tính toán chi tiết</i>	280
6.2.3.3. <i>Khối lượng và dự toán 3 phương án</i>	288
6.2.3.4. <i>Kết luận</i>	289
6.2.4. <b>Thiết kế hàng rào hạ độ dốc</b>	290
6.2.5. <b>Thiết kế trồng cây phủ thảm thực vật</b>	291
6.2.5.1. <i>Lựa chọn loài cây trồng trên cồn cát</i>	291
6.2.5.2. <i>Thiết kế giải pháp giảm nhiệt bề mặt gốc cây</i>	293
6.2.5.3. <i>Thiết kế đai cây trên cồn cát</i>	293
6.2.6. <b>Thiết kế liên kết cồn cát</b>	298
6.2.7. <b>Thiết kế liên kết công trình chống xói lở</b>	298
<b>6.3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH ỔN ĐỊNH VÀ LIÊN KẾT CỒN CÁT ĐỂ TẠO THÀNH ĐÊ BIÊN TỰ NHIÊN CHO MỘT KHU VỰC ĐIỀN HÌNH CÁT TIỀN – BÌNH ĐỊNH</b>	299
6.3.1. <b>Xây dựng công trình chống xói lở</b>	299
6.3.2. <b>Xây dựng biện pháp phủ mặt tăng ổn định cồn cát</b>	300
6.3.3. <b>Xây dựng hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy</b>	301
6.3.4. <b>Xây dựng hàng rào hạ độ dốc</b>	303
6.3.5. <b>Trồng cây phủ thảm thực vật</b>	304
<b>6.4. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ MÔ HÌNH ỔN ĐỊNH VÀ LIÊN KẾT CỒN CÁT ĐỂ TẠO THÀNH ĐÊ BIÊN TỰ NHIÊN CHO MỘT KHU VỰC ĐIỀN HÌNH CÁT TIỀN – BÌNH ĐỊNH</b>	305
6.4.1. <b>Đánh giá hiệu quả tăng ổn định cồn cát</b>	305
6.4.2. <b>Đánh giá hiệu quả liên kết cồn cát</b>	305
6.4.3. <b>Đánh giá hiệu quả kinh tế- xã hội và môi trường</b>	305
<b>KẾT LUẬN</b>	306

KIẾN NGHỊ .....	308
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	309

## DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Cồn cát là vùng chuyên tiếp giữa biển và đất liền .....	9
Hình 1.2. Cồn cát bảo vệ vùng đất thấp phía sau .....	9
Hình 1.3. Cồn cát bảo vệ vùng đầm phá phía sau .....	9
Hình 1.4. Hình ảnh trồng cỏ trên cồn cát ven biển tại Quảng Bình .....	26
Hình 2.1. Vị trí địa lý vùng nghiên cứu .....	31
Hình 3.1. Diễn biến các dải ven biển tỉnh Ninh Thuận, Bình Thuận .....	61
Hình 4.1. Mô tả vai trò bảo vệ của cồn cát ven biển .....	98
Hình 4.2. Sơ đồ mô tả mặt cắt đê biển .....	99
Hình 4.3. Sơ đồ mô tả vai trò các cồn cát trong việc bảo vệ ven biển .....	100
Hình 4.4. Sơ họa và mô tả các yếu tố của cồn cát ven biển .....	101
Hình 4.5. Sơ đồ hóa mặt cắt cồn cát - bãi biển để tính sóng leo .....	113
Hình 4.6. Sơ đồ mô tả tính toán sóng leo trên mặt cắt ngang bãi biển – cồn cát .....	114
Hình 4.7. Mặt cắt và độ dốc quy đổi để tính sóng leo trên bãi cồn cát .....	115
Hình 4.8. Góc sóng tới .....	116
Hình 4.9. Đường quan hệ hồi quy giữa chiều cao và chiều rộng cồn cát ven biển miền Trung từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận .....	121
Hình 5.1. Các tác động của dòng VCBC vuông góc với bờ .....	139
Hình 5.2. Sơ đồ mô tả xói lở cồn cát do sóng trên mặt cắt ngang .....	142
Hình 5.3. Các đai rừng đánh giá tác dụng chắn gió .....	145
Hình 5.4. Sơ đồ mô tả khái quát các tác động của con người đến sự ổn định và tính nguyên trạng của cồn cát ven biển .....	150
Hình 5.5. Tạo mỏm nhân tạo bằng đá xếp .....	152
Hình 5.6. Tạo mỏm bảo vệ nhân tạo bằng rọ đá .....	152



Hình 5. 7. Mặt cắt ngang điển hình của vỉa đá ngầm nhân tạo .....	153
Hình 5. 8. Mặt bằng của 1 hệ thống vỉa đá ngầm nhân tạo.....	154
Hình 5. 9. Dạng công trình phá sóng gần bờ vừa được xây dựng.....	155
Hình 5. 10. Một khu vực công trình phá sóng gần bờ sau vài năm xây dựng ( khu vực còn cát khá ổn định) .....	155
Hình 5. 11. Mỏ hàn vừa được xây dựng, kết hợp với giải pháp nuôi tạo bãi biển liền kề .....	156
Hình 5. 12. Mặt cắt dọc mỏ hàn.....	157
Hình 5. 13. Mặt cắt ngang mỏ hàn.....	157
Hình 5. 14. Bố trí rọ đá xếp theo dạng mái hoặc theo dạng tường đứng thấp (lộ rọ đá).....	158
Hình 5. 15. Phần mái nghiêng rọ đá có tác dụng tích tụ cát và thảm phủ. ....	158
Hình 5. 16. Lớp kè mái đá nghiêng ở mặt trước cồn cát, mặc dù làm an toàn cồn cát trong thời gian dài, tác động đáng kể đến cảnh quan và hệ sinh thái ven biển .....	159
Hình 5. 17. Mặt cắt ngang mái bảo vệ cồn cát .....	160
Hình 5. 18. Các túi cát được đặt trên bãi biển sát chân và trên 1 phần mái cồn cát .....	161
Hình 5. 19. Sơ đồ mô tả cách thức đặt các túi cát .....	161
Hình 5. 20. Mặt cắt của hàng rào bẫy cát chắt cát bay, cát nhảy .....	162
Hình 5. 21. Sơ bộ cấu tạo hàng rào hạ độ dốc .....	163
Hình 5.22. Bảng tọa độ mốc tim tuyến hàng rào.....	165
Hình 5. 23. Máy toàn đạc điện tử triển điểm.....	165
Hình 5. 24. Định vị các điểm đầu, cuối tuyến hàng rào.....	165
Hình 5. 25. Cọc sau khi gia công.....	166
Hình 5. 26. Tập kết ván gỗ .....	166
Hình 5. 27. Búa tạ sử dụng trong quá trình thi công.....	167
Hình 5. 28. Bản vẽ chi tiết búa tạ bằng gỗ .....	168
Hình 5. 29. Búa tạ bằng gỗ được dùng trong quá trình thi công.....	168

Hình 5. 30. Sơ đồ thi công hàng rào .....	169
Hình 5. 31. Căng dây nối tuyến và kiểm soát chiều cao hàng cọc.....	170
Hình 5. 32. Ghim cố định cọc.....	170
Hình 5. 33. Bố trí thí nghiệm các công thức CT1 tại xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	174
Hình 5. 34. Bố trí thí nghiệm sử dụng vải địa kỹ thuật tại xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	175
Hình 5. 35. Bố trí thí nghiệm sử dụng rơm khô tại xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	175
Hình 5. 36. Thiết bị đo gió PCE – AM 81 sử dụng trong thí nghiệm .....	176
Hình 5. 37. Cột thủy chí đo độ bồi lắng của cát.....	176
Hình 5. 38. Mặt cắt ngang ô rơm CT3 .....	177
Hình 5. 39. Mặt cắt ngang ô rơm CT4 .....	177
Hình 5. 40. Mặt cắt ngang ô rơm CT5 .....	178
Hình 5.41. Bồi lắng cát công thức 2 xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	179
Hình 5. 42. Bồi lắng cát công thức 1 xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	179
Hình 5. 43. Bồi lắng cát công thức 3 xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	181
Hình 5. 44. Đại cây Tra phát triển trên cồn cát ven biển tỉnh Bình Định.....	182
Hình 5. 45. Hạt tra sau khi tách bỏ lớp vỏ thịt quả xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	184
Hình 5. 46. Trộn hỗn hợp đóng bầu ươm cây tra xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	185
Hình 5. 47. Cây tra 1 tháng tuổi trong vườn ươm xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	185
Hình 5. 48. Cây tra nhân giống bằng hạt 6 tháng tuổi xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	186
Hình 5. 49. Cắt hom cành cây tra để nhân giống xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	187

Hình 5. 50. Ngâm hom cành vào hỗn hợp Benlát trước khi mang cây xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	188
Hình 5. 51. Cây nhân giống bằng giâm hom sau 3 tháng xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	188
Hình 5. 52. Cây nhân giống bằng giâm hom sau 6 tháng xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	189
Hình 5. 53. Hạt giống phi lao được chế biến làm sạch để chuẩn bị gieo ươm xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	192
Hình 5. 54. Trộn hỗn hợp đất cát với phân chuồng để làm đất gieo hạt xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	192
Hình 5. 55. Pha nước ấm đủ nhiệt độ để ngâm hạt phi lao xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	193
Hình 5. 56. Ngâm hạt phi lao ngay sau khi pha nước ấm xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	193
Hình 5. 57. Trộn hỗn hợp ruột bầu xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	195
Hình 5. 58. Kết quả theo dõi sinh trưởng của cây phi lao 3 tháng tuổi xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	197
Hình 5. 59. Tình hình sinh trưởng của cây thí nghiệm ở bãi trước cồn cát xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	200
Hình 5. 60. Sử dụng máy đo gió cầm tay để hiệu quả giảm tốc độ gió của đai cây .....	202
Hình 5. 61. Đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng của cây 1 năm sau khi trồng xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	203
Hình 5. 62. Theo dõi biến động cát bay bằng cọc mốc quan trắc xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	205
Hình 5. 63. Sơ đồ bố trí thí nghiệm trồng cây trên đỉnh cồn cát.....	206
Hình 5. 64. Đai cây tra trồng đỉnh cồn cát 1 năm tuổi xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	207

Hình 5. 65. Sử dụng máy đo gió cầm tay để hiệu quả giảm tốc độ gió của đai cây xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	207
Hình 5. 66. Đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng của cây 1 năm sau khi trồng xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	209
Hình 5. 67. Cải tạo hố đào bằng phần chuồng xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	211
Hình 5. 68. Cải tạo hố đào bằng hố sét xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định....	211
Hình 5. 69. Cải tạo hố đào bằng bánh mùn kết hợp hạt giữ nước xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	212
Hình 5. 70. Theo dõi sinh trưởng của cây thí nghiệm sau 1 năm sau khi trồng xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	213
Hình 5. 71. Theo dõi độ ẩm đất bằng máy đo độ ẩm cầm tay .....	215
Hình 5. 72. Sơ đồ trồng cây thí nghiệm phủ mặt giảm nhiệt bằng rơm rạ .....	216
Hình 5. 73. Các công thức tủ gốc rơm rạ giảm nhiệt bề mặt với kích thước khác nhau trên cây phi lao xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	217
Hình 5. 74. Thiết bị đo nhiệt độ và độ ẩm.....	218
Hình 5. 75. Sơ đồ nguyên lý tổng quát của công nghệ thu nước .....	226
Hình 5. 76. Cây trồng trên cồn cát thiếu nước trầm trọng vào mùa khô xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	227
Hình 5. 77. Thí nghiệm thu trữ nước bằng bạt HDPE xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	229
Hình 5. 78. Máy bơm đưa nước từ giếng khoan lên để tưới cây xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	233
Hình 5. 79. Thí nghiệm tưới tiết kiệm (nhỏ giọt) xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	237
Hình 5. 80. Kết quả đo độ ẩm của các thí nghiệm tưới tiết kiệm nước.....	238
Hình 5. 81. Bản vẽ cắt ngang và mặt bằng bố trí thí nghiệm theo CT1 .....	243
Hình 5. 82. Ảnh chụp bố trí thí nghiệm theo CT1 xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	243

Hình 5. 83. Bản vẽ cắt ngang và mặt bằng bố trí thí nghiệm theo CT2 .....	243
Hình 5. 84. Ảnh chụp bố trí thí nghiệm theo CT2 xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	244
Hình 5. 85. Bản vẽ cắt ngang và mặt bằng bố trí thí nghiệm theo CT3 xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	244
Hình 5. 86. Ảnh chụp bố trí thí nghiệm theo CT3 xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	244
Hình 5. 87. Quá trình làm móc để quan trắc theo dõi tại hiện trường.....	246
Hình 5. 88. Khả năng cố định cát của các công thức thí nghiệm xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	247
Hình 5. 89. Vị trí làm bẫy cát có định hướng theo kích thước chiều dài B (m) và chiều rộng L (m) xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	249
Hình 5. 90. Bố trí các phân đợt làm bẫy cát.....	250
Hình 5. 91. Bố trí các phân đợt làm bẫy cát.....	250
Hình 5. 92. Sơ đồ bố trí cọc cát để bẫy cát .....	252
Hình 5. 93. Sơ đồ bố trí hàng rào để bẫy cát loại 1 .....	252
Hình 5. 94. Sơ đồ bố trí hàng rào để bẫy cát loại 2 .....	252
Hình 5. 95. Sơ đồ tính toán chiều sâu đóng cọc .....	255
Hình 6. 1. Địa hình khu vực lựa chọn làm mô hình trình diễn xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	258
Hình 6. 2. Vị trí xây dựng mô hình.....	259
Hình 6. 3. Địa hình tổng thể khu vực giồng cát xã Cát Tiến .....	259
Hình 6. 4. Địa hình khu vực giồng cát .....	260
Hình 6. 5. Địa hình khu vực giồng cát di động .....	260
Hình 6. 6. Địa hình khu vực giồng cát xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định ...	260
Hình 6. 7. Giồng cát di động xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	261
Hình 6. 8. Khảo sát địa chất tại giồng cát ven biển Cát Tiến.....	261

Hình 6. 9. Thổ nhượng cát hạt thô ở khu vực hướng gió chính (Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015) .....	262
Hình 6. 10. Thổ nhượng cát hạt mịn ở khu vực không chính hướng gió (Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015) .....	262
Hình 6. 11. Nhiệt độ bình quân tháng của vùng Duyên hải Nam Trung bộ....	263
Hình 6. 12. Độ ẩm không khí bình quân tháng của vùng Duyên hải Nam Trung bộ.....	263
Hình 6. 13. Lượng mưa bình quân tháng của vùng duyên hải Nam Trung Bộ	265
Hình 6. 14. Rừng trồng phi lao phát triển tốt ở mái giồng cát phía lục địa xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	265
Hình 6. 15. Dải cây tra mọc tự nhiên phát triển tốt ở mái giồng cát phía biển	265
Hình 6. 16. Giồng cát bị mất ổn định do chặt phá rừng phi lao xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	266
Hình 6. 17. Giồng cát bị di chuyển dần vào khu dân cư do cát bay, cát nhảy xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	266
Hình 6. 18. Xói lở chân giồng cát xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định .....	266
Hình 6. 19. Cát bay vào khu dân cư sát chân giồng cát xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định.....	266
Hình 6. 20. Hình ảnh vãi địa dùng trong tính toán .....	271
Hình 6. 21. Hình mô tả biện pháp phủ mặt ở mái có độ dốc nhỏ .....	272
Hình 6. 22. Sơ đồ bố trí vãi địa kỹ thuật nhằm ổn định mái Cồn cát.....	273
Hình 6. 23. Sơ đồ tính với mái dốc $H = 7m$ .....	276
Hình 6. 24. Sơ đồ kết cấu hàng rào thiết kế .....	279
Hình 6. 25. Sơ đồ tính toán chiều sâu đóng cọc .....	281
Hình 6. 26. Sơ đồ lực tác lên cọc phương án 1 .....	284
Hình 6. 27. Sơ đồ lực tác lên cọc phương án 2 .....	284
Hình 6. 28. Sơ đồ lực tác lên cọc phương án 3 .....	285
Hình 6. 29. Sơ đồ lực và biểu đồ chuyển vị, biểu đồ mô men phương án 1.....	285
Hình 6. 30. Sơ đồ lực và biểu đồ chuyển vị, biểu đồ mô men phương án 2.....	286

Hình 6. 31. Sơ đồ lực và biểu đồ chuyển vị, biểu đồ mo men phương án 3.....	286
Hình 6. 32. Thiết kế hàng rào hạ độ dốc .....	290
Hình 6. 33. Bố trí hàng rào chắn gió, chắn cát .....	292
Hình 6. 34. Mô hình phủ rơm giảm nhiệt bề mặt thực tế .....	293
Hình 6. 35. Sơ đồ thiết kế đai cây theo mặt bằng cồn cát.....	295
Hình 6. 36. Hình ảnh xây dựng cột sét thu nước ngầm cho cây .....	297
Hình 6. 37. Đóng nẹp cố định lớp rơm phủ quanh gốc cây .....	297
Hình 6. 38. Ảnh chụp bố trí thí nghiệm theo CT2.....	298
Hình 6. 39. Bản vẽ cắt ngang và mặt bằng bố trí thí nghiệm theo CT3 .....	298
Hình 6. 40. Tạo chân cho công trình chống xói lở .....	299
Hình 6. 41. Cho cát vào bao .....	299
Hình 6. 42. Vận chuyển xếp vào bao .....	300
Hình 6. 43. Chống xói lở bằng bao tải .....	300
Hình 6. 44. Phủ mặt bằng vải địa kỹ thuật .....	300
Hình 6. 45. Phủ mặt bằng thảm cỏ.....	300
Hình 6. 46. Phủ mặt bằng ô rơm.....	301
Hình 6. 47. Đan phen làm hàng rào .....	301
Hình 6. 48. Hàng rào chắn gió bằng phen.....	301
Hình 6. 49. Đào rãnh cắm cọc .....	302
Hình 6. 50. Cắm cọc.....	302
Hình 6. 51. Đóng cọc hàng rào .....	302
Hình 6. 52. Hàng rào hoàn thiện .....	302
Hình 6. 53. Đào rãnh làm hàng rào .....	303
Hình 6. 54. Lấp rãnh làm hàng rào .....	303
Hình 6. 55. Đóng nẹp hàng rào.....	303
Hình 6. 56. Nẹp hoàn thiện.....	303
Hình 6. 57. Đào hố cải tạo .....	304
Hình 6. 58. Cải tạo hố đào bằng đất.....	304

Hình 6. 59. Biện pháp cải tạo thổ nhưỡng bằng bánh mùn kết hợp hạt giữ nước .....	304
Hình 6. 60. Trồng cây.....	304
Hình 6. 61. Cắm cọc giữ cây .....	304



## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Kịch bản BĐKH NBD theo kịch bản phát thải thấp (B1) .....	22
Bảng 1.2. Kịch bản BĐKH NBD theo kịch bản phát thải trung bình (B2) .....	22
Bảng 1.3. Kịch bản BĐKH NBD theo kịch bản phát thải cao (A1F1) .....	22
Bảng 3.1. Phân loại hình thái cồn một số cồn cát ven biển miền trung .....	58
Bảng 4. 1. Tổng hợp kết quả đánh giá chức năng bảo vệ của cồn cát ven biển từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận .....	106
Bảng 4. 2. Hệ số nhám trên mái dốc .....	116
Bảng 4. 3. kết quả tính sóng leo và cao độ cồn cát yêu cầu.....	118
Bảng 4. 4. Kết quả tính chiều rộng cồn cát yêu cầu ( $p = 2\%$ có ảnh hưởng của nước biển dâng) và so sánh với cao độ đê biển tính toán lân cận khu vực cồn cát .....	122
Bảng 4. 5. Tổng hợp kết quả đánh giá khả năng ổn định tổng thể của cồn cát ven biển từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận .....	125
Bảng 4. 6. Tiêu chí đánh giá cồn cát có vai trò như đê biển.....	129
Bảng 4. 7. Tổng hợp kết quả đánh giá vai trò (như đê biển) của cồn cát ven biển từ Quảng Ngãi – Bình Thuận.....	129
Bảng 5. 1. Một số đặc trưng của các đai rừng nghiên cứu phòng hộ .....	146
Bảng 5. 2. Tác dụng chắn gió của các đai rừng nghiên cứu .....	147
Bảng 5. 3. Tác dụng cố định cát của các đai rừng 3 tuổi.....	147
Bảng 5. 4. Tác dụng cải thiện độ, nhiệt độ không khí .....	148
Bảng 5. 5. Tác dụng cải thiện ẩm độ, nhiệt độ đất .....	149
Bảng 5. 6. Bảng dự trữ vật liệu cho 26 ngày thi công .....	166
Bảng 5. 7. Tốc độ gió trên cao 1m tại một số ngày quan trắc tiêu biểu .....	176
Bảng 5. 8. Độ bồi lắng cát CT1 và CT2.....	177
Bảng 5. 9. Kết quả theo dõi thí nghiệm nhân giống cây tra bằng hạt .....	186

Bảng 5. 10. Kết quả theo dõi thí nghiệm nhân giống cây trà bằng giâm hom..	188
Bảng 5. 11. Kết quả theo dõi chiều cao cây và tỷ lệ sống ở các công thức thí nghiệm .....	198
Bảng 5. 12. Tác dụng chắn gió của các đai rừng với khoảng cách khác nhau 6 tháng sau khi trồng .....	200
Bảng 5. 13. Tác dụng chắn gió của các đai rừng với khoảng cách khác nhau 1 năm sau khi trồng .....	202
Bảng 5. 14. Đặc trưng của các đai rừng nghiên cứu khả năng phòng hộ .....	204
Bảng 5. 15. Tác dụng cố định cát của đai cây trên mái trước .....	205
Bảng 5. 16. Tác dụng chắn gió của các đai rừng với khoảng cách khác nhau 1 năm sau khi trồng .....	208
Bảng 5. 17. Đặc trưng của các đai rừng nghiên cứu khả năng phòng hộ .....	209
Bảng 5. 18. Tình hình sinh trưởng của cây thí nghiệm sau 1 năm theo dõi .....	212
Bảng 5. 19. Ảnh hưởng của các chất cải tạo đất trong việc giữ ẩm cho đất cát trong giai đoạn khô hạn .....	214
Bảng 5. 20. Nội dung các công thức thí nghiệm .....	216
Bảng 5. 21. Kết quả đo nhiệt độ, độ ẩm tại ô trồng cây phi lao không tủ gốc..	218
Bảng 5. 22. Kết quả đo nhiệt độ bề mặt đất các thí nghiệm (°C) .....	219
Bảng 5. 23. Kết quả đo độ ẩm đất gốc cây tại các công thức thí nghiệm.....	220
Bảng 5. 24. Thống kê tỷ lệ sống của cây ở các công thức thí nghiệm .....	221
Bảng 5. 25. Tổng hợp tình hình sinh trưởng, phát triển của cây thí nghiệm....	221
Bảng 5. 26. Chi phí thực tế xây dựng hệ thống thu trữ nước thí nghiệm bằng bể chứa .....	230
Bảng 5. 27. Nội dung các công thức thí nghiệm các công nghệ tưới.....	236
Bảng 5. 28. Một số kết quả thí nghiệm các biện pháp tưới .....	239
Bảng 5. 29. Thống kê tỷ lệ sống của cây ở các công thức thí nghiệm .....	240
Bảng 5. 30. Tổng hợp tình hình phát triển của cây thí nghiệm.....	240
Bảng 5. 31. Các thông số đặc trưng của các công thức bố trí thí nghiệm .....	245
Bảng 5. 32. Tác dụng chắn gió Đông Bắc của 3 CT thí nghiệm.....	245

Bảng 5. 33. Tác dụng cố định cát của 3 công thức thí nghiệm .....	246
Bảng 6. 1. Thông số kỹ thuật nhỏ nhất của vải địa kỹ thuật .....	271
Bảng 6. 2. Các phương án xây dựng .....	272
Bảng 6. 3. Các phương án xây dựng .....	273
Bảng 6. 4. Giá trị trung bình của các chỉ tiêu cơ lý của cát .....	275
Bảng 6. 5. Ảnh hưởng của góc ma sát trong đến ổn định mái dốc .....	277
Bảng 6. 6. Kết quả tính toán với 3 loại vải địa kỹ thuật .....	278
Bảng 6. 7. Các phương án xây dựng hàng rào chắn gió .....	279
Bảng 6. 8. Xác định chiều sâu $t_0$ ứng với 3 phương án .....	283
Bảng 6. 9. Xác định $b$ với 3 phương án .....	283
Bảng 6. 10. Xác định chiều sâu đóng cọc theo 3 phương án .....	283
Bảng 6. 11. Kết quả tính nội lực 3 phương án.....	287
Bảng 6. 12. Kết quả tính lực nén và lực kéo trên và dưới của tre .....	287
Bảng 6. 13. Kết quả tính Độ bền uốn.....	287
Bảng 6. 14. Tổng hợp khối lượng phương án 1 .....	288
Bảng 6. 15. Tổng hợp khối lượng phương án 2.....	288
Bảng 6. 16. Tổng hợp khối lượng phương án 3.....	288
Bảng 6. 17. Dự toán 3 phương án .....	288
Bảng 6. 18. Khối lượng phương án lựa chọn PA1 .....	290
Bảng 6. 19. Dự toán phương án 1 .....	290

## CÁC KÝ TỰ VIẾT TẮT

BĐKH: Biến đổi khí hậu

NBD: Nước biển dâng

OTC: Ô tiêu chuẩn

GIS: Hệ thống thông tin viễn thám

XTNĐ: Xoáy thuận nhiệt đới

XTNĐBBĐ: Xoáy thuận nhiệt đới biển Đông

XTNĐVN: Xoáy thuận nhiệt đới Việt Nam

FRL: Phờ rông lạnh

TB: Tây Bắc

ĐB: Đông Bắc

ĐBBB: Đồng bằng Bắc Bộ

BTB: Bắc Trung Bộ

NTB: Nam Trung Bộ

TN: Tây Nguyên

ĐNB: Đông Nam Bộ

TNB: Tây Nam Bộ

TCVN: Tiêu chuẩn Việt Nam

## MỞ ĐẦU

Cồn cát với vai trò bảo vệ hạ tầng, dân sinh, kinh tế - xã hội là một hệ sinh thái đặc trưng cho vùng ven biển đã được thế giới công nhận, quan tâm từ lâu. Điều này được cụ thể hóa bằng các nghiên cứu chuyên sâu các yếu tố ảnh hưởng và các giải pháp ổn định, các tiêu chuẩn quản lý và bảo vệ; sâu sắc hơn nữa là được thể chế hóa trong các quy định của luật pháp. Các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD) sẽ ảnh hưởng đầu tiên, trực tiếp đến các cồn cát ven biển và làm thay đổi gần như toàn bộ đến các điều kiện tự nhiên liên quan tới cồn cát.

Do những yếu tố khách quan và chủ quan, cho đến nay việc nghiên cứu về cồn cát ở miền Trung Việt Nam chưa được quan tâm đúng mức. Các nghiên cứu về cồn cát ở Việt Nam theo ý nghĩa bảo vệ vùng ven biển còn phân tán và hạn hẹp. Một số nghiên cứu hạn chế ở phạm vi khu vực hẹp; một số khác lại thường đi theo hướng cải tạo cồn cát phục vụ cho sản xuất nông lâm nghiệp và dân sinh.

Với thực trạng đó, chúng ta phải nhìn nhận lại vấn đề cồn cát một cách nghiêm túc, trên một cơ sở khoa học tổng hợp đa ngành. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và nước biển dâng tác động mạnh mẽ đến sự ổn định của cồn cát và đang dần đánh mất vai trò bảo vệ thì vấn đề “*Ổn định và liên kết các giồng cát ven biển tại các tỉnh Trung Bộ để tạo thành đê biển tự nhiên*” trở nên quan trọng hơn bao giờ hết.

Các nghiên cứu trên thế giới chỉ ra rằng, cồn cát ven biển có 2 vai trò chính:

- Cồn cát có vai trò bảo vệ như một tuyến đê dọc bờ biển, chống lại nước biển ngập vào và các yếu tố bất lợi từ biển vào như sóng, gió, mực nước triều;
- Cồn cát là một hệ sinh thái với sự đa dạng của thực vật và động vật đặc trưng.

Hai vai trò này có liên kết đặc biệt với nhau. Khi hệ sinh thái trên cồn cát được hình thành và phát triển sẽ làm tăng khả năng ổn định của cồn cát, tức là tăng vai trò bảo vệ của cồn cát. Cồn cát phải ổn định ở một mức độ nhất định thì hệ sinh thái trên cồn cát mới hình thành và phát triển được. Mức độ ổn định để cồn cát có thể hình thành và mức độ ổn định để duy trì hệ sinh thái trên cồn cát có khoảng cách rất xa nhau. Đây cơ sở khoa học vô cùng quan trọng cho việc nghiên cứu các giải pháp ổn định cồn cát.

Các yếu tố ảnh hưởng tới sự ổn định của cồn cát trên thế giới phân ra thành yếu tố nội sinh và yếu tố ngoại sinh. Yếu tố ngoại sinh bao gồm: hải văn, khí tượng, chế độ mưa, bốc hơi, địa hình - địa mạo, nguồn cung cấp vật liệu thành tạo, thảm thực vật. Yếu tố nội sinh bao gồm: thành phần cấp phối hạt, thành phần hóa học, độ ẩm của cát.

Biến đổi khí hậu, nước biển dâng đã làm thay đổi tất cả các yếu tố ngoại sinh tác động đến sự ổn định của cồn cát ven biển. Mực nước tăng làm phạm vi tác động của sóng lên cồn cát tăng theo. Năng lượng sóng cũng làm thay đổi đáng kể theo khu vực. Nhiệt độ tăng cao làm khả năng bốc hơi mạnh hơn, nguồn cung vật liệu thay đổi rất nhiều do sự biến đổi của thủy thạch động lực ven bờ, chế độ gió thay đổi. Thảm thực vật chịu ảnh hưởng nhanh và nhiều nhất trong điều kiện BĐKH. Các thay đổi này đều có xu thế bất lợi cho sự ổn định của cồn cát ven biển. Kịch bản đối phó với BĐKH và NBD được xây dựng không giống nhau ở các khu vực. Vì vậy với mỗi khu vực cần có một nghiên cứu cụ thể đánh giá mức độ ảnh hưởng của BĐKH, NBD đến các yếu tố ngoại sinh.

Các hình thái mất ổn định của cồn cát được chia thành hai dạng đó là xói lở cồn cát và cồn cát di động. Xói lở cồn cát chủ yếu tác động của sóng, bão. Cồn cát di động chủ yếu do gió. Các nghiên cứu định tính về mức độ xói lở, di động của cồn cát cơ bản đã được hoàn thiện. Các nghiên cứu định lượng xói lở và di động cồn cát đều là nghiên cứu thực nghiệm dựa trên theo dõi

biến động, xây dựng mối tương quan của các yếu tố ảnh hưởng và mức độ mất ổn định. Hạn chế của nó là việc áp dụng vào một khu vực khác cần phải có những kiểm chứng và có thể phải điều chỉnh cho phù hợp.

Các giải pháp ổn định và liên kết cồn cát để đảm bảo vai trò như một đê biển cuối cùng cũng đi đến đề xuất và thiết kế các giải pháp cụ thể gần giống nhau, tuy nhiên tùy theo đặc điểm và vai trò cồn cát ven biển ở mỗi nước cũng như chiến lược quản lý vùng ven biển mà việc sắp xếp nhóm giải pháp, quan điểm thực hiện, thứ tự ưu tiên có sự khác nhau.

Xét trên quan điểm về giải pháp tổng hợp mang tính chất quản lý có thể chia các giải pháp thành:

- Không can thiệp vào cồn cát;
- Có can thiệp, với quy mô nhỏ, thời gian ngắn;
- Bảo vệ mặt trước cồn cát có lựa chọn;
- Công trình bảo vệ quy mô lớn, thời gian dài.

Trên cơ sở các hình thái mất ổn định của cồn cát có thể chia thành:

- Giải pháp chống xói lở cồn cát;
- Giải pháp chống cát bay, cát nhảy.

Trên cơ sở nguyên lý tác động có thể chia thành: Giải pháp công trình (cứng hoặc mềm) và giải pháp sinh thái học.

Ngoài cơ sở khoa học vững chắc về nghiên cứu cồn cát trước các tác động của BĐKH, NBD, các giải pháp quản lý được đặc biệt quan tâm, cụ thể hóa bằng hệ thống các tiêu chuẩn, các điều luật về bảo vệ cồn cát. Đây cũng có thể coi là giải pháp cực kỳ quan trọng trong việc “Ổn định và liên kết các cồn cát thành đê biển tự nhiên”.

Cho đến nay, ở Việt Nam, các nghiên cứu liên quan đến dải ven biển tập trung chủ yếu về địa lý, địa mạo, xói lở bờ biển. Những vấn đề liên quan đến môi trường, cảnh quan sinh thái và cải tạo vùng cát ven biển cho phát triển nông lâm nghiệp hay vấn đề sa mạc hóa do các hiện tượng cát bay, cát nhảy

và biện pháp ngăn chặn... còn ở phạm vi nhỏ lẻ, tản mạn. Đối tượng còn cát với đặc trưng hình thái, quá trình diễn biến, sự tương tác giữa cồn cát với các yếu tố khí tượng, hải văn ven biển chưa được nghiên cứu thấu đáo, đặc biệt cồn cát dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng chưa có dẫn liệu khoa học cụ thể.

Trước thực tiễn đó, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã giao nhiệm vụ khoa học cho Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình thuộc Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thực hiện đề tài: ***“Nghiên cứu ứng dụng công nghệ ổn định và liên kết các giồng cát ven biển tại các tỉnh Trung Bộ để tạo thành đê biển tự nhiên nhằm giảm thiểu tác động của mực nước biển dâng”***.

Đề tài đã được thực hiện trong 2 năm (2014 - 2015), do ***ThS. Lê Ngọc Cương*** làm Chủ nhiệm nhằm giải quyết 2 mục tiêu chính:

- Xây dựng công nghệ ổn định và liên kết các giồng cát ven biển thành dải đê tự nhiên nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu
- Xây dựng hệ thống giồng cát ven biển, tạo thành hệ thống đê biển nhằm giảm thiểu tác động của mực nước biển dâng, góp phần bảo vệ đất nông nghiệp ven biển Việt Nam và cải thiện môi trường, tăng nguồn lợi thủy sản và khả năng phát triển du lịch sinh thái ven biển nói riêng và kinh tế nói chung cho các địa phương

Trong quá trình thực hiện các nhiệm vụ khoa học, đề tài thường xuyên nhận được sự quan tâm, chỉ đạo của Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn; sự giúp đỡ, tạo điều kiện của lãnh đạo Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình.

Toàn thể thành viên thực hiện đề tài xin bày tỏ lời cảm ơn về những giúp đỡ và cộng tác nhiệt tình của các cán bộ khoa học, cán bộ quản lý trong quá trình tổ chức triển khai thực hiện đề tài.



# Chương 1

## TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

### 1.1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI

#### 1.1.1. Giồng cát và Cồn cát

Từ quá trình phong hóa đá, thủy – hải văn, cát được bồi đắp lên bờ biển. Cát được gió thổi bay vào lục địa và có thể lắng đọng ở bất cứ nơi nào có sự suy giảm tốc độ gió hoặc nơi có độ nhám bề mặt cao. Cát lắng đọng lại tại các vị trí này và tạo nên vùng cát tập trung dạng gò đồi và hình thành nên một dạng thực thể địa lý. Tại mỗi địa phương thực thể địa lý này được gọi theo tên khác nhau như cồn cát, giồng cát, đụn cát ven biển. Khu vực Trung Bộ thường gọi là “*Cồn Cát*”; khu vực Nam Bộ quen gọi là “*Giồng Cát*”.

Trong phạm vi đề tài nghiên cứu ở khu vực Trung Bộ, để thuận tiện trong việc sử dụng ngôn ngữ, chúng tôi lựa chọn tên khái niệm “*Cồn Cát*” thay cho các tên gọi khác để đảm bảo sự thống nhất và dễ hiểu.

#### 1.1.2. Sự hình thành của cồn cát ven biển

Vùng bờ biển miền Trung được hình thành từ kỳ Canh Tân (pleistocene) cho đến những thời kỳ hiện đại. Sự hình thành có quan hệ phối hợp phức tạp giữa những vận động nâng và hạ tân kiến tạo, trên đó lại chồng lên sự nâng cao và hạ thấp mực nước đại dương. Các bờ biển được hình thành ở các mức khác nhau, trên các thềm đã tích tụ các thành tạo cát do quá trình phong hóa có nguồn gốc từ sông hoặc từ bờ.

Các cồn cát được hình thành khi hội đủ các yếu tố:

- Khu vực bờ biển có nguồn cung cấp cát dồi dào, kích thước hạt phù hợp, phạm vi bờ biển đủ rộng.

- Gió thổi từ biển vào đất liền chiếm ưu thế và năng lượng gió đủ lớn. Khi đó năng lượng gió sẽ chuyên cát vào trong đất liền, tạo thành các cồn cát.

Sự di chuyển của cát có thể mô tả ở ba dạng:

- *Cát bay*: Là cách gió cuốn theo những hạt cát nhỏ, nhẹ vào trong không khí và chuyển vào sâu trong đất liền

- *Cát nhảy*: Gió tác động lên những hạt cát lớn hơn dưới dạng nhảy cóc và dịch chuyển vào trong đất liền.

- *Cát chảy*: Gió kéo hoặc tác động lên những hạt cát nhảy cóc làm cho những hạt có kích thước tương đối lớn hơn lăn trên bề mặt bãi biển.

Khi không có sự tồn tại của thảm thực vật hoặc vật cản địa hình, cát có thể được thổi với khoảng cách xa vào đất liền dưới dạng các dải cát lớn hoặc đụn cát di chuyển nhanh gọi là hiện tượng ***cồn cát di động***. Thảm thực vật không phải là điều chủ yếu tạo nên cồn cát, nhưng sự xuất hiện và tồn tại của nó có thể có ảnh hưởng hết sức sâu sắc đối với hình thái cồn cát và mức độ chuyển động của cồn cát. Thảm thực vật bao bọc trên mặt cồn cát có tác dụng cản trở chuyển động của cát và sự chuyển động này phụ thuộc vào đặc điểm của thảm thực vật, dẫn đến sự phát triển của các cồn cát cao và rộng.

Cồn cát mới hình thành là những đồng cát nhỏ do gió vun lên nhờ có mặt một loại vật cản nào đấy. Cồn cát mới hình thành chưa có thực vật cư trú, chúng có thể nhanh chóng biến mất cũng như nhanh chóng xuất hiện, cho đến khi những loài thực vật đầu tiên như cỏ Lông chông, rau Muống biển, Tù bi... xuất hiện cố định chúng lại. Những loài thực vật đầu tiên đó có sức sống dẻo dai, chịu mặn, chịu gió và hạn chế được cát vùi. Chúng giúp tích lũy cát nhanh hơn và cồn cát cũng nhờ đó cao lên nhanh chóng.

Xác thực vật tích tụ nhiều và xuất hiện những lớp mùn từ cây đầu tiên trên mặt cồn cát. Những tích tụ mùn cây làm cho khả năng tích lũy chất dinh dưỡng và hơi nước tăng lên, khiến cho thảm thực vật trên cồn cát cũng đa dạng hơn. Những khóm cây bụi dần xuất hiện khiến cho môi trường trong khoảng cách 50 - 100m kể từ mép nước biển trở nên thuận lợi cho thế giới sống. Những lớp đất điển hình xuất hiện trên mặt cồn cát kéo theo sự hình

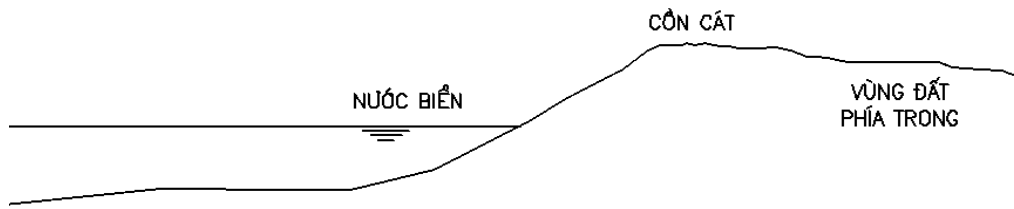
thành lớp phủ thực vật thân gỗ. Đây cũng thường là vùng canh tác của dân cư ven biển với tập đoàn cây trồng thường là cây lấy gỗ, cây ăn trái và cây màu. Như vậy, có thể thấy rõ vai trò ổn định cồn cát của thực vật và cải tạo tính đa dạng loài trong hệ sinh thái giồng cát.

Tuy nhiên, ta có thể dễ dàng nhận thấy hệ sinh thái cồn cát ven biển miền Trung có một số đặc điểm đặc trưng như: thảm thực vật nghèo nàn, mức độ đa dạng loài thấp, kết cấu đơn giản, thực vật tồn tại chủ yếu là các cây bụi tự nhiên (Muồng biển, Tù bi, Dừa dại, Xương rồng); cỏ dại và một số loài cây thân gỗ (Phi lao, Bạch đàn, Keo tai tượng, Tràm bông vàng) có khả năng chống chịu với các điều kiện khắc nghiệt ở vùng cồn cát.

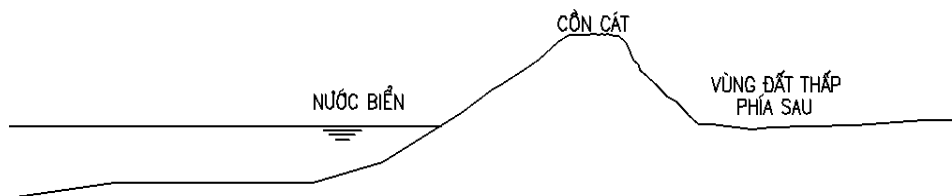
Có thể do đặc điểm chung của các cồn cát miền Trung có kết cấu rời rạc, độ phì thấp, khả năng trữ nước và chất dinh dưỡng kém, nhiệt độ bề mặt nơi rễ cây lấy nước và dinh dưỡng rất cao, gió biển mạnh làm cho tốc độ bay hơi của đất tăng cao làm đất cát khô nhanh và cạn kiệt. Ngoài ra còn có những tác động có chủ ý, quá mức của con người khai thác cồn cát cho mục đích kinh tế.

Dọc bờ biển miền Trung có tới hơn 500km bờ biển hình thành các cồn cát với nhiều loại hình cồn cát khác nhau. Đánh giá trên quan điểm vai trò bảo vệ của cồn cát dựa trên đặc điểm địa hình, hình thái cồn cát và mực nước vùng ven biển có thể phân (chia) cồn cát miền Trung thành các dạng điển hình:

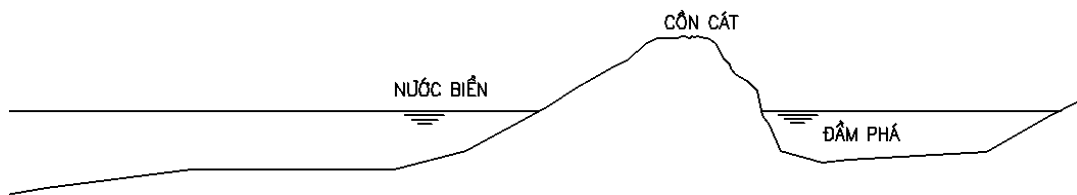
- Cồn cát đơn giản, chỉ là vùng chuyển tiếp giữa biển và vùng đất liền phía trong (hình 1.1). Hình thái này phổ biến ở các bãi biển/cồn cát trên thế giới, khi đó vai trò bảo vệ của cồn cát không thực sự rõ ràng hay nói cách khác là chỉ có vai trò cục bộ;
- Cồn cát bảo vệ vùng thấp phía sau cồn. Bờ biển miền Trung thường có hai dạng vùng thấp phía sau cồn cát đó là vùng đất thấp và đầm phá (hình 1.2 và 1.3).



**Hình 1.1. Cồn cát là vùng chuyển tiếp giữa biển và đất liền**



**Hình 1.2. Cồn cát bảo vệ vùng đất thấp phía sau**



**Hình 1.3. Cồn cát bảo vệ vùng đầm phá phía sau**

Các cồn cát có vai trò bảo vệ như một tuyến đê biển. Nó bảo vệ cho vùng đất phía trong không chịu ảnh hưởng của các điều kiện hải văn bất lợi

như mực nước triều, sóng, gió, bão và thậm chí là sóng thần. Còn cát thường có kích thước tương đối nhỏ, thiếu ổn định và dễ bị tổn thương bởi gió, bão

### **1.1.3. Hình thái mất ổn định cồn cát ven biển**

Hình thái mất ổn định cồn cát được hiểu là các biểu hiện bên ngoài làm cồn cát biến động các bộ phận, vị trí cũng như làm suy giảm vai trò, chức năng của cồn cát. Cồn cát ven biển thường có hai hình thái mất ổn định là xói lở cồn cát và cồn cát di động.

#### **1.1.3.1. Xói lở cồn cát**

Hình thái mất ổn định xói lở cồn cát cũng có thể nói là hình thái mất ổn định phần ướt của cồn cát. Xói lở là sự mất ổn định của cồn cát do tác động của nước, bao gồm các yếu tố chủ yếu như biến thiên chế độ triều, sóng khí hậu và sóng trong bão. Mất ổn định cồn cát phần ướt còn phải kể đến sự thay đổi của chế độ thủy thạch động lực vận chuyển bùn cát.

#### **1.1.3.2. Cồn cát di động**

Cồn cát di động được hiểu là trước tác động của chế độ gió làm cát bay, cát nhảy, cát chảy làm cồn cát bị mất cát hoặc cồn cát di chuyển (cát thay đổi vị trí). Hình thái mất ổn định do cồn cát di động cũng có thể gọi là mất ổn định phần khô của cồn cát. Hiện tượng mất ổn định này chỉ chủ yếu tập trung ở phần thân cồn cát.

*Cát bay:* Là cách gió cuốn theo những hạt cát nhỏ, nhẹ vào trong không khí vào chuyển vào sâu phía trong đất liền

*Cát nhảy:* Gió tác động lên những hạt cát lớn hơn dưới dạng nhảy cóc và dịch chuyển vào trong đất liền.

*Cát chảy:* Gió kéo hoặc tác động lên những hạt cát nhảy cóc làm cho những hạt có kích thước tương đối lớn hơn lăn trên bề mặt bãi biển thành dòng.

## **1.2. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU CÒN CÁT VEN BIỂN TRÊN THẾ GIỚI**

### **1.2.1. Nghiên cứu về vai trò còn cát ven biển**

Hệ thống đê biển Hà Lan với chức năng chống nước biển ngập vào và các yếu tố bất lợi từ biển như: bão, sóng, gió, mực nước triều đã coi còn cát như một đê biển và có những tính toán khả năng bảo vệ, ổn định còn cát như một tuyến đê biển. Ổn định còn cát là một biện pháp bảo vệ bền vững, tăng cường khả năng bảo vệ tự nhiên của khu vực còn cát. Mối quan tâm chính của chính phủ Hà Lan là bảo vệ “phần sức mạnh còn lại” của những còn cát để chống lũ lụt. Sức mạnh còn lại có thể được định nghĩa là lượng còn cát tối thiểu cần thiết để chịu được các điều kiện bão thiết kế (Mulder và cs, 2006). [24]

Còn cát dễ bị tổn thương do tác động của điều kiện hải văn bất lợi. Với điều kiện sóng bão nghiêm trọng, mực nước biển thiết kế có thể 5 - 6m kết hợp với sóng bão thì chiều cao sóng có thể lên tới 7 - 9m và cát bị xói mòn một lượng lớn trong một khoảng thời gian rất ngắn. Theo tính toán tỷ lệ xói mòn khoảng 80 - 100m ứng với tần suất thiết kế, các kích thước xói mòn sẽ tùy vào điều kiện của từng khu vực. Nếu kích thước còn cát đảm bảo cho khả năng xói mòn đó thì còn cát có thể đảm bảo vai trò làm việc như một đê biển tự nhiên (Jan Van De Graaff, 2008). [14]

Các nghiên cứu trên thế giới đã chỉ rõ, còn cát ven biển có hai vai trò chính:

- Còn cát có vai trò bảo vệ như một tuyến đê dọc bờ biển, nó chống lại nước biển ngập vào và các yếu tố bất lợi từ biển vào như sóng, gió, mực nước triều;

- Còn cát là một hệ sinh thái với sự đa dạng của thực vật và động vật đặc trưng.

Hai vai trò này có sự liên kết đặc biệt với nhau. Khi hệ sinh thái trên còn cát được hình thành và phát triển, làm tăng khả năng ổn định của còn cát tức là tăng vai trò bảo vệ của còn cát. Nhưng còn cát phải ổn định ở một mức

độ nhất định thì hệ sinh thái trên cồn cát mới hình thành và phát triển được. Mức độ ổn định để cồn cát có thể hình thành và mức độ ổn định để có thể phá vỡ hệ sinh thái trên cồn cát có một khoảng cách rất xa nhau.

Trong hệ sinh thái cồn cát, các loại cỏ trên những cồn cát là một trong những loài quan trọng nhất vì hệ thống rễ của nó giúp ổn định các cồn cát. Thảm cỏ bẫy và giữ cát tránh tác động của gió và sóng vận chuyển cát ra xung quanh, làm cho các cồn cát cao, rộng giúp bảo vệ các loài thực vật khác và hệ sinh thái khỏi tác hại của xâm nhập mặn.

Tổ chức The Lake Huron Centre for Coastal Conservation khẳng định “Các cồn cát sẽ bị thổi bay, nếu nó không được phủ bởi lớp thảm thực vật thích nghi”. Tại New Zealand, người ta nhấn mạnh tầm quan trọng của thảm thực vật trên các cồn cát bằng cách nói *"Không có thảm thực vật, không có giồng cát"*.

Theo Haim Tsoar (2005) khi thực vật đã hình thành và phát triển, cần một năng lượng gió cao hơn rất nhiều mới có thể phá hủy tính ổn định của cồn cát. Do đó, có thể thấy thảm thực vật là biện pháp quan trọng nhất để hạn chế khả năng mất ổn định của cồn cát do hiện tượng cồn cát di động. [17]

Theo Durrell, G.(1989) cồn cát ven biển là vùng đệm mong manh của cát và thảm thực vật. Thảm thực vật có vai trò giảm xói mòn cho cồn cát và nếu thảm thực vật bị phá vỡ hoặc bật gốc, các cồn cát sẽ bị phá hủy.

Với vai trò giảm các tác động của bão và sóng cao, ngăn chặn hoặc làm chậm sự xâm nhập của nước vào đất liền, các cồn cát phải được tính toán khả năng bảo vệ, khả năng cồn cát như một tuyến đê biển tự nhiên. Hệ sinh thái trên cồn cát là hệ sinh thái đặc trưng, nhưng rất kém ổn định do phụ thuộc vào tính ổn định của cồn cát, mà cồn cát lại thường xuyên mất ổn định. Tính ổn định của cồn cát và ổn định hệ sinh thái trên cồn cát có tương quan chặt chẽ với nhau. Khi cồn cát ổn định ở một mức độ nhất định sẽ bắt đầu hình thành hệ sinh thái trên cồn cát và sự hình thành hệ sinh thái trên cồn cát lại làm gia

tăng rất nhanh sự ổn định của cồn cát. Nói cách khác, nếu trên cồn cát không hình thành được hệ sinh thái thì cồn cát cũng không thể ổn định được.

### **1.2.2. Yếu tố ảnh hưởng, phương pháp đánh giá ổn định, liên kết cồn cát**

Theo Cơ quan biến đổi khí hậu Niu Di-lân (New Zealand Climate Change Office, 2004) [29], cho rằng, biến đổi khí hậu tác động vào hầu hết các yếu tố ảnh hưởng đến ổn định của cồn cát như:

- Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến mực nước biển dâng;
- Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến bão;
- Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến dòng chảy, gió, sóng và thủy triều;
- Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến nguồn cung trầm tích bờ biển;
- Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến sóng thần.

Các tác động này sẽ làm tăng khả năng xói lở bờ biển, gây nên các hiện tượng cồn cát di động, làm thay đổi thảm thực vật theo chiều hướng xấu đi do các điều kiện tự nhiên ngày càng bất lợi. Biến đổi khí hậu sẽ tác động tới một loạt các điều kiện tự nhiên, ảnh hưởng tới cồn cát. Vì thế, mỗi yếu tố cần nghiên cứu cụ thể đánh giá tác động của nó lên môi trường ven biển nói chung và cồn cát nói riêng.

Nghiên cứu của Clarke, Derek và Sanitwong Na Ayutthaya, Sarinya (2010) [13] đã nêu rõ tầm quan trọng của nguồn nước đối với thảm thực vật trên cồn cát. BĐKH sẽ làm thay đổi rất lớn về nguồn nước mặt và nước ngầm. Sự biến động của lượng mưa, hình thái địa hình - địa mạo cồn cát, mực nước biển dâng sẽ làm ảnh hưởng rất lớn đến nguồn cung cấp nước cho các thực vật trên cồn cát, làm cho thảm thực vật thay đổi về cơ cấu thành phần loài, mật độ và có thể dịch chuyển và phân bố lại thảm thực vật trên cồn cát.

Cồn cát mất ổn định được thể hiện dưới hai hình thức:

- Cồn cát di động bởi hiện tượng cát bay, cát chảy, cát nhảy chủ yếu là do năng lượng gió.
- Xói lở cồn cát bởi các yếu tố hải văn bất lợi.



- ***Còn cát di động***

Theo Haim Tsoar (2005), các yếu tố ảnh hưởng tới sự ổn định của còn cát không chỉ nằm ở chỉ số chung như chế độ gió, lượng mưa, bốc hơi hàng năm, mà còn đặc biệt quan trọng là đặc tính vật lý của cát hình thành còn cát [17]. Cát có tính thấm cao, khả năng giữ nước kém và phần lớn lượng nước được thấm xuống và hình thành nước ngầm, hạt cát còn rời rạc. Đây là một trong những yếu tố làm cho sự hình thành thảm thực vật trên còn cát gặp rất nhiều khó khăn. Năng lượng gió là yếu tố quan trọng nhất trong còn cát di động, do tính cố kết của cát kém. Ở tốc độ gió nhất định có thể làm xói mòn cát ở mức độ mà nó ngăn cản hạt giống nảy mầm từ trong cát. Ngoài ra, còn một tiêu chí đánh giá là tiềm năng trôi dạt (DP) của gió, trong đó đề cập đến việc vận chuyển cát và phương trình năng lượng gió. Kết quả đánh giá ngoài thực địa cho thấy yếu tố chủ yếu ảnh hưởng đến sự di động cát là xói mòn gió.

Cũng theo Tsoar, khi năng lượng gió đủ thấp ứng với đặc điểm còn cát thì thực vật bắt đầu hình thành và phát triển. Thực vật đã hình thành và phát triển cần một năng lượng gió cao hơn rất nhiều mới có thể phá hủy tính ổn định của còn cát. Do đó, có thể thấy thảm thực vật là biện pháp quan trọng nhất để hạn chế khả năng mất ổn định của còn cát do hiện tượng còn cát di động. Sau khi tiến hành thí nghiệm trên nhiều còn cát, Tsoar xây dựng được mối tương quan giữa: tỷ lệ cát được cung cấp thêm cho còn cát và chế độ gió (RDP); đường cong trễ liên quan đến sự thay đổi năng lượng gió và thảm thực vật trên còn cát trong khu vực nghiên cứu là 43 còn cát ở Israel. Lý thuyết này cũng đã được áp dụng ở Ceara State (Brazil). Kết quả tương tự được chỉ ra trong nghiên cứu của Hezi Yizhaq, Yosef Ashkenazy và Haim Tsoar (2007) [19].

Lancaster (1988) cho rằng chỉ số di động của còn cát còn được tính bằng công thức  $M = W/(P/PE)$ ; trong đó tỷ số vận tốc gió vượt ngưỡng hàng năm (W); lượng mưa hàng năm (P); lượng bốc hơi hàng năm (PE).

Noam Levin, Giora J.Kidron và Eyal Ben-Dor (2006) [30] đã nghiên cứu định lượng sự thay đổi theo thời gian và không gian quá trình ổn định cồn cát ven biển ở Israel. Tác giả đã theo dõi biến động hàng tháng trong vòng 2 năm của 315 cồn cát với việc sử dụng ảnh hàng không và ảnh vệ tinh Landsat để xác định thảm thực vật; sử dụng mô hình số độ cao để xác định chiều cao tương đối của cồn cát. Các biến số được tính toán cho các khu vực có hướng gió chính của các chân xói mòn. Có 9 yếu tố được theo dõi, trong đó 5 yếu tố liên quan đến tính di động của cồn cát và 4 yếu tố liên quan đến tính ổn định của cồn cát. Các yếu tố gây di động cồn cát chiếm ít nhất 65% tổng lượng thời gian. Kết quả nghiên cứu cho thấy, lượng mưa ở địa phương không có tác động rõ ràng lên di động cát. Đối với các biến số không gian, tác giả đã chỉ ra có mối tương quan yếu giữa di chuyển cát với khoảng cách từ bờ biển ( $R^2 = 18\%$ ). Sự xói mòn và lắng đọng cát chịu ảnh hưởng của lớp phủ thực vật và liên quan tới chiều cao của diện tích 100-200m theo chiều gió. Phương pháp này cho phép đánh giá hiệu quả khi theo dõi biến động cồn cát theo thời gian và tìm ra quy luật của chúng.

Tóm lại, hiện tượng cồn cát di động (cát bay, cát nhảy, cát chảy) phụ thuộc vào các yếu tố năng lượng gió, thành phần cấp phối hạt, lượng mưa và bốc hơi (độ ẩm của cát). Có mối quan hệ tương tác giữa sự ổn định của cồn cát và thảm thực vật trên cồn cát. Việc theo dõi diễn biến cồn cát theo thời gian là một trong những yếu tố rất quan trọng để định lượng các nguyên nhân gây ổn định và mất ổn định của cồn cát.

- ***Tác động của yếu tố hải văn lên xói lở cồn cát***

Hầu hết các nghiên cứu đều xác nhận, mức độ xói lở bề mặt cồn cát không được bảo vệ trong bão phụ thuộc vào một số yếu tố, như chiều cao mực nước triều, năng lượng sóng, chiều cao cồn cát, thời gian của cơn bão và thành phần hạt cát. Xói lở dẫn đến mất trước giáp biển của cồn cát trượt về

phía biển. Từ các khảo sát thực nghiệm về mức độ xói lở của cồn cát trong bão, Van de Graaff (1994) [14] đã kết luận chủ yếu có 6 yếu tố sau:

- Cao độ mực nước lớn nhất;
- Chiều cao sóng có nghĩa trong bão;
- Đường kính thành phần hạt cát của cồn cát;
- Hình dạng của mặt cắt ban đầu (bao gồm chiều cao cồn cát);
- Khoảng thời gian xảy ra cơn bão;
- Biên độ dao động gió giật, tác động va chạm mạnh của mưa rào trong bão.

Theo Vellinga (1982, 1983, 1986) [37, 38, 39] các tham số đầu vào cần có là hệ trục tọa độ của mặt cắt ban đầu cồn cát; chiều cao sóng có nghĩa ở vùng nước sâu; đường kính trung bình hạt cát và tương ứng về vận tốc lắng chìm của nó ứng với 1 nhiệt độ nước đã cho và cao độ mực nước lớn nhất trong bão. Có 3 tham số đầu ra cần xem xét là sự suy thoái (xói lở) của bề mặt trước cồn cát; lượng xói lở ở trên mực nước cao nhất trong bão và mặt cắt bãi biển – cồn cát sau bão. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi để đánh giá mức độ an toàn của cồn cát và thiết kế mặt phía trước cồn cát với mục đích bảo vệ vùng đất thấp phía trong.

Từ các lập luận và phương pháp tổng quát nêu trên, đã có nhiều phương pháp và công cụ phân tích nghiên cứu dự báo xói lở cồn cát. Từ 1985 đến nay các nghiên cứu điển hình trên mô hình vật lý máng sóng để đánh giá quá trình xói lở cồn cát như:

- Nghiên cứu xói lở cồn cát và bờ biển trong bão trên máng thí nghiệm tại Delft Hydraulics của Pier Vellinga (1986) [39].
- Nghiên cứu xói lở cồn cát trên mô hình vật lý tỷ lệ lớn để đánh giá và hoàn thiện phương pháp dự báo xói lở cồn cát tại Delft Hydraulics (2006).

- Nghiên cứu sự phá vỡ các doi cát ven biển trên mô hình vật lý (luận văn của Thieu Quang Tuan thực hiện tại Hà Lan, 2007).

Từ các phân tích thực tế, kết quả thí nghiệm mô hình và tính toán lý thuyết các nhà khoa học trên thế giới đã thiết lập các phương pháp tính toán xói lở cồn cát thông qua các mô hình tính toán, trong đó phổ biến nhất là các mô hình tính của các nhà khoa học Mỹ và Hà Lan.

Hiện tại có khá nhiều mô hình, công cụ chuyên tính toán xói lở cồn cát và một số mô hình cũng có chức năng tính toán xói lở cồn cát. Trong tính toán xói lở cồn cát thông thường chủ yếu chỉ xét đến quá trình vận chuyển bùn cát và xói lở theo phương vuông góc với bờ, còn theo phương dọc bờ thường bỏ qua hoặc chỉ xét ảnh hưởng một phần đến xói lở cồn cát. Có thể nêu một số mô hình tính toán như mô hình DUROS (Dune Erosion) (1985); mô hình EDUNE; mô hình CHAMPS và mô hình Xbeach (2005).

- ***Đánh giá mức độ ổn định của cồn cát***

Nghiên cứu các phương pháp đánh giá xác định mức độ an toàn ổn định của cồn cát khi bị xói lở hay nói cách khác là đánh giá kích thước tối thiểu và hình dạng hợp lý của cồn cát để đảm bảo không bị phá hoại hay mất ổn định dưới các tác động của bão. Việc đánh giá ổn định và khả năng bảo vệ của cồn cát ven biển nói chung đòi hỏi có các phân tích mang tính khoa học và thực tiễn rất cao. Thông thường việc đánh giá này được thực hiện thông qua các phương pháp và tiêu chí cụ thể. Ví dụ như khả năng ổn định và có thể bị phá hủy của cồn cát dưới các tác động của sóng, dòng chảy ven trong các điều kiện bão; yêu cầu tối thiểu về quy mô hình học của cồn cát như chiều cao đỉnh và chiều rộng đủ khả năng không bị ảnh hưởng của xói lở cũng như bị tràn... Tuy nhiên ở các nước trên thế giới việc sử dụng các phương pháp cũng như tiêu chí có khác nhau tùy thuộc vào vai trò và tầm quan trọng của cồn cát, tùy thuộc vào các kế hoạch phát triển kinh tế xã hội và yêu cầu quản lý tổng hợp vùng bờ biển. Vấn đề nghiên cứu này khá đa dạng, tuy nhiên có hai

phương pháp chính thường được áp dụng trong thực tế quản lý cồn cát là phương pháp của Hà Lan và của các nhà khoa học Anh.

❖ *Phương pháp của Hà Lan*

- Ở Hà Lan, yêu cầu rất cao đối với cồn cát ven biển bảo vệ các vùng đất thấp phía sau (cùng với hệ thống đê biển). Tiêu chuẩn tính toán đánh giá khả năng bảo vệ của cồn cát thường ngang với đê biển. Vì vậy việc đánh giá khả năng bảo vệ của cồn cát đã được đưa thành các quy định chỉ dẫn thiết kế rất chi tiết và khoa học.

- Phương pháp đánh giá bao gồm một số quy định (quy tắc) tính toán đối với việc xác định mức độ xói lở của cồn cát ngay trước khi nó bị phá hoại. Mức độ xói lở của cồn cát được tính toán có xác suất vượt quá bằng xác suất hư hỏng cho phép lớn nhất yêu cầu. Kết quả tính toán xói lở của cồn cát chưa đủ căn cứ để đánh giá liệu cồn cát đó hoặc sẽ bị phá hủy, không có khả năng bảo vệ dân sinh hạ tầng phía sau hoặc là cồn cát vẫn ổn định. Để có thể đánh giá được khả năng ổn định (hay có thể bị phá hủy) của cồn cát cần có các phương pháp đánh giá riêng và hợp lý. Ở Hà Lan từ cuối những năm 80 của thế kỷ trước, việc thiết lập một phương pháp đánh giá sự ổn định (hay còn gọi là sự an toàn) của cồn cát đã được nêu trong chỉ dẫn đánh giá sự an toàn của cồn cát với chức năng như một công trình bảo vệ ven biển. Phương pháp đánh giá nêu trong chỉ dẫn dựa trên các lập luận kỹ thuật và thực tiễn rất chặt chẽ và khoa học. Tuy nhiên khi áp dụng phương pháp đánh giá này đòi hỏi có hệ thống các thông tin, số liệu đo đạc, khảo sát thực tế trong nhiều năm về diễn biến địa hình cồn cát (theo phương ngang và dọc bờ), các số liệu về hải văn cũng như các kết quả, các biểu đồ phân tích mối quan hệ chi tiết giữa các yếu tố. Những yêu cầu này hiện tại ở Việt Nam khó có thể đáp ứng.

### ❖ *Phương pháp đánh giá của Anh*

Phương pháp đánh giá đơn giản nêu trong chỉ dẫn quản lý cồn cát ven biển (Coast dune management guide, 1986) do Viện nghiên cứu các vấn đề sinh thái trên trái đất thuộc vương quốc Anh (Institute of Terrestrial Ecology - UK). Phương pháp đánh giá này dựa trên nguyên lý xác định quy mô, kích thước tối thiểu của cồn cát (thể hiện qua chiều cao và chiều rộng). Quy mô và kích thước tối thiểu của cồn cát sẽ là căn cứ gián tiếp để đánh giá liệu một cồn cát hiện tại nào đó có khả năng không cho phép sóng tràn qua và ổn định khi bị tác động xói lở.

### **1.2.3. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng trên thế giới**

Biến đổi khí hậu là sự biến đổi của trạng thái khí hậu do các hoạt động trực tiếp hay gián tiếp của con người gây ra sự thay đổi về thành phần khí quyển toàn cầu và nó được thêm vào sự biến đổi khí hậu tự nhiên quan sát được trong các thời kỳ có thể so sánh được (Công ước khung của Liên hợp quốc về BĐKH).

Nguyên nhân của BĐKH hiện nay, tiêu biểu là sự nóng lên toàn cầu đã được khẳng định là do hoạt động của con người. Kể từ thời kỳ tiền công nghiệp (khoảng từ năm 1750), con người đã sử dụng ngày càng nhiều năng lượng, chủ yếu từ các nguồn nhiên liệu hóa thạch (than, dầu, khí đốt), qua đó đã thải vào khí quyển ngày càng tăng các chất khí gây hiệu ứng nhà kính; làm tăng hiệu ứng nhà kính của khí quyển, dẫn đến tăng nhiệt độ của trái đất. (IPCC).

Đối với khu vực cồn cát là khu vực chịu ảnh hưởng nhiều nhất của sự thay đổi nhiệt độ (gia tăng nhiệt độ). Nhiệt độ tăng làm giảm sự phát triển của thực vật phủ mặt, điều này lại càng tăng nhiệt độ khu vực cồn cát. Thực vật giảm cộng với yếu tố nhiệt độ bề mặt cồn cát tăng làm hiện tượng cát bay, cát nhảy, cát chảy diễn ra ngày càng mạnh hơn. Xu thế suy thoái cồn cát do biến đổi khí hậu ngày càng xảy ra phổ biến và mạnh mẽ.

Nước biển dâng là sự dâng mực nước của đại dương trên toàn cầu, trong đó không bao gồm triều, nước dâng do bão... Nước biển dâng tại một vị trí nào đó có thể cao hơn hoặc thấp hơn so với trung bình toàn cầu, vì có sự khác nhau về nhiệt độ của đại dương và các yếu tố khác. Mực nước biển được đo thông qua hệ thống thiết bị đo triều ký đặt tại các trạm hải văn hoặc các máy đo độ cao vệ tinh.

Theo Báo cáo đánh giá lần thứ tư của Ban liên chính phủ về BĐKH (IPCC), sự nóng lên của hệ thống khí hậu rõ ràng được minh chứng thông qua số liệu quan trắc ghi nhận sự tăng lên của nhiệt độ không khí và nhiệt độ nước biển trung bình toàn cầu, sự tan chảy nhanh của lớp tuyết phủ và băng, làm tăng mực nước biển trung bình toàn cầu.

#### **1.2.4. Các giải pháp ổn định, liên kết cồn cát**

Các nghiên cứu về vấn đề này đi đến đề xuất và thiết kế các giải pháp cụ thể gần giống nhau, tuy nhiên tùy theo đặc điểm và vai trò cồn cát ven biển ở mỗi nước cũng như chiến lược quản lý vùng ven biển mà việc sắp xếp nhóm giải pháp, quan điểm thực hiện, thứ tự ưu tiên có sự khác nhau. Xét trên quan điểm về giải pháp tổng hợp mang tính chất quản lý có thể chia các giải pháp thành:

- Không can thiệp vào cồn cát
- Có can thiệp, với quy mô nhỏ, thời gian ngắn
- Bảo vệ mặt trước cồn cát có lựa chọn
- Công trình bảo vệ quy mô lớn, thời gian dài

Trên cơ sở các hình thái mất ổn định của cồn cát có thể chia thành:

- Giải pháp chống xói lở cồn cát
- Giải pháp chống cát bay, cát nhảy

Trên cơ sở nguyên lý tác động có thể chia thành:

- Giải pháp công trình (cứng hoặc mềm)
- Giải pháp sinh thái học

Các nghiên cứu về giải pháp ổn định cồn cát đều đi đến kết luận cuối cùng là khi cồn cát hình thành hệ sinh thái (phủ thảm thực vật) thì cồn cát sẽ tăng ổn định và khả năng tích lũy cát đảm bảo cho vai trò bảo vệ. Scottish Natural Heritage đã đưa ra một số giải pháp được phân chia theo hình thái mất ổn định. Bởi với mỗi hình thái mất ổn định thì các yếu tố ảnh hưởng có tương tác với nhau và cùng tương tác trên một đối tượng cụ thể để từ đó đưa ra giải pháp thực tế và hiệu quả cao.

### **1.3. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU CỒN CÁT VEN BIỂN Ở VIỆT NAM**

#### **1.3.1. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng ở Việt Nam**

Hiện nay, các tác động của biến đổi khí hậu như sự nóng lên của trái đất, nước biển dâng đang trở thành một hiểm họa thực sự lớn, trong đó có khu vực vùng duyên hải miền Trung. Nhận thức rõ tác động của biến đổi khí hậu - nước biển dâng, Nhà nước Việt Nam đã đề ra chiến lược, chương trình mục tiêu ứng phó với biến đổi khí hậu. Kịch bản biến đổi khí hậu – nước biển dâng ở Việt Nam (2012) đã nêu những biểu hiện cụ thể biến đổi khí hậu, nước biển dâng như sau:

- Nhiệt độ: Theo kịch bản phát thải cao: đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm có mức tăng phổ biến từ 2,5 đến 3,7°C trên hầu hết diện tích nước ta.

- Lượng mưa: Theo kịch bản phát thải cao: đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm tăng trên hầu hết lãnh thổ nước ta với mức tăng phổ biến từ 2 đến 10%, riêng khu vực Tây Nguyên có mức tăng ít hơn, khoảng từ 1 đến 4%.



- Mục nước biển:

**Bảng 1.1. Kịch bản BĐKH NBD theo kịch bản phát thải thấp (B1)**

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dấu	7-8	10-12	14-17	19-22	23-29	28-36	33-43	38-50	42-57
Hòn Dấu-Đèo Ngang	8-9	11-13	15-17	19-23	24-30	29-37	34-44	38-51	42-58
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	7-8	11-12	16-18	22-24	28-31	34-39	41-47	46-55	52-63
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	7-8	12-13	17-18	22-25	29-33	35-41	41-49	47-57	52-65
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	7-8	11-13	16-19	22-26	29-34	35-42	42-51	47-59	53-68
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	8-9	11-13	17-19	22-26	28-34	34-42	40-50	46-59	51-66
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	9-10	13-15	18-21	24-28	30-37	36-45	43-54	48-63	54-72

**Bảng 1.2. Kịch bản BĐKH NBD theo kịch bản phát thải trung bình (B2)**

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dấu	7-8	11-12	15-17	20-24	25-31	31-38	36-47	42-55	49-64
Hòn Dấu-Đèo Ngang	7-8	11-13	15-18	20-24	25-32	31-39	37-48	43-56	49-65
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	8-9	12-13	17-19	23-25	30-33	37-42	45-51	52-61	60-71
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	8-9	12-13	18-19	24-26	31-35	38-44	45-53	53-63	61-74
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	8-9	12-13	17-20	24-27	31-36	38-45	46-55	54-66	62-77
Mũi Kê Gà-Mũi 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

**Bảng 1.3. Kịch bản BĐKH NBD theo kịch bản phát thải cao (A1F1)**

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dấu	7-8	11-13	16-18	22-26	29-35	38-46	47-58	56-71	66-85
Hòn Dấu-Đèo Ngang	8-9	12-14	16-19	22-27	30-36	38-47	47-59	56-72	66-86
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	8-9	13-14	19-20	26-28	36-39	46-51	58-64	70-79	82-94
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	8-9	13-14	19-21	27-29	36-40	47-53	58-67	70-82	83-97
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	8-9	13-14	19-21	27-30	37-42	48-55	59-70	72-85	84-102
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	8-9	13-14	19-21	26-30	35-41	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

Theo kịch bản phát thải cao: vào cuối thế kỷ 21, nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng 85 đến 105cm; thấp nhất

ở khu vực Móng Cái đến Hòn Dấu trong khoảng 66 đến 85cm. Trung bình toàn Việt Nam, mức nước biển dâng trong khoảng 78 đến 95cm.

Trong khoảng 10-15 năm trở lại đây, đã có nhiều đề tài nghiên cứu về dao động mực nước biển nói chung và đặc biệt mực nước biển dâng dọc ven biển Việt Nam. Trong công trình “Thủy triều biển Đông và sự dâng lên của mực nước ven bờ Việt Nam” (Đề tài KT03.03, 1995) do GS. TSKH Nguyễn Ngọc Thụ làm chủ nhiệm, các tác giả đã có một số kết quả đánh giá xu thế mực nước biển dâng dọc ven biển Việt Nam dựa vào số liệu quan trắc mực nước ở một số trạm.

Theo Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và môi trường (2009), trong khuôn khổ Dự án hợp tác Việt Nam – Hà Lan “Đánh giá sự hủy hoại do mực nước biển dâng” trong báo cáo chuyên đề, TS. Nguyễn Tài Hợi đã thu thập số liệu đến năm 2002-2004 và có những đánh giá về sự biến đổi của mực nước biển Việt Nam. Phạm Văn Huân, Nguyễn Tài Hợi (2007) dựa vào số liệu quan trắc mực nước ven biển Việt Nam đã rút ra một số kết luận về xu thế nước biển dâng dọc bờ Việt Nam.

Trong năm 2011, Tổng cục môi trường đã hoàn thành báo cáo “Điều tra, đánh giá và cảnh báo biến động của các yếu tố khí tượng thủy văn và sự dâng cao của mực nước biển do biến đổi khí hậu có nguy cơ gây tổn thương tài nguyên – môi trường vùng biển và dải ven biển Việt Nam, đề xuất các giải pháp phòng tránh và ứng phó”. Trong báo cáo đã phân tích, đánh giá biến động, xu thế và quy luật hoạt động của các yếu tố khí tượng, thủy văn gây tổn thất trong mối liên hệ với sự biến đổi khí hậu, trong đó khẳng định bão, áp thấp nhiệt đới, gió mùa, thủy triều là các nhân tố chính tạo ra sự dâng rút của mực nước biển.

Trần Văn Minh (2009) nhận định vùng duyên hải miền Trung chịu tác động của nhiều thiên tai, hiểm họa, tuy nhiên, qua thực tiễn bão, lũ lụt, nước biển dâng luôn là mối đe dọa rất lớn về người và tài sản trong khu vực.

Số liệu đo tại trạm thủy văn quốc gia Hòn Dấu ghi nhận được thì trong vòng 50 năm vừa qua nước biển trung bình tăng 20 cm. Theo kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam (2012 với kịch bản phát thải cao thì mực nước biển miền Trung vào giữa thế kỷ 21 mực nước biển tăng 27 đến 29cm, đến cuối thế kỷ 21 mực nước biển dâng trung bình từ 83 đến 97 cm. Đây là những con số đáng báo động đối với bờ biển Việt Nam nói chung và dải cồn cát ven biển miền Trung nói riêng.

### **1.3.2. Nghiên cứu về cồn cát**

Cho đến nay, ở Việt Nam các nghiên cứu liên quan đến dải ven biển tập trung chủ yếu về các vấn đề về địa lý, địa mạo, xói lở bờ biển, vấn đề môi trường sinh thái và cải vùng cát ven biển cho phát triển nông lâm nghiệp, các vấn đề về sa mạc hoá do các hiện tượng cát bay cát nhảy và biện pháp ngăn chặn... Tuy nhiên, các nghiên cứu trên có phạm vi nhỏ lẻ, các nghiên cứu với đối tượng là cồn cát hầu như chưa có. Vấn đề khoa học về đặc trưng hình thái, quá trình diễn biến, sự tương tác giữa cồn cát với các yếu tố khí tượng, hải văn ven biển chưa có các nghiên cứu. Đặc biệt việc coi cồn cát đóng vai trò như là hệ thống đê biển tự nhiên và các biện pháp bảo vệ, quản lý, khôi phục chúng ở khu vực ven biển Trung Bộ thì hầu như không thấy trong các nghiên cứu khoa học.

Một số dự án nghiên cứu thông qua sự hợp tác với nước ngoài chủ yếu đi sâu vào vấn đề quản lý tổng hợp vùng bờ với các vấn đề về môi trường, kinh tế, xã hội. Trong đó cồn cát và vai trò của nó trong công tác phòng tránh thiên tai vùng ven biển hầu như không được coi là đối tượng nghiên cứu. Các vấn đề như: đặc điểm địa hình, hình thái, sự ổn định và diễn biến, các tác động tới dải cồn cát, thực tế quản lý khai thác và đặc biệt các giải pháp mang tính tổng hợp như giải pháp quản lý và các quy định về việc bảo vệ, quy hoạch khai thác hợp lý vùng đất thuộc cồn cát cho phát triển kinh tế xã hội, dịch vụ ven biển cũng

như các biện pháp kỹ thuật trong việc bảo vệ khôi phục trạng thái tự nhiên của chúng cũng không được quan tâm trong các nghiên cứu và dự án trên.

Vì vậy có thể nói rằng, ở Việt Nam cho đến nay, các nghiên cứu thực sự về cồn cát ven biển cùng với các luận cứ khoa học chứng minh chúng như một hệ thống đê biển tự nhiên đồng thời đề ra các cơ sở khoa học, các biện pháp trong việc quản lý, bảo vệ, khôi phục các dải cồn cát này hầu như chưa được thực hiện cả ở phạm vi tổng thể trên toàn bộ dải ven biển Trung bộ cũng như cục bộ đối với phạm vi nhiều vùng, địa phương.

Dưới đây sẽ khái quát một số nghiên cứu, kết quả đã nghiên cứu ở Việt Nam có liên quan phần nào tới cồn cát ven biển:

- Trong tuyển tập các công trình nghiên cứu ĐC&ĐVL biển. Tập III - 1997, đặc tính biến động của các dải cát ven biển miền Trung (Quảng Bình - Bình Thuận) và hậu quả của chúng cũng đã được đề cập. Tuy nhiên hầu hết lại tập trung vào các biến động của các dải cát ven biển, các đồi cát và ảnh hưởng của chúng tới dân sinh, nhà cửa, đất đai canh tác.

- Đề tài nghiên cứu cấp nhà nước KC.08.21 “Nghiên cứu xây dựng giải pháp tổng thể sử dụng hợp lý các dải cát ven biển miền Trung từ Quảng Bình đến Bình Thuận” lại tập trung nhiều vào các đặc trưng địa mạo, địa chất, nước ngầm và các đặc tính cơ lý và hóa lý của các vùng đất cát và một phần cồn cát ven biển.

### **1.3.3. Các nghiên cứu về ổn định cồn cát**

Tại Việt Nam, đã có 1 số nghiên cứu thực nghiệm ngoài thực tế về việc sử dụng các biện pháp lâm nghiệp để ổn định cồn cát bằng cách trồng cỏ Vertiver chống lại hiện tượng cát bay, cát nhảy; các biện pháp cải tạo đất chống hoang mạc hóa vùng cát và cồn cát ven biển.

- Dự án cải tạo ổn định một vài khu vực cồn cát điển hình tại huyện Lệ Thủy - Quảng Bình do Đại sứ quán Hà Lan tài trợ, dự án bắt đầu triển khai giai đoạn 1 vào tháng 10/2002 với quy mô nhỏ để rút kinh nghiệm triển khai

giai đoạn 2 ở quy mô lớn, tuy nhiên cho đến nay giai đoạn này vẫn chưa triển khai được.



**Hình 1.4. Hình ảnh trồng cỏ trên cồn cát ven biển tại Quảng Bình**

(Nguồn: *Tran Van Tan, 2002*)

- Nghiên cứu sự tạo thành và ổn định cồn cát ven biển khu vực Triệu Phong - Quảng Trị do TS. Hoàng Phước và PGS.TS.Quản Ngọc An thực hiện trên cơ sở ứng dụng các nghiên cứu của nước ngoài trong điều kiện Việt Nam, nghiên cứu chỉ tập trung vào việc sử dụng biện pháp lâm nghiệp là bố trí hợp lý các hàng cây chắn cát trên vùng cát ven biển nhằm ngăn chặn hiện tượng cát bay, cát nhảy và sự di chuyển cồn cát (1995).

- Luận án TS của Hoàng Phước, năm 1995 “Nghiên cứu cải tạo môi trường vùng cát ven biển Quảng Trị bằng biện pháp kỹ thuật tài nguyên nước”. Xuất phát từ tình hình một số khu vực cồn cát ven biển Quảng Bình bị di chuyển, phá hoại do gió bão, trong những năm 1990, một số nhà khoa học của Viện Khoa học Thủy lợi kết hợp với các nhà quản lý địa phương đã tiến hành nghiên cứu giải pháp trồng cây nhằm ngăn chặn hiện tượng cát bay, cát nhảy trên cồn cát tại Quảng Bình. Nghiên cứu đã áp dụng một số phương pháp trồng cây và mô hình trồng của Hà Lan, trong đó đã thử nghiệm biện pháp trồng cây kết hợp với trồng cỏ để nhằm hạn chế sự phá hoại đối với cồn cát và có thể khôi phục lại các cồn cát đã bị phá hoại.

- Nghiên cứu đánh giá thực trạng và giải pháp khoa học ổn định, bảo vệ các dải cồn cát ven biển miền Trung như hệ thống đê biển tự nhiên từ Quảng

Ngãi đến Bình Thuận do PGS.TS. Nguyễn Ngọc Quỳnh đã có những kết quả nhất định trong đánh giá vai trò cồn cát như một đê biển và tính toán khả năng bảo vệ của cồn cát. Tuy nhiên phạm vi đối tượng nghiên cứu trong đề tài chỉ xem xét cồn (cồn) cát là các cồn cát ven biển, chịu tác động chính của các yếu tố hải văn, tác động của các yếu tố khí tượng cũng được đề cập nhưng không đi sâu nghiên cứu. Chỉ nghiên cứu khía cạnh khi coi cồn cát có vai trò bảo vệ vùng ven biển như tuyến đê biển tự nhiên, còn các đặc điểm đặc trưng về môi trường sinh thái, sự đa dạng sinh học, yếu tố thảm phủ... và các vai trò khác của cồn cát không thuộc phạm vi nghiên cứu của đề tài. Tóm lại, đề tài chỉ quan tâm đến vấn đề xói lở dưới tác động của hải văn mà chưa xét tới sự mất ổn định cồn cát do sự di động của cồn cát, và chỉ nghiên cứu từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận chưa xét tới toàn bộ dải cồn cát miền Trung. Tuy nhiên việc triển khai nghiên cứu thực nghiệm ra ngoài thực tế chỉ ở phạm vi rất hẹp và cũng không phát triển tiếp cũng như đưa ra các đánh giá tính phù hợp và hiệu quả của giải pháp đã làm

#### **1.4. CÁC VẤN ĐỀ CÒN TỒN TẠI TRONG CÁC NGHIÊN CỨU ĐÃ THỰC HIỆN**

Các nghiên cứu trên thế giới đánh giá rất cao vai trò của cồn cát và nó thực hiện hai vai trò chính là vai trò bảo vệ và là một hệ sinh thái. Tuy nhiên ở Việt Nam cả hai vai trò này chưa được quan tâm một cách đúng mức. Cồn cát chỉ được nghiên cứu về các mặt như địa lý, địa mạo và khai thác nông, lâm nghiệp, nuôi thủy sản và vấn đề sa mạc hóa ảnh hưởng đến dân sinh kinh tế.

Trong bối cảnh BĐKH và NBD toàn cầu, thế giới đánh giá cồn cát một trong những đối tượng chịu ảnh hưởng đầu tiên và trực tiếp của BĐKH, NBD. Gần như toàn bộ các yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến cồn cát như thủy, hải văn, khí tượng, các tai biến thiên nhiên như bão, lũ, sóng thần... đều có xu thế thay đổi bất lợi. Ở Việt Nam nói chung và miền Trung nói riêng chưa có một nghiên cứu nào về ảnh hưởng của BĐKH, NBD đến cồn cát như thế nào ngay

cả chỉ là vấn đề định tính. Trong khi đó vấn đề xói lở, cồn cát di động ở miền Trung ngày càng diễn ra mạnh mẽ trong thời gian gần đây mà nhận định là do BĐKH và NBD.

Đối với sự ổn định của cồn cát, các nghiên cứu về các hình thái mất ổn định như xói lở, cồn cát di động, nguyên nhân hình thành. Các phương pháp tính toán ổn định rất đa dạng nhưng thường là tính toán dựa trên tổng thể. Hai thông số về cồn cát khi tính toán ổn định thường chỉ là chiều cao cồn và bề rộng cồn. Tuy nhiên với khái niệm cồn cát như một đê biển tự nhiên, cách tiếp cận dựa trên cấu trúc của đê biển bao gồm: bãi trước đê, mái đê phía biển, đỉnh đê, mái đê phía đất liền; các vai trò chức năng, yêu cầu kỹ thuật của từng thành phần cấu tạo nên đê biển thì tương ứng với đê biển tự nhiên như thế nào thì chưa có. Bãi trước cồn, mái cồn cát phía biển, đỉnh cồn cát, mái cồn cát phía đất liền, vai trò chức năng của chúng tương tự như các thành phần cấu tạo đê biển nhưng mức độ đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của các thành phần cồn và những đòi hỏi về khả năng ổn định cho từng thành phần cấu thành đê biển tự nhiên thì chưa có một nghiên cứu nào xem xét dựa trên khía cạnh này ngay cả trên thế giới.

Về thảm thực vật trên cồn cát, căn cứ và các yếu tố tự nhiên tác động chính, cấu trúc, thành phần và phân bố các loài thực vật có thể tạm chia cồn cát thành 3 khu vực chính là bãi trước cồn, mái trước và sau cồn, đỉnh cồn với những đặc trưng loài khác nhau. Tuy vậy trên thế giới và Việt Nam thường chỉ nghiên cứu toàn bộ thảm thực vật trên và chưa đưa ra được sự khác biệt, vai trò của từng loài ứng với từng khu vực. Mức độ ổn định của cồn cát phải như thế nào thì có thể hình thành thực vật trên cát cho từng vùng lập địa.

Các nghiên cứu về giải pháp ổn định cồn cát trên thế giới rất nhiều, các nghiên cứu rất đa dạng. Tuy vậy nghiên cứu một bộ giải pháp tổng hợp, điều kiện áp dụng của mỗi giải pháp cho từng khu vực chưa được quan tâm. Các giải pháp chưa được nghiên cứu một cách đầy đủ và có cơ sở khoa học. Đặc

biệt là cách tiếp cận ổn định còn cát dựa trên một hệ thống giải pháp tổng hợp nhằm tăng khả năng ổn định ở một mức độ để thảm thực vật có thể hình thành và phát triển để làm tăng khả năng ổn định còn cát. Mức độ ổn định như thế nào thì thảm thực vật hình thành và phát triển được. Khi còn cát không đảm bảo ổn định để phủ thảm thực vật thì nghiên cứu giải pháp bổ trợ kèm theo tăng khả năng ổn định đến mức thực vật có thể hình thành và phát triển được thì phải như thế nào.

Với đặc điểm điều kiện tự nhiên để thực vật trên còn cát sinh trưởng và phát triển gặp nhiều khó khăn do vấn đề dinh dưỡng trên còn cát thấp, nguồn nước khan hiếm, nhiệt độ bề mặt cao lượng bốc hơi lớn thì phải cần một loạt những giải pháp hỗ trợ để phát triển thảm thực vật. Đây là vấn đề mà cả thế giới và Việt Nam quan tâm. Và cần thiết phải có những mô hình thí nghiệm cụ thể để đánh giá bằng thực nghiệm đảm bảo được sự chính xác giữa lý thuyết và thực tế.



## **Chương 2**

# **THỜI GIAN, ĐỊA ĐIỂM, ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. THỜI GIAN NGHIÊN CỨU**

Đề tài được thực hiện trong 2 năm, từ tháng 01/2014 đến tháng 12/2015.

Thời gian điều tra, khảo sát thực địa, tiến hành các thí nghiệm từ tháng 05/2014 đến tháng 10/2015.

Thời gian xây dựng mô hình từ tháng 02/2015 đến tháng 08/2015.

### **2.2. ĐỊA ĐIỂM NGHIÊN CỨU**

- Các nghiên cứu khảo sát, điều tra được tiến hành tại 9 tỉnh ven biển miền Trung (Thừa Thiên - Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận).

- Các thí nghiệm ổn định và liên kết cùn cát bố trí tại thôn Trung Lương - xã Cát Tiến - huyện Phù Cát - tỉnh Bình Định.

- Mô hình ổn định và liên kết cùn cát được bố trí trải dài trên cùn cát ven biển 2 thôn Trung Lương, Phú Hậu - xã Cát Tiến - huyện Phù Cát - tỉnh Bình Định.

### **2.3. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU**

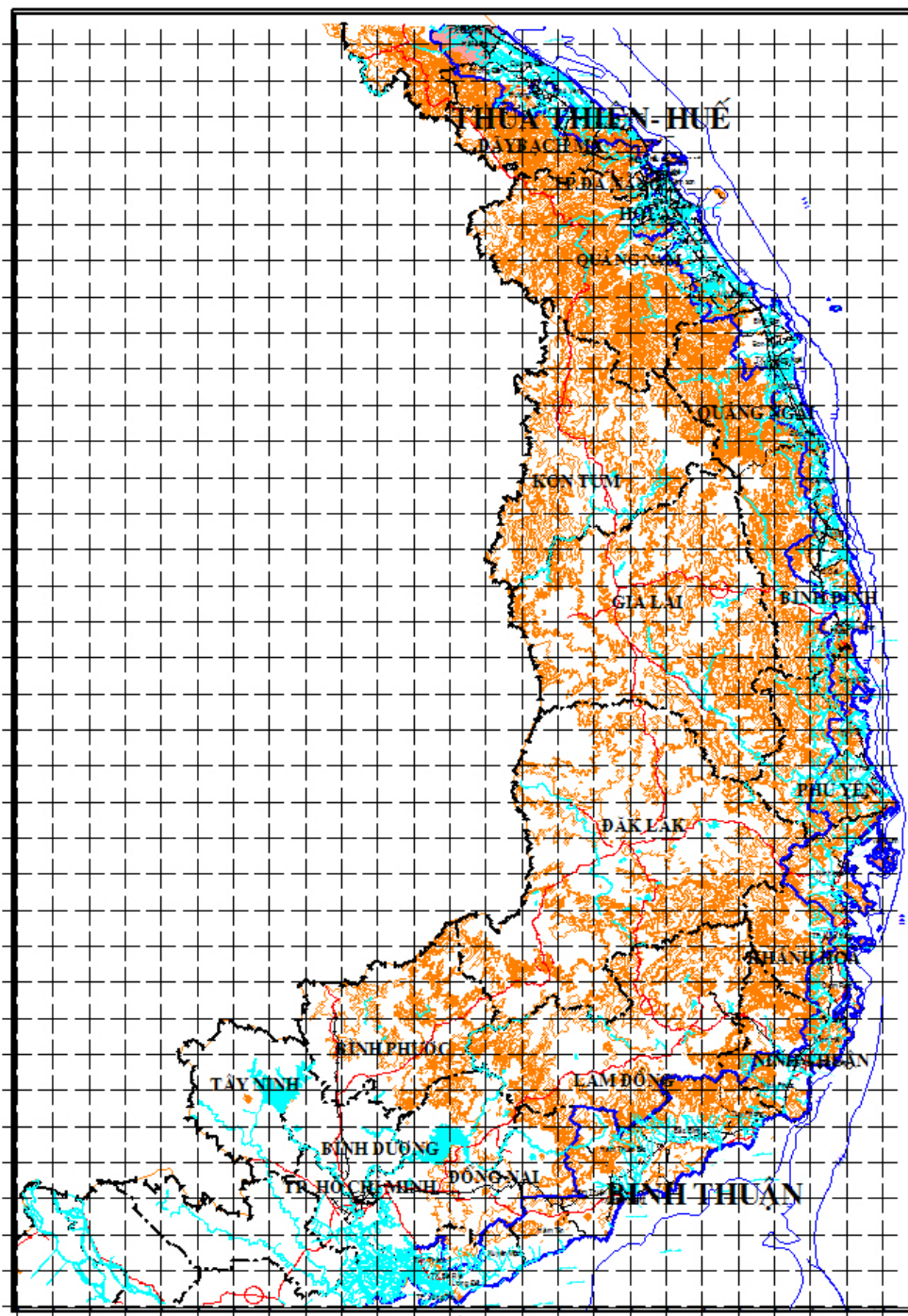
Vùng nghiên cứu được hạn chế bởi tọa độ (Hình 4):

Từ  $105^{\circ} 01'$  đến  $109^{\circ} 30'$  kinh độ Đông

Từ  $10^{\circ} 19'$  đến  $16^{\circ} 52'$  vĩ độ Bắc

Bao gồm phần đất liền các xã ven biển và phần biển nông ven bờ (độ sâu 50m).

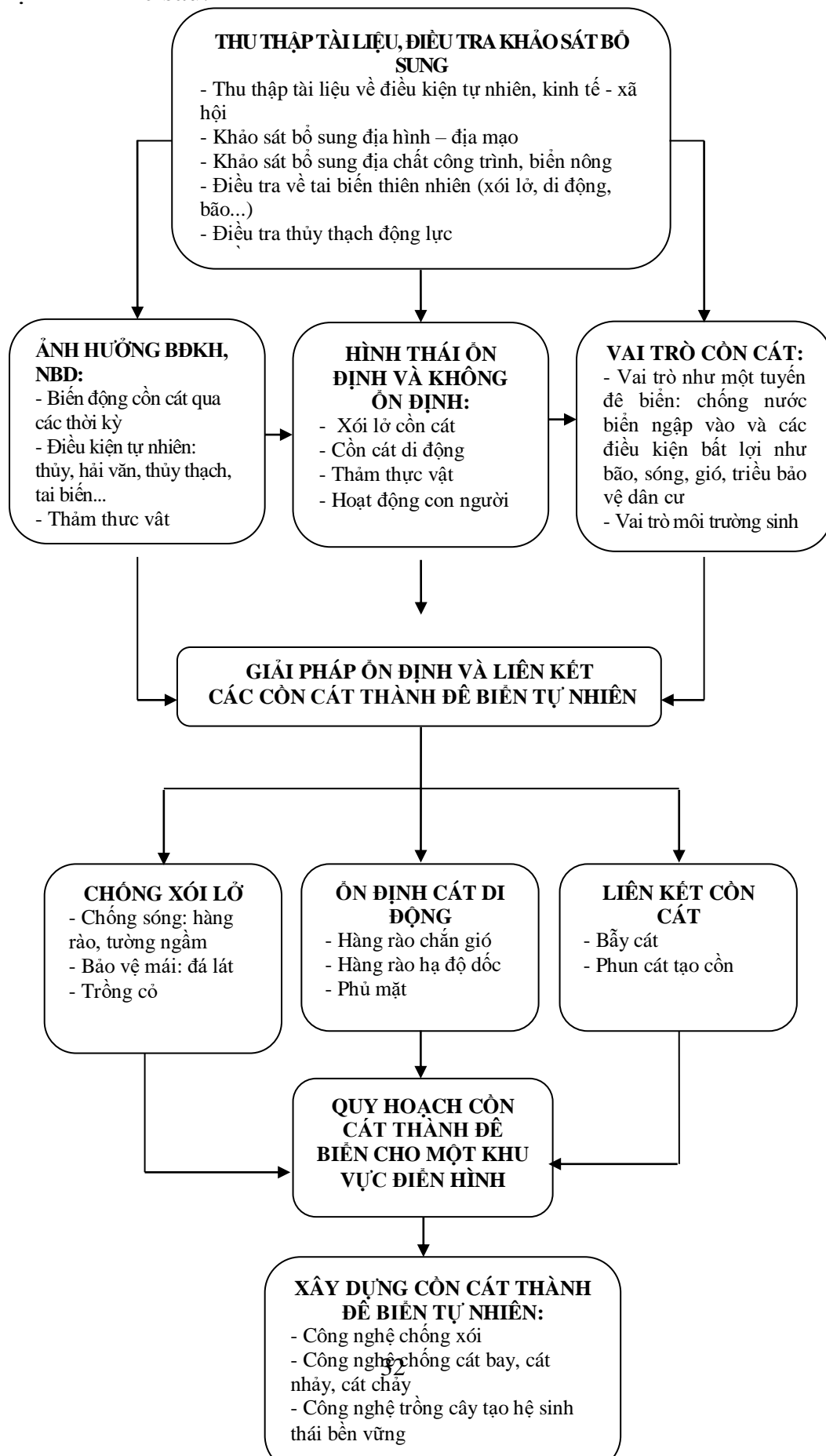
## SƠ ĐỒ VỊ TRÍ ĐỊA LÝ VÙNG NGHIÊN CỨU



Hình 2.1. Vị trí địa lý vùng nghiên cứu

## 2.3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Từ tổng quan các vấn đề nghiên cứu, để đạt được hai mục tiêu đề ra đề tài sẽ thực hiện các bước sau:



### **Thu thập tài liệu, điều tra khảo sát bổ sung:**

Để ổn định và liên kết các cồn cát trước tiên cần thu thập tài liệu, điều tra khảo sát bổ sung về hiện trạng, các điều kiện tự nhiên và phân tích đánh giá các điều kiện tự nhiên liên quan, vai trò, mức độ ảnh hưởng của nó đến cồn cát. Đánh giá cồn cát với vai trò như một công trình đê biển cần thiết phải có các thông số khảo sát đầu vào như: **(1)** Chế độ thủy hải văn; **(2)** Tài liệu khảo sát địa hình; **(3)** Tài liệu khảo sát địa chất gồm địa chất công trình và địa chất trầm tích biển nông. Các thông số này cũng là thông số để phục vụ tính toán giải pháp chống xói lở cho các cồn cát.

Điều tra, khảo sát địa hình - địa mạo để xác định cao trình và khả năng bảo vệ của cồn cát, xác định hệ số mái cồn cát trong các trắc ngang địa hình sẽ đảm bảo cho việc tính ổn định tổng thể, ổn định mái cồn cát. Ngoài ra yếu tố địa hình – địa mạo còn liên quan đến khả năng hình thành cồn cát. Với mỗi cồn cát sẽ khảo sát bổ sung trung bình 2km chiều dài đo một mặt cát hoặc trung bình mỗi cồn cát đo ba mặt cát đại diện là đầu, giữa và cuối cồn cát.

Yếu tố địa chất cồn cát bao gồm trầm tích biển nông, khoan địa chất và xác định chỉ tiêu cơ lý cồn cát phục vụ cho tính toán khả năng bồi tụ, xói lở cồn cát ven biển, tính toán ổn định cồn cát theo các tiêu chí đê biển. Chế độ thủy hải văn sẽ được cung cấp bởi thu thập số liệu. Ngoài ra thành phần lý, hóa của hạt cát là một trong những yếu tố nội sinh quan trọng liên quan đến sự di động của cồn cát. Các yếu tố về khí hậu bao gồm chế độ gió, lượng mưa, số giờ nắng, bốc hơi hàng năm sẽ là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình hình thành cồn cát, hiện tượng cát bay, cát nhảy, cát chảy.

Với định hướng nghiên cứu giải pháp chính để ổn định cồn cát là giải pháp phủ thảm thực vật thì cần điều tra khảo sát bổ sung ba yếu tố chính là: **(1)** Điều kiện khí hậu: Mưa, nắng, gió, độ ẩm... **(2)** Điều tra thảm thực vật trên cồn cát: đặc điểm, cấu trúc, phân bố, thành phần loài; **(3)** Lấy mẫu, phân tích các chỉ tiêu nông hóa thổ nhưỡng của cồn cát. Điều kiện khí hậu sẽ được cung

cấp bằng thu thập tài liệu. Hiện trạng thảm thực vật: cấu trúc, thành phần loài, mật độ, tình hình sinh trưởng phát triển của chúng trên cồn cát là các yếu tố cơ bản cho việc xác định vai trò cồn cát như một hệ sinh thái ven biển. Đây cũng là đầu vào cơ bản cho phần lõi của đề tài, việc nghiên cứu ổn định cồn cát bằng cách xây dựng một hệ sinh thái bền vững nhằm tăng khả năng ổn định cồn cát, tăng khả năng tích tụ cát, phục vụ phát triển du lịch, dân sinh - kinh tế. Kết quả lấy mẫu phân tích chỉ tiêu nông hóa thổ nhưỡng sẽ cho ta lựa chọn được thảm thực vật thích hợp và các giải pháp bổ sung dinh dưỡng cho thảm thực vật. Ngoài ra tác động của con người mà ở đây là thực trạng khai thác và quản lý cồn cát cũng được điều tra để có cơ sở đánh giá hoạt động của con người ảnh hưởng như thế nào đến sự ổn định của cồn cát

#### **Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng đến cồn cát:**

Từ kết quả thu thập tài liệu, điều tra khảo sát ta tiến hành nghiên cứu diễn biến các cồn cát qua các thời kỳ và phân tích ảnh hưởng của BĐKH, NBD đến các điều kiện tự nhiên. Qua số liệu điều tra thu thập, phân tích ảnh viễn thám sẽ đánh giá được diễn biến cồn cát qua các thời kỳ. Kết hợp phân tích điều kiện tự nhiên sẽ đưa ra đánh giá về ảnh hưởng của BĐKH, NBD. Nhiệt độ tăng lên sẽ ảnh hưởng tới lượng nước bốc hơi và độ ẩm của cát trên cồn, vấn đề này sẽ làm gia tăng hiện tượng cát bay, cát nhảy, làm thay đổi hệ sinh thái trên cồn cát. Đây là vấn đề cần nghiên cứu kỹ bởi tác động trong sinh thái học biến đổi chậm, việc nhìn nhận và nghiên cứu nó cần những phương pháp phân tích khoa học. Ngoài ra nước biển dâng sẽ làm thay đổi không gian phân bố cồn cát, các điều kiện hải văn sẽ diễn ra với xu thế bất lợi và ảnh hưởng đến sự ổn định của cồn cát như thế nào và sự gia tăng của các tai biến thiên nhiên như: bão, lụt, động đất - sóng thần sẽ ảnh hưởng đến sự ổn định của cồn cát. Các vấn đề phải được nghiên cứu kỹ lưỡng làm tiền đề cho nghiên cứu giải pháp ổn định và liên kết cồn cát.

### **Các hình thái mất ổn định và ổn định của cồn cát:**

Các hình thái mất ổn định của cồn cát bao gồm: (1) Cồn cát mất ổn định do bị xói lở; (2) Cồn cát mất ổn định do di động (cát bay, cát nhảy, cát chảy) Nghiên cứu nguyên lý, ảnh hưởng của các điều kiện tự nhiên bất lợi ứng với các hình thái mất ổn định cồn cát sẽ cho ta đầy đủ cơ sở khoa học về bản chất sự mất ổn định cồn cát. Trên cơ sở nguyên lý mất ổn định, chúng ta sẽ tiến hành đánh giá khả năng và mức độ mất ổn định do xói lở và di động trong các điều kiện khác nhau. Ngoài ra các hoạt động khai thác sử dụng, quản lý cồn cát của con người tác động như thế nào đến cồn cát cần phải được phân tích đánh giá kỹ lưỡng làm tiền đề cho nghiên cứu giải pháp khai thác, quản lý bền vững cồn cát. Thảm thực vật là yếu tố chủ đạo làm tăng khả năng ổn định của cồn cát, là cơ chế của sự hình thành của cồn cát. Nghiên cứu khả năng ổn định cồn cát của thảm thực vật trên các lập địa khác nhau: bãi trước, mái, đỉnh cồn cát sẽ cho ta thấy khả năng làm ổn định cồn cát của thảm thực vật như thế nào.

### **Vai trò của cồn cát:**

Từ trước tới nay, vai trò bảo vệ chống nước biển ngập vào và tác động của sóng, gió, triều, bão... ảnh hưởng đến đến khu vực bên trong cồn cát luôn được nhìn nhận và đánh giá cao. Nhưng nghiên cứu chi tiết về nó, dưới con mắt khoa học tổng thể đa ngành để định lượng, đánh giá mức độ bảo vệ của nó thì chưa được quan tâm đúng mức. Định lượng vai trò bảo vệ cần những tiêu chí cụ thể và khoa học mới có thể đánh giá đúng mức. Trên quan điểm cồn cát như một tuyến đê biển thì có thể định hướng nghiên cứu vai trò của cồn cát theo yêu cầu bảo đảm dân sinh - kinh tế, hạ tầng - kỹ thuật, quốc phòng. Sau khi đánh giá đúng vai trò của cồn cát ta cần xác định cồn cát có đủ khả năng đảm nhận vai trò của nó hay không để từ đó cần phải nghiên cứu các giải pháp để nó đảm nhận được vai trò của mình như một đê biển.

Cần có một nghiên cứu đánh giá thông số kỹ thuật của cồn cát như một đê biển: bộ phận nào của cồn cát có vai trò như bãi trước đê, mái đê phía biển, đỉnh đê, mái đê phía đồng. Thông số của nó như thế nào: bề rộng và cao trình bãi trước đê, hệ số mái đê phía biển, bề rộng và cao trình đỉnh đê, hệ số mái đê phía lục địa ứng với cồn cát được coi là đê biển.

Một bộ tiêu đánh giá các thông số của cồn cát như một đê biển để xem xét khả năng làm việc của cồn cát như một đê biển phù hợp sẽ có ý nghĩa rất to lớn về thực tiễn và là định hướng quan trọng cho công tác quản lý bảo vệ vùng bờ biển Miền Trung. Với bộ tiêu chí này ta sẽ xác định được khu vực cồn cát nào có chức năng như một đê biển và nó có đảm bảo được chức năng, nhiệm vụ đó không. Với những cồn cát không đảm bảo được chức năng nhiệm vụ thì cần phải có những giải pháp ổn định và liên kết để có thể hoàn thành vai trò của nó.

### **Giải pháp ổn định và liên kết các cồn cát thành đê biển tự nhiên:**

Các giải pháp ổn định và liên kết cồn cát để tạo thành đê biển tự nhiên sẽ được xây dựng dựa trên nền tảng vững chắc của ba vấn đề: (1) Ảnh hưởng của BĐKH, NBD đến cồn cát; (2) Các hình thái ổn định mà mất ổn định của cồn cát; (3) Vai trò của cồn cát. Có thể nghiên cứu các giải pháp ổn định và liên kết cồn cát theo ba nhóm giải pháp: (1) nhóm giải pháp chống xói lở; (2) nhóm giải pháp ổn định cồn cát di động; (3) nhóm giải pháp liên kết các cồn cát. Ngoài ra các giải pháp mang tính chất quản lý, khai thác sử dụng bền vững cũng sẽ được nghiên cứu và đề xuất.

Nhóm giải pháp chống xói lở sẽ được nghiên cứu các giải pháp như: hàng rào chắn cát, bảo vệ chân và mái bằng túi cát, chống xói lở bằng mũi đá, đê ngầm phá sóng gần bờ... Điều kiện áp dụng, phương pháp thực hiện của các giải pháp đó. Sẽ tiến hành bố trí thí nghiệm với một trong các giải pháp đó để đánh giá hiệu quả chống xói lở.

Nhóm giải pháp ổn định cồn cát di động được xây dựng trên cơ sở: “*Khi hệ sinh thái trên cồn cát được hình thành và phát triển thì nó làm tăng khả năng ổn định của cồn cát tức là tăng vai trò bảo vệ của cồn cát. Nhưng cồn cát phải ổn định ở một mức độ nhất định thì hệ sinh thái trên cồn cát mới hình thành và phát triển được. Sự chênh nhau giữa mức độ ổn định để cồn cát có thể hình thành và mức độ mất ổn định để có thể phá vỡ hệ sinh thái trên cồn cát là cơ sở để cồn cát ổn định*”. Vì vậy, có thể chia làm hai nhóm: (1) Giải pháp công trình tạm chống cát bay, cát nhảy, cát chảy; (2) Giải pháp phủ thảm thực vật để ổn định cồn cát. Giải pháp công trình tạm được thực hiện để cồn cát ổn định ở một mức độ nhất định mà thảm thực vật có thể tồn tại như: phủ mặt cồn cát; hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy; hàng rào hạ độ dốc, tạo cơ tầng ổn định cồn cát. Sau đó mới tiến hành giải pháp phủ thảm thực vật: giải pháp chọn loài cây thích hợp, kỹ thuật ươm, trồng, chăm sóc chúng; các công thức trồng và giải pháp trồng trên bãi trước cồn, mái và đỉnh cồn cát; giải pháp cải tạo thổ nhưỡng, giảm nhiệt bề mặt cồn cát; giải pháp cung cấp nước.

Nhóm giải pháp liên kết cồn cát chia thành hai dạng: (1) Tác động cơ học; (2) Phỏng sinh học. Ở những khu vực cục bộ cồn cát bị xói lở mạnh hoặc di động làm mất chức năng bảo vệ của cồn cát thì cần thiết phải liên kết chúng lại để đảm bảo vai trò như một đê biển. Tác động cơ học tức là tận dụng nguồn vật liệu cát dồi dào trong khu vực để tiến hành bồi đắp lại những khu vực đã bị xói lở hoặc di động để đảm bảo quy mô kích thước yêu cầu. Phỏng sinh học tức là sử dụng nguyên lý cố định cát bay, cát nhảy của thực vật sau đó sử dụng các vật liệu không phải là thực vật mô phỏng thực vật để cố định cát tại vị trí yêu cầu liên kết.

### **Quy hoạch cho một khu vực điển hình:**

Mỗi cồn cát với các điều kiện tự nhiên khác nhau sẽ được nghiên cứu áp dụng nhóm giải pháp tổng hợp phù hợp dựa trên điều kiện áp dụng của từng



giải pháp được nghiên cứu. Dựa vào kết quả nghiên cứu ổn định và liên kết còn cát thành đê biển ta sẽ tiến hành quy hoạch chi tiết cho một khu vực. Để từ đó có cơ sở xây dựng mô hình thí điểm cho “công nghệ ổn định và liên kết các cồn cát ven biển tại các tỉnh Trung Bộ để tạo thành đê biển tự nhiên nhằm giảm thiểu tác động của mực nước biển dâng”.

### **Xây dựng cồn cát như một đê biển tự nhiên:**

Mô hình công nghệ ổn định và liên kết các cồn cát để tạo thành một đê biển tự nhiên sẽ là một minh chứng rõ nét cho kết quả của đề tài. Trong mô hình sẽ tiến hành bố trí tất cả các giải pháp đã được nghiên cứu bao gồm các giải pháp như: (1) Giải pháp công trình cứng hoặc mềm để bảo vệ chân cồn cát, chống xói lở cồn cát. (2) Hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy; (3) Phủ mặt cồn cát hạn chế cát bay, cát nhảy, cát chảy và chống nóng cho thảm thực vật; (4) Hàng rào hạ độ dốc tăng ổn định; (5) Liên kết các cồn cát để tạo thành một tuyến đê biển; (6) Phủ thảm thực vật lên bề mặt cồn cát bằng các biện pháp hỗ trợ thích hợp cho điều kiện khó khăn của khu vực như nguồn nước, dinh dưỡng, nhiệt độ, lượng bốc hơi bề mặt... Một hệ sinh thái bền vững trên cồn cát sau khi biện pháp này được tiến hành sẽ góp phần tăng ổn định cho cồn cát lên rất nhiều để đảm bảo vai trò bảo vệ của nó.

Các mô hình công nghệ sau khi được xây dựng sẽ được theo dõi liên tục, bố trí các thiết bị theo dõi quan trắc hiệu quả của từng giải pháp trong công nghệ để có những đánh giá chính xác nhất cho từng giải pháp trong công nghệ. Hiệu quả của từng giải pháp sẽ được định lượng một cách chính xác. Việc xác định hiệu quả ổn định cồn cát như đã đề cập ở tổng quan cần phải có một thời gian theo dõi đủ dài, qua các mùa gió thổi đất liền thịnh hành và các mùa khác. Thời gian theo dõi sẽ được nhóm đề tài kéo dài qua cả thời gian thực hiện đề tài và sẽ có những báo cáo khoa học.

Mô hình sẽ là nơi thí điểm minh chứng cho hiệu quả của công nghệ đặc biệt là minh chứng cho vai trò của cồn cát như một đê biển. Dọc bờ biển miền Trung

với phạm vi áp dụng công nghệ cực kỳ rộng lớn, kéo hơn 1900km. Đây sẽ là nơi để các đơn vị quản lý sử dụng trực tiếp còn cần tham quan học hỏi về công nghệ để có trong tay công cụ mạnh mẽ phòng chống lại BĐKH và NBD.

**Nội dung 1: Thu thập tài liệu, điều tra khảo sát bổ sung về điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội liên quan tới cồn cát miền Trung**

*1.1 Thu thập tài liệu, điều tra bổ sung về điều kiện tự nhiên liên quan đến cồn cát*

- Kịch bản biến đổi khí hậu thế giới và Việt Nam
- Khí hậu cực đoan: bão, lụt, hạn hán
- Địa hình - địa mạo
- Địa chất
- Khí tượng
- Thủy văn hạ lưu sông và hải văn
- Bồi tụ - xói lở bờ biển và đáy biển
- Hệ sinh thái, tài nguyên sinh vật
- Hình thái cồn cát
- Chỉ tiêu nông hóa thổ nhưỡng
- Hiện trạng mất ổn định của cồn cát
- Điều tra bổ sung về tai biến thiên nhiên (xói lở, cát bay, bão, lụt, động đất và sóng thần).
- Khảo sát địa hình - địa mạo, xác định mặt cắt đại diện cho các cồn cát trong khu vực nghiên cứu
- Xác định tọa độ, độ sâu điểm, lấy mẫu phân tích trầm tích
- Khảo sát bổ sung về cấu tạo địa chất lõi cồn cát tại vùng trọng điểm :  
bố trí 10 lỗ khoan, mỗi lỗ khoan có độ sâu 10 m
- Khảo sát bổ sung các chỉ tiêu nông hóa thổ nhưỡng
- Điều tra bổ sung về thảm thực vật

Công tác điều tra bổ sung phục vụ cho hai mục tiêu là nhằm thẩm định và bổ sung các kết quả điều tra trước đây, và nhằm phục vụ cho vùng trọng điểm làm mô hình nói các cồn cát ven biển như đê biển tự nhiên ứng phó với BĐKH & NBD

*1.2 Thu thập tài liệu, điều tra bổ sung về điều kiện kinh tế xã hội liên quan đến cồn cát: thực trạng khai thác, quản lý các cồn cát ven biển miền Trung*

*1.3 Hệ thống bản đồ điều tra khảo sát bổ sung và điều kiện tự nhiên liên quan tới cồn cát miền Trung tỷ lệ 1/100.000*

*1.4. Hệ thống chuyên đề về điều tra, khảo sát bổ sung các đặc điểm về điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội liên quan đến cồn cát ven biển miền Trung*

**Nội dung 2: Nghiên cứu đánh giá tác động biến đổi khí hậu và nước biển dâng (BĐKH, NBD) đến điều kiện tự nhiên và các hình thái gây ổn định và mất ổn định của cồn cát**

*2.1 Nghiên cứu diễn biến cồn cát ven biển miền Trung qua các thời kỳ*

- Phân tích diễn biến cồn cát ven biển miền Trung qua hệ thống tài liệu thu thập
- Phân tích diễn biến cồn cát ven biển miền Trung qua ảnh vệ tinh

*2.2 Nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH, NBD với điều kiện tự nhiên*

- Phân tích, lựa chọn kịch bản BĐKH, NBD cho vùng nghiên cứu
- Nghiên cứu tác động của BĐKH, NBD đến điều kiện tự nhiên (địa hình, địa mạo, thủy văn, hải văn, thủy thạch động lực)
- Nghiên cứu tác động BĐKH, NBD tới sự ổn định của cồn cát
- Nghiên cứu tác động của BĐKH, NBD đến tai biến thiên nhiên: xói lở, bão, lụt, sóng, triều, động đất - sóng thần...
- Nghiên cứu tác động của BĐKH, NBD đến thảm thực vật trên cồn cát.
- Nghiên cứu tác động của BĐKH, NBD gây tổn thương cho hệ thống tự nhiên xã hội toàn vùng nghiên cứu và cho khu vực làm mô hình

### *2.3 Nghiên cứu ảnh hưởng của hiện tượng xói lở đến sự ổn định của cồn cát*

- Nghiên cứu nguyên nhân và quá trình xói lở của cồn cát
- Nghiên cứu đánh giá khả năng và mức độ xói lở của cồn cát

### *2.4 Nghiên cứu ảnh hưởng của hiện tượng cát bay, cát nhảy, cát chảy đến sự ổn định của cồn cát*

- Nghiên cứu nguyên nhân và quá trình cát bay, cát nhảy, cát chảy.
- Nghiên cứu, đánh giá khả năng và mức độ ảnh hưởng của hiện tượng cát bay, cát nhảy, cát chảy đến sự ổn định của cồn cát.

### *2.5 Nghiên cứu ảnh hưởng thảm thực vật đến sự ổn định của các cồn cát*

- Nghiên cứu tính toán khả năng chắn gió, ổn định cồn cát của thảm thực vật trên cồn cát.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của thảm thực vật ở bãi trước cồn cát đến sự ổn định.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của thảm thực vật ở mái cồn cát đến sự ổn định.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của thảm thực vật ở đỉnh cồn cát đến sự ổn định.

### *2.6 Nghiên cứu ảnh hưởng của hoạt động con người đến sự ổn định của cồn cát*

- Nghiên cứu ảnh hưởng của hoạt động khai thác đến sự ổn định của cồn cát.
- Nghiên cứu ảnh hưởng của hoạt động quản lý đến sự ổn định của cồn cát.

### *2.7 Nghiên cứu ổn định tổng thể của cồn cát*

- Nghiên cứu các yếu tố ngoại sinh ảnh hưởng đến sự ổn định của cồn cát.
- Nghiên cứu các yếu tố nội sinh ảnh hưởng đến sự ổn định của cồn cát.
- Nghiên cứu tính toán khả năng ổn định của cồn cát.

## **Nội dung 3: Xây dựng bộ tiêu chí cần thiết của các cồn cát ven biển miền Trung để có vai trò như đê biển**

### *3.1 Nghiên cứu, đánh giá vai trò bảo vệ hạ tầng, dân sinh, kinh tế, xã hội của cồn cát*

- Nghiên cứu, đánh giá vai trò bảo vệ của cồn cát.

- Xác định các cồn cát có vai trò như một đê biển tự nhiên.

### *3.2 Nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật của cồn cát như là đê biển tự nhiên*

- Nghiên cứu, xác định phạm vi cồn cát có vai trò như bãi trước.
- Nghiên cứu, xác định phạm vi cồn cát có vai trò như đỉnh đê.
- Nghiên cứu, xác định phạm vi cồn cát có vai trò như mái đê phía lục địa.

### *3.3 Nghiên cứu xác định cao độ tối thiểu của cồn cát để chống sóng tràn qua có tính đến nước biển dâng*

- Xác định tần suất tính toán và các thông số mực nước, chiều cao sóng ứng với tần suất tính toán.

- Xác định cao độ tối thiểu của cồn cát để chống sóng tràn qua có tính đến nước biển dâng.

### *3.4 Xây dựng bộ tiêu chí xác định các cồn cát thành đê biển tự nhiên trong khu vực nghiên cứu*

- Nghiên cứu, xây dựng các tiêu chí để cồn cát tạo thành đê biển.
- Nghiên cứu, xác định các khu vực cồn cát có vai trò như đê biển.

## **Nội dung 4: Nghiên cứu công nghệ ổn định và liên kết cồn cát thành đê biển**

### *4.1 Nghiên cứu chống xói lở cồn cát bằng biện pháp công trình.*

- Nghiên cứu chống xói lở bằng biện pháp công trình cứng.
- Nghiên cứu chống xói lở bằng biện pháp công trình mềm.

### *4.2 Nghiên cứu các biện pháp phủ mặt cồn cát để tăng khả năng ổn định.*

- Nghiên cứu nguyên lý phủ mặt cồn cát.
- Nghiên cứu các biện pháp phủ mặt cồn cát.

### *4.3 Nghiên cứu hàng rào chắn gió, chống cát bay, cát nhảy.*

- Nghiên cứu nguyên lý xây dựng hàng rào chắn gió, chống cát bay, cát nhảy.

- Nghiên cứu kỹ thuật xây dựng hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy.

*4.4 Nghiên cứu hàng rào hạ độ dốc, tạo cơ tầng ổn định cho cồn cát.*

- Nghiên cứu, xác định hệ số dốc mái cồn cát để đảm bảo khả năng ổn định.
- Nghiên cứu cấu tạo, kỹ thuật xây dựng hàng rào, hạ độ dốc mái cồn cát.

*4.5 Nghiên cứu giải pháp liên kết các cồn cát tạo thành tuyến đê biển tự nhiên.*

- Nghiên cứu giải pháp bẫy cát có định hướng.
- Nghiên cứu giải pháp tác động cơ học.

*4.6 Nghiên cứu tuyển chọn các giống cây thích hợp với điều kiện tự nhiên của các dải đất cát ven biển.*

- Đánh giá mức độ thích nghi của giống cây bản địa và giống cây du nhập trên các dạng cồn cát ven biển miền Trung.

- Nghiên cứu tuyển chọn các giống cây để trồng trên các dạng cồn cát miền Trung.

*4.7 Nghiên cứu giải pháp ươm, trồng, chăm sóc cây trên các cồn cát miền Trung*

- Nghiên cứu kỹ thuật ươm giống cây bản địa.
- Nghiên cứu kỹ thuật ươm giống cây du nhập.
- Nghiên cứu giải pháp cải tạo thổ nhưỡng và giữ ẩm để trồng cây bằng bánh mùn kết hợp hạt giữ nước.
- Nghiên cứu giải pháp giảm nhiệt bề mặt cồn cát trong giai đoạn khô nóng.

*4.8 Nghiên cứu các công thức trồng cây (thành phần, mật độ, cấu trúc) và giải pháp trồng trên các vị trí cồn cát được xem là đê biển tự nhiên.*

- Công thức và giải pháp trồng cây ở vị trí bãi trước cồn cát
- Công thức và giải pháp trồng cây ở vị trí mái cồn cát trực diện với biển.
- Công thức và giải pháp trồng cây ở vị trí mái cồn cát phía lục địa
- Công thức và giải pháp trồng cây ở vị trí đỉnh cồn cát

#### 4.9. Nghiên cứu giải pháp cung cấp nước

- Nghiên cứu giải pháp thu trữ nước bằng bể chứa
- Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật tưới tiết kiệm cho cây trồng

### **Nội dung 5: Nghiên cứu quy hoạch các cồn cát tạo thành đê biển tự nhiên cho một khu vực điển hình**

5.1 Cơ sở quy hoạch.

5.2 Đề xuất giải pháp ổn định và liên kết các cồn cát.

5.3 Bản đồ quy hoạch cho vùng trọng điểm.

5.4 Báo cáo quy hoạch cho vùng trọng điểm .

### **Nội dung 6: Xây dựng 01 mô hình ổn định và liên kết cồn cát tạo thành đê biển tự nhiên (chiều dài mô hình 150m)**

Thiết kế công trình chống xói lở.

Thiết kế biện pháp phủ mặt tăng ổn định cồn cát.

Thiết kế hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy.

Thiết kế hàng rào hạ độ dốc.

Thiết kế trồng cây phủ thảm thực vật.

### **Nội dung 7: Xây dựng các báo cáo, tập huấn chuyển giao kỹ thuật, quảng bá sản phẩm**

7.1 Xây dựng thuyết minh đề cương chi tiết.

7.2 Xây dựng báo cáo tóm tắt kết quả thực hiện đề tài, báo cáo tổng kết đề tài.

7.3 Tập huấn, chuyển giao kỹ thuật, quảng bá giới thiệu sản phẩm.

Tổ chức 1 lớp tập huấn, chuyển giao kỹ thuật cho 35 người dân và cán bộ địa phương về công nghệ ổn định và liên kết cồn cát, kỹ thuật ương, trồng các loài cây bản địa và cây du nhập.

Quảng bá, giới thiệu sản phẩm trên báo, tạp chí chuyên ngành.

## **2.4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.4.1. Phương pháp kế thừa**

- Thu thập, tổng hợp, phân tích, đánh giá các tài liệu từ các nghiên cứu trước, kế thừa có chọn lọc những tài liệu này. Kết quả của phương pháp này là đánh giá được hiện trạng tài liệu (phương thức nghiên cứu, cách tiếp cận, phạm vi nghiên cứu, kỹ thuật sử dụng kết quả đạt được...) theo các giai đoạn khác nhau để xây dựng kế hoạch khảo sát, nghiên cứu bổ sung hợp lý và sát thực tế.

- Thu thập, kế thừa về điều kiện tự nhiên, tài nguyên môi trường, tai biến thiên nhiên và kinh tế xã hội: nhóm các đề tài khoa học công nghệ, nhóm các dự án do các ngành thực hiện; nhóm các dự án, đề án hợp tác với nước ngoài.

- Thu thập, kế thừa về cơ sở pháp lý; kế thừa về cơ sở pháp lý của quốc tế, thu thập, kế thừa về cơ sở pháp lý ở Việt Nam. Các nghiên cứu về pháp lý liên quan đến quy hoạch quản lý vùng ven bờ biển Việt Nam.

### **2.4.2 Phương pháp phân tích hệ thống**

Coi khu vực cồn cát ven biển là hệ thống tài nguyên – môi trường – sinh thái – kinh tế - xã hội, so sánh hiện tại và quá khứ, tự nhiên và xã hội... Vì vậy, khi nghiên cứu quy hoạch không gian phải nghiên cứu một cách hệ thống đầy đủ về điều kiện tự nhiên, tài nguyên – môi trường, tai biến thiên nhiên và phát triển kinh tế - xã hội...

### **2.4.3. Các phương pháp điều tra, khảo sát, đo đạc và lấy mẫu theo các chuyên đề**

\* Phương pháp trắc địa khảo sát địa hình đo vẽ mặt cắt bằng máy toàn đạc

Sử dụng máy toàn đạc xác định tọa độ, cao độ các vị trí của một mặt cắt địa hình cơ bản của cồn cát. Phương pháp này cho ta hình dáng, kích thước của cồn cát làm cơ sở tính toán ổn định, xác định xem nước biển có tràn qua cồn hay không. Trên mặt cắt địa hình điển hình cho cồn cát sẽ tiến hành bố trí các giải pháp thực hiện một cách chính xác.



Định vị dẫn đường bằng thiết bị Trimble: xác định tọa độ, độ sâu điểm khảo sát lấy mẫu trầm tích: 300 trạm

\* Phương pháp điều tra điều kiện tự nhiên, tài nguyên môi trường. Đề tài đã thiết kế các bản đồ khảo sát cho tỷ lệ 1: 100.000 và 1 : 50.000

- Tỷ lệ 1:100.000 cho toàn vùng nghiên cứu
- Tỷ lệ: 1:50.000 cho khu vực trọng điểm (Thừa Thiên Huế)
- Các bước tiến hành cụ thể:

Tuân thủ các quy định về nghiên cứu biển của Việt Nam hiện hành gồm: Quy phạm điều tra tổng hợp do Ủy Ban Khoa học Kỹ thuật Nhà Nước (1982); Quy định về phương pháp quan trắc và phân tích của Cục Bảo vệ Môi trường – Bộ Tài nguyên và Môi trường (2002); Sổ tay hướng dẫn quan trắc và phân tích môi trường biển Cục Bảo vệ Môi trường – Bộ Tài nguyên và Môi trường (2002); Quy định nội dung cơ bản điều tra địa chất, khoáng sản, địa chất môi trường và tai biến địa chất, Bộ Công Nghiệp (2001). Đồng thời kết hợp với kinh nghiệm và cách làm của thế giới như: Cẩm nang hướng dẫn điều tra giám sát đa dạng sinh học của WWF (2003), của UNEP (1993). Việc áp dụng các công nghệ, thiết bị, kỹ thuật sử dụng trong giai đoạn này quyết định tới sự thành công của đề tài.

- Sử dụng các phương pháp khảo sát địa hình đáy biển: áp dụng công nghệ DGPS để định vị dẫn đường, kết hợp đo sâu hồi âm theo các tuyến, trạm khảo sát.

- Khí tượng thủy văn, hải văn: sẽ tiến hành đo đạc bổ sung theo trạm trong các đợt khảo sát. Các yếu tố đo gồm: gió, nhiệt độ, độ ẩm, sóng biển, dòng chảy.

- Khảo sát và lấy mẫu trầm tích biển – cùn cát: sử dụng các dụng cụ lấy mẫu đáy biển như: cốc đại dương, ống phóng trọng lực, ống phóng piston để nghiên cứu đặc điểm phân bố, cấu tạo lớp trầm tích đáy và nghiên cứu môi trường trầm tích đáy.

Lấy mẫu đưa về phòng thí nghiệm, sau đó gia công và phân tích mẫu trầm tích để có được các kết quả phân cấp độ hạt của trầm tích. Tổng số mẫu phân tích: 300 mẫu.

**\* Phương pháp điều tra thực vật**

Thu thập số liệu điều tra tầng cây cao, cây bụi thảm tươi, cây tái sinh và đất trong các ô tiêu chuẩn (OTC) điển hình tạm thời theo các bước sau:

a. Sơ thám: Sử dụng bản đồ hiện trạng thảm thực vật đi theo tuyến để xác định vị trí các trạng thái thảm thực vật trên thực địa tại đó xác định vị trí lập OTC.

b. Điều tra tỷ mỷ:

- Lập OTC: Trên mỗi trạng thái còn cát lập 3 OTC diện tích OTC là  $1000\text{m}^2$  (40m x 25m).

- Dùng địa bàn cầm tay và thước dây để lập OTC. Trong mỗi OTC điều tra thu thập số liệu về tầng cây cao, cây tái sinh, cây bụi thảm tươi và điều tra mô tả đất.

+ Điều tra tầng cây cao: Đo đường kính ngang ngực ( $D_{1.3}$ ), chiều cao vút ngọn ( $H_{vn}$ ), đường kính tán ( $D_t$ ), chất lượng cây.

+ Điều tra cây tái sinh: tên loài cây, chiều cao vút ngọn, nguồn gốc cây tái sinh.

**\* Phương pháp điều tra về kinh tế - xã hội bằng phỏng vấn trực tiếp các cơ quan Nhà nước có liên quan và tới cộng đồng ven biển.**

Phương pháp này nhằm làm rõ tình hình phát triển kinh tế - xã hội trước mắt và hướng quy hoạch phát triển trong tương lai của các khu vực trên diện tích còn cát ven biển vùng nghiên cứu.

**\* Phương pháp điều tra bổ sung về cơ sở pháp lý liên quan đến chính sách pháp luật của Đảng và Nhà nước, các văn bản pháp quy của các địa phương (tỉnh, huyện) liên quan về quy hoạch tổng hợp không gian còn cát ven biển vùng nghiên cứu.**

#### **2.4.4. Phương pháp bản đồ và hệ thống thông tin địa lý (GIS)**

Phương pháp bản đồ và GIS được sử dụng phục vụ việc đánh giá phạm vi, đối tượng bị ảnh hưởng bởi các tác động của biến đổi khí hậu và việc nghiên cứu, đề xuất các sửa đổi, bổ sung cho quy hoạch;

Phương pháp bản đồ tập trung vào việc thể hiện các yếu tố trên bản đồ theo từng chuyên đề phục vụ cho công tác đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến các lĩnh vực, các vùng khác nhau.

Sử dụng công nghệ GIS để chồng lớp và trong số các loại bản đồ định hướng quy hoạch thành phần, sử dụng phương pháp chồng chập và trọng số để xây dựng bản đồ quy hoạch ổn định và liên kết cồn cát ven biển.

#### **2.4.5. Phương pháp mô hình toán**

Sử dụng các mô hình toán để tính toán ổn định cồn cát, xác định khả năng xói lở cồn cát trong các trường hợp thiết kế. Tính toán khả năng mất ổn định do tác động của gió.

#### **2.4.6. Phương pháp lực**

Phân tích tải trọng và tác động lên công trình để từ đó xác định khả chịu tải của các loại hàng rào chắn gió, chắn sóng. Tính toán cho các công trình bảo vệ chống xói lở. Dựa trên sức bền của vật liệu, các trạng thái giới hạn, tải trọng tác động lên công trình để tính toán thiết kế các công trình chống xói lở, hỗ trợ trồng cây.

#### **2.4.7. Phương pháp bố trí thí nghiệm**

Các thí nghiệm về ươm trồng cây giống được bố trí thí nghiệm theo khối ngẫu nhiên có điều chỉnh, 3 lần nhắc lại. Các thực nghiệm lớn hơn được theo dõi, đánh giá theo ô tiêu chuẩn. Bố trí thí nghiệm với công việc ươm cây giống, kỹ thuật trồng cây, hiệu quả chống xói lở của công trình mềm, của hàng rào chắn gió, hạ độ dốc

#### **2.4.8. Phương pháp xử lý số liệu**

Toàn bộ kết quả các thí nghiệm được phân tích số liệu bằng phần mềm chuyên dụng, từ đó xác định chính xác kết quả các thí nghiệm.

#### **2.4.9. Phương pháp chuyên gia**

Hiện nay, trong các dự án nghiên cứu nói chung, nhất là các dự án có quy mô lớn, phương pháp chuyên gia được coi là một phương pháp quan trọng và hiệu quả. Phương pháp này huy động được kinh nghiệm và hiểu biết của nhóm chuyên gia liên ngành về lĩnh vực nghiên cứu, từ đó sẽ cho các kết quả có tính thực tiễn và khoa học cao, tránh được những trùng lặp với nghiên cứu đã có, đồng thời kế thừa các thành quả nghiên cứu đã đạt được. Phương pháp này được thực hiện thông qua các buổi hội thảo, tham vấn ý kiến của các chuyên gia trong các lĩnh vực liên quan đến biến đổi khí hậu.

Đây là phương pháp phối hợp với các chuyên gia (những người có kinh nghiệm và trình độ cao, các cơ quan khoa học trung ương và các sở, ban, ngành địa phương). Để xây dựng nội dung nghiên cứu và xử lý tài liệu thu thập của đề tài nhằm có các kết quả tối ưu.

#### **2.4.10. Phương pháp đánh giá tổng hợp tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng lên hệ thống tự nhiên - xã hội, định hướng quy hoạch sử dụng các cồn cát ven biển miền Trung**

Bản chất của phương pháp này là dựa trên số liệu, tài liệu thu thập được về hiện trạng và dự báo biến động do biến đổi khí hậu nước biển dâng của điều kiện tự nhiên và tình hình phát triển kinh tế - xã hội của từng ngành trên lĩnh vực, của từng địa phương, về thiệt hại của các ngành, các địa phương do các hiện tượng thời tiết bất thường, cụ thể gây ra; nhóm nghiên cứu sẽ tiến hành phân tích và đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên các tỉnh miền Trung trong thời gian qua, chủ yếu tập trung vào:

- Tài nguyên và môi trường: Khi nước biển dâng làm xói lở diện tích cồn cát ven biển.

- Y tế và sức khỏe cộng đồng: Dưới tác động của BĐKH, NBD diện tích ngập lụt các vùng dân cư ở cửa sông, cồn cát và các vùng đất thấp khác sẽ kéo theo thay đổi môi trường sống của cộng đồng do thay đổi vi khí hậu, lan truyền rác thải, các chất nhiễm bẩn ảnh hưởng tới sức khỏe cộng đồng.

- Xây dựng và giao thông vận tải: Ngành giao thông và xây dựng chịu tác động lớn nhất trong các cơ sở hạ tầng ven biển.

- Sinh kế: Khi nước biển dâng làm cho nguồn sinh kế của con người bị hạn chế.

- Du lịch: Khi hiện tượng biến đổi khí hậu nước biển dâng thì thu hẹp các hệ sinh thái, ngành du lịch bị thất thu.

#### **2.4.11. Phương pháp xây dựng cơ sở dữ liệu**

Cơ sở dữ liệu phải đầy đủ và được chuẩn hóa phù hợp với kỹ thuật tin học hiện có. Việc chuẩn hóa này đòi hỏi sự kết hợp chặt chẽ của các nhà chuyên môn và người lập trình. Các dữ liệu cần phải tách bạch rõ ràng theo chủng loại. Trong mỗi chủng loại, dữ liệu phải nhất quán theo chuẩn đề ra. Các dữ liệu không được trùng lặp, chồng chéo và không thừa và thiếu thông tin.

#### **2.4.12. Kỹ thuật sử dụng**

- Sử dụng các thiết bị và dụng cụ đo đạc hiện đại nhất có được trong nước phục vụ nghiên cứu:

+ Sử dụng máy toàn đạc topcom trắc địa xác định mặt cắt điển hình cồn cát.

+ Các thiết bị định vị dẫn đường: Sử dụng máy định vị GPS Trimble có độ chính xác cao ( $\pm 0,5 \div 1,0$ m) và tức thời. Đây là hệ thống định vị hiện đại, cho phép hiệu chỉnh tức thời bằng hệ tọa độ WGS 84.

+ Sử dụng máy đo sâu F – 840 (Nhật Bản): Với độ chính xác  $\pm 0,1$  m. Độ sâu được ghi ra bằng giấy, giá trị độ sâu của từng điểm được đọc trực tiếp trên băng trên thang đo và ghi vào máy tính bằng phần mềm Hydro Navigation.

+ Các thiết bị lấy mẫu địa chất (cuốn đại dương loại 30 – 50kg), ống phóng trọng lực máy (có thể lấy mẫu sâu 2m), ống phóng trọng lực tay (thợ lặn lấy mẫu).

- Sử dụng các phương pháp truyền thống và công nghệ hiện đại trong phân tích mẫu trầm tích đáy. Phân tích ion trao đổi trong trầm tích đáy bằng ICP.

- Phân tích 13 chỉ tiêu cơ lý của đất: độ ẩm, khối lượng thể tích tự nhiên, khối lượng thể tích khô, khối lượng riêng hạt, hệ số rỗng tự nhiên, độ rỗng, độ bão hòa, giới hạn chảy, lực dính, góc ma sát trong, hệ số nén lún, hệ số cố kết, modun biến dạng

- Sử dụng các phần mềm chuyên dụng: IDRISI, Ilwis, ER Mapper, Eathview, Mapinfo, ...; các mô hình toán hiện đại nghiên cứu về khí tượng, thủy văn để xử lý số liệu, kết quả phân tích, thành lập bản đồ chuyên đề...

- Sử dụng công nghệ GIS để phân tích, quản lý phân tích bản đồ số, tổng hợp tài nguyên – môi trường, quản lý dữ liệu tích hợp, ...

- Sử dụng chương trình ứng dụng phần mềm Excel 5.0 của GS.TS Nguyễn Hải Tuất và T.S Ngô Kim Khôi (1994) để chỉnh lý tài liệu quan sát, lập các phân bố thực nghiệm, biểu đồ thực nghiệm, tính toán các đặc trưng mẫu thực vật.

Áp dụng kỹ thuật tin học để xây dựng phần mềm quản lý cơ sở dữ liệu

### Chương 3

## ĐẶC ĐIỂM VÀ ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN, KINH TẾ-XÃ HỘI CỦA VÙNG CỒN CÁT VEN BIỂN MIỀN TRUNG

### 3.1 ĐẶC ĐIỂM CỒN CÁT VEN BIỂN MIỀN TRUNG

#### 3.1.1. Phân bố cồn cát

Dọc bờ biển từ Quảng Bình đến Bình Thuận, các cồn cát ven biển được phân bố rất phong phú với chiều dài trên 300 km và chiều rộng từ vài trăm mét đến trên 5km. Các cồn, đụn cát phát triển mạnh và lớn nhất ở vùng Nam Quảng Bình và Bình Thuận. Chúng thường có sườn dốc bất đối xứng. Sườn dốc phía biển của hướng gió thổi vào có độ dốc thoải hơn so với hướng sườn phía lục địa. Do các đặc điểm của địa hình và khí hậu, mà trực tiếp là cường độ và hướng gió biển thống trị, trên dải ven biển từ Quảng Bình đến Bình Thuận chia ra các dải đụn cát khác nhau:

- *Dải cồn cát Quảng Bình*: Đặc điểm của dải cát này là ở bờ phía Bắc TP Đồng Hới nhỏ hẹp và chỉ có 1÷2 dãy cồn, đụn, độ cao của cồn đụn cát phổ biến 10÷15m chạy dọc theo bờ, cồn ở bờ phía Nam Đồng Hới, dải cồn đụn cát dài hơn và rộng hơn. Địa hình của cồn đụn cát mang tính chất tương phản rõ nét giữa các cồn và dãy cồn cát cao với các máng trũng và trắng cát giữa cồn. Các cồn cát nằm sâu trong lục địa có độ cao 20÷30m, có nơi đạt tới độ cao 40m và tạo ra 4÷5 dãy cồn chạy dọc theo đường bờ. Ở khu vực gần bờ tồn tại 1-2 dãy có độ cao thấp hơn. Độ cao của cồn cát chỉ đạt 10÷15m. Thành phần của cát trên các cồn là cát vàng xám, trên các bãi và trắng cát là cát trắng.

- *Dải cồn cát Quảng Trị - Thừa Thiên Huế*: dải cát này có chiều rộng không đồng đều. Ở khu vực bờ biển Huế thì chỉ rộng vài trăm mét trong khi đó ở bờ biển Quảng Trị rộng 2÷3km. Độ cao cồn cát khoảng 10÷20m. Thành phần hạt ở đây là cát trắng, trên các bãi biển và cát vàng nhạt và vàng nâu trên các đụn cát.

- *Dải cồn cát Quảng Nam – Đà Nẵng*: Dải cồn cát này kéo dài từ bán đảo Sơn Trà (Đà Nẵng) đến mũi Dung Quất (Quảng Ngãi). Thành phần phần cát chủ yếu là các vàng nhạt trên các đụn và cát trắng trên các bãi và trảng cát ven biển.

- *Dải cồn cát Quảng Ngãi*: Dải cồn cát này nằm ở phía Nam dải Quảng Nam – Đà Nẵng, kéo dài từ cửa sông Trà Khúc đến An Khê. Độ cao của dải cồn cát này tương tự độ cao dải cồn cát Quảng Nam – Đà Nẵng là 10÷20m. Thành phần cát là cát nhạt và vàng nghệ.

- *Dải cồn cát bắc Bình Định*: Dải cồn cát này phân bố từ Tam Quan đến Bắc Qui Nhơn. Độ cao cồn cát này cũng tương tự cao 10÷20m. Thành phần cát là cát nhạt và vàng nghệ.

- *Dải cồn cát Qui Nhơn – Tuy Hoà*: Dải cồn cát này phát triển không liên tục và phân bố chủ yếu trên các bán đảo. Độ cao của cồn cát khoảng 10÷20m. Thành phần chủ yếu là cát vàng nhạt và cát trắng xám.

- *Dải cồn cát Khánh Hòa*: Dải cồn cát này phân bố từ Bàn Cạn đến Cam Ranh. Độ cao cồn cát cũng khoảng 10÷20m. Thành phần chủ yếu là cát vàng nhạt và cát vàng da cam.

- *Dải cồn cát Nam Phan Rang*: Dải cồn cát này phân bố chủ yếu ở phía đông khu vực Nam Phan Rang. Độ cao cồn cát cũng khoảng 10÷20m. Thành phần chủ yếu là cát vàng nhạt

- *Dải cồn cát Tuy Phong – Phan Thiết - LaGi*: Dải cồn cát này có độ phân bố lớn, chiều rộng không đồng đều, từ 2÷3km đến 10÷15km. Độ cao cồn cát gần sát biển cũng khoảng 10÷20m, thành phần cát là cát vàng nhạt, cát xám trắng và các vàng da cam. Các cồn gò đồi về phía trong lục địa có độ cao lớn, dao động từ 80÷150m. Thành phần cát cấu tạo gò đồi phần lớn là cát đỏ. Giữa các gò đồi cát đỏ là các lạch, hồ trũng với độ tương phản rõ nét trong địa hình.



### **3.1.2. Phân loại cồn cát**

#### **3.1.2.1. Các dạng cồn cát ven biển miền Trung**

##### *a) Đụn cát áp bờ*

Trong quá trình thành tạo các bãi tích tụ mài mòn ven biển có trắc diện đầy đủ thường tồn tại một đụn cát áp bờ. Các đụn cát này hình thành ban đầu rất nhỏ và rất nhanh chóng bị phá huỷ và chỉ xuất hiện trong thời gian sóng bão tan dần. Trong thời điểm sóng bão mạnh lên, chúng bị phá huỷ và các vật liệu cấu thành chúng một phần bị lôi kéo xuống sườn bờ ngầm, một phần được đưa sang sườn bờ trên bãi biển. Các đụn cát áp bờ được phát triển và lớn dần, tiến dần vào lục địa.

Các đụn cát áp bờ trên bãi biển tựa vào bờ, dần dần thúc đẩy sự tích tụ các vật liệu bờ rời lớn thêm và dịch chuyển đường mép nước về phía biển. Quá trình tích tụ mạnh mẽ bồi tích kéo dài sẽ làm xuất hiện cồn cát ven biển. Các vật liệu tạo thành nên chúng liên quan đến các vật liệu được đưa lên từ đáy biển lên bờ.

Phụ thuộc vào thành phần vật liệu cấu tạo và điều kiện khí hậu, các đụn cát áp bờ thoát khỏi ảnh hưởng sóng biển có thể tồn tại hoặc di chuyển xa hơn vào lục địa. Trong điều kiện khí hậu thuận lợi và sự phong hoá tương đối nhanh của các vật liệu cấu tạo nên đụn cát áp bờ, trên bề mặt dạng tích tụ sẽ hình thành lớp phủ thổ nhưỡng với sự phát triển thực vật, các đụn cát áp bờ ngày càng phát triển từ địa hình nguyên thủy của chúng. Trong điều kiện khí hậu khô khan thì ngược lại, thực vật ít phát triển, đỉnh của các cồn áp bờ bị tác động mạnh bởi gió thổi mòn và gây ra hiện tượng cát bay, cát chảy, cát nhảy.

##### *b) Các đụn cát (bar) chắn bờ*

Ở dọc bờ biển miền Trung thường gặp các đụn cát chắn bờ rất lớn. Độ cao tương đối trung bình 20-30m, cực đại trên 100 m. Chiều dài khoảng hàng chục cây số như ở Quảng bình, Quảng Trị và Bình Thuận v.v... Các đụn cát chắn bờ này thường có xu hướng là song song với đường bờ biển và tạo ra các

đầm phá bên trong ngăn cách với biển. Sự hình thành của các đụn cát chắn bờ được bắt đầu từ các doi cát ngầm (bar cát ngầm) dần dần phát triển nổi lên và dịch chuyển từ từ vào bờ do sự giảm độ sâu trên các đỉnh cồn cát ngầm. Đặc điểm tiêu biểu của các đụn cát chắn bờ thường có cấu tạo trầm tích nguồn gốc đáy biển đưa lên (cát vỏ sò ốc). Các đụn cát chắn bờ được thành tạo chủ yếu bởi quá trình vận chuyển ngang bờ trội hơn. Quá trình này liên quan chặt chẽ với chế độ sóng lớn và hướng thống trị trong năm vuông góc với đường bờ. Nguồn gốc của các cồn cát chắn bờ còn liên quan đến thời kỳ biển tiến cuối cùng Halocen của Đại dương Thế giới. Bờ biển miền Trung thường có năng lượng sóng lớn, hướng sóng thường đổ vuông góc với bờ nên các đụn cát chắn bờ phát triển mạnh.

*c) Đuôi sam cát và mũi cát ven biển*

Dạng đuôi sam và mũi cát là dạng tích tụ tự do nổi bờ một đầu, còn đầu kia tự do vươn ra biển. Dạng đuôi cát thường được tạo thành chỗ lồi của bờ khi dòng vận chuyển bùn cát đơn hướng dọc bờ bị thay đổi hướng đột ngột về phía lục địa. Dòng bùn cát di chuyển dưới tác động của sóng tới dưới một góc nhọn. Tại chỗ bờ lồi dòng di chuyển chậm hẳn lại bởi bùn cát chỉ có thể đến được đoạn bờ phía sau chỗ lồi do sự khúc xạ của sóng. Nhưng sự khúc xạ của sóng xảy ra tại chỗ bờ lồi đột ngột như vậy nên frông sóng bắt buộc phải kéo dài ra cho nên năng lượng sóng giảm hẳn xuống. Do đó sự di chuyển bùn cát ngừng lại hoặc chậm hẳn lại ngay sau chỗ bờ lồi. Quá trình vận chuyển bùn cát liên tục tiếp diễn như vậy sẽ làm cho đôi sam tích tụ phát triển dài thêm. Phần lớn các đuôi sam cát ven biển có nguồn cung cấp vật liệu một phía trội hơn. Khác với dạng tích tụ đuôi sam là các dạng tích tụ mũi cát. Các dạng này thường được cung cấp nguồn vật liệu đồng thời cả hai phía và cũng thuộc nhóm gắn liền một đầu với bờ, đầu kia phát triển tự do về phía biển. Đầu gắn liền với bờ thường là mũi nhô ra biển mà tại đó các vật liệu đồng thời được vận chuyển từ hai phía khác mang đến dưới tác động của hai hệ thống dòng

chảy sóng được truyền dưới một góc vuông tương quan với nhau và có cường độ, tần suất trung bình gần như nhau. Điển hình dạng tích tụ này là đất mũi Cà Mau.

*d) Bãi cát hay cồn cát nối đảo*

Các dạng bãi cát hay cồn cát nối đảo cũng tương tự được thành tạo do nguồn cung cấp vật liệu từ hai phía và chỉ xuất hiện ở trước các đoạn bờ có đảo phong toả ở phía ngoài biển gần bờ. Dưới tác động của dòng chảy sóng, tại hai đầu cuối đảo chắn bờ, các bãi cát nối đảo được thành tạo, nơi xảy ra hiện tượng giảm năng lượng trường sóng. Ở trong bờ khuất sóng, bờ bị đảo chắn phía ngoài nên cũng xảy ra hiện tượng bồi tụ vươn dần ra phía đảo chắn và dần hình thành các bãi cát hay cồn cát nối đảo dạng “tombolo”. Ngoài dạng hình thái tích tụ “tombolo” còn gặp dạng tích tụ có nguồn cung cấp hai phía đối đầu và liền kề nhau giữa hai đảo nằm song song với bờ. Do sự đổi hướng của trường sóng phụ thuộc vào hai mùa gió chính đối ngược nhau, vùng biển giữa hai đảo liền kề xảy ra vùng giảm năng lượng sóng, tạo điều kiện tích tụ vật liệu ở hai đầu đảo và phát triển dần nối lại với nhau, tạo ra bãi cát hay cồn cát nối đảo song song với bờ và cách bờ.

Ở bờ biển miền Trung Việt Nam, các dạng tích tụ này phát triển nhiều như các đụn cát nối đảo nghiêng về một phía và đã tạo ra các vũng, vịnh như vịnh Đà Nẵng (Tp Đà Nẵng), Hòn Gốm, Văn Phong, Bến Gỏi, Cam Ranh (Khánh Hoà).v.v...các bãi cát nối đảo dạng “tombolo” như Nghi Sơn (Thanh Hoá), Hoà An Hoà Lợi, Hòn Công La Hai (Phú yên), Nhơn Lý, Xương Lý (Bình Định)v.v...bãi cát hoặc cồn cát nối giữa hai đảo nằm song song với bờ và các xa bờ gốc gập ở xã Xuân Cánh, Hoà Lợi (Phú Yên).

*e) Các cồn cát chắn cửa sông, đầm phá*

Dạng cồn cát chắn cửa sông do dòng chảy sóng và động lực biển tạo nên. Đầu tiên xuất hiện cồn cát ngầm do hậu quả phân dòng chảy cửa sông thành hai nhánh. Cùng lúc đó, cồn cát ngầm bắt đầu hình thành bởi hạt nhân

tích tụ để phân tiếp theo cung cấp bùn cát vào cửa sông. Sự lớn dần của cồn cát ngầm trong thời kỳ nước lũ dẫn đến biến nó thành dạng cồn cát nổi lên trên mặt nước và hàng năm được bồi đắp cao lên - đó là cồn tích tụ chắn cửa. Dòng chảy quanh cồn chắn cửa của nước sông gây nên sự hình thành các chòi nước hướng xuống phía dưới theo dòng và làm cho cồn cát có hình bán nguyệt, hướng lồi của nó ngược với dòng chảy sông, có nghĩa lồi về phía biển.

Trong điều kiện sông đổ vào vùng biển nông ven bờ, nơi độ sâu của biển không lớn hơn độ sâu của lòng sông thì có thể xảy ra hiện tượng thành tạo cồn cát chắn cửa dạng khác phụ thuộc vào sự hình thành trũng sâu gần cửa. Bùn cát được mang đi khỏi cửa sông chậm hơn. Tất cả được lắng đọng ở bờ biển đối ngược nhau ở hai mép bờ cửa sông và ở đáy hình thành một vùng cao nhíp nhàng hình trăng khuyết có hướng lồi về phía biển, ngược với dạng trên. Vùng cao này dần phát triển lớn lên trở thành đảo chắn cửa sông.

Các cồn cát chắn cửa cũng thường biến động. Dưới tác dụng của sóng biển và dòng chảy sóng, chúng có thể biến dạng, bị ép vào bờ hoặc có thể bị phá huỷ bởi sóng.

Các cồn cát, đảo chắn cửa sông thường quan sát thấy ở các sông giàu phù sa thuộc hệ thống sông Hồng, hệ thống sông Cửu Long và một số sông lớn ở miền Trung. Điển hình là các cửa Trà Lý, Ba Lạt, Cửa Đại, Định An.v.v...

### **3.1.2.2. Các dạng cồn cát**

Tuy nhiên với các nghiên cứu ban đầu, trong điều kiện thực tế ở Việt Nam, số liệu điều tra đánh giá cũng như theo dõi sự biến động của hình thái ven biển cũng như các dạng cồn cát tồn tại trên đó rất sơ sài và hạn chế. Vì vậy đề tài đã chọn cách phân loại cồn cát đơn giản nhất đó là dựa trên các yếu tố địa hình địa mạo và môi trường ven biển mà cồn cát hình thành và tồn tại ở đó. Với cách phân loại này, đã đưa ra các phân tích và đánh giá một số loại

loại hình thái cồn cát ven biển điển hình từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận Phân loại cồn cát ven biển theo Saye (2003), như sau:

**Bảng 3.1. Phân loại hình thái cồn một số cồn cát ven biển miền trung**

TT	Vị trí, phạm vi cồn cát	Số hiệu cồn cát	Quy mô và loại hình thái cồn cát		
			Diện tích (ha)	Dài (km)	Hình thái cồn cát
<b>I. QUẢNG NGÃI ( 10 cồn cát)</b>					
<b>Huyện Bình Sơn</b>					
1	Bình Thuận-Bình Trị	QN_1	174,1	4,14	Vịnh, dạng dải (viên), dốc
2	Bình Phú-Bình Châu	QN_2	475,0	8,74	Vịnh, dạng dải (viên)
<b>Sơn Tịnh</b>					
3	Xã Tịnh Khê	QN_3	99,1	3,60	Vịnh, dạng dải (viên)
<b>Huyện Mộ Đức</b>					
4	Xã Đức Lợi	QN_4	353,9	4,99	Biển hở, lấn vào đất liền, thoải
5	Đức Chánh- Đức Minh- Đức Phong – Phổ An- Phổ Quảng	QN_5	6213,4	25,05	Biển hở, lấn vào đất liền, thoải
<b>Huyện Đức Phổ</b>					
6	Phổ Vinh-Phổ Khánh	QN_6	1702,6	14,45	Biển hở, dạng viên
7	Phổ Thạnh	QN_7	81,4	2,34	Cửa sông, mũi đất chắn
8	Tân Lộc-Phổ Châu	QN_8	68,2	1,88	Biển hở, bãi nổi đảo
9	Châu Me- Phổ Châu	QN_9	95,4	2,33	Biển hở, dạng viên
10	Vĩnh Tuy-Phổ Châu	QN_10	60,9	2,36	Biển hở, dạng viên
<b>II. BÌNH ĐỊNH ( 9 cồn cát)</b>					
<b>Huyện Hoài Nhơn</b>					
1	Tam Quan Bắc-Tam Quan Nam - Hoài Hương	BĐ_1	580,8	10,82	Biển hở, dạng viên và cửa sông mũi đất chắn
2	Hoài Hương - Hoài Hải	BĐ_2	106,2	6,46	cửa sông mũi đất chắn
3	Hoài Mỹ	BĐ_3	74,3	3,20	Biển hở, dạng viên
<b>Huyện Phù Mỹ</b>					
4	Mỹ Đức - Mỹ Thắng -Mỹ An	BĐ_4	2676,7	15,88	Biển hở, lấn vào đất liền, thoải
5	Mỹ Thọ - Mỹ Thành	BĐ_5	1475,0	11,52	Vịnh, lấn vào đất liền, thoải

TT	Vị trí, phạm vi cồn cát	Số hiệu cồn cát	Quy mô và loại hình thái cồn cát		
			Diện tích (ha)	Dài (km)	Hình thái cồn cát
<b>Huyện Phù Cát</b>					
6	Cát Khánh-Cát	BĐ_6	1092,7	9,0	Biển hở, lấn vào đất

	Thành				liền, thoải
7	Cát Hải	BĐ_7+8	50,8	2,15	Vịnh, dạng dải (viền)
	<b>TP Quy Nhơn</b>				
8	Cát Tiến- Nhơn Lý - Nhơn Hội	BĐ_9	3332,6	17,43	Vịnh, bãi nổi trong vịnh
<b>III. PHÚ YÊN ( 9 cồn cát)</b>					
	<b>Huyện Sông Cầu</b>				
1	Xuân Hải –Xuân Hòa	PY_1	1152,6	11,66	Vịnh, chắn cửa vịnh (Vịnh, hoặc bãi nổi đảo)
2	Xuân Cảnh	PY_2	78,2	2,41	Vịnh, bãi nổi đảo
3	Xuân Thịnh	PY_3+4	484,2	7,27	Vịnh, toàn bộ vịnh
4	Xuân Thọ 2	PY_5	84,07	2,58	Vịnh , viền
	<b>Huyện Tuy An – T.P Tuy Hòa</b>				
6	An Hòa, An Mỹ, An Chấn ( Tuy An), An Phú – nội thành (Tp Tuy Hòa)	PY_6	2245	19,4	Biển hở, lấn vào đất liền, thoải
	<b>Huyện Đông Hòa</b>				
7	Phú Lâm - Hòa Hiệp Bắc, Trung , Nam	PY_7+8	3389,7	20,71	Biển hở, lấn vào đất liền, thoải
8	Hòa Tâm	PY_9	116,8	2,12	Biển hở, lấn vào đất liền, thoải
<b>IV. KHÁNH HÒA ( 3 cồn cát)</b>					
	<b>Huyện Vạn Ninh</b>				
1	Vạn Thọ-Vạn THạnh	KH-1	1258,2	11,74	Cồn cát nổi đảo trong vịnh
	<b>Huyện Ninh Hòa</b>				
2	Ninh Hải-Ninh Thủy	KH_2	442,4	7,82	Dạng viền, trong vịnh
	<b>Cam Ranh</b>				
3	Cam Hải Đông	KH_3	2798,60	16,57	Cồn cát nổi đảo, trong vịnh
TT	Vị trí, phạm vi cồn cát	Số hiệu cồn cát	<b>Quy mô và loại hình thái cồn cát</b>		
			Diện tích (ha)	Dài (km)	Hình thái cồn cát
<b>V. NINH THUẬN ( 6 cồn cát)</b>					
	<b>Huyện Ninh Hải</b>				
1	(Bình Tiến)/Công Hải	NT_1	40,7	1,98	Biển hở, dạng viền
2	Vĩnh Hải-ThanhHải	NT_2	261,3	4,55	Biển hở, dạng viền
3	Nhơn Hải –Trí hải	NT_3	213,4	6,11	Vịnh, dạng viền
	<b>TP Phan Rang</b>				
4	Vân hải-Mỹ Hải - Đông Hải	NT_4	702,2	5,33	Vịnh, lấn vào đất liền, thoải
	<b>Huyện Ninh Phước</b>				
5	An Hải	NT_5	239,3	4,17	Biển hở, dạng viền

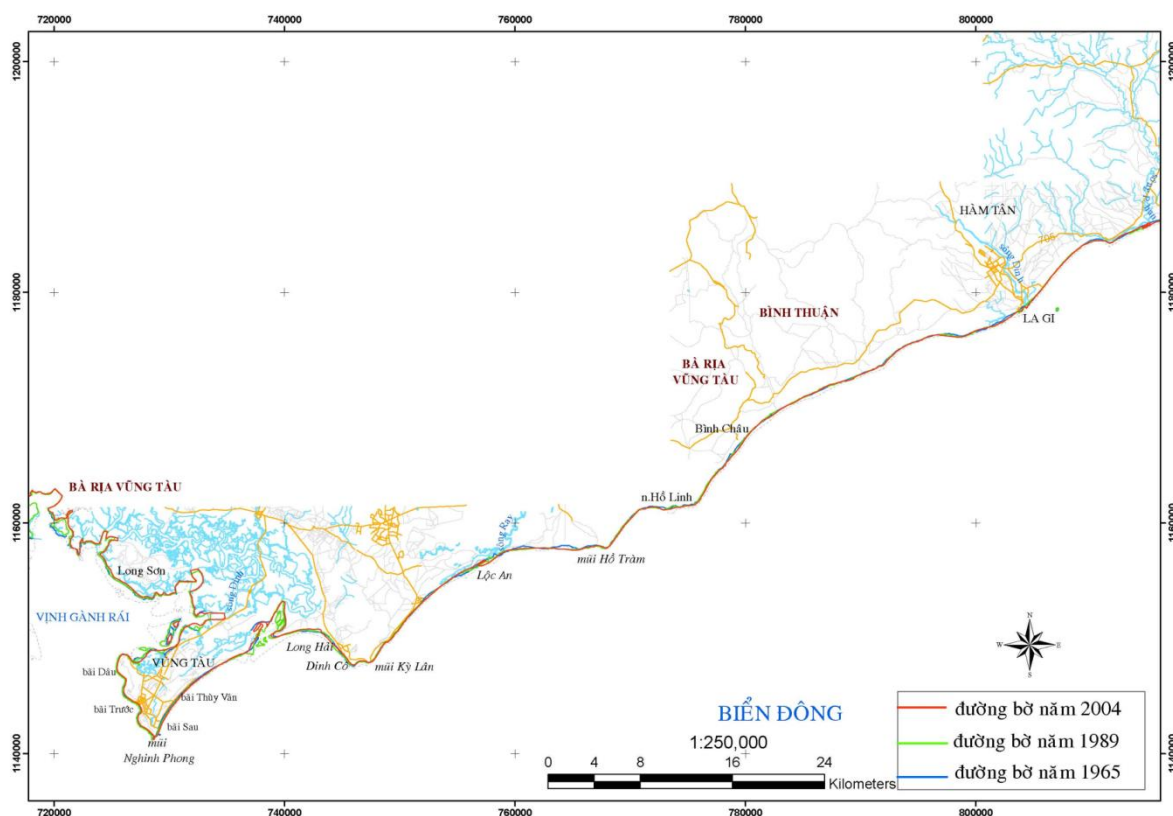
6	Phước Dinh	NT_6	243,6	4,29	Biển hờ, lấn vào đất liền thoải
<b>VI. BÌNH THUẬN ( 10 cồn cát)</b>					
<b>Huyện Tuy Phong</b>					
1	Phước Thê	BT_1	107,4	4,40	Cửa sông, lấn vào đất liền, mũi đất
2	Liên Hương-Bình Thạnh-Chí công	BT_2	2146,3	17,28	Biển hờ, lấn vào đất liền dốc
3	Hòa Phú	BT_3	210,2	3,64	Biển hờ, lấn vào đất liền thoải
<b>Huyện Bắc Bình - T.P PhanThiet</b>					
4	Hòa Thắng	BT_4	5918,5	13,61	Biển hờ, lấn vào đất liền, thoải
5	Hòa Thắng -Hong Phong - Muine	BT_5	3576,2	19,14	Biển hờ, lấn vào đất liền/thoải kết hợp dạng vịnh lấn vào đất liền , thoải
6	Hàm tiến-Phú Hải	BT_6	411,5	4,98	Vịnh lấn vào đất liền,thoải
<b>Huyện Hàm Thuận Nam</b>					
7	Tiến Thành -Thuận Quý-Tân Thành	BT_7	1857,7	11,86	Biển hờ, lấn vào đất liền, thoải
<b>TT</b>	<b>Vị trí, phạm vi cồn cát</b>	<b>Số hiệu cồn cát</b>	<b>Quy mô và loại hình thái cồn cát</b>		
			Diện tích (ha)	Dài (km)	Hình thái cồn cát
<b>VI. BÌNH THUẬN ( 10 cồn cát)</b>					
8	Tân Hải – Tân Bình-Tân An	BT_8	1580,9	12,84	Biển hờ, lấn vào đất liền, thoải
<b>Huyện Hàm Tân</b>					
9	Sơn Mỹ	BT_9	602,6	6,67	Biển hờ, lấn vào đất liền, thoải
10	Tân Thắng	BT_10	731,3	5,76	Biển hờ, lấn vào đất liền, thoải

### 3.1.3. Biến động cồn cát khu vực nghiên cứu

Đường bờ biển các tỉnh Nam Trung bộ tính từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận chiều dài 1.249km, với hình dạng khúc khuỷu hình răng cưa, bị chia cắt nhiều do các sông suối bắt nguồn từ dãy Trường Sơn đổ ra biển. Cao trình bờ biển khá cao so với mực nước biển.

Bờ biển các tỉnh từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận khá ổn định, ít thay

đổi về hình dạng trừ các cửa sông, cồn cát và một số đoạn bờ biển xảy ra hiện tượng xói lở theo mùa. Một số vị trí xói lở bờ biển các tỉnh Nam Trung bộ gây ảnh hưởng không nhỏ tới đời sống sinh hoạt của nhân dân ven biển nhiều năm nay như: xã Đông Hải, khu vực cửa sông Dinh, TP.Phan Rang, tỉnh Ninh Thuận đoạn bờ biển khu vực xã Phước Thử, huyện Tuy Phong, tỉnh Bình Thuận, khu vực Đồi Dương, TP.Phan Thiết, khu vực La Gi, TX. La Gi tỉnh Bình Thuận.



**Hình 3.1. Diễn biến các dải ven biển tỉnh Ninh Thuận, Bình Thuận**

### 3.2. ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN KHU VỰC CỒN CÁT VEN BIỂN MIỀN TRUNG

#### 3.2.1. Khí hậu

Đều thuộc nhóm các lagun ven bờ vĩ độ thấp nhiệt đới ẩm nhưng các đầm phá ven bờ miền Trung Việt Nam phân bố ở 2 miền khí hậu bắc và nam Việt Nam có ranh giới ở khoảng vĩ độ 16° bắc (dãy Bạch Mã có vai trò một tiểu hoành sơn phân cách) với tính chất khí hậu cận chí tuyến ở phía bắc và



cận xích đạo ở phía nam. Trong đó, các đầm phá Thừa Thiên Huế (Tam Giang - Cầu Hai và Lăng Cô) thuộc vùng khí hậu Bắc Trung bộ, nơi có mùa đông lạnh vừa, mùa khô trùng vào mùa hè và mùa mưa trùng vào mùa đông, mùa mưa muộn (các tháng 8 - 12), nhưng chủ yếu vào tháng 10 và 11, mưa lớn dài ngày trên diện rộng nhờ gió mùa đông bắc mang khí lạnh kết hợp với nhiễu động nhiệt đới (dải hội tụ, bão, áp thấp nhiệt đới, v.v.). Nhiệt độ không khí và bức xạ nhiệt lớn nhất ở ven bờ tây vịnh Bắc Bộ do tăng dần về phía nam từ Móng Cái. Một trong những đặc điểm quan trọng về điều kiện khí hậu, thủy văn vùng Bắc Trung bộ là có tiền đề sinh lũ và ngập lụt về mùa mưa, sinh hạn, xâm nhập mặn và cát bay về mùa khô, đặc biệt khi có gió tây khô nóng. Từ đầm Trường Giang (Quảng Nam) về phía nam, chế độ khí hậu - thủy văn ít cực đoan hơn so với Bắc Trung bộ mặc dù mưa ít hơn, nhiệt độ không khí và bức xạ nhiệt tăng dần, dẫn đến đảo ngược cân bằng mưa - bay hơi từ Khánh Hoà tới Phan Rang, nơi có đầm Thủy Triều và đầm Nai.

*Nhiệt độ:* Vùng ven biển từ Thừa Thiên Huế đến Bình Thuận nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa nóng quanh năm và chịu ảnh hưởng của các hoàn lưu gió mùa. Đó là nhân tố chi phối chính điều kiện khí hậu vùng ven biển từ Thừa Thiên Huế - Bình Thuận.

Do ảnh hưởng của vị trí địa lý và địa hình nên vùng nghiên cứu có khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa Đông Trường Sơn, quanh năm nóng ẩm, hầu như không có mùa đông, với sự phân hoá rõ rệt giữa 2 mùa: mưa và khô. Trên nền khí hậu chung đó, trong phạm vi miền cũng thể hiện tính phân dị khí hậu từ bắc vào nam, tạo nên sự khác biệt giữa các vùng.

Nhiệt độ tăng cao nhất vào tháng 5 (40,9°C) và giảm xuống thấp nhất vào tháng 1 (21,3°C). Nhiệt độ trung bình năm khoảng 24,5°C đến 27,6°C.

Do bức xạ cao nên nhiệt độ trung bình của không khí quanh năm đều trên 15°C, có sự thay đổi rõ rệt theo mùa. Mùa hè, nhiệt độ luôn cao hơn mùa đông, và càng về phía nam nhiệt độ càng tăng cao. Trong khi đó, biên độ lại

giảm dần. Điều đó có ảnh hưởng khá rõ nét đến các hiện tượng và quá trình tự nhiên khác như phong hoá, bóc mòn, hoạt động của thế giới sinh vật.

*Chế độ gió:* Nhìn toàn vùng chịu ảnh hưởng của hai chế độ gió mùa là gió mùa đông bắc (mùa đông) và tây nam (mùa hè). Tần suất gió đông bắc ở vùng biển phía bắc cao hơn ở vùng biển phía nam vào mùa đông, còn về mùa hè gió tây nam lại thịnh hành hơn ở phía nam.

Khu vực từ Thừa Thiên Huế đến Cà Ná chế độ gió trong mùa đông khá phức tạp do địa hình bờ biển có nhiều núi cao. Nhìn chung hướng thịnh hành là ĐB và B với tần suất gần tương đương thay đổi từ 20-40%. Các hướng TB cũng có tần suất gặp khá cao có nơi đến 30% (trạm Nha Trang). Các hướng khác gặp ở tần suất thấp hơn.

*Lượng mưa:* Nhìn chung lượng mưa ở vùng ven biển và đảo khá lớn và có sự phân hóa sâu sắc, đặc biệt theo mùa trong năm, mùa mưa và mùa khô rất rõ, chẳng hạn ở Quy Nhơn và Nha Trang có tới 8 tháng mưa ít. Tuy nhiên tính phân hóa theo mùa càng thể hiện rõ rệt khi đi dần về phía nam. Vùng nghiên cứu thuộc khí hậu nhiệt đới mưa ẩm (humit).

Khu vực nghiên cứu, hướng núi Trường Sơn đổi dần thành Bắc Nam, tác dụng chắn gió giảm dần không như nên lượng mưa giảm dần, khoảng 1395mm/năm ở Bình Định và Phú Yên. Giữa Phú Yên và Khánh Hòa có dãy núi Vọng Phu tiến sát ra biển tạo nên tâm mưa tương đối lớn ở khu vực đèo Cả (gần 2000mm/năm).

Lượng mưa giảm xuống thấp nhất ở bờ biển Ninh Thuận và Bắc Bình Thuận còn 600 – 1000mm/năm. Đây là khu vực bị khuất gió trong tất cả các mùa.

### **3.2.2. Thủy văn**

*Hệ thống sông ngòi:* So với toàn bộ Biển Đông, thì phần ven bờ Việt Nam có nhiều hệ thống sông đổ trực tiếp vào biển nhất, trong đó có 2 sông lớn nhất khu vực Đông Nam Á là sông Mê Kông và sông Hồng.

Mạng lưới sông suối của vùng phân bố với mật độ khá cao, trung bình đạt từ 0,3-1 km/km<sup>2</sup>. Các con sông chính trong vùng là: Sông Hương, Sông Ô Lâu (Thừa Thiên Huế); Sông Hàn (Đà Nẵng); Sông Hàn Vu Gia, Thu Bồn, Tam Kỳ (Quảng Nam); Trà Bồng, Trà Khúc, Sông Nhuệ, Trà Câu (Quảng Ngãi); Lại Giang, La Tinh, Sông Côn, Sông Hà Thanh (Bình Định); Kỳ Lộ, Sông Ba, Bàn Thạch (Phú Yên); Sông Cái Ninh Hòa (Khánh Hòa); Sông Cái Phan Rang (Ninh Thuận) và các con sông Lòng Sông, sông Lũy, La Ngà, sông Dinh (Bình Thuận). Hệ thống sông suối trong vùng thường ngắn và dốc, đoạn thượng nguồn độ dốc dòng chảy lớn, nước lũ dồn về nhanh trong khi vùng hạ lưu độ dốc nhỏ, cửa sông hẹp, do vậy khả năng thoát lũ chậm, gây lũ lụt lớn ở đồng bằng (nhất là khi trùng với thời kỳ triều cường).

Vào mùa mưa, lượng dòng chảy chiếm 80% hoặc hơn so với tổng lượng dòng chảy năm. Hơn nữa, do địa hình dốc nên vào mùa mưa khả năng tập trung dòng chảy nhanh dẫn đến lũ ống, lũ quét thất thường.

Do nằm trong vùng nội chí tuyến có khí hậu thay đổi theo mùa và là một trong những biển lớn bị bao vây bởi các lục địa đồng thời bị chi phối nhiều bởi Thái Bình Dương, nên các đặc trưng thủy văn cũng rất đa dạng và phức tạp theo cả không gian và thời gian.

### **3.2.3. Hải văn**

Do nằm trong vùng nội chí tuyến có khí hậu thay đổi theo mùa nên các đặc trưng hải văn cũng rất đa dạng và phức tạp theo cả không gian và thời gian.

*Độ muối:* Nếu như độ muối tăng mặt ở ngoài biển khơi Biển Đông có giá trị cao và biến động không nhiều thì khu vực đầm phá ven biển và biển ven bờ có độ muối thấp hơn và biến thiên khá phức tạp, phụ thuộc rất rõ vào lượng nước ngọt từ trong lục địa. Vào mùa mưa, giá trị độ muối của các đầm phá nói riêng và vùng biển ven bờ nói chung hạ xuống rất thấp. Vào mùa khô độ muối đạt trên 28‰, nhưng vào mùa mưa chỉ còn khoảng 11‰.

*Nhiệt độ nước biển:* Từ các kết quả quan trắc cho thấy, nhiệt độ nước trong đầm phá ven biển, biển ven bờ trung bình là 26,6 °C. Càng về phía nam nhiệt độ này càng tăng. So với nhiệt độ không khí thì nhiệt độ nước biển có biên độ trong năm nhỏ hơn, nghĩa là nhiệt độ nước biển điều hòa hơn.

*Sóng biển:* Các đặc trưng sóng biển ở vùng nghiên cứu phụ thuộc chủ yếu và chế độ gió của hai mùa chính (mùa đông và mùa hè) kết hợp với địa hình ở từng khu vực khác nhau.

Đặc điểm thủy triều: thủy triều vùng biển ven bờ tại vùng nghiên cứu rất phức tạp cả về chế độ lẫn biên độ. Dọc vùng biển ven bờ từ Thừa Thiên Huế đến Bình Thuận có đủ các chế độ thủy triều khác nhau như nhật triều, nhật triều không đều, bán nhật triều và bán nhật triều không đều. Độ lớn thủy triều ven bờ dao động từ 0,5 đến 4,5 mét, trong đó phần lớn đạt giá trị từ 1,5 đến trên 2 mét.

- Vùng biển ven bờ từ Thừa Thiên Huế đến Đà Nẵng chủ yếu có chế độ nhật triều không đều, riêng khu vực lân cận cửa Thuận An có chế độ bán nhật triều đều. Độ lớn triều giảm dần từ cửa Tư Hiền đến Thuận An. Tại Thuận An, giá trị độ lớn triều kỳ có thể đạt 0,5 mét. Sau đó tang dần đến bắc Quảng Nam.

- Vùng ven bờ từ Quảng Nam đến Bình Thuận có chế độ nhật triều không đều là chủ yếu. Độ lớn triều vào kỳ nước cường đạt giá trị khoảng 1,5 đến 2 mét và ít thay đổi trên suốt đoạn đường bờ này. Giữa kỳ nước cường và kỳ nước kém biên độ triều chênh lệch nhau rất đáng kể. Vào kỳ nước kém, triều chỉ lên xuống khoảng 0,5 mét.

Dòng chảy: Chế độ dòng chảy vùng biển ven bờ từ Thừa Thiên Huế đến Bình Thuận chịu sự chi phối mạnh mẽ của hai mùa gió đông bắc và tây nam đồng thời cũng chịu ảnh hưởng không nhỏ của yếu tố hình thái đáy biển. Xu hướng chung của dòng chảy ven bờ là từ bắc xuống nam vào mùa đông và ngược lại vào mùa hè.

### 3.2.4. Địa hình – địa mạo

Núi và cao nguyên là địa hình chủ yếu của vùng nghiên cứu, trong đó, núi chiếm phần ít hơn. Ở phía bắc của Nam Trung Bộ núi có hướng kinh tuyến và hướng TB-ĐN là chủ yếu được cấu tạo bởi đá granit nên có đỉnh nhọn còn về phía nam thung lũng sông Đà Rằng phương núi chuyển thành ĐB-TN hoặc gần Bắc-Nam.

Các đồng bằng ven biển thường nhỏ hẹp bị chia cắt bởi các hệ thống núi tạo thành các đồng bằng riêng biệt, trong đó đáng kể nhất và có diện tích lớn hơn cả là đồng bằng Quảng Nam của hạ lưu sông Thu Bồn, đồng bằng Tuy Hoà của hạ lưu Sông Ba. Ngoài ra còn phát triển nhiều đầm phá vũng vịnh ven biển.

Xét theo sự phân bố độ cao, độ dốc và mức độ ảnh hưởng đến sản xuất nông, lâm nghiệp, có thể chia địa hình trong vùng thành 4 dạng như sau:

- Địa hình núi trung bình và núi cao: có độ cao từ 700m trở lên, nằm ở phía Tây của vùng và phía Đông của dãy Trường Sơn Nam hình thành sát biển, chạy song song với bờ biển và cao dần từ ven biển lên vùng đồi núi phía Tây. Địa hình núi chiếm ưu thế và chia cắt phức tạp, dải ven biển hẹp dẫn đến phân hóa điều kiện tự nhiên theo hướng Đông- Tây gắn liền với sự phân hóa độ cao.

- Địa hình núi thấp: Độ cao từ 300-700m, phân bố thành những dải đất hẹp, chuyển tiếp giữa vùng núi trung bình và vùng gò đồi, chạy dọc hướng bắc - nam, lượn theo vòng cung của dãy Trường Sơn.

- Địa hình gò đồi: Là địa hình trung du đồi thoải, độ cao dưới 300m, chuyển tiếp giữa vùng đồng bằng ven biển với vùng đồi núi.

- Địa hình đồng bằng: là địa hình tương đối bằng phẳng và hơi nghiêng về phía đông ra tới biển. Phần lớn diện tích thuộc khu vực bồi đắp phù sa của các hệ thống sông: Sông Hương, sông Ba, sông Trà Khúc, sông Thu Bồn

### 3.2.5. Địa chất

Địa chất phần biển ven bờ biển Trung Bộ chủ yếu bắt gặp các thành tạo Đệ tứ. Một số các thành tạo trước Đệ tứ bắt gặp hạn chế ở độ sâu nhỏ, là phần kéo dài của các thành tạo địa chất phần lục địa hoặc đảo.

#### **Thông Pleistocen - Phụ thống hạ:**

*Trầm tích sông biển* ( $amQ_1^1$ ): Trầm tích này gặp trong toàn vùng biển Trung Bộ. Mặt cắt chung của tầng gồm phía dưới là tầng trầm tích hạt thô: cuội sạn, cát màu xám vàng, mài tròn tương đối tốt, chuyển lên trên là trầm tích hạt mịn gồm bột sét, bột cát, xám xanh loang lổ, xám vàng chứa các mảnh kết hạch bột kết. Trầm tích biển ( $mQ_1^1$ ) gặp ở vùng biển Cửa Đại-Dung Quất.

#### **Thông Pleistocen - Phụ thống trung, phần trên ( $Q_1^{2b}$ ):**

*Trầm tích sông biển* ( $amQ_1^{2b}$ ): gặp hầu hết trong các lỗ khoan bãi triều và khoan biển. Thành phần trầm tích gồm phía dưới là cát, cát sạn, sạn sỏi chuyển lên phía trên là cát mịn, bột sét xám xanh-xám đen, sét dẻo quánh màu xám đen chứa mùn bã thực vật. Trầm tích đầm lầy ven biển ( $mbQ_1^{2b}$ ) gặp ở Đà Nẵng với thành phần chủ yếu là sét, sét bột màu xám xanh, xám đen giàu mùn thực vật, chứa các ở lớp than bùn mỏng. Trong vùng biển Đà Nẵng, trầm tích gồm các lớp cát bột mịn, sét bột xám xanh bị loang lổ nhẹ. Vùng biển Ninh Thuận-Bình Thuận, trầm tích gồm các lớp cát xen bột, bột sét màu xám xanh chứa kết hạch vôi sét. Phần ngoài khơi có thể gặp được các trầm tích biển đang mô tả ở độ sâu dưới 60m .

**Thông Pleistocen - Phụ thống trung-thượng ( $Q_1^{2-3}$ ):** Phun trào bazan ( $BQ_1^{2-3}$ ) không gặp lộ trên mặt, chúng được phát hiện qua giải đoán các băng địa chấn nông độ phân giải cao ở biển Dung Quất – Lý Sơn. ở vùng thứ nhất trên nhiều mặt cắt địa chấn nông đã gặp các dấu hiệu của tầng phun trào bazan xuyên vào tầng trầm tích  $Q_1^2$  và  $Q_1^3$  thường bị phủ bởi tầng trầm tích  $Q_1^{3-2}$ . Chúng có thể nằm theo kiểu bazan dạng cột, ống. Vùng Quảng Ngãi – Ninh Thuận cũng gặp được tầng bazan trên nhưng diện phân bố rộng

hơn kéo dài từ khu vực đảo Lý Sơn tới vịnh Dung Quất. Chiều dày có thể đạt vài chục mét tới hàng trăm mét.

**Thống Pleistocen - Phụ thống thượng, phần dưới ( $Q_1^{3a}$ ):** Đây là tầng trầm tích gặp phổ biến ở vùng biển nông ven bờ (0-30m nước) Việt Nam, gồm các tướng trầm tích:

*Trầm tích sông biển* ( $amQ_1^{3a}$ ) gặp trong các lỗ khoan máy bãi triều, lỗ khoan biển liên quan tới các cửa sông lớn. Phần ngoài khơi các trầm tích trên chuyển tướng ngang với các trầm tích biển.

*Trầm tích biển* ( $mQ_1^{3a}$ ) gặp khá phổ biến trên đáy biển ven bờ Nam Trung Bộ. Vùng biển Đà Nẵng. Vùng biển Quảng Ngãi - Khánh Hòa, chúng lộ trên đáy biển xung quanh khu vực đảo Lý Sơn, Mũi Ba Làng An, Sa Huỳnh, Qui Nhơn. Vùng biển Ninh Thuận - Bình Thuận, chúng lộ ra trên đáy biển vùng Cà Ná, Phan Thiết. Ngoài ra còn gặp được trong các lỗ khoan biển Bình Thuận.

**Thống Holocen:** Đối với vùng biển Dung Quất-Lý Sơn tầng bazan này được phát hiện và theo dõi trên các mặt cắt địa chấn nông độ phân giải cao. Một phần chúng lộ ra trên đáy biển, một phần chúng bị phủ bởi trầm tích  $Q_2^3$ . Còn trong vùng biển Ninh Thuận - Bình Thuận tầng bazan gặp trong lỗ khoan LK92 vùng biển Kê Gà, Cà Ná độ sâu từ 3 – 4,5m với thành phần chủ yếu là bazan bọt, bazan lỗ rỗng xốp, nhẹ, màu xám đen.

**Thống Holocen – Các phụ thống hạ - trung:**

*Trầm tích biển sông* ( $maQ_2^{1-2}$ ) là những di chứng đường bờ biển cổ còn sót lại, chúng thường phân bố ở độ sâu 20-30m nước. Trong vùng biển Đà Nẵng gồm cát, cát sạn, cát lẫn sạn màu xám vàng, trong vùng biển Quảng Nam-Khánh Hòa là cát trung thô màu vàng, xám vàng còn trong vùng biển Ninh Thuận-Bình Thuận là cát mịn-thô lẫn sạn màu từ xám vàng-xám sáng, vàng đỏ.

*Trầm tích biển* ( $mQ_2^{1-2}$ ) là tầng trầm tích phổ biến nhất trên đáy biển lộ

ra ở trong khoảng 10-20m nước. Trong vùng biển Quảng Bình-Đà Nẵng là cát trắng chuyển lên là cát bùn, bùn cát, bùn sét màu xám xanh, trong vùng biển Quảng Nam-Khánh Hòa chủ yếu gồm cát bùn, cát bùn sạn, cát sạn, bùn sét, bùn cát màu xám tới xám xanh, còn trong vùng biển Ninh Thuận-Bình Thuận gồm cát, cát lẫn sạn, sạn cát, cát bùn, sạn cát bùn màu xám, xám xanh giàu vụn sinh vật.

**Thống Holocen - Phụ thống thượng:** Trầm tích biển ( $mQ_2^3$ ) gặp trong khoảng độ sâu 0-15m nước, ở vùng biển Quảng Bình-Đà Nẵng có thành phần là cát hạt trung mịn màu xám, xám trắng, xám sáng, độ chọn lọc và mài tròn rất tốt, vùng biển Quảng Nam-Khánh Hòa có thành phần là cát, cát lẫn sạn màu xám vàng, xám sáng, cát bùn, bùn sét màu xám, xám phớt xanh còn trong vùng biển Ninh Thuận-Bình Thuận có thành phần chủ yếu là cát, cát bùn, cát lẫn sạn màu xám, xám xanh. Trầm tích vịnh biển, đầm phá ( $bmQ_2^3$ ) gặp trên vùng biển Đà Nẵng với thành phần là cát, cát bùn, bùn cát, bùn sét màu xám đến xám đen, xám nâu và trên vùng biển Quảng Nam - Khánh Hòa với thành phần là cát, cát bùn màu xám xanh, xám sáng, giàu vụn sinh vật, san hô.

### **3.3. ĐIỀU KIỆN KINH TẾ - XÃ HỘI**

#### **3.3.1. Dân cư**

Khu vực ven biển Thừa Thiên Huế đến Bình Thuận do có điều kiện thuận lợi cho phát triển kinh tế, giao lưu và hoạt động sinh hoạt của người dân nên có số lượng lớn dân cư cư trú. Khoảng trên 90% dân số toàn vùng là người Kinh sinh sống và định cư lâu dài. Ngoài ra, còn có một số ít các dân tộc khác cùng sinh sống và làm việc như dân tộc Chăm.

Mật độ dân số trung bình của toàn dải ven biển nghiên cứu là 377,8 người/km<sup>2</sup>, cao hơn mức bình quân trung của toàn vùng Nam Trung Bộ là 1,6 lần và cao hơn mức bình quân chung của cả nước. Trong đó, vùng ven biển thành phố Đà Nẵng là nơi có mật độ dân số cao nhất khoảng 2340 người/km<sup>2</sup>,



vùng có mật độ thấp nhất là vùng ven biển của tỉnh Bình Thuận khoảng 155 người/km<sup>2</sup>.

Tại một số khu vực có tập trung cao các dân tộc ít người: Người Chăm ở Ninh Thuận, Bình Thuận. Dân cư chủ yếu sống tập trung ở các thành phố, thị trấn, thị xã, dọc theo đường, cửa sông, cảng ven biển với các nghề nghiệp khác nhau tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên của từng vùng. Trong đó các hoạt động nông – ngư nghiệp là phổ biến nhất, trồng lúa nước ở các đồng bằng duyên hải Miền Trung, hoạt động đánh bắt và nuôi trồng thủy sản. Các ngành công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, dịch vụ, du lịch chủ yếu phát triển ở các đô thị, thành phố, thị xã ven biển

### **3.3.2. Các hoạt động kinh tế - xã hội**

#### *a) Nông nghiệp*

Đến nay, sản xuất nông nghiệp vẫn còn đang là một ngành kinh tế quan trọng nhất của đại bộ phận người dân trong vùng. Đến năm 2010, giá trị sản xuất ngành nông nghiệp vẫn còn chiếm một tỷ trọng lớn, trên 30% trong cơ cấu GDP của khu vực và đang sử dụng gần 70% lao động xã hội, cơ cấu này đang dần thay đổi theo sự phát triển công nghiệp hóa, hiện đại hóa ở khu vực. Thực tế đó cho thấy, sản xuất nông nghiệp vẫn đang tiếp tục là một ngành sản xuất chủ lực, phục vụ trực tiếp điều kiện sống tương đối thấp của đại bộ phận dân chúng trong khu vực nghiên cứu.

Trong sản xuất nông nghiệp, ngoài cây lúa nước là cây trồng chủ lực, các loại cây trồng khác như dâu để nuôi tằm ươm tơ dệt lụa (ở Quảng Nam, Quảng Ngãi), dứa (ở Bình Định), hồ tiêu (rải rác ở nhiều địa phương) cũng được người dân trong vùng chú ý phát triển. Song, do những biến đổi về thị trường, về giá cả, nhất là về chất lượng sản phẩm, các loại cây trồng trên sản xuất chỉ giữ ở mức độ tự phát, manh mún, nhỏ lẻ, không theo một quy hoạch phát triển cụ thể nào, nên giá trị cũng như sản lượng thấp, và rất bấp bênh.

Chăn nuôi có quy mô nhỏ, chủ yếu ở quy mô gia đình, có năng suất, sản lượng và chất lượng thấp. Thời gian gần đây, trước tình hình dịch bệnh tràn lan trên gia cầm, gia súc, ngành chăn nuôi ở khu vực càng thêm khó khăn, nhiều địa phương phải khuyến cáo người dân đình chỉ chăn nuôi trên một diện rộng.

#### *b) Công nghiệp*

Từ năm 2003 đến nay, bằng nhiều hình thức ưu đãi để khuyến khích các thành phần kinh tế mở rộng đầu tư phát triển công nghiệp- tiểu thủ công nghiệp, ngành sản xuất công nghiệp trong khu vực nghiên cứu đang dần có những dấu hiệu tích cực. Cùng với việc môi trường số khu công nghiệp được hình thành với những cơ chế, chính sách ưu đãi, khuyến khích đầu tư khá hấp dẫn, lời cuốn sự chú ý của nhiều nhà đầu tư lớn trong nước cũng như trên thế giới, các cụm công nghiệp dành cho những cơ sở sản xuất có quy mô nhỏ và vừa được hình thành ở nhiều nơi, đã thu hút một lượng vốn rất lớn từ dân chúng.

Để thực hiện thành công sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa và mục tiêu trở thành các tỉnh công nghiệp vào năm 2020, nhu cầu đầu tư phát triển sản xuất công nghiệp của khu vực nghiên cứu hiện nay là rất lớn và rất cấp thiết. Cùng với những ưu đãi khuyến khích đầu tư do các địa phương chủ động tạo ra để mời gọi các nhà đầu tư, nhu cầu phát triển công nghiệp đang tạo cho khu vực một tiềm năng đầy hấp dẫn để thu hút các dòng vốn đầu tư từ bên ngoài. Hiện nay trên tất cả các lĩnh vực sản xuất công nghiệp của khu vực đều rất cần vốn đầu tư để thay đổi máy móc, trang thiết bị kỹ thuật- công nghệ cũ kỹ, lạc hậu

- Ở khu vực vùng nghiên cứu đã hình thành được chuỗi các trung tâm công nghiệp, lớn nhất là Đà Nẵng, tiếp đến là Nha Trang, Quy Nhơn, Phan Thiết. Công nghệ chủ yếu là cơ khí, chế biến nông - lâm - thủy sản và sản xuất hàng tiêu dùng. Việc thu hút đầu tư của nước ngoài đã thúc đẩy sự hình

thành một số khu công nghiệp tập trung và khu chế xuất. Nhờ thế, công nghiệp của vùng đang khởi sắc.

Tuy nhiên, khu vực nghiên cứu rất hạn chế về tài nguyên nhiên liệu, năng lượng. Cơ sở năng lượng (điện) chưa đáp ứng nhu cầu phát triển công nghiệp cũng như các hoạt động kinh tế khác của vùng. Vấn đề này đang được giải quyết theo hướng sử dụng điện lưới quốc gia qua đường dây 500 KV, xây dựng một số nhà máy thủy điện quy mô trung bình như Sông Hình (Phú Yên), Vĩnh Sơn (Bình Định), tương đối lớn như Hàm Thuận - Đa Mi (Bình Thuận), A Vương (Quảng Nam). Ngoài ra, còn nhà máy thủy điện Đa Nhim và Đại Ninh sử dụng nguồn nước từ Tây Nguyên đưa xuống. Trong tương lai, dự kiến nhà máy điện nguyên tử đầu tiên của nước ta sẽ được xây dựng ở khu vực này.

Với việc hình thành vùng kinh tế trọng điểm miền Trung, đặc biệt là xây dựng Khu kinh tế mở Chu Lai, Khu kinh tế Dung Quất và Khu kinh tế Nhơn Hội, thì công nghiệp của dải miền Trung này sẽ có bước phát triển rõ nét trong thập kỉ tới.

### *c) Du lịch*

Với ưu thế của một khu vực có nhiều cảnh quan thiên nhiên và những di tích lịch sử văn hóa nổi tiếng trên thế giới, và một vùng biển đảo trải dài trên 700 km, khu vực từ Thừa Thiên Huế- Bình Thuận có nhiều điều kiện để xây dựng một ngành kinh tế du lịch dịch vụ tổng hợp hiện đại phát triển.

Đi dọc ven biển từ Thừa Thiên Huế đến Bình Thuận là du khách đang đi qua những vùng, miền văn hóa đặc trưng mang đậm bản sắc Việt Nam. Mỗi một vùng đất có những nét riêng từ văn hóa ẩm thực đến văn hóa ứng xử, từ những nét riêng có của từng vùng miền đến những nét có tính hòa quyện, đan xen từ văn hóa nhiều vùng miền của đất nước Việt Nam được hội tụ và thể hiện bằng những nét riêng của con người vùng đất này. Chính những nét vừa có tính chung lại vừa có những nét riêng biệt đặc trưng đó của văn hóa, đã tạo

cho đất và người các tỉnh Duyên Hải Nam Trung Bộ có một sức hút hấp dẫn cho sự khám phá của du khách.

Bên cạnh đó, tiềm năng to lớn của du lịch còn thể hiện qua những nét tinh tế trong ứng xử, trong các giá trị văn hóa, và trong cả mối quan hệ đối xử với thiên nhiên của con người ở khu vực. Qua các lễ hội được tổ chức ở Hội An (Quảng Nam) cho thấy, các giá trị văn hóa, những nét tinh tế vừa nhẹ nhàng- quyn rũ nhưng cũng rất mạnh mẽ- dữ dội, vừa dân dã- đơn giản nhưng cũng rất cầu kỳ- phô trương... của cốt cách con người xứ Quảng đã thực sự thu hút du khách thập phương. Điều này cho thấy, sự phong phú trong các giá trị văn hóa đang hiện tồn và phát triển ở Duyên Hải Nam Trung Bộ thực sự là một nguồn tài nguyên quý giá để phục vụ sự nghiệp phát triển. Và nó hiện được lãnh đạo các tỉnh nghiên cứu khai thác ngày một hiệu quả hơn.

#### *e) Kinh tế biển*

Vùng nghiên cứu gồm 9 tỉnh giáp biển, điều này là điều kiện thuận lợi để phát triển kinh tế biển

#### *\* Nghề cá*

Vùng biển từ Thừa Thiên Huế- Bình Thuận lằm tôm, cá và các hải sản khác. Tỉnh nào cũng có bãi tôm, bãi cá, nhưng các bãi tôm, bãi cá lớn nhất là ở các tỉnh cực Nam Trung Bộ và ngư trường Hoàng Sa - Trường Sa. Sản lượng thủy sản của vùng năm 2005 đã vượt 624 nghìn tấn. Trong đó, riêng sản lượng cá biển đã là 420 nghìn tấn với nhiều loài cá quý như cá thu, cá ngừ, cá trích, cá nục, cá hồng, cá phèn, nhiều loài tôm, mực... Bờ biển có nhiều vụng, đầm phá thuận lợi cho nuôi trồng thủy sản. Việc nuôi tôm hùm, tôm sú đang được phát triển ở nhiều tỉnh, nhất là ở Phú Yên, Khánh Hòa. Hoạt động chế biến hải sản ngày càng đa dạng, phong phú, trong đó nước mắm Phan Thiết ngon nổi tiếng. Trong tương lai, ngành thủy sản sẽ có vai trò lớn hơn trong việc giải quyết vấn đề thực phẩm của vùng và tạo ra nhiều sản

phẩm hàng hoá. Tuy nhiên, vấn đề khai thác hợp lý và bảo vệ nguồn lợi thủy sản có ý nghĩa rất cấp bách.

*\* Du lịch biển*

Vùng biển từ Thừa Thiên Huế- Bình Thuận có nhiều bãi biển nổi tiếng như Thuận An, Lăng Cô (Thừa Thiên Huế), Mỹ Khê (Đà Nẵng), Sa Huỳnh (Quảng Ngãi), Quy Nhơn (Bình Định), Nha Trang (Khánh Hòa), Cà Ná (Ninh Thuận), Mũi Né (Bình Thuận)... Nha Trang đã trở thành điểm đến hấp dẫn đối với du khách trong nước và quốc tế, là trung tâm du lịch lớn của nước ta. Đà Nẵng cũng là một trung tâm du lịch quan trọng. Việc phát triển du lịch biển gắn liền với du lịch đảo và hàng loạt hoạt động du lịch nghỉ dưỡng, thể thao khác nhau.

*\* Dịch vụ hàng hải*

Không ở đâu trên đất nước ta có nhiều địa điểm thuận lợi để xây dựng cảng nước sâu như vùng nghiên cứu. Hiện tại, ở đây đã có các cảng tổng hợp lớn do Trung ương quản lý như Đà Nẵng, Quy Nhơn, Nha Trang và đang xây dựng các cảng nước sâu như Dung Quất. Cảng Tiên Sa là cảng thương mại lớn thứ ba của Việt Nam sau cảng Sài Gòn và cảng Hải Phòng. Năng lực bốc dỡ hàng hoá 4 triệu tấn/năm, có thể tiếp nhận các loại tàu hàng có trọng tải 45.000DWT và các tàu chuyên dùng khác như tàu container, tàu khách, tàu hàng siêu trường siêu trọng. Đặc biệt, ở vịnh Vân Phong sẽ hình thành cảng trung chuyển quốc tế lớn nhất nước ta.

*\* Khai thác khoáng sản ở thềm lục địa và sản xuất muối*

Vùng thềm lục địa ở khu vực nghiên cứu đã được khẳng định là có dầu khí. Hiện nay, đã tiến hành khai thác các mỏ dầu khí ở phía đông quần đảo Phú Quý (tỉnh Bình Thuận). Việc sản xuất muối cũng rất thuận lợi. Các vùng sản xuất muối nổi tiếng là Cà Ná, Sa Huỳnh...

#### *f. Cơ sở hạ tầng*

Việc phát triển cơ sở hạ tầng giao thông vận tải tạo ra thế mở cửa hơn nữa cho vùng và cho sự phân công lao động mới. Việc nâng cấp quốc lộ 1 và đường sắt Bắc - Nam không chỉ làm tăng vai trò trung chuyển của vùng, mà còn giúp đẩy mạnh sự giao lưu giữa các tỉnh trong khu vực nghiên cứu với thành phố Đà Nẵng (một trung tâm phát triển ở phía bắc của vùng) và với Thành phố Hồ Chí Minh nói riêng, Đông Nam Bộ nói chung. Hệ thống sân bay của vùng đã được khôi phục, hiện đại, gồm sân bay quốc tế Đà Nẵng và các sân bay nội địa như Chu Lai, Quy Nhơn, Cam Ranh, Tuy Hoà.

Các dự án phát triển các tuyến đường ngang (như các đường 19, 26...) nối Tây Nguyên với các cảng nước sâu, giúp mở rộng các vùng hậu phương của các cảng này và giúp cho khu vực nghiên cứu mở cửa hơn nữa. Khu vực sẽ có vai trò quan trọng hơn trong quan hệ với các tỉnh Tây Nguyên, khu vực Nam Lào và Đông Bắc Thái Lan.

#### *g) Về văn hóa - xã hội*

Công tác giáo dục và đào tạo, y tế chăm sóc sức khỏe nhân dân được chú trọng. Văn hóa, thể dục thể thao có nhiều hoạt động sôi nổi. Lĩnh vực lao động, việc làm, an sinh xã hội được quan tâm thực hiện tốt. Quốc phòng an ninh, trật tự an toàn xã hội tiếp tục được giữ vững

### **3.4. ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG**

#### **3.4.1. Biến đổi một số yếu tố khí hậu và hiện tượng thời tiết tiêu biểu**

##### **3.4.1.1. Biến đổi của tần số xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ)**

Xoáy thuận nhiệt đới là những hệ thống áp thấp được hình thành trên các vùng đại dương nhiệt đới có hoàn lưu xoáy thuận (ngược chiều kim đồng hồ ở Bắc Bán cầu). Các xoáy thuận nhiệt có tốc gió duy trì cực đại nhỏ hơn 17m/s được gọi là áp thấp nhiệt đới (*tropical depression*), từ 17m/s đến 33m/s được gọi là bão nhiệt đới (*tropical cyclone* hoặc *tropical storm*).

##### **a) Biến đổi của tần số XTNĐ hoạt động trên Biển Đông (XTNĐBD)**

Trong thời kỳ 1960 – 2008 có 610 XTNĐ hoạt động trên khu vực Biển Đông, trung bình mỗi năm có 12,45 cơn. Năm có nhiều XTNĐBBĐ nhất là năm 1995 với 21 cơn, ít XTNĐ nhất là năm 1976 chỉ có 3 cơn.

XTNĐBBĐ phân phối không đồng đều cho các tháng. Từ tháng V đến tháng XII trung bình mỗi tháng có trên 0,5 cơn, nhiều nhất là tháng IX có 2,05 cơn. Từ tháng I đến tháng IV mỗi tháng có không đến 0,2 cơn.

Trên thực tế, thời gian từ tháng V đến tháng XII được coi là mùa bão trên Biển Đông.

Vào tháng IX, có năm (1985) có tới 6 XTNĐ và cũng không ít năm không có cơn nào (1960,1968,1986). Ngược lại,vào tháng II chỉ hai năm 1965 có 1 cơn và 1982 có 2 cơn.

Tần số XTNĐ biển Đông biến đổi từng năm này qua năm khác trình bày trong bảng 9. Dễ dàng nhận thấy, biến suất của tần số XTNĐBBĐ các tháng tỷ lệ nghịch với tần số XTNĐBBĐ trong tháng đó. Vào các tháng ngoài mùa bão, biến suất của XTNĐBBĐ đều trên 200%, trong tháng II lên đến 400%. Ngược lại, vào các tháng mùa bão trị số của đặc trưng này đều dưới 200%, có tháng 49%. Tính chung cả năm, biến suất của XTNĐBBĐ chỉ 30%, xấp xỉ biến suất của nhiều yếu tố khí hậu thông thường.

Tần số XTNĐBBĐ cũng biến đổi từ thập kỷ này qua thập kỷ khác. Trong thời kỳ nghiên cứu, XTNĐBBĐ nhiều nhất trong thập kỷ 1971 – 1980 và ít nhất trong thập kỷ 1961 – 1970.

Biến đổi của tần số XTNĐ ảnh hưởng đến Việt Nam (XTNĐVN)

\* Biến đổi về tần số XTNĐVN

Trong thời kỳ 1960 – 2009 có 381 cơn bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến Việt Nam, trung bình mỗi năm có 7,62 cơn. Năm có nhiều XTNĐVN nhất là các năm 1989, 1995 với 14 cơn mỗi năm, ít nhất là các năm 1969, 1976 chỉ có 2 cơn mỗi năm.

XTNĐVN phân phối không đồng đều cho các tháng. Từ tháng VI đến tháng XI, trung bình mỗi tháng có trên 0,5 cơn, nhiều nhất vào các tháng IX, 1,58 cơn. Thời gian này cũng được coi là mùa bão hay mùa XTNĐ ở nước ta. Vào tháng IX, nhiều năm có tới 4 cơn (1978, 1995, 2006) song cũng có năm không có cơn nào (1966, 1981, 1999). Từ tháng I đến tháng V và cả tháng XII, mỗi tháng trung bình có dưới 0,5 cơn. Đặc biệt vào tháng II trong suốt thời kỳ nghiên cứu chỉ có năm 1965 có XTNĐ ảnh hưởng đến VN.

Biến suất của hầu hết các tháng trong mùa bão đều dưới 200%, bé nhất là tháng IX chỉ 34%. Trong các tháng ngoài mùa bão, biến suất đều trên 150%, riêng tháng II lên đến 1000 %.

Biến suất của tần số XTNĐVN tháng rất lớn so với các yếu tố khác song biến suất của XTNĐVN năm lại ở mức vừa phải, chỉ 45% xấp xỉ các yếu tố quan trọng như lượng mưa, bốc hơi,...

Tần số XTNĐVN cũng biến đổi từ thập kỷ này qua thập kỷ khác. Trong 5 thập kỷ gần đây, XTNĐVN nhiều nhất vào thập kỷ 1981 - 1990 và ít nhất vào thập kỷ 2001 - 2009.

#### \* Biến đổi về mùa bão ở Việt Nam

Mùa XTNĐ hay mùa bão ở Việt Nam biến đổi nhiều từ năm này qua năm khác, thập kỷ này sang thập kỷ khác, kể cả thời gian bắt đầu, cao điểm cũng như thời gian kết thúc.

#### *Thời gian bắt đầu mùa bão*

Trong 50 năm, từ 1960 đến 2009, năm có bão bắt đầu sớm nhất vào tháng I (2008, 2009), nhiều nhất vào tháng VI (26%), tháng VII (20,5%) và muộn nhất vào tháng X (1999). Tính trung bình cho cả thời kỳ nghiên cứu thì mùa bão bắt đầu từ tuần 2 tháng VI, muộn hơn 1 tháng so với mùa bão trên Biển Đông.

Thời gian bắt đầu mùa bão, tính trung bình cho từng thập kỷ cũng khác nhau. Mùa bão bắt đầu vào tuần 3 tháng VI trong thập kỷ 1961–1970, tuần 1



tháng VI trong các thập kỷ 1971–1980 và tuần 2 tháng VI trong thập kỷ 1981–1990. Tính chung cho cả thời kỳ 1961 – 1990, mùa bão bắt đầu vào tuần 2 tháng VI.

Trung bình thập kỷ 1991–2000 mùa bão bắt đầu tuần 1 tháng VI nhưng trong 9 năm đầu của thập kỷ 1991–2000, mùa bão bắt đầu trung bình tuần 3 tháng IV. Tính chung cho cả thời kỳ gần đây (1991–2009) mùa bão bắt đầu vào tuần 1 tháng V. Rõ ràng trong thời kỳ gần đây mùa bão bắt đầu sớm hơn so với thời kỳ 1961 – 1990.

#### *Thời gian cao điểm của mùa bão*

Trong thời kỳ nghiên cứu tháng cao điểm của mùa bão xảy ra sớm nhất vào tháng VII (1971, 1985, 2003), nhiều nhất vào tháng IX (38%), tháng X (24%) và muộn nhất vào tháng XII (2007). Tính trung bình cho cả thời kỳ nghiên cứu, cao điểm của mùa bão ở Việt Nam là tháng IX, trùng với tháng cao điểm của mùa bão trên Biển Đông.

Thời gian cao điểm của mùa bão cũng ít nhiều khác nhau giữa các thập kỷ. Trung bình tháng cao điểm mùa bão rơi vào tuần 1 tháng X trong 3 thập kỷ liên tiếp, 1961–1970; 1971–1980; 1981–1990. Vì vậy cao điểm của mùa bão thời kỳ 1961– 1990 là tuần 1 tháng X.

Thời gian cao điểm của mùa bão trung bình cho thập kỷ 1991–2000 là tuần 3 tháng IX và sớm hơn chút ít, vào tuần 2 tháng X trong năm đầu thập kỷ 2001–2009. Tính chung cho thời kỳ gần đây, cao điểm của mùa bão là tuần 3 tháng IX. Như vậy, trong thời kỳ gần đây, cao điểm của mùa bão sớm hơn chút ít so với thời kỳ 1961 – 1990.

#### *Thời kỳ kết thúc mùa bão*

Trong 50 năm qua, mùa bão kết thúc sớm nhất vào tháng IX (2002), nhiều nhất vào tháng XI (48%), muộn nhất vào tháng XII (nhiều năm). Tính trung bình cho cả thời kỳ nghiên cứu, mùa bão kết thúc vào tuần 2 tháng XI.

Thời gian kết thúc mùa bão, tính trung bình cho các thập kỷ, cũng khác nhau giữa các thập kỷ.

Mùa bão kết thúc vào tuần 1 tháng XI trong các thập kỷ 1961–1970, 1971-1980 và tuần 2 tháng XI cho các thập kỷ 1981–1990. Tính chung cho thời kỳ 1961–1990, mùa bão kết thúc vào tuần 1 tháng XI.

Trong thập kỷ 91–2000, mùa bão kết thúc vào tuần 1 tháng XII và muộn hơn, vào tuần 2 tháng XII. Trong 9 năm đầu của thập kỷ 2001–2010. Tính chung cho cả thời kỳ 1991–2009, mùa bão kết thúc vào tuần 1 tháng XII. Như vậy mùa bão thời kỳ gần đây kết thúc muộn hơn so với thời kỳ 1961 – 1990.

Tóm lại, những khác biệt nổi bật giữa thời kỳ 1961–1990 vào thời kỳ gần đây về mùa bão, bao gồm:

- Đa số các dị thường của mùa bão, bao gồm tháng bắt đầu sớm nhất và muộn nhất, tháng cao điểm muộn nhất và tháng kết thúc sớm nhất đều xảy ra trong thời kỳ gần đây.
- Trong thời kỳ gần đây, mùa bão bắt đầu sớm hơn và kết thúc muộn hơn so với thời kỳ 1961 – 1990.
- Tháng cao điểm của mùa bão trong thời kỳ gần đây sớm hơn chút ít so với thời kỳ 1961 – 1990.

\*Biến đổi về tần số XTNĐ trên các đoạn bờ biển

Để nghiên cứu biến đổi về tần số XTNĐ trên các đoạn bờ biển, bờ biển Việt Nam được phân thành 6 đoạn:

- Bờ biển Bắc Bộ (BB)
- Bờ biển Thanh – Nghệ Tĩnh (TNT)
- Bờ biển Bình Trị Thiên (BTT)
- Bờ biển Đà Nẵng - Bình Định (ĐN-BĐ)
- Bờ biển Phú Yên – Bình Thuận (PY – BT)
- Bờ biển Nam Bộ (NB)

Tỷ trọng tần số XTNĐ trên các đoạn bờ biển trong từng thập kỷ được trình bày trong bảng 11. Trong hai nửa thập kỷ 1961–1965, XTNĐ nhiều nhất trên đoạn bờ biển BB, tương đối nhiều trên đoạn TNT, BTT rồi giảm đi nhanh chóng trên các đoạn bờ biển phía Nam.

Vào thập kỷ 1971–1975, tỷ trọng tần số XTNĐ tăng lên trên đoạn bờ biển TNT và các đoạn bờ biển phía Nam Trung Bộ. Đây là một trong ba nửa thập kỷ đoạn bờ biển BB không chiếm tỷ trọng tần số XTNĐ cao nhất và là nửa thập kỷ tần số XTNĐ có tỷ trọng cao nhất trên đoạn bờ biển TNT.

Trong 4 nửa thập kỷ liên tiếp từ 1976 đến 1995, tỷ trọng tần số XTNĐ lại nhiều nhất trên đoạn bờ biển BB và chiếm vị trí thứ hai lần lượt là các đoạn bờ biển: BTT (1976–1980), ĐN–ĐĐ (1981 – 1985), PY – BT (1986 – 1990; 1991 – 1995).

Trong hai nửa thập kỷ gần đây, tỷ trọng XTNĐ cao nhất lần lượt là ĐN–ĐĐ và TNT và cũng như trong 7 nửa thập kỷ trước đó, đoạn bờ biển NB có tỷ trọng XTNĐ thấp nhất trên toàn dải bờ biển.

Bất luận vào thời kỳ trước (1961–1990) hay thời kỳ gần đây (1991–2007) tần số XTNĐ nhiều nhất trên đoạn bờ biển BB và ít nhất trên đoạn bờ biển NB.

- Tuy nhiên trong thập kỷ gần đây, sự vượt trội về tần số XTNĐ trên đoạn bờ biển BB không được duy trì như các thập kỷ trước đó.

- So với thời kỳ 1961–1990 tỷ trọng XTNĐ trong thời kỳ gần đây giảm đi trên đoạn bờ biển BB, BTT nhưng lại tăng lên trên các đoạn bờ biển khác.

#### **3.4.1.2. Biến đổi của tần số phơ rông lạnh**

Phơ rông lạnh được định nghĩa như là rìa phía trước của khối khí lạnh và khô hơn, đang chuyển động và thay thế dần (ở mức mặt đất) cho khối khí nóng hơn phía trước nó. Trên bản đồ thời tiết frông lạnh được thể hiện bằng đường màu xanh lam với các tam giác có đỉnh hướng về phía di chuyển của frông.

Trong thời kỳ 1960–2009 có 1375 đợt FRL qua Hà Nội, trung bình mỗi năm có 27,5 đợt. Nhiều FRL nhất là năm 1970 với 40 đợt và ít nhất là năm 1994 chỉ có 16 đợt. FRL phân phối không đều cho các tháng. Từ tháng IX đến tháng VI, mỗi tháng trung bình có trên 1 đợt và từ tháng XI đến tháng III mỗi tháng có trên 3 đợt. Ngược lại, tháng VII, tháng VIII trung bình mỗi tháng có không đến 1 đợt. Đây chính là thời gian gián đoạn của năm FRL. Vào tháng I, có năm có tới 9 đợt (1976) và cũng có năm chỉ có 1 đợt (1993). Ngược lại vào tháng VII họa hoằn mới có FRL (1969, 1989).

Tần số FRL biến đổi rõ rệt từ năm này qua năm khác. Biến suất của tần số FRL trong các tháng giữa mùa hè trên 200%, còn trong các tháng khác chỉ 32–46%, nghĩa là biến suất tỷ lệ nghịch với tần số. Tính chung cả năm, biến suất FRL chỉ 16%, tương đối bé so với các yếu tố khác, trừ nhiệt độ.

Tần số FRL cũng biến đổi từ thập kỷ này qua thập kỷ khác. Trong 5 thập kỷ nghiên cứu, FRL nhiều nhất vào thập kỷ 1971–1980 và tương đối ít trong thập kỷ 1991 – 2000.

#### **3.4.1.3. Biến đổi của nhiệt độ**

Mức độ biến đổi của nhiệt độ trung bình năm và các mùa trong năm của các vùng trong cả nước, thời kỳ 1960-2007.

##### **\*Biến đổi hàng năm**

a) Vùng khí hậu Tây Bắc (TB)

Phổ biến là 1–1,6°C vào tháng I; 0,9–1,2°C vào tháng IV; 0,4–0,6°C vào tháng VII; 0,7–0,8°C vào tháng X và chung cho cả năm là 0,3 – 0,5 °C.

$S_T$  tương ứng với các tháng tiêu biểu cho các năm và năm nói trên lần lượt là 6–13%; 3–6%; 1–3%; 2–5%; và 1–3%. Ở TB, mức độ biến đổi của nhiệt độ, xét về trị số tuyệt đối hay biến suất, tương đối lớn trong mùa đông, tương đối bé trong mùa hè và ở mức vừa phải trong các tháng quá độ.

b) Vùng khí hậu Đông Bắc (ĐB)

S phổ biến trong các tháng tiêu biểu và năm lần lượt là:  $1,3-1,6^{\circ}\text{C}$ ;  $1-1,4^{\circ}\text{C}$ ;  $0,4-0,6^{\circ}\text{C}$ ;  $0,6-0,9^{\circ}\text{C}$ ;  $0,4^{\circ}\text{C}$  và Sr tương ứng là 8 – 18 %; 4 - 9 %; 1 – 3 %; 3 – 5 % và 1- 2 %.

Cũng như ở TB, biên suất nhiệt độ trong mùa đông ở ĐB lớn hơn các mùa khác, biên suất nhiệt độ ở vùng núi cao không lớn hơn mấy so với vùng thấp.

c) Vùng khí hậu Đồng bằng Bắc Bộ (ĐBBB)

Là vùng đồng bằng, biên suất nhiệt độ của ĐBBB không hơn kém mấy so với vùng núi TB và ĐB.

d) Vùng khí hậu Bắc Trung Bộ (BTB)

Ở BTB, biên suất nhiệt độ mùa đông thấp hơn chút ít so với các vùng khí hậu ĐB. Vào các mùa khác, biên suất nhiệt độ BTB xấp xỉ của BB.

e) Vùng khí hậu Nam Trung Bộ (NTB)

Độ lệch tiêu chuẩn của nhiệt độ trong các tháng tiêu biểu và năm lần lượt là:  $0,6-1,2^{\circ}\text{C}$ ;  $0,6-0,8^{\circ}\text{C}$ ;  $0,5-0,7^{\circ}\text{C}$ ;  $0,4-0,8^{\circ}\text{C}$ ;  $0,3-0,4^{\circ}\text{C}$  và biên suất tương ứng là 2–6%; 2–3%; 2-3%; 1–3% và 1–2%. Rõ ràng, trên vùng khí hậu NTB biên suất nhiệt độ tương đối đồng đều trong các mùa, xuân, hè, thu và trời hơn chút ít trong mùa đông. Tuy nhiên, so với các vùng khí hậu phía Bắc biên suất nhiệt độ ở NTB cũng như các vùng khí hậu phía Nam, thấp hơn trong mùa đông.

g) Vùng khí hậu Tây Nguyên (TN)

Là vùng núi duy nhất của miền khí hậu phía Nam, song mức độ biến đổi nhiệt độ, phản ánh qua độ lệch tiêu chuẩn và biên suất của TN đều xấp xỉ của NTB trong từng mùa cũng như

h) Vùng khí hậu Đông Nam Bộ và Tây Nam Bộ (ĐNB và TNB)

Trên vùng khí hậu cực Nam, dù ở miền Đông hay miền Tây, đồng bằng hay hải đảo, biến suất nhiệt độ đều xấp xỉ vùng khí hậu NTB và TN và bé hơn các vùng khí hậu phía Bắc.

**\* Biến đổi theo nửa thập kỷ**

Diễn biến từ nửa thập kỷ này sang nửa thập kỷ khác rất khác nhau giữa nhiệt độ trung bình mùa đông với nhiệt độ trung bình mùa hè và nhiệt độ trung bình năm. Đáng chú ý là sự đồng nhất về nhịp điệu giữa các vùng khí hậu trong mùa đông cũng như trong mùa hè.

a) Nhiệt độ trung bình tháng I

Trong tháng I, tháng tiêu biểu cho mùa đông, diễn biến của nhiệt độ trung bình các nửa thập kỷ về đại thể như sau:

Trên các vùng khí hậu, bất luận phía Bắc hay phía Nam, nhiệt độ rất thấp trong nửa thập kỷ 1961–1965, cao hẳn lên trong nửa thập kỷ 1966–1970 rồi giảm đi và đạt mức thấp nhất vào nửa thập kỷ 1981–1985. Từ nửa thập kỷ 1985–1990 nhiệt độ tăng lên rồi giữ ở mức đó hoặc cao hơn hay thấp hơn cho đến nửa thập kỷ 2001–2005. Kết quả là trong ngót 10 nửa thập kỷ của thời kỳ 1960–2007, nhiệt độ thấp nhất vào một trong hai nửa thập kỷ, 1961–1965 hoặc 1981–1985 và cao nhất vào một trong ba nửa thập kỷ gần đây: 1986–1990; 1996–2000 hay 2001 – 2005, đa số là 1996 – 2000.

b) Nhiệt độ trung bình tháng VII

Trong tháng VII, tháng tiêu biểu cho mùa hè, nhiệt độ trung bình các nửa thập kỷ không khác nhau nhiều như trong mùa đông do nhiệt độ mùa hè ít biến đổi hơn như đã nói ở mục trên.

Trên phạm vi cả nước, nhiệt độ thấp nhất đều rơi vào một trong ba nửa thập kỷ của thời kỳ trước: 1961–1965, 1966–1970, 1971–1975 và cao nhất thuộc một trong ba nửa thập kỷ gần đây: 1991–1995, 1996–2000 và 2001–2005 đa số vẫn là 1996 – 2000.

c) Nhiệt độ trung bình năm

Cũng như nhiệt độ mùa hè, nhiệt độ trung bình năm không khác nhau nhiều giữa các thập kỷ. Tuy vậy, trên phạm vi cả nước vẫn có sự phân chia rạch ròi giữa hai giai đoạn trước và sau năm 1975.

Nhiệt độ trung bình nửa thập kỷ thấp nhất đều xảy ra vào một trong 3 nửa thập kỷ trước 1975: 1961–1965, 1966–1970, 1971–1975 đa số vào 1961–1965 và cao nhất đều rơi vào 3 nửa thập kỷ gần đây: 1991–1995, 1996–2000 và 2001–2005, đa số vào 2001 – 2005.

Diễn biến của nhiệt độ trung bình các nửa thập kỷ có những đặc điểm sau đây:

- Nhiệt độ mùa đông, cũng như mùa hè và nhiệt độ năm của các nửa thập kỷ gần đây cao hơn các nửa thập kỷ trước.
- Cũng như nhiệt độ trung bình hàng năm, nhiệt độ trung bình các nửa thập kỷ trong mùa đông cũng biến đổi nhiều hơn trong mùa hè.
- Nửa thập kỷ 1996–2000 được coi là có nhiệt độ cao nhất, trên các vùng khí hậu phía Bắc và các vùng khí hậu phía Nam.

#### ***3.4.1.4. Biến đổi về mưa***

##### **\* Mức độ biến đổi của lượng mưa**

###### *a) Vùng khí hậu Tây Bắc*

Độ lệch tiêu chuẩn phổ biến của lượng mưa là 18–32mm trong tháng I, 50–60 mm trong tháng IV; 100–200 mm trong tháng VII; 40–70 mm trong tháng X và chung cho cả năm là 300–600 mm. Biến suất lượng mưa trong các tháng tương ứng và năm lần lượt là 100–200%; 40–55%; 30–60%; 70–85% và 10–30%. Với mùa mưa là từ tháng V đến tháng IX, độ lệch tiêu chuẩn của lượng mưa tương đối bé trong mùa khô, bé nhất vào tháng khô nhất, ở mức vừa phải trong các tháng quá độ, tương đối lớn trong các tháng mùa mưa, lớn nhất vào các tháng mưa nhiều nhất. Dĩ nhiên, lượng mưa năm có biến suất cao hơn hẳn các tháng.

Biến suất của lượng mưa có phân bố ngược lại với độ lệch tiêu chuẩn, tương đối lớn trong mùa khô, vừa phải trong các tháng quá độ và bé nhất trong mùa ưa. So với các tháng, biến suất của lượng mưa năm bé hơn cả.

*b) Vùng khí hậu Đông Bắc*

Cả độ lệch tiêu chuẩn và biến suất lượng mưa ở ĐB đều cao hơn TB chút ít, do mưa ở đây (ĐB) nhiều hơn, phân bố phức tạp hơn.

*c) Vùng khí hậu Đồng bằng Bắc Bộ*

ĐBBB cũng có nhiều nét tương tự TB và ĐB về trị số cũng như phân bố của các đặc trưng tiêu biểu cho mức độ biến đổi của lượng mưa.

*d) Vùng khí hậu Bắc Trung Bộ*

Với mùa mưa là từ tháng V, tháng VI, tháng VII đến tháng XI, tháng XII, độ lệch tiêu chuẩn phổ biến của lượng mưa trong các tháng I, IV, VII, X lần lượt là 30–100 mm; 30–50 mm; 80–120 mm; 250–400 mm và chung cho cả năm là 400–700 mm. Biến suất lượng mưa phổ biến trong các tháng tương ứng là 50–65%; 60–90%; 65–100%; 25–70% và chung cho cả năm là 25–40%.

Cũng như các vùng khí hậu Bắc Bộ, ở BTB độ lệch tiêu chuẩn tỷ lệ thuận với lượng mưa và biến suất tỷ lệ nghịch với lượng mưa. Đáng chú ý là, ở BTB lượng mưa biến đổi nhiều hơn trong các tháng gió Lào gay gắt và biến suất của lượng mưa năm cũng lớn hơn so với BB.

*e) Vùng khí hậu Nam Trung Bộ*

NTB có mùa mưa muộn hơn BTB, bắt đầu từ tháng VIII, tháng IX, kết thúc vào tháng XII, tháng I. Tính chung cả năm. Độ lệch tiêu chuẩn và cả biến suất của lượng mưa ở NTB đều bé hơn của BTB, phổ biến là 400–600 mm và Sr phổ biến là 20–35%. Có điều là, cả S và Sr trong các tháng mùa khô đều lớn hơn so với các vùng khí hậu phía Bắc.

*g) Vùng khí hậu Tây Nguyên*

Tây Nguyên có mùa mưa tương tự các vùng khí hậu Bắc Bộ và khác hẳn các vùng khí hậu Trung Bộ, bắt đầu từ tháng IV, V và kết thúc vào tháng XI, tháng XII.



Độ lệch tiêu chuẩn phổ biến của lượng mưa trong các tháng tiêu biểu lần lượt là 5–15 mm; 50–85 mm; 60–200 mm; 90–140 mm và cho cả năm là 300–400 mm, nhỏ hơn các vùng khí hậu BB.

Tương tự, biến suất của lượng mưa tương ứng là 150–400%; 50–80%; 30–50%; 40–70%; 15–25%, cao hơn trong mùa khô (I–IV), nhưng thấp hơn trong mùa mưa (VII,X) và cả năm.

#### *h) Vùng khí hậu Đông Nam Bộ và Tây Nam Bộ*

ĐNB và TNB có lượng mưa và mùa mưa tương tự Tây Nguyên. Do đó, trị số của độ lệch tiêu chuẩn cũng như của biến suất đều xấp xỉ TN và phân bố giống với TN.

#### **\* Biến đổi về mùa mưa**

Theo số liệu lượng mưa trung bình, mùa mưa bắt đầu vào tháng IV, tháng V ở TB, ĐB, ĐBBB, tháng V, tháng VI ở phía Bắc của BTB (Thanh Nghệ Tĩnh) tháng VIII, tháng IX ở phía Nam của BTB (Bình Trị Thiên), phía Bắc của NTB (Đà Nẵng, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa) rồi trở lại tháng V, tháng VI ở phía Nam của NTB, TN, NB.

Cao điểm của mùa mưa trung bình vào tháng VII, tháng VIII ở TB, ĐB, ĐBBB, tháng IX, tháng X ở BTB, tháng X, tháng XI ở NTB rồi trở lại vào tháng VIII, tháng IX, tháng X ở TN, NB.

Mùa mưa kết thúc vào tháng IX, tháng X ở TB, tháng IX, tháng X, tháng XI ở ĐB, ĐBBB, tháng XI, tháng XII ở BTB, NTB rồi trở lại tháng X ở TN, tháng XI ở NB.

Biến đổi về mùa mưa có những đặc điểm sau đây:

- Mùa mưa thực tế luôn luôn dao động xung quanh mùa mưa trung bình, xét về tháng bắt đầu, tháng cao điểm cũng như tháng kết thúc.

- Khoảng thời gian xung quanh tháng bắt đầu, tháng cao điểm và tháng kết thúc của mùa mưa trung bình là 3–6 tháng tùy thuộc vào đặc tính mùa mưa trên từng vùng khí hậu:

+ Trên vùng khí hậu TB, ĐB, ĐBBB, TN, NB khoảng dao động xung quanh tháng bắt đầu và tháng kết thúc thường rất ngắn nhưng khoảng dao động xung quanh tháng cao điểm lại rất dài.

+ Trên vùng khí hậu BTB, NTB thì khác hơn, dao động xung quanh tháng bắt đầu và tháng kết thúc thường rất dài trong khi dao động xung quanh tháng cao điểm lại rất ngắn.

Giữa thời kỳ 1961–1990 và thời kỳ gần đây có những đặc điểm sau đây về biến đổi mùa mưa trên các vùng khí hậu:

*a) Vùng khí hậu Tây Bắc*

Trong thời kỳ gần đây, mùa mưa ở TB thì bắt đầu vào một trong 3 tháng: III, IV, V và kết thúc vào một trong 3 tháng: VIII, IX, X so với 4 – 5 tháng (III – VII, VIII – XI) của thời kỳ 1961 – 1990.

*b) Vùng khí hậu Đông Bắc*

Trong thời kỳ gần đây, có năm cao điểm của mùa mưa muộn hơn và có năm kết thúc mùa mưa sớm hơn trung bình của thời kỳ 1961 – 1990.

*c) Vùng khí hậu Đồng bằng Bắc Bộ*

Trong thời kỳ gần đây, tháng bắt đầu mùa mưa tập trung vào tháng V, tháng cao điểm mùa mưa tập trung hơn vào tháng VII. Cá biệt có năm mùa mưa kết thúc rất muộn hoặc bắt đầu rất sớm.

*d) Vùng khí hậu Bắc Trung Bộ*

Trong thời kỳ gần đây, có năm mùa mưa kết thúc ngay từ tháng X, rất sớm so với thời kỳ 1961 – 1990.

*e) Vùng khí hậu Nam Trung Bộ*

Trong thời kỳ gần đây, có năm cao điểm mùa mưa xảy ra ngay từ tháng IV, và ngược lại có năm mùa mưa kết thúc khá sớm.

*g) Vùng khí hậu Tây Nguyên*

Hầu như không có thay đổi đáng kể về mùa mưa giữa thời kỳ gần đây và thời kỳ 1961 – 1990.

#### *h) Vùng khí hậu Nam Bộ*

Trong thời kỳ gần đây, tần suất mùa mưa bắt đầu muộn (vào tháng V) có phần nhiều hơn so với thời kỳ 1961 – 1990.

### **3.4.2. Xu thế biến đổi khí hậu ở Việt Nam**

#### **3.4.2.1. Xu thế biến đổi của tần số XTNĐVN**

Tính xu thế trong biến đổi của tần số XTNĐVN được ghi nhận thông qua một số biểu hiện sau đây:

- Phương trình xu thế của tần số XTNĐVN có dạng  $x_t = 7,04 + 0,0226t$

Nghĩa là, tần số XTNĐVN tăng lên với tốc độ xu thế 0,0226 cơn mỗi năm hay 0,226 cơn mỗi thập kỷ. Tuy nhiên, với  $r_{xt} = 0,1063$  phương trình xu thế không đạt tiêu chuẩn chặt chẽ ( $r_{xt} < 0,288$ ).

- Nếu tính thời kỳ gần đây là từ 1986 đến 2009 và thời kỳ trước là từ 1960 đến 1985 thì tần số XTNĐVN trong thời kỳ gần đây (7,88) nhiều hơn so với thời kỳ trước (7,35). Có điều là, xu thế đó là sự gia tăng của tần số XTNĐVN trong các tháng ngoài mùa bão (1,28 của thời kỳ gần đây so với 0,58 của thời kỳ trước), còn trong các tháng mùa bão, tần số XTNĐVN thời kỳ gần đây là 6,59 xấp xỉ hoặc thấp hơn chút ít so với 6,77 của thời kỳ trước.

Những năm XTNĐVN nhiều nhất (1989, 1995) đều là của thời kỳ gần đây còn những năm XTNĐVN ít nhất (1969, 1971) là của thời kỳ trước.

#### **3.4.2.2. Xu thế biến đổi của tần số fron lạnh**

Tính xu thế trong biến đổi của tần số FRL được đánh giá thông qua các dấu hiệu sau đây:

a) Phương trình xu thế của tần số FRL có dạng:

$$x_t = 27,508 - 0,0019 t$$

Nghĩa là tần số FRL hàng năm giảm với tốc độ xu thế rất thấp chỉ 0,0019 đợt mỗi năm hay 0,019 đợt mỗi thập kỷ.

Có điều là,  $v_{ir_{xt}} = 0,0397$ , phương trình xu thế không đạt tiêu chuẩn chặt chẽ.

b) Với tốc độ xu thế âm, tần số FRL trong thời kỳ gần đây (1991- 2009) chỉ bằng 95% thời kỳ 1961 – 1990.

c) Như trên đã nói thập kỷ 1991–2000 của thời kỳ gần đây có tần số FRL rất thấp so với thời kỳ trước, nhất là thập kỷ 1971–1980. Hơn nữa kỷ lục thấp của FRL cũng là thập kỷ 1991 –2000 trong thời gian gần đây, kỷ lục cao là của thập kỷ 1971–1980 thuộc thời kỳ trước.

### **3.4.2.3. Xu thế biến đổi của nhiệt độ**

Tốc độ xu thế của nhiệt độ:

Có thể nhận định như sau về tốc độ xu thế của nhiệt độ các mùa và năm trong khoảng 50 năm của thời kỳ nghiên cứu:

#### **a) Mùa đông**

Nhiệt độ tăng với tốc độ phổ biến  $0,1-0,4^{\circ}\text{C}$  mỗi thập kỷ, tương đối cao ở các vùng khí hậu phía Bắc, cao nhất ở TB và tương đối thấp ở các vùng khí hậu phía Nam, thấp nhất ở Nam Bộ. Ngoài ra, tốc độ xu thế ở vùng núi cũng cao hơn vùng đồng bằng và do đó, là một vùng núi ở phía Nam, TN có tốc độ xu thế vượt cả ĐB, ĐBBB và BTB. So trên hầu hết các vùng khí hậu khác, tốc độ xu thế của nhiệt độ mùa đông cao hơn hẳn các mùa khác.

#### **b) Mùa xuân**

Tốc độ xu thế của nhiệt độ phổ biến là  $0,04-0,17^{\circ}\text{C}$  mỗi thập kỷ, tương đối đồng đều trên hầu hết các vùng khí hậu, trừ TB với tốc độ thấp hơn các vùng kế cận. Mùa xuân có tốc độ xu thế của nhiệt độ thấp hơn mùa đông.

#### **c) Mùa hè**

Nhiệt độ tăng với tốc độ phổ biến là  $0,10-0,18^{\circ}\text{C}$ , thấp hơn mùa đông và xấp xỉ mùa xuân. Cũng như mùa xuân, tốc độ xu thế của nhiệt độ mùa hè khá đồng đều trên các vùng khí hậu từ Bắc đến Nam.

#### *d) Mùa thu*

Tốc độ xu thế của nhiệt độ phổ biến là 0,10–0,15°C, thấp hơn mùa đông và xấp xỉ các mùa khác. Tuy nhiên, khác với mùa xuân, tốc độ xu thế khác nhau nhiều giữa các vùng, tương đối cao ở các vùng khí hậu phía Bắc, cao nhất ở ĐBBB và tương đối thấp ở các vùng khí hậu phía Nam, thấp nhất ở NB.

#### *e) Năm*

Căn cứ vào tốc độ xu thế của đa số trạm trên từng vùng khí hậu, chúng tôi ước lượng xu thế và mức tăng nhiệt độ trung bình trong 50 năm qua là 0,6–1,8<sup>0</sup>C trong mùa đông, 0,2–0,8°C trong mùa xuân, 0,5–0,9°C trong mùa hè và 0,4–0,8°C trong mùa thu. Tính chung cả năm, mức tăng nhiệt độ trong năm thập kỷ vừa qua là 0,6 – 0,9°C.

### **3.4.2.4. Xu thế biến đổi của lượng mưa**

#### *a) Năm*

Do chịu ảnh hưởng nhiều của xu thế lượng mưa mùa hè và mùa thu nên xu thế của lượng mưa năm phổ biến là giảm trên các vùng khí hậu phía Bắc bao gồm: TB, ĐB, ĐBBB, BTB và tăng trên các vùng khí hậu phía Nam, rõ rệt nhất ở NTB. Tốc độ xu thế phổ biến là 2–10mm/năm cá biệt lên đến 15mm/năm như ở Trà My, Bảo Lộc, hai trung tâm mưa lớn ở NTB và TN.

#### **- Mùa xuân (III – V)**

Trong thời kỳ 1961–2007, xu thế của lượng mưa trong mùa xuân ở nước ta phổ biến là tăng, với tốc độ 1–3 mm/năm, chủ yếu ở các vùng khí hậu phía Bắc. Tuy nhiên, do tỷ trọng lượng mưa mùa xuân trong lượng mưa năm rất thấp nên không đóng góp nhiều vào xu thế lượng mưa cả năm.

**- Mùa hè (VI – VIII)**

Xu thế lượng mưa mùa hè rất khác nhau trên các vùng khí hậu, đa số là giảm trên các vùng khí hậu Bắc Bộ (TB, ĐB, ĐBBB), tăng chiếm đa số ở BTB, NTB, TN và NB, với tốc độ phổ biến là 1–3 mm/năm. Mùa hè là mùa mưa ở TB, ĐB, ĐBBB, TN và NB, xu thế lượng mưa mùa hè tác động mạnh mẽ đến xu thế lượng mưa năm ở trên các vùng khí hậu BB, TN và NB.

**- Mùa thu (IX – XI)**

Xu thế lượng mưa mùa thu phổ biến là giảm ở các vùng khí hậu phía Bắc và tăng ở các vùng khí hậu phía Nam, với tốc độ phổ biến lên đến 2–7 mm/năm. Mùa thu là mùa mưa chính ở TB và có nhiều tháng mưa đáng kể ở cả BB và NB. Với tốc độ xu thế tương đối lớn và tỷ trọng lượng mưa cũng lớn nên xu thế lượng mưa mùa thu ảnh hưởng nhiều nhất đến xu thế lượng mưa năm.

**- Mùa đông (XII-II)**

Xu thế lượng mưa mùa đông thiên về giảm ở TB, ĐBBB, BTB và thiên về tăng ở ĐB và tăng phổ biến ở NTB, TN, NB. Song với tốc độ xu thế rất bé, không đến 1 mm. Nói chung xu thế lượng mưa mùa đông cũng như mùa xuân không ảnh hưởng nhiều đến xu thế lượng mưa năm.

*b) So sánh lượng mưa các thời kỳ*

Kết quả tất yếu của biến đổi có tính xu thế là sự chênh lệch ( $\Delta$ ) đáng kể về lượng mưa giữa thời kỳ gần đây (1991–2007) với lượng mưa thời kỳ nghiên cứu (1960–2007) hoặc với thời kỳ 1961 – 1990.

Trên các vùng khí hậu phía Bắc, với xu thế giảm có tính phổ biến của lượng mưa, đa số vùng có hiện tượng lượng mưa thời kỳ gần đây giảm đi so với thời kỳ 1961 – 1990.

Ở TB, khoảng 60% trạm khí tượng có lượng mưa thời kỳ gần đây giảm đi so với thời kỳ 1961–1990 ( $\Delta$ âm), với mức tăng hoặc giảm lên đến 60 – 150 mm.

Ở ĐB, khoảng 80% trạm khí tượng có  $\Delta$ âm, với trị số tuyệt đối khoảng 150–330 mm. Đáng chú ý là, trung tâm mưa lớn Bắc Quang là một trong số rất ít nơi thuộc vùng ĐB có xu thế lượng mưa tăng lên.

Ở ĐBBB, hầu hết trạm khí tượng có  $\Delta$ âm với trị số mưa giảm khoảng 50–200 mm trên vùng đồng bằng và dưới 50mm trên các vùng hải đảo.

Ở BTB, hầu hết trạm khí tượng trên các tỉnh phía Bắc đều có lượng mưa thời kỳ gần đây giảm đi so với thời kỳ 1961–1990, mưa giảm từ 30 đến 300 mm. Riêng ở tỉnh Thừa Thiên Huế, lượng mưa thời kỳ gần đây tăng lên rõ rệt so với thời kỳ 1961 – 1990.

Đáng chú ý là, lượng mưa thời kỳ gần đây giảm đi chủ yếu là trong mùa thu (IX – XI) đồng thời là cuối mùa mưa.

Trên các vùng khí hậu phía Nam, với xu thế giảm có tính phổ biến của lượng mưa, các vùng đều có hiện tượng lượng mưa thời kỳ gần đây tăng lên so với thời kỳ nghiên cứu.

Ở NTB, hầu hết trạm khí tượng có lượng mưa tăng lên với mức tăng khá cao phổ biến 150–250 mm, cá biệt ở Tuy Hòa lên đến 491 m. Đặc biệt ở trung tâm mưa lớn Trà My, Ba Tơ, mức chênh lệch lên đến 500 – 600 mm.

Ở TN, khoảng 70% trạm khí tượng có lượng mưa thời kỳ gần đây tăng lên với  $\Delta$  rất khác nhau, nhiều nhất ở trung tâm mưa lớn Bảo Lộc, 400 mm.

Ở Nam Bộ, khoảng 80% trạm khí tượng có lượng mưa thời kỳ gần đây giảm đi so với thời kỳ 1961–1990 với mức giảm phổ biến 100–200 mm.

### **3.4.3. Biểu hiện và các tác động của biến đổi khí hậu tại miền Trung**

Hiện nay, ảnh hưởng và tác động của biến đổi khí hậu như sự nóng lên của trái đất, nước biển dâng, diễn biến của khí hậu ngày càng khắc nghiệt không còn là chuyện của thế giới, của những nhà khoa học mà nó đang trở thành một hiểm họa thực sự cho Việt Nam nói chung và và đới bờ miền Trung (Thanh Hóa- Bình Thuận) nói riêng.

Nhận thức rõ hiểm họa của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, Nhà nước Việt Nam đã đề ra chiến lược, chương trình mục tiêu ứng phó với biến đổi khí hậu.

Kịch bản biến đổi khí hậu - nước biển dâng cho Việt nam 2009 [7, 8, 10], đã nêu những biểu hiện cụ thể biến đổi khí hậu, nước biển dâng ở Việt Nam như sau:

- *Nhiệt độ*: Trong 50 năm qua (1958 - 2007), nhiệt độ trung bình năm ở Việt Nam tăng lên khoảng từ  $0,5^{\circ}\text{C}$  đến  $0,7^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ mùa đông tăng nhanh hơn nhiệt độ mùa hè và nhiệt độ ở các vùng khí hậu phía Bắc tăng nhanh hơn ở các vùng khí hậu phía Nam.

- *Lượng mưa*: Trên từng địa điểm, xu thế biến đổi của lượng mưa trung bình năm trong 9 thập kỷ vừa qua (1911 - 2000) không rõ rệt theo các thời kỳ và trên các vùng khác nhau: có giai đoạn tăng lên và có giai đoạn giảm xuống. Lượng mưa năm giảm ở các vùng khí hậu phía Bắc và tăng ở các vùng khí hậu phía Nam. Tính trung bình trong cả nước, lượng mưa năm trong 50 năm qua (1958 - 2007) đã giảm khoảng 2%.

Những năm gần đây, do ảnh hưởng của BĐKH, những trận mưa lớn xảy ra ngày càng khắc nghiệt tại miền Trung. Đặc biệt vào năm 1999, những trận mưa liên tục từ 18 tháng 10 đến 6 tháng 11 đã nâng mực nước các sông lớn ở miền Trung đến độ cao chưa từng thấy. Gần 1.4 m (1384 mm) nước mưa đã đổ xuống thành phố Huế trong vòng 24 giờ (từ 7 giờ sáng ngày 2 đến 7 giờ sáng ngày 3 tháng 11), làm mực nước Sông Hương lên cao gần 6 m, cao hơn mực nước trận lụt năm 1953 đến 0.46 m. Lượng nước mưa vào ngày 2 tháng 11 tại Huế là lượng nước mưa lớn thứ nhì trên thế giới, sau kỷ lục 1870 mm đo được tại Cilaos, đảo Réunion vào ngày 16 tháng 3 năm 1952. Tiếp đến là các trận mưa lớn đã xảy ra từ ngày 1 đến 7 tháng 12, nhất là ở hai tỉnh Quảng Nam và Quảng Ngãi. Lượng nước mưa lên đến 2192 mm ở thượng lưu Sông Tam Kỳ và 2011 mm ở gần Ba Tư. Đặc điểm của trận lụt



năm 1999 là nước lũ dâng cao rất mau nhưng xuống chậm, làm nhiều nơi bị lụt ngập đến 3-4 ngày.

- *Không khí lạnh*: Số đợt không khí lạnh ảnh hưởng tới Việt Nam giảm đi rõ rệt trong hai thập kỷ qua. Tuy nhiên, các biểu hiện dị thường lại thường xuất hiện mà gần đây nhất là đợt không khí lạnh gây rét đậm, rét hại kéo dài 38 ngày trong tháng 1 và tháng 2 năm 2008 ở Bắc Bộ.

- *Bão, hạn hán*: Những năm gần đây, bão có cường độ mạnh xuất hiện nhiều hơn. Quỹ đạo bão có dấu hiệu dịch chuyển dần về phía nam và mùa bão kết thúc muộn hơn, nhiều cơn bão có đường đi dị thường hơn.

Miền Trung là vùng chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của các cơn bão hàng năm đổ vào Việt Nam gây nên những thiệt hại lớn về người và vật chất.

Và gần đây nhất ở miền Trung sáu trận lụt liên tiếp chưa từng có đã gây thiệt hại nặng nề cho người dân. Bên cạnh đó, miền Trung và đặc biệt là Nam Trung Bộ trong 6 tháng đầu năm 2013 hầu như chưa xuất hiện đợt mưa to nào. Khu vực Quảng Bình đến Khánh Hòa có mưa do ảnh hưởng của áp thấp nhiệt đới phía nam biển Đông với lượng mưa từ 40-60mm chỉ góp phần làm giảm hạn hán trong khu vực.

- *Mực nước biển*: Số liệu quan trắc tại các trạm hải văn dọc ven biển Việt Nam cho thấy tốc độ dâng lên của mực nước biển trung bình ở Việt Nam hiện nay là khoảng 3mm/năm (giai đoạn 1993 - 2008), tương đương với tốc độ tăng trung bình trên thế giới. Trong khoảng 50 năm qua, mực nước biển tại Trạm hải văn Hòn Dấu dâng lên khoảng 20cm.

Trong khoảng 10 - 15 năm trở lại đây, đã có các đề tài nghiên cứu về dao động mực nước biển nói chung và đặc biệt mực nước biển dâng dọc ven biển Việt Nam. Trong công trình “Thủy triều biển Đông và sự dâng lên của mực nước ven bờ Việt Nam” (Đề tài cấp KT03.03, 1995) do GS.TSKH Nguyễn Ngọc Thụy làm chủ nhiệm, các tác giả đã có một số kết quả đánh giá

xu thế mực nước biển dâng dọc ven biển Việt Nam dựa vào số liệu quan trắc mực nước ở một số trạm.

Biến đổi khí hậu tại Việt Nam ngày càng khắc nghiệt. Biến đổi khí hậu sẽ tác động nghiêm trọng tới Việt Nam trong thời gian tới. Nhiệt độ toàn quốc tăng cao, hạn hán kéo dài và bất thường, nguồn nước ở các hệ thống sông lớn có xu hướng giảm nhanh.

Riêng ở Việt Nam, nước biển dâng sẽ khiến 22 triệu người Việt Nam mất nhà cửa với thiệt hại lên tới 10% GDP. Lũ lụt và bão tố mạnh hơn cũng có thể làm chậm những tiến bộ trong phát triển con người ở những vùng dân cư chính yếu, kể cả duyên hải Nam Trung Bộ. Theo ông Nguyễn Tâm Hùng, Sở Tài nguyên & Môi trường tỉnh Quảng Ngãi “tình hình BĐKH ở địa phương này đã ảnh hưởng lớn đến cuộc sống sinh kế của các cộng đồng dân cư nghèo”. Đây là địa phương chịu nhiều thiên tai trên cả nước, chỉ riêng năm 2010, địa phương này đã thiệt hại hàng trăm tỷ đồng do lũ lụt. Nhiều dấu hiệu môi trường thay đổi ngày càng khắc nghiệt đã xảy ra, gây thiệt hại cả về người và của như những đợt rét kéo dài làm chết hàng ngàn gia súc, lũ lụt ngày càng dữ dội.

Đối với tỉnh Bình Thuận, hầu như năm nào cũng xảy ra hạn hán gây thiệt hại rất lớn về kinh tế và ảnh hưởng tới đời sống xã hội của một bộ phận dân cư không nhỏ. Theo thống kê cho thấy, hàng năm địa phương này có từ 5.000- 8.000 ha diện tích đất nông nghiệp bị hạn nặng.

## **Chương 4**

### **XÁC ĐỊNH VAI TRÒ BẢO VỆ CỦA CỎN CÁT VÀ QUY HOẠCH CỎN CÁT NHƯ MỘT TUYẾN ĐỀ BIỂN TỰ NHIÊN CHO KHU VỰC VEN BIỂN MIỀN TRUNG VIỆT NAM**

#### **4.1. ĐÁNH GIÁ VAI TRÒ CỦA CỎN CÁT TRONG VIỆC BẢO VỆ BỜ BIỂN NHƯ MỘT TUYẾN ĐỀ BIỂN**

##### **4.1.1. Vai trò bảo vệ của cỏn cát**

###### **4.1.1.1. Vai trò bảo vệ**

Hệ thống cỏn cát có thể tạo ra công trình bảo vệ ven biển một cách tự nhiên. Cỏn cát ven biển là giải pháp bảo vệ rẻ nhất và hiệu quả nhất chống lại các tác động của ngập lụt, xói lở bờ do bão gây ra. Cỏn cát giảm các tác động của bão và sóng cao, ngăn chặn hoặc làm chậm lại sự xâm nhập của nước vào đất liền. Cỏn cát ven biển giữ lại lượng cát để có thể bổ xung vào các khu vực bãi biển bị xói lở sau các cơn bão. Cỏn cát ven biển bảo vệ cho vùng đất phía sau, có vai trò như một vùng đệm chống lại tác động xói lở.

Các thuộc tính quan trọng nhất xét theo khía cạnh bảo vệ ven biển của cỏn cát là đỉnh cỏn cát (ở trên mực nước biển trung bình và mực nước trong bão), hình dạng hình học và chiều rộng cỏn cát. Hệ thống cỏn cát có giá trị bảo vệ lớn nhất phải xét đến cả chiều cao và chiều rộng, thêm vào đó là tính nguyên trạng dọc theo bờ biển của nó. Các hệ thống cỏn cát liên tục thường tạo ra giá trị bảo vệ lớn nhất.

Mức độ của lớp phủ thực vật trên cỏn cát cũng là một sự trợ giúp quan trọng tác động đến giá trị bảo vệ của cỏn cát, bởi vì nó tạo ra sức cản của cỏn cát đối với cả tác động gió và các yếu tố hải văn, khi đó cỏn cát thực sự như một con đê tự nhiên vững chắc trước sức phá hoại của gió và sóng. Đê tự nhiên này cũng có thể được gia cố vững chắc thêm bằng cách tăng chiều cao và sự ổn định của nó bằng một số biện pháp công trình.

Ở một số vùng thuộc bãi biển Việt Nam, theo đánh giá sơ bộ, một số hệ thống các cồn cát ven biển có thể đảm nhận chức năng bảo vệ ven biển một cách an toàn mà không cần thêm một biện pháp công trình gia cố nào.

#### ***4.1.1.2. Các mức độ đánh giá vai trò bảo vệ của cồn cát***

Tùy thuộc vào các đặc trưng hình học và cấu trúc lớp cát, lớp phủ thực vật nhân tạo hoặc tự nhiên của cồn cát cũng như phạm vi, vị trí các khu vực hạ tầng (nhà cửa, dân cư..) so với vị trí các hệ thống cồn cát mà có thể đưa ra các mức độ đánh giá vai trò bảo vệ của cồn cát ven biển trên khía cạnh là 1 hệ thống đê biển tự nhiên.

*Có thể xem xét các mức độ sau:*

- Cồn cát có vai trò bảo vệ thấp:

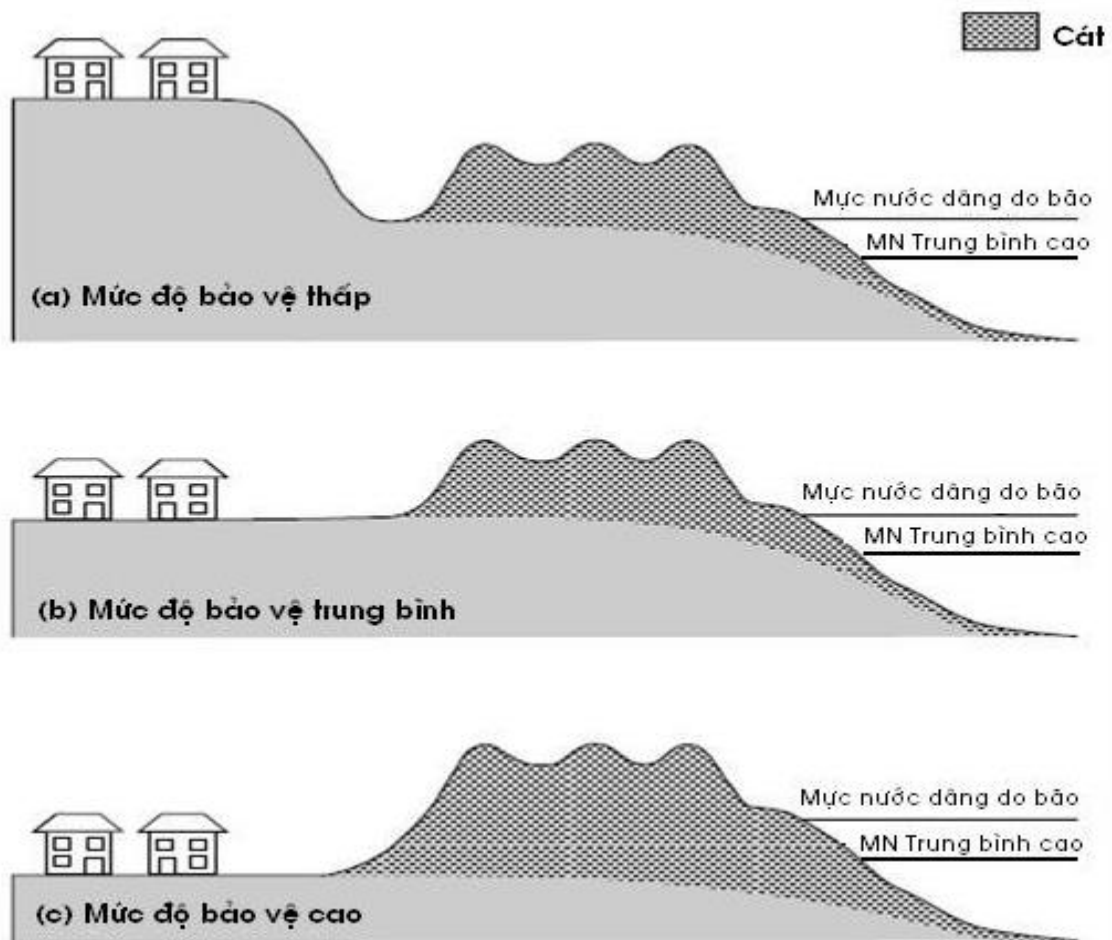
Trong trường hợp này các khu vực hạ tầng, dân cư nằm ở trên các vùng đất phía sau có cao độ trung bình lớn hơn cao độ đỉnh cồn cát và được ngăn cách với cồn cát bằng các đầm, vịnh nhỏ, lạch sông

- Cồn cát có vai trò bảo vệ trung bình:

Với trường hợp này, các khu vực hạ tầng, dân cư nằm ở trên các vùng đất phía sau cồn cát có cao độ trung bình lớn hơn mực nước biển cao nhất trung bình và thấp hơn mực nước biển trong bão

- Cồn cát có vai trò bảo vệ cao:

Với trường hợp này, các khu vực hạ tầng, dân cư nằm ở trên các vùng đất phía sau cồn cát có cao độ trung bình bằng hoặc thấp hơn mực nước biển cao nhất trung bình và thấp hơn nhiều so với mực nước biển trong bão



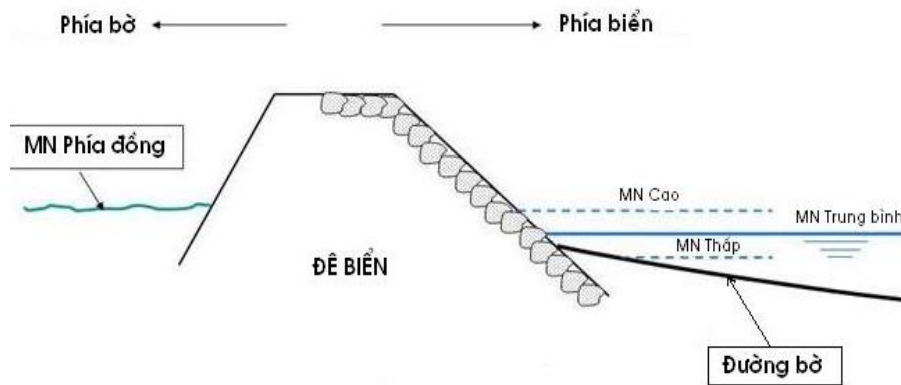
**Hình 4.1. Mô tả vai trò bảo vệ của cồn cát ven biển**

(Nguồn: Tiêu chuẩn thiết kế đê biển, 2012)

#### **4.1.2. Phân biệt giữa đê biển và hệ thống cồn cát**

##### **4.1.2.1. Đê biển**

Đê biển là một công trình nhân tạo, được xây dựng có mục đích rõ ràng là bảo vệ sinh mạng, tài sản, hạ tầng ở vùng đất liền phía trong khỏi các tác động bất lợi từ biển. Nguyên tắc hoạt động cơ bản đối với một tuyến đê biển là nếu đê biển bị tác động bởi bão, mực nước cao, sóng cao..., thì hình dạng của tuyến đê trước và sau khi bị tác động về cơ bản là không thay đổi. Tuy nhiên, điều này chỉ chắc chắn khi sự tác động của các yếu tố từ biển có giá trị hoặc nhỏ hơn hoặc gần với các điều kiện thiết kế của đê biển.



**Hình 4.2. Sơ đồ mô tả mặt cắt đê biển**

#### **4.1.2.2. Cồn cát**

Hệ thống cồn cát ven biển chính là cách bảo vệ khá mềm dẻo đối với vùng ven biển, trong trường hợp đặc biệt, với yêu cầu bảo vệ dân sinh hạ tầng sau và trên cồn cát, sự tồn thất và bị phá hủy của cồn cát là không được phép. Tuy nhiên, trong thực tế một cồn cát tự nhiên có thể bị phá hủy hoặc bị xói lở nghiêm trọng nếu không có hoặc có các giải pháp bảo vệ nhưng có thể không đáp ứng được các yêu cầu về an toàn.

Tuy nhiên, cũng giống như đê biển, một hệ thống cồn cát có thể là một công trình bảo vệ ven biển thích hợp. Trong trường hợp cồn cát làm việc như một công trình bảo vệ (tất nhiên là phải đủ vững chắc; đạt được chiều cao, chiều rộng yêu cầu) thì nó được coi là 1 phần trong toàn bộ các giải pháp bảo vệ ven biển.

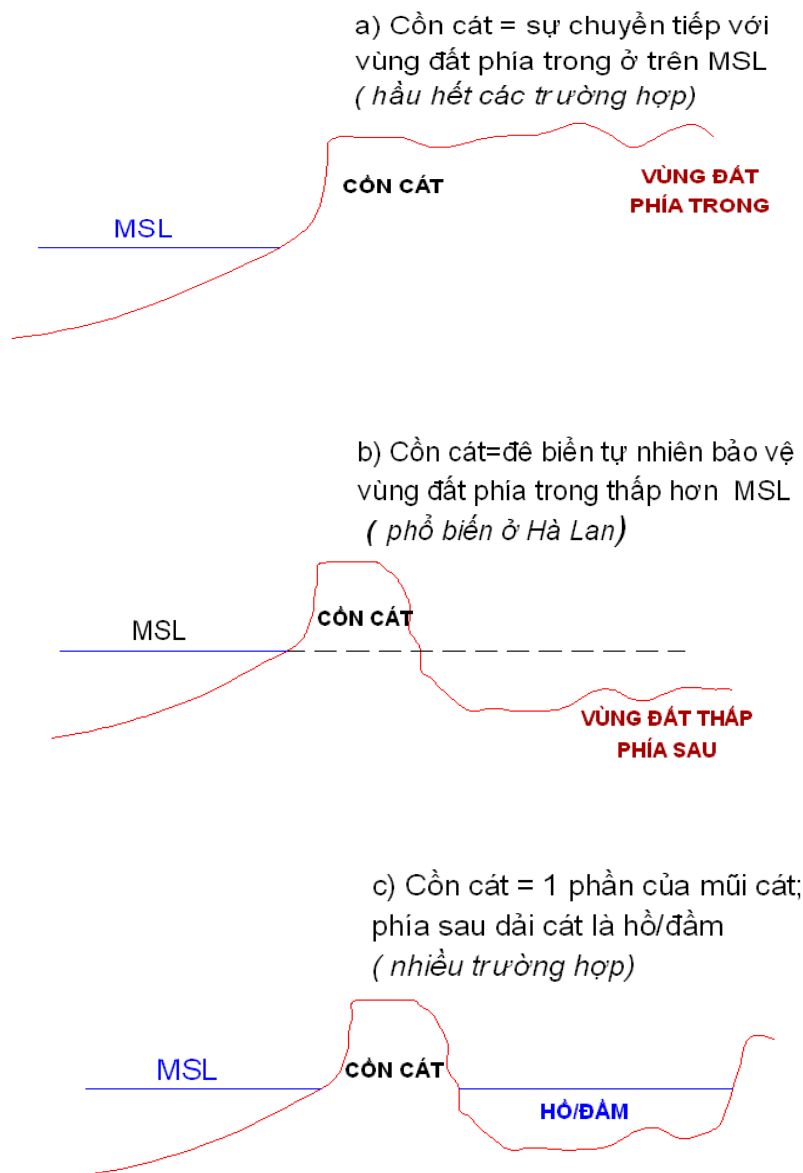
#### **4.1.3. Mô tả vai trò của cồn cát ven biển qua minh họa từ các mặt cắt ngang điển hình**

Cách phân loại này tương đối đơn giản và khá thực tế, dựa chủ yếu trên mặt cắt ngang điển hình, dễ đánh giá và nhận biết. Cách phân loại này đã được chuyên gia Hà Lan giới thiệu trong các hội thảo trong chương trình đê biển.

a) *Cồn cát đơn giản chỉ là vùng chuyển tiếp giữa biển và vùng đất liền phía trong, đây là trường hợp phổ biến đối với các bãi biển/cồn cát trên thế giới.*

b) *Cồn cát bảo vệ toàn bộ vùng đất thấp trong đất liền phía ngay sau nó. Trường hợp này thể hiện điển hình ở vùng ven biển Hà Lan.*

c) *Cồn cát chắn ngoài các khu vực đầm phá hay vùng cửa sông rộng. Trường hợp này cũng khá phổ biến và xuất hiện nhiều ở Việt Nam*

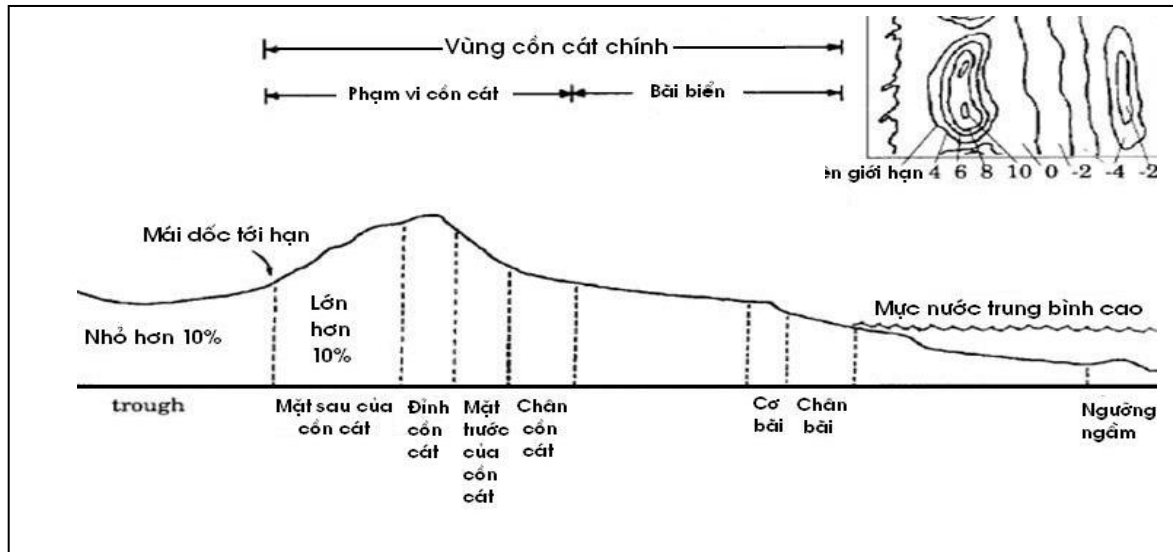


**Hình 4. 3. Sơ đồ mô tả vai trò các cồn cát trong việc bảo vệ ven biển**

## 4.2. CÁC TIÊU CHÍ KỸ THUẬT CỦA CỒN CÁT NHƯ ĐÊ BIỂN TỰ NHIÊN

### 4.2.1. Xác định phạm vi cồn cát có vai trò như đê biển tự nhiên

Các cồn cát ven biển là một phần trong tổng thể hệ thống có thể phân biệt, bao gồm: bờ biển (phần chân bãi biển), bãi biển và cồn cát.



**Hình 4.4. Sơ họa và mô tả các yếu tố của cồn cát ven biển**

(Nguồn: Tiêu chuẩn thiết kế đê biển, 2012)

Các yếu tố của cồn cát ven biển bao gồm:

- Gờ cát (berm): là phần thuộc bãi biển ở giới hạn trên của sóng đã được tạo bởi sự lắng đọng của cát dưới tác động của sóng
- Bãi biển (backshore): giới hạn mực nước lớn nhất trung bình và chân cồn cát có tác dụng như bãi trước đê
- Chân cồn cát ở phía biển (dune toe): là vùng nằm ở giới hạn trên của bãi biển và được xác định một cách tương đối bởi sự thay đổi đáng kể về độ dốc có tác dụng như chân đê
- Mặt trước của cồn cát: là vùng nằm giữa chân cồn cát và đỉnh cồn cát có tác dụng như mái đê phía biển.



- Đỉnh cồn cát (dune crest): đối với 1 cồn cát đơn là vị trí có cao độ cao nhất, đối với 1 hệ thống các cồn cát liền kề là đường kết nối các điểm cao nhất của một cồn cát dọc theo trục dài của nó (thông thường gần song song với đường bờ biển) có tác dụng như đỉnh đê.

- Mặt sau của cồn cát (backface): vùng từ đỉnh cồn cát xuống đến điểm tại đó độ dốc địa hình có sự thay đổi và xuống dưới 10% có tác dụng như mái đê phía đông.

- Tuyến cồn cát (dune line): là tuyến được thiết lập bởi một số đụn cát liên tiếp bên cạnh nhau.

- Các giới hạn bên của cồn cát (lateral limit): là các giới hạn kết thúc của cồn cát thường thấy nằm vuông góc với đường bờ biển hoặc pháp tuyến đối với các tuyến cồn cát.

- Giới hạn đất liền (landward limit): các ranh giới vòng quanh của cồn cát ở phía trên đất liền.

Khi cồn cát ít biến động, các cồn cát ven biển là các đụn (gò), dải cát cao có thành phần đất cát không vững chắc, nằm tiếp giáp với mực nước trung bình cao nhất, vùng đất liền phía trong và các giới hạn bên được đánh dấu bằng sự thay đổi về độ dốc từ 1% đến dưới 10% (xem sơ họa mô tả các yếu tố cơ bản của cồn cát ven biển trên mặt cắt ngang – hình 4.4).

#### **4.2.2. Bộ tiêu chí để cồn cát là đê biển tự nhiên**

Một khu vực cồn cát được coi là có vai trò đê biển phải đảm bảo được 2 tiêu chí cơ bản sau:

**Tiêu chí 1-** Điều kiện cần: Cồn cát phải có chức năng như đê biển là bảo vệ dân sinh, kinh tế, hạ tầng ở phía sau.

Điều này có nghĩa là ở phía sau cồn cát tồn tại hoặc dự kiến sẽ phát triển dân sinh hạ tầng. Nếu không tồn tại dân sinh hạ tầng ở sau cồn cát, hoặc mức độ tồn tại không đáng kể thì khi đó cồn cát chỉ có giá trị về mặt sinh thái, môi trường mà không đóng vai trò của 1 tuyến đê biển.

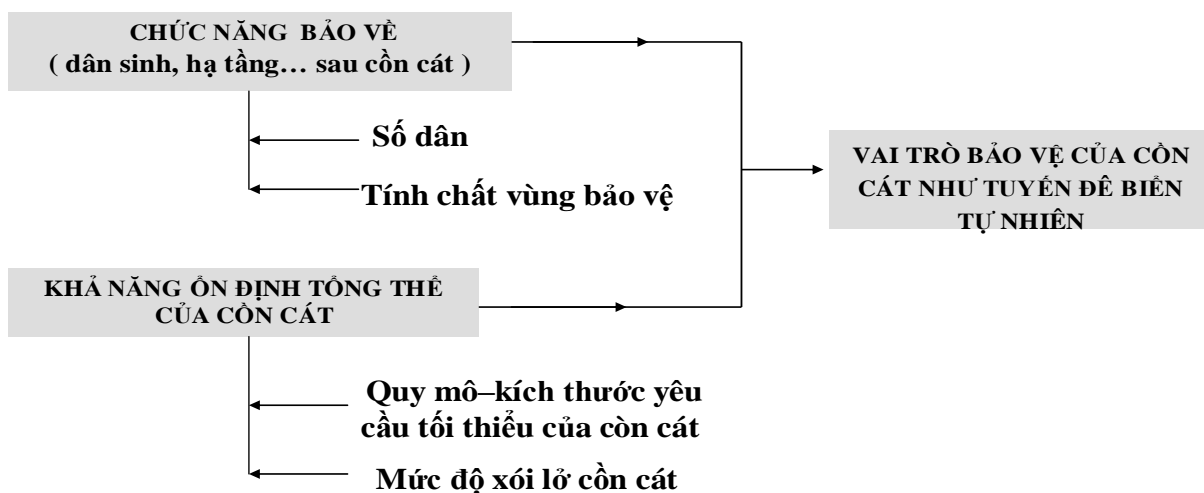
**Tiêu chí 2-** điều kiện đủ: Cồn cát phải đảm bảo khả năng ổn định tổng

thể nghĩa là cồn cát phải có quy mô, kích thước tối thiểu theo yêu cầu và mức độ ổn định cao và không bị tác động đáng kể bởi xói lở.

Điều này có nghĩa là cồn cát mặc dù phải có chức năng như đê biển là bảo vệ dân sinh, kinh tế, hạ tầng phía sau nhưng nếu quy mô kích thước cồn cát nhỏ so với yêu cầu tối thiểu hoặc/và không ổn định, bị xói lở mạnh thì khi đó cồn cát cũng không thể bảo vệ an toàn cho dân sinh hạ tầng ở sau cồn cát, hay chưa đóng vai trò của 1 tuyến đê biển.

Trong 2 điều kiện trên thì Tiêu chí 1- điều kiện cần là tiên quyết, bắt buộc. Còn điều kiện sau có thể hay có khả năng đảm bảo được nếu các cồn cát nhỏ, không ổn định do xói lở được cải tạo, gia cố cho đạt các yêu cầu tối thiểu về kích thước và được bảo vệ ổn định chống xói bằng các biện pháp công trình.

**SƠ ĐỒ MÔ TẢ TIÊU CHÍ XÁC ĐỊNH VAI TRÒ NHƯ ĐÊ BIỂN TỰ NHIÊN CỦA CỒN CÁT VEN BIỂN ( QUẢNGNGÃI – BÌNH THUẬN)**



**4.3. QUY HOẠCH CỒN CÁT NHƯ MỘT TUYẾN ĐÊ BIỂN TỰ NHIÊN**

**4.3.1. Phân tích nội dung tiêu chí 1**

*Cồn cát phải có chức năng như đê biển là bảo vệ dân sinh, kinh tế, hạ tầng ở phía sau*

Theo tiêu chuẩn TCVN 9901:2014 – Công trình thủy lợi – Yêu cầu thiết kế đê biển. Chức năng bảo vệ dân sinh, kinh tế, hạ tầng được phân thành cấp công trình để thể hiện mức độ quan trọng cũng như tiêu chuẩn và tần suất tính toán phù hợp.

Trong đó có ba chỉ số cần đánh giá đó là: Số dân bảo vệ, diện tích bảo vệ và chiều sâu ngập trung bình của các khu dân cư so với mực nước thiết kế. Cấp công trình được phân làm 5 cấp với mức độ quan trọng giảm dần.

Ngoài ra cũng phải tính tới tính chất khu vực bảo vệ.

Quy định được thể hiện ở Phụ lục A: Phương pháp phân cấp công trình như sau:

Cấp công trình đê biển được xác định trên cơ sở xem xét đồng thời cả ba tiêu chí của vùng được bảo vệ là quy mô về diện tích, quy mô về dân số và độ sâu ngập trong trường hợp đê bị vỡ, được quy định theo bảng A.1 và bảng A.2.

**Bảng A.1- Cấp công trình đê biển xác định theo tiêu chí về số dân và diện tích được bảo vệ**

Diện tích được bảo vệ, 1 000 ha	Số dân được bảo vệ (1000 người)				
	Trên 1000	Từ trên 500 đến 1000	Từ trên 100 đến 500	Từ 10 đến 100	Dưới 10
Trên 100	I	I	II	III	III
Từ trên 50 đến 100	II	II	III	III	III
Từ trên 10 đến 50	III	III	III	III	IV
Từ 5 đến 10	III	III	III	IV	V
Dưới 5	III	IV	IV	V	V

**CHÚ THÍCH:** Diện tích bảo vệ của đê biển là tổng diện tích bị ngập lụt kể cả diện tích trong các đê bao, đê chuyên dùng khi vỡ đê, ứng với mực nước thiết kế đê.

**Bảng A.2 - Cấp công trình đê biển xác định theo tiêu chí về chiều sâu ngập trung bình của các khu dân cư so với mực nước thiết kế đê**

<b>Chiều sâu ngập trung bình của các khu dân cư so với mực nước thiết kế đê</b>	<b>Cấp công trình đê</b>
Trên 3,0 m	Từ I đến II
Từ trên 2,0 m đến 3,0 m	Từ II đến III
Từ 1,0 m đến 2,0 m	Từ III đến IV
Dưới 1,0 m	V

**CHÚ THÍCH:** Chiều sâu ngập trung bình của các khu dân cư so với mực nước thiết kế đê là chênh lệch giữa cao độ mực nước thiết kế đê với cao độ trung bình của các khu dân cư được đê bảo vệ.

A.3. Trường hợp cấp công trình đê biển xác định theo tiêu chí quy định tại bảng A.1 khác với bảng A.2 thì cấp công trình được xác định theo bảng A.1 còn các tiêu chí quy định tại bảng A.2 là căn cứ để xét tăng hoặc giảm cấp công trình đê biển.

A.4. Cấp công trình xác định theo điều A.2 và A.3 có thể được xem xét tăng lên một cấp hoặc giảm xuống một cấp (trừ công trình đê cấp V) dựa theo các tiêu chí sau đây:

- a) *Đê bảo vệ các thành phố, các khu kinh tế, văn hóa, công nghiệp, quốc phòng, an ninh quan trọng;*
- b) *Đê bảo vệ các khu vực có đầu mối giao thông chính, các trục đường giao thông chính yếu của quốc gia, các tuyến đường giao thông quan trọng;*
- c) *Đặc điểm lũ, bão của từng vùng;*
- d) *Phạm vi địa giới hành chính được đê bảo vệ.*

Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài chỉ thống kê được dân cư bảo vệ và tính chất khu vực bảo vệ tức là một phần của chỉ tiêu A.1 và chỉ tiêu A.4. Mặt khác địa hình miền Trung có độ dốc cao nên diện tích bảo vệ của các cồn cát tương đối thấp, chỉ trừ một số khu vực đầm phá có diện tích tương đối

rộng. Vì vậy theo cấp công trình thì các cồn cát chủ yếu là những dạng công trình cấp IV và cấp V. Để chi tiết hóa ta có thể phân thành 3 mức:

- *Số dân vùng bảo vệ:*

- + Trên 30.000 người : chức năng bảo vệ cao.
- + Từ 5.000 đến dưới 30.000 người: chức năng bảo vệ trung bình.
- + Dưới 5.000 người: chức năng bảo vệ thấp.

- *Tính chất vùng bảo vệ:*

- + Khu vực thành phố, đô thị lớn: chức năng bảo vệ cao.
- + Đô thị nhỏ hoặc kết hợp hạ tầng du lịch, kinh tế: chức năng bảo vệ trung bình.
- + Nông thôn: chức năng bảo vệ thấp.

Việc đánh giá chức năng bảo vệ của 1 cồn cát cụ thể sẽ căn cứ vào chức năng cao nhất của nó ở 1 trong 2 thông số nêu trên.

**Bảng 4. 1. Tổng hợp kết quả đánh giá chức năng bảo vệ của cồn cát ven biển từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận**

TT	Vị trí, phạm vi cồn cát	Số hiệu	Dân cư	Tính chất khu vực bảo vệ	Chức năng bảo vệ
<b>TỈNH QUẢNG NGÃI</b>					
<b>Huyện Bình Sơn</b>					
1	Bình Thuận-Bình Trị	QN_1	12059	Nông thôn	Trung bình
2	Bình Phú-Bình Châu	QN_2	16726	Nông thôn	Trung bình
<b>Sơn Tịnh</b>					
3	Xã Tịnh Khê	QN_3	14210	Nông thôn	Trung bình
<b>Huyện Mộ Đức</b>					
4	Xã Đức Lợi	QN_4	8650	Nông thôn	Thấp
5	Đức Chánh- Đức Minh- Đức Phong – Phở An- Phở Quảng	QN_5	59574	Nông thôn, nuôi tôm, du lịch	Cao
<b>Huyện Đức Phổ</b>					
6	Phở Vinh-Phở Khánh	QN_6	21892	Nông thôn	Trung bình
7	Phở Thạnh	QN_7	22971		
8	Tân Lộc-Phở Châu	QN_8	5327	Nông thôn	Thấp
9	Châu Me- Phở Châu	QN_9			
10	Vĩnh Tuy-Phở Châu	QN10			

<b>TỈNH BÌNH ĐỊNH</b>					
<b>Huyện Hoài Nhơn</b>					
1	Tam Quan Bắc-Tam Quan Nam - Hoài Hương	BĐ_1	30818	Nông thôn, nuôi tôm, du lịch, giao thông	cao
2	Hoài Hương-Hoài Hải	BĐ_2	27576	Nông thôn	Trung bình
3	Hoài Mỹ	BĐ_3	13289	Nông thôn	Trung bình
<b>Huyện Phù Mỹ</b>					
4	Mỹ Đức - Mỹ Thắng - Mỹ An	BĐ_4	28667	Nông thôn	Trung bình
5	Mỹ Thọ - Mỹ Thành	BĐ_5	26651	Nông thôn	Trung bình
<b>TT</b>	<b>Vị trí, phạm vi cồn cát</b>	<b>Số hiệu</b>	<b>Dân cư</b>	<b>Tính chất khu vực bảo vệ</b>	<b>Chức năng bảo vệ</b>
<b>TỈNH BÌNH ĐỊNH</b>					
<b>Huyện Phù Cát</b>					
6	Cát Khánh-Cát Thành	BĐ_6	21874	Nông thôn, Thủy sản, du lịch	Trung bình
7	Cát Hải	BĐ_7 BĐ_8	5650	Nông thôn, Thủy sản, giao thông	Thấp
<b>TP Qui Nhơn</b>					
8	Cát Tiên- Nhơn Lý - Nhơn Hội	BĐ_9	12300	Đô thị, du lịch khu CN	Cao
<b>TỈNH PHÚ YÊN</b>					
<b>Huyện Sông Cầu</b>					
1	Xuân Hải –Xuân Hòa	PY_1	14245	Du lịch, khu CN, dân cư, GT	Cao
2	Xuân Cảnh	PY_2	5812	Nông thôn, Du lịch, Thủy sản, giao thông	TB
3	Xuân Thịnh	PY_3 PY_4	9001		
4	Xuân Thọ 2	PY_5	10275		
<b>Tuy An – Tuy Hòa</b>					
5	An Hòa, An Mỹ, An Chấn, An Phú	PY_6	39711	Đô thị, thủy sản, du lịch, GT	cao
<b>Huyện Đông Hòa</b>					
6	Phú Lâm - Hòa Hiệp Bắc, Trung, Nam	PY_7 và PY_8	38275	Nông thôn thủy sản, giao thông, khu CN	Cao
7	Hòa Tâm	PY_9	3246	Nông thôn, thủy sản, GT	Thấp
<b>TỈNH KHÁNH HÒA</b>					
<b>Huyện Vạn Ninh</b>					
1	Vạn Thọ-Vạn Thạnh	KH-1	8091	Nông thôn, thủy sản, du lịch, giao thông	TB
<b>Huyện Ninh Hòa</b>					
2	Ninh Hải-Ninh Thủy	KH_2	20095	Nông thôn, du lịch, giao thông	TB

	<b>Cam Ranh - Cam Lâm</b>				
3	Cam Hải Đông	KH_3	3121	Nông thôn, thủy sản; GT	Thấp

TT	Vị trí, phạm vi côn cát	Số hiệu	Dân cư	Tính chất khu vực bảo vệ	Chức năng bảo vệ
<b>TỈNH NINH THUẬN</b>					
<b>Huyện Ninh Hải</b>					
1	Công Hải	NT_1	7340	Nông thôn	Thấp
2	Vĩnh Hải-ThanhHải	NT_2	12480	Nông thôn thủy sản; GT	Trung bình TB
3	Nhơn Hải –Trí hải	NT_3	22965		
<b>TP Phan Rang</b>					
4	Vân hải-Mỹ Hải - Đông Hải	NT_4	40728	Đô thị, du lịch, giao thông	Cao
<b>Huyện Ninh Phước</b>					
5	An Hải	NT_5	13097	Nông thôn, thủy sản, giao thông, du lịch	TB
6	Phước Dinh	NT_6	8360		Thấp
<b>TỈNH BÌNH THUẬN</b>					
<b>Huyện Tuy Phong</b>					
1	Phước Thế	BT_1	11504	Nông thôn	Thấp
2	Liên Hương-Bình Thanh-Chí công	BT_2	54439	Nông thôn, thủy sản, du lịch,GT	Cao
3	Hòa Phú	BT_3	6785	Nông thôn, thủy sản , du lịch,GT	Thấp
<b>Bắc Bình – T.P PhanThiet</b>					
4	Hòa Thắng	BT_4	6980	Nông thôn ,thủy sản, du lịch, GT	TB
5	Hòa Thắng -Hong Phong - Muine	BT_5	27268	Đô thị, du lịch, giao thông	Cao
6	Hàm tiến - Phú Hải	BT_6	19234	Đô thị, du lịch; giao thông	Cao
<b>Huyện Hàm Thuận Nam</b>					
7	Tiên Thành -Thuận Quý-Tân Thành	BT_7	15734	Nông thôn, thủy sản, du lịch,GT	TB
<b>Thị xã LaGi</b>					
8	Tân Hải – Tân Bình- Tân An	BT_8	31614	Đô thị, du lịch	Cao
<b>Huyện Hàm Tân</b>					
9	Sơn Mỹ	BT_9	7551	Nông thôn , thủy sản, quy hoạch sân golf	TB
10	Tân Thắng	BT10	15672	Nông thôn, thủy sản, sinh thái	TB

### 4.3.2. Phân tích nội dung tiêu chí 2

Cồn cát phải đảm bảo khả năng ổn định tổng thể hay là cồn cát phải có quy mô, kích thước tối thiểu theo yêu cầu và mức độ ổn định cao và không bị tác động đáng kể bởi xói lở.

Do quy mô cồn cát cũng như mức độ xói lở cồn cát có sự khác biệt lớn nên trong điều kiện nghiên cứu của đề tài, chúng tôi cũng chọn 2 thông số là: (1) quy mô kích thước yêu cầu tối thiểu của cồn cát so sánh với quy mô kích thước hiện tại của cồn cát trong thực tế và (2) mức độ xói lở trong bão của cồn cát để đánh giá khả năng ổn định tổng thể của cồn cát.

Quy mô, kích thước cồn cát	Mức độ xói lở cồn cát trong bão	Khả năng ổn định tổng thể của cồn cát
$B_{ht} \gg B_{tt}$ và $Z_{ht} \gg Z_{tt}$	Mạnh	Cao
	TB	
	Yếu	
$B_{ht} \gg B_{tt}$ và $Z_{ht} \approx Z_{tt}$ hoặc $B_{ht} \approx B_{tt}$ , $Z_{ht} \gg Z_{tt}$	Mạnh	TB
	TB	Cao
	Yếu	Cao
$B_{ht} \approx B_{tt}$ và $H_{ht} \approx Z_{tt}$	Mạnh	Thấp
	TB	Thấp
	Yếu	TB

Trong đó:

- $B_{ht}$  và  $Z_{ht}$  là chiều rộng và cao độ đỉnh cồn cát hiện trạng
- $B_{tt}$  và  $Z_{tt}$  là chiều rộng và cao độ đỉnh cồn cát yêu cầu tối thiểu

#### 4.3.2.1. Khái quát chung

Việc đánh giá mức độ ổn định tổng thể của cồn cát ven biển đòi hỏi có các phân tích mang tính khoa học và thực tiễn rất cao. Thông thường việc đánh giá này được thực hiện thông qua các phương pháp và tiêu chí cụ thể, ví



dụ như: khả năng ổn định và có thể bị phá hủy của cồn cát dưới các tác động của sóng, dòng chảy ven trong các điều kiện bão; yêu cầu tối thiểu về quy mô hình học của cồn cát như chiều cao đỉnh và chiều rộng đủ khả năng không bị ảnh hưởng của xói lở cũng như bị tràn...

Ở các nước trên thế giới, việc sử dụng các phương pháp cũng như tiêu chí có khác nhau tùy thuộc vào vai trò và tầm quan trọng của cồn cát, tùy thuộc vào các kế hoạch phát triển kinh tế xã hội và yêu cầu quản lý tổng hợp vùng bờ biển. Đối với Hà Lan, yêu cầu đối với cồn cát ven biển để bảo vệ các vùng đất thấp phía sau ( cùng với hệ thống đê biển) là rất cao, tiêu chuẩn an toàn tính toán bảo vệ của cồn cát thường ngang với đê biển, vì vậy việc đánh giá khả năng bảo vệ của cồn cát đã được đưa vào thành các quy định chỉ dẫn thiết kế rất chi tiết và khoa học. Tuy nhiên để làm được điều này đòi hỏi có hệ thống các số liệu cơ bản đầy đủ và quan trắc trong nhiều năm cũng như các công cụ tính toán riêng phù hợp điều kiện thực tế về địa hình, hải văn, khí tượng. Quan trọng hơn nữa là kinh nghiệm phân tích và đưa ra các quyết định mang tính kỹ thuật nhưng phù hợp với thực tế.

Trong quá trình triển khai đề tài, bước đầu đi sâu vào việc áp dụng một số mô hình tính toán xói lở cồn cát để đánh giá dự báo mức độ xói lở của cồn cát ven biển miền Trung Việt Nam tại 1 số vị trí, đồng thời nghiên cứu và tìm hiểu khả năng áp dụng một số phương pháp để đánh giá về mức độ ổn định của cồn cát hiện tại. Tuy nhiên với khuôn khổ và giới hạn của bội dung đề tài cũng như khả năng có đủ điều kiện vận dụng đầy đủ các phương pháp nghiên cứu của chuyên gia Hà lan, đề tài chỉ xem xét nghiên cứu áp dụng một số mô hình tính toán xói lở, còn sẽ không đi sâu vào phương pháp cũng như các tiêu chí đánh giá khả năng ổn định của cồn cát theo kinh nghiệm Hà Lan vì chưa đủ điều kiện áp dụng. Tuy nhiên nhận thức được sự cần thiết phải có các đánh giá về khả năng ổn định và vai trò bảo vệ của cồn cát ven biển trong phạm vi nghiên cứu, đề tài đã tìm hiểu và vận dụng một số kết quả, tài liệu chỉ dẫn và

tư vấn của một số chuyên gia của Mỹ, Úc để đưa ra một phương pháp đánh giá phù hợp và có thể chấp nhận, thực hiện được trong điều kiện Việt Nam.

Mức độ ổn định tổng thể của cồn cát ven biển dựa vào 2 tiêu chí sau:

- Quy mô, kích thước ( chiều rộng, cao độ đỉnh..) của cồn cát: được đánh giá qua sự so sánh với quy mô, kích thước yêu cầu tối thiểu để đảm bảo ổn định của cồn cát.

- Mức độ xói lở của các cồn cát trong bão ( với tần suất thiết kế)

Kết quả đánh giá khái quát mức độ xói lở của cồn cát ven biển Quảng Ngãi - Bình Thuận đã được thể hiện và phân tích trong báo cáo khoa học số 3, kết quả được tham khảo sử dụng trong việc phân tích mức độ ổn định tổng thể của cồn cát.

#### ***4.3.2.2. Nghiên cứu đề xuất yêu cầu tối thiểu về kích thước của cồn cát***

Trong một số phân tích đã nêu trên đánh giá mức độ ổn định và khả năng bảo vệ của cồn cát phải được cụ thể hóa qua việc đưa ra các kích thước hình học tối thiểu của cồn cát mà chủ yếu thể hiện qua các mặt cắt ngang điển hình. Một mặt cắt ngang đại diện cho cồn cát được đánh giá là ổn định cần phải đảm bảo cao độ không cho sóng tràn qua, đồng thời chiều rộng của cồn cát (thường giới hạn đến chân cồn cát) phải thỏa mãn để đủ chống lại các tác động xói lở mà vẫn ổn định. Theo quan niệm của các nhà nghiên cứu Hà lan cần thêm một thông số hình học nữa ngoài cao độ, chiều rộng thì cần quan tâm nhiều đến thể tích cồn cát và đánh giá sự ổn định của cồn cát qua phần trăm tổng thể tích cồn cát bị mất đi do xói lở so với tổng thể tích của cồn cát ban đầu. Tuy nhiên trong phạm vi nghiên cứu của đề tài chúng tôi chỉ đề cập đến 2 kích thước hình học chính là chiều cao và chiều rộng cồn cát. Tuy nhiên cần phải thấy rõ rằng việc đánh giá chiều cao và chiều rộng tối thiểu của cồn cát đảm bảo chống tràn và ổn định cần phải được đặt trong từng điều kiện tính toán của các yếu tố khí tượng hải văn, đó chính là tần suất tính toán.

Để có thể đưa ra các yêu cầu tối thiểu của 1 mặt cắt còn cát ven biển ứng với tần suất tính toán các yếu tố hải văn tác động nào đó cần thực hiện theo các trình tự phân tích sau:

*\* Chuẩn bị các số liệu và thông tin*

- Số liệu các mặt cắt ngang đại diện còn cát (bao gồm cả phạm vi bãi biển trước còn cát) và đặc trưng thảm phủ.

- Số liệu về mực nước và sóng ứng với các chu kỳ lặp lại (hay tần xuất tính toán) yêu cầu

*\* Các bước tính toán*

- Tính toán cao độ tối thiểu còn cát chống được sóng tràn

+ Sơ đồ hóa mặt cắt còn cát và bãi biển trước còn cát

+ Phân tích xác định tiêu chuẩn an toàn và tần xuất tính toán

+ Xác định thông số mực nước và sóng thiết kế tại vị trí tính toán

+ Tính toán sóng leo trên mái còn cát

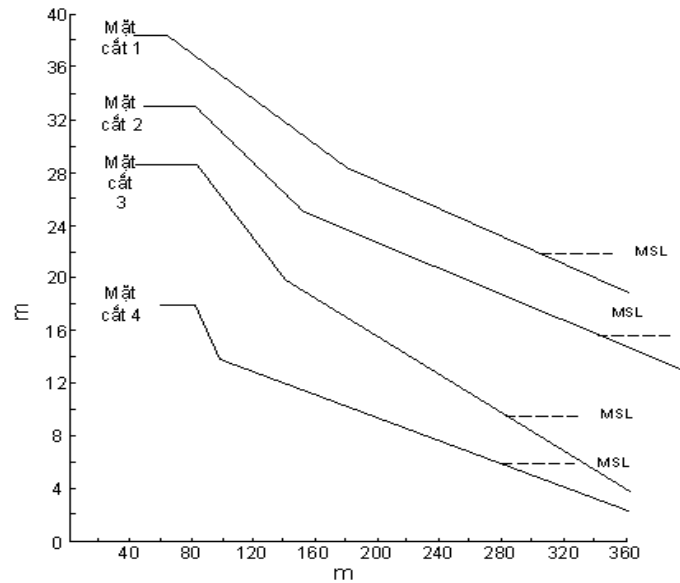
+ Tính toán cao độ tối thiểu của đỉnh còn cát cần có để đảm bảo không bị tràn do sóng leo.

- Trên cơ sở cao độ tối thiểu của còn cát, phân tích xác định chiều rộng tối thiểu của còn cát để đảm bảo sự ổn định của nó. Chi tiết phương pháp phân tích sẽ thể hiện ở phần sau:

1. Tính toán cao độ tối thiểu của còn cát

*a) Sơ đồ hóa mặt cắt còn cát và bãi biển trước còn cát*

Để có thể tính toán sóng leo trên mái còn cát, các mặt cắt ngang còn cát – bãi biển trước còn cát được sơ đồ hóa theo dạng sau:



**Hình 4. 5. Sơ đồ hóa mặt cát cồn cát - bãi biển để tính sóng leo**

(Nguồn: Nguyễn Ngọc Quỳnh, 2012)

*b. Phân tích xác định tiêu chuẩn an toàn và tần suất tính toán*

Hiện nay tiêu chuẩn an toàn và tần suất thiết kế cao nhất cho hầu hết các tuyến đê biển khu vực miền Trung là  $P=2\%$ , như đã lý giải ở phần trên, chúng tôi đề nghị: chọn tiêu chuẩn an toàn ứng với tần suất tính toán  $p = 2\%$  (50 năm lặp lại) khi tính toán các yếu tố hải văn (mực nước, sóng..) trong tính toán xác định quy mô và kích thước yêu cầu tối thiểu của cồn cát cho tất cả các cồn cát ven biển trong phạm vi nghiên cứu.

*c). Xác định thông số mực nước và sóng thiết kế tại vị trí tính toán*

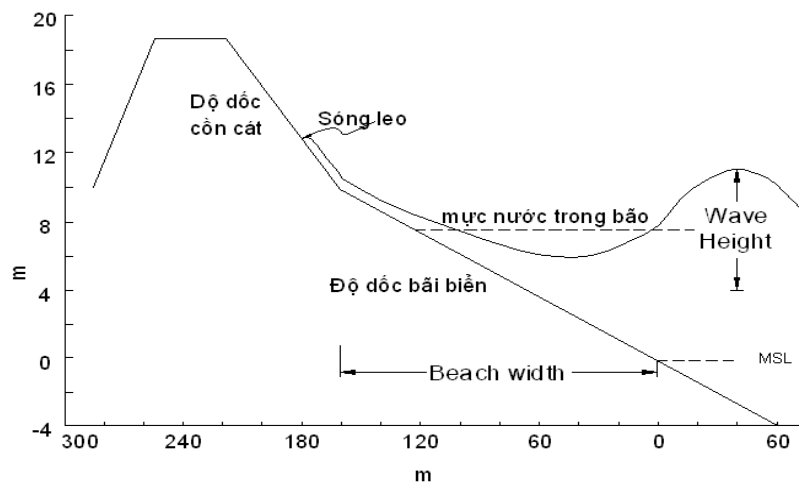
Giá trị mực nước và sóng thiết kế, trong nghiên cứu này, chọn tính với 2 tần suất  $p = 2\%$  được tra trong phụ lục của tiêu chuẩn thiết kế đê biển tại các vị trí cồn cát tính toán dọc theo bờ biển.

*d). Tính toán sóng leo trên mái cồn cát*

Mực nước trong bão có thể được xác định như là “*sự dâng cao trên mức nước biển trung bình trên vùng bờ biển mở do các tác động của ứng suất tiếp gió trên mặt nước*”. Sóng leo được tính toán như là chiều cao thẳng đứng ở trên mực nước tĩnh mà cao điểm của dòng nước đạt đến.

Giá trị của sóng leo trên cồn cát phụ thuộc vào nhiều yếu tố của cồn cát như: độ dốc trung bình bãi biển phía trước và mái cồn cát. Các yếu tố hải văn thiết kế: mực nước tổng hợp, các tham số sóng và thay đổi từ vị trí này (mặt cắt) đến vị trí khác trên 1 cồn cát và thay đổi từ khu vực cồn cát này đến khu vực cồn cát khác.

Trình tự, phương pháp tính toán sóng leo tại các mặt cắt ngang cồn cát vận dụng các tính toán của tiêu chuẩn thiết kế đê biển trong đó mặt cắt ngang cồn cát đã được trung bình hóa và sơ đồ hóa gần như dạng mặt cắt đê biển và coi lớp phủ mái là cỏ trong tính toán hệ số triệt giảm sóng do độ nhám trên mái dốc.



**Hình 4. 6. Sơ đồ mô tả tính toán sóng leo trên mặt cắt ngang bãi biển – cồn cát**

(Nguồn: Nguyễn Ngọc Quỳnh, 2012)

- Vận dụng công thức tính sóng leo lên mái đê theo TAW (2002):

$$R_{up} / H_{m0p} = 1,75 \gamma_{\beta} \gamma_b \gamma_f \xi_0 \quad \text{khi} \quad 0,5 < \gamma_b \xi_0 < 1,8 \quad (4.1)$$

$$R_{up} / H_{m0p} = \gamma_{\beta} \gamma_f \left( 4,3 - \frac{1,6}{\sqrt{\xi_0}} \right) \quad \text{khi} \quad 1,8 < \gamma_b \xi_0 < 8 \div 10 \quad (4.2)$$

Trong đó:  $R_{up}$ : Chiều cao sóng leo thiết kế (m)

$H_{m0p}$ : Chiều cao sóng thiết kế trước chân công trình ( $H_{sp} = H_{m0p}$ ) (m)

$H_{sp}$ : lấy theo phụ lục C trong tiêu chuẩn TK đê biển

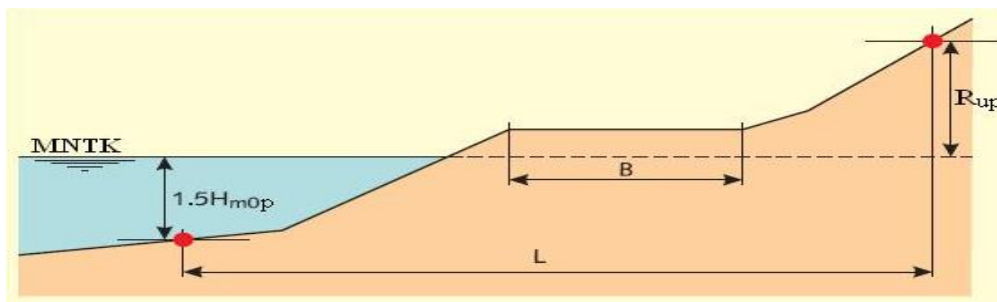
$$\text{Hệ số sóng vỡ } (\xi_0): \xi_0 = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{s_0}} \quad (4.3)$$

$\alpha$ : Góc của mái đê

Trong trường hợp mái đê có hai hệ số mái khác nhau, tính quy đổi theo

$$\text{công thức: } \tan \alpha = \frac{1,5H_{m0p} + R_{up}}{L - B} \quad (4.4)$$

$L, B$  là chiều dài được xác định theo hình II.3



**Hình 4. 7. Mặt cắt và độ dốc quy đổi để tính sóng leo trên mái còn cát**

(Nguồn: Tiêu chuẩn thiết kế đê biển, 2012)

$S_0$ : độ dốc của sóng

$$S_0 = \frac{2\pi H_{m0p}}{g \cdot T_{m-1,0,p}^2} \quad (4.5)$$

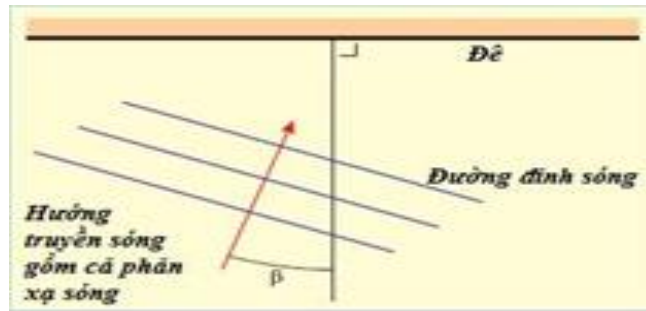
Chu kỳ phổ sóng:  $T_{m-1,0,p} = T_p / \alpha$ ,  $\alpha = 1,10 \sim 1,20$

$T_p$ : chu kỳ đỉnh sóng

Hệ số chiết giảm do sóng tới xiên góc ( $\gamma_\beta$ )

$$\gamma_\beta = 1 - 0,0022 * |\beta| \quad (0^\circ \leq |\beta| \leq 80^\circ) \quad (4.6)$$

$$\gamma_\beta = 1 - 0,0022 * 80 \quad (|\beta| > 80^\circ)$$



**Hình 4. 8. Góc sóng tới**

(Nguồn: Tiêu chuẩn thiết kế đê biển, 2012)

Hệ số triết giảm do độ nhám trên mái dốc ( $\gamma_f$ ) lấy theo bảng 4.2

**Bảng 4. 2. Hệ số nhám trên mái dốc**

Loại vật liệu (cấu kiện) mái kè	Hệ số $\gamma_f$
Bê tông nhựa Asphalt, bê tông, cấu kiện BT nhẵn, cỏ, Cát-Asphalt	1,00
Cấu kiện BT liên kết ngang, Cấu kiện có cỏ mọc	0,95
Các cấu kiện đặc biệt: Basalt, Basalton, Hydroblock, Haringman, Fixstone, mảng Armorflex	0,90
Cấu kiện kè cao thấp chiếm $\frac{1}{4}$ diện tích với chênh cao lớn hơn 10cm	0,90
Lessinische và Vilvoordse, cấu kiện độ nhám nhỏ	0,85
Mẫu giảm sóng loại nhỏ chiếm $\frac{1}{25}$ bề mặt kè	0,85
Cấu kiện Tsc (Việt nam)	0,85
Đá lát khan, đá xây chít vữa theo họa tiết	0,85
Kè đá đổ thâm nhập nhựa	0,80
Mẫu giảm sóng loại nhỏ chiếm $\frac{1}{9}$ bề mặt kè	0,80
Kè đá đổ một lớp	0,70
Kè đá đổ hai lớp	0,55

Ghi chú: với tính toán sóng leo trên cồn cát lấy hệ số  $\gamma_f = 1,0$ (cỏ)

*Các bước tính toán chiều cao sóng leo lên mái cồn cát như sau:*

- Giả thiết  $R_{up}$
- Tính  $\tan\alpha, \xi_0$
- Tính  $\gamma_b, \gamma_f, \gamma_\beta$
- Tính lại  $R_{up}$
- So sánh  $R_{up}$  giả thiết với tính toán.

*e). Tính toán, phân tích cao độ tối thiểu đỉnh cồn cát bảo đảm chống tràn theo chiều cao sóng leo*

Bởi vì thành phần chiều cao là căn cứ đánh giá khả năng và xác định phạm vi mà vùng đất phía trong có thể bị ngập bởi nước biển, cần thiết phải xác định các điều kiện có thể tạo sự tràn qua đỉnh cồn cát của sóng. Việc sóng tràn qua đỉnh cồn cát cần phải đánh giá thông qua khả năng mực nước cao nhất đạt được khi leo lên đỉnh cồn cát và đòi hỏi phải xác định mực nước và chiều cao sóng leo trong điều kiện bão điển hình hay theo một tần suất xảy ra (tần suất thiết kế). Vận dụng cách tính toán cao độ đê biển trong trường hợp không tràn:

*\* Công thức tổng quát vận dụng tính cao độ tối thiểu của đỉnh cồn cát*

$$Z_{tt} = Z_{tk,p} + hsl + a \quad (4.7)$$

Trong đó:

$Z_{tt}$  : Cao độ tối thiểu (m) của đỉnh cồn cát chống được tác động của sóng leo ( với tần suất thiết kế).

$Z_{tk,p}$  :Cao trình mực nước thiết kế (MNTK): trong trường hợp tính toán của đề tài là cao trình của sóng leo đạt tới (với tần suất thiết kế).

$hsl (R_{sl,p})$  : chiều cao sóng leo hay độ cao lưu không yêu cầu.

$a$  : Trị số gia tăng độ cao  $a$  xác định theo cấp công trình: vận dụng cho tính toán cao độ tối thiểu của đỉnh cồn cát theo các tần suất cho trước.

\* Để kể đến ảnh hưởng của NBD trong trường hợp này,  $Z_{tk,p}$  - MNTK tra được từ đường tần suất tổng hợp cần được cộng thêm với giá trị gia tăng



mực nước biển trung bình do ảnh hưởng của nước biển dâng,  $\Delta Z_{NBD}$ , và được xác định theo công thức sau:

$$Z_{tk,p} = MNTK_p^{tra} + \Delta Z_{NBD} \quad (4.8)$$

Trong đó:  $MNTK_p^{tra}$  là mực nước biển tương ứng với tần suất P(%) tra theo đường tần suất mực nước tổng hợp.

- Nếu giả thiết tốc độ nước biển dâng trung bình là 0,006 m/năm

Với P = 2% nước biển dâng = 0,3 m

- Chọn trị số gia tăng độ cao a = 0,4 m

### **Bảng 4. 3. kết quả tính sóng leo và cao độ còn cát yêu cầu**

( với p = 2% và có tính ảnh hưởng của nước biển dâng)

<b>CÒN CÁT</b>	<b>Mực nước (cm)</b>	<b>H sóng leo (m)</b>	<b>Zcòn cát tính toán (m)</b>
<b>QUẢNG NGÃI</b>			
<b>Huyện Bình Sơn</b>			
QN_1 : Bình Thuận-BìnhTrị	1.13	1.95-4.17	3.78 - 6.0
QN_2 Bình Phú-BìnhChâu	1.05	1.42-1.56	3.17- 3.31
<b>Sơn Tịnh</b>			
QN3 Xã Tịnh Khê	1.12	1.78	3.6
<b>Huyện Mộ Đức</b>			
QN_4 Xã Đức Lợi	1.19	4.08	5.97
QN_5 Đức Chánh- Đức Minh- Đức Phong – Phở An- Phở Quảng	1.11	1.81-3.08	3.62 -4.89
<b>CÒN CÁT</b>	<b>Mực nước (cm)</b>	<b>H sóng leo (m)</b>	<b>Zcòn cát tính toán (m)</b>
<b>QUẢNG NGÃI</b>			
<b>Huyện Đức Phổ</b>			
QN_6 Phở Vinh-PhởKhánh	1.05	1.33-1.93	3.08 - 3.68
QN_7 Phở Thạnh	1.05	1.41	3.16
QN_8 Tân Lộc-Phở Châu	1.08	1.45	3.23
QN_9 Châu Me- Phở Châu	1.08	1.65	3.43
QN_10 Vĩnh Tuy-Phở Châu	1.08	1.7	3.48

<b>BÌNH ĐỊNH</b>			
<b>Huyện Hoài Nhơn</b>			
BD_1 Tam Quan Bắc-Tam Quan Nam - Hoài Hương	1.04	4.53-4.7	6.27-6.44
BD_2 Hoài Hương - Hoài Hải	1.04	1.48	3.75
BD_3 Hoài Mỹ	0.99	1.63	3.87
BD_4 Mỹ Đức - Mỹ Thắng - Mỹ An	1.04	1.71-5.9	3.45-7.64
BD_5 Mỹ Thọ - Mỹ Thành	0.96	1.3-3.98	2.96-5.64
<b>Huyện Phù Cát</b>			
BD_6 Cát Khánh-Cát Thành	0.95	1.25-1.46	2.9-3.11
BD7 & BD_8 Cát Hải	0.95	1.25	2.9
BD_9 Cát Tiến- Nhơn Lý - Nhơn Hội	0.94	1.49	3.13
<b>PHÚ YÊN</b>			
<b>Huyện Sông Cầu</b>			
PY_1 Xuân Hải –Xuân Hòa	1.07	2.56	4.33
PY_2 Xuân Cảnh	1.05	1.41	3.16
PY_3 Xuân Thịnh	1.07	1.85	3.62
PY_4 Xuân Thịnh	1.03	4.41	6.14
PY_5 Xuân Thọ 2	1.03	1.41	3.14
<b>Tuy An – T.P Tuy Hòa</b>			
PY_6 An Hòa, An Mỹ, An Chấn ( Tuy An), An Phú	0.94	1.89-3.62	3.53-5.26
PY_7 +8 Phú Lâm - Hòa Hiệp Bắc, Trung , Nam	0.87	4.09-4.33	5.66-5.9
PY_9 Hòa Tâm	0.9	5.82	7.42
<b>CÒN CÁT</b>	<b>Mức nước (cm)</b>	<b>H sóng leo (m)</b>	<b>Zcòn cát tính toán (m)</b>
<b>KHÁNH HÒA</b>			
<b>Huyện Vạn Ninh</b>			
KH_1 Vạn Thọ-Vạn Thạnh	1.32	2.16-2.3	4.18-4.32
<b>Huyện Ninh Hòa</b>			
KH_2 Ninh Hải-Ninh Thủy	1.04	1.6	3.34
<b>Cam Lâm</b>			
KH_3 Cam Hải Đông	0.95	1.46-2.67	3.11-4.32

<b>NINH THUẬN</b>			
<b>Huyện Ninh Hải</b>			
NT_2 Vĩnh Hải-Thanh Hải	0.89	1.76-5	3.35-6.59
NT_3 Nhơn Hải –Trí hải	0.92	1.21	2.83
NT_4 Văn hải- Đông Hải	0.92	1.31	2.93
<b>Huyện Ninh Phước</b>			
NT_5 An Hải	0.94	6.5	8.14
NT_6 Phước Dinh	0.97	4.07	5.74
<b>BÌNH THUẬN</b>			
<b>Huyện Tuy Phong</b>			
BT_1 Phước Thê	1.16	2.22-2.47	4.08-4.33
BT_2 Liên Hương-Bình Thạnh- Chí công	1.32	1.56-3.80	3.58-5.82
BT_3 Hòa Phú	1.6	1.58-3.16	3.88-5.46
<b>Bắc Bình – PhanThiet</b>			
BT_5 Hòa Thắng –Hồng Phong - Muine	1.48	1.35-2.42	3.53-4.6
BT_6 Hàm tiến-Phú Hải	1.48	1.76	3.94
<b>Hàm Thuận Nam</b>			
BT_7 Tiến Thành -Thuận Quý- Tân Thành	1.86	1.98-2.75	4.54-5.31
<b>Thị xã LaGi</b>			
BT_8 Tân Hải - Tân Bình- Tân An	1.52	1.54 - 2.8	3.76-5.02
<b>Huyện Hàm Tân</b>			
BT_9 Sơn Mỹ	1.79	2.09-2.58	4.58-5.07
BT_10 Tân Thắng	1.72	1.69-2.79	4.11-5.31

#### **4.3.2.3. Xác định chiều rộng tối thiểu cồn cát**

##### *a) Phân tích chung*

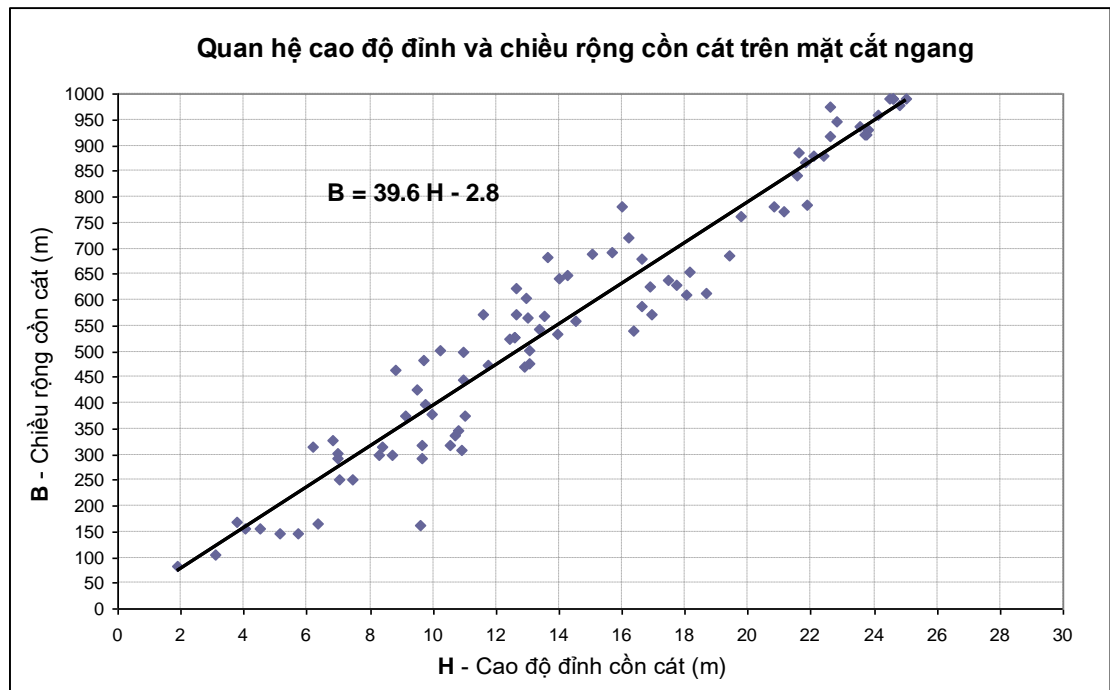
Như đã nghiên cứu và phân tích trong báo cáo khoa học số 3 ở nội dung xác định phạm vi cồn cát theo tiêu chí cân bằng động lực của khối cồn cát.

Áp dụng nguyên lý trên, từ các số liệu chiều cao và chiều rộng thực tế được phân tích từ nhiều mặt cắt ngang cồn cát trên phạm vi toàn bộ cồn cát ven biển từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận đã xây dựng mối tương quan giữa

chiều cao và chiều rộng cồn cát ở rất nhiều vị trí mặt cắt ngang và ở rất nhiều khu vực cồn cát khác nhau. Các phân tích trên sẽ cho được các điểm quan hệ thể hiện quan hệ giữa chiều cao và rộng của cồn cát và xây dựng đường hồi quy mang tính tổng quát giữa chiều cao và chiều rộng cồn cát.

Chiều rộng tối thiểu cồn cát được xác định từ đường quan hệ hồi quy có được trên cơ sở quan hệ thực tế giữa chiều cao đỉnh và chiều rộng các cồn cát ven biển miền Trung Việt Nam. Với 1 giá trị cao độ tối thiểu cồn cát  $Z_{tt}$  được tính toán với tần suất nào đó có thể tìm ra giá trị  $B_{tt}$  tương ứng.

*b) Kết quả xây dựng đường quan hệ hồi quy giữa cao độ và chiều rộng cồn cát ven biển miền Trung từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận*



**Hình 4. 9. Đường quan hệ hồi quy giữa chiều cao và chiều rộng cồn cát ven biển miền Trung từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận**

*(Nguồn: Nguyễn Ngọc Quỳnh, 2012)*

**Bảng 4. 4. Kết quả tính chiều rộng cồn cát yêu cầu (  $p = 2\%$  có ảnh hưởng của nước biển dâng) và so sánh với cao độ đê biển tính toán lân cận khu vực cồn cát**

CỒN CÁT	Z cồn cát tính toán (m)	B cồn cát tính toán (m)	Cao độ đê biển theo quy hoạch (m)	
			Đỉnh đê	Tường chắn
<b>QUẢNG NGÃI</b>				
<b>Huyện Bình Sơn</b>				
QN_1 : Bình Thuận-BìnhTrị	3.78 - 6.0	147-235	4,7	5,2
QN_2 Bình Phú-BìnhChâu	3.17- 3.31	123-128	4,7	5,2
<b>Sơn Tịnh</b>				
QN3 Xã Tịnh Khê	3.6	140	4,7	5,2
<b>Huyện Mộ Đức</b>				
QN_4 Xã Đức Lợi	5.97	234	4,7	5,2
QN_5 Đức Chánh- Đức Minh- Đức Phong – Phổ An- Phổ Quảng	3.11	141-191	4,7	5,2
<b>Huyện Đức Phổ</b>				
QN_6 Phổ Vinh-PhổKhánh	3.08 - 3.68	119-143	4,7	5,2
QN_7 Phổ Thạnh	3.16	122	4,7	5,2
QN_8 Tấn Lộc-Phổ Châu	3.23	125	4,7	5,2
QN_9 Châu Me- Phổ Châu	3.43	133	4,7	5,2
QN_10 Vĩnh Tuy-Phổ Châu	3.48	135	4,7	5,2
<b>BÌNH ĐỊNH</b>				
<b>Huyện Hoài Nhơn</b>				
BD_1 Tam Quan Bắc-Tam Quan Nam - Hoài Hương	6.27-6.44	245-252	4,7	5,2
BD_2 Hoài Hương -Hoài Hải	3.75	146	4,7	5,2
BD_3 Hoài Mỹ	3.87	150	4,7	5,2
BD_4 Mỹ Đức - Mỹ Thắng - Mỹ An	3.45-7.64	134-300	4,7	5,2
BD_5 Mỹ Thọ - Mỹ Thành	2.96-5.64	114-221	4,7	5,2
CỒN CÁT	Z cồn cát tính toán (m)	B cồn cát tính toán (m)	Cao độ đê biển theo quy hoạch (m)	
			Đỉnh đê	Tường

				chấn
<b>BÌNH ĐỊNH</b>				
<b>Huyện Phù Cát</b>				
BD_6 Cát Khánh-Cát Thành	2.9-3.11	112-120	4,7	5,2
BD7 & BD_8 Cát Hải	2.9	112	4,7	5,2
BD_9 Cát Tiến- Nhơn Lý - Nhơn Hội	3.13	121	4,7	5,2
<b>PHÚ YÊN</b>				
<b>Huyện Sông Cầu</b>				
PY_1 Xuân Hải –Xuân Hòa	4.33	169	4,7	5,2
PY_2 Xuân Cảnh	3.16	122	4,7	5,2
PY_3 Xuân Thịnh	3.62	141	4,7	5,2
PY_4 Xuân Thịnh	6.14	240	4,7	5,2
PY_5 Xuân Thọ 2	3.14	122	4,7	5,2
<b>Tuy An – T.P Tuy Hòa</b>				
PY_6 An Hòa, An Mỹ, An Chấn ( Tuy An), An Phú ( Tuy Hòa)	3.53-5.26	137-205	4,7	5,2
PY_7 +8 Phú Lâm - Hòa Hiệp Bắc, Trung , Nam	5.66-5.9	221-231	4,7	5,2
PY_9 Hòa Tâm	7.42	291	4,7	5,2
<b>KHÁNH HÒA</b>				
<b>Huyện Vạn Ninh</b>				
KH_1 Vạn Thọ-Vạn Thạnh	4.18-4.32	163-168	4,7	5,2
<b>Huyện Ninh Hòa</b>				
KH_2 Ninh Hải-Ninh Thủy	3.34	129	4,0	4,5
<b>Huyện Cam Lâm</b>				
KH_3 Cam Hải Đông	3.11-4.32	120-168	4,7	5,2

CỒN CÁT	Z cồn cát tính toán (m)	B cồn cát tính toán (m)	Cao độ đê biển theo quy hoạch (m)	
			Đỉnh đê	Tường chắn
<b>NINH THUẬN</b>				
<b>Huyện Ninh Hải</b>				

NT_2	Vĩnh Hải-ThanhHải	3.35-6.59	130-258	5,3	5,8
NT_3	Nhon Hải –Trí hải	2.83	109	5,3	5,8
NT_4	Văn hải-Mỹ Hải - Đông Hải	2.93	113	5,3	5,8
<b>Huyện Ninh Phước</b>					
NT_5	An Hải	8.14	320	5,3	5,8
NT_6	Phước Dinh	5.74	225	5,3	5,8
<b>BÌNH THUẬN</b>					
<b>Huyện Tuy Phong</b>					
BT_1	Phước Thê	4.08-4.33	130-258	4,7-5,0	5,2-5,5
BT-_2	Liên Hương-Bình Thanh-Chí công	3.58-5.82	109	4,7-5,0	5,2-5,5
BT_3	Hòa Phú	3.88-5.46	113	4,7-5,0	5,2-5,5
<b>Bắc Bình – PhanThiet</b>					
BT_5	Hòa Thắng –Hồng Phong - Muine	3.53-4.6	137-179	3,6-3,9	4,1 – 4,4
BT_6	Hàm tiến-Phú Hải	3.94	153	3,6-3,9	4,1 – 4,4
<b>Hàm Thuận Nam</b>					
BT_7	Tiến Thành -Thuận Quý-Tân Thành	4.54-5.31	177-207	6,1-6,4	6,6-6,9
<b>Thị xã LaGi</b>					
BT_8	Tân Hải - Tân Bình- Tân An	3.76-5.02	146-196	6,1-6,4	6,6-6,9
<b>Huyện Hàm Tân</b>					
BT_9	Sơn Mỹ	4.58-5.07	179-198	6,1-6,4	6,6-6,9
BT_10	Tân Thắng	4.11-5.31	160-207	6,1-6,4	6,6-6,9

***Nhận xét:***

Các kết quả tính toán cao độ đỉnh cồn cát cho thấy tại nhiều khu vực thấp hơn đáng kể so với cao độ đê biển tính toán quy hoạch ở trong và lân cận khu vực. Điều này cũng hợp lý bởi vì tuyến nội đỉnh các cồn cát ở các khu vực này xa bờ biển, bãi biển phía trước cồn cát thoải nên ảnh hưởng của sóng leo giảm nhiều. Tại một số khu vực cao độ đỉnh cồn cát gần tương tự hoặc thậm chí lớn hơn cao độ đê biển tính toán trong quy hoạch, đây chính là các

khu vực cồn cát đi sát biển hoặc trực tiếp với biển nên tác động của các yếu tố sóng trong đó có sóng leo là khá lớn.

**Đánh giá khả năng ổn định tổng thể của cồn cát**

Đánh giá khả năng ổn định tổng thể của cồn cát qua 2 thông số là: (1) quy mô kích thước yêu cầu tối thiểu của cồn cát so sánh với quy mô kích thước hiện tại của cồn cát trong thực tế và (2) mức độ xói lở trong bão của cồn cát

Quy mô, kích thước cồn cát	Mức độ xói lở cồn cát trong bão	Khả năng ổn định tổng thể của cồn cát
$B_{ht} \gg B_{tt}$ và $Z_{ht} \gg Z_{tt}$	Mạnh	Cao
	TB	
	Yếu	
$B_{ht} \gg B_{tt}$ và $Z_{ht} \approx Z_{tt}$ hoặc $B_{ht} \approx B_{tt}$ , $Z_{ht} \gg Z_{tt}$	Mạnh	TB
	TB	Cao
	Yếu	Cao
$B_{ht} \approx B_{tt}$ và $H_{ht} \approx Z_{tt}$	Mạnh	Thấp
	TB	Thấp
	Yếu	TB

Trong đó: -  $B_{ht}$  và  $Z_{ht}$  là chiều rộng và cao độ đỉnh cồn cát hiện trạng

-  $B_{tt}$  và  $Z_{tt}$  là chiều rộng và cao độ đỉnh cồn cát yêu cầu tối thiểu

**Bảng 4. 5. Tổng hợp kết quả đánh giá khả năng ổn định tổng thể của cồn cát ven biển từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận**

TT	Vị trí, phạm vi cồn cát	Số hiệu	Kích thước hiện trạng (m)		Kích thước tối thiểu yêu cầu (m)		Mức độ xói lở	Khả năng ổn định
			Cao độ đỉnh (m) $Z_{ht}$	Chiều rộng (m) $B_{ht}$	Cao độ đỉnh (m) $Z_{tt}$	Chiều rộng (m) $B_{tt}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>I TỈNH QUẢNG NGÃI</b>								
<b>Huyện Bình Sơn</b>								
1	Bình Thuận-Bình Trị	QN_1	10 ÷ 40,6	210 -740	3.78 - 6.0	147-235	Mạnh ở phía Bắc	TB
2	Bình Phú-	QN_2	5 ÷ 28,0	240-1060	3.17-3.31	147-235	TB →	Cao



	BìnhChâu						manh	
TT	Vị trí, phạm vi côn cát	Số hiệu	Kích thước hiện trạng (m)		Kích thước tối thiểu yêu cầu (m)		Mức độ xói lở	Khả năng ổn định
			Cao độ đỉnh (m) Z ht	Chiều rộng (m) B ht	Cao độ đỉnh (m) Ztt	Chiều rộng (m)Btt		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>I</b>	<b>TỈNH QUẢNG NGÃI</b>							
	<b>Sơn Tịnh</b>							
3	Xã Tịnh Khê	QN_3	2,7 ÷ 5,9	170 - 345	3.6	140	yếu	TB
	<b>Huyện Mộ Đức</b>							
4	Xã Đức Lợi	QN_4	5,0 ÷ 11,5	160- 920	5.97	234	Mạnh	TB
5	Từ Đức Chánh- đến Phố Quảng	QN_5	5,5 ÷ 13,2	1380-3280	3.62-4.89	141-191	TB → mạnh	Cao
	<b>Huyện Đức Phổ</b>							
6	Phố Vinh- Phố Khánh	QN_6	5,4 ÷ 20,0	225-1390	3.08-3.68	119-143	yếu	Cao
7	Phố Thạnh	QN_7	7,5 ÷ 18,2	180 - 524	3.16	122	TB	Cao
8	Tán Lộc-Phố Châu	QN_8	11,1 ÷ 20	225 - 582	3.23	125	yếu	Cao
9	Châu Me- Phố Châu	QN_9	15,2 ÷ 26	342 - 629	3.43	133	yếu	
10	Vĩnh Tuy-Phố Châu	QN10	10 ÷ 25,3	222 - 384	3.48	135	yếu	
<b>II</b>	<b>TỈNH BÌNH ĐỊNH</b>							
	<b>Huyện Hoài Nhơn</b>							
1	Tam Quan Bắc Nam-Hoài Hương	BĐ_1	5,5 ÷ 23	253 - 930	6.27-6.44	245-252	Mạnh	TB
2	Hoài Hương – Hoài Hải	BĐ_2	4,5 ÷ 9,1	104 - 355	3.75	146	yếu	TB
3	Hoài Mỹ	BĐ_3	5,3 ÷ 13,8	118 - 344	3.87	150	yếu	TB
	<b>Huyện Phù Mỹ</b>							
4	Mỹ Đức - Mỹ Thắng - Mỹ An	BĐ_4	5 ÷ 28,5	1108-2117	3.45-7.64	134-300	Mạnh ở phía Nam	Cao
5	Mỹ Thọ - Mỹ Thành	BĐ_5	5,1 ÷ 34,2	354-2027	2.96-5.64	114-221	Mạnh ở phía Bắc	Cao
	<b>Huyện Phù Cát</b>							
6	Cát Khánh-Cát Thành	BĐ_6	4,8 ÷ 17,3	267-1838	2.9-3.11	112-120	yếu	Cao
7	Cát Hải	BĐ_7	3,7 ÷ 7,3	128 - 433	2.9	112	yếu	TB
		BĐ_8	3,8 ÷ 7,9	260 - 277			yếu	TB
TT	Vị trí, phạm vi côn cát	Số hiệu	Kích thước hiện trạng (m)		Kích thước tối thiểu yêu cầu (m)		Mức độ xói lở	Khả năng ổn định
			Cao độ đỉnh (m) Z ht	Chiều rộng (m) B ht	Cao độ đỉnh (m) Ztt	Chiều rộng (m)Btt		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>I</b>	<b>TỈNH BÌNH ĐỊNH</b>							
	<b>TP Qui Nhơn</b>							
8	Cát Tiên- Nhơn Lý - Nhơn Hội	BD_9	4,2 ÷ 45	470-2562	3.13	121	TB	Cao
<b>III</b>	<b>TỈNH PHÚ YÊN</b>							
	<b>Huyện Sông Cầu</b>							
1	Xuân Hải –Xuân Hòa	PY_1	2,5 ÷ 20,1	199-1603	4.33	169	Mạnh	TB
2	Xuân Cảnh	PY_2	3,0 ÷ 18,6	118 - 630	3.16	122	TB	TB
3	Xuân Thịnh	PY_3	2,9 ÷ 11,2	130 - 715	3.62	141	TB	TB
		PY_4	2.8 ÷ 28,0	263-1390	6.14	240	Mạnh	
4	Xuân Thọ 2	PY_5	3,0 ÷ 7,5	240 - 482	3.14	122	yếu	TB
	<b>Tuy An – Tuy Hòa</b>							
5	An Hòa, An Mỹ, An Chấn ( Tuy An), An Phú –	PY_6	3,5 ÷ 25,5	281-2047	3.53-5.26	137-205	yếu	TB
	<b>Huyện Đông Hòa</b>							
6	Phú Lâm - Hòa Hiệp Bắc, Trung , Nam	PY_7 và PY_8	2.8 - 9.5	160-2784	5.66-5.9	221-231	Rất mạnh	TB
7	Hòa Tâm	PY_9	3,0 ÷ 30,0	211- 857	7.42	291	Mạnh	TB
<b>IV</b>	<b>TỈNH KHÁNH HÒA</b>							
	<b>Huyện Vạn Ninh</b>							
1	Vạn Thọ-Vạn Thạnh	KH-1	3,5 ÷ 44,0	239-1721	4.18-4.32	163-168	Mạnh → rất mạnh	TB
	<b>Huyện Ninh Hòa</b>							
2	Ninh Hải-Ninh Thủy	KH_2	3,1 ÷ 12,5	152 - 854	3.34	129	TB	TB
	<b>Cam Ranh - Cam Lâm</b>							
3	Cam Hải Đông	KH_3	4,8 ÷ 36,1	688-2816	3.11-4.32	120-168	Mạnh	cao

TT	Vị trí, phạm vi cồn cát	Số hiệu	Kích thước hiện trạng (m)		Kích thước tối thiểu yêu cầu ( m)		Mức độ xói lở	Khả năng ổn định
			Cao độ đỉnh (m) Z ht	Chiều rộng (m) B ht	Cao độ đỉnh (m) Ztt	Chiều rộng (m) Btt		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>V</b>	<b>TỈNH NINH THUẬN</b>							
	<b>Huyện Ninh Hải</b>							
1	Công Hải	NT_1	4,6 ÷ 6,4	85 -212			TB	Thấp
2	Vĩnh Hải- Thanh Hải	NT_2	3,5 ÷ 15,0	355 - 753	3.35-6.59	130-258	TB → Mạnh	TB
	<b>Huyện Ninh Hải</b>							
3	Nhơn Hải –Trí hải	NT_3	2,9 ÷ 7,5	249 - 549	2.83	109	yếu	TB

	<b>TP Phan Rang</b>							
4	Văn hải-Mỹ Hải - Đông Hải	NT_4	3,5÷10,0	575-1647	2.93	113	yếu	cao
	<b>Huyện Ninh Phước</b>							
5	An Hải	NT_5	3,3 ÷ 8,1	227- 758	8.14	320	Rất mạnh	Thấp
6	Phước Dinh	NT_6	3,8 ÷25,2	95 - 845	5.74	225	Rất mạnh	Thấp
<b>VI</b>	<b>TỈNH BÌNH THUẬN</b>							
	<b>Huyện Tuy Phong</b>							
1	Phước Thê	BT_1	6,6÷25,2	88 - 374	4.08-4.33	159-169	yếu	TB
2	Liên Hương-Bình Thạnh-Chí công	BT_2	5,2÷ 48,0	454-2292	3.58-5.82	139-228	TB→ mạnh	Cao
3	Hòa Phú	BT_3	5,0÷18,5	403 - 618	3.88-5.46	151-213	Yếu →TB	Cao
	<b>Bắc Bình -PhanThiet</b>							
4	Hòa Thăng	BT_4	10,5÷152	822-4955	3.83-5.1	151-194	TB	Cao
5	Hòa Thăng - Hong Phong - Muine	BT_5	5,4÷116	559-2751	3.53-4.6	137-179	TB	Cao
6	Hàm tiên - Phú Hải	BT_6	7,8÷85	184-1490	3.94	153	Mạnh	TB
	<b>Hàm Thuận Nam</b>							
7	Tiến Thành - Thuận Quý-Tân Thành	BT_7	5,3÷65	292-2268	4.54-5.31	177-207	Mạnh ở phía Bắc	TB
<b>TT</b>	<b>Vị trí, phạm vi cồn cát</b>	<b>Số hiệu</b>	<b>Kích thước hiện trạng (m)</b>		<b>Kích thước tối thiểu yêu cầu ( m)</b>		<b>Mức độ xói lở</b>	<b>Mức độ ổn định cồn cát</b>
			Cao độ đỉnh (m) Z ht	Chiều rộng (m) B ht	Cao độ đỉnh (m) Z tt	Chiều rộng (m)B tt		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
<b>VI</b>	<b>TỈNH BÌNH THUẬN</b>							
	<b>Thị xã LaGi</b>							
8	Tân Hải – Tân Bình- Tân An	BT_8	5,9÷36	469-1850	3.76-5.02	143-187	TB → rất mạnh	TB
	<b>Huyện Hàm Tân</b>							
9	Sơn Mỹ	BT_9	17,2÷56	504-1330	4.58-5.07	179-198	TB → mạnh	cao
10	Tân Thăng	BT10	5,5÷17,2	900-1410	4.11-5.31	160-207	TB	cao

### 4.3.3. Kết quả quy hoạch của các cồn cát như một tuyến đê biển tự nhiên

Căn cứ vào các phân tích và lập luận nêu trên, dưới đây là bảng kết quả đánh giá các cồn cát theo 2 tiêu chí. Từ đó sẽ xác định được cồn cát nào hoàn

toàn có đầy đủ vai trò của đê biển ở thời điểm hiện tại, còn cát nào muốn đạt được vai trò của đê biển nhưng cần có giải pháp cải tạo, bảo vệ và còn cát nào gần như ít có vai trò của đê biển.

**Bảng 4. 6. Tiêu chí đánh giá còn cát có vai trò như đê biển**

<b>Tiêu chí 1</b> Chức năng bảo vệ của còn cát	<b>Tiêu chí 2</b> Khả năng ổn định tổng thể của còn cát	<b>Vai trò của còn cát</b> ( như đê biển)
Cao	Cao	Cao
	Trung bình ( TB)	TB
	Thấp	Thấp
Trung bình ( TB)	Cao	TB
	Trung bình ( TB)	TB
	Thấp	Thấp
Thấp	Cao	Thấp
	Trung bình ( TB)	Thấp
	Thấp	Thấp

**Bảng 4. 7. Tổng hợp kết quả đánh giá vai trò (như đê biển) của còn cát ven biển từ Quảng Ngãi – Bình Thuận**

<b>TT</b>	<b>Vị trí, phạm vi còn cát</b>	<b>Số hiệu</b>	<b>Chức năng bảo vệ của còn cát</b>	<b>Khả năng ổn định tổng thể của còn cát</b>	<b>Vai trò của còn cát</b>	<b>Đánh giá theo yêu cầu đê biển</b>
<b>TỈNH QUẢNG NGÃI</b>						
<b>Huyện Bình Sơn</b>						
1	Bình Thuận-Bình Trị	QN_1	Trung bình	TB	TB	Đê biển
2	Bình Phú-Bình Châu	QN_2	Trung bình	Cao	TB	Đê biển
<b>Sơn Tịnh</b>						
3	Xã Tịnh Khê	QN_3	Trung bình	TB	TB	Đê biển
<b>Huyện Mộ Đức</b>						
4	Xã Đức Lợi	QN_4	Thấp	TB	Thấp	không

5	Đức Chánh- Đức Minh- Đức Phong – Phổ An- Phổ Quảng	QN_5	Cao	Cao	cao	Đê biển
<b>Huyện Đức Phổ</b>						
6	Phổ Vinh-Phổ Khánh	QN_6	Trung bình	Cao	TB	Đê biển
7	Phổ Thạnh	QN_7	Trung bình	Cao	TB	Đê biển
8	Tân Lộc-Phổ Châu	QN_8	Thấp	Cao	Thấp	không
9	Châu Me- Phổ Châu	QN_9	Thấp	Cao	Thấp	không
10	Vĩnh Tuy-Phổ Châu	QN10	Thấp	Cao	Thấp	không
<b>TỈNH BÌNH ĐỊNH</b>						
<b>Huyện Hoài Nhơn</b>						
1	Tam Quan Bắc- Nam - Hoài Hương	BĐ_1	cao	TB	cao	Đê biển
2	Hoài Hương- Hoài Hải	BĐ_2	Trung bình	TB	TB	Đê biển
3	Hoài Mỹ	BĐ_3	Trung bình	TB	TB	Đê biển
<b>Huyện Phù Mỹ</b>						
4	Mỹ Đức - Mỹ Thắng - Mỹ An	BĐ_4	Trung bình	Cao	TB	Đê biển
5	Mỹ Thọ - Mỹ Thành	BĐ_5	Trung bình	Cao	TB	Đê biển
<b>Huyện Phù Cát</b>						
6	Cát Khánh- Cát Thành	BĐ_6	Trung bình	Cao	TB	Đê biển
7	Cát Hải	BĐ_7	Thấp	TB	Thấp	không
		BĐ_8	Thấp	TB	Thấp	không
<b>TP Quy Nhơn</b>						
8	Cát Tiên- Nhơn Lý - Nhơn Hội	BĐ_9	Cao	Cao	Cao	Đê biển
<b>TT</b>	<b>Vị trí, phạm vi cồn cát</b>	<b>Số hiệu</b>	Chức năng bảo vệ của cồn cát	Khả năng ổn định tổng thể của cồn cát	Vai trò của cồn cát	Đánh giá theo yêu cầu đê biển
<b>TỈNH PHÚ YÊN</b>						
<b>Huyện Sông Cầu</b>						
1	Xuân Hải – Xuân Hòa	PY_1	Cao	TB	TB	Đê biển
2	Xuân Cảnh	PY_2	TB	TB	TB	Đê biển
3	Xuân Thịnh	PY_3	TB	TB	TB	Đê biển
		PY_4	TB	TB	TB	Đê biển
4	Xuân Thọ 2	PY_5	TB	TB	TB	Đê biển
<b>Huyện Tuy An – Tuy Hòa</b>						
5	An Hòa, An Mỹ, An Chấn, An Phú	PY_6	cao	TB	TB	Đê biển
<b>Huyện Đông Hòa</b>						
6	Phú Lâm - Hòa Hiệp Bắc, Trung, Nam	PY_7 PY_8	Cao	TB	TB	Đê biển
7	Hòa Tâm	PY_9	Thấp	TB	Thấp	
<b>TỈNH KHÁNH HÒA</b>						
<b>Huyện Vạn Ninh</b>						

1	Vạn Thọ-Vạn Thạnh	KH-1	TB	TB	TB	Đê biển
	<b>Huyện Ninh Hòa</b>					
2	Ninh Hải-Ninh Thủy	KH_2	TB	TB	TB	Đê biển
	<b>Cam Ranh - Cam Lâm</b>					
3	Cam Hải Đông	KH_3	Thấp	TB	Thấp	
<b>TỈNH NINH THUẬN</b>						
	<b>Huyện Ninh Hải</b>					
1	Công Hải	NT_1	Thấp	Thấp	Thấp	Không
2	Vĩnh Hải-ThanhHải	NT_2	TB	TB	TB	Đê biển
3	Nhon Hải –Trí hải	NT_3	TB	TB	TB	Đê biển
	<b>TP Phan Rang</b>					
4	Văn hải-Mỹ Hải - Đông Hải	NT_4	Cao	cao	Cao	Đê biển
	<b>Huyện Ninh Phước</b>					
5	An Hải	NT_5	TB	Thấp	Thấp	Đê biển ( cần cải tạo)
6	Phước Dinh	NT_6	Thấp	Thấp	TB	không
<b>TT</b>	<b>Vị trí, phạm vi cồn cát</b>	<b>Số hiệu</b>	Chức năng bảo vệ của cồn cát	Khả năng ổn định tổng thể của cồn cát	Vai trò của cồn cát	Đánh giá theo yêu cầu đê biển
<b>TỈNH BÌNH THUẬN</b>						
	<b>Huyện Tuy Phong</b>					
1	Phước Thê	BT_1	Thấp	TB	Thấp	không
2	Liên Hương-Bình Thạnh-Chí công	BT_2	Cao	Cao	Cao	Đê biển
3	Hòa Phú	BT_3	Thấp	Cao	Thấp	Không
	<b>Bắc Bình – T.P PhanThiet</b>					
4	Hòa Thắng	BT_4	TB	Cao	TB	Đê biển
5	Hòa Thắng -Hong Phong - Muine	BT_5	Cao	Cao	Cao	Đê biển
6	Hàm tiến - Phú Hải	BT_6	Cao	TB	TB	Đê biển
	<b>Huyện Hàm Thuận Nam</b>					
7	Tiến Thành -Thuận Quý-Tân Thành	BT_7	TB	TB	TB	Đê biển
	<b>Thị xã La Gi</b>					
8	Tân Hải – Tân Bình - Tân An	BT_8	Cao	TB	TB	Đê biển
	<b>Huyện Hàm Tân</b>					
9	Sơn Mỹ	BT_9	TB	Cao	TB	Đê biển
10	Tân Thắng	BT10	TB	Cao	TB	Đê biển

**Chương 5**  
**CÁC GIẢI PHÁP ỔN ĐỊNH, LIÊN KẾT CÒN CÁT**  
**THÀNH ĐÊ BIỂN TỰ NHIÊN**

**5.1. CÁC HIỆN TƯỢNG MẤT ỔN ĐỊNH CÒN CÁT VEN BIỂN MIỀN TRUNG**

**5.1.1. Ảnh hưởng của hiện tượng cát bay, cát nhảy, cát chảy đến sự ổn định của còn cát**

**5.1.1.1. Sự hình thành cát bay, cát nhảy**

Quá trình cát di động bao gồm các hiện tượng cát bay, cát nhảy, cát chảy chịu tác động chính của các yếu tố khí tượng và địa hình và các yếu tố hải văn. Trong chuyên đề nghiên cứu này không đề cập đến các yếu tố hải văn tác động làm cát di động mà chỉ nghiên cứu các yếu tố khí tượng mà ở đây yếu tố gió và yếu tố địa hình là 2 yếu tố nghiên cứu chính.

Quá trình cát bay, cát nhảy, cát chảy xảy ra theo cơ chế gồm 03 pha:

- Pha 01: Là giai đoạn tách rời các hạt cát ra khỏi bề mặt. Khi lực tác động vào bề mặt của đất cát thắng được lực liên kết giữa các hạt cát thì các hạt cát bị tách khỏi bề mặt. Các hạt cát sau khi rời bề mặt sẽ di chuyển cùng chiều với lực tác động.

- Pha 02: Là giai đoạn vận chuyển các hạt cát bị tách rời đi nơi khác. Xu hướng chuyển dời các hạt cát sẽ theo xu hướng của các lực tác dụng vào bề mặt mà chủ yếu là gió. Lực tác dụng có thể là chuyển động ngang hay chuyển động từ trên xuống, lúc này các hạt cát sẽ có một quãng thời gian di chuyển nhất định.

- Pha 03: Là giai đoạn tích tụ các hạt cát hay bụi tại vị trí mới. Khi lực tác dụng vào hạt cát nhỏ hơn trọng lực thì các hạt cát sẽ rơi xuống bề mặt đất. Vị trí mới của các hạt cát, bụi có thể ở vị trí thấp hơn vị trí ban đầu và khả năng bị tác dụng của các lực sẽ ít hơn so với vị trí ban đầu.

Như vậy, quá trình cát bay, cát nhảy, cát chảy diễn ra liên tục theo cơ chế tách rời, di chuyển, tích tụ đã làm cho một lượng lớn đất cát di chuyển từ nơi này đến nơi khác. Khi đến tại vị trí mới, dưới tác dụng của các điều kiện tự nhiên của khu vực thì các hạt cát lại tiếp tục di chuyển. Điều này làm cho vùng cát ngày càng được mở rộng.

#### **5.1.1.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến cát bay, cát nhảy**

##### **a) Loại đất**

Khu vực nghiên cứu có rất nhiều loại đất nhưng chỉ có 3 loại đất: đất cát biển (C), cồn cát trắng (Cc), cồn cát vàng (Cv) là có khả năng bị thổi bay do các đặc điểm về thành phần hạt thô và rời rạc, độ ẩm rất thấp vào mùa khô, hàm lượng mùn thấp, số lượng hạt keo đất ít.

Đặc điểm của đất cát là bờ rời, thành phần hạt rất thô, thành phần cơ giới nhẹ, hàm lượng silic rất cao, sét và limon thấp (0 - 0,6%). Đôi khi có vệt loang lỗ đỏ vàng hay kết von, có chỗ lẫn cả vỏ sò, ốc, N, P, K đều thấp. Chỉ số pHKCl dao động từ 4,5 - 7,5. Quá trình cát bay phụ thuộc rất lớn vào thành phần hạt của đất. Nếu tỷ lệ hạt cát mịn có trong thành phần hạt chiếm tỷ lệ lớn thì khả năng thổi bay khi bị gió tác động là rất lớn.

Độ ẩm của đất cát rất thấp chỉ dao động từ 5 - 15%, độ ẩm thấp nên khả năng liên kết giữa các hạt cát yếu, tỷ trọng của đất bị giảm thấp, độ kết dính giữa các hạt rất thấp. Vì vậy, khi có sự tác động của gió thì các hạt cát này dễ bị tách ra khỏi lớp đất bề mặt và di chuyển đến vị trí mới gây nên quá trình cát bay.

Hàm lượng mùn của đất cát rất thấp, trung bình khoảng 0,8%. Tỷ lệ mùn thấp nên số lượng các hạt keo hữu cơ trong đất rất ít ỏi, khiến khả năng liên kết giữa các hạt cát là rất thấp. Vì thế đất cát nghèo mùn thì quá trình cát bay sẽ diễn ra mạnh.

##### **b) Yếu tố địa hình**

Địa hình vùng Cồn cát ven biển có nhiều dãy cồn cát cao từ 5 - 10m chạy dọc theo hướng gần song song bờ biển, có bề mặt lượn sóng, dưới dạng



dãy đụn nối tiếp nhau, gần như vuông góc với hướng gió thổi từ biển vào. Địa hình dốc ở phía Tây và càng đi dần về phía Đông (phía cửa bờ biển) thì địa hình bằng phẳng hơn. Khi gió mùa Đông Nam thổi từ phía biển vào đất liền (mùa hè) sẽ gặp dạng địa hình của vùng cát ven biển thì tốc độ gió thổi sẽ giảm dần, càng vào sâu trong đất liền thì địa hình phức tạp hơn và thảm thực vật phong phú hơn. Vì vậy, mức độ ảnh hưởng của quá trình này cũng sẽ có xu hướng giảm dần từ địa hình ven biển bằng phẳng đến các đụn cát, cồn cát và suy giảm khi vào đến vùng cát nội đồng.

### *c) Gió*

Vùng nghiên cứu chịu ảnh hưởng bởi hai loại gió là gió mùa Đông và gió mùa Tây Nam. Ngoài ra còn có gió Đông và hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới. Hoạt động của gió là những nguyên nhân chính gây ra hiện tượng cát bay trên dải ven biển. Chúng tạo ra các cồn cát di động, các mương cát lún sâu vào trong đất liền vùi lấp đồng ruộng, đường giao thông, làm mất đất sản xuất.

Do bờ biển có hướng Tây Tây Bắc - Đông Đông Nam nên hoạt động của gió mùa Đông Bắc có ảnh hưởng nhiều đến sự di động của cát. Gió mùa Đông Bắc xuất hiện từ tháng X đến tháng IV năm sau, trong các tháng này tần xuất gió mùa Đông Bắc thường chiếm 30-40%. Mỗi trận gió mùa Đông Bắc thường kéo dài liên tục trong khoảng 7-10 ngày, rất nhiều trận gió đạt cấp 6-7 ứng với vận tốc 18-20m/s bắt đầu phát huy tác dụng đưa cát di chuyển tạo nên các cồn cát di động. Gió Tây Nam xuất hiện vào mùa hè, so với gió mùa Đông Bắc thì kém hơn về cường độ, song làm phức tạp địa hình cồn cát do gió mùa Tây Nam tạo ra.

Các Cồn cát ven biển sẽ thay đổi về cấu trúc, hình dạng khi bị gió tác động một lực, gây nên ra sự tách rời của các hạt cát ra khỏi cấu trúc đất cát. Hậu quả của quá trình này đã tạo ra các đụn cát, cồn di động.

Hoạt động của gió đã tạo nên một loạt các cồn cát di động có độ cao chủ yếu 5-10m phân bố dọc dải ven biển.

*d) Thảm thực vật*

Thảm thực vật tồn tại như là mặt đệm giữa đất và không khí là tầng che phủ trên mặt đất có tác dụng vô cùng to lớn trong việc giảm cường độ tác động của gió đến lớp phủ bề mặt đất, đồng thời làm tăng lực liên kết giữa các hạt đất trong khối.

Do Cồn cát ven biển có hàm lượng dinh dưỡng kém, lượng mùn thấp nên lớp phủ thực vật thưa thớt, nghèo nàn, chủ yếu các là loài thực vật chịu hạn: dứa dại, xương rồng, rau muống biển, cỏ quắn xanh...có khả năng giữ nước, chắn gió, giữ cát yếu. Dưới sự tác động của gió kết hợp với địa hình và thảm thực vật nghèo nàn đã làm cho quá trình cát bay diễn ra phức tạp.

*e) Tác động của con người*

Trong quá trình hoạt động sản xuất và sinh hoạt, con người cũng có những tác động tích cực để cải tạo đất cát nhằm đảm bảo nhu cầu đất sản xuất nông nghiệp (khai hoang thêm nhiều vùng đất sản xuất, cải tạo đất cát, trồng rừng để tăng cường hoạt động bảo vệ chống xói mòn rửa trôi...).

Tuy vậy, vẫn còn một số tồn tại trong quá trình sản xuất của người dân đã ảnh hưởng đến chất lượng môi trường đất cát nói riêng và môi trường nói chung. Một số việc làm của con người đã tác động gián tiếp khiến quá trình cát bay diễn ra.

Công tác khai hoang và thành lập các khu định cư mới trên đất cát vẫn còn manh mún. Vì vậy khi đến sống trên vùng cát, con người khai hoang sản xuất trên đất cát nhưng không đúng kỹ thuật, phá vỡ cảnh quan trên đất cát như: hạn chế lớp phủ thực vật, thay đổi độ cao các cồn cát, đụn cát khiến cho quá trình cát bay thuận lợi diễn ra.

Công tác xây nhà, cải tạo đất cát, trồng mới một số loại cây trồng không thích hợp với môi trường đất cát hay nuôi tôm trên vùng đất cát không đúng kỹ thuật đã mang lại hậu quả ô nhiễm môi trường đất cát tại khu vực như: đất nuôi tôm bị nhiễm mặn, dẫn đến nguy cơ suy thoái môi trường đất

trên diện rộng. Khi đó các loại thảm thực vật cũng không sinh sống được nên khả năng bao phủ lớp đất bề mặt tại đây bị giảm. Đây cũng là một nguyên nhân làm cho quá trình cát bay diễn ra.

Việc giám sát và quản lý quy hoạch các vùng chuyên canh nông nghiệp, các khu vực chăn nuôi, hoạt động lâm nghiệp của chính quyền địa phương còn hạn chế. Nên có những công trình hay mô hình sản xuất này có kết quả thấp. Từ đó người dân không canh tác và bỏ hoang, dần dần những khu vực này sẽ bị tác động yếu tố tự nhiên dẫn đến hình thành nên dạng suy thoái là “hoang mạc cát” không có lớp phủ thực vật, địa hình trống nên khả năng diễn ra quá trình cát bay là rất lớn.

### ***5.1.1.3. Thực trạng quá trình cát bay, cát nhảy, cát chảy ở khu vực nghiên cứu***

#### ***❖ Các khu vực diễn ra quá trình cát bay, cát nhảy, cát chảy***

Khu vực diễn ra quá trình cát di động được chia thành 2 khu vực:

➤ *Vùng cát ven biển:* Tại khu vực này quá trình cát bay diễn ra mạnh, ở đây có nhiều cồn cát, đụn cát cao hàng chục mét, là điều kiện tốt để quá trình cát bay diễn ra. Kết hợp với bề mặt đất của lãnh thổ trải rộng, lớp phủ thực vật thưa thớt và trải dài song song với bờ biển.

Đây là khu vực chính diễn ra quá trình cát bay của vùng cồn cát. Hàng năm, một diện tích không nhỏ đất sản xuất của người dân địa phương bị mất đi do cát lấp và xâm chiếm đồng ruộng, nhà ở.

➤ *Vùng cát nội đồng:* Khu vực cát nội đồng có lớp thảm thực vật phong phú hơn vùng cát ven biển. Ngoài ra, khu vực này có sự sinh sống của người dân, một phần diện tích đất cát đã được cải tạo để sản xuất nông nghiệp, nên tính chất hóa lý của đất đã được thay đổi. Khi bị gió mùa Tây Nam khô nóng và gió mùa Đông Bắc thổi vào thì quá trình cát bay có diễn ra nhưng yếu. Đây là khu vực chịu ảnh hưởng khi xảy ra quá trình cát bay. Cát ở các khu vực ven biển sẽ di chuyển sâu vào vùng nội đồng và cố định

tại đây. Theo kết quả khảo sát thực địa thì hầu hết các cơn cát trong khu vực nghiên cứu đều xảy ra quá trình cát bay gây ảnh hưởng trực tiếp đến sản xuất và đời sống của người dân.

❖ ***Thời gian diễn ra quá trình cát bay, cát nhảy, cát chảy***

Tại khu vực nghiên cứu quá trình cát bay xảy ra thường xuyên quanh năm nhưng chủ yếu là diễn ra vào mùa hè. Thời kỳ này có gió mùa Đông Nam và gió Tây Nam cùng hoạt động. Hai loại gió này có tốc độ gió lớn, khả năng tách các hạt cát ra khỏi bề mặt đất rất dễ dàng.

Vào mùa hè, bề mặt đất nhận được lượng tia chiếu mặt trời rất lớn làm độ ẩm trong không khí giảm đi, lượng bốc thoát hơi nước của đất rất lớn khiến độ ẩm trong đất giảm xuống thấp, tạo điều kiện cho quá trình diễn ra mạnh. Kết hợp với gió Tây Nam và gió mùa Đông Nam thổi từ biển vào với tốc độ gió lớn nên quá trình này xảy ra mạnh hơn. Hình thức di chuyển phổ biến của quá trình cát bay diễn ra vào mùa hè là kiểu di chuyển dạng nhảy cóc. Tốc độ gió vào thời gian này rất mạnh vì vậy các hạt cát dễ dàng bị di chuyển liên tục.

❖ ***Cường độ tác động và phạm vi ảnh hưởng***

Cường độ tác động của quá trình cát bay tùy thuộc vào tốc độ gió, nhiệt độ không khí, độ ẩm của đất và lớp phủ bề mặt.

Vào khoảng từ tháng VI đến và tháng VIII, ở khu vực cường độ tác động cũng của quá trình cát bay là lớn nhất. Thời điểm này, vận tốc của gió Tây Nam đạt đỉnh điểm, cường độ bức xạ mặt trời lớn nên khả năng bốc thoát hơi nước cao khiến độ ẩm trong đất giảm. Mặt khác, do khu vực có lớp phủ bề mặt tương đối đơn giản.

Trong ngày, quá trình cát bay đạt đỉnh điểm là từ 10 đến 13 giờ. Lúc này do bề mặt đất nhận được năng lượng lớn nhất từ ánh nắng mặt trời làm cho lớp không khí bề mặt trở nên khô và nóng hơn, lượng bốc thoát hơi nước lớn, độ ẩm trong đất vào thời gian này là thấp nhất trong ngày. Đây chính là

điều kiện tốt nhất xảy ra quá trình cát bay. Vào các thời điểm khác quá trình cát bay cũng có xảy ra nhưng cường độ yếu hơn.

Phạm vi ảnh hưởng của quá trình cát bay là rất lớn, tất cả môi trường đều chịu ảnh hưởng. Thông thường trong quá trình cát bay một khối lượng lớn đất sẽ di chuyển theo hướng từ bờ biển vào các khu vực phía trong. Càng sát bờ biển quá trình cát bay diễn ra càng mạnh và giảm dần khi vào các khu vực phía trong. Do đó, quá trình cát bay sẽ làm mở rộng diện tích vùng cát, vùi lấp ruộng đồng, nhà cửa, đường sá và các công trình khác, dẫn đến diện tích đất sản xuất bị thu hẹp, môi trường không khí bị xấu đi, quá trình sinh sống của người dân sẽ gặp nhiều khó khăn.

### **5.1.2. Xói lở cồn cát**

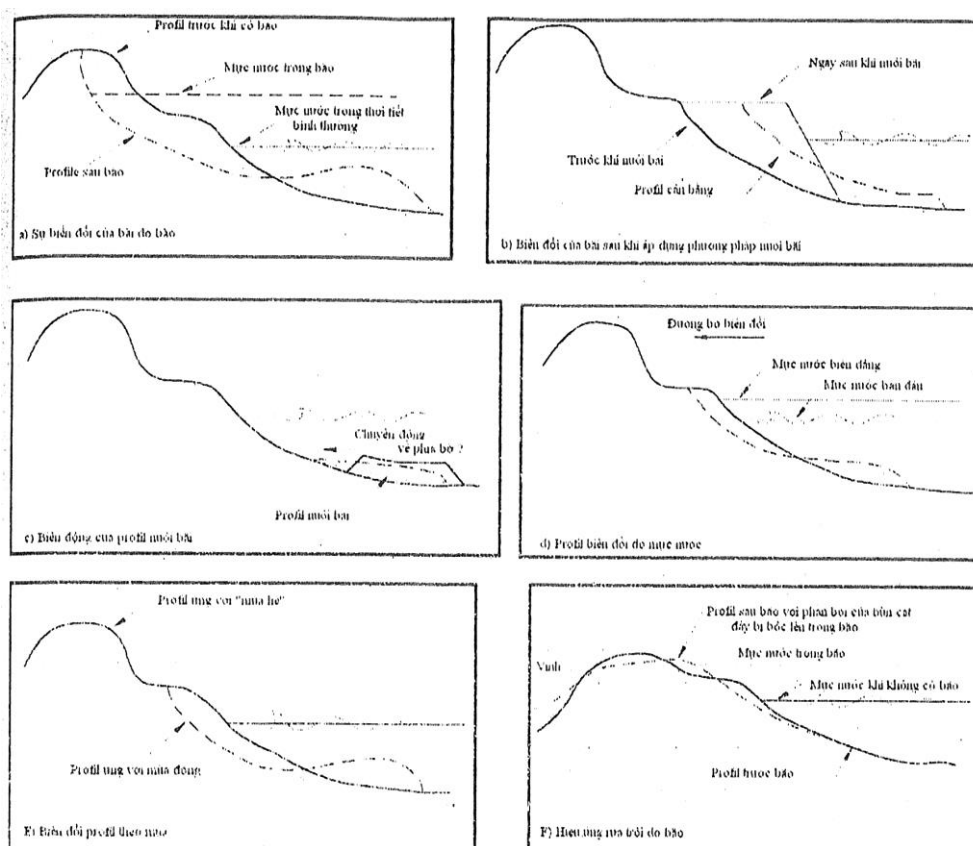
#### **❖ Nguyên nhân**

Xói lở cồn cát do tác động của sóng là một dạng biến động hình thái bờ biển. Dưới tác động của sóng và dòng chảy do sóng, cát bờ biển bị xói sẽ được chuyển đi theo hai hướng: hướng dọc bờ và hướng ngang bờ (hướng vào bờ hay hướng ra biển), trong đó chuyển cát về phía biển diễn ra nhanh và đều hơn gây xói lở trở nên nghiêm trọng hơn. Do đó, việc nghiên cứu sự xói lở cồn cát do sóng thường được xem xét trên cơ sở sự vận chuyển bùn cát ngang bờ.

Vận chuyển bùn cát ngang bờ bao gồm VCBC từ bờ ra khơi, thường xuất hiện trong bão và VCBC từ khơi vào bờ, thường xuất hiện trong các điều kiện thời tiết bình thường. Hai hướng vận chuyển nêu trên được nghiên cứu theo hai cơ sở khoa học hoàn toàn khác biệt với nhau và với cỡ thời gian tác động cũng rất khác nhau. Do vậy nên các khó khăn gặp phải trong tính toán, dự tính dòng VCBC vuông góc với bờ cũng hoàn toàn khác nhau.

Việc tính toán dòng vận chuyển bùn cát từ bờ ra khơi đơn giản hơn và hiện tượng này thường xuất hiện nhanh hơn và là một quá trình điều hòa hơn trong toàn bộ thời gian tác động và trên toàn bộ profile bãi. Điều này là rất may mắn vì dòng VCBC từ bờ ra khơi rất nguy hiểm đối với các công trình

biển và gây mất đất, xói lở bờ biển. VCBC từ ngoài khơi vào làm tăng diện tích bãi trong các điều kiện thời tiết bình thường. Năm vững cơ chế của VCBC vuông góc với bờ bao gồm việc năm vững cả các quá trình VCBC lơ lửng và di đáy và các quá trình tác động của sóng lên bùn cát, năng lượng khu vực cũng như các yếu tố khác.



**Hình 5. 1. Các tác động của dòng VCBC vuông góc với bờ**

Các quá trình VCBC vuông góc về phía bờ được giải thích bằng lý thuyết sóng bậc cao khi có sự không cân bằng giữa diện tích đỉnh sóng và bụng sóng trong vùng nước nông. Trong đời sóng đỏ, dòng VCBC vuông góc với bờ chiếm ưu thế do lượng bùn cát trong trạng thái lơ lửng. Nếu trạng thái lơ lửng không liên tục đối với mỗi chu kỳ sóng, quỹ đạo trung bình của hạt nước trong một chu kỳ mà hạt cát trong trạng thái lơ lửng quyết định hướng của VCBC vuông góc với bờ. Dean (1973) chỉ ra rằng bùn cát lơ lửng có thể được vận chuyển về phía bờ và ra ngoài khơi phụ thuộc vào hạt cát đáy bị bóc

lên với khoảng cách tỷ lệ với độ cao sóng, và tốc độ sa lắng  $w$  và thời gian để hạt cát quay về đáy tỷ lệ với  $H/w$ . Nếu thời gian cát lắng xuống nhỏ hơn  $1/2$  chu kỳ sóng, thì hạt cát sẽ chuyển động tịnh về phía bờ, còn ngược lại nó sẽ chuyển động ra khơi. Cơ chế này hết sức đơn giản không tính đến hiệu ứng chuyển động ra khơi. Cơ chế này hết sức đơn giản không tính đến hiệu ứng dòng chảy trung bình vuông góc với bờ. Cũng chứng minh rằng dòng VCBC tịnh về phía bờ hoặc ra khơi có thể liên quan đến tham số  $H/wT$  gọi là thời gian sa lắng.

Lực trọng trường có thể được xác định là lực gây VCBC tịnh về phía khơi đối với các mặt dốc ra biển, tuy nhiên với các profil có cồn chắn, lực trọng trường có thể gây VCBC tịnh về phía bờ trong một đoạn của profil. Lực trọng trường có tác dụng "là trơn" các gò ghề trên prolif bãi. Nếu lực trọng trường là một lực duy nhất thì bãi biển đã bằng phẳng hoàn toàn. Cần nhấn mạnh rằng, lực lượng trọng trường cũng có thể đóng vai trò lực giữ ổn định vì hạt cát không thể bốc khỏi đáy trừ khi:

- Lực bốc lên khỏi đáy do rôi của nước biển mạnh hơn trọng lực của bùn cát.

- Lực kéo theo chiều ngang của nước vượt qua lực cản rôi của bùn cát.

Các tác động của dòng VCBC vuông góc với bờ được mô tả trên hình.

#### ❖ *Quá trình xói lở cồn cát*

Quá trình xói lở cồn cát có thể được coi là vấn đề vận chuyển bùn cát theo hướng vuông góc bờ. Trên mặt cắt ngang, cát từ cồn cát được vận chuyển đến vùng nước sâu hơn và ổn định ở đó, phương pháp tiếp cận đầu tiên là giả định một sự cân bằng bùn cát chỉ giới hạn trong phạm vi mặt cắt ngang. Tổng lượng cát bị xói lở từ cồn cát và phân trên cùng của mặt cắt ngang ( $m^3/m$ ) và lượng bùn cát được lắng đọng đầu đó ngay trên mặt cắt ngang là như nhau.

Trong thời gian bão, với một sự gia tăng rất lớn của mực nước và các yếu tố sóng, lượng cát từ cồn cát được vận chuyển theo hướng ra biển, do xói lở cồn cát thường xảy ra trong thời gian rất ngắn vì vậy khi tính toán xói lở cồn cát, chỉ sử dụng một số phương pháp tính toán xem xét việc vận chuyển cát chỉ theo hướng vuông góc bờ biển và tính toán theo các phương pháp trên sử dụng khái niệm gọi là “mặt cắt xói lở”. Với khái niệm và phương pháp như vậy, hình dạng mặt cắt xói lở ở phần trên được coi là đã biết. Hình dạng của mặt cắt xói lở trong bão phụ thuộc vào chiều cao và chu kỳ sóng xảy ra, thành phần hạt cát của cồn cát. Khi các đặc trưng của mặt cắt xói lở đã biết, khoảng cách bị xói lở của cồn cát dễ dàng được xác định với phương pháp cân bằng cát trong một mặt cắt khép kín.

Năng lượng sóng đóng một vai trò quan trọng trong việc hình thành bãi biển, bồi tích và di chuyển cát trên bãi biển theo chu kỳ. Sóng vỗ vào bờ mang cát vào bãi biển trong khi sóng rút lại mang cát đi. Trong các thời kỳ lắng sóng, cát tạo nên bãi biển, trong thời kỳ bão bãi biển lại có thể bị xói lở bởi sự phá hoại của sóng.

Xói lở cồn cát là 1 ví dụ điển hình của quá trình vận chuyển bùn cát theo mặt cắt ngang. Trong 1 cơn bão xói lở cồn cát liên quan tới việc cát từ cồn cát bị xói lở và lắng đọng ở các khu vực sâu hơn trong 1 thời gian ngắn; đây là quá trình vận chuyển bùn cát điển hình theo phương ngang bãi biển. Thông thường 1 cơn bão đi kèm với mực nước cao hơn bình thường và sóng cao hơn cũng xảy ra. Dưới các điều kiện bão, mặt cắt ngang cồn cát có thể khác xa hình dạng cân bằng ban đầu của mặt cắt cồn cát trước khi cơn bão, ở trong bão quá trình tái tạo lại hình dạng mặt cắt cồn cát sẽ xảy ra, cát ở đất liền và cồn cát bị xói lở và lắng đọng lại tại khu vực nước sâu hơn (hình 5.1).

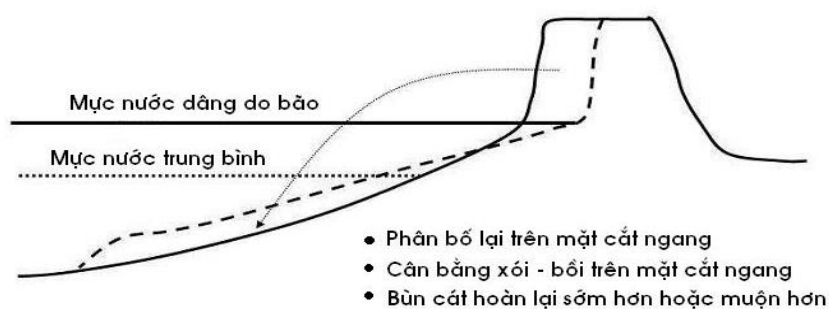
Sau cơn bão, thông thường sẽ xảy ra sự phục hồi của mặt cắt cồn cát về tình trạng ban đầu do các quá trình vận chuyển bùn cát dưới các điều kiện khí tượng hải văn bình thường.



### 5.1.2.2. *Đánh giá khả năng và mức độ xói lở của cồn cát*

Xói lở cồn cát là một ví dụ điển hình của quá trình vận chuyển bùn cát theo mặt cắt ngang. Trong một cơn bão, xói lở cồn cát liên quan tới việc cát từ cồn cát bị xói và lắng đọng ở các khu vực sâu hơn trong một thời gian ngắn; đây là quá trình vận chuyển bùn cát điển hình theo phương ngang bãi biển. Dưới các điều kiện bão, mặt cắt ngang cồn cát có thể khác xa hình dạng cân bằng ban đầu của mặt cắt cồn cát trước bão, ở trong bão quá trình tái tạo lại hình dạng mặt cắt cồn cát sẽ xảy ra (hình 5.2).

Sau cơn bão, thông thường sẽ xảy ra sự phục hồi của mặt cắt cồn cát về tình trạng ban đầu do các quá trình vận chuyển bùn cát dưới các điều kiện khí tượng hải văn bình thường.



**Hình 5. 2. Sơ đồ mô tả xói lở cồn cát do sóng trên mặt cắt ngang**

(Nguồn: *Tiêu chuẩn thiết kế đê biển*, 2012)

Hiện tại có khá nhiều mô hình, công cụ chuyên tính toán xói lở cồn cát và một số mô hình cũng có chức năng tính toán xói lở cồn cát. Trong tính toán xói lở cồn cát thông thường chủ yếu chỉ xét đến quá trình vận chuyển bùn cát và xói lở theo phương vuông góc với bờ, còn theo phương dọc bờ thường bỏ qua hoặc chỉ xét ảnh hưởng 1 phần đến xói lở cồn cát.

#### ❖ *Mô hình tính toán theo thực nghiệm*

##### ➤ *Mô hình tính DUROS (DUne erROSion) (1985)*

Là mô hình được thiết lập lần đầu tiên từ năm 1985 do Delft Hydraulics, trên cơ sở thực nghiệm, được dựa trên giả thuyết quan trọng là đã biết trước

được hình dạng mặt cắt ngang của cồn cát sau bão và các thông số về sóng, mực nước đo đạc, địa hình mặt cắt ngang cồn cát...

➤ *Mô hình DUROS-Plus*

Được hoàn thiện bởi Delft Hydraulics vào 2006. Mô hình DUROS-Plus về cơ bản dựa trên cơ sở mô hình DUROS, tuy nhiên trong điều kiện tính toán có đưa thêm yếu tố ban đầu để tính toán đó là chu kỳ sóng.

2. Các mô hình lý thuyết

➤ *Mô hình EDUNE*

Mô hình được phát triển bởi Trung tâm nghiên cứu biển của trường Đại học tổng hợp Delaware-Mỹ vào năm 1984 và được Kriebel và Dean hoàn thiện. Mô hình được sử dụng để tính toán dự báo định lượng tổng lượng xói lở gây ra do một cơn bão bất kỳ. Mô hình tính có xem xét sự kết hợp chặt chẽ giữa mực nước trong bão và giá trị sóng vỡ vào thời điểm triều cao.

➤ *Mô hình CHAMPS (Coastal Hazard Analysis Modeling Program)*

Đây là công cụ được Federal Emergency Management Agency (FEMA) phát triển từ những năm 1970, đây là loại mô hình sử dụng các dữ liệu đo đạc để phân tích đánh giá dự báo các biến động của chế độ động lực và xói lở ven biển thông qua các hệ thống biểu đồ và bảng phân tích, cụ thể là được dùng để phân tích chiều cao sóng và tác động tới xói lở bờ nói chung. Hiện tại đã được nâng cấp và phát triển để sử dụng trong các đánh giá rủi ro của vùng ven biển do tác động của sóng dưới ảnh hưởng của các cơn bão.

➤ *Mô hình Xbeach (2005)*

Là mô hình lý thuyết, 2 chiều được phát triển vào năm 2005, sử dụng trong tính toán truyền sóng, vận chuyển bùn cát và biến động hình thái ở vùng gần bờ, bãi biển và cồn cát trong các điều kiện bão. Mô hình được phát triển qua sự hợp tác của các cơ quan: US Army Corps of Engineers, UNESCO-IHE, Deltares, Delft University of Technology and the University of Miami.

➤ *Mô hình UNIBEST-TC (2001)*

Mô hình được sử dụng để mô phỏng quá trình biến động của mặt cắt ngang bờ biển, cồn cát và dự báo được các biến động hình thái bờ, bãi biển có xét đến các yếu tố sóng và dòng ven. Đặc biệt nó có thể mô tả và dự báo được xói lở cồn cát theo thời gian và không gian. Mô hình được phát triển bởi DELFT HYDRAULICS

#### ❖ *Các mô hình bán thực nghiệm*

##### ➤ *Mô hình DUROSTA*

Mô hình được phát triển bởi Delft Hydraulics vào năm 1995, dựa trên các nghiên cứu lý thuyết và thí nghiệm trên máng kính lớn. Mô hình chỉ chủ yếu tính toán vận chuyển bùn cát ngang bờ và bỏ qua vận chuyển bùn cát dọc bờ. Mô hình có khả năng phát triển và mô phỏng được theo thời gian mặt cắt ngang bờ biển (hoặc cồn cát) trong một cơn bão. Hiện tại đây là mô hình được sử dụng nhiều và phù hợp với điều kiện của Hà Lan.

##### ➤ *Mô hình SBEACH*

Mô hình được phát triển lần đầu tiên bởi U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station trên cơ sở các kỹ thuật phân tích được sử dụng rút ra từ các phương trình cơ bản được thực hiện trong mô hình số và các phân tích thông qua thí nghiệm mô hình vật lý, mục tiêu chính là tạo ra công cụ có thể dự báo được sự thay đổi của bờ biển nói chung trong đó có các cồn cát ven biển.

Trên cơ sở phạm vi của đề tài, với sự hỗ trợ của chuyên gia Hà Lan, nhóm đề tài lựa chọn mô hình DUROS- Plus của Hà Lan làm mô hình tính toán.

#### **5.1.3. Ảnh hưởng của thảm thực vật đến sự ổn định của cồn cát**

Các đai rừng chọn đánh giá tác dụng phòng hộ là đai phi lao, cây keo, cây neem (xoan chịu hạn), và một đai rừng hỗn hợp các loài cây tầng cao và cây bụi tầng thấp. Các loài cây phòng hộ ven biển này phổ biến ở vùng ven biển đang xảy ra nạn cát bay, cát nhảy. Đây là các loài cây phòng hộ có nhiều ưu điểm: các dải Phi lao thường được trồng ngoài (phía mặt biển) là loài cây có gỗ

chắc, dẻo dai, khả năng chống chịu tốt trước tác động trực tiếp của gió biển. Phía trong thường trồng giải keo lá trầm, là loài cây có bộ tán lá khá dày, tác dụng cản gió mạnh. Cây neem có khả năng chịu được khô hạn cao, sức phát triển tốt ở các vùng hạn hán cao như Ninh Thuận, Bình Thuận. Ngoài ra còn có một số cây bụi mọc tự nhiên trong các dải cây trồng phòng hộ.



**Hình 5. 3. Các đai rừng đánh giá tác dụng chắn gió**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2014)

Mật độ hiện tại của đai rừng hỗn giao là khá dày và rậm, cây tầng cao là các cây phi lao lớn hơn 10 năm tuổi, còn các đai cây đơn thuần cũng đạt từ 4167 cây/ha (Phi Lao) trở lên. Các chỉ tiêu sinh trưởng và mức độ dày rậm của đai *neem* (trừ đai rừng hỗn giao) là cao hơn cả ( $D_0 = 3,0-3,1\text{cm}$ ,  $H_{vn} = 1,7-2,5\text{m}$ ,  $L_t = 1,7-2,3\text{m}$ ,  $D_t = 1,7\text{m}$ , số cành dài  $>50\text{cm}$  có tới 16 đến 25 cành/cây), điều đặc biệt là loài cây này có chiều cao tán, đường kính tán lớn và sắp xỉ nhau, có nhiều cành nhánh nên mức độ dày rậm, che phủ không gian lớn hơn. Đứng thứ 2 về sinh trưởng và mức độ dày rậm là đai rừng *keo lá trầm* và thấp nhất là đai rừng phi lao, các chỉ tiêu này chỉ bằng 50-70% so với đai rừng *neem* ( $D_0 = 1,8\text{cm}$ ,  $H_{vn} = 0,7\text{m}$ ,  $L_t = 0,7\text{m}$ ,  $D_t = 1,0\text{m}$ , chỉ có 11 cành/cây).

Trong các ngày quan trắc khí tượng tại khu vực đai rừng nghiên cứu ở các đai rừng được chọn vào mùa gió Đông Nam (Tháng 9/2015) thời tiết có dạng nắng nóng, không mưa. Gió thổi theo hướng Đông Nam về Tây Bắc, lệch so với hướng chính Bắc  $135-145^\circ$  theo chiều kim đồng hồ. Tốc độ gió ở trước đai rừng 10m đạt từ 0,8 đến 9,6m/s. Nhiệt độ không khí trong ngày ở nơi trồng đạt  $27,5-36,7^\circ\text{C}$ .

**Bảng 5. 1. Một số đặc trưng của các đai rừng nghiên cứu phòng hộ**

Đai rừng	Mật độ hiện tại (cây/ha)	Chiều rộng đai (m)	Đặc trưng sinh trưởng				
			D <sub>0</sub> (cm)	H <sub>vn</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	D <sub>t</sub> (m)	Số cành >50cm
Phi lao	4167	100	1,8	0,7	0,7	1,0	11
<i>Keo lá tràm</i>	4412	100	2,2	1,4	1,2	1,4	16
<i>Neem</i>	4989	100	4,1	2,5	2,3	1,7	19
<i>Hỗn giao</i>	9845	100	-	-	-	-	28

Tác dụng phòng hộ từng mặt của 4 đai rừng trồng trên đụn cát bay như sau:

#### **5.1.3.1. Tác dụng chắn gió**

Tác dụng chắn gió Đông Nam của 4 đai rừng nghiên cứu được ghi ở bảng 5.2 cho thấy: Thời điểm đo gió qua các đai rừng không trùng nhau, do đó tốc độ gió đo được là khác nhau. Tuy nhiên, quá trình đo gió cũng đã chọn được thời điểm đo gió có tốc độ khá lớn đủ khả năng xảy ra cát bay, cát nhảy với những vận tốc gió thể này. Qua số liệu đo và tính toán ở bảng 2 đã cho thấy đai rừng có hỗn giao giữa các cây tầng cao và cây bụi (ở đây là cây rứa dại và cỏ chi) đã tỏ ra hiệu quả ưu thế hơn 2 loại đai rừng chỉ có 1 loài khác: Tốc độ gió giữa đai giảm được > 80% so với 46-62% và sau đai giảm gần tới 86% trong khi các đai rừng 1 loài giảm được 72-76%.

Như vậy khả năng chắn gió của đai rừng *hỗn giao* hơn hẳn. Mặc dù vậy các đai rừng *Phi lao*, *keo lá tràm* và *neem* cũng có khả năng giảm gió khá tốt khi đạt hiệu quả giảm gió lớn hơn 70%, tốc độ gió sau các đai chỉ còn  $\leq 1,6$ m/s. Điều này rất phù hợp với đặc điểm chung là các đai rừng có chiều cao cây, chiều cao tán, đường kính tán lớn hơn, độ dày rậm của tán cao hơn thì chắn gió tốt hơn.

**Bảng 5. 2. Tác dụng chắn gió của các đai rừng nghiên cứu**

Đai rừng	Tốc độ gió (m/s)			Hiệu năng chắn gió (%)	
	Trước đai 10 m	Giữa đai	Sau đai 10m	Giữa đai	Sau đai 10 m
Phi lao	5,8	2,2	1,6	62,07	72,41
Keo lá tràm	5,4	2,9	1,4	46,30	74,07
Neem	6,3	2,7	1,5	57,14	76,19
Hỗn giao	6,1	1,2	0,8	80,33	86,89

**5.1.3.2. Tác dụng cố định cát**

Kết quả đo tính độ cao cát bị gió thổi bốc đi và độ cao cát lấp so với mặt cát ban đầu được đánh dấu trên gốc cây khi trồng thì độ cao cát di động sau 3 năm ở các ô thí nghiệm với 4 loại đai rừng Phi lao, keo lá tràm, neem với mật độ 5000 cây/ha và rừng cây hỗn giao mật độ khoảng 10000 cây/ha trên đồi cát bay được ghi ở bảng 5.3.

Đai rừng *hỗn giao* có nhiều cây cao, thấp khác nhau, đường kính tán lớn hơn và nhiều cành nhánh hơn thì có tác dụng chắn cát tốt hơn (bị cát bốc và lấp ít hơn) so với đai rừng phi lao và keo lá tràm có chiều cao cây, chiều cao tán, đường kính tán nhỏ hơn, ít cành nhánh hơn.

**Bảng 5. 3. Tác dụng cố định cát của các đai rừng 3 tuổi**

Chỉ tiêu	<i>Phi lao</i>	<i>Keo lá tràm</i>	<i>Neem</i>	<i>Hỗn giao</i>	Nơi trồng phía Đông	Nơi trồng phía Tây
Độ cao cát bốc (cm)	12,6	10,1	10,6	8,5	40,3	36,7
Độ cao cát lấp (cm)	13,8	10,9	11,4	5,5		

Như vậy về mặt phòng hộ chắn gió và cố định cát thì đai rừng *hỗn giao* nhiều loại cây tầng cao và các loài cây bụi có hiệu quả hơn cả.

### 5.1.3.3. Tác dụng cải thiện độ ẩm, nhiệt độ không khí

Độ ẩm không khí trung bình ngày quan sát trong 4 đai rừng nghiên cứu cao hơn nơi trồng 2,1-3,7% và nhiệt độ không khí trung bình ngày trong đai thấp hơn nơi trồng 0,9-2,0°C.

**Bảng 5. 4. Tác dụng cải thiện độ, nhiệt độ không khí**

Đai rừng	Độ ẩm không khí (%)			Nhiệt độ không khí (°C)		
	Trong đai	Nơi trồng	Hiệu năng	Trong đai	Nơi trồng	Hiệu năng
Phi lao	70,6	68,4	2,1	30,3	31,3	-1,0
Keo lá tràm	70,7	68,4	2,3	30,3	31,2	-0,9
Neem	71,1	68,4	2,7	29,9	31,1	-1,2
Hỗn giao	72,1	68,4	3,7	29,6	31,7	-2,0

Đai rừng *hỗn giao* có nhiều cây cao thấp xen lẫn nhau, chiều cao tán và nhiều cành nhánh hơn thì có tác dụng cải thiện ẩm độ không khí và nhiệt độ không khí vào mùa gió Đông Nam tốt hơn (hiệu năng ẩm độ không khí trung bình 2,7-3,7%, hiệu năng nhiệt độ không khí trung bình -1,2 đến -2,0°C) so với đai rừng Keo lá tràm và phi lao có chiều cao cây, chiều cao tán, đường kính tán nhỏ hơn, ít cành nhánh hơn (hiệu năng ẩm độ không khí trung bình 2,1-2,3%, hiệu năng nhiệt độ không khí trung bình -0,9 đến -1,0°C).

### 5.1.3.4. Tác dụng cải thiện độ ẩm, nhiệt độ đất

Độ ẩm đất tầng mặt (độ sâu 0-20cm) trung bình trong ngày quan sát dưới 4 đai rừng nghiên cứu cao hơn nơi trồng 2,7-4,4% và nhiệt độ đất trung bình trong ngày dưới đai rừng thấp hơn nơi trồng 0,8-1,3°C.

Đai rừng *hỗn giao* và *cây neem* có nhiều cây cao thấp khác nhau, chiều cao tán và nhiều cành nhánh hơn thì có tác dụng cải thiện ẩm độ và nhiệt độ đất dưới đai rừng tốt hơn (hiệu năng độ ẩm đất trung bình 3,4-4,4%, hiệu năng nhiệt độ đất trung bình từ -1,2 đến -1,3°C) so với đai rừng

keo lá tràm và phi lao có chiều cao cây, chiều cao tán, đường kính tán nhỏ hơn, ít cành nhánh hơn (hiệu năng ẩm độ đất trung bình 2,7-2,9%, hiệu năng nhiệt độ đất trung bình từ -0,8 đến -1,0°C).

**Bảng 5. 5. Tác dụng cải thiện ẩm độ, nhiệt độ đất**

Đai rừng	Ẩm độ đất (%)			Nhiệt độ đất (°C)		
	Trong đai	Nơi trống	Hiệu năng	Trong đai	Nơi trống	Hiệu năng
Phi lao	80,9	70,0	2,9	32,4	33,2	-0,8
<i>Keo lá tràm</i>	80,1	77,4	2,7	32,1	33,1	-1,0
<i>Neem</i>	81,3	77,9	3,4	32,0	33,2	-1,2
<i>Hỗn giao</i>	82,1	77,7	4,4	32,2	33,5	-1,3

#### **5.1.4. Ảnh hưởng của hoạt động con người đến sự ổn định của cồn cát**

##### **5.1.4.1. Ảnh hưởng của hoạt động khai thác đến sự ổn định của cồn cát**

Cồn cát ven biển không chỉ là bức tường thành bảo vệ bờ biển tại những vùng đất thấp ven bờ, chúng còn là một hệ sinh thái duy nhất vùng bờ. Các túi nước ngọt trong cồn cát, cảnh quan du lịch thiên nhiên, nhiều dạng động thực vật đặc thù, đất trên các cồn cát trưởng thành bị thực vật che phủ còn là loại thổ nhưỡng màu mỡ... là những tài nguyên vô giá của cồn cát. Tuy nhiên, hiện nay có năm mối đe dọa đến sự ổn định của hệ cồn cát ven bờ, đó là các hoạt động du lịch có thể làm mất lớp phủ thực vật, tăng xói mòn và nguy cơ cháy; chăn thả gia súc quá mức làm tăng xói mòn, giảm tính đa dạng sinh học trong lớp phủ thực vật cồn cát, nhất là trảng cỏ. Ngoài ra, cồn cát còn là nơi dễ dàng bị xâm lấn bởi các loài động thực vật khác và nơi đây dễ bị xói lở khi mực nước biển dâng cao hoặc bị tác động của bão tố. Các hoạt động nông nghiệp, làm sân gôn, làm đường giao thông, khai thác cát, khoáng sản, nuôi tôm trên cát, bơm hút quá mức nước ngầm... sẽ phá vỡ cấu trúc cũng như tính ổn định của cồn cát (Văn Hào, 2009).



Những năm qua, việc phát triển ở ạt hình thức nuôi tôm trên cồn cát ở nhiều tỉnh miền Trung nước ta, việc khai thác tràn lan sa khoáng ti tan trên cồn cát ven biển đã phá hủy những cồn cát rộng lớn ven bờ mà thiên nhiên phải mất hàng chục nghìn năm lịch sử mới tạo dựng được (Văn Hào, 2009).

Nguyễn Ngọc Quỳnh (2012) cũng cho biết, các mối đe dọa đến sự ổn định của hệ cồn cát ven bờ có thể bao gồm: công trình ven biển, nuôi trồng thủy sản trên khu vực cồn cát; xây dựng hạ tầng du lịch dịch vụ trên bãi và trên cồn cát; phát triển giao thông ven biển đi qua các khu vực cồn cát; khai thác cát và khoáng sản trên vùng ven biển và cồn cát ven biển; khai thác và phá hoại rừng phòng hộ ven biển....

- Tác động của các công trình xây dựng ven bờ biển, vùng cửa sông, đặc biệt là các dạng công trình dạng đê ngăn cát, giảm sóng và gây bồi nhanh tại 1 đoạn bờ biển. Tác dụng của các công trình này là bảo vệ bờ biển, chống xói lở tại phạm vi 1 đoạn bờ biển, tuy nhiên sẽ gây mất cân bằng vận chuyển bùn cát dọc bờ ở đoạn bờ biển phía sau và có thể dẫn đến các tác động làm xói lở bờ biển cồn cát sau đê chắn sóng.



**Hình 5. 4. Sơ đồ mô tả khái quát các tác động của con người đến sự ổn định và tính nguyên trạng của cồn cát ven biển**

(Nguồn: Nguyễn Ngọc Quỳnh, 2012)

- Sự chuyển đổi và thay đổi mục đích sử dụng đất cho hoạt động nông nghiệp trên khu vực và lân cận khu vực cồn cát làm thay đổi tính chất bề mặt, phá vỡ tính chất tự nhiên của lớp mặt cồn cát.

- Hoạt động khai thác khoáng sản đã đào bới cồn cát thẳm chí với độ sâu lớn, phá vỡ cấu trúc cồn cát, gây sạt trượt và phá hủy hệ thống cồn cát.

- Các hoạt động khai thác nước ngầm hay sử dụng quá mức nguồn nước mặt trên các vùng cồn cát làm thay đổi độ ẩm, thay đổi môi trường của thảm thực vật trên cồn cát, gây sụt lún và biến dạng cồn cát.

- Các cồn cát, khu dịch vụ du lịch thường dễ bị phá hoại và xâm hại do hoạt động của khách du lịch như đi lại, xe cộ, ... trên cồn cát.

- Hoạt động có quy mô lớn nhất trên cồn cát là sự thiết lập các khu vực công nghiệp, khu dân cư hạ tầng lớn đòi hỏi gần như phải san phẳng nhiều diện tích cồn cát và thảm phủ trên đó.

- Với hệ thống rừng phòng hộ, thảm phủ tự nhiên thì sự tồn tại của chúng phụ thuộc rất nhiều và việc sử dụng đất cồn cát cho các mục đích kinh tế khác nhau...

Ngoài ra, các cồn cát ở từng khu vực, địa phương, đất nước khác nhau lại chịu ảnh hưởng mang tính đặc thù của một số loại hình hoạt động trên cồn cát như đào xới cồn cát xây các hồ nuôi trồng thủy sản trên cát.

Một trong những tác động bất lợi và lâu dài nhất đến môi trường sinh thái và tính chất tự nhiên của cồn cát đó là vấn đề ô nhiễm môi trường khu vực cồn cát do chất thải từ các hoạt động khai khoáng, nuôi trồng thủy sản, canh tác nông nghiệp trên và lân cận cồn cát.

## **5.2. CHỐNG XÓI LỞ CỒN CÁT BẰNG BIỆN PHÁP CÔNG TRÌNH**

### **5.2.1. Bảo vệ cồn cát bằng các mỏm đá nhân tạo**

Các mỏm bảo vệ nhân tạo thông thường được xếp bằng đá ở sát vòng theo chân và 1 phần bề mặt các khu vực cồn cát bị xói lở để bảo vệ các vị trí dễ bị phá hủy, cho phép duy trì tiếp tục quá trình phát triển tự nhiên của cồn

cát. Chi phí khá rẻ do không cần bảo vệ toàn bộ chân và mặt cồn cát, giải pháp này có thể chỉ bảo vệ tạm thời hoặc có thể bảo vệ cồn cát trong thời gian lâu hơn. Trong trường hợp chỉ cần bảo vệ tạm thời ( 1÷5 năm) có thể sử dụng bằng các kết cấu túi cát hoặc rọ đá xếp.

Vị trí địa điểm phù hợp	Bảo vệ từ chân và bề mặt tại những cửa cồn cát bị xói lở nhanh, các cồn cát này bảo vệ tài sản hạ tầng có giá trị nhưng nằm rải rác phía sau cồn cát.
Chi phí đầu tư	Trung bình, chi phí duy tu nhỏ.
Hiệu quả giải pháp	Có thể bảo vệ tốt cồn cát với yêu cầu từ tạm thời hoặc có thể trong thời gian trung bình. Cho phép duy trì quá trình phát triển tự nhiên dọc bờ biển.
Lợi ích thấy được	Tạo ra bảo vệ mang tính cục bộ, tác động nhỏ nhất đến hệ thống cồn cát. Các mỏm nhân tạo có thể di chuyển thay thế dễ dàng khi hết vai trò bảo vệ.
Các vấn đề nảy sinh	Không thể kiểm soát xói lở cồn cát trên phạm vi dài. Công trình có thể can thiệp vào quá trình vận chuyển cát dọc bờ và đòi hỏi sự điều chỉnh quy mô, kích thước theo định kỳ để tránh các tác động bất lợi 2 phía (bên sườn).



**Hình 5. 5. Tạo mỏm nhân tạo bằng đá xếp**

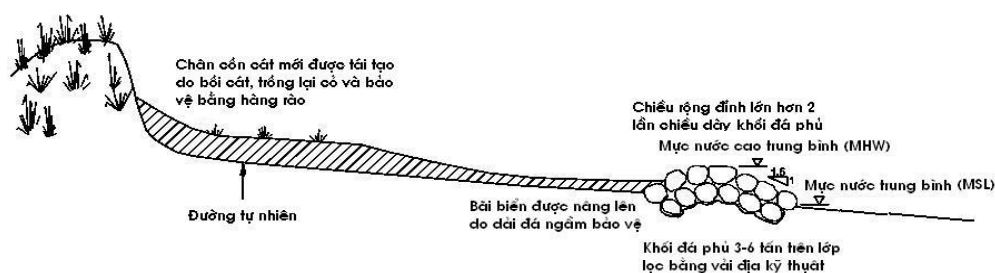


**Hình 5. 6. Tạo mỏm bảo vệ nhân tạo bằng rọ đá**

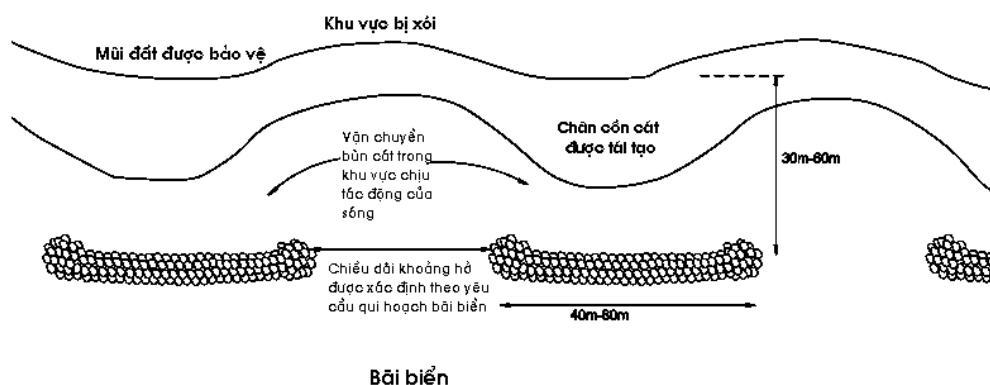
### 5.2.2. Bảo vệ cồn cát bằng các vỉ ngầm nhân tạo

Vị trí địa điểm phù hợp	Các cồn cát có giá trị cảnh quan và sinh thái cao
Chi phí đầu tư	Từ trung bình đến cao, do cần việc kiểm tra duy tu và công thêm các biện pháp bổ xung cho 1 số đoạn không được bảo vệ
Hiệu quả giải pháp	Tạo nên sự bồi tích ở phần giữa, và đạt hiệu quả cao nhất trong điều kiện bão, không giới hạn tuổi thọ công trình
Lợi ích thấy được	Chỉ 1 phần nhỏ quá trình tự nhiên bị phá vỡ, cho phép cồn cát ổn định. Các vỉ đá tạo nên môi trường sống mới ở vùng bờ biển
Các vấn đề nảy sinh	Có thể gây nên các tác động xấu đến giao thông. Cảnh quan không đẹp khi triều thấp. Có thể phá vỡ tình trạng sử dụng bình thường của bãi biển trước cồn cát

Các vỉ ngầm nhân tạo chính là các công trình dạng mô đá song song với bờ biển, cản trở một phần sự đi lại xuống bề mặt bãi biển. Các công trình này có thể là các công trình dài, đơn lẻ hoặc có dạng một loạt các vỉ mở rộng cách nhau 1 khoảng cách nào đó dọc theo bờ biển. Nó được phân biệt với công trình phá sóng gần bờ bằng việc bị ngập chỉ 1 phần trong chu kỳ triều và vì vậy ít tác động hơn đối với cảnh quan bờ biển, ít tác động hơn đối với quá trình biến động của các bãi biển phía trên và bổ xung thêm 1 môi trường sống mới cho quá trình phát triển của dải bờ biển cát.



**Hình 5. 7. Mặt cắt ngang điển hình của vỉ đá ngầm nhân tạo**



**Hình 5. 8. Mặt bằng của 1 hệ thống vỉa đá ngầm nhân tạo**

### 5.2.3. Đê chắn sóng gần bờ

Vị trí địa điểm phù hợp	Tại các khu vực cồn cát có giá trị sử dụng cao, biến động đường bờ biển thấp và triều ven bờ biển không lớn
Chi phí đầu tư	Chi phí xây dựng cao, nhưng chí phí duy tu thấp.
Hiệu quả giải pháp	Gây nên sự tích tụ ở 1 phía và xói lở phía kia. Bảo vệ tốt trong điều kiện ở các đoạn bờ biển dạng vịnh kín nhưng không phù hợp trong điều kiện các dạng bờ biển hở.
Lợi ích thấy được	Cồn cát không thực tiếp bị tác động, tăng phạm vi diện tích bãi biển khô ráo, có thể cho phép các cồn cát mới tạo ra ổn định hơn. Tuổi thọ công trình có giới hạn
Các vấn đề nảy sinh	Hình thái bãi biển phía trên bị biến đổi, xấu cảnh quan, có thể gây ra sự tích tụ cát mịn, mảnh vỡ tích tụ dọc theo bãi biển phía trên Cũng có thể tạo ra dòng ven cục bộ tăng lên và có thể gây hại đối với con người khi nghỉ ngơi trên bãi biển

Các công trình phá sóng gần bờ thường được phân đoạn, đi song song với bờ biển và dọc theo bãi biển cao tại vị trí xấp xỉ mực nước triều cao nhất, thông thường được xây bằng đá, nhưng có thể được tạo nên bằng các khối bê tông. Vẫn có thể thấy được công trình ở mức triều cao nhất. tại các đoạn bờ

trống có thể cho phép 1 phần năng lượng sóng tác động đến phần cao của bờ biển, thậm chí là chân và mặt cồn cát.

Dạng công trình này khác biệt với via ngầm nhân tạo, bởi vì via ngầm nhân tạo được xây dựng ở phạm vi phần bãi thấp gần bờ và ngập khi có triều cao.



**Hình 5. 9. Dạng công trình phá sóng gần bờ vừa được xây dựng**



**Hình 5. 10. Một khu vực công trình phá sóng gần bờ sau vài năm xây dựng (khu vực cồn cát khá ổn định)**

#### 5.2.4. Bảo vệ bằng mỏ hàn

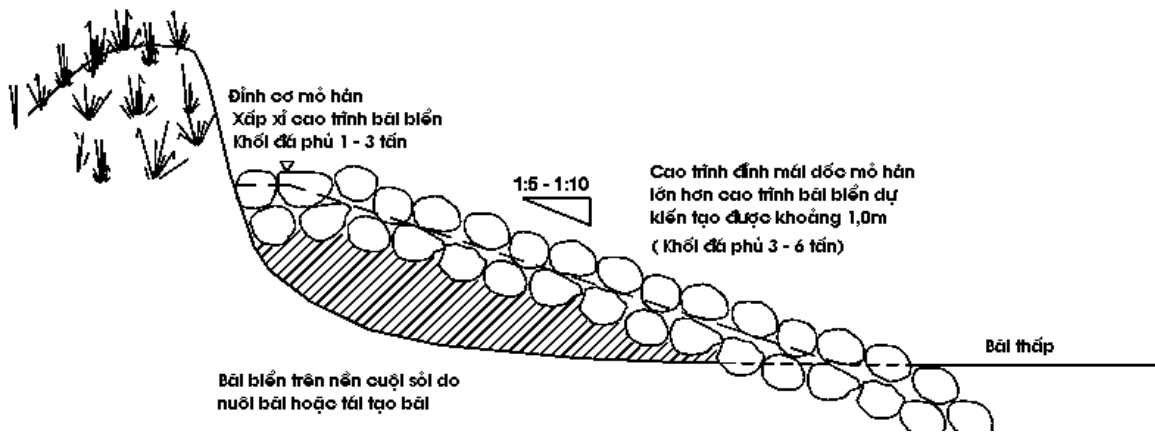
Vị trí địa điểm phù hợp	Tại các khu vực cồn cát có giá trị và có vai trò bảo vệ cao nhưng bị tác động bởi sự biến động lớn của quá trình ven bờ ( sóng, dòng ven), đặc biệt tại các khu vực đang thực hiện các giải pháp như : nuôi bãi, tái tạo mặt cát.
Chi phí đầu tư	Trung bình, nhưng phải bao gồm các giải pháp nêu trên
Hiệu quả giải pháp	Rất tốt cho các đoạn bờ biển kín với phần bãi biển trên cao có tồn tại sỏi, cuội. Công trình bằng đá có tuổi thọ giới hạn.
Lợi ích thấy được	Tăng cường ổn định vùng bãi biển cao và làm giảm việc duy tu bảo dưỡng cho các công trình khác cùng thực hiện (nuôi

	bãi, và tái tạo mặt cắt).
Các vấn đề nảy sinh	Phá vỡ quá trình tự nhiên và sự đi lại trên bãi biển dọc theo phần cao của bãi biển. Có thể gây ra xói lở các lớp trầm tích nếu bãi biển không được quản lý tốt

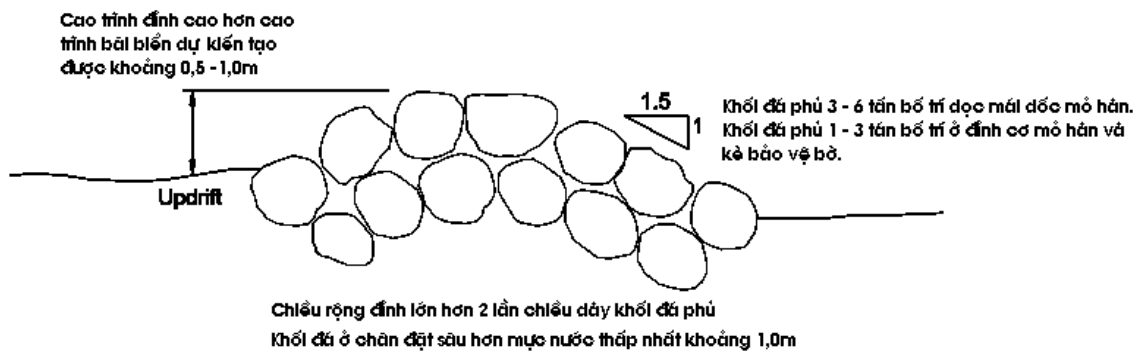
Mở hàn là công trình cắt ngang đường bờ biển được thiết kế làm giảm quá trình vận động dọc theo bờ biển ở các khu vực bãi biển hở hoặc làm chệch hướng dòng ven. Ở các khu vực bờ biển hở chúng thường được xây dựng thành 1 hệ thống gồm nhiều mở hàn để tác động theo mặt cắt dọc bờ biển mà hiện đang được thực hiện giải pháp khôi phục mặt cắt hoặc nuôi bãi. Đá thường là vật liệu làm mở hàn thích hợp nhất, nhưng gỗ hoặc rọ đá cũng có thể được sử dụng tạm thời với tuổi thọ công trình khác nhau. Mở hàn thường được sử dụng kết hợp với kè mái nghiêng ở 2 biên phía góc mở hàn để tạo ra khả năng bảo vệ chống xói cao hơn



**Hình 5. 11. Mở hàn vừa được xây dựng, kết hợp với giải pháp nuôi tạo bãi biển liền kề**



**Hình 5.12. Mặt cắt dọc mỏ hàn**



**Hình 5.13. Mặt cắt ngang mỏ hàn**

**5.2.5. Bảo vệ cồn cát bằng rọ đá xếp**

Vị trí địa điểm phù hợp	Tại các khu vực cồn cát có nhiệm vụ bảo vệ các tài sản hạ tầng có giá trị phía sau và các cồn cát này có thể bị xói lở theo chu kỳ từ trung bình đến lớn
Chi phí đầu tư	Trung bình, đòi hỏi duy tu bảo dưỡng theo quy định
Hiệu quả giải pháp	Các rọ đá được bố trí tốt có thể tạo ra các công trình bảo vệ cố định, hợp lý, nhưng tuổi thọ thường trong khoảng 5 ÷ 10 năm do các lớp rọ có thể bị hư hỏng
Lợi ích thấy được	Giải pháp tốt ở các nơi có thể khai thác vật liệu đá không đắt. Hình dạng rọ có thể thay đổi. Rọ có thể chôn dưới cát và thảm phủ. Bề mặt cho nước đi qua có thể hấp thu năng lượng sóng



	và tăng cường ổn định cồn cát phía trên.
Các vấn đề nảy sinh	Tuổi thọ bị giới hạn, dẫn đến các rọ khi bị hư hại làm xấu cảnh quan bờ biển các rọ có hình thức không đẹp dẫn đến làm thay đổi các đặc trưng bản địa vốn có. Các luoì thép bị ảnh hưởng bởi nước mặn, các hành động phá hoại, bị mài mòn ..

Gabion là loại kết cấu rọ lưới thép chứa đá hộc, đá cuội, hoặc đá nhỏ, được xếp chặt và có thể tận dụng vật liệu sỏi cuội địa phương. Do đặc tính mềm, linh hoạt nên dễ hấp thụ các năng lượng sóng, gió và giảm xói lở. Việc bố trí rọ đá có thể theo dạng thảm hoặc khối đứng tùy thuộc vào khả năng mất ổn định của cồn cát và hình dạng tự nhiên của bãi, bờ biển liền kề.



**Hình 5. 14. Bố trí rọ đá xếp theo dạng mái hoặc theo dạng tường đứng thấp (lộ rọ đá)**



**Hình 5. 15. Phần mái nghiêng rọ đá có tác dụng tích tụ cát và thảm phủ.**

#### **5.2.6. Bảo vệ mái cồn cát bằng công trình dạng kè mái nghiêng đá hộc**

Vị trí địa điểm phù hợp	Ở các khu vực cồn cát chịu ảnh hưởng xói lở liên tục và nghiêm trọng và có vai trò bảo vệ dân sinh, tài sản có giá trị dễ bị rủi ro ở phía sau
Chi phí đầu tư	Cao cho việc xây dựng, nhưng khá thấp cho việc duy tu, bảo dưỡng
Hiệu quả giải pháp	Bảo vệ cồn cát lâu dài, có thể kéo dài hoặc điều chỉnh để cho phép đáp ứng với xói lở có thể xảy ra trong tương lai.

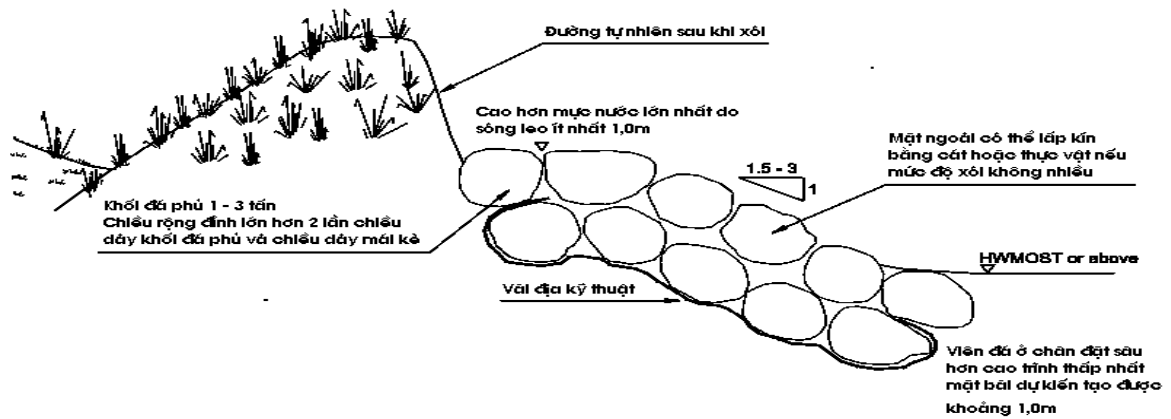
	Tuổi thọ công trình không giới hạn.
Lợi ích thấy được	Đảm bảo độ rủi ro thấp cho nhà cửa, tài sản có giá trị phía sau. Bề mặt cho phép nước đi qua có thể hấp thu năng lượng sóng và tạo ra sự ổn định cho cồn cát
Các vấn đề nảy sinh	Tác động mạnh đến cảnh quan bãi bờ biển. có thể làm thay đổi hệ thống cồn cát thường xuyên, bởi vì cát có xu thế không bồi tích lên trên đá nếu xói lở bãi biển vẫn tiếp tục.

Mái nghiêng bằng đá có thể được sử dụng để kiểm soát xói lở bề mặt cồn cát. Nó làm tiêu tan năng lượng của sóng bão và ngăn chặn sự suy thoái của bãi biển phía sau nếu được thiết kế, xây dựng và duy tu bảo dưỡng tốt.

Mái nghiêng bằng đá có thể là công trình kỹ thuật cao để bảo vệ cả một đoạn bờ biển dài. Hoặc có thể được đặt sơ bộ để bảo vệ chống xói cho một số điểm xói lở cục bộ của cồn cát.



**Hình 5. 16. Lớp kè mái đá nghiêng ở mặt trước cồn cát, mặc dù làm an toàn cồn cát trong thời gian dài, tác động đáng kể đến cảnh quan và hệ sinh thái ven biển**



**Hình 5. 17. Mặt cắt ngang mái bảo vệ cồn cát**

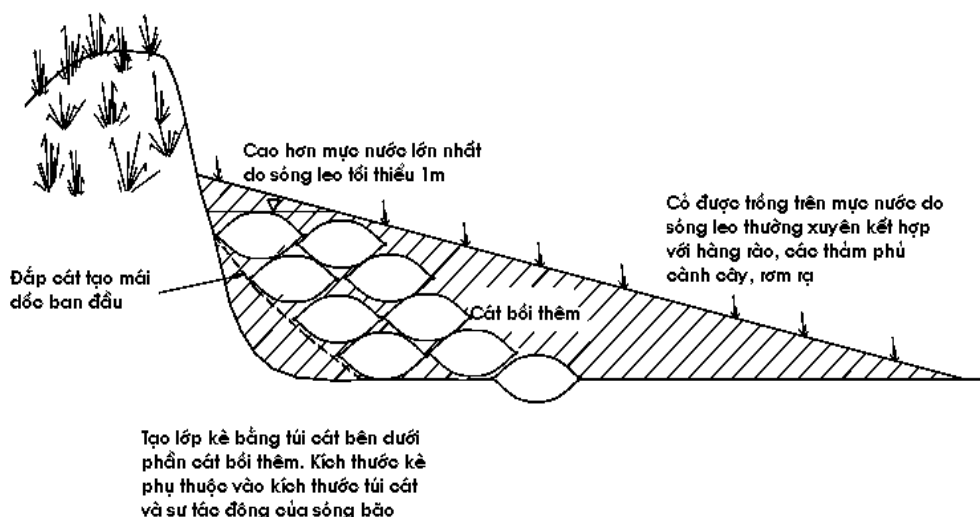
**5.2.7. Bảo vệ chân và 1 phần mái cồn cát bằng túi cát**

Vị trí địa điểm phù hợp	Các khu vực bờ biển có tiềm năng cát đen ở mức độ thấp và trung bình, mục đích bảo vệ trong thời đoạn ngắn
Chi phí đầu tư	Chi phí thấp đến trung bình
Hiệu quả giải pháp	Tạo ra tuyến bảo vệ cố định trong thời gian ngắn (dưới 5 năm), có thể lâu hơn nếu các túi cát được chôn sâu
Lợi ích thấy được	Chi phí thấp, không đòi kỹ năng cao trong quá trình xây dựng, có thể sử dụng ngay vật liệu cát địa phương
Các vấn đề nảy sinh	Các túi cát có thể bị hư hại do các tác động từ sóng, ánh sáng và từ hoạt động cộng đồng dân cư. Các túi cát giảm việc thấm nước hiệu quả và nhưng không làm giảm đáng kể năng lượng sóng, vì vậy khả năng xói lở bờ biển lân cận cồn cát vẫn có thể xảy ra.

Túi cát có thể có các kích cỡ khác nhau được sử dụng để tạo thành các khối xếp mềm trên các bãi biển trước và ở chân khu vực cồn cát, các túi vải địa kỹ thuật được làm đầy tại chỗ với cát ở bãi biển địa phương, do đó chi phí tương đối thấp.



**Hình 5. 18. Các túi cát được đặt trên bãi biển sát chân và trên 1 phần mái cồn cát**



**Hình 5. 19. Sơ đồ mô tả cách thức đặt các túi cát**

### **5.3. NGHIÊN CỨU BIỆN PHÁP CHỐNG CÁT BAY, CÁT NHẢY, CÁT CHẢY BẰNG CÔNG TRÌNH**

#### **5.3.1. Hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy và hàng rào hạ độ dốc chống cát chảy**

##### **5.3.1.1. Nguyên lý xây dựng hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy**

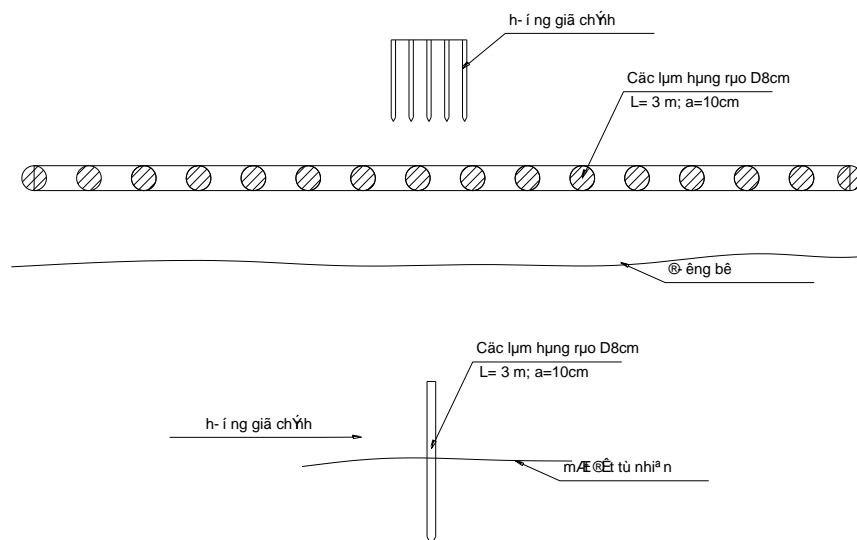
Trong trường hợp có trường gió tác dụng chủ yếu là vuông góc với bờ, làm các hạt cát di động dọc theo phương vuông góc với bờ thì cần bố trí hàng rào chắn gió là loại công trình song song với đường bờ. Hàng rào chắn gió có

chiều cao bằng 1m, là hàng rào liên tục (chạy suốt chiều dài dọc đoạn bờ cần bảo vệ) hàng rào chắn gió không những chống cát bay cát nhảy mà còn gây bồi bảo vệ bờ, bảo vệ đai cây sau hàng rào mà còn làm giảm áp lực gió lên đai cây phía sau hàng rào. Nguyên lý xây dựng hàng rào chắn gió là giảm lưu tốc gió Theo Coastal Engineering Manual (CEM-2006) Part-III, với gió với vận tốc 5m/s thì sẽ đủ để cuốn được hạt cát vào không khí. Cát càng nhỏ, càng khô thì càng dễ bị gió cuốn đi và ngược lại.

Hàng rào được thiết kế dựa trên nguyên lý làm giảm tốc độ của gió có mang theo cát để làm lắng đọng cát. Tuy nhiên trong thực tế tốc độ gió phụ thuộc vào nhiều yếu tố như địa hình, đả gió, và vị trí bãi trước.

Đối với việc làm hàng rào chắn gió chống cát bay cát nhảy cần làm rõ sự biến đổi các tham số thiết kế hàng rào dựa trên các điều kiện sau:

- + Chiều cao hàng rào thông thường không vượt quá 1m (kể cả loại hàng rào và kiểu cọc cát chiều cao thông thường không quá 1m).
- + Hướng đón gió bố trí theo hướng vuông góc với hướng gió chính.



**Hình 5. 20. Mặt cắt của hàng rào bẫy cát chắt cát bay, cát nhảy**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

- Tổng hợp phân tích các tác động của gió, trường gió.

- Nguyên lý chắn cát hàng rào chắn cát: chiều cao, kích thước, vị trí đặt, hiệu quả chắn cát.

- Tính toán nguyên lý cho hàng rào cọc đơn và nẹp.

### 5.3.1.2. Nguyên lý xây dựng hàng rào hạ độ dốc chống cát chảy

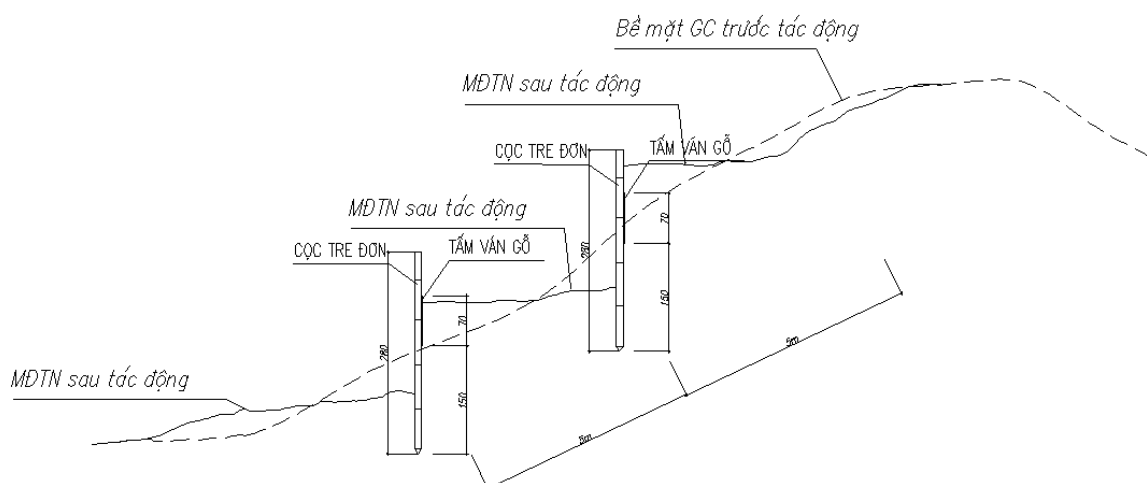
Hàng rào hạ độ dốc có hai chức năng là tăng cường khả năng ổn định của mái, chống sạt trượt và hạ độ dốc mái hiện trạng xuống độ dốc mái đảm bảo ổn định. Từ chức năng ta có thể thấy hàng rào có hai bộ phận để đảm bảo chức năng:

Thứ nhất là chân hàng rào bằng cọc vừa làm chặt đất vừa có tác dụng cắt mái sạt trượt mặt tăng khả năng ổn định của mái.

Thứ hai là bộ phận chắn giữ cát sau khi hạ mái đảm bảo cát trên mái không bị sạt trượt mặt.

Với tính chất là công trình tạm. Sau khi phủ thảm thực vật và thảm thực vật ổn định thì còn cát không cần hàng rào hạ độ dốc để giữ ổn định sạt trượt cho còn cát.

Với các công năng, yêu cầu sử dụng và thời gian sử dụng ta có thể sơ bộ cấu tạo hàng rào hạ độ dốc bao gồm hai phần và vật liệu như hình vẽ dưới:



**Hình 5. 21. Sơ bộ cấu tạo hàng rào hạ độ dốc**

Các yếu tố chiều cao hàng rào là H phụ thuộc vào độ dốc bãi yêu cầu hạ và chiều cao cát san mặt còn cát. Cũng có thể hàng rào hạ độ dốc kết hợp với hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy với chiều cao hàng rào là 1m và bố trí hàng rào song song với đường đồng mức

Mật độ đóng cọc được xác định dựa trên khả năng tính toán ổn định với hệ số mái dốc cần hạ với mật độ đóng cọc 0,2m/cọc và chiều sâu đóng cọc 1,2 - 1,5m thì có thể đảm bảo hàng rào hạ độ dốc ổn định.

Qua kết quả phân tích chỉ tiêu cơ lý của cát hình thành nên còn ta thấy thành phần chủ yếu là cát hạt mịn, có độ rời rạc rất cao. Vì vậy hệ số mái ổn định của còn cát thường đúng bằng góc ma sát trong của cát thành tạo. Thậm chí là thấp hơn nếu như chịu thêm tác động của gió làm cát chảy hoặc điều kiện dòng chảy mặt do mưa.

### ***5.3.1.3. Cấu tạo, kỹ thuật xây dựng hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy và hàng rào hạ độ dốc chống cát chảy***

Do tính chất kỹ thuật tương tự nhau nên về cấu tạo giữa hàng rào chắn gió và hàng rào hạ độ dốc là tương tự nhau. Sự khác biệt chủ yếu là tuyến vị trí đặt hàng rào. Với hàng rào chắn gió thì thường đặt theo tuyến vuông góc với hướng gió chính để đảm bảo hiệu quả chắn gió cao nhất. Còn đối với hàng rào hạ độ dốc thì thường được bố trí theo dạng song song với các đường đồng mức địa hình trên mái dốc.

Các kỹ thuật xây dựng hàng rào được thực hiện theo trình tự bao gồm:

- 1) Xác định tim tuyến hàng rào ngoài thực địa.
- 2) Chuẩn bị vật liệu thi công.
- 3) Thiết bị thi công hàng rào.
- 4) Biện pháp thi công hàng rào.

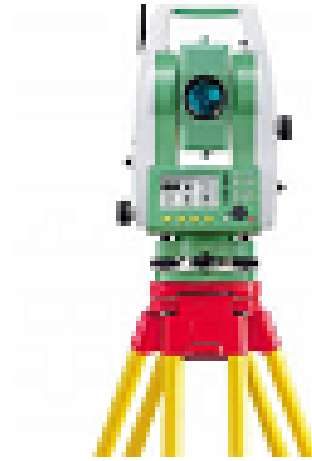
#### ***1) Xác định tim tuyến hàng rào ngoài thực địa.***

Tim tuyến hàng rào được xác định theo “bảng tọa độ mốc, tim tuyến hàng rào” trong bản vẽ thiết kế hàng rào đã được phê duyệt bằng thiết bị là

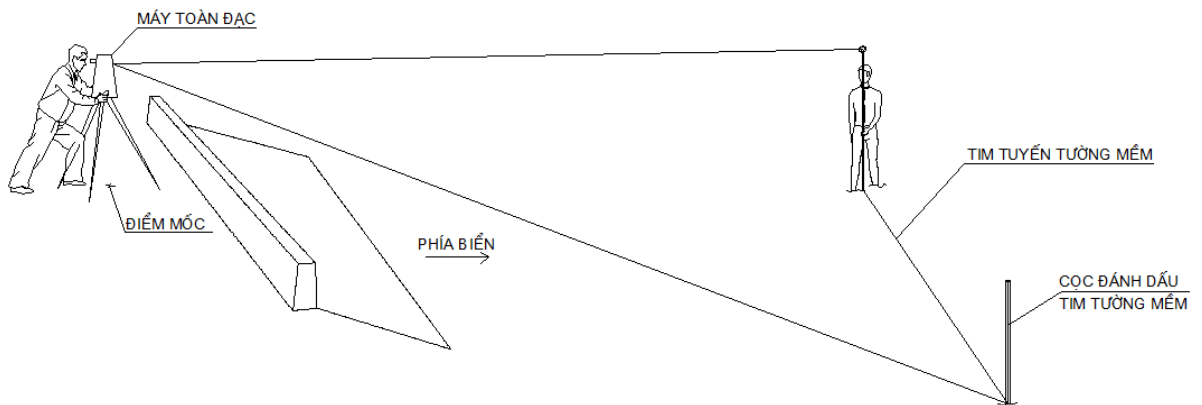
máy toàn đạc điện tử. Vì vậy có độ chính xác cao, đánh dấu tim tuyến ngoài thực địa bằng cọc tre đóng sâu vào đất.

TT	TÊN MỐC	TỌA ĐỘ		
		X	Y	GHI CHÚ
1	TM1	5000,0009	5000,0020	
2	TM2	4820,2215	4799,5632	
3	TM3	5119,6869	5133,4959	
4	TM4	5262,8911	5299,6581	
5	Đ1	4590,3615	4831,8929	
6	Đ2	4660,1713	4873,9762	TUYẾN 1 Đ1 M
7	Đ3	4655,6734	4911,0090	TUYẾN 2 Đ1 M
8	Đ4	4724,8832	4953,0923	
9	Đ5	4719,5845	4979,1293	TUYẾN 3 Đ1 M
10	Đ6	4788,7943	5021,2186	
11	Đ7	4886,2221	5116,9674	TUYẾN 4 Đ1 M
12	Đ8	4955,4540	5159,0641	
13	Đ9	4958,3509	5174,2719	TUYẾN 5 Đ1 M
14	Đ10	5027,5828	5216,3686	
15	Đ11	5030,5980	5232,0786	TUYẾN 6 Đ0 M
16	Đ12	5073,0869	5298,4457	
17	Đ13	5147,2466	5338,5361	TUYẾN 7 Đ1 M
18	Đ14	5216,4558	5380,6190	
19	Đ15	5239,7321	5559,6617	TUYẾN 8 Đ1 M
20	Đ16	5388,9414	5601,7446	
21	Đ17	5327,2463	5588,9646	TUYẾN 9 Đ1 M
22	Đ18	5396,4561	5631,0479	

**Hình 5.22. Bảng tọa độ mốc tim tuyến hàng rào**



**Hình 5. 23. Máy toàn đạc điện tử triển điểm**



**Hình 5. 24. Định vị các điểm đầu, cuối tuyến hàng rào**

## 2) Chuẩn bị vật liệu thi công

Vật liệu chính làm hàng rào giảm sóng gồm có: Cọc tre, ván gỗ, đai ốc. Cọc tre, ván gỗ, đai ốc phải đảm bảo đủ các chỉ tiêu trong thiết kế như chiều dài, đường kính ..., đầu cọc tre được vót nhọn, ván gỗ đảm bảo chiều dày và độ cứng của gỗ, đai ốc đảm bảo cường độ chịu lực của theo thiết kế của nhà sản xuất.



Tùy từng địa phương nếu khả năng cung cấp nhanh và chủ động được số lượng vật liệu mua về hiện trường thì nên mua vật liệu theo từng giai đoạn thi công. Còn nếu trường hợp lượng vật liệu không chủ động được thì chúng tôi mua toàn bộ về công trình và thuê người bảo vệ.

Ví dụ thời gian thi công hàng rào trong 1 tháng số ngày thi công có 26 ngày có thể thi công được ta có bảng dự trữ vật liệu chủ yếu cho 26 ngày thi công như sau:

**Bảng 5. 6. Bảng dự trữ vật liệu cho 26 ngày thi công**

<i>STT</i>	<i>Vật Liệu</i>	<i>Đơn Vị Tính</i>	<i>Khối Lượng</i>
1	Cọc tre	cọc	2375
2	Ván gỗ	m <sup>3</sup>	30



**Hình 5. 25. Cọc sau khi gia công**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)



**Hình 5. 26. Tập kết ván gỗ**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

### **3) Thiết bị, biện pháp thi công hàng rào hạ độ dốc**

#### **a. Thiết bị thi công**

Để đóng cọc đạt đủ chiều sâu thiết kế ( $1,3m \div 1,5m$ ) chúng tôi xác định thi công bằng phương pháp đào hỏ bằng thủ công kết hợp với dụng búa tạ

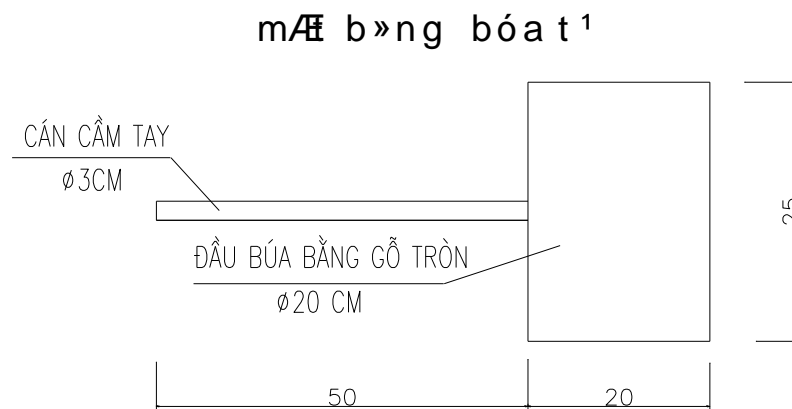
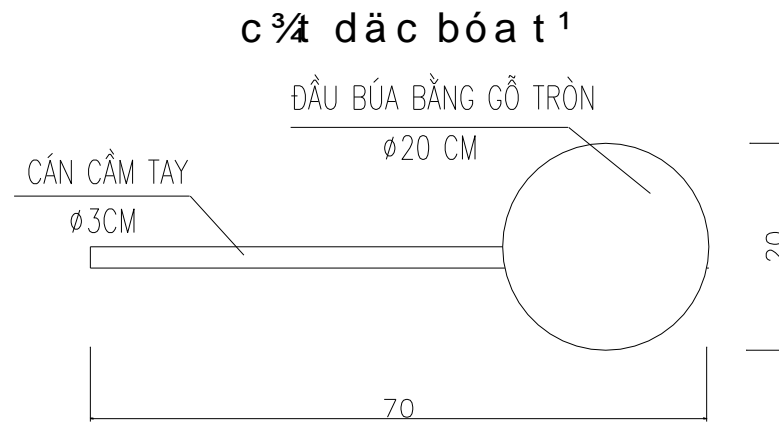
đóng vì thực tế cho thấy thi công đóng cọc thi công hàng rào không dung máy đóng cọc được mà nếu đào toàn bộ chiều sâu cần đóng thì khối lượng đào lớn mặt khác trong quá trình đào như vậy thì cát sẽ bị sụt xuống hố móng nên trong quá trình đào chúng tôi đào bằng thủ công sâu khoảng 2/3 chiều sâu đóng cọc sau đó dùng búa tạ đóng xuống đảm bảo đủ chiều sâu đóng cọc. Việc sử dụng búa tạ: Việc đóng cọc sử dụng búa tạ như hình 1, phương pháp này có thể áp dụng khi có được một chỗ đứng cao và an toàn, do chiều dài của cọc, búa tạ chỉ được áp dụng cho phần cuối cùng của quá trình đóng cọc.



**Hình 5. 27. Búa tạ sử dụng trong quá trình thi công**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Kích thước cơ bản của búa tạ có cán cầm tay đường kính 4cm, bằng tre hoặc gỗ tròn, chiều dài cán cầm 60cm, đầu búa làm bằng gỗ có đường kính 20cm, chiều dài 25cm.



**Hình 5. 28. Bản vẽ chi tiết búa tạ bằng gỗ**

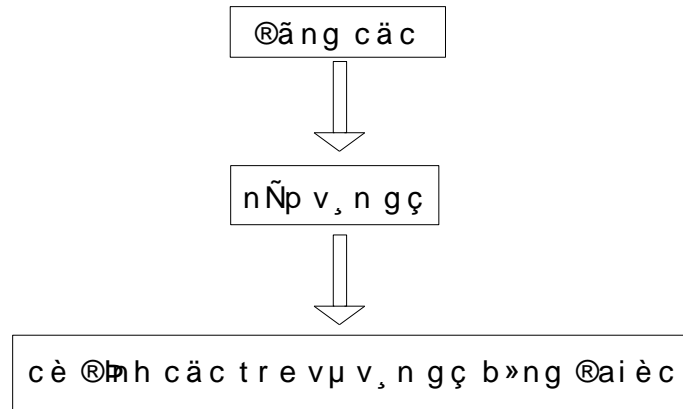


**Hình 5. 29. Búa tạ bằng gỗ được dùng trong quá trình thi công**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

*Biện pháp thi công*

Tổ chức thi công từng hàng rào chắn gió theo phương pháp dây chuyền: Đóng cọc → nẹp ván gỗ → bắt đai ốc cố định cọc tre và ván gỗ. Phân thành từng nhóm nhỏ nhân công để thực hiện các công tác trên.



**Hình 5. 30. Sơ đồ thi công hàng rào**

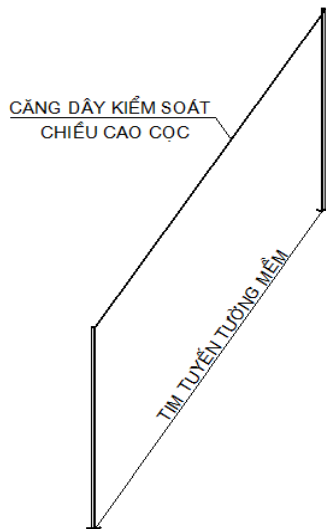
Vận chuyển cọc từ bãi tập kết vật liệu đến địa điểm thi công bằng cách vận chuyển thủ công.

Căng dây nối hai điểm đầu và cuối tim tuyến hàng rào. Đóng hai cọc ở hai đầu của tuyến đủ chiều sâu thiết kế và căng dây vào 2 đầu cọc để kiểm soát chiều sâu đóng cọc và chiều cao hàng rào. Đào thủ công đảm bảo chiều sâu bằng 2/3 chiều sâu đóng cọc.

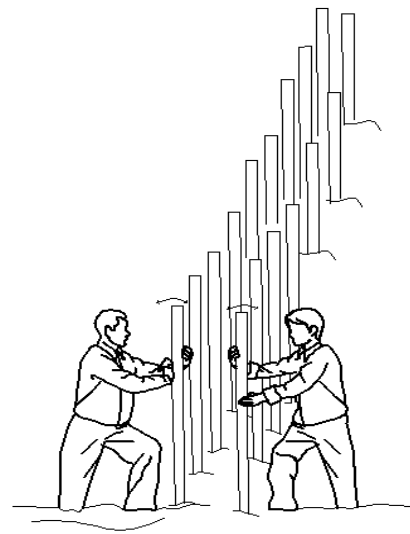
Găm hàng cọc theo đúng khoảng cách và mật độ trong bản vẽ thiết kế để cọc có thể đứng vững được chiều sâu ghim từ 20÷30 cm. Dùng búa tạ đóng lên đầu cọc tại vị trí đầu cọc đóng cọc xuống độ sâu thiết kế. Các công đoạn găm cọc và đóng cọc luôn luôn được làm song song với nhau đảm. Trong quá trình thi công chúng tôi thấy nên thi công cọc khi độ sâu đóng cọc khoảng 1,5m là hợp lý.

Các công tác buộc nẹp ván gỗ được thực hiện sau khi đã đóng cọc đủ chiều dài 1 tuyến.

Tốc độ thi công thực tế phụ thuộc rất lớn vào thời điểm thi công, vị trí đặt công trình và địa chất của khu vực đặt công trình. Theo thực tế chúng tôi đã thi công tại thì tốc độ thi công trung bình đạt khoảng 40m/1 ngày thi công.



**Hình 5. 31. Căng dây nối tuyến và kiểm soát chiều cao hàng cọc**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)



**Hình 5. 32. Ghim cố định cọc**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

### 5.3.2. Phủ mặt cồn cát chống cát bay, cát nhảy

#### 5.3.2.1. Phân tích lựa chọn biện pháp phủ mặt

Hiện nay trên thế giới cũng như ở Việt Nam tựu chung các biện pháp phủ mặt cồn cát bao gồm:

- Sử dụng vật liệu địa phương
- Sử dụng thảm phủ
- Sử dụng hỗn hợp lỏng phun lên bề mặt cồn cát

##### a) Vật liệu địa phương

Biện pháp này sử dụng các vật liệu có sẵn, dễ tìm kiếm như cành cây, rơm rạ và cây bụi. Chúng ngăn chặn gió thổi, giúp bồi lắng cát khi thổi qua khu vực phủ mặt với cơ chế tương tự như cơ chế của thảm thực vật bồi lắng hạt cát.

Đối với việc sử dụng cành cây làm vật liệu phủ thì chiều dài ít nhất là 60cm và không quá 1m. Khi đó chúng được cắm vào trong cát từ 15 – 30cm với một góc là từ 10 – 15°. Hướng của chúng nên để đối diện với hướng gió

thịnh hành. Mật độ nên chiếm từ ít nhất từ 60 – 80% bề mặt cát. Nếu số lượng có hạn thì nên đặt các khoảng cách nhau 2 – 3m.

Ưu điểm của phương pháp này là vật liệu dễ kiếm và có sẵn. Giúp bảo vệ còn cát bền vững trong những điều kiện bất lợi từ môi trường. Ngoài ra, việc sử dụng lớp phủ bề mặt này giúp chuyển hóa từ cát tinh thô thành cát pha sinh học có thành phần dinh dưỡng. Nhờ đó mà lớp thảm thực vật dễ dàng sinh trưởng và phát triển trên đó. Tuy nhiên nhược điểm của phương pháp này là: tuổi thọ không cao, dễ bị phân hủy trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt, đặc biệt khi có gió bão tác động vào bờ. Do đó nên sử dụng biện pháp này tại những khu vực có hiện tượng cát bay cát nhảy ở phía trong Cồn cát.

#### *b) Biện pháp sử dụng thảm phủ*

Việc nghiên cứu sử dụng thảm phủ có 2 loại đó là thảm phủ sinh học bằng vật liệu địa phương như thảm xơ dừa và thảm phủ bằng vật liệu nhân tạo.

Thảm phủ sinh học bằng xơ dừa có ưu điểm như: khuyến khích thảm thực vật phát triển do tác dụng giảm lượng thoát hơi nước bốc lên, hấp thụ nước, ngăn cát bị nước mưa bào mòn đồng thời là tạo một lớp màu mỡ để thực vật sinh trưởng do đó toàn bộ phần bề mặt Cồn cát được bảo vệ sẽ cố kết chặt hơn cát không còn rời rạc hạn chế được tình trạng cát bay, cát chảy, cát nhảy. Phạm vi sử dụng có thể được ứng dụng trên những diện tích lớn cũng có thể sử dụng trong phạm vi cục bộ. Vật liệu dễ dàng phân hủy theo thời gian mà không gây ảnh hưởng tới môi trường. Tuy nhiên do biện pháp sơ chế ban đầu từ vật liệu thủ công là khó khăn nên giá thành vật liệu tương đối cao.

Thảm phủ nhân tạo thường sử dụng là vải địa kỹ thuật. Với ưu điểm là tuổi thọ kéo dài từ 30 – 80 năm, cường độ chịu kéo cao, độ giãn dài thấp. Kích thước ổn định và có khả năng tiêu thoát nước. Do vậy, vải địa kỹ thuật thường được sử dụng để ổn định nền đất yếu.

Một số nhược điểm của biện pháp này là thực vật sinh trưởng bằng hạt giống là chủ yếu, do đó nếu muốn trồng cây thì ta phải cắt lưới mắt lưới và

trồng cây xuống. Một bất lợi nữa là biện pháp này chỉ có thể đối phó với một số lượng cát bồi nhỏ, một khi lượng cát bồi lớn, lấp dày trên thảm thì tác dụng làm giảm cát bay, cát chảy không còn nữa. Trong khi giá thành ban đầu mua các sản phẩm cũng rất cao. Hơn nữa, đây cũng là vật liệu dễ phân hủy nên tuổi thọ của chúng không được cao, trong khi đó biện pháp này là biện pháp quan trọng để hỗ trợ cho việc tái thiết lập lại thảm thực vật trên Cồn cát nên tuổi thọ cần đủ dài đảm bảo cho cây trồng phát triển trong thời gian đầu khi trồng cây.

Việc ứng dụng các sản phẩm này được thực hiện trong các địa điểm khó khăn, nơi cần sử dụng biện pháp khẩn cấp để khắc phục tình trạng xói lở để duy trì hiện trạng của bờ biển.

### *c) Phủ mặt bằng hỗn hợp lỏng nhân tạo*

Hỗn hợp lỏng nhân tạo thường được sử dụng đó là nhũ tương bitum hoặc các polymer hữu cơ. Nhờ có tính kết dính nên chúng được dùng để ổn định tạm thời Cồn cát bằng cách liên kết các hạt cát lại với nhau để chúng không thể bị di chuyển bởi gió. Không giống như phương pháp phủ mặt bằng vật liệu địa phương, biện pháp này không có tác dụng tăng cường bồi lắng cát; cát di động chỉ đơn giản đi qua bề mặt và tiếp tục cho đến khi bị chặn bởi một chướng ngại vật khác. Ngoài ra phương pháp phủ mặt bằng hỗn hợp lỏng cũng không khuyến khích sự phát triển của thực vật nhưng vẫn cho phép không khí và nước trao đổi vào trong cồn cát.

Đây là những giải pháp mới đang được tiến hành nghiên cứu do đó việc sử dụng thành phẩm này để bảo vệ khu vực rộng lớn là khó khăn do giá thành đầu vào của sản phẩm cao. Hơn nữa, ổn định kết cấu bề mặt trên một khu vực rộng lớn là khó khăn vì khi tốc độ gió thổi trên bề mặt lớn, gió có thể cuốn cả mảng bề mặt lên theo. Do vậy, cần phải xem xét về quy mô trước khi áp dụng biện pháp này.

***Nhận xét:***

Từ kết quả thu thập và khảo sát về điều kiện tự nhiên ta có thể thấy rằng: khu vực Cồn cát ven biển miền Trung chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của gió biển với tốc độ gió lớn đặc biệt là trong mùa gió Đông Bắc, nhiệt độ trung bình cao dẫn đến lượng bốc hơi nước lớn làm bề mặt cát khô hạn và rời rạc. Cấp phối cát là tương đối đồng nhất với đường kính nhỏ, hạt mịn có khả năng bay rất cao; thảm thực vật thưa thớt. Từ các điều kiện trên cho thấy, cần thiết phải áp dụng biện pháp phủ mặt để giảm thiểu hiện tượng cát bay, cát nhảy, cát chảy tại khu vực Cồn cát ven biển Miền Trung.

Từ việc phân tích ưu nhược điểm của các biện pháp phủ mặt hiện đã và đang áp dụng trên thế giới cùng với hiện trạng Cồn cát ven biển miền trung thì biện pháp phủ mặt nên được áp dụng là sử dụng vật liệu địa phương và sử dụng phủ thảm bằng vật liệu nhân tạo.

***5.3.2.2. Nghiên cứu biện pháp phủ mặt cồn cát***

***a) Đặc tính vật liệu thí nghiệm***

Từ kết quả phân tích các biện pháp phủ mặt ta thấy có thể ứng dụng thử nghiệm phủ mặt tại dải cồn cát ven biển miền Trung là sử dụng vật liệu địa phương và thảm phủ nhân tạo. Do vậy ta thử nghiệm sử dụng 2 vật liệu tương ứng đó là rơm và vải địa kỹ thuật.

Rơm sử dụng ở đây là rơm khô, vật liệu có sẵn ở mọi nơi. Rơm có đặc tính thân thiện với môi trường, dễ phân hủy, tích độ ẩm tạo môi trường thuận lợi cho thực vật phát triển. Giúp chuyển hóa từ cát tinh thô thành cát pha sinh học có thành phần dinh dưỡng.

Vật liệu thứ hai đó là vải địa kỹ thuật, vải địa được sử dụng ở đây là vải địa không dệt. Chúng có tuổi thọ rất cao từ 30 - 80 năm và chịu được nhiều điều kiện bất lợi từ môi trường nhất là dưới điều kiện phơi nắng liên tục mà không bị giòn, rách trong một thời gian ngắn.

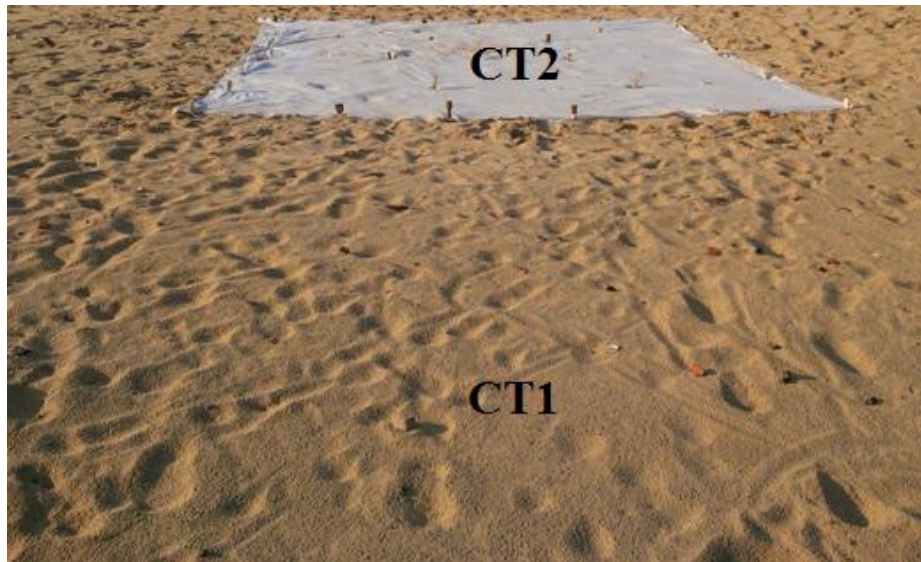


*b) Thí nghiệm biện pháp phủ mặt Cồn cát*

Các kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả trên thế giới như **Tian Lihu và cs (2015)**, **Guo Yu Qiu và cs (2003)** đã sử dụng ô rơm có 3 kích thước khác nhau để nghiên cứu hiệu quả bồi lắng cát là 1m x 1m; 1,5m x 1,5m; 2m x 2m và đã chứng minh rằng kích thước ô rơm 1m x 1m là có hiệu quả nhất trong việc bẫy cát. Tuy nhiên các tác giả cũng khẳng định rằng ô rơm có kích thước như thế nào để hiệu quả bồi lắng cát nhiều nhất phải phụ thuộc vào đường kính cát tại nơi nghiên cứu. Với kích thước cát tại dải ven biển miền Trung là cát hạt mịn do vậy ta cần phải nghiên cứu các kích thước ô rơm khác nhau để có thể tìm ra được kích thước tối ưu nhất. Ngoài ra, ta còn bố trí thêm các biện pháp phủ mặt khác đó là sử dụng vải địa kỹ thuật và không sử dụng biện pháp phủ mặt để làm đối chứng.

Thí nghiệm gồm 5 công thức như sau:

CT1: Ô đối chứng không sử dụng biện pháp phủ mặt



**Hình 5. 33. Bố trí thí nghiệm các công thức CT1 tại xã Cát Tiến**

**– Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

CT2: Sử dụng vải địa kỹ thuật kích thước 4,5m x 4,5m



**Hình 5. 34. Bố trí thí nghiệm sử dụng vải địa kỹ thuật tại xã Cát Tiến –  
Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

CT3: Dùng rơm khô bên lại có đường kính từ 20cm. Kích thước là 5,3m x 5,3m gồm 9 ô lưới với mỗi ô lưới có kích thước là 1m x 1m.

CT4: Dùng ô rơm với kích thước ô rơm là 1,5m x 1,5m.

CT5: Dùng ô rơm kích thước 2m x 2m



**Hình 5. 35. Bố trí thí nghiệm sử dụng rơm khô tại xã Cát Tiến –  
Phù Cát – Bình Định**

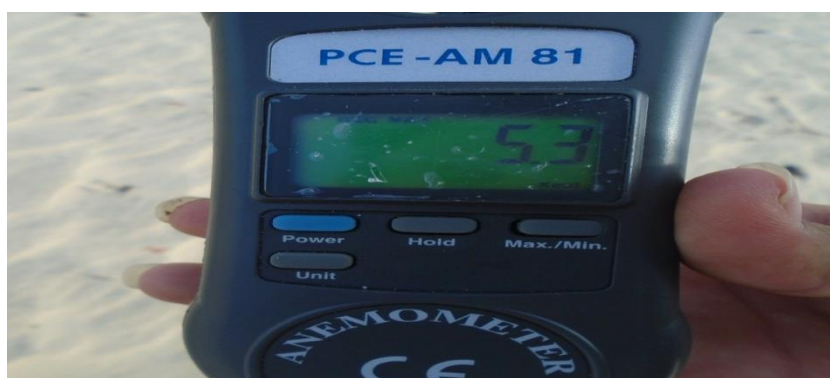
*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

### ***Kết quả thí nghiệm***

Điều kiện biên đầu vào khi quan trắc: Trong các ngày quan trắc khí tượng tại khu vực bố trí thí nghiệm tại khu vực nghiên cứu làm mô hình ở Cát Tiến – Phù Cát - Bình Định vào mùa gió Đông Bắc (Tháng 8/2015 đến tháng 10/2015). Gió thổi theo hướng Đông Bắc về Tây Nam. Với bảng tốc độ gió đo trên cao 1m so với mặt nền được liệt kê như bảng:

**Bảng 5. 7. Tốc độ gió trên cao 1m tại một số ngày quan trắc tiêu biểu**

Ngày		23/8	24/9	20/10
Sức gió (m/s)	Max	5,3	5,5	8,6
	Min	0	0	3,4



**Hình 5. 36. Thiết bị đo gió PCE – AM 81 sử dụng trong thí nghiệm**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*



**Hình 5. 37. Cột thủy chí đo độ bồi lắng của cát**

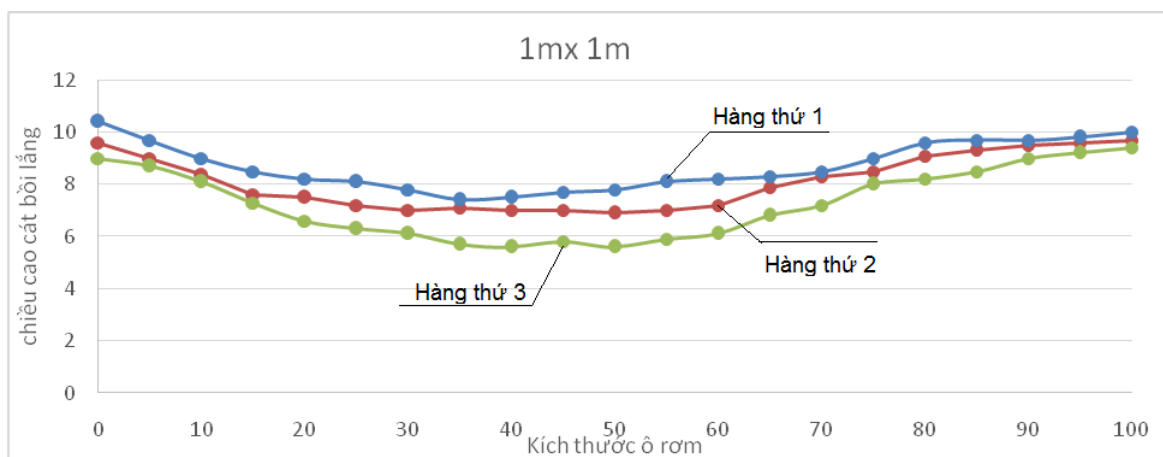
*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Kết quả đo độ sâu bồi lắng cát ở CT1 và CT2 được thể hiện như bảng:

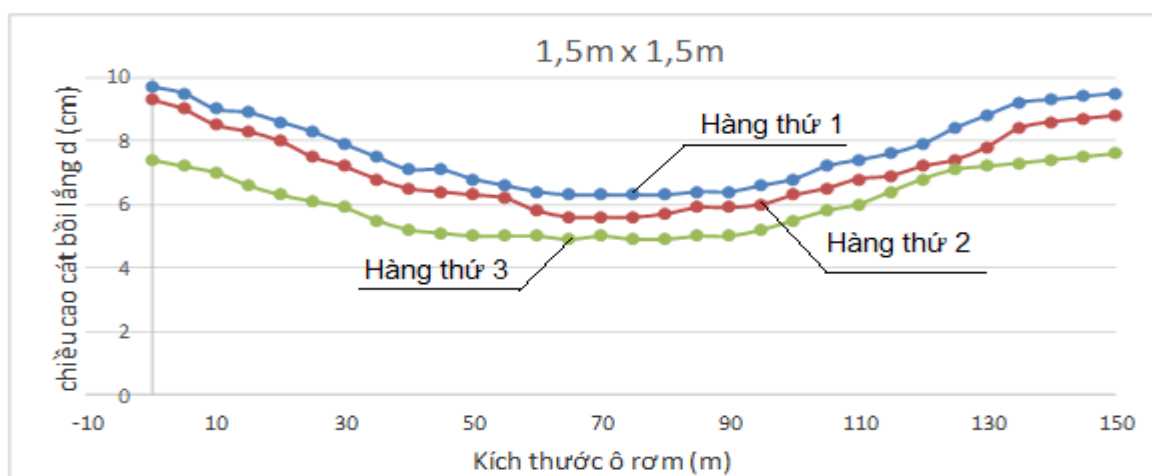
**Bảng 5. 8. Độ bồi lắng cát CT1 và CT2**

Công thức	Vị trí	Độ sâu cát bồi lắng (cm)		
		Ngày 23/8	Ngày 24/9	Ngày 20/10
CT1	T	-1	2	5
CT2	T1	1	0,5	3
	T2	1	0,5	2
	T3	0,5	3,5	5

Mặt cắt ngang ô rơm với các kích thước ô rơm khác nhau được thể hiện theo các hình sau:

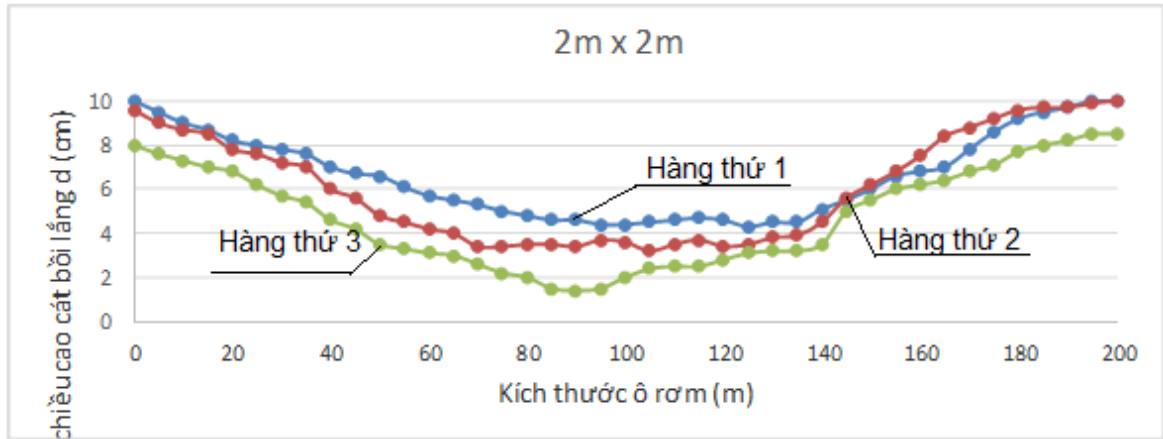


**Hình 5. 38. Mặt cắt ngang ô rơm CT3**



**Hình 5. 39. Mặt cắt ngang ô rơm CT4**





**Hình 5. 40. Mặt cắt ngang ô rơm CT5**

Sau khi làm thí nghiệm, tiến hành quan trắc trong vòng 3 tháng ta thấy: Ở CT1 có hiệu quả bồi lắng cát lần lượt là -1cm : 2cm : 5cm. CT2 dùng vải địa kỹ thuật ở các vị trí có chiều cao cát lấp khác nhau lần lượt như sau: vị trí đầu vải địa là 1cm : 0,5cm : 3cm; vị trí giữa ô vải địa kỹ thuật 1cm : 0,5cm : 2cm và vị trí cuối vải địa kỹ thuật là 0,5cm : 3,5cm : 5cm. Ở CT3, 4, 5 dùng ô rơm làm lớp phủ bề mặt thì chiều cao lớp cát bồi lắng là khác nhau nhưng nhìn chung là hiệu quả bồi lắng cát là tốt hơn so với 2 công thức còn lại.

Đối với CT2 là công thức sử dụng vải địa kỹ thuật, mặc dù cũng có lớp cát bồi lắng lên trên nhưng chiều cao lớp cát phủ lại không lớn. Nguyên nhân là do, khi ta phủ lớp vải địa lên trên thì gió không thể cuốn cát ở lớp dưới vải địa đi, không có hiện tượng xói nền nên kết cấu phía dưới là ổn định. Lúc này bề mặt phía trên trống và gần như tương tự với như bề mặt của CT1. Gió thổi mang cát từ nơi khác đến và ngẫu nhiên lắng đọng tại vị trí của vải địa kỹ thuật. Tuy nhiên, khi lượng cát bồi lắng thấp, chiều cao bồi lắng nhỏ nên độ liên kết giữa các hạt cát với nền là không đáng kể. Thêm vào đó không có thảm thực vật hay hàng rào che chắn nên giống như vị trí trên bề mặt CT1 cát dễ dàng bị gió cuốn đi và chiều cao lớp cát bồi lắng thay đổi tùy theo tốc độ gió, vị trí quan trắc và thời gian lúc quan trắc. Vậy muốn sử dụng biện pháp này có hiệu quả thì cần thiết phải tái tạo lớp phủ thực vật trên mặt lớp vải địa.

Tại mỗi vị trí trồng cây ta cắt bỏ một lỗ nhỏ vải địa kỹ thuật và tiến hành trồng cây vào đó.



**Hình 5.41. Bồi lắng cát công thức 2 xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Với CT1 là công thức không sử dụng lớp phủ bề mặt, bề mặt Cồn Cát có thể được bồi nhưng cũng có thể bị xói tùy theo nhiều điều kiện tự nhiên cũng như vị trí tại khu vực nghiên cứu. Quan trắc gió được đo vào ngày 24/10 cho thấy sức gió lớn nhất đo được là 8,4m/s, với tốc độ gió này cát bị thổi mạnh từ nguồn cát phía trước đến khu vực vị trí thí nghiệm do đó tốc độ lắng tại thời điểm này cả ở CT1 và CT2 là tương quan và lớn so với hai lần quan trắc trước.



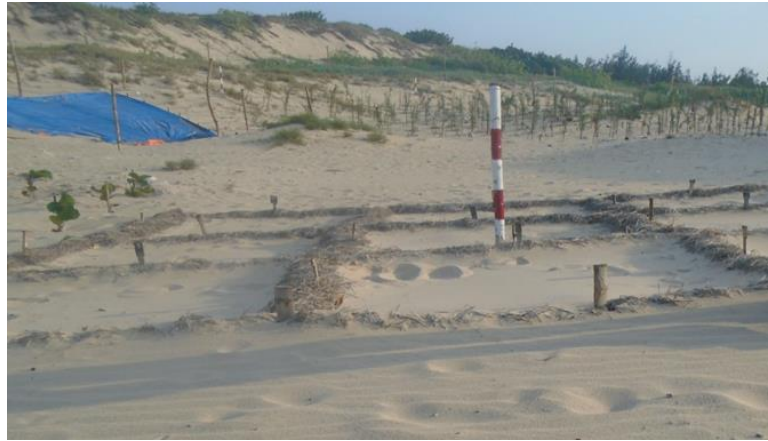
**Hình 5.42. Bồi lắng cát công thức 1 xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Ta có hình 5.38, 5.39, 5.40 là mặt cắt ngang ô rơm sau 3 tháng tiến hành thí nghiệm của các công thức CT3, 4, 5. Từ đồ thị ta có thể thấy rằng, chiều cao cát bồi lắng giảm từ hai biên ra trung tâm. Tuy nhiên với các kích cỡ khác nhau của ô rơm cho thấy sự khác biệt lớn về chiều cao bồi lắng cát. Với cùng một khu vực đón gió, các số liệu đã cho thấy chiều cao bồi lắng cát giảm dần theo kích thước ô rơm và theo thứ tự ô đón gió.

Bởi vì các luồng không khí khi gặp trở ngại là các ô rơm thì chúng bị thay đổi quỹ đạo chuyển động, buộc dòng khí bị đẩy lên cao và cuốn các hạt cát bốc lên theo luồng gió. Ngay sau đó, các hạt cát lớn rơi xuống và lắng đọng lại tại khu vực khuất gió phía sau. Luồng gió bị ngăn cản vượt qua rào cản tiếp tục di chuyển và khôi phục dần năng lượng. Các hạt cát mịn lại bị gió thổi và đẩy tới các ô tiếp theo. Đó là nguyên nhân vì sao trong một ô rơm độ dốc bồi lắng cát phía trước lại thoải hơn lớp bồi lắng phía sau. Vậy nếu kích thước ô rơm vừa đủ để cản gió, làm cho năng lượng gió không kịp hồi phục cuốn cát trong ô ra ngoài thì lượng cát bồi lắng trong ô rơm sẽ là lượng cát bồi mong muốn.

Thật vậy khi xem xét đến hiệu quả bồi lắng với các kích thước khác nhau ta thấy rằng: CT3 với kích thước 1m x 1m cho sự bồi lắng cát là có hiệu quả nhất với 3 công thức sử dụng ô rơm. Sự bồi lắng cát này giảm dần với chiều cao bồi lớn nhất được thể hiện qua 3 ô từ 10,4cm : 9,6cm : 9cm. Cùng theo đó là sự chênh lệch giữa 2 biên và phần trung tâm là nhỏ với sự chênh lệch lần lượt là 3cm : 2,6cm : 3,4cm trong khi đó đối với ô rơm kích thước 2m x 2m trung bình là 6cm và 1,5m x 1,5m là 4cm.



**Hình 5. 43. Bồi lắng cát công thức 3 xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Với CT4 có kích thước 1,5m x 1,5m sự tích tụ bồi lắng khoảng 5cm trở lên và độ bồi lắng lớn nhất đo được là 9,7cm. Mặt cắt ngang của CT4 cho thấy đường cong mặt cắt đã bắt đầu dốc đều này chứng tỏ tốc độ bồi lắng của CT4 là nhỏ hơn CT3.

CT5 là công thức có tốc độ bồi lắng kém hiệu quả nhất vì cường độ lắng đọng giảm, tốc độ bồi lắng chỉ từ 2,5cm – 10cm. Dễ dàng có thể nhận ra rằng, diện tích tiếp xúc bề mặt của gió với lượng cát trong phạm vi ô rơm lớn dẫn đến sự hồi phục năng lượng gió. Từ đó, gió có thể cuốn cát đem đi nơi khác, nguy cơ cát dưới bề mặt cũng bị gió cuốn lên tạo bề mặt lõm khoét sâu xuống nền.

Từ kết quả thí nghiệm ta có thể thấy rằng sử dụng biện pháp phủ mặt bằng ô rơm có hiệu quả hơn so với biện pháp sử dụng vải địa kỹ thuật hay không sử dụng biện pháp phủ mặt. Điều đó được thể hiện qua chiều cao bồi lắng tối thiểu của ô rơm là 2,5cm đến 10cm trong khi đó chiều cao bồi lắng lớn nhất mà vải địa kỹ thuật mang lại là 5cm. Trong biện pháp sử dụng ô rơm thì ô rơm có kích thước 1m x 1m có độ bồi lắng cát là đồng đều trong phạm vi ô rơm, kích thước ô rơm càng lớn thì lượng cát bị gió cuốn đi càng lớn và hiện tượng xói nền trong ô rơm cũng dễ xảy ra.



Tuy nhiên do thời gian quan trắc ngắn mới chỉ được 3 tháng do đó chưa thể kết luận chính xác được độ bồi lắng hay xói mòn cát trong các công thức. Cần phải có thêm thời gian tiến hành theo dõi trong thời đoạn dài hơn, ít nhất phải trải qua 2 mùa gió. Vậy nên, các nhận xét trên chỉ mang tính định tính cần có những báo cáo số liệu chi tiết và cụ thể hơn trong các tháng quan trắc tiếp theo.

#### **5.4. NGHIÊN CỨU BIỆN PHÁP PHỬ THẨM THỰC VẬT**

##### **5.4.1. Kỹ thuật ươm giống cây Tra (*Coccoloba uvifera*) bản địa**

###### **5.4.1.1. Tiêu chí để chọn cây bản địa**

- Là những loài cây phân bố tự nhiên trên các dạng đất cát tại địa phương.
- Là những loài cây được ưu tiên trồng trên các cồn cát ven biển miền trung.
- Là những loài cây đã sinh trưởng và phát triển lâu đời tại địa phương, đã thích nghi và hòa nhập vào các hệ sinh thái tự nhiên trên các dạng đất cát tại chỗ.



**Hình 5. 44. Đai cây Tra phát triển trên cồn cát ven biển tỉnh Bình Định**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Dựa trên các tiêu chí trên và dựa theo các tài liệu khảo sát thực địa tại địa phương có loài cây bản địa là cây tra (*Coccoloba uvifera*) có một số ưu điểm là loài cây sinh trưởng rất mạnh trên đất cát ven biển, có khả năng chịu được mặn, chịu được điều kiện nắng nóng khô hạn, tái sinh tự nhiên mạnh, tán đẹp có thể làm cây cảnh quan và cây chắn gió, chắn cát tốt. Do vậy lựa

chọn loài cây tra (*Coccoloba uvifera*) để nghiên cứu kỹ thuật nhân giống phục vụ trồng cây chắn gió chắn cát cho các cồn cát ven biển miền trung.

#### **5.4.1.2. Đặc điểm sinh học của cây tra (*Coccoloba uvifera*)**

Nho biển hay còn gọi là tra (danh pháp hai phần: *Coccoloba uvifera*) là một loài cây gỗ lớn thuộc họ Rau răm, bộ Rau răm.

Đặc điểm hình thái: Cây gỗ lớn, cao từ 10-20 mét thân cong queo, phân cành thấp. Tán lá rộng, lá đơn mọc cách, bóng, phiến tròn, góc hình tim kích thước 12-15 cm. Cụm hoa chùm mang nhiều hoa nhỏ màu xanh lục vàng. Quả mập, thịt màu đỏ nhạt.

Phân bố và sinh trưởng: Cây được trồng rộng rãi ở các nước nhiệt đới. Tại Việt Nam cây được trồng nhiều dọc bờ biển Nha Trang, Đà Nẵng, Ninh Thuận, Bình Thuận, và một số các đảo Hoàng Sa, Trường Sa. Là loài cây mọc chậm, trong hai năm đầu hầu như cây không phát triển, đến năm thứ 3 mới bắt đầu sinh trưởng bình thường nhưng vẫn rất chậm, cây trồng sau 10 năm mới đạt được chiều cao 3-4m.

Cây có khả năng chịu được môi trường biển, chịu được gió mặn, đất cát có tính phân nhiệt thấp, nắng nóng, khô hạn, bão tố, hiện tượng cát bay cát nhảy... nên nho biển là loài cây rất phù hợp cho các vùng đất ven biển, có thể trồng chắn gió, cát rất hữu hiệu, trồng cây xanh bóng mát cho các tuyến đường, các khu du lịch, sinh thái ven biển, thân lá cây đẹp cũng được sử dụng làm cây cảnh quan.

#### **5.4.1.3 Kết quả thí nghiệm nhân giống cây tra (*Coccoloba uvifera*)**

##### **a) Kết quả nghiên cứu nhân giống cây tra bằng hạt**

Thu hái quả tra để nhân giống: Quả tra dùng để nhân giống phải thu hái đúng tầm chín, thông thường vụ quả chín rộ vào khoảng tháng 8-tháng 9. Quả tra sau khi thu hái về phải đem chế biến ngay không để sang ngày hôm sau.

Dùng tay để vò, chà xát bỏ để tách lớp thịt vỏ quả. Sau khi tách lớp thịt vỏ quả, hạt thu được còn một lớp nhớt bám xung quanh bên ngoài lớp hạt cần phải

được làm sạch bằng cách đem ngâm khoảng 18-20 giờ để cho lớp nhớt này bị phân huỷ sau đó đem rửa, đãi cho thật sạch, sau đó đem hạt đi gieo ngoài.

Hạt cây tra không có tính ngủ nghỉ và rất nhanh mất sức nảy mầm vì vậy sau khi chế biến xong nên đem đi gieo, ươm ngay và hạt sau khi gieo từ 12-15 ngày là nảy mầm hoàn toàn.

Dùng đất cát ven biển nơi có cây tra mẹ phát triển trộn lẫn với phân chuồng đã hoại mục và phân lân theo tỷ lệ sau: 0,7-0,8m<sup>3</sup> đất mặt +0,3-0,2m<sup>3</sup> phân chuồng + 5-6kg NPK để tạo hỗn hợp đóng bầu. Khi cho hỗn hợp vào bầu cần phải lèn chặt, bầu cân đối không gập khúc và cách mép bầu khoảng 1cm.



**Hình 5. 45. Hạt tra sau khi tách bỏ lớp vỏ thịt quả  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Dùng túi nylon có kích thước rộng từ 14-15cm, dài 20-22cm và đục 8 lỗ đường kính 0,5cm cách đáy bầu khoảng 2-4cm để dễ thoát nước. Đất dùng để vào bầu phải chọn lớp đất mặt từ 0-20cm, tơi xốp và nhiều mùn. Không nên dùng tầng đất quá sâu; đất sét, đất thịt nghèo chất dinh dưỡng, khó thoát nước cây sẽ bị còi cọc không phát triển được.

Bầu cây được xếp thành các luống có chiều dài 5m, rộng 1,2m khoảng cách giữa các luống là 30cm. Khu vực ươm giống cây có giàn che bằng lưới

ly non sao cho dễ điều chỉnh được lượng chiếu sáng phù hợp với các giai đoạn sinh trưởng của cây.



**Hình 5. 46. Trộn hỗn hợp đống bầu ươm cây trà  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Dùng ô doa cứ 2-3 ngày tưới một lần để giữ ẩm tạo điều kiện cho cây phát triển. Nếu thấy có cỏ dại xuất hiện trên mặt bầu phải kịp thời nhổ bỏ. Thường xuyên phá vỡ lớp váng trên mặt bầu bằng cách dùng tay bóp nhẹ xung quanh miệng bầu hoặc dùng que xăm bới.



**Hình 5. 47. Cây trà 1 tháng tuổi trong vườn ươm  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

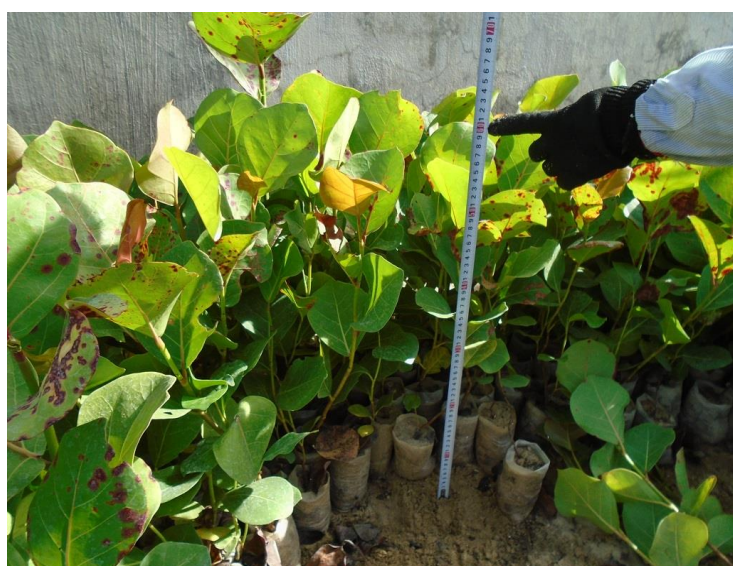
*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*



Kết quả bố trí thí nghiệm vườn ươm: Sau khi ươm cây bằng hạt số liệu theo dõi tỷ lệ sống trung bình và chiều cao cây trung bình của cây giống mang ươm bằng hạt trên 90 cây sau 3 tháng và 6 tháng được thể hiện ở bảng 1.

**Bảng 5. 9. Kết quả theo dõi thí nghiệm nhân giống cây tra bằng hạt**

STT	Tỷ lệ sống (%)	Chiều cao TB (cm)
Cây 3 tháng	94,0	12,6
Cây 6 tháng	91,5	45,8



**Hình 5. 48. Cây tra nhân giống bằng hạt 6 tháng tuổi  
xã Cát Tiên – Phù Cát – Bình Định**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

*b) Kết quả nghiên cứu nhân giống cây tra hom cành*

- Dùng kéo hoặc dao sắc để cắt cành từ cây mẹ để lấy hom. Việc cắt cành phải tiến hành vào buổi sáng. Hom cành được cắt từ cây mẹ sinh trưởng tốt, không bị sâu bệnh, chọn hom bánh tẻ để cắt. Cành đã cắt phải được bảo quản nơi râm mát hoặc ngâm gốc cành vào nước. Khi cắt cành phải để lại ở phần gốc ít nhất 2 đôi lá hoặc 2 chồi ngủ.



**Hình 5. 49. Cắt hom cành cây trà để nhân giống  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

- Cành đã cắt ra sẽ dùng kéo sắc cắt thành hom để giâm. Chiều dài hom 12 – 15cm, mỗi hom có 2-3 lá và trước khi cấy hom vào bầu phải cắt bớt 2/3 diện tích phiến lá để giảm thoát hơi nước gây chết cây hom. Phần gốc hom cắt vát 45°. Hom đã cắt được ngâm ngay vào dung dịch Benlát nồng độ 0,15% trong 1 tiếng, sau đó vớt ra ngâm phần gốc hom vào thuốc kích thích ra rễ (Humate) trong 30 phút rồi mang cắm vào bầu ngay. Hom được cấy trực tiếp vào bầu đất cát pha (không trộn phân). Luồng cây được phun Ben lát-C 0,3% để khử trùng. Mỗi bầu cấy 1 hom, độ sâu cấy hom khoảng 5 - 6 cm.

- Sau khi cấy hom phải tưới ẩm cho hom hàng ngày, bằng bình ô doa mỗi ngày tưới 2-3 lần, mỗi lần tưới khoảng 10 giây. Hom cấy phải được để trong vườn ươm có lưới che 50%.

- Định kỳ 15 ngày xới đất phá váng 1 lần, nhổ sạch cỏ, tưới thúc bằng NPK nồng độ 1% và tưới đủ ẩm tùy theo điều kiện thời tiết cụ thể. Phun thuốc dung dịch Benlát 0,15% định kỳ 10 ngày 1 lần để phòng nấm cho cây con.

- Trong quá trình nuôi cây hom phải kịp thời bấm tỉa các chồi bất định, trên mỗi cây hom chỉ để một chồi phát triển.



**Hình 5. 50. Ngâm hom cành vào hỗn hợp Benlát trước khi mang cây  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Kết quả bố trí thí nghiệm nhân giống cây trà bằng giâm hom: Sau khi cấy cây theo dõi các chỉ tiêu về tỷ lệ sống trung bình và chiều cao cây trung bình của cây giống trên 90 cây sau 3 tháng và 6 tháng được thể hiện ở bảng 1.

**Bảng 5. 10. Kết quả theo dõi thí nghiệm nhân giống cây trà bằng giâm hom**

STT	Tỷ lệ sống (%)	Chiều cao TB (cm)
Cây 3 tháng	82,7	32,5
Cây 6 tháng	75,3	35,1



**Hình 5. 51. Cây nhân giống bằng  
giâm hom sau 3 tháng xã Cát Tiến  
– Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*





**Hình 5. 52. Cây nhân giống bằng giâm hom sau 6 tháng xã Cát Tiến**

**– Phù Cát – Bình Định**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

#### **5.4.2. Kỹ thuật ươm giống cây phi lao (*Casuarina equisetifolia*) du nhập**

##### **5.4.2.1. Một số đặc điểm của cây Phi lao (*Casuarina equisetifolia*)**

- Cây gỗ thường xanh, trung bình hay lớn, cao 15-25cm, đường kính 20-40cm hay hơn. Vỏ nâu nhạt, bong thành mảng, thịt nâu hồng. Cành nhỏ, có đốt, màu xanh lá cây và làm nhiệm vụ quang hợp cho lá. Lá tiêu giảm thành vảy nhỏ, bao quanh các đốt của cành, dài 1-2mm.

- Hoa đơn tính, cùng gốc. Cụm hoa đực hình đuôi sóc, gồm rất nhiều hoa đực mọc vòng, không có bao hoa; chỉ gồm 1 nhị, lúc đầu chỉ ngắn, sau kéo dài; bao phấn 2 ô. Cụm hoa cái đơn độc, mọc ở ngọn các cành bên; hoa cái cũng không bao hoa, dính vào nách của một lá bắc. Bầu 1 ô, 2 noãn, nhưng chỉ 1 noãn phát triển. Quả tập hợp trong một cụm quả (quả phức) hình bầu dục, hóa gỗ với các lá bắc tồn tại. Hạt 1 không có nội nhũ.

- Phân bố: Cây có nguồn gốc châu Úc, hiện nay đã được trồng ở hầu hết các nước Đông Nam Á, các nước châu Á và châu Phi nhiệt đới. Người Pháp đã đem cây phi lao vào trồng ở Việt Nam từ năm 1896. Hiện nay phi lao đã trở thành một trong những loài cây gỗ quen thuộc của Việt Nam. Hầu hết các tỉnh ven biển từ Quảng Ninh đến Kiên Giang đều trồng phi lao trên các dải cát ven biển. Nhiều tỉnh miền bắc Việt Nam trồng phi lao làm cây chắn gió, cây ven đường lấy bóng mát, hay trong công viên làm cây cảnh.



- Đặc điểm sinh học: Phi lao có phạm vi thích ứng về mặt khí hậu tương đối rộng, từ khu vực xích đạo mưa nhiều, lượng mưa trung bình năm trên 2.000mm và không có mùa khô, đến khu vực khí hậu gió mùa có lượng mưa thấp 700-800mm và mùa khô kéo dài 6-7 tháng. Nhưng ở các khu vực này, phi lao thường sống trên các bãi cát ven biển. Thích hợp các loại đất cát pha nhẹ, tốt, sâu, ẩm, thoát nước, độ pH từ 6,5-7,0.

+ Cây sinh trưởng nhanh, cành lá xum xuê, hệ rễ phát triển, rễ cọc ăn sâu đến 2m, rễ ngang lan rộng và có vi khuẩn cố định đạm Frankia; có thể chịu gió bão cấp 10, chịu được cát vùi lấp, tróc rễ. Trên cây chịu được cát va đập, nếu cây bị cát vùi lấp, nó có thể ra lớp rễ phụ mới ở ngang mặt đất và vậy ở Việt Nam, tới nay phi lao vẫn là cây gỗ số một được trồng trên vùng cát cố định và cát bay ven biển. Sau khi trồng 1 năm, cây có thể đạt chiều cao 2-3m, đường kính 3cm; cây 4 tuổi cao 11-12m, đường kính 12-15cm; cây 10 tuổi cao 18-20m, đường kính trên 20cm. Thông thường trên 25 tuổi cây ngừng sinh trưởng chiều cao đến 30-50 tuổi cây trở nên già cỗi.

+ Phi lao sinh trưởng quanh năm, nhưng vào mùa mưa, cây sinh trưởng nhanh hơn. Ở giai đoạn tuổi nhỏ cây chịu khô và chịu rét kém; vượt qua giai đoạn này cây sinh trưởng tốt hơn.

+ Cây tái sinh chồi rất tốt. Trên thân cây có nhiều rễ bất định, do đó thân cây bị vùi lấp tới đâu, cây vẫn ra rễ được ở nơi đó và sinh trưởng bình thường.

+ Cây sinh trưởng tốt nhất trên đất cát mới bồi tụ ven biển và đồng bằng; cũng có thể sống được trên đất cát nghèo, đất dốc tụ có tầng dày, thành phần cơ giới nhẹ, độ pH 5,5. Nhưng trên đất quá khô xấu, đất đồi tầng mỏng, lẫn nhiều đá, đất có thành phần cơ giới nặng, bí chặt, độ pH 4-4,5, cây sinh trưởng kém; lá vàng đỏ, thường biến dạng thành cây bụi, thấp, thân nhỏ, cành lòa xòa trên mặt đất hoặc bị chết dần.

#### **5.4.2.2. Kỹ thuật gom giống cây Phi lao hiện hành (*Casuarina equisetifolia*)**

##### **a) Kỹ thuật thu hái hạt giống**

Thu hái hạt giống trên cây mẹ đạt từ 6 - 10 tuổi trở lên, cây phát triển tốt, thân thẳng, tán đều xum xuê, cân đối, không bị sâu bệnh hại, không rỗng ruột.

Để đảm bảo về chất lượng, xuất xứ giống, việc thu hái hạt giống cần phải tuân thủ các nguyên tắc: Hạt giống thu hái ở những những cây mẹ được tuyển chọn từ những vườn giống.

##### **b) Thời vụ thu hái - kỹ thuật thu hái - chế biến bảo quản**

- Thời vụ thu hái: Bắt đầu từ tháng 6 đến tháng 11. Khi quả chín có màu vàng nhạt hoặc cánh dán, mắt quả to, mẩy, nhân hạt chắc, cứng, một số quả nứt để hạt tung ra ngoài.

- Kỹ thuật thu hái: Hái quả bằng cách trèo trực tiếp lên cây, hoặc dùng móc giật từng chùm quả chín.

- Chế biến: Quả đem về phải phân loại, những quả chín được rải đều trên sàn phơi, những quả chưa chín được ủ lại thành đống từ 2 đến 3 ngày cho quả chín đều, đống ủ không cao quá 50cm và phải thông gió, mỗi ngày đảo lại một lần. Khi quả chín đem rải đều trên sàn phơi, phơi dưới nắng với thời gian 3 đến 5 nắng, khi hạt đã khô, sàng xẩy sạch cho vào bảo quản. Tỷ lệ chế biến: 30-35 kg quả/1kg hạt. Số lượng hạt trong 1kg có từ 100.000 – 120.000 hạt. Hạt giống phải đảm bảo: độ thuần cao, tỷ lệ nảy mầm trên 50%.

- Bảo quản: Bảo quản khô ở nhiệt độ bình thường, cất trữ trong các dụng cụ như: túi nylon, chum vại hoặc thùng gỗ, được cất ở nơi thoáng mát.



**Hình 5. 53. Hạt giống phi lao được chế biến làm sạch để chuẩn bị gieo ươm  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

*c) Làm đất gieo hạt*

Đất gieo hạt Phi lao phải là đất cát pha thịt nhẹ, đất mùn đập nhỏ, không nên gieo trên đất cát rời, đất thịt nặng hay đất sét, đất úng nước chua phèn.

Luống gieo hạt có thể là luống nổi hoặc luống bằng, luống dài 10 – 15m rộng 1m, rãnh luống 0,4m.

Hỗn hợp luống gieo: Đất cát + phân chuồng hoai ( $2\text{kg}/\text{m}^2$ ), rải đều trên mặt luống, dùng cào trộn đều.



**Hình 5. 54. Trộn hỗn hợp đất cát với phân chuồng để làm đất gieo hạt xã  
Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

#### **d) Xử lý hạt giống – gieo hạt**

- Hạt được xử lý bằng nước ấm (40<sup>0</sup>- 50<sup>0</sup>C) theo thao tác sau:

Hạt giống được ngâm vào chậu hay thau nước có nhiệt độ từ 40<sup>0</sup>- 50<sup>0</sup>C và để nguội dần sau 10 – 12 giờ vớt hạt ra đem hong cho ráo rồi cho vào túi vải hay bao tải ủ. Hàng ngày đem hạt ra rửa chua 1 lần bằng nước ấm từ 30<sup>0</sup>C – 40<sup>0</sup>C và ủ lại. Sau 3 - 4 ngày kiểm tra thấy hạt đã nứt nanh thì đem gieo.



**Hình 5. 55. Pha nước ấm đủ nhiệt độ để ngâm hạt phi lao xã Cát Tiên – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)



**Hình 5. 56. Ngâm hạt phi lao ngay sau khi pha nước ấm xã Cát Tiên – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

- Gieo hạt:

Trước khi gieo cần tưới nước luống gieo, với lượng nước 9lít/m<sup>2</sup>. Nén nhẹ mặt luống để không cho hạt xuống quá sâu.

- Kỹ thuật gieo:

Trộn hạt với phân chuồng hoai mìn, tỷ lệ 1 kg hạt 3 kg phân, rải đều hạt trên mặt luống, lượng hạt 1kg cho 60 – 100m<sup>2</sup>. Sau khi gieo xong dùng đất mịn tơi rắc đều phủ kín hạt. Sau đó tủ một lớp rơm mỏng che kín mặt luống, lượng rơm tủ 1kg/m<sup>2</sup>. Phủ xong tưới nước 9lít/m<sup>2</sup>, bằng thùng tưới. Khi cây mọc đều, bỏ vật che tủ, làm dàn tủ 40% – 50% cho tới lúc cây đủ tiêu chuẩn xuất vườn.

*e) Chăm sóc vườn gieo*

- Tưới nước: Sau khi gieo hạt hàng ngày tưới nước 2 lần, vào lúc sáng và chiều lượng nước tưới mỗi lần 6lít/m<sup>2</sup>. Sau 3 – 4 ngày bắt đầu mở bờ rơm, mở làm 2 – 3 lần để tránh nắng đột ngột làm cây mạ chết. Sau 15 ngày giảm lượng nước tưới còn 1 lần một ngày, lượng nước tưới 9lít/m<sup>2</sup>, vào lúc chiều.

Làm cỏ khi mở bờ rơm rạ, cứ 15 ngày làm lại 1 lần nữa. Kết hợp phá váng.

Khi cây nhú lá, tiến hàng sàng hỗn hợp đất, phân ( 50% đất thịt nhẹ, 40% đất cát, 10% phân chuồng hoai) để phủ mặt luống, liều lượng hỗn hợp 1kg/m<sup>2</sup>. Khi phát hiện đất luống gieo bị xói mòn, lộ chân rễ cây mầm, phải tiến hành sàng hỗn hợp lấp ngay tránh cho cây mầm bị nghiêng ngã. Định kỳ 10 – 15 ngày có thể sàng hỗn hợp 1 lần.

Trường hợp phát hiện nấm hại hoặc côn trùng phá hoại ở vườn gieo tiến hành bắt giết và phun thuốc phòng trừ với nồng độ thích hợp, phun 2 lần mỗi lần cách nhau 5 ngày, phun vào buổi chiều mát. Sau khi phun thuốc phải phun lại bằng nước lã để rửa thuốc trên lá của cây con.

Khi cây mầm cao từ 8 – 12cm, nhổ cây cấy dần vào bầu.

*f) Hỗn hợp ruột bầu*

- Tạo bầu: Vỏ bầu bằng chất dẻo PE có đục lỗ tròn đường kính 6mm ở bên hông, số lỗ đục từ 8-10 lỗ. Quy cách túi bầu: (13 x 18)cm, hoặc (15 x 20)cm.

- Hỗn hợp ruột bầu: Nơi vườn ươm có nền đất cát pha trộn hỗn hợp ruột bầu với tỷ lệ: Đất cát pha 60%, đất thịt nhẹ 30%, phân hỗn hợp 10% (bao gồm 95% phân chuồng hoai và 5% lân + kali).





**Hình 5. 57. Trộn hỗn hợp ruột bầu xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

*g) Luống xếp bầu*

Làm luống để xếp bầu theo quy cách dài 10 - 15m, rộng 1m, rãnh luống rộng 0,4m (Luống nổi hoặc luống bằng). Mật độ xếp bầu 100 bầu/m<sup>2</sup>. Sau khi xếp bầu phải chèn bầu và mặt luống phải bằng phẳng.

Vị trí vườn ươm phải thoáng ráo, không bị ngập úng về mùa mưa, mặt vườn tương đối bằng phẳng. Đất vườn ươm phải tiến hành xử lý các mầm mống sâu bệnh hại.

*h) Cấy cây vào bầu*

Bầu trước khi cấy cần được tưới nước trước 4 – 5 giờ, lượng nước tưới 40lít/m<sup>2</sup>. Cấy vào buổi sáng, nếu trời râm mát có thể cấy cả ngày.

- *Bứng cây mầm*: Chọn những cây đạt tiêu chuẩn, cấy vào bầu, lượng cây bứng mỗi lần đủ cấy khoảng 1 giờ, sau đó lại bứng tiếp, tránh làm gãy ngọn, dập nát thân cây và đứt rễ. Trước khi bứng cần tưới đẫm luống gieo, lượng nước tưới 15lít/m<sup>2</sup>.

- *Cấy cây*: Mỗi bầu cấy 1 cây mầm. Dùng que chọc lỗ, đường kính 1.5cm ở mặt bầu để cấy cây ở độ sâu sát lá mầm, dùng đất hai bên thành bầu ém nhẹ, giữ cho cây không bị đổ, tạo điều kiện cho rễ cây tiếp xúc với đất,

cây cấy phải đứng thẳng giữa tâm bầu. Cấy cây vào buổi chiều. Khi cấy xong tưới lại lượng nước 10 lít/m<sup>2</sup>, tưới nhẹ để rửa lá mầm và tự lấp các chỗ trống khi cấy.

*i) Chăm sóc cây con - tưới nước*

Sau khi cấy khoảng 7 – 10 ngày tiến hành kiểm tra, cấy dặm vào những bầu có cây bị chết.

Sau khi cấy xong, tháng đầu hàng ngày tưới nước 2 lần, lượng nước tưới mỗi lần 6lít/m<sup>2</sup>.

Tháng thứ hai đến tháng thứ 3, một ngày tưới một lần, lượng nước tưới 9 lít/m<sup>2</sup>.

Tháng thứ tư trở đi 2 ngày tưới nước một lần, lượng nước tưới 12 lít/m<sup>2</sup>.

Những ngày mưa không cần tưới nước cho cây.

- Làm cỏ kết hợp phá váng:

+ Ba tháng đầu cứ 15 ngày làm cỏ kết hợp phá váng một lần.

+ Từ tháng thứ 4 trở đi làm 1 tháng nhỏ cỏ 1 lần kết hợp phá váng.

*k) Phòng trừ bệnh hại*

Trường hợp phát hiện nấm hại hoặc côn trùng phá hoại ở vườn ươm tiến hành bắt giết và phun thuốc phòng trừ với nồng độ thích hợp, phun 2 lần mỗi lần cách nhau 5 ngày, phun vào buổi chiều mát.

*l) Kết quả thí nghiệm ở các công thức khác nhau (Casuarina equisetifolia)*

Các bước gieo ươm cây phi lao ở các công thức thí nghiệm đều thực hiện như công thức hiện hành, còn đối với công thức tưới nước cho cây ở giai đoạn gieo cây mạ và giai đoạn cây đã được cho vào bầu thực hiện theo các công thức thí nghiệm. Quy trình ươm cây hiện hành có lượng tưới nước như sau:

- Sau khi gieo hạt hàng ngày tưới nước 2 lần, vào lúc sáng và chiều lượng nước tưới mỗi lần 6lít/m<sup>2</sup>. Sau 15 ngày giảm lượng nước tưới còn 1 lần một ngày, lượng nước tưới 9lít/m<sup>2</sup>, vào lúc chiều.

- Sau khi cấy xong, tháng đầu hàng ngày tưới nước 2 lần, lượng nước tưới mỗi lần 6lít/m<sup>2</sup>.

- Tháng thứ hai đến tháng thứ 3, một ngày tưới một lần, lượng nước tưới 9 lít/m<sup>2</sup>.

- Tháng thứ tư trở đi 2 ngày tưới nước một lần, lượng nước tưới 12 lít/m<sup>2</sup>.

Kết quả thí nghiệm thu được ở các công thức là:



CT4



CT3



CT2



CT1

**Hình 5. 58. Kết quả theo dõi sinh trưởng của cây phi lao 3 tháng tuổi  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*



**Bảng 5. 11. Kết quả theo dõi chiều cao cây và tỷ lệ sống ở các công thức thí nghiệm**

STT		Chiều cao cây TB (cm)	Tỷ lệ sống (%)
Sau 6 tháng	CT 1	52.28	94.15
	CT 2	54.12	91.7
	CT 3	37.98	84
	CT 4	31.75	79
	CV%	3.1	4.3
	LSD <sub>0,5</sub>	2.08048	5.74662
Sau 1 năm	CT 1	75.5	94.24
	CT 2	74.25	89.28
	CT 3	51	80.24
	CT 4	43	72.2
	CV%	2.7	3
	LSD <sub>0,5</sub>	2.50604	3.88568

Bảng trên cho thấy, chiều cao trung bình của cây phi lao sau 6 tháng và 1 năm ở công thức 1 và 2 đều không khác biệt rõ rệt vì hiệu trung bình của chúng nhỏ hơn LSD<sub>05</sub> và giữa các hai công thức này với CT3 và CT4 có sự khác biệt rõ rệt vì hiệu số trung bình của chúng lớn hơn LSD<sub>05</sub>.

Tỷ lệ sống của cây phi lao sau 6 tháng và 1 năm ở công thức 1 và 2 đều không khác biệt rõ rệt vì hiệu trung bình của chúng nhỏ hơn LSD<sub>05</sub> và giữa các hai công thức này với CT3 và CT4 có sự khác biệt rõ rệt vì hiệu số trung bình của chúng lớn hơn LSD<sub>05</sub>.

Sai số thí nghiệm (CV%) ở hai lần đo đếm ở hai chỉ tiêu là chiều cao và tỷ lệ cây sống đều nhỏ hơn 10%. Vì vậy, kết quả thí nghiệm đảm bảo độ tin cậy.

Thí nghiệm này cho thấy, lượng nước tưới bằng 75% so với quy trình hiện hành là lượng nước tưới phù hợp nhất cho cây Phi lao ở khu vực nghiên cứu. Vì cả chiều cao cây và tỷ lệ cây sống đều không khác biệt nhiều so với công thức đối chứng và tiết kiệm được nước (25% so với ban đầu).

Như vậy, lượng nước tưới trong quá trình ươm cây ở khu vực nghiên cứu như sau:

- Sau khi gieo hạt hàng ngày tưới nước 2 lần, vào lúc sáng và chiều lượng nước tưới mỗi lần 4lít/m<sup>2</sup>. Sau 15 ngày giảm lượng nước tưới còn 1 lần một ngày, lượng nước tưới 6,75lít/m<sup>2</sup>, vào lúc chiều.

- Sau khi cấy xong cây con vào bầu, tháng đầu hàng ngày tưới nước 2 lần, lượng nước tưới mỗi lần 4 lít/m<sup>2</sup>.

- Tháng thứ hai đến tháng thứ 3, một ngày tưới một lần, lượng nước tưới 6,75 lít/m<sup>2</sup>.

- Tháng thứ tư trở đi 2 ngày tưới nước một lần, lượng nước tưới 9 lít/m<sup>2</sup>

### **5.4.3. Các công thức phủ thảm thực vật trên cồn cát ven biển miền Trung**

#### ***5.4.3.1. Các công thức phủ thảm thực vật trên bãi trước***

Công thức trồng bãi trước được tiến hành trồng với cây phi lao 12 tháng tuổi. Các cây được trồng thành đai với bề rộng 5m, dài 10m. Cách chân cồn cát 10m.

+CT1: Trồng phi lao với mật độ 5.000 cây/ha

+CT2: Trồng phi lao với mật độ 10.000 cây/ha

+CT3: Trồng phi lao với mật độ 15.000 cây/ha

Kết quả đo hiệu quả chắn gió của đai cây tra và đai cây phi lao với các khoảng cách đai khác nhau trồng trên mái cồn cát 6 tháng sau khi trồng được thể hiện ở bảng dưới đây:

**Bảng 5. 12. Tác dụng chắn gió của các đai rừng với khoảng cách khác nhau 6 tháng sau khi trồng**

Loài cây	Mật độ đai cây (cây/ha)	Tốc độ gió (km/h)		Hiệu năng chắn gió (%)
		Trước đai	Sau đai	
Phi lao	5.000	29,5	24,3	17,63
	10.000	27,3	25,2	7,69
	15.000	28,7	26,1	9,06

Qua bảng trên thấy hiệu năng chắn gió của đai cây có mật độ 10.000 cây/ha có hiệu năng giảm gió đạt 17,63%, hiệu năng chắn gió của đai cây mật độ 5.000 cây/ha là 7,69% và đai cây có mật độ 15.000 cây/ha có hiệu năng giảm tốc độ gió là 9,06%. Lý do về sự khác biệt lớn của các đai cây trồng ở mật độ khác nhau là do tỷ lệ sống của cây trong thí nghiệm đạt rất thấp.



**Hình 5. 59. Tình hình sinh trưởng của cây thí nghiệm ở bãi trước cồn cát xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

*Nhận xét:*

- Hiệu năng chắn gió của đai cây có mật độ 10.000 cây/ha đạt 17,63% là cao nhất so với các công thức thí nghiệm.

- Khả năng sinh trưởng của cây ở các đai cây trồng với mật độ 15.000 cây/ha là tốt hơn so với các công thức còn lại.

- Tỷ lệ sống của cây phi lao trên bãi trước cồn cát thấp chỉ đạt mức trung bình khoảng 15% khi mùa gió Đông Bắc hoạt động. Do vậy không khi lựa chọn loài cây trồng cho bãi trước cồn cát nên lựa chọn các loài cây thân bò có khả năng chịu mặn như muống biển là phù hợp với điều kiện bãi trước cồn cát.

#### ***5.4.3.2. Công thức và giải pháp trồng cây ở vị trí mái cồn cát trực diện với biển***

Các thí nghiệm được tiến hành bao gồm:

##### *Thí nghiệm 1:*

Thí nghiệm được trồng phi lao 12 tháng tuổi ở các đai cây, bề rộng đai cây đem trồng là 3m, chiều dài là 10m, mật độ trồng phi lao là 10.000 cây/ha.

CT1: Đai phi lao cách đai phi lao 5m.

CT2: Đai phi lao cách đai phi lao 7,5m.

CT3: Đai phi lao cách đai phi lao 10m.

##### *Thí nghiệm 2:*

Thí nghiệm được trồng cây tra 12 tháng tuổi ở các đai cây, bề rộng đai cây đem trồng là 3m, chiều dài là 10m, mật độ trồng cây tra là 10.000 cây/ha.

CT1: Đai cây tra cách đai cây tra 5m.

CT2: Đai cây tra cách đai cây tra 7,5m.

CT3: Đai cây tra cách đai cây tra 10m.

Do đặc điểm của mái cồn cát chỉ rộng từ 15-20m nên bố trí thí nghiệm sẽ theo dõi tốc độ gió trước và sau 2 đai cây để đánh giá hiệu năng giảm tốc độ gió. Các đai rừng được chọn đánh giá tác dụng giảm tốc độ gió là đai cây

phi lao và cây tra, trồng trên bãi phía trước cồn cát, bề rộng đai cây đem trồng là 3m, chiều dài là 10m, mật độ trồng cây là 10.000 cây/ha.



**Hình 5. 60. Sử dụng máy đo gió cầm tay để hiệu quả giảm tốc độ gió của đai cây**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Kết quả đo hiệu quả chắn gió của đai cây tra và đai cây phi lao với các khoảng cách đai khác nhau trồng trên mái cồn cát 1 năm sau khi trồng được thể hiện ở bảng dưới đây:

**Bảng 5. 13. Tác dụng chắn gió của các đai rừng với khoảng cách khác nhau 1 năm sau khi trồng**

Loài cây	Khoảng cách giữa các đai cây (m)	Tốc độ gió (km/h)		Hiệu năng chắn gió (%)
		Trước đai	Sau đai	
Tra	5	26,7	15,9	46,45
	7,5	25,8	17,1	33,72
	10	26,3	18,5	29,66
Phi lao	5	25,5	22,8	10,59
	7,5	25,7	23,0	10,51
	10	26,1	23,2	11,11

Qua bảng số liệu tổng hợp và tính toán hiệu năng chắn gió cho thấy:

- Đối với đai cây tra hiệu năng chắn gió đai cây cách nhau 5m có hiệu

năng lớn nhất đạt 46,45%, còn ở khoảng cách 7,5m và 10m giữa hai đai cây không có sự khác biệt nhiều.

- Đối với đai cây phi lao sau 1 năm trồng cây hiệu năng chắn gió ở khoảng cách các đai cây khác nhau không có sự khác biệt nhiều, hiệu năng chắn gió của đai cây cách nhau 10m đạt 11,11%, ở các khoảng cách đai cây 5m và 7,5m gần tương đương nhau chỉ giảm khoảng 10% tốc độ gió.

*Tình hình sinh trưởng của cây trồng trên mái cồn cát*



**Hình 5. 61. Đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng của cây 1 năm sau khi trồng  
xã Cát Tiên – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Hiệu quả trồng cây trên mái cồn cát 1 năm khi trồng cây thì đánh giá khả năng phát triển của đai cây sau trồng để lựa chọn được loài cây thích nghi trên mái cồn cát. Các chỉ tiêu sinh trưởng của cây được đo đếm ở các công thức thí nghiệm rồi tổng hợp tính số liệu trung bình gồm: Tỷ lệ sống, đường kính tán (Dt), chiều cao vút ngọn (Hvn) và đường kính gốc cây (Dg).

Kết quả bảng 5.14 cho thấy ở đai cây trồng phi lao đạt tỷ lệ sống tương đối thấp dao động từ 55,2 - 61,0%; các chỉ tiêu về chiều cao cây, đường kính tán, đường kính gốc tương đương nhau ở các công thức thí nghiệm. Cây sinh trưởng chậm, một số cây bị khô ngọn do trồng ở mái trước cồn cát có lượng hơi nước bốc hơi từ nước biển bám vào thân cây ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng của cây ở giai đoạn mới trồng.

**Bảng 5. 14. Đặc trưng của các đai rừng nghiên cứu khả năng phòng hộ**

Loài cây	Khoảng cách giữa các đai cây	Tỷ lệ sống (%)	Các chỉ tiêu sinh trưởng		
			Hvn (m)	Dt (cm)	Dg (cm)
Tra	5	92,5	0,92	18,5	2,44
	7,5	93,4	0,91	16,8	2,62
	10	93,1	0,90	17,3	2,57
Phi lao	5	61,0	1,35	26,6	1,35
	7,5	58,4	1,38	27,3	1,67
	10	55,2	1,27	27,7	1,82

Đối với đai cây tra tỏ ra khá phù hợp khi trồng ở vị trí mái trước cồn cát, cây đạt tỷ lệ sống khá cao dao động từ 92- 93%, tình hình sinh trưởng của cây ở các công thức thí nghiệm không có sự khác biệt nhiều. Về chiều cao vút ngọn của cây thay đổi nhanh, sau 1 năm trồng đã tăng hơn 30cm.

#### ***Tác dụng cố định cát bay của đai cây***

Theo dõi biến động của lớp cát bay do gió thổi được xác định bằng các cọc mốc quan trắc đóng trước và sau đai cây ngay sau khi trồng xong cây. Kết quả theo dõi sau 1 năm kiểm tra lại các mốc theo dõi đóng ở các công thức thí nghiệm, từ đó đánh giá được hiệu quả cố định cát của đai cây cây tra và cây phi lao với khoảng cách đai (5m, 7,5m và 10m) ở mái trước cồn cát được thể hiện ở bảng 6:





**Hình 5. 62. Theo dõi biến động cát bay bằng cọc mốc quan trắc  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Theo kết quả từ bảng 5.15 thấy lượng cát bay sau 1 năm có sự biến động từ 4-5cm đối với các cọc quan trắc trước và sau đai cây tra, biến động từ 2-2,5cm đối với các cọc quan trắc trước và sau đai cây phi lao. Tuy nhiên, đối với khoảng cách đai cây khác nhau ở các công thức thí nghiệm không có sự khác biệt lớn.

**Bảng 5. 15. Tác dụng cố định cát của đai cây trên mái trước**

Chỉ tiêu	Khoảng cách giữa các đai rừng cây tra (m)			Khoảng cách giữa các đai rừng cây phi lao (m)		
	5	7,5	10	5	7,5	10
Biến động cát trước đai cây (cm)	15,6	15,5	14,8	13,1	12,9	12,7
Biến động cát sau đai cây (cm)	10,8	11,3	10,6	11,2	11,5	11,0

#### **5.4.3.3. Công thức và giải pháp trồng cây ở vị trí đỉnh cồn cát**

Các thí nghiệm được tiến hành bao gồm:



*Thí nghiệm 1:*

Thí nghiệm được trồng phi lao 12 tháng tuổi ở các đai cây, bề rộng đai cây đem trồng là 3m, chiều dài là 10m, mật độ trồng phi lao là 10.000 cây/ha.

CT1: Đai phi lao cách đai phi lao 5m.

CT2: Đai phi lao cách đai phi lao 7,5m.

CT3: Đai phi lao cách đai phi lao 10m.

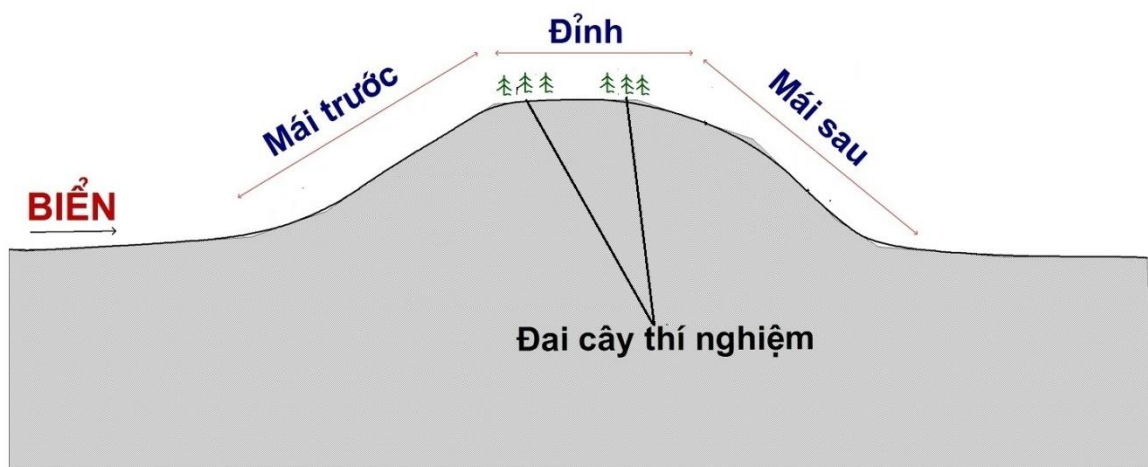
*Thí nghiệm 2:*

Thí nghiệm được trồng cây tra 12 tháng tuổi ở các đai cây, bề rộng đai cây đem trồng là 3m, chiều dài là 10m, mật độ trồng cây tra là 10.000 cây/ha.

CT1: Đai câytra cách đai cây tra 5m.

CT2: Đai cây tra cách đai cây tra 7,5m.

CT3: Đai cây tra cách đai cây tra 10m.



**Hình 5. 63. Sơ đồ bố trí thí nghiệm trồng cây trên đỉnh cồn cát**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Gió khi gặp đai cây sẽ đi qua đai cây một phần và phần còn lại vượt lên trên tán cây, chính vì vậy tốc độ gió sẽ giảm tùy thuộc kết cấu đai rừng và khoảng cách giữa các đai với nhau. Do tốc độ gió giảm nên sẽ giảm được hiện tượng cát bay cát chảy trên cồn cát. Việc đánh giá hiệu quả giảm tốc độ gió qua đai cây sẽ được đo đếm bằng vận tốc gió trước và sau đai cây chắn gió.



**Hình 5. 64. Đai cây tra trồng đỉnh cồn cát 1 năm tuổi xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Do đặc điểm của mái cồn cát chỉ rộng từ 15-20m nên bố trí thí nghiệm sẽ theo dõi tốc độ gió trước và sau 2 đai cây để đánh giá hiệu năng giảm tốc độ gió. Các đai rừng được chọn đánh giá tác dụng giảm tốc độ gió là đai cây phi lao và cây tra, trồng trên bãi phía trước cồn cát, bề rộng đai cây đem trồng là 3m, chiều dài là 10m, mật độ trồng cây là 10.000 cây/ha.



**Hình 5. 65. Sử dụng máy đo gió cầm tay để hiệu quả giảm tốc độ gió của đai cây xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Kết quả đo hiệu quả chắn gió của đai cây tra và đai cây phi lao với các khoảng cách đai khác nhau trồng trên mái cồn cát 1 năm sau khi trồng được thể hiện ở bảng dưới đây:

**Bảng 5. 16. Tác dụng chắn gió của các đai rừng với khoảng cách khác nhau 1 năm sau khi trồng**

Loài cây	Khoảng cách giữa các đai cây (m)	Tốc độ gió (km/h)		Hiệu năng chắn gió (%)
		Trước đai	Sau đai	
Tra	5	27,7	14,9	46,20
	7,5	27,8	13,1	52,80
	10	28,3	13,5	52,29
Phi lao	5	28,5	19,4	31,92
	7,5	27,6	20,1	27,17
	10	27,3	20,5	24,90

Qua bảng số liệu tổng hợp và tính toán hiệu năng chắn gió cho thấy:

- Đối với đai cây tra hiệu năng chắn gió đai cây sau một năm trồng đai cây cách nhau 7,5m có hiệu năng lớn nhất đạt 52,80%, còn ở khoảng cách 5m và 10m thì thấp hơn số liệu theo thứ tự là 46,20% và 52,29%.

- Đối với đai cây phi lao sau 1 năm trồng cây hiệu năng chắn gió ở khoảng cách các đai cây khác nhau không có sự khác biệt nhiều, hiệu năng chắn gió của đai cây cách nhau 5m đạt 31,92%, ở các khoảng cách đai cây 7,5m và 10m số liệu hiệu năng giảm gió theo thứ tự là 27,17% và 24,90%.

#### ***Tình hình sinh trưởng của cây trồng trên mái cồn cát***

Hiệu quả trồng cây trên mái cồn cát 1 năm khi trồng cây thì đánh giá khả năng phát triển của đai cây sau trồng để lựa chọn được loài cây thích nghi trên mái cồn cát. Các chỉ tiêu sinh trưởng của cây được đo đếm ở các công thức thí nghiệm rồi tổng hợp tính số liệu trung bình gồm: Tỷ lệ sống, đường kính tán (Dt), chiều cao vút ngọn (Hvn) và đường kính gốc cây (Dg).



**Hình 5. 66. Đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng của cây 1 năm sau khi trồng  
xã Cát Tiên – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

**Bảng 5. 17. Đặc trưng của các đai rừng nghiên cứu khả năng phòng hộ**

Loài cây	Khoảng cách giữa các đai cây	Tỷ lệ sống (%)	Các chỉ tiêu sinh trưởng		
			Hvn (m)	Dt (cm)	Dg (cm)
Tra	5	95,4	0,92	18,5	2,44
	7,5	94,6	0,91	16,8	2,62
	10	94,5	0,90	17,3	2,57
Phi lao	5	81,3	1,43	43,5	2,45
	7,5	82,7	1,57	48,6	2,77
	10	83,2	1,53	49,7	2,38

Kết quả bảng 5.17 cho thấy ở đai cây trồng phi lao đạt tỷ lệ sống tương đối thấp dao động từ 81 - 83%; các chỉ tiêu về chiều cao cây, đường kính tán, đường kính gốc tương đương nhau ở các công thức thí nghiệm. Cây sinh trưởng chậm, một số cây bị khô ngọn do trồng ở đỉnh cồn cát có lượng hơi nước bốc hơi từ nước biển bám vào thân cây ảnh hưởng đến khả năng sinh

trường của cây ở giai đoạn mới trồng.

Đối với đai cây tra tỏ ra khá phù hợp khi trồng ở vị trí đỉnh cồn cát, cây đạt tỷ lệ sống khá cao dao động từ 94- 95%, tình hình sinh trưởng của cây ở các công thức thí nghiệm không có sự khác biệt nhiều. Về chiều cao vút ngọn của cây thay đổi nhanh, sau 1 năm trồng đã tăng hơn 30cm đường kính tán tăng khoảng 20cm.

#### **5.4.4. Giải pháp cải tạo thổ nhưỡng và giữ ẩm để trồng cây**

Sau khi tổng quan các giải pháp cải tạo thổ nhưỡng trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Đề tài tiến hành bố trí thí nghiệm cải tạo thổ nhưỡng và giữ ẩm cho đất trên đối tượng cây phi lao với các công thức sau:

+ CT1: Công thức đối chứng, hố trồng cây không cải tạo, sau khi trồng cây lấp hố bằng đất cũ cách miệng hố 5cm.

+ CT2: Cải tạo thổ nhưỡng bằng phân chuồng với khối lượng 30% thể tích hố.

+ CT3: Cải tạo thổ nhưỡng bằng cột sét có  $\phi=6-7$ cm, chiều sâu hố cột bột sét 1,5m, lấp hố như công thức 1.

+ CT4: Cải tạo thổ nhưỡng với 0,5kg bánh mùn và 0,2kg chất giữ nước, cách trồng như công thức 1.

Thí nghiệm được bố trí trên cồn cát với loài cây mang trồng là cây phi lao 1 năm tuổi theo khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh, mỗi công thức 30 cây, nhắc lại 3 lần theo khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh (RCB) kích thước hố trồng cây là 30x30x30cm.

- Mật độ trồng: 10.000 cây/ha

- Khoảng cách cây: 1m x 1m

- Thời gian bố trí thí nghiệm và theo dõi từ tháng 10/2014 đến tháng 10/2015.





**Hình 5. 67. Cải tạo hố đào bằng phân chuồng xã**

**Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*



**Hình 5. 68. Cải tạo hố đào bằng hố sét xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*



**Hình 5. 69. Cải tạo hố đào bằng bánh mùn kết hợp hạt giữ nước  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

**Bảng 5. 18. Tình hình sinh trưởng của cây thí nghiệm sau 1 năm theo dõi**

TT	Biện pháp cải tạo	Chiều cao (m)	Đường kính gốc (cm)	Tỷ lệ sống (%)	Tình hình sinh trưởng
1	Không cải tạo	1,1	1,35	62,6	Kém
2	Cải tạo bằng phân chuồng	1,21	1,94	88,4	Tốt
3	Cải tạo hố bằng cột sét	1,12	1,57	81,5	Trung bình
4	Cải tạo hố bằng bánh mùn và hạt giữ nước	1,28	1,88	94,2	Tốt

Sau khi trồng cây 1 năm, chiều cao cây trung bình ở các công thức thí nghiệm theo thứ tự là CT4 (1,28m), CT2 (1,21m), CT3 (1,12m) và CT1 (1,1m). Tỷ lệ sống của cây ở các công thức thí nghiệm có sự sai khác khá rõ rệt, tỷ lệ sống cây ở công thức 4 là cao nhất (94,2%) sau đó đến các công thức CT2 (88,4), CT3 (81,5%) và CT1 (62,6%); tình hình sinh trưởng của cây ở CT2 và CT4 cây phát triển tốt, các chồi mới nảy phát triển mạnh, sinh trưởng



cây ở CT3 phát triển trung bình và cây ở CT1 phát triển rất kém, một số cây bị khô ngọn, tỉ lệ nảy chồi trên thân rất ít.



Cây thí nghiệm CT1



Cây thí nghiệm CT2



Cây thí nghiệm CT3



Cây thí nghiệm CT4

**Hình 5. 70. Theo dõi sinh trưởng của cây thí nghiệm sau 1 năm sau khi trồng  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

**\* Tác dụng của các chất cải tạo đất trong việc giữ ẩm cho đất cát trong điều kiện khô hạn**

Thí nghiệm nghiên cứu giải pháp cải tạo thổ nhưỡng và giữ ẩm để trồng cây bằng bánh mỳ kết hợp hạt giữ nước vào khoảng thời gian từ tháng 10/2014 đến tháng 10/2015 để đánh giá hiệu quả của chất sửa dụng cải thiện thành phần dinh dưỡng và giữ nước cho cây được đánh giá bằng việc đo độ ẩm cách gốc cây



10cm, sâu 20cm. Rồi lấy số liệu trung bình để đánh giá và nhận xét, kết quả đo độ ẩm ở các công thức thí nghiệm được thể hiện ở bảng dưới.

**Bảng 5. 19. Ảnh hưởng của các chất cải tạo đất trong việc giữ ẩm cho đất cát trong giai đoạn khô hạn**

TT	Thành phần được bổ sung cải tạo đất	Âm độ mặt đất (%)		
		Đất được cải tạo thành phần	Nơi trồng	Hiệu năng
1	Đối chứng	62,5	60,2	3,6
2	Phân chuồng	72,4		16,85
3	Cột sét	68,3		6,38
4	Bánh mỳ kết hợp hạt giữ nước	78,7		23,51
	<b>LSD (0,05)</b>	2,5	3,6	0,9
	<b>CV(%)</b>	18,3	12,6	6,5

Kết quả ở bảng 5.19 cho thấy, ẩm độ lớp đất trung bình theo dõi ở công thức có bổ sung bánh mỳ kết hợp với hạt giữ nước là cao nhất (78,7%), tiếp theo là ẩm độ của công thức bổ sung thành phần đất bằng phân chuồng (72,4%), ở công thức cải tạo thổ nhưỡng và độ ẩm đất bằng cột sét có độ ẩm trung bình (68,3%) không có sự khác biệt nhiều so với độ ẩm đo được ở công thức đối chứng (62,5%).

Xử lý số liệu thống kê cho thấy độ ẩm đất được bổ sung bánh mỳ kết hợp với hạt giữ nước (78,7%) với hiệu năng so với nơi trồng (23,51%) là cao hơn có ý nghĩa so với ẩm độ đất cải tạo thổ nhưỡng bằng phân chuồng, cột sét và công thức đối chứng với hiệu năng so với nơi trồng tương ứng là 16,85%, 6,38% và 3,6%.



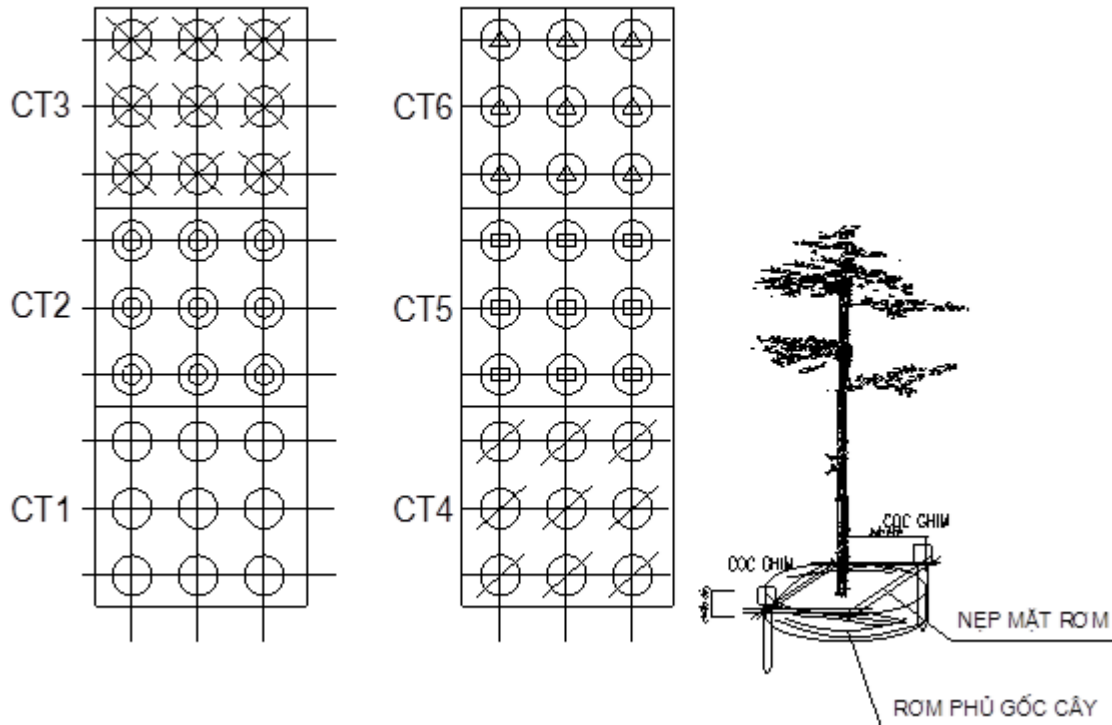
**Hình 5. 71. Theo dõi độ ẩm đất bằng máy đo độ ẩm cầm tay**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

#### **5.4.5. Giải pháp giảm nhiệt bề mặt cồn cát trong giai đoạn khô nóng**

Thí nghiệm trồng cây trên cồn cát:

- Loài cây trồng: Cây phi lao (cây dương)
- Khoảng cách: trồng cây mật độ 10000 cây/ha. Cây cách cây 1m, hàng cách hàng 1m.
- Công thức trồng: Trồng 5 công thức tủ rơm rạ ở gốc cây với chiều dài và bán kính xung quanh gốc khác nhau, 1 ô không tủ gốc dùng để đối chứng.

KT HỔ: 30X30 CM, MẬT ĐỘ CÂY CÁCH CÂY 1M, MỖI Ô TRỒNG 30 CÂY



**Hình 5. 72. Sơ đồ trồng cây thí nghiệm phủ mặt giảm nhiệt bằng rơm rạ**

**Bảng 5. 20. Nội dung các công thức thí nghiệm**

STT	Thí nghiệm
CT1	ĐỐI CHỨNG: Trồng cây không phủ gốc giảm nhiệt bề mặt
CT2	Trồng cây, phủ gốc bằng rơm rạ quanh gốc cây đường kính 9-11cm, độ dày 8-10cm.
CT3	Trồng cây, phủ gốc bằng rơm rạ quanh gốc cây đường kính 18-22cm, độ dày 2-3cm.
CT4	Trồng cây, phủ gốc bằng rơm rạ quanh gốc cây đường kính 14-16cm, độ dày 4-6cm.
CT5	Trồng cây, phủ gốc bằng rơm rạ quanh gốc cây đường kính 18-22cm, độ dày 4-6cm.
CT6	Trồng cây, phủ gốc bằng rơm rạ quanh gốc cây đường kính 28-32cm, độ dày 4-6cm.

- Địa điểm trồng: Xã Cát Tiến – huyện Phù Cát – tỉnh Bình Định
- Cách thức so sánh: Đo nhiệt độ bề mặt tại gốc cây, cách gốc cây 10cm. Đo độ ẩm tại vị trí cách gốc cây 10cm, dưới bề mặt đất 5cm.



**Hình 5. 73. Các công thức tủ gốc rơm rạ giảm nhiệt bề mặt với kích thước khác nhau trên cây phi lao xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)



**5.4.5.1. Ảnh hưởng của rừng cây trồng đến khả năng giảm nhiệt bề mặt trong giai đoạn khô nóng**



**Hình 5. 74. Thiết bị đo nhiệt độ và độ ẩm**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

**Bảng 5. 21. Kết quả đo nhiệt độ, độ ẩm tại ô trồng cây phi lao không tủ gốc**

TT	Thời gian đo	Nhiệt độ bề mặt đất (°C)			Độ ẩm bề mặt đất (%)		
		Trong tán cây	Nơi trống	Hiệu năng	Trong tán cây	Nơi trống	Hiệu năng
1	7h	29	29	0,0	9	9	0
2	13h	39	39	0,0	8,5	8	5,6
3	17h	31,5	31,5	0,0	9	9	0

Kết quả ở bảng 6.10 cho thấy, nhiệt độ mặt cát trong khu vực trồng cây và nhiệt độ các nơi trống là như nhau (hiệu năng bằng 0%). Kết quả đo độ ẩm

trong khu vực trồng cây và độ ẩm tại nơi trồng cho thấy: khu vực cây trồng có độ giữ ẩm tốt hơn so với khu đất trồng vào thời điểm buổi trưa nắng đang ở cường độ cao nhất nhưng không đáng kể. Tuy nhiên độ ẩm tại khu vực trồng cây cũng là khá nhỏ so với mức độ ẩm mà cây cần thiết, đặc biệt đối với cây con mới trồng và trồng trên loại đất cát rất nghèo dinh dưỡng này.

Sự chênh lệch nhiệt độ ở 2 vị trí trên là bằng không. Lý do là rừng mới trồng (trồng vào đầu tháng 8/2015 và thời gian lấy số liệu về nhiệt độ vào ngày 10/09/2015 - 15/09/2015). Vì vậy, các loài cây trồng chưa đủ thời gian sinh trưởng về bộ tán, khả năng che phủ mặt cát của chúng là rất nhỏ. Vì vậy, tác dụng làm giảm nhiệt của các loài cây trồng là chưa phát huy tác dụng.

**Bảng 5. 22. Kết quả đo nhiệt độ bề mặt đất các thí nghiệm (°C)**

STT	Thời gian đo	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6
1	7h	29	29	28,5	29,2	28,8	28,5
2	13h	39	38,5	38,5	38	38	38
3	17h	30	30,5	30,5	30,5	30,3	30,5

Kết quả nhiệt độ được đo vào ngày 10/9/2015 cho thấy các biện pháp phủ mặt giảm nhiệt bề mặt có phát huy tác dụng. Cụ thể các công thức thí nghiệm đã giảm nhiệt độ bề mặt được từ 0,5°C đến 1°C. Vào buổi sáng, khi trời bắt đầu nắng lên thì nhiệt độ bề mặt được phủ rơm nóng lên chậm hơn tại công thức không phủ. Hiệu quả được thấy rõ hơn khi tiến hành đo vào buổi trưa, thời điểm bức xạ mặt trời cung cấp năng lượng đốt nóng bề mặt đất lớn nhất. Buổi chiều, thời điểm mặt trời bắt đầu lặn, có nhiều gió nhiệt độ bề mặt những khu không phủ rơm rạ thì lại có độ giảm nhiệt nhanh hơn. Vấn đề này là hoàn toàn hợp lý bởi Cát là loại vật liệu có nhiệt dung nhỏ nên khả năng nguội đi cũng nhanh hơn các loại vật liệu khác.

Mục đích các thí nghiệm là khả năng giảm nhiệt bề mặt, giữ ẩm cho cây trong giai đoạn khô nóng. Từ kết quả thí nghiệm cho thấy công thức

4(CT4), CT5, CT6 đạt hiệu quả giảm nhiệt bề mặt tốt hơn trong phạm vi bán kính 10cm quanh gốc cây. Kết quả thí nghiệm bị ảnh hưởng rất nhiều bởi nhiệt độ không khí khi đo nên chưa phản ánh chính xác hoàn toàn. Trên thực tế, khi mới nhắc lớp rơm phủ mặt ta thấy bề mặt đất có nhiệt độ thấp hơn hẳn so với bên ngoài khu đất trống.

**Bảng 5. 23. Kết quả đo độ ẩm đất gốc cây tại các công thức thí nghiệm**

*Đơn vị: %*

STT	Độ ẩm trong lớp phủ rơm	Độ ẩm nơi trống	Hiệu năng
1	8,9	8,0	0,9
2	32,5	8,0	24,5
3	15,1	8,0	7,1
4	26,8	8,0	18,8
5	43,5	8,0	35,5
6	42,2	8,0	34,2

Kết quả độ ẩm được đo cách gốc cây 10cm, dưới bề mặt 5cm. Qua xử lý số liệu đo được bằng phương pháp thống kê cho thấy độ ẩm trung bình của đất được phủ mặt được giữ lại tốt hơn so với vùng đất trống. Tại các công thức phủ rơm hiệu năng giữ ẩm cũng khác nhau. Hiệu quả của việc phủ lớp rơm dày hay mỏng ta thấy rõ khi so sánh CT2 và CT3. Sơ bộ ta thấy lớp rơm phủ mặt dày hơn có tác dụng giữ ẩm tốt hơn. (24,5% so với 7,1%). Kết quả thí nghiệm của CT4, CT5, CT6 (cùng độ dày như nhau, bán kính lớp phủ tăng) cho thấy lớp phủ rộng hơn cho khả năng giữ ẩm tốt hơn. Trong phạm vi cần thiết cho cây mới trồng ở các thí nghiệm (bán kính 10cm quanh gốc cây) thì lớp phủ quanh gốc cây >10cm có tác dụng gần như tương đồng nhau (35,5% và 34,2%).

#### 5.4.5.2. Hiệu quả của biện pháp giảm nhiệt bề mặt

Giải pháp giảm nhiệt bề mặt còn cát trong giai đoạn khô nóng (hạn chế thất thoát hơi nước, làm mát gốc cây) đã cho những kết quả khả quan hơn về tỷ lệ sống và tốc độ sinh trưởng phát triển của cây trồng. Kết quả thí nghiệm được thống kê ở những bảng sau:

**Bảng 5. 24. Thống kê tỷ lệ sống của cây ở các công thức thí nghiệm**

STT	Thí nghiệm	Số cây ban đầu	Số cây sống	Tỷ lệ sống (%)
1	CT1	30	25	83,3
2	CT2	30	29	96,7
3	CT3	30	28	93,3
4	CT4	30	29	96,7
5	CT5	30	30	100
6	CT6	30	30	100

**Bảng 5. 25. Tổng hợp tình hình sinh trưởng, phát triển của cây thí nghiệm**

*Đơn vị: cm*

Thí nghiệm	Tháng 8/2015			Tháng 11/2015			Kích thước phát triển		
	Đường kính gốc	Hvn	Bề rộng tán	Đường kính gốc	Hvn	Bề rộng tán	Đường kính gốc	Hvn	Bề rộng tán
CT1	0,54	108,2	25,2	0,64	110	30	0,10	1,80	4,80
CT2	0,56	112,4	24	0,74	121,6	32,4	0,18	9,20	8,40
CT3	0,56	101,8	20,8	0,76	112,6	26,8	0,20	10,80	6,00
CT4	0,6	89,8	23,2	0,76	93,2	28	0,16	3,40	4,80
CT5	0,44	82,6	18,4	0,62	91	30,8	0,18	8,40	12,40
CT6	0,46	82,6	26,4	0,64	92,8	31,8	0,18	10,20	5,40



Theo dõi tỷ lệ sống và tình hình sinh trưởng phát triển của cây đã thấy rõ sự khác biệt giữa các ô thí nghiệm có vật liệu giảm nhiệt bề mặt và các cây trồng đơn thuần không tác động gì. Tỷ lệ sống của cây được phủ rơm (93,3% trở lên) cao hơn so với cây để trống (83,3%). Sau 3 tháng đầu tính từ khi trồng, cây trồng đơn thuần không tác động có mức độ phát triển về đường kính gốc, chiều cao, bề rộng tán lần lượt là 0,1cm, 1,8cm, 4,8cm. Trong khi đó các cây trồng ở ô thí nghiệm có phủ rơm giảm nhiệt phát triển >0,16cm, >3,4cm, >4,8cm ứng với các kích thước đường kính gốc, chiều cao cây, và bề rộng tán.

Qua ứng dụng biện pháp giảm nhiệt bề mặt bằng cách phủ rơm rạ quanh gốc cây ở vùng ven biển thấy tỷ lệ sống cũng như tình hình sinh trưởng của cây đạt kết quả tốt hơn so với việc trồng truyền thống không được phủ gốc làm mát cho cây. Điều này khẳng định hướng đi đúng và khả năng áp dụng các biện pháp giảm nhiệt bề mặt trong giai đoạn khô nóng cho các cây trồng trên vùng đất cát ven biển. Qua kết quả thí nghiệm cũng khuyến cáo kích thước bện rơm phủ gốc nên đạt được đường kính quanh gốc cây  $\geq 20$ cm, chiều dày  $\geq 5$ cm.

- Đánh giá phương pháp giảm nhiệt bề mặt bằng rơm rạ: kỹ thuật thực hiện, vật liệu, hiệu quả.

- Bảng thống kê về đo nhiệt độ mặt đất.

- Bảng thống kê đo độ ẩm gốc.

## **5.4.6. NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP CUNG CẤP NƯỚC**

### **5.4.6.1. Nhu cầu dùng nước của cây trồng**

Các loại cây trồng chống cát bay, cát nhảy, bảo vệ đê biển thì giải pháp cấp nước chủ yếu là từ các công trình thu trữ. Các công trình thu trữ đã đem lại hiệu quả rất cao. Ngoài ra thì việc sử dụng các giếng khoan để khai thác nước ngầm cũng đang được người dân áp dụng khá phổ biến.

Mô hình canh tác kết hợp cơ cấu cây trồng lâm nghiệp có thể phát huy hiệu quả tích cực. Nhờ bố trí các vành đai cây phù hợp, cây cối phát triển quanh năm, hạn chế tối đa hiện tượng cát bay, ngăn chặn quá trình sa mạc hoá. Sự bố trí cơ cấu cây trồng mô hình như sau:

Ngoài cùng trồng cây phi lao, làm hàng rào, vừa chống cát xâm nhập phi lao là một loài cây bản địa nên khả năng chống chịu hạn rất lớn. Phi lao và dầu lai chỉ cần tưới nước trong 3-4 tháng đầu sau khi trồng. Khi cây đã phát triển, bộ rễ ăn sâu xuống tầng cát ẩm thì không cần phải tưới. Mục đích là để chắn gió, chắn cát.

Theo TS. Lê Anh Tuấn: Nhu cầu tưới của cây trồng nào đó chính là hiệu giữa nhu cầu nước cho cây trồng và lượng mưa hữu hiệu.

***(Nhu cầu tưới của cây trồng) = (Nhu cầu nước cho cây trồng) – (Lượng mưa hữu hiệu)***

Trong đó:

+ Nhu cầu tưới của cây trồng: Là lượng nước tưới cần cung cấp cho cây.

+ Nhu cầu nước cho cây trồng: Lượng nước mà cây trồng cần đủ để sinh trưởng và phát triển một cách tốt nhất.

+ Lượng mưa hữu hiệu: Là lượng mưa mà cây trồng sử dụng được từ tổng lượng nước mưa rơi xuống đất. Hay chính bằng hiệu của “lượng nước mưa” trừ đi “lượng nước thấm sâu” và “lượng nước chảy tràn”.

Dựa vào nhu cầu nước của cây theo tháng và lượng mưa xác định sự chênh lệch giữa nhu cầu nước cây trồng và lượng mưa hữu hiệu tìm ra nhu cầu tưới của cây trồng. Lập bảng tính toán để có kết quả, đồng thời có kết quả của tháng có mức tưới cao nhất, làm cơ sở thiết kế công trình trữ nước tưới cho thời gian khô hạn.

Vùng Duyên hải Nam trung bộ có mùa khô thường kéo dài 8 tháng, từ tháng 1 đến tháng 8, lượng mưa chỉ chiếm khoảng 20-25% lượng mưa năm; mùa mưa kéo dài 4 tháng, từ tháng 9 đến tháng 12, lượng mưa chiếm khoảng

75-80% lượng mưa năm. Vào mùa khô, nắng nóng kéo dài, lượng bốc hơi cao. Theo kết quả nghiên cứu của TS. Đào Thế Tuấn đã chỉ ra chỉ số khô hạn tính theo Ivanop của vùng Nam Trung Bộ vào mùa khô là lớn hơn 1. Từ tháng 1 đến tháng 5, chỉ số khô hạn còn lớn hơn 2 nếu cây trồng không được cung cấp đủ nước trong thời gian này thì năng suất giảm nghiêm trọng (đối với các loại cây nông nghiệp), thậm chí cây có thể bị héo và chết.

#### **5.4.6.2. Nghiên cứu thu trữ nước mặt**

Việc xác định mô hình thu trữ nước dựa trên các nguyên tắc sau:

- Tùy thuộc vào điều kiện nguồn nước mà áp dụng biện pháp thu trữ nước mặt hay nước ngầm tại nơi cần thu trữ nước.
- Lập phương án quy hoạch sử dụng nước (sinh hoạt, chăn nuôi và sản xuất) đảm bảo phù hợp với tập quán canh tác, mang lại lợi ích trước mắt và lâu dài của người dân.
- Tính toán cân bằng nước, dựa trên các phương án thiết kế công trình thu nước, giữa lượng nước trữ được với lượng nước sử dụng và lượng thất thoát.
- Chọn vật liệu phù hợp với từng khu vực đảm bảo chi phí xây dựng nhỏ nhất và phù hợp với điều kiện kinh tế của cộng đồng.

Đối với hệ thống thu nước mưa, việc tính toán tập trung vào xác định: diện tích lưu vực hứng nước (A), dung tích trữ nước (V).

*Xác định V:* Dung tích của công trình trữ nước phụ thuộc vào nhu cầu tưới bổ sung cho cây trồng. Việc tính toán dung tích trữ nước rất quan trọng vì nó sẽ quyết định tất cả các thông số còn lại của hệ thống thu trữ. Nếu việc tính toán dung tích không chính xác sẽ dẫn đến lãng phí hoặc thiếu nước tưới cho cây trồng. Để tính toán được dung tích thu trữ cần xem xét đến rất nhiều yếu tố như: nhu cầu nước tưới cho một đơn vị diện tích cây trồng, các nguồn nước bổ sung, thời vụ và các giai đoạn sinh trưởng của cây trồng. Công thức tính toán tổng lượng nước thu trữ như sau:

$$V = (W_0 \cdot S - W_a) + W_t \text{ (m}^3\text{)}$$

**Trong đó:**

+  $W_0$  ( $m^3/ha$ ): là nhu cầu tưới của cây trồng;

+  $S$  (ha): là tổng diện tích khu cần tưới;

+  $W_a$  ( $m^3$ ) là tổng lượng nước có thể khai thác từ các nguồn bổ sung như ao hồ, sông suối hay nước ngầm. Cần tận dụng khai thác các nguồn nước này vì thường có chi phí thấp hơn việc xây dựng công trình thu trữ.

+  $W_t$  ( $m^3$ ) tổng lượng nước tổn thất do rò rỉ, ngấm và bốc hơi từ bề chứa trong thời gian tưới (thông thường là các tháng mùa khô), phụ thuộc vào hình thức công trình trữ nước và biện pháp quản lý nước (che đậy).

*Xác định A:* Diện tích lưu vực hứng nước tối thiểu  $A$  được xác định sao cho hệ thống đảm bảo thu gom được lượng nước  $V$  trong suốt thời đoạn tính toán.  $A$  xác định theo công thức sau:

$$A = V/(C \times R)$$

**Trong đó:**

$V$ : tổng lượng nước cần trữ ( $m^3$ );

$R$ : lượng mưa năm thiết kế (m);

$A$ : diện tích lưu vực hứng nước tối thiểu ( $m^2$ );

$C$ : hệ số thu gom nước.

Trong công thức trên, đại lượng khó xác định nhất là hệ số thu gom nước  $C$ . Hệ số này phụ thuộc vào đặc điểm dòng chảy trên lưu vực hứng nước và biện pháp kỹ thuật thu nước:

$$C = a \times K$$

**Trong đó:**

$a$ : hiệu suất gom nước, phụ thuộc vào hình thức thu gom nước;

$K$ : hệ số dòng chảy phụ thuộc vào đặc điểm dòng chảy.

Dòng chảy trên lưu vực hứng nước phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như đặc điểm mưa, loại đất, thảm phủ thực vật, độ dốc và chiều rộng lưu vực.

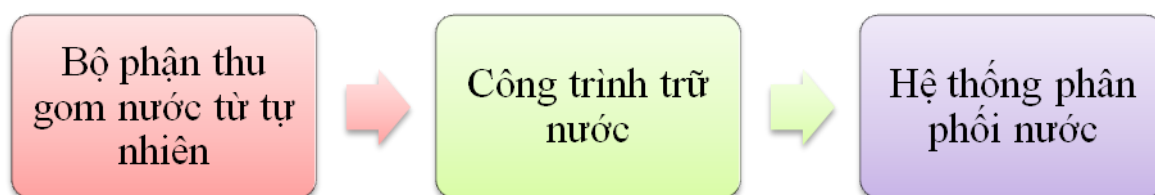
Theo kết quả của nhiều công trình nghiên cứu và thí nghiệm trên thế giới thì hệ số dòng chảy có thể được chọn như sau:

Đối với khu vực đất cát có độ dốc dưới  $7^\circ$ :  $K=0-0,05$

Đối với khu vực đất thịt có độ dốc dưới  $7^\circ$ :  $K=0,1-0,2$

Đối với khu vực đất thịt có độ dốc trên  $7^\circ$ :  $K=0,3-0,4$

- Hệ thống thu trữ nước bao gồm các thành phần như sơ đồ sau:



### Hình 5. 75. Sơ đồ nguyên lý tổng quát của công nghệ thu nước

*Bộ phận thu gom nước từ tự nhiên:* có nhiệm vụ thu nước mưa, nước chảy tràn hoặc nước ngầm để dẫn vào công trình trữ nước.

*Hệ thống trữ nước:* bao gồm các bể chứa nước trên sườn đồi, có nhiệm vụ trữ nước để cung cấp nước tưới vào mùa khô.

*Hệ thống phân phối nước:* có nhiệm vụ dẫn nước từ các bể tới các khu tưới để phân phối nước cho cây trồng.

Đối với hệ thống thu gom nước ngầm, ngoài việc tính toán dung tích trữ nước  $V$  cần căn cứ vào đặc điểm tầng chứa nước ngầm và hình thức thu gom nước (giếng, đường ống, đập chìm) mà có những tính toán để tìm ra các thông số thiết kế phù hợp.

#### 5.4.6.3. Nghiên cứu kết cấu bể chứa (công trình trữ nước)

Mục tiêu của việc thu trữ nước là cung cấp đủ lượng nước cho việc trồng cây khôi phục và phát triển rừng phòng hộ trên các cồn cát chống nạn cát bay, cát nhảy, chống xói mòn. Làm tiền đề phát huy vai trò bảo vệ của các cồn cát ven biển.

*Đặc tính của vùng đất ven biển Nam Trung Bộ:*

- Đất đai: đất cát là chủ yếu, dốc, thoát nước nhanh, dễ bị xói mòn, rửa trôi, nghèo dinh dưỡng, mùa khô thiếu nước trầm trọng, nạn cát bay, cát nhảy diễn ra trên diện rộng.

- Sông suối ít, cạn nhanh trong mùa khô, nước ngầm có vùng ở rất sâu, có vùng bị nhiễm mặn (sát biển). Không có nguồn sinh thủy do rừng bị phá hầu hết.

- Mùa khô, nắng nóng kéo dài, nhiệt độ bề mặt rất cao, đất không giữ được ẩm, nên nhu cầu nước rất cao.



**Hình 5. 76. Cây trồng trên cồn cát thiếu nước trầm trọng vào mùa khô xã**

**Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

*Lượng nước tưới cần trừ dùng cho mùa khô:*

Theo như kết quả của các nghiên cứu về cây Phi lao cho thấy. Cây Phi lao con đang trong quá trình ươm cần cung cấp cho cây tối thiểu là 3-5l mỗi ngày, vườn ươm phải có mái che làm mát cho cây. Theo tiêu chuẩn TCXDVN 33-2006 Cấp nước – Mạng lưới đường ống và công trình – Tiêu chuẩn thiết

ké: nước dùng cho tưới cây xanh là  $1,5\text{l}/\text{m}^2/\text{ngày}$ . Tuy nhiên, chưa có kết quả nào công bố chính xác lượng nước cho cây Phi lao trồng ở khu vực cồn cát khô nóng ven biển này. Do đó chúng tôi đã tiến hành thí nghiệm với 3 mức tưới khác nhau và tiến hành xác định độ ẩm sau 1 ngày tưới (thí nghiệm được lặp lại 30 lần). Kết quả cho thấy lượng nước tưới từ 5 lít/ngày/cây trở lên thì độ ẩm tại gốc cây vào ngày tiếp theo đo được có giá trị xấp xỉ nhau và đạt độ ẩm  $>40\%$ . Độ ẩm này đạt tiêu chuẩn để cây Phi laosinh trưởng và phát triển tốt. Kiến nghị, lượng nước tưới 1 ngày cho cây Phi lao mới trồng là:  $A = 5$  lít/ngày/cây. Tưới sau 2 ngày nếu không xuất hiện mưa và thực hiện tưới cứ sau 2 ngày tưới 1 lần trong trường hợp không thấy xuất hiện mưa tại khu vực.

Vùng Nam Trung Bộ có lượng mưa trung bình hàng năm 1.500-2.000 mm, số ngày có mưa trung bình là 120 – 140, riêng Ninh Thuận là 67 ngày và Bình Thuận là 108 ngày (Theo số liệu của Đài khí tượng - Thủy văn Trung Trung Bộ). Số ngày không mưa kéo dài nhất ghi nhận được ở Phú Yên là 51 ngày, ở Ninh Thuận là 71 ngày và Bình Thuận 113 ngày. Tại Phù Cát – Bình Định, địa điểm thí nghiệm thì số ngày không mưa kéo dài trong mùa ít mưa là từ 4 đến 11 ngày (nguồn: Thiên nhiên dân cư hành chính Bình Định, Địa chí Bình Định). Như vậy, trung bình mỗi đợt không mưa kéo dài nhất phải tưới:  $B = 5$  lần. Khu vực thí nghiệm trồng gần 0,05ha Phi lao, với mật độ 3333 cây/ha (hàng cách hàng 1,5m; cây cách cây 2m):  $S = 80$  cây. Theo đó lượng nước cần dự trữ tối thiểu:  $S.A.B = 80.5.5 = 2000$  (lít) =  $2 \text{ m}^3$  nước.

*Đề xuất mô hình thu trữ nước mặt (nước mưa):*

Thí nghiệm được bố trí như sau:

- Hệ thống thu gom nước: Do đặc điểm đất vùng duyên hải Nam Trung Bộ chủ yếu là đất cát có tính thấm mạnh, lượng mưa lại nhỏ nên lượng dòng chảy mặt rất nhỏ, cần phải có biện pháp gia cố bề mặt hứng nước để tăng lượng nước thu trữ. Hai hình thức gia cố thích hợp cho khu vực này là sân xi măng đất và sân phủ bạt HDPE. Tuy nhiên, trong phạm vi thí nghiệm, chúng



tôi thử nghiệm sân phủ thu nước bằng bạt HDPE. Lợi dụng sườn dốc của các cồn cát có sẵn, tiến hành trải bạt HDPE để thu nước mưa dồn vào bể trữ. Diện tích thu nước là 30 m<sup>2</sup>.



**Hình 5. 77. Thí nghiệm thu trữ nước bằng bạt HDPE xã Cát Tiến –  
Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

- Hệ thống trữ nước: bao gồm các bể trữ nước trên sườn dốc, dung tích của bể được tính toán đảm bảo đủ cung cấp bổ sung nước cho cây trồng (0,05ha cây thí nghiệm) trong mùa khô; bể được che đậy để tránh bốc hơi gây tổn thất nước. Vị trí các bể được bố trí phù hợp với bố trí mặt bằng tổng thể của hệ thống thu gom nước, tiện lợi nhất cho việc tưới và không gây cản trở cho các hoạt động canh tác. Một số loại bể chứa như gạch xây, xi măng đất,



bê tông vỏ mỏng và HDPE đã được tính toán, trong đó bể bằng HDPE và bể xi măng đất có những ưu điểm nổi trội như giá thành rẻ, dễ xây dựng, dễ bảo quản. Trong khuôn khổ thí nghiệm chúng tôi đề xuất làm bể bằng HDPE do bể có những ưu điểm như trên, vật liệu nhẹ, dễ thi công và thi công nhanh. Kích thước bể: 2x1x1m.

Khi xây dựng bể, trong quá trình tạo khuôn hình cho bể rất dễ bị sạt lở thành vách các bên do cát khô là loại vật liệu rời rạc, khó tạo thành vách thẳng đứng. Để khắc phục điều này tiến hành dùng các bao tải xếp xung quanh. Tải trọng bản thân của các bao tải cát sẽ cân bằng lực tác dụng từ các bên xung quanh (hình 6). Khi bể chứa nước, các lực đẩy ngang của nước sẽ giúp cho các bao tải cát cân bằng tải trọng ngang của lớp đất xung quanh bể.

- Hệ thống phân phối nước: Sử dụng bơm và các ống nhựa PVC. Ống được chôn xuống đất để tránh lão hoá. Việc phân phối nước được thực hiện sử dụng các loại bơm nhỏ.

**Bảng 5. 26. Chi phí thực tế xây dựng hệ thống thu trữ nước thí nghiệm bằng bể chứa**

<i>Vật liệu</i>	<i>Đơn vị</i>	<i>Số lượng</i>	<i>Đơn giá</i>	<i>Thành tiền</i>
Bạt nhựa HDPE	m <sup>2</sup>	66	45.000	2.970.000
Cọc tre làm nắp bể và khung bể	cọc	18	25.000	450.000
Nhân công làm bể	công	10	200.000	2.000.000
<b>Tổng</b>				<b>5.420.000</b>

Qua thực tế bố trí thí nghiệm với khối lượng nhân công và vật liệu như trên, tổng chi phí là 5.420.000đ. Vậy đối với nhu cầu dùng nước của 1ha cây trồng thì cần có lượng nước dự trữ lớn (tối thiểu khoảng 40m<sup>3</sup>) thì tổng chi phí cần để khi áp dụng giải pháp này:

$$T = 5420000 \times 1/0,05 = 108\ 400\ 000 \text{ (đ/ha)}$$

*Đánh giá thí nghiệm thu trữ nước bằng bể chứa làm bằng bạt HDPE:*

Trước đây, tại các khu đồi cát xây dựng mô hình chỉ có một phần diện tích cây bụi sống được vào mùa mưa với độ phát triển, sinh trưởng rất thấp; còn trong mùa khô nơi đây là bãi cát trắng bị bỏ hoang, gần như không có cây cỏ mọc. Đất khô, thảm phủ thực vật bị héo rụi cùng với gió mạnh dẫn đến hiện tượng cát bay, cát nhảy thường xuyên diễn ra, gió mạnh đã bào mòn tầng đất màu mỏng manh phía trên, sự suy thoái đất và hoang mạc hoá dần vào phía trong ngày càng có xu hướng ra tăng.

Hiện nay tại khu vực mô hình, các cây Phi lao mới trồng và được cấp nước từ hệ thống thu trữ nước đã phát huy hiệu quả tích cực, có thể nói là đã làm thay đổi toàn bộ diện mạo của khu mô hình. Trong khu mô hình, nhờ có nước và bố trí các vành đai cây phù hợp. Do cây Phi lao có sức chống chịu cao nên mặc dù trong giai đoạn sau ít được tưới cây vẫn phát triển. Hiệu quả tưới nước phát huy rõ ràng nhất ở thời kỳ mới trồng, giúp nâng cao tỷ lệ cây sống so với những vùng không được tưới. Cây cối đã và đang có phát triển mạnh, trong thời gian tới có thể hạn chế tối đa hiện tượng cát bay, ngăn chặn quá trình sa mạc hoá.

Tuy nhiên, việc xây dựng bể chứa nước lớn sẽ rất tốn diện tích bề mặt. Trong khi việc xây dựng bể chứa bằng xi măng, gạch, các loại vật liệu khác cũng tốn kém về kinh tế. Mặt khác, làm bể sâu thì việc tính toán kỹ thuật để xây dựng sẽ khó khăn, phức tạp hơn. Do đó, giải pháp thu trữ và cung cấp nước bằng bể chứa là không khả thi do yêu cầu kết cấu phức tạp, tuổi thọ ngắn và chi phí cao.

#### **5.4.6.5. Nghiên cứu thu trữ nước ngầm**

Theo tài liệu của Lê Sâm và nnk (2005) trữ lượng nước động tự nhiên của vùng DHNTB:  $Q_{\text{đtn}} = 319 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $M_{\text{ng}} = 3,7 \text{ l/s/km}^2$ .

Trữ lượng nước động tự nhiên tính theo lưu vực sông:

- Ven biển Bình-Trị-Thiên:  $Q_{\text{đtn}} = 76,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $M_{\text{ng}} = 6 \text{ l/s/km}^2$ .

- Sông Thu Bồn:  $Q_{\text{đtn}} = 12,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $M_{\text{ng}} = 1,15 \text{ l/s/km}^2$ .

- Ven biển Q. Ngãi, BĐịnh:  $Q_{đtn} = 32,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $M_{ng} = 3,65 \text{ l/s/km}^2$ .

- Sông Ba:  $Q_{đtn} = 48,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $M_{ng} = 3,5 \text{ l/s/km}^2$ .

Trữ lượng nước tiềm năng (bao gồm trữ lượng nước động tự nhiên và trữ lượng nước tĩnh) một số vùng của DHMT được dự báo như sau:

- Huế:  $M_{db} = 0,26 \text{ m}^3/\text{km}^2$ .

- Bắc Sông Vê:  $M_{db} = 0,32 \text{ m}^3/\text{km}^2$ .

- Mộ Đức-Đức Phổ:  $M_{db} = 0,14 \text{ m}^3/\text{km}^2$ .

- Tam Quan:  $M_{db} = 0,01 \text{ m}^3/\text{km}^2$ .

- Trà Ô:  $M_{db} = 0,035 \text{ m}^3/\text{km}^2$ .

- Quy Nhơn:  $M_{db} = 0,21 \text{ m}^3/\text{km}^2$ .

Có thể lấy modul khai thác bằng 95% modul dự báo.

Đánh giá chất lượng nước ngầm:

Nồng độ khoáng hóa của nước ngầm DHMT Vị trí HCO<sub>3</sub>; HCO<sub>3</sub>-Cl; Cl-HCO<sub>3</sub>; Cl. -Bắc DHMT 0,5g/l 3-16g/l. -Nam DHMT 0.5g/l 3-5g/l. Kim loại nặng Cu, Pb, As, Hg đều nhỏ hơn quy định tiêu chuẩn nước ăn.

Thành phần vi sinh thấp hơn quy định, pH từ 6,5-8,5. Man gan, sắt một số nơi cao hơn quy định, cần chú ý xử lý khi sử dụng.

Khả năng khai thác nước ngầm phục vụ sinh hoạt và công nghiệp

- Quảng Nam Đà Nẵng: 36.000 m<sup>3</sup>/ngày; 30 m<sup>3</sup>/ng/km<sup>2</sup> 0,35 l/s/km<sup>2</sup>

- Quảng Ngãi: 550.000 m<sup>3</sup>/ngày; 12 m<sup>3</sup>/ng/km<sup>2</sup> 0.14 l/s/km<sup>2</sup>

- Bình Định: 640.000 m<sup>3</sup>/ngày; 18 m<sup>3</sup>/ng/km<sup>2</sup> 0.21 l/s/km<sup>2</sup>

- Phú Yên 550.000 m<sup>3</sup>/ngày; 91 m<sup>3</sup>/ng/km<sup>2</sup> 1,05 l/s/km<sup>2</sup>

- Khánh Hòa 550.000 m<sup>3</sup>/ngày; 86 m<sup>3</sup>/ng/km<sup>2</sup> 0,99 l/s/km<sup>2</sup>

- Ninh Thuận 300.000 m<sup>3</sup>/ngày; 86 m<sup>3</sup>/ng/km<sup>2</sup> 0,99 l/s/km<sup>2</sup>

- Bình Thuận 460.000 m<sup>3</sup>/ngày; 86 m<sup>3</sup>/ng/km<sup>2</sup> 0.99 l/s/km<sup>2</sup>

Có thể thấy, trữ lượng nước ngầm tại khu vực ven biển Miền Trung là tương đối lớn, đặc biệt là tỉnh Bình Định do đó để đáp ứng nhu cầu cấp nước

cho cây trồng bằng việc khai thác, sử dụng nước ngầm sẽ dễ dàng thực hiện hơn.

Khu vực xây dựng mô hình là xã Cát Tiến, huyện Phù Cát, tỉnh Bình Định. Theo khảo sát sơ bộ và tìm hiểu thực tế từ dân cư trong vùng thì mực nước ngầm khá cao, cách mặt đất khoảng trên dưới 10m, có nơi chỉ có độ sâu khoảng 6m. Do đó, nhóm nghiên cứu đã tiến hành thử nghiệm khoan giếng ở phía chân Giồng cát nhằm đưa nước lên tưới cho cây trồng tại mô hình.



**Hình 5. 78. Máy bơm đưa nước từ giếng khoan lên để tưới cây  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Kết quả lượng nước được khai thác sử dụng bơm tưới cho diện tích cây trồng trong mô hình đạt xấp xỉ 20m<sup>3</sup>/ngày. Với việc tính toán lượng nước cần tối thiểu để tưới cho cây trồng khoảng 40m<sup>3</sup>/ha/ngày, vậy chỉ cần đầu tư 2 giếng là đáp ứng đủ nhu cầu cấp nước cho cây. Kết quả này cho thấy biện pháp cấp nước cho cây trồng trong giai đoạn mùa khô bằng giếng khoan chân giồng cát đạt hiệu quả cao. Trong khi đó, chi phí để khoan giếng chỉ tốn 5 triệu đồng. Vậy với suất đầu tư là 10 triệu đồng là đủ khả năng cấp nước cho 1ha cây, hơn nữa việc khoan giếng lại hạn chế tổn diện tích mặt bằng một cách tối đa.

Việc áp dụng các biện pháp cung cấp nước tưới thường xuyên cho cây trồng trong giai đoạn nắng khô nóng kéo dài đã cho những kết quả tích cực:

Qua số liệu quan trắc sau 12 tháng giữa cây trồng không được tưới vào mùa khô và những cây trong thí nghiệm tưới nước thường xuyên thì tốc độ phát triển của cây khác nhau rõ rệt. Tỷ lệ cây sống lớn hơn 20% (những cây chết đa phần do khi trồng làm vỡ bầu cây con). Chiều cao cây tăng lên 1,5-2m trong khi các cây không được tưới chỉ tăng được chiều cao nhỏ hơn 0,5-0,7m. Đường kính tán lớn hơn 30-50% so với những cây không được tưới.

Mặc dù vậy, sử dụng biện pháp thu trữ và cung cấp nước bằng bể chứa là không khả thi. Khi so sánh biện pháp thu trữ và cấp nước bằng bể chứa và giếng khoan đưa nước ngầm lên thì có thể thấy rằng: Chi phí khoan giếng rẻ hơn rất nhiều, yêu cầu kỹ thuật không cao, lượng nước được khai thác sử dụng lớn, không tốn diện tích mặt bằng và tuổi thọ công trình cao hơn bể chứa nhiều lần. Vậy khuyến cáo, sử dụng biện pháp cung cấp nước bằng giếng đối với vùng ven biển Miền Trung.

#### **5.4.7. Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật tưới tiết kiệm cho cây trồng**

Kỹ thuật tưới tiết kiệm nước nhìn chung chỉ thích hợp với cây trồng cạn, như các loại cây công nghiệp, vườn cây ăn quả, các loại cây trồng có giá trị kinh tế cao được trồng theo hàng. Kỹ thuật này có thể áp dụng cho mọi vùng khí hậu, trên mọi loại địa hình và thổ nhưỡng khác nhau. Đặc biệt vùng thiếu nước, vùng đất dốc, đất cát, sa mạc, vùng đất bị nhiễm mặn... Mỗi loại tưới tiết kiệm nước có những phạm vi áp dụng nhất định. Kỹ thuật tưới ngỏ giọt thích hợp nhất với các loại cây công nghiệp và cây ăn quả trồng theo hàng. Tưới phun mưa thường áp dụng cho cây trồng và yêu cầu phun vào thân như các loại rau, hoa, vườn hoa, cây chè, cây ở trong vườn ươm, cây không trồng theo hàng.

Về mặt địa hình, việc ứng dụng kỹ thuật tưới tiết kiệm nước tại những nơi chúng ta không thể làm hệ thống kênh, mương như trên các sườn đồi dốc

ở vùng núi và cao nguyên. Các biện pháp này đạt hiệu quả cho vùng đất đồi, vùng núi cao nguyên, các vùng khan hiếm nước nhằm hạn chế được tối đa các tổn thất về ngầm và bốc hơi.

Vùng Duyên hải Nam trung bộ có mùa khô thường kéo dài 8 tháng, từ tháng 1 đến tháng 8, lượng mưa chỉ chiếm khoảng 20-25% lượng mưa năm; mùa mưa kéo dài 4 tháng, từ tháng 9 đến tháng 12, lượng mưa chiếm khoảng 75-80% lượng mưa năm. Theo kết quả nghiên cứu của TS. Đào Thế Tuấn đã chỉ ra chỉ số khô hạn tính theo Ivanop của vùng Nam Trung Bộ vào mùa khô là lớn hơn 1. Từ tháng 1 đến tháng 5, chỉ số khô hạn còn lớn hơn 2 nếu cây trồng không được cung cấp đủ nước trong thời gian này thì năng suất giảm nghiêm trọng (đối với các loại cây nông nghiệp), thậm chí cây có thể bị héo và chết. Xác định biện pháp tưới tiết kiệm dựa trên các yếu tố sau:

- Vùng ven biển phổ biến là đất cát hoặc pha cát - loại đất có tính thấm cao do độ rỗng lớn.

- Vào mùa khô, ít mưa, nắng nóng kéo dài, bề mặt đất nhận được lượng bức xạ mặt trời cao làm cho nước dễ dàng bay hơi.

- Các cồn cát nối tiếp nhau, địa hình dốc, lồi lõm gây khó khăn cho việc cung cấp nước cho khu vực. Dễ bị xói mòn do sóng, gió.

- Đất đai nghèo dinh dưỡng, bị nhiễm mặn.

Từ các yếu tố ảnh hưởng tới việc cung cấp nước tưới cho khu vực thí nghiệm ở trên, cùng với việc thí nghiệm tiến hành trồng cây Phi lao (loại cây thân gỗ, có khả năng chịu hạn, khi trưởng thành là loài cây có tác dụng chắn gió, chắn cát tốt). Chúng tôi lựa chọn phương pháp tưới nhỏ giọt thí nghiệm.

#### **5.4.7.1. Bố trí thí nghiệm tưới tiết kiệm**

Rừng phòng hộ trên cát được trồng vào tháng 8 năm 2015, bao gồm các loài cây: Phi lao, tra, cỏ lông chông với các mật độ và điều kiện chăm sóc ban đầu khác nhau. Tại xã Cát Tiên – Phù Cát – Bình Định. Để thấy rõ sự ảnh hưởng của chế độ tưới nước cho cây, thí nghiệm đã tiến hành với 1 phần diện

tích nhỏ, sau đó tiến hành với khu vực cây không tưới và cây được tưới thông thường.

Hệ thống tưới nhỏ giọt được thí nghiệm là 3 mức tưới khác nhau. Với mức tưới quy đổi cho 1ha là: 10m<sup>3</sup>/ha; 20m<sup>3</sup>/ha; 30m<sup>3</sup>/ha.

**Bảng 5. 27. Nội dung các công thức thí nghiệm các công nghệ tưới**

<b>STT</b>	<b>Công thức thí nghiệm</b>	<b>Mức tưới (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Ghi chú</b>
1	TN 1	0	Dùng đối chứng, không tưới
2	TN 2	10	
3	TN 3	20	
4	TN 4	30	
5	TN 5	300	Tưới thủ công, truyền thống, khoảng 7 ngày thì xong cho 1 ha

Bố trí hệ thống tưới tiết kiệm nước:

- Công trình đầu mối: Máy bơm có công suất 3HP, máy hút nước từ giếng khoan. Phía dưới đầu hút nước có bộ lọc nhằm loại bỏ các bụi bẩn có lẫn trong nước.

- Hệ thống van điều chỉnh đường nước: hệ thống van được đặt trên đường ống chính, ống nhánh nhằm chỉnh lưu lượng, áp lực nước trên hệ thống.

- Hệ thống đường ống: ống áp lực chính, ống nhánh các cấp. Đường ống chính nối công trình đầu mối với ống nhánh. Ống sử dụng trong thí nghiệm là loại ống PVC.

- Thiết bị tưới: là các đầu tưới được đặt trên mặt đất, cao hơn mặt đất tự nhiên 10-15cm.





a) **Máy bơm nước**



b) **Hệ thống van điều khiển nước**



c) **Hệ thống đường ống**



d) **Đầu tưới nhỏ giọt**

**Hình 5. 79. Thí nghiệm tưới tiết kiệm (nhỏ giọt) xã**

**Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

*Nguyên lý hoạt động:*

Nước được lọc sạch khi qua thiết bị lọc. Máy bơm hút nước từ nguồn vào đường ống chính, qua các van điều chỉnh rồi cung cấp cho các vùng cần tưới.



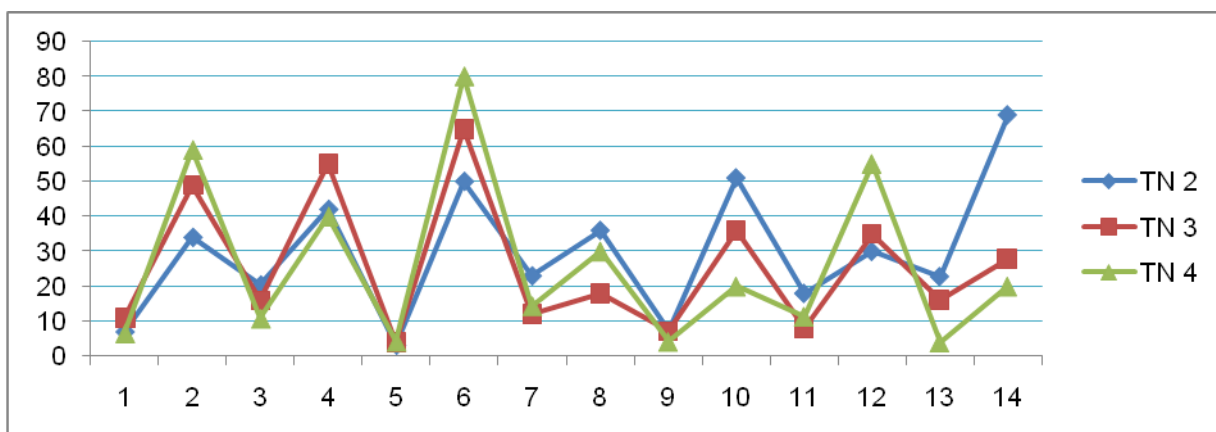
Tùy theo nhu cầu sử dụng nước mà người quản lý hệ thống điều chỉnh lưu lượng, áp lực thông qua van khống chế tại đầu các đường ống. Nước có áp chuyển động trong các đường ống đến các thiết bị tưới để cung cấp cho cây trồng.

Tùy theo cấu tạo và chức năng khác nhau của từng thiết bị tưới mà nước được cung cấp, phân phối cho cây trồng theo các hình thức và phạm vi khác nhau. Các ống tưới nhỏ, chùm ống nhỏ, ống đục lỗ, thiết bị tạo giọt tạo ra các giọt nước hay rỉ ra với lưu lượng nhỏ không đổi dưới áp lực không khí.

Tóm lại, nguyên lý cơ bản của kỹ thuật tưới tiết kiệm nước là đưa lượng nước rất hạn chế tập trung vào vùng rễ cây thông qua những thiết bị tinh vi được đặt trên hoặc dưới mặt đất như các lỗ, vòi phun hoặc thiết bị tạo giọt.

#### 5.4.7.2. Hiệu quả của công nghệ tưới tiết kiệm

Giải pháp tưới khoa học, tiết kiệm được nguồn nước tưới (hạn chế thất thoát, không tưới thừa nước, tưới hợp lý) chính là chúng ta đã đạt được hiệu quả kinh tế cao cho một đơn vị nước tưới, do đó giải pháp tưới tiết kiệm nước không chỉ phù hợp cho vùng khan hiếm nước mà còn cho tất cả những nơi cần thiết nâng cao hiệu quả sử dụng nguồn nước tưới.



**Hình 5. 80. Kết quả đo độ ẩm của các thí nghiệm tưới tiết kiệm nước**

**Bảng 5. 28. Một số kết quả thí nghiệm các biện pháp tưới**

<b>STT</b>	<b>Công thức thí nghiệm</b>	<b>Mức tưới (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Độ ẩm trước khi tưới (%)</b>	<b>Độ ẩm sau khi tưới (%)</b>
1	TN 1	0	8,2	8,1
2	TN 2	10	7,9	43,4
3	TN 3	20	10,7	41,9
4	TN 4	30	14,5	44,6
5	TN 5	300	10,5	48,7

Kết quả trên được tính trung bình từ các kết quả đo thực tế mỗi công thức. Rõ ràng, các biện pháp tưới tiết kiệm đã phát huy tốt hiệu quả: công lao động dùng để tưới bằng phương pháp truyền thống (múc, gánh, tưới) tốn rất nhiều thời gian (thực tế, tưới 7 ngày liên tục thì xong được 1ha), công sức, hơn thế là năng suất không cao. Trong khi đó, phương pháp tưới nhỏ giọt vào gốc cây chỉ cần 1 người điều khiển hệ thống tưới cho tất cả những khu vực. Hơn thế nữa, công việc hầu như không tốn quá nhiều công sức, độ ẩm cho đất lại cho kết quả rất khả quan (vùng rễ cây đều đạt độ ẩm đất >40%).

**Bảng 5. 29. Thống kê tỷ lệ sống của cây ở các công thức thí nghiệm**

STT	Thí nghiệm	Số cây ban đầu	Số cây sống	Tỷ lệ sống (%)
1	TN1	30	26	86,7
2	TN2	30	29	96,7
3	TN3	30	28	93,3
4	TN4	30	29	96,7
5	TN5	30	30	100

**Bảng 5. 30. Tổng hợp tình hình phát triển của cây thí nghiệm***Đơn vị: cm*

Thí nghiệm	Tháng 8/2015			Tháng 11/2015			Kích thước phát triển		
	Đường kính gốc	Hvn	Bề rộng tán	Đường kính gốc	Hvn	Bề rộng tán	Đường kính gốc	Hvn	Bề rộng tán
TN1	0,67	127,5	28,7	0,71	130,1	35,1	0,04	2,6	6,4
TN2	0,64	119,4	23,6	0,75	124,6	36,2	0,11	5,2	12,6
TN3	0,61	126,6	24,7	0,76	129,4	40,4	0,15	2,8	15,7
TN4	0,68	109,6	22,3	0,85	142,2	39,6	0,17	32,6	17,3
TN5	0,67	125,9	25,8	0,84	138,8	40,1	0,17	12,9	14,3

Tuy thí nghiệm mới chỉ tiến hành trong thời gian ngắn, quy mô nhỏ nhưng bước đầu cho thấy ứng dụng các biện pháp tưới vào thí nghiệm trồng cây phi lao, khôi phục rừng phòng hộ cho vùng ven biển cây trồng đạt tỷ lệ sống cũng như tình hình sinh trưởng phát triển cho kết quả tốt hơn so với việc trồng truyền thống. Các biện pháp tưới tiết kiệm giảm được công tưới nước cho cây trong điều kiện khô nóng kéo dài như vùng đất ven biển Miền Trung.

Điều này khẳng định hướng đi đúng và khả năng áp dụng các công nghệ tưới cho các cây trồng trên vùng đất cát ven biển.

Thí nghiệm mới chỉ tiến hành trong thời gian ngắn, quy mô nhỏ nhưng bước đầu cho thấy ứng dụng các biện pháp tưới vào thí nghiệm trồng cây phi lao, khôi phục rừng phòng hộ cho vùng ven biển cây trồng đạt tỷ lệ sống cũng như tình hình sinh trưởng phát triển cho kết quả tốt hơn so với việc trồng truyền thống. Các biện pháp tưới tiết kiệm giảm được công tưới nước cho cây trong điều kiện khô nóng kéo dài như vùng đất ven biển Miền Trung. Điều này khẳng định hướng đi đúng và khả năng áp dụng các công nghệ tưới cho các cây trồng trên vùng đất cát ven biển.

Mặc dù vậy, đối với diện tích trồng cây lớn việc áp dụng biện pháp tưới tiết kiệm sẽ đạt hiệu quả cao về khả năng dùng nước nhưng suất đầu tư và chi phí cho quá trình tưới nước là rất lớn. Dự toán sơ bộ việc lắp đặt hệ thống tưới tiết kiệm cho 1ha như sau:

<i>Vật liệu chính</i>	<i>Đơn vị</i>	<i>Số lượng</i>	<i>Đơn giá</i>	<i>Thành tiền</i>
Ống nhựa	m	3500	40.000	140.000.000
Khoan giếng	cái	5	5.000.000	25.000.000
Máy bơm	máy	5	3.000.000	15.000.000
Nhân công lắp đặt hệ thống	công	100	200.000	20.000.000
<b>Tổng</b>				<b>200.000.000</b>

Ngoài suất đầu tư ban đầu khá lớn, khi vận hành hệ thống tưới sẽ tiêu tốn lượng điện khá lớn. Hơn nữa trong lúc vận hành các trục trục hệ thống xảy ra là điều không thể tránh khỏi. Qua theo dõi thí nghiệm đã bố trí thì sau gần 1 năm đường ống dẫn nước có dấu hiệu bị xuống cấp do mưa nắng. Do đó, có thể thấy rằng biện pháp tưới tiết kiệm cho nhiều lợi ích, song suất đầu tư cho nó cũng không hề nhỏ, và đối với việc trồng rừng trên Giồng cát là điều không khả thi. Khuyến cáo sử dụng biện pháp cải tạo thổ nhưỡng nền đất

trồng cây bằng hạt giữ nước kết hợp bánh mùn như đã trình bày ở phần trước (Mục 6.3.3). Do biện pháp này chỉ tốn kinh phí đầu tư ban đầu khoảng 160 triệu đồng/ha, và trong thời gian tiếp theo không tốn chi phí bảo trì, cũng như các chi phí khác.

## **5.5. GIẢI PHÁP BÃY CÁT CÓ ĐỊNH HƯỚNG ĐỂ LIÊN KẾT CÁC CÒN CÁT TẠO THÀNH TUYẾN ĐÊ BIỂN TỰ NHIÊN**

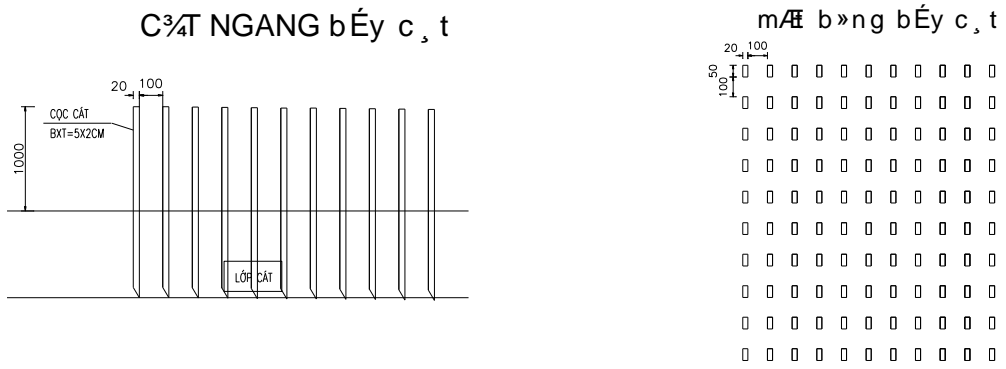
### **5.5.1. Cơ sở tính toán bẫy cát**

Trong trường hợp có trường gió tác dụng chủ yếu là vuông góc với đường bờ, gây chuyển động hạt cát theo phương vuông góc với đường bờ thì cần bố trí bẫy cát để liên kết các cồn cát, là loại công trình song song với đường bờ. Khi bẫy cát kết hợp với hệ thống mỏ hàn trở thành hệ thống công trình phối hợp ngăn cát.

Bẫy cát có thể là liên tục (chạy suốt chiều dài dọc đoạn bờ cần bảo vệ) hoặc tường đứt khúc (từng khúc ngắn đặt cách nhau trên cùng một tuyến, quãng đứt giữa 2 khúc gọi là khoảng ngắt quãng bẫy cát).

Đánh giá tác dụng chắn gió của bẫy cát theo công thức tính hiệu năng chắn gió  $E = \frac{(V - V_0)}{V_0}$ , trong đó: E (lần) là hiệu năng chắn gió hay số lần tốc độ gió ở sau bẫy cát giảm hay tăng so với trước bẫy cát; V (m/s) là tốc độ gió lấy ở sau bẫy cát;  $V_0$  (m/s) là tốc độ gió ở vị trí trước bẫy cát.

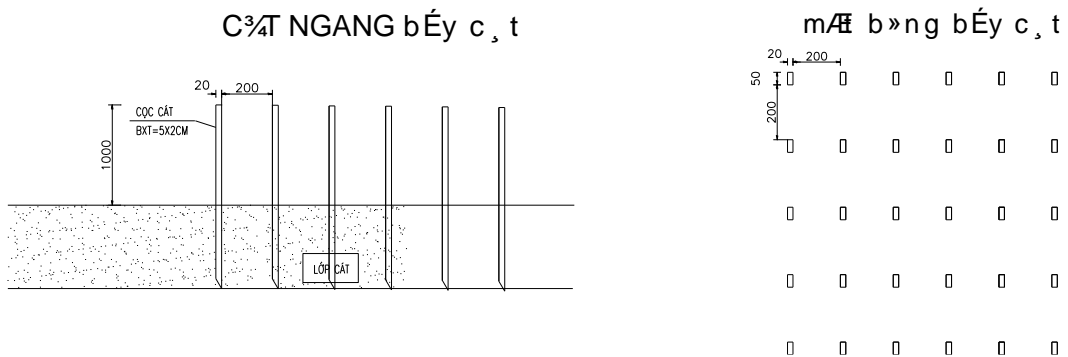
Nghiên cứu bố trí thí nghiệm trên thực tế là làm rõ sự biến đổi của tốc độ gió đối với các mật độ khác nhau. Thí nghiệm triển khai nhằm mô phỏng sự tác động của gió lên bẫy cát khi chiều cao của bẫy cát là 1m, kích thước cọc làm bẫy cát có chiều rộng là  $b=5\text{cm}$ , chiều dày là  $t=2\text{cm}$ , ứng với các mật độ khác nhau, (CT1: cọc làm bẫy cát cách nhau  $2b=10\text{cm}$ , CT2: cọc làm bẫy cát cách nhau  $4b=20\text{cm}$ , CT3: cọc làm bẫy cát cách nhau  $6b=30\text{cm}$ ) Dựa vào các kết quả thí nghiệm đã xác định các hệ số và các tham số quan hệ giảm gió khi có bẫy cát.



**Hình 5. 81. Bản vẽ cắt ngang và mặt bằng bố trí thí nghiệm theo CT1**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)



**Hình 5. 82. Ảnh chụp bố trí thí nghiệm theo CT1 xã Cát Tiến –  
Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

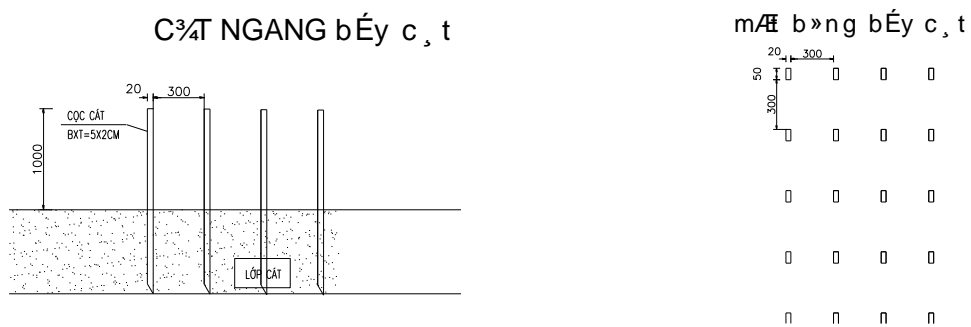


**Hình 5. 83. Bản vẽ cắt ngang và mặt bằng bố trí thí nghiệm theo CT2**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)



**Hình 5. 84. Ảnh chụp bố trí thí nghiệm theo CT2 xã Cát Tiên  
– Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*



**Hình 5. 85. Bản vẽ cắt ngang và mặt bằng bố trí thí nghiệm theo CT3 xã  
Cát Tiên – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*



**Hình 5. 86. Ảnh chụp bố trí thí nghiệm theo CT3 xã Cát Tiên –  
Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Các thông số đặc trưng của 3 công thức thí nghiệm được thể hiện trong bảng 5.31.

**Bảng 5. 31. Các thông số đặc trưng của các công thức bố trí thí nghiệm**

Công thức	Mật độ cọc (cm)	Chiều rộng bẫy cát (cm)	Các thông số bẫy cát		
			Chiều cao h (cm)	Chiều rộng b (cm)	Chiều dày t (cm)
CT1	10	100	100	5	2
CT2	20	100	100	5	2
CT3	30	100	100	5	2

Trong các ngày quan trắc khí tượng tại khu vực bố trí thí nghiệm tại khu vực nghiên cứu làm mô hình ở Cát Tiến – Phù Cát - Bình Định vào mùa gió Đông Bắc (Tháng 1/2015) thời tiết có dạng nắng nóng, không mưa. Gió thổi theo hướng Đông Bắc về Tây Nam, lệch so với hướng chính Bắc 70-83°. Tốc độ gió ở trước bẫy cát đạt từ 0,8 đến 9,6m/s. Nhiệt độ không khí trong ngày ở nơi trồng đạt 27,5-35,7°C.

Tác dụng chắn gió Đông Bắc của 3 CT thí nghiệm được ghi ở bảng 4 cho thấy:

**Bảng 5. 32. Tác dụng chắn gió Đông Bắc của 3 CT thí nghiệm**

Công thức	Tốc độ gió (m/s)		Hiệu năng chắn gió (lần)
	Trước bẫy cát	Sau bẫy cát	Sau bẫy cát
CT1	9,5	2,38	-0,75
CT2	9,5	4,75	-0,50
CT3	9,5	7,13	-0,25

Tốc độ gió ở trước đạt trung bình 9,5m/s thì ở sau bẫy cát tốc độ gió trung bình chỉ còn 2,38m/s ở CT1, ở CT2 là 4,75 m/s và ở công thức 3 là 7,13 m/s. Tốc độ gió ở sau bẫy cát đều thấp hơn tốc độ gió ở trước bẫy cát, hiệu năng chắn gió đạt -0,75 lần đối với CT1, hiệu năng chắn gió đạt -0,5 lần đối



với CT2, hiệu năng chắn gió đạt -0,25 lần đối với CT3. Như vậy khả năng chắn gió của CT1 là cao nhất. Điều này rất phù hợp với đặc điểm chung là mật độ của bẫy cát cao hơn thì chắn gió tốt hơn.

Tác dụng cố định cát: Kết quả đo tính độ cao cát bị gió thổi bốc đi và độ cao cát lấp so với mặt cát ban đầu được đánh dấu bằng mốc sứ và cột thủy chí cao độ sơn trắng 20cm, sơn đỏ 20cm xen kẽ lẫn nhau được cắm xuống lớp cát để làm mốc quan trắc



**Hình 5. 87. Quá trình làm mốc để quan trắc theo dõi tại hiện trường**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Sau khi làm thí nghiệm thì sau một đợt gió mùa lượng cát được bồi lấp rất khác biệt ở các thí nghiệm. Độ cao cát bồi lấp của các thí nghiệm ứng với 3 công thức được ghi ở bảng 5 sau:

**Bảng 5. 33. Tác dụng cố định cát của 3 công thức thí nghiệm**

Chỉ tiêu	CT1	CT2	CT3
Độ cao cát lấp (cm)	5,8	42	0,5

Công thức thí nghiệm 2 có hiệu quả bồi lắng nhiều nhất, công thức thí nghiệm 3 hầu như không bồi lắng được nhiều nguyên nhân do mật độ bẫy cát không đủ dày để làm giảm tốc độ gió, khi tốc độ gió qua bẫy cát ở công thức 3 vẫn lớn hơn tốc độ gió giới hạn để xảy ra hiện tượng cát bay do đó không lắng đọng được cát, công thức 2 có hiệu quả giảm gió qua bẫy cát là lớn nhất

do mật độ dày nhất nhưng không lắng đọng cát được nhiều như công thức 2 là do mật độ cọc quá dày làm cho dòng vận chuyển cát chảy vòng quá bãi cát lúc này bãi cát giống như một khối kín lên không lắng đọng cát được như ở công thức 2. Như vậy về mặt chắn gió và cố định cát thì công thức thí nghiệm 2 là hiệu quả hơn cả



**Hình 5. 88. Khả năng cố định cát của các công thức thí nghiệm xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Nhật xét:

Với gió với vận tốc 6m/s thì sẽ đủ để cuốn được hạt cát vào không khí. Cát càng nhỏ, càng khô thì càng dễ bị gió cuốn đi và ngược lại.

Bãi cát chắn cát bay, cát nhảy, bãi cát có định hướng dựa trên nguyên lý làm giảm tốc độ của gió có mang theo cát để làm lắng đọng cát. Tốc độ gió phụ thuộc vào nhiều yếu tố như địa hình, đà gió, và vị trí bãi trước.

Các tham số thiết kế hàng rào dựa trên các điều kiện sau:

- + Chiều cao bãi cát thông thường không vượt quá 1m.
  - + Độ rộng hàng rào, thông thường để hiệu quả của bãi cát có hiệu quả thì độ rộng hàng rào từ 40-70%.
  - + Hướng đón gió bố trí theo hai hướng là hướng vuông góc với hướng gió chính.
  - + Đường kính cọc làm vật liệu từ 4cm - đến 10cm.
  - + Mật độ cọc phụ thuộc vào độ rộng bãi cát từ 40-70%.
  - + Khoảng cách tối thiểu từ bãi trước cồn cát đến mực nước triều cao (MHWM) là 100m, để đảm bảo nguồn cung cấp nguyên liệu cát cho bãi cát.
  - Hiệu quả bãi cát còn phụ thuộc phức tạp vào nhiều yếu tố khác như: yếu tố địa hình Cồn cát và bãi trước của Cồn cát, tính chất gió cỡ hạt cát, độ ẩm tự nhiên.
  - Hiệu quả của bãi cát có bán kính ảnh hưởng 8H từ trước và sau hàng rào. Trong đó H là chiều cao bãi cát.
  - Bố trí ô đối chứng để so sánh hiệu quả của bãi cát tại vị trí tương đồng có các điều kiện tương tự.
  - Hiệu quả của bãi cát chắn cát bay, cát nhảy, bãi cát có định hướng dựa trên tốc độ bồi lắng của cát trên một đơn vị diện tích thí nghiệm so với đối chứng.
  - Cần bố trí xây dựng bãi cát làm nhiều lần để liên kết các Cồn cát thành đê biển tự nhiên.
- \* Cách tổ chức thực hiện:
- Lựa chọn vị trí áp dụng: Bãi trước phía biển các cồn cát phải có độ dài tối thiểu 100m trở lên tính từ mực nước triều cao để có nguồn cung cát cho việc liên kết các cồn cát bằng bãi cát.



**Hình 5. 89. Vị trí làm bãi cát có định hướng theo kích thước chiều dài  $B$  (m) và chiều rộng  $L$  (m) xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

\* Các kịch bản làm bãi cát để liên kết các cồn cát thành đê biển tự nhiên.

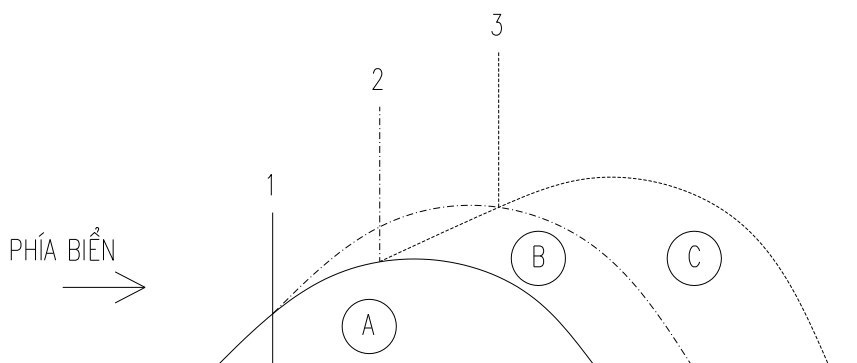
- Các yếu tố chiều cao bãi cát là  $H$ , độ rộng bãi cát, mật độ cọc, đường kính cọc hướng bố trí bãi cát ảnh hưởng đến hiệu quả của bãi cát, tuy nhiên theo kết quả thí nghiệm và theo Coastal Engineering Manual (CEM-2006) Part-III chiều cao bãi cát là 1m, hướng bố trí bãi cát song song với đường bờ (vuông góc với hướng gió chính), lên các yếu tố biến còn lại là biến đổi nên trong quá trình thí nghiệm cần có nhiều kịch bản ứng với các yếu tố biến đổi ảnh hưởng tới hiệu quả của bãi cát.

- Bố trí 2 kịch bản như sau ứng với chiều cao bãi cát cố định, hướng bố trí bãi cát là song song với đường bờ (vuông góc với hướng gió chính) cố định, các yếu tố còn lại thay đổi để xem hiệu quả của bãi cát kiểu hàng rào nào hiệu quả nhất.

+ Kịch bản 1: Các yếu tố cố định là chiều cao bãi cát, đường kính cọc không đổi, hướng bố trí hàng rào là hướng vuông góc với hướng gió chính.

Yếu tố thay đổi là độ rộng bãi cát thay đổi từ 40-70%, mật độ cọc cũng thay đổi theo tỷ lệ với độ rộng bãi cát.

Phân đợt làm bãi cát : Quá trình cải tạo cồn cát cần làm 3 lần bãi cát, để đảm bảo đạt được chiều rộng của cồn cát theo hình 5.90.

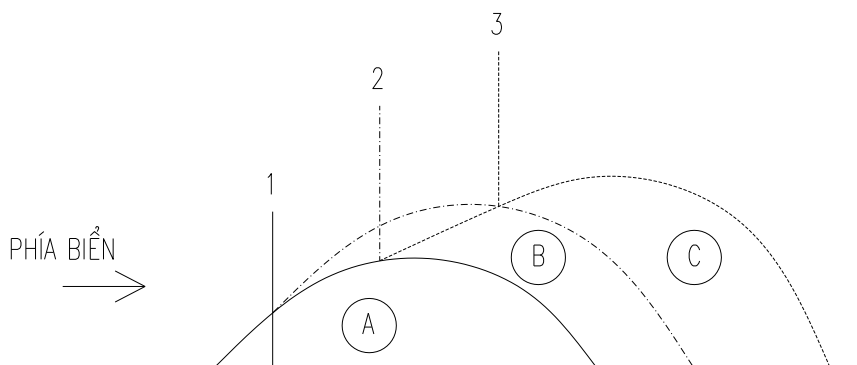


- |                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| 1: Bãi cát lần 1 | A: Cồn cát sau năm thứ nhất |
| 2: Bãi cát lần 2 | B: Cồn cát sau năm thứ hai  |
| 3: Bãi cát lần 3 | C: Cồn cát sau năm thứ ba   |

**Hình 5. 90. Bố trí các phân đợt làm bãi cát**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Đo tham số cao trình bồi lắng cát của bãi cát đơn vị là m, sau đó tính được thể tích cát bồi lắng đơn vị là m<sup>3</sup>. Để xác định được tốc độ bồi lắng xác định bằng cách đo cao trình (làm mốc để đo cao trình bồi lắng)



- |                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| 1: Bãi cát lần 1 | A: Cồn cát sau năm thứ nhất |
| 2: Bãi cát lần 2 | B: Cồn cát sau năm thứ hai  |
| 3: Bãi cát lần 3 | C: Cồn cát sau năm thứ ba   |

**Hình 5. 91. Bố trí các phân đợt làm bãi cát**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

+ Kích bản 2: Các yếu tố cố định là chiều cao bẫy cát, độ rộng bẫy cát cố định hướng bố trí bẫy cát là hướng vuông góc với hướng gió chính

Yếu tố thay đổi là đường kính cọc thay đổi từ 4-10cm

Phân đợt làm bẫy cát: Quá trình cải tạo cồn cát cần làm 3 lần bẫy cát, để đảm bảo đạt được chiều rộng của cồn cát theo hình 5.91.

Đo tham số cao trình bồi lắng cát của bẫy cát đơn vị là m, sau đó tính được thể tích cát bồi lắng đơn vị là m<sup>3</sup>. Để xác định được tốc độ bồi lắng xác định bằng cách đo cao trình (làm mốc để đo cao trình bồi lắng).

- Đánh giá hiệu quả kiểu bẫy cát bằng cọc: Chiều cao của cọc làm bẫy cát là h (cm), cọc cách cọc là b (cm), hàng cách hàng cọc là (d)cm. Thí nghiệm được tiến hành với 2 loại bẫy có kết cấu như sau:

Loại 1: Chiều cao cọc làm bẫy 0,5m, kích thước cọc b x h = 2 x 4cm, bố trí mép cọc cách mép cọc 0,2m, độ rộng bẫy là 70%, diện tích bẫy là 5m<sup>2</sup>.

Loại 2: Chiều cao cọc làm bẫy 1,0m, kích thước cọc b x h = 2 x 4cm, bố trí mép cọc cách mép cọc 0,1m, độ rộng bẫy là 53%, diện tích bẫy là 5m<sup>2</sup>.

- Những yếu tố cần đo đạc để xác định hiệu quả của bẫy cát.

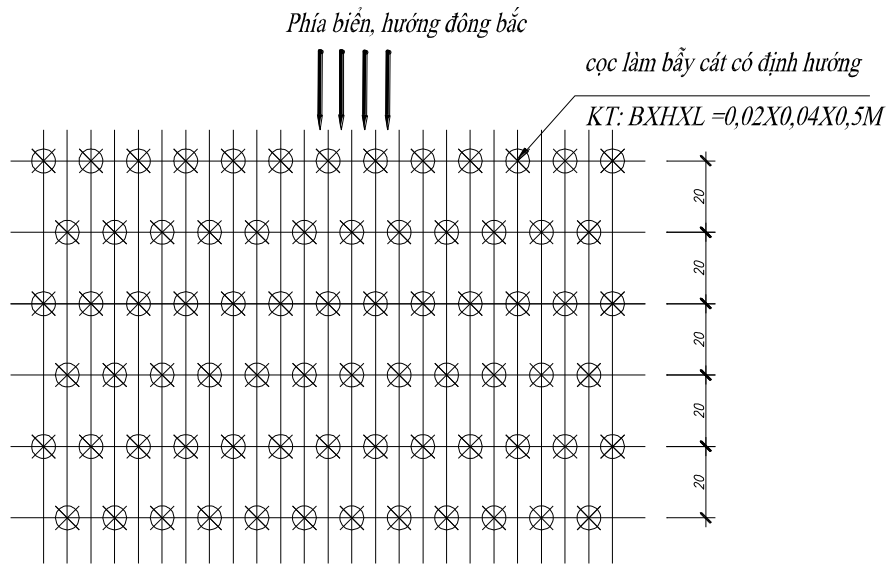
+ Chiều cao bẫy, mật độ bẫy, diện tích bẫy.

+ Hướng gió chính, tốc độ gió, thời gian duy trì.

+ Thành phần hạt cát.

+ Chiều dài bãi trước cồn cát.

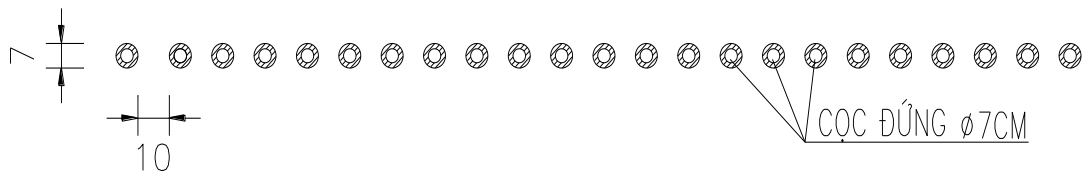
- Đánh giá hiệu quả kiểu bẫy cát bằng hàng rào: Chiều cao của cọc làm hàng rào là h (cm), cọc cách cọc là b (cm), bố trí như hình 5.92 thí nghiệm được tiến hành 2 loại bẫy cát kiểu hàng rào có kết cấu như sau:



**Hình 5. 92. Sơ đồ bố trí cọc cát để bẫy cát**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Loại 1: Chiều cao bẫy cát kiểu hàng rào là 1m, đường kính cọc 7cm, khoảng cách cọc là 10cm, độ rỗng hàng rào là 58%, chiều dài là 50m, bố trí vuông góc với hướng gió chính.



**Hình 5. 93. Sơ đồ bố trí hàng rào để bẫy cát loại 1**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Loại 1: Chiều cao bẫy cát kiểu hàng rào là 1m, đường kính cọc 10cm, khoảng cách cọc là 15cm, độ rỗng hàng rào là 42%, chiều dài là 50m, bố trí vuông góc với hướng gió chính.



**Hình 5. 94. Sơ đồ bố trí hàng rào để bẫy cát loại 2**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

- \* Bố trí hệ thống giám sát hiệu quả lắng đọng cát của hàng rào
- Vật liệu: Sử dụng vật liệu cọc bằng gỗ hoặc tre có kích thước b x h x l, móc sứ để quan trắc làm mốc cao độ.
- Những yếu tố cần đo đạc để xác định hiệu quả của bãi cát.
  - + Hướng gió chính, tốc độ gió, thời gian duy trì.
  - + Thành phần hạt cát.
  - + Diện tích bãi trước cồn cát.
- Đánh giá hiệu hàng rào bãi cát có định hướng dựa vào tốc độ bồi lắng của cát từ đó tính được thể tích cát trong từng đợt bồi lắng.
- Để xác định được tốc độ bồi lắng xác định bằng cách đo cao trình (làm mốc để đo cao trình bồi lắng).

## **5.5.2. Xác định các thông số kỹ thuật bãi cát**

### **5.5.2.1. Nghiên cứu xác định các tải trọng tác dụng lên bãi cát**

Tải trọng tác dụng lên bãi cát chắn gió cũng giống với tải trọng tác dụng lên hàng rào chắn gió nó bao gồm các tải trọng: Tải trọng do gió gây ra đây là tải trọng chính tác dụng lên bãi cát, tải trọng do người trong quá trình thi công, việc tính toán các tải trọng tác dụng lên bãi cát chắn gió theo các tiêu chuẩn, quy chuẩn hiện hành đang áp dụng ở Việt Nam. Ngoài các tải trọng trên còn có tải trọng ngang do áp lực đất tuy nhiên tải trọng này là tải trọng tạm thời ngắn hạn nên không đưa vào tính toán.

#### *Tải trọng gió*

Bãi cát chịu tác dụng trực tiếp của áp lực gió gây ra, lực tác dụng do gió tác dụng lên bãi cát. Theo tiêu chuẩn TCVN 2737 (1995), tải trọng tác dụng.

$$W = W_0 \cdot k \cdot c \cdot D \cdot n$$

Trong đó:

W: giá trị của áp lực gió



$W_0$ : lấy Theo bản đồ phân vùng phụ lục D tra trong bảng 4 (TCVN 2737 – 1995)

k: hệ số tính đến sự thay đổi của áp lực gió theo độ cao lấy theo bảng 5 (TCVN 2737 – 1995)

Với nhà cao 10.2m nằm trong vùng địa hình dạng A thì  $k = 1.18$ .

c: hệ số khí động lấy theo bảng 6 (TCVN 2737 – 1995)

D: Đường kính cọc tre, gỗ

n: hệ số độ tin cậy của tải trọng gió  $n = 1.2$

#### *Tải trọng do người và máy thi công*

Trong quá trình thi công bẫy cát, tải trọng do người và máy thi công được xác định theo TCVN 272-05.

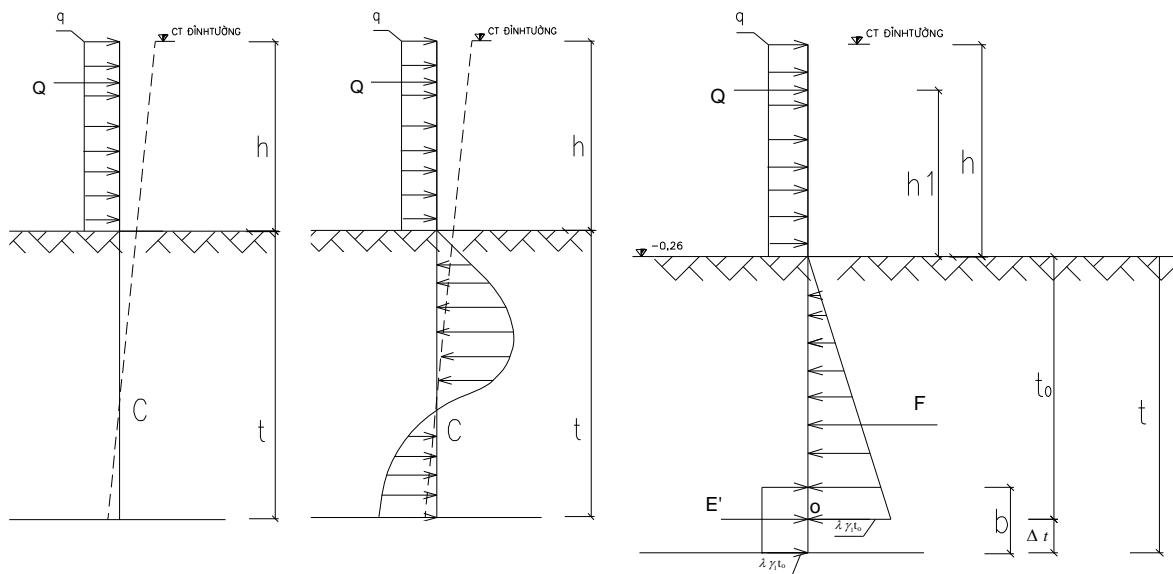
#### ***5.5.2.2. Nghiên cứu xác định chiều sâu đóng cọc, tính toán độ bền cọc của bẫy cát***

Dưới tác dụng của áp lực ngang do gió gây ra, dưới chân cọc sẽ xuất hiện phản lực để cân bằng, cọc sẽ giữ ổn định khi các phản lực này chưa vượt qua sức chịu tải xô ngang của đất nền. Nếu điều kiện này không đảm bảo thì cọc tre mất ổn định cần phải tăng chiều sâu đóng cọc hoặc tăng mật độ cọc tre theo Đại học Thủy lợi (2002), Giáo trình thiết kế đê và kè.

Các giả thiết để lập sơ đồ tính toán: cọc là vật liệu đồng nhất, áp lực đất chủ động và bị động tính toán dựa trên lý thuyết Culumb.

Xác định chiều sâu đóng cọc theo điều kiện ổn định của cọc

Sơ đồ tính toán xác định chiều sâu đóng cọc như hình 15



**Hình 5.95. Sơ đồ tính toán chiều sâu đóng cọc**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Trên hình biểu thị sơ đồ lực tác dụng thực tế lên cọc, trong đó  $Q, q$  là tải trọng do gió gây ra tác dụng lên cọc,  $h$  là chiều cao của tường giảm sóng tới mặt nền. Trên một phần cọc đóng xuống đất dưới tác dụng tải trọng ngang  $Q, q$ , phản lực đất nền gồm 2 phần: Phần phía trên điểm  $C$  có chiều ngược với chiều của  $Q, q$  và phần phía dưới của điểm  $C$  có chiều cùng chiều với  $Q, q$ . Tuy nhiên rất khó xác định điểm xoay  $C$  nên trong tính toán sử dụng sơ đồ gần đúng như trên hình để tính toán

Phần phản lực ngược chiều với  $Q$  và  $q$  phân bố tuyến tính đến độ sâu  $t_0$  có cường độ lớn nhất là  $\lambda \gamma_1 t_0$

Trong đó

$$\lambda: \text{hệ số áp lực đất } \lambda = \lambda_b - \lambda_c; \quad (2)$$

$$\lambda_b: \text{hệ số áp lực đất bị động } \lambda_b = tg^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2}), \quad (3)$$

$$\lambda_c: \text{hệ số áp lực đất chủ động } \lambda_c = tg^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}), \quad (4)$$

$\varphi$ : góc ma sát trong của đất nền,

$\gamma_1$ : trọng lượng riêng của đất nền,

Hợp lực của thành phần này là:

$$F = \lambda \gamma_1 t_0^2 / 2 \quad (5)$$

Phản lực cùng chiều với Q và q coi như phân bố đều trên đoạn cuối của cọc, có cường độ bằng  $\lambda \gamma_1 t_0$ , có hợp lực bằng  $E' = \lambda \gamma_1 t_0 b$ , điểm đặt tại O ở độ sâu  $t_0$ , Các phương trình cân bằng tĩnh học của hệ trên hình là.

Phương trình hình chiều lên phương ngang là:

$$F = Q + qh + E' \quad (6)$$

$$\text{Từ đó } E' = F - (Q + qh) \quad (7)$$

Phương trình momen với điểm O

$$F * \frac{t_0}{3} - Q(h_1 + t_0) - qh(h/2 + t_0) = 0 \quad (8)$$

$$\text{thay } F = \lambda \gamma_1 t_0^2 / 2 \quad (9)$$

Biến đổi từ đó ta được

$$t_0^3 \lambda \frac{\gamma_1}{6} - (Q + qh)t_0 - (Qh_1 + q \frac{h^2}{2}) = 0 \quad (10)$$

Giải phương trình ta xác định được  $t_0$ , ứng với phương án thiết kế

Thay  $t_0$  vào phương trình  $E' = F - (Q + qh)$

Ta xác định được  $E'$ , từ đó xác định được b

$$\lambda \gamma_1 t_0 b = \lambda \gamma_1 t_0^2 / 2 - (Q + q * h) \quad (11)$$

$$b = 0,5 t_0 - (Q + q * h) / (\lambda \gamma_1 t_0) \quad (11)$$

Thay  $t_0$  và h ứng với phương án thiết kế ta xác định được b

Chiều sâu đóng cọc yêu cầu như sau:

$$t = t_0 + b/2 \quad (12)$$

**Chương 6**  
**XÂY DỰNG CÒN CÁT**  
**THÀNH TUYẾN ĐÊ BIÊN TỰ NHIÊN CHO KHU VỰC ĐIỂN HÌNH**

**6.1. ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN KHU VỰC XÂY DỰNG MÔ HÌNH**

**6.1.1. Cơ sở để lựa chọn vị trí xây dựng mô hình**

Khu vực tiến hành bố trí mô hình là giồng cát ven biển điển hình miền Trung dài khoảng 25km, bề rộng 300m. Trước đây đã phủ kín bằng rừng cây Phi Lao. Những năm gần đây, việc sản xuất nuôi trồng thủy sản và khai thác bừa bãi đã làm suy giảm cạn kiệt nguồn tài nguyên này nên dẫn tới hiện tượng cát bay cát chảy.

Giồng cát tạo thành dãy trên những đỉnh cao và sườn các khối cát, một vài vị trí trên đó có mọc những cây bụi. Giữa các đỉnh giồng cát là các rãnh sâu kéo dài - dấu vết của sự thổi bay.

Dải cát ven biển có độ dốc thoải về phía biển và dốc hơn về phía đồng bằng. Đây là kết quả của quá trình xói mòn do gió biển. Đây cũng là nguyên nhân chính làm xuất hiện các quá trình cát bay, cát nhảy, cát chảy.

Tốc độ gió vùng ven biển lớn cộng với tính chất gắn kết kém của cát đã tạo nên quá trình cát bay, cát chảy vào sâu trong đất liền. Có nơi cát đã vùi lấp đất canh tác màu mỡ, đường giao thông, các công trình dân sinh và bồi lấp các cửa sông. Gió còn tham gia cuốn đi đất mặt của vùng đất xám và bạc màu, phá vỡ cấu trúc tầng mặt, tạo những cơn lốc bụi di chuyển ở vùng đồi thềm. Các đám bụi bị bóc mòn từ nơi này lại tích đọng đến nơi khác dưới dạng bụi “hoàng thổ”.

Cát bay: Gió Tây khô nóng thường xảy ra từ tháng 3 đến tháng 10 nhưng không kéo dài liên tục mà gián đoạn thành nhiều đợt, mỗi tháng trung bình có 1 - 3 đợt, mỗi đợt 3 - 4 ngày, nhiệt độ trung bình những ngày này trên 35oC kết hợp với mặt cát thiếu độ ẩm nghiêm trọng (độ ẩm giảm dưới 55%),

cát nằm trong trạng thái khô kiệt, nhiệt độ bề mặt cao, gặp gió thổi mạnh làm cát bay thành luồng từ chỗ này đến chỗ khác.

**Cát chảy:** Các tháng mùa mưa, do mưa to gió lớn, nước từ các cồn, đụn cát đổ về theo "suối cát" lấp đồng ruộng, nhà cửa của nhân dân. Mỗi năm trung bình bị lấp hàng vài chục ha đất canh tác.

**Cát nhảy :** Khi hạt mưa rơi xuống với động năng lớn (đặc biệt là độ mưa có cường độ cao) làm các hạt cát tách khỏi bề mặt nâng lên cao, gặp gió các hạt cát bị đẩy xuôi theo hướng gió một quãng và rơi xuống dưới dạng "nhảy cóc". Các trận mưa rào vào mùa mưa thường kèm theo gió Đông từ biển thổi vào, làm cho cát di động dần vào nội đồng

Tỷ lệ lượng cát bị dịch chuyển phụ thuộc vào ba yếu tố chính là tốc độ gió, kích thước hạt cát và hàm lượng độ ẩm của cát.

Trên cơ sở phân tích các yếu tố xây dựng mô hình thử nghiệm, phải là vị trí có mặt bằng khu đất sát mép biển và có các cồn cát nhấp nhô, chịu tác động trực tiếp của gió biển, phía sâu hơn ở trong là khu vực dân cư sinh sống và sản xuất. Hiện nay, loài thực vật sinh trưởng được nơi đây là cây phi lao, tra, cỏ lông chông và tù bi biển.



**Hình 6. 1. Địa hình khu vực lựa chọn làm mô hình trình diễn  
xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Địa điểm xây dựng mô hình thuộc thôn Trung Lương, xã Cát Tiến, huyện Phù Cát, tỉnh Bình Định.



**Hình 6. 2. Vị trí xây dựng mô hình**

*(Nguồn: Google Earth)*

### **6.1.2. Điều kiện khu vực liên quan đến giồng cát**

#### **6.1.2.1. Địa hình**



**Hình 6. 3. Địa hình tổng thể khu vực giồng cát xã Cát Tiến**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Địa hình khu vực bố trí mô hình được phân ra làm hai khu vực chính



là: (1) Khu vực giồng cát; (2) Khu vực giồng cát di động.



**Hình 6.4. Địa hình khu vực  
giồng cát**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*



**Hình 6.5. Địa hình khu vực  
giồng cát di động**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Trong khu vực giồng cát chia ra làm hai dạng là giồng cát có độ cao trung bình +4,5m và giồng cát cao với độ cao +8m÷10,5m. Điểm tiếp giáp giữa giồng cát cao và giồng cát thấp là 30m giồng cát có dạng yên ngựa với cao độ thấp nhất là +2,0m. Khu vực yên ngựa này chiếu theo quy hoạch giồng cát thì là khu vực giồng cát không đảm bảo được vai trò như một tuyến đê biển.



**Hình 6.6. Địa hình khu vực giồng cát xã Cát Tiên – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Khu vực đụn cát là các đụn cát di động không ổn định và không đảm bảo được chức năng phòng hộ.



**Hình 6. 7. Giồng cát di động xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

#### **6.1.2.2. Địa chất**



**Hình 6. 8. Khảo sát địa chất tại giồng cát ven biển Cát Tiến**

*(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)*

Thành phần địa chất giồng cát chủ yếu là cát hạt mịn có độ đồng nhất cao được phân bố trên toàn giồng cát. Điều này dễ giải thích bởi các giồng cát được hình thành do gió vận chuyển hạt cát bồi đắp thành. Với chiều sâu khảo sát địa chất lên tới 10m, tuy nhiên thành phần cấp phối hạt và chỉ tiêu cơ lý



đều tương tự nhau.

### **6.1.2.3. Thổ nhưỡng**

Bề mặt thổ nhưỡng trên giồng cát là cát vàng. Ở những khu vực không lộng gió thì cấp độ hạt là hạt nhỏ đến hạt mịn. Ở những khu vực giồng cát nằm trên hướng gió chính do hạt mịn bị gió thổi bay nên bề mặt thổ nhưỡng là cấp hạt thô đến trung bình.



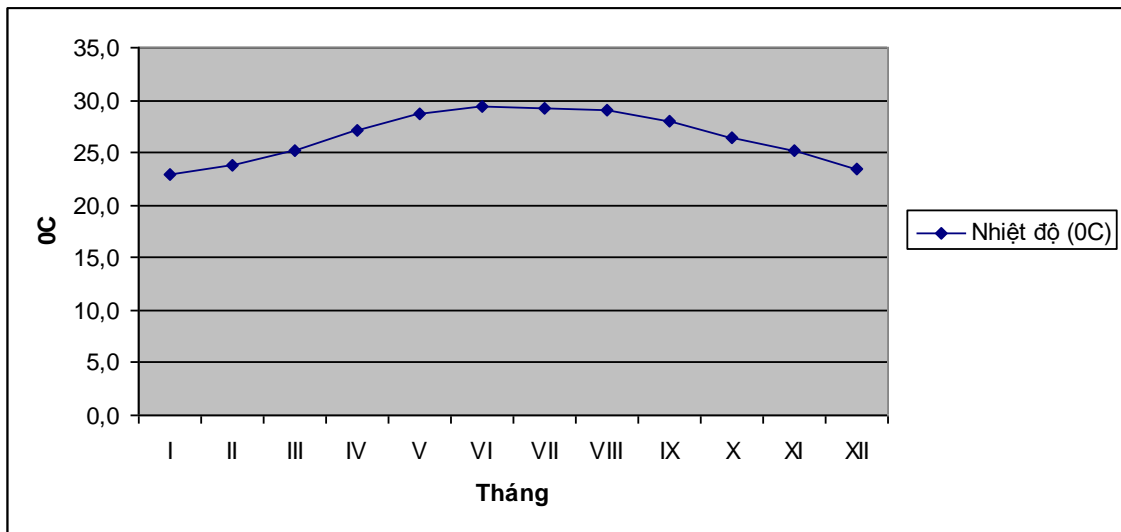
**Hình 6.9. Thổ nhưỡng cát hạt thô ở khu vực hướng gió chính**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)



**Hình 6.10. Thổ nhưỡng cát hạt mịn ở khu vực không chính hướng gió**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

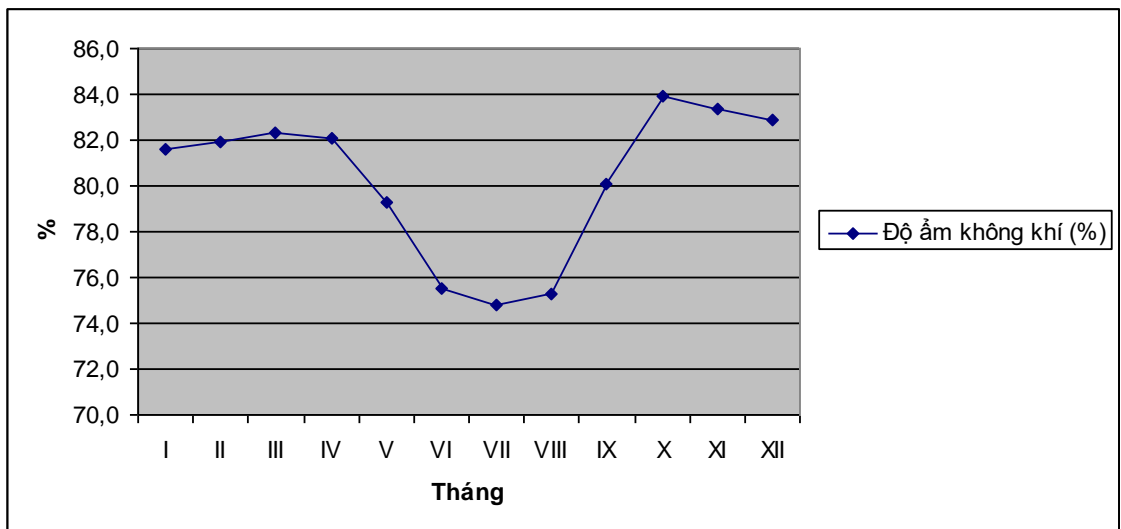
### **6.1.2.4. Khí hậu**

*Chế độ nhiệt:* Vùng ven biển khu vực nghiên cứu có nền nhiệt độ không khí khá cao và có xu hướng tăng dần từ Bắc xuống Nam. Bình Định có khí hậu nhiệt đới gió mùa, tháng nóng nhất là các tháng 6,7,8: Nhiệt độ không khí bình quân trong tỉnh 26,8<sup>0</sup>C, nhiệt độ không khí trung bình lớn nhất 30,8<sup>0</sup>C, nhiệt độ không khí trung bình nhỏ nhất 24,1<sup>0</sup>C.



**Hình 6. 11. Nhiệt độ bình quân tháng của vùng Duyên hải Nam Trung bộ**

- *Độ ẩm*: Do ảnh hưởng bởi dãy Trường Sơn nên thời kỳ gió mùa Tây Nam (tháng 5 ÷ 9) độ ẩm tương đối của không khí vùng ven biển tỉnh Bình Định thấp hơn các mùa khác (71 ÷ 79)%. Độ ẩm trung bình tháng dao động trong khoảng (71 ÷ 86) % và trung bình năm khoảng 80%.



**Hình 6. 12. Độ ẩm không khí bình quân tháng của vùng Duyên hải Nam Trung bộ**

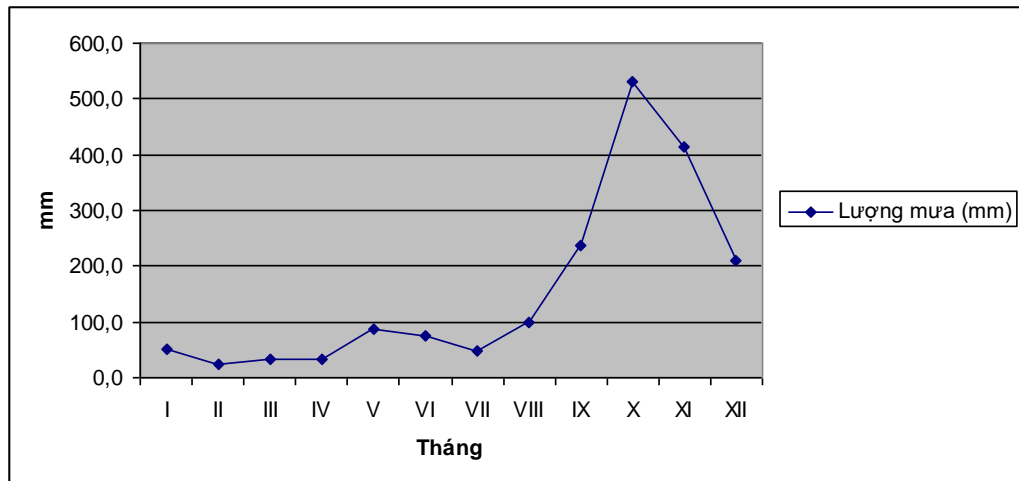
- *Số giờ nắng*: Khu vực nghiên cứu nằm trong khu vực chịu ảnh hưởng của khí hậu ven biển miền Trung nên có số giờ nắng trong năm tương đối lớn. Tổng giờ nắng bình quân trong năm là 2.569 giờ.

- *Bốc hơi*: Lượng bốc hơi ở vùng ven biển là khoảng ( 1000 ÷ 1200 ) mm/năm. Thời gian có lượng bốc hơi cao là từ tháng 5 đến tháng 9, cao nhất là tháng (7÷8) và thấp nhất là tháng 11. Ở phía bắc có lượng bốc hơi cao hơn ở phía nam.

- *Gió*: Khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng của 2 loại gió mùa chính là gió mùa Đông Bắc trong mùa đông và gió mùa Tây Nam trong mùa hè. Tuy nhiên, dưới tác động của điều kiện địa hình ở dải ven biển gió bị biến dạng mạnh, từ tháng 10 đến tháng 2 thường tồn tại gió mùa Đông Bắc. Tốc độ gió trung bình là (2,2 ÷ 3,0) m/s, cực đại có thể đạt (18 ÷ 20) m/s. Khi có bão, tốc độ gió tại đây có thể đạt trên 40m/s. Thời gian từ tháng 3 đến tháng 6 trong năm được coi là mùa chuyển tiếp với gió thịnh hành là gió Đông và Đông Nam. Từ tháng 6 đến tháng 10 gió Tây và Tây Nam thịnh hành, tốc độ trung bình là 1,6÷2,2 m/s, tốc độ tối đa đạt tới (24÷30) m/s. Vào cuối mùa hè (tháng 8), hình thành hệ thống gió Tây mạnh, với tần suất xuất hiện có thể đạt 34,8%. Vào các tháng (9 ÷ 12), do mùa bão và mùa gió Đông bắc trùng nhau, tốc độ gió thường mạnh hơn, cực đại có thể đạt trên 30 m/s, có trường hợp 59m/s.

- *Bão*: Bão trong khu vực nghiên cứu thường xảy ra trong khoảng tháng (9 ÷ 11), tập trung vào tháng 10 khoảng (40%) và tháng 11 (20%). Bão cũng có thể xuất hiện trùng hợp vào các tháng 9-10-11 với tần suất (1÷2) cơn bão trong năm. Khi bão đổ bộ vào đất liền tốc độ gió có thể đạt đến (40÷59)m/giây. Bão không chỉ tác động lên động lực của vùng biển qua yếu tố sóng-gió mạnh mà còn kèm theo cả mưa lớn.

- *Mưa*: Mùa mưa kéo dài từ tháng 9 đến tháng 12, còn mùa ít mưa là từ tháng 1 đến tháng 8. Tổng lượng mưa trung bình khu vực là (1,600 ÷ 1,700) mm/năm. Lượng mưa trong mùa mưa chiếm khoảng (70 ÷ 75) % tổng lượng mưa năm. Trong đó, lượng mưa trong hai tháng giữa mùa mưa (tháng 10, 11) chiếm khoảng (45 ÷ 50) % tổng lượng mưa năm, lượng mưa trong mùa khô chỉ chiếm (2,5 ÷ 5) %.



**Hình 6. 13. Lượng mưa bình quân tháng của vùng duyên hải Nam Trung Bộ**

**6.1.2.5. Hiện trạng một số loài cây phát triển trên giồng cát khu vực mô hình**

Tại khu vực đang tồn tại thảm thực vật ở quanh khu vực xây dựng mô hình, qua khảo sát có một số loài cây ở tầng cây cao là tra (*Coccoloba uvifera*), Phi lao (*Casuarina equisetifolia*), keo lá tràm (*Acacia auriculiformis*); cây bụi mọc sát mặt đất có Tù bi (*Vitex rotundifolia L.*) và cỏ lông chông (*Spinifex littoreus Merr*) là những loài cây có thể phát triển được trong điều kiện trên giồng cát.



**Hình 6. 14. Rừng trồng phi lao phát triển tốt ở mái giồng cát phía lục địa xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)



**Hình 6. 15. Dải cây tra mọc tự nhiên phát triển tốt ở mái giồng cát phía biển xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Ở những khu vực không có thảm thực vật che phủ qua khảo sát thực địa cho thấy trước đây bề mặt giồng cát có rừng phi lao che phủ nên giồng cát ổn định qua nhiều năm. Tuy nhiên, sau này do các hoạt động chặt phá rừng phi lao nên bề mặt giồng cát không còn thảm thực vật che phủ, do vậy hiện tượng cát bay cát chảy diễn ra mạnh vào mùa gió mùa Đông Bắc làm giồng cát ngày càng có xu hướng di chuyển vào sâu phía lục địa.



**Hình 6. 16. Giồng cát bị mất ổn định do chặt phá rừng phi lao xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)



**Hình 6. 17. Giồng cát bị di chuyển dần vào khu dân cư do cát bay, cát nhảy xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

#### 6.1.2.6. Hiện trạng mất ổn định giồng cát

Giồng cát ven biển khu vực xây dựng mô hình mất ổn định ở ba trạng thái: Xói lở chân giồng cát, cát bay cát nhảy vào khu vực dân cư phía sau, giồng cát di động.



**Hình 6. 18. Xói lở chân giồng cát xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)



**Hình 6. 19. Cát bay vào khu dân cư sát chân giồng cát xã Cát Tiến – Phù Cát – Bình Định**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

### **6.1.2.7. Nguồn nước**

Khu vực giồng cát tồn tại hai dạng nguồn nước là nước mặt do mưa và nước ngầm tập trung ở chân giồng cát phía đông.

## **6.2. THIẾT KẾ MÔ HÌNH ỔN ĐỊNH VÀ LIÊN KẾT CÒN CÁT ĐỂ TẠO THÀNH ĐÊ BIÊN TỰ NHIÊN CHO MỘT KHU VỰC ĐIỂN HÌNH CÁT TIỀN – BÌNH ĐỊNH**

### **6.2.1. Đánh giá tổng thể các giải pháp ổn định và liên kết**

#### **6.2.1.1. Đối với giồng cát trung bình**

- Hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy.
- Phủ mặt giồng cát.
- Phủ thảm thực vật ở má, đỉnh giồng cát: trồng cây, cải tạo thổ nhưỡng, cung cấp nước.
- Chống xói lở chân giồng cát.

#### **6.2.1.2. Đối với giồng cát cao**

- Hàng rào hạ độ dốc.
- Phủ thảm thực vật ở má giồng cát: trồng cây, cải tạo thổ nhưỡng, cung cấp nước.

#### **6.2.1.3. Đối với giồng cát thấp**

- Tác động cơ học
- Phủ mặt giồng cát
- Phủ thảm thực vật

#### **6.2.1.4. Đối với giồng cát di động**

- Bẫy cát có định hướng



## **6.2.2. Thiết kế biện pháp phủ mặt tăng ổn định cồn cát**

### **6.2.2.1. Các chỉ tiêu thiết kế**

#### *a) Quy trình qui phạm áp dụng*

- Yêu cầu thiết kế - thi công - nghiệm thu vải Địa kỹ thuật TCVN 9844 – 2012;

- Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 2737 – 1995.

#### *b) Tài liệu tham khảo*

- Nguyễn Ngọc Quỳnh (2012). Nghiên cứu đánh giá thực trạng và giải pháp khoa học ổn định, bảo vệ các dải cồn cát ven biển miền Trung như hệ thống đê biển tự nhiên từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận, báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ.

- Bộ giao thông vận tải (1995), 22TCN, tải trọng và tác động lên công trình thủy,

- Bộ Xây Dựng(1995), TCVN 2737, tải trọng và tác động lên công trình dân dụng,

- Đại học thủy lợi (2002), Giáo trình thiết kế đê và kè,

- Một số nghiên cứu về đặc tính cơ học của Vải địa kỹ thuật của một số tác giả : Hidalgo (1974), Janssen (1981), Đỗ Hữu Đạo (2008),

- Coastal Engineering Manual (CEM-2006) Part-III\_Chap-4\_Wind blown Sediment Transport

#### *c) Tài liệu tính toán*

##### 1. Gió:

- Tải trọng gió gây ra tác dụng với sườn dốc đón gió. Tính toán tải trọng gió theo TCVN 2737-1995.

- Tải trọng do người và các phương tiện cơ giới đi lại trên bề mặt mái Cồn cát. Tính toán theo TCN 22-95

##### 2. Tài liệu địa chất, địa hình khu vực xây dựng

- Dựa vào điều kiện khảo sát, đào hồ phẫu diện, ảnh khảo sát tại hiện

trường vị trí làm hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy.

- Dựa vào kinh nghiệm và các mẫu trong khu vực điều tra, độ dày của lớp cát mịn khoảng 0,2m. Dưới là lớp đất cát có độ cố kết cao hơn. Do xói mòn hoặc bồi đắp lớp đất yếu có thể thay đổi do hiện tượng cát bay, cát nhảy.

#### **6.2.2.2. Cơ sở lựa chọn vật liệu Vải địa kỹ thuật để phủ mặt**

Việc nghiên cứu giải pháp gia cường cho mái dốc đứng đã được nghiên cứu khá nhiều trong các công trình giao thông, thủy lợi, công trình biển... Về kỹ thuật, sẽ làm tăng cường độ cho khối đất, đảm bảo mái dốc ổn định trong các điều kiện tính toán. Về kinh tế, tiết kiệm được khối lượng công việc, vật liệu bảo vệ bề mặt mái. Bên cạnh đó tạo mỹ quan và thân thiện với môi trường. Từ những yêu cầu đó, vải Địa kỹ thuật được nghiên cứu và ứng dụng khá nhiều cho việc gia cố, tăng ổn định cho mái dốc.

Đề đất có cốt phát huy hiệu quả thì cốt phải tương tác với đất để tiếp thu những ứng suất và biến dạng thường gây phá hoại trong đất không có cốt. Cơ chế của sự phát sinh tương tác phụ thuộc vào các đặc trưng của đất (cả đất nền tự nhiên và đất đắp), các đặc trưng của cốt và quan hệ giữa hai nhóm đặc trưng này. Khi đất và cốt làm việc (tương tác đất/cốt) sẽ xảy ra hai sự phá hoại. Thứ nhất là trạng thái phá hoại về trượt thường là phá hoại đứt cốt và phá hoại neo bám giữa đất với cốt (ma sát giữa đất với cốt). Trạng thái giới hạn thứ hai là trạng thái sử dụng, xảy ra trong quá trình sử dụng, biến dạng của khối đất có cốt hoặc biến dạng của cốt vượt quá giới hạn quy định.

Khi tải trọng được truyền từ đất vào cốt thì cơ chế truyền tải từ đất vào cốt và ngược lại thực hiện thông qua sức neo bám đất/cốt. Đối với đất kém dính, sức neo bám này là do ma sát đất/cốt phụ thuộc vào đất, cốt và mức độ thô nhám trên bề mặt của nó. Còn đối với đất dính, sức neo bám này chính là lực dính giữa cốt với đất. Sự liên kết giữa các hạt đất với các kẽ hở của lưới cốt có thể xuất hiện, khi đó sức neo bám có thể bị không chế bởi độ bền kháng cắt với đất ở chỗ cách mặt tiếp xúc đất cốt một khoảng cách nhỏ. Độ



lớn của sức neo bám này bị chi phối bởi đặc tính tương quan của đất và cốt, cụ thể là độ bền kháng cắt của đất và độ nhám bề mặt của cốt. Sự tương tác giữa cốt mềm với đất là sự tiếp thu lực kéo dọc trục. Để tăng khả năng chịu tải kéo và để tiện thi công các cốt mềm được đặt nằm ngang trong tường, trong mái dốc và dưới nền đắp trùng với trục biến dạng kéo chính trong đất không có cốt. Các lực dọc trục tiếp thu bởi cốt mềm được xác định theo phương pháp tĩnh, do đó, khi tính toán thiết kế, ta phải xác định các lực kéo dọc trục mà cốt phải tiếp nhận ở vùng chủ động và sự phân bố chúng vào vùng kháng

Theo kết quả nghiên cứu cơ chế làm việc của nền đất bão hòa nước đất sét có cốt vải Địa kỹ thuật (ĐKT) và nền cát có cốt rào ĐKT của GS. Fumio Tasuaka và nnk, thí nghiệm bàn nén với nền cát bão hòa nước có đặt cốt vải ĐKT của Sakti và Das, hay nghiên cứu hướng dẫn tính toán thiết kế công nghệ đất có cốt vải ĐKT như Schmertmann và nnk,... đã cho thấy vải ĐKT chứng tỏ sự phù hợp với các đặc tính cơ lý của nó. Vải ĐKT có thể sử dụng để làm cốt gia cố, giảm được khối lượng xây dựng, tăng cố kết, ổn định mái bề mặt. Do đó, chúng tôi lựa chọn vải ĐKT để thiết kế phủ mặt, tăng ổn định cho Cồn cát.

Với tuổi thọ thường kéo dài 30-80 năm (tùy từng loại). Vải Địa kỹ thuật là loại vật liệu lý tưởng cho việc phủ mặt ổn định Cồn cát. Tầm phủ mặt được thiết kế là 1 lớp vải địa phủ lên bề mặt, chúng được cố định lại trên bề mặt Cồn cát bằng các cọc ghim bằng tre cách đều nhau 0,5m, có thể các nẹp ván gỗ để tạo tác dụng liên kết các cọc tre ghim để tấm vải phủ mặt được cố định chặt trên bề mặt Cồn cát, chắn gió tiếp xúc với các hạt cát nhỏ, tạo ma sát với những hạt cát có đường kính lớn khi bị bay, lăn ngang qua, tác dụng chống cát bay cát nhảy. Đối với các mái dốc lớn, dễ xảy ra cát chảy, xói mòn. Vải địa được sử dụng tạo cốt gồm nhiều lớp, tạo cho cốt neo bám thích hợp và có độ cứng chống kéo thích hợp, đủ khả năng chống trượt mái.

Thiết kế sử dụng vải địa kỹ thuật. Các thông số kỹ thuật được sử dụng là giá trị thực nghiệm như ở bảng 4.

**Bảng 6. 1. Thông số kỹ thuật nhỏ nhất của vải địa kỹ thuật**

Tham số	Đơn vị	Thông số tối thiểu
Cường độ chịu kéo	KN/m	8
Độ giãn kéo đứt	%	75/35
Năng lượng chịu kéo	KN/m	2,2
Cường độ chọc thủng CBR	N	1175



**Hình 6. 20. Hình ảnh vải địa dùng trong tính toán**

(Nguồn: <http://vaidiakythuatvietnam.com>)

### 6.2.2.3. Thiết kế sơ bộ

a) Đối với mái Cồn cát độ dốc nhỏ, không bị ảnh hưởng bởi sóng biển

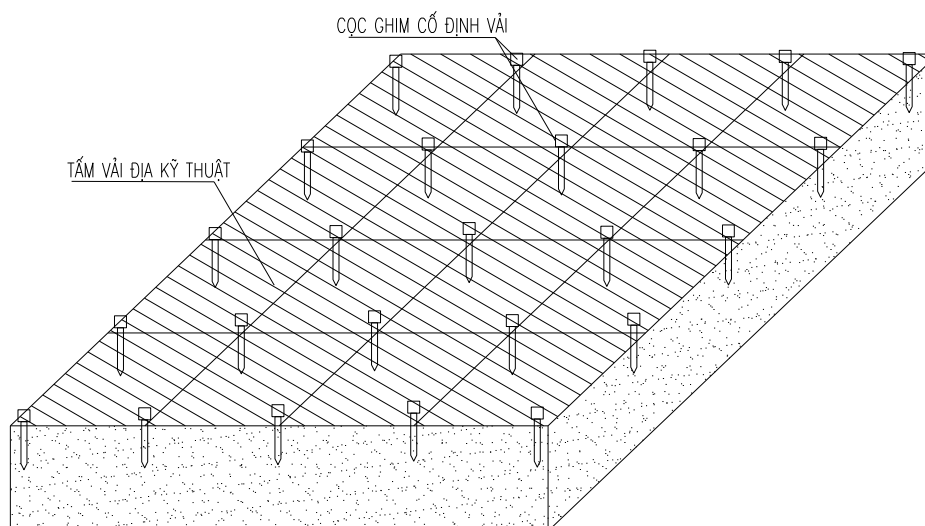
Mục đích phủ mặt đối với loại mái Cồn cát này là ngăn chặn, hạn chế tình trạng cát bay, cát nhảy khi gặp các cơn gió có tốc độ lớn hơn 6m/s thổi qua. Tấm phủ mặt được thiết kế sơ bộ gồm 1 tấm vải địa kỹ thuật trải phẳng trên mái Cồn cát không có vật che chắn và được ghim chắc vào mái bằng các cọc tre dài 50cm. Trong thiết kế sơ bộ chúng tôi đưa ra 3 loại vải địa khác

nhau để xác định xem loại hợp lý nhất trong các điều kiện ở Việt Nam. Trong thiết kế sơ bộ đưa ra 3 phương án xây dựng phủ mặt Cồn cát

**Bảng 6. 2. Các phương án xây dựng**

PA1	Vải địa kỹ thuật không dệt
PA2	Vải địa kỹ thuật dệt
PA3	Vải địa kỹ thuật phức hợp

Biện pháp phủ mặt được thiết kế là 1 tấm vải địa trải trên bề mặt Cồn cát, các cọc ghim dài 50cm được vót nhọn 1 đầu có tác dụng ghim chặt vải địa vào đất, khoảng cách giữa các cọc ghim khoảng 0,5m.



**Hình 6. 21. Hình mô tả biện pháp phủ mặt ở mái có độ dốc nhỏ**

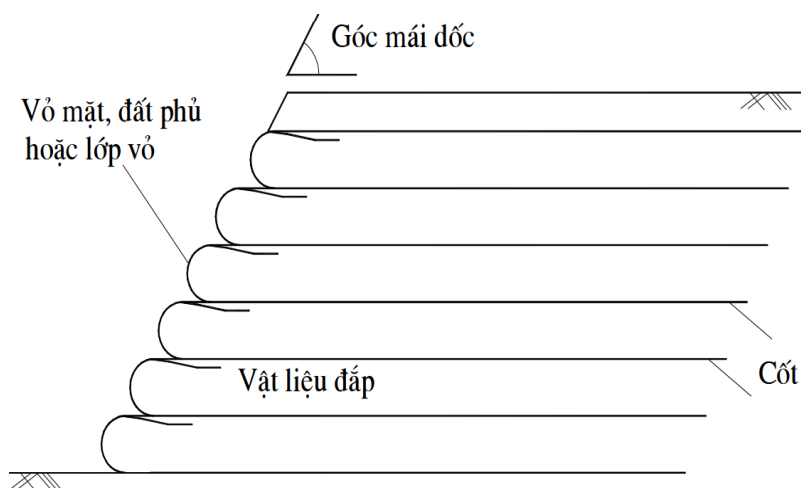
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

b) Đối với mái Cồn cát độ dốc lớn, có thể bị ảnh hưởng bởi sóng biển

Với loại mái Cồn cát có độ dốc lớn, nếu là vùng bị tác động của sóng biển rất dễ gây ra xói mòn gây sạt lở, hoặc ngược lại bị khô hạn quá mức thì dễ gây ra hiện tượng cát chảy dẫn tới mất ổn định kéo theo các vấn nạn về cát bay, cát nhảy. Từ thực tế đó, thiết kế phủ mặt cho loại mái Cồn cát này thì sử dụng các tấm Vải địa kỹ thuật tạo cốt cho mái dốc. Vì mái dốc lớn về cơ bản sẽ có 2 vùng riêng biệt: vùng chủ động và vùng kháng trượt (vùng bị động). Nếu bị tác động của sóng hoặc tải trọng phía trên, vùng chủ động sẽ dễ mất ổn

định, dịch ra phía trước và trượt, chảy xuống. Do đó, thiết kế sẽ đặt các tấm vải địa kỹ thuật tạo cốt ngang qua 2 vùng, cốt có thể làm cho vùng chủ động ổn định.

Thiết kế sơ bộ, sử dụng các tấm vải địa đào và đặt ngang theo mặt phẳng với một đoạn thừa ra ngoài để bọc và cuộn lên trở vào phía trong lòng, dùng đất đắp lên, đầm nén trên cốt phù hợp với chỉ tiêu cơ lý thiết kế, sau đó cuộn phần cuối của cốt lật vào phía trong đất đắp để bọc cuộn đất. Kéo căng phần cốt bọc cuộn để giữ chặt chân và bề mặt mái Còn cát (thi công từ dưới lên trên).



**Hình 6. 22. Sơ đồ bố trí vải địa kỹ thuật nhằm ổn định mái Còn cát**  
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Trong tính toán thiết kế cũng đưa ra thiết kế với 3 loại vải địa kỹ thuật:

**Bảng 6. 3. Các phương án xây dựng**

PA1	Vải địa kỹ thuật không dệt
PA2	Vải địa kỹ thuật dệt
PA3	Vải địa kỹ thuật phức hợp

#### 6.2.2.4. Tải trọng tác dụng

Tải trọng tác dụng lên hàng rào chắn gió bao gồm: Tải trọng do gió gây ra đây là tải trọng chính tác dụng lên hàng rào, tải trọng do người trong quá trình thi công, việc tính toán các tải trọng tác dụng lên hàng rào chắn gió

theo các tiêu chuẩn, quy chuẩn hiện hành đang áp dụng ở Việt Nam. Ngoài các tải trọng trên còn có tải trọng ngang do áp lực đất tuy nhiên tải trọng này là tải trọng tạm thời ngắn hạn nên không đưa vào tính toán.

*a) Tải trọng gió*

Mái Cồn cát chịu tác dụng trực tiếp của áp lực gió gây ra, lực tác dụng do gió tác dụng lên mái dốc. Theo tiêu chuẩn TCVN 2737 (1995), tải trọng tác dụng.

$$W=W_0 \cdot k \cdot c \cdot D \cdot n$$

Trong đó:

W: giá trị của áp lực gió

$W_0$  lấy Theo bản đồ phân vùng phụ lục D tra trong bảng 4 (TCVN 2737 – 1995)

k: hệ số tính đến sự thay đổi của áp lực gió theo độ cao lấy theo bảng 5 (TCVN 2737 – 1995), coi như mái dốc thẳng đứng chiều cao 7-10m. Tương ứng với nhà cao 10.2m nằm trong vùng địa hình dạng A thì lấy  $k = 1.18$ .

c: hệ số khí động lấy theo bảng 6 (TCVN 2737 – 1995)

D: bề rộng mặt đón gió

n: hệ số độ tin cậy của tải trọng gió  $n = 1.2$

*b) Tải trọng do người và phương tiện đi lại trên mái gây ra*

Trong quá trình thi công hàng rào, tải trọng do người và máy thi công được xác định theo TCVN 272-05.

**6.2.2.5. Tính toán chi tiết cho trường hợp phủ mặt ổn định mái dốc lớn**

*a) Tính toán khả năng ảnh hưởng của góc ma sát trong tới ổn định mái dốc*

Bảng 7.4 là giá trị trung bình chỉ tiêu cơ lý của đất cát sẽ được lấy làm cơ sở cho việc tính toán. Với mục đích như đã nêu, thiết kế chỉ tập trung nghiên cứu mái dốc đứng có góc nghiêng phổ biến là  $\alpha = 75^0$ . Theo tiêu chuẩn thiết kế đập đất đầm nén 157 – 2005 đối với đập đất, chiều cao đập từ

10 – 15 m nên bố trí 1 cơ. Đối với mái dốc đang nghiên cứu với độ cao quá lớn (10 – 15m) mà phải làm cơ sẽ không xét tới, vì chiều cao này sẽ khó khăn cho việc thi công bằng cốt vữa địa kỹ thuật. Cụ thể chỉ xét các loại mái dốc có chiều cao tối đa khoảng từ 7 – 11m, giá trị chiều cao mái dốc được đưa vào tính toán là  $H = 7\text{m}$ ,  $H = 9\text{m}$  và  $H = 11\text{m}$ . Căn cứ vào bảng 4 để lấy các chỉ tiêu cơ lý đại diện, cụ thể là xét các yếu tố ảnh hưởng của góc ma sát trong  $\phi$ . Ở đây tác giả chọn các giá trị thay đổi là  $\phi = 100$ ,  $\phi = 150$ ,  $\phi = 200$ , lực dính  $C = 15\text{ kN/m}^2$  (căn cứ vào bảng 4, lấy giá trị lực dính  $C$  thiên về an toàn) và dung trọng tự nhiên  $\gamma = 18,5\text{ KN/m}^3$

Theo số liệu thống kê thi Công cát ven biển ở nước ta nói chung có các chỉ tiêu cơ bản như bảng 6.4.

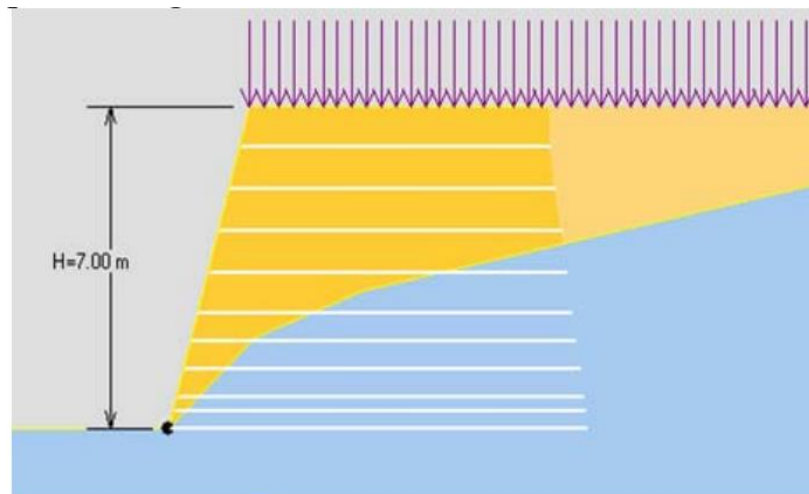
**Bảng 6. 4. Giá trị trung bình của các chỉ tiêu cơ lý của cát**

Loại đất	Dung trọng ướt $\text{g/cm}^3$	Dung trọng khô $\text{g/cm}^3$	Hệ số rỗng $n$ (%)	Lực dính $C\text{ kG/cm}^3$	Góc ma sát trong $\Phi^0$	Hệ số thấm $K\text{ cm/s}$
Cát	1,8	1,65	50	0,05	20	$4,3 \times 10^{-3}$

Các giả thiết để lập sơ đồ tính toán: mái là vật liệu đồng nhất, áp lực đất chủ động và bị động tính toán dựa trên lý thuyết Culumb

Các thông số tính toán thiết kế được phân tích cho trường hợp mái dốc trên nền đất tương đối tốt có  $\phi = 20^0$ ,  $C = 5\text{ kN/m}^2$  và  $\gamma = 18\text{ KN/m}^3$ ; tải trọng hoạt tải trên đỉnh dốc tải trọng  $q = 20\text{kN/m}^2$ . Các trường hợp tính toán: Trường hợp mái dốc vừa thi công xong, trường hợp có mực nước ngầm do mưa kéo dài, trường hợp có động đất. Hình 4. Sơ đồ tính toán với  $H = 7\text{m}$ . Trong khuôn khổ báo cáo, tác giả chỉ giới thiệu kết quả tính toán với trường hợp có mực nước ngầm do mưa kéo dài, đây cũng là trường hợp hay gặp trong thực tế. Sử dụng phần mềm ReSlope(4.0) để tính toán. Đây là phần

mềm chuyên dụng của công ty ADAMA-Engineering Hoa Kỳ dùng để thiết kế mái dốc đứng (góc dốc  $450 \leq \beta \leq 900$ ) của công trình đất, khi có sử dụng cốt địa kỹ thuật để tăng ổn định cho công trình. Chương trình có khả năng mô phỏng mái dốc công trình đất khi chịu tải trọng trên mái, trên cơ hay trên đỉnh mái và cũng xét tới tải trọng động đất. Vật liệu cốt sử dụng có thể là vải địa kỹ thuật, lưới nhựa địa kỹ thuật hay lưới thép địa kỹ thuật. Chương trình ứng dụng lý thuyết ổn định mái dốc của Bishop (Phương pháp trượt cung tròn) và lý thuyết của Spencer (Trượt nêm). Kết quả tính toán cho phép xác định ổn định tổng thể của mái dốc, ổn định cục bộ (kéo tụt cốt hoặc đứt cốt), lựa chọn khoảng cách đặt cốt tối ưu cho từng lớp cốt, tính tổng khối lượng cốt đã sử dụng và giá thành của nó.



**Hình 6. 23. Sơ đồ tính với mái dốc H = 7m**

**Bảng 6. 5. Ảnh hưởng của góc ma sát trong đến ổn định mái dốc**

Chiều cao tường	Góc ma sát $\phi$	Số lớp cốt	Chiều dài cốt lớn nhất(m)	Chiều dài cốt nhỏ nhất(m)	Chiều dài cốt trung bình(m)	Hệ số ổn định tổng thể $F_s$	Số lớp có hệ $F_s < 1.3$	Kết luận
H = 7m	10	16	14.58	9.91	12.24	3.15	1	Mất ổn định cục bộ
	15	14	9.68	6.92	8.3	1.76	0	Ổn định tổng thể
	20	11	6.73	4.74	5.73	1.67	0	Ổn định tổng thể
H = 9m	10	22	21.17	14.11	17.64	2.7	6	Mất ổn định cục bộ
	15	20	13.75	9.66	11.71	2.3	2	Mất ổn định cục bộ
	20	18	9.34	6.4	7.87	1.71	0	Ổn định tổng thể
H = 11m	10	29	26.97	18.13	22.55	1.91	13	Mất ổn định cục bộ
	15	27	17.67	12.3	14.96	2.63	7	Mất ổn định cục bộ
	20	25	11.79	8.46	10.12	1.88	0	Ổn định tổng thể

Có nhiều nguyên nhân gây ra trượt lở đất sườn dốc, một trong những nguyên nhân là do hệ số mái dốc quá lớn, mưa lớn và liên tục làm giảm lực kháng cắt của đất đá. Bảng 5 đã thể hiện rằng mái dốc có độ dốc càng cao, góc ma sát càng nhỏ thì càng dễ bị mất ổn định, điều này phù hợp với thực tế hay xảy ra. Khi gia cố mái dốc đứng bằng vải địa kỹ thuật, có nhiều trường hợp vẫn bảo đảm ổn định tổng thể nhưng vẫn mất ổn định cục bộ (trường hợp cốt bị tuột, bị đứt), trường hợp này cần phải chú ý khi tính toán thiết kế. Bảng 5 mới dừng lại tính toán các giá trị thay đổi như chiều cao mái dốc, góc ma sát và sức bền của vải.

*b) Tính toán bố trí cốt về số lượng cốt, chiều dài cốt, khoảng cách giữa các cốt*

Vì chưa có một tiêu chuẩn nào chỉ dẫn thiết kế cho biện pháp này nên tác giả sử dụng phương pháp thử dần và kinh nghiệm để so sánh ảnh hưởng của cách bố trí cốt tới độ ổn định mái Cồn cát. Mái dốc được giả thiết có chiều cao 7m, góc mái dốc  $\beta=75^\circ$ , Tải trọng trên đỉnh mái là 20 kN/m<sup>2</sup>, các tính chất cơ lý của đất lấy như bảng ..., góc ma sát trong có  $\phi = 20^\circ$ ,  $C = 5$  kN/m<sup>2</sup> và  $\gamma = 18$  KN/m<sup>3</sup>. Tính toán với 3 loại vải địa kỹ thuật dệt, không dệt và phức hợp.



**Bảng 6. 6. Kết quả tính toán với 3 loại vải địa kỹ thuật**

Loại vải địa	Số lớp cốt	Chiều dài cốt lớn nhất	Chiều dài cốt nhỏ nhất	Chiều dài cốt trung bình	Hệ số ổn định tổng thể $F_s$	Số lớp có hệ số $F_s < 1,3$	Kết luận
Không dệt	11	6,7	4,7	5,7	1,71	0	Ổn định
Dệt	9	6,7	4,5	5,6	1,70	0	Ổn định
Phức hợp	8	6,5	4,3	5,4	1,68	0	Ổn định

Kết quả tính toán thông qua phần mềm ReSlope (4.0) cho kết luận mái dốc đảm bảo ổn định tổng thể ( $F_s = 1,71$  ứng với vải ĐKT không dệt và  $F_s = 1,70$  ứng với vải ĐKT dệt và  $1,68$  ứng với vải ĐKT phức hợp) và không bị tụt cốt. Như vậy, khi dựa vào đặc tính cơ lý của loại đất cát và thử dần các kết quả để bố trí cốt địa cho công trình đảm bảo ổn định.

#### **6.2.2.6. Kết luận**

Qua so sánh kinh tế và kỹ thuật của 3 phương án sử dụng các loại vải địa khác nhau nhằm phủ mặt, ổn định Cồn cát kiến nghị chọn phương án 1 – Sử dụng Vải địa kỹ thuật không dệt bởi độ bền và hiệu quả đạt được đối với mục đích hạn chế cát bay, cát nhảy và ổn định các mái Cồn cát có độ dốc lớn là gần như tương đương nhau. Trong khi đó, sử dụng loại vải địa kỹ thuật không dệt có giá thành nhỏ nhất sau khi dự toán tất cả các chi phí.

#### **6.2.3. Thiết kế hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy**

Theo Nguyên lý xây dựng hàng rào chắn gió là giảm lưu tốc gió Theo Coastal Engineering Manual (CEM-2006) Part-III, Hàng rào chắn gió có chiều cao bằng 1m. trong thiết kế sơ bộ chúng tôi đưa ra 3 loại chiều cao khác nhau để xác định xem chiều cao hợp lý nhất trong các điều kiện ở Trung Bộ.

Trong thiết kế sơ bộ đưa ra 3 phương án xây dựng hàng rào chắn gió

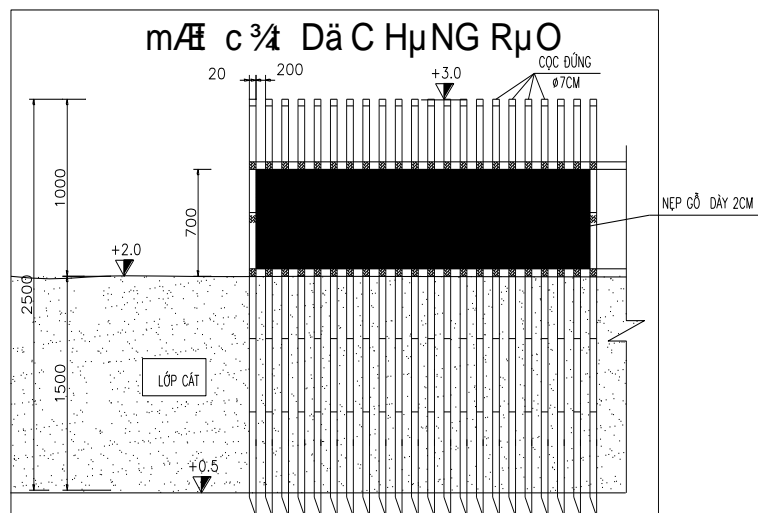
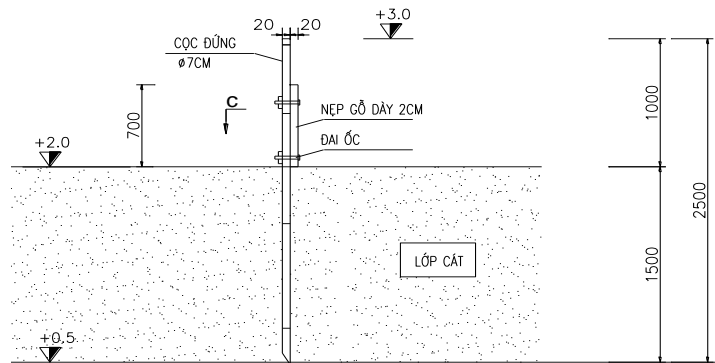
bảng 6.7.

**Bảng 6. 7. Các phương án xây dựng hàng rào chắn gió**

PA1	d=1,0	m
PA2	d=1,2	m
PA3	d=1,5	m

Hàng rào được thiết kế bởi một hàng cọc tre, khoảng cách giữa các cọc tre khoảng 0,3m, các nẹp ván gỗ được sử dụng để làm nẹp ngang có tác dụng liên kết các cọc tre đứng, chắn gió chống cát bay cát nhảy, để liên kết giữa các cọc tre đứng và nẹp ván gỗ sử dụng các bu lông và đai ốc để liên kết

**m $\frac{1}{4}$  c $\frac{3}{4}$  NGANG HẸP NG RẪU**



**Hình 6. 24. Sơ đồ kết cấu hàng rào thiết kế**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

### **6.2.3.1. Tải trọng tác dụng**

Tải trọng tác dụng lên hàng rào chắn gió bao gồm: Tải trọng do gió gây ra đây là tải trọng chính tác dụng lên hàng rào, tải trọng do người trong quá trình thi công, việc tính toán các tải trọng tác dụng lên hàng rào chắn gió theo các tiêu chuẩn, quy chuẩn hiện hành đang áp dụng ở Việt Nam. Ngoài các tải trọng trên còn có tải trọng ngang do áp lực đất tuy nhiên tải trọng này là tải trọng tạm thời ngắn hạn nên không đưa vào tính toán.

#### *a) Tải trọng gió*

Hàng rào chắn gió chịu tác dụng trực tiếp của áp lực gió gây ra, lực tác dụng do gió tác dụng lên hàng rào. Theo tiêu chuẩn TCVN 2737 (1995), tải trọng tác dụng.

$$W=W_o \cdot k \cdot c \cdot D \cdot n \quad (1)$$

Trong đó:

W: giá trị của áp lực gió

$W_o$  lấy theo bản đồ phân vùng phụ lục D tra trong bảng 4 (TCVN 2737 – 1995)

k: hệ số tính đến sự thay đổi của áp lực gió theo độ cao lấy theo bảng 5 (TCVN 2737 – 1995)

Với nhà cao 10.2m nằm trong vùng địa hình dạng A thì  $k = 1.18$ .

c: hệ số khí động lấy theo bảng 6 (TCVN 2737 – 1995)

D: Đường kính cọc tre, gỗ

n: hệ số độ tin cậy của tải trọng gió  $n = 1.2$

#### *b) Tải trọng do người và máy thi công*

Trong quá trình thi công hàng rào, tải trọng do người và máy thi công được xác định theo TCVN 272-05.

### **6.2.3.2. Tính toán chi tiết**

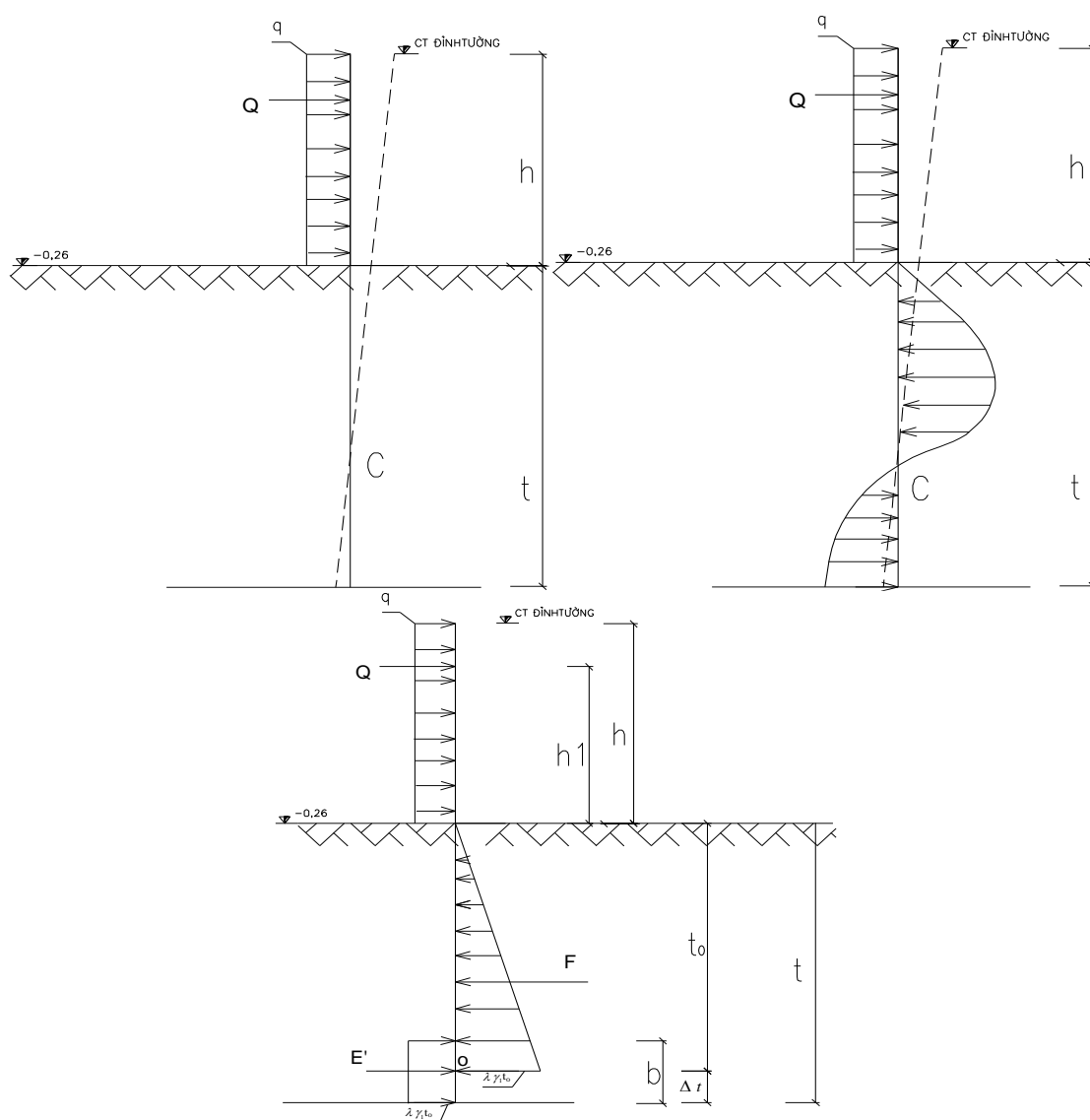
#### *a) Tính toán ổn định của hàng rào chắn gió:*

Dưới tác dụng của áp lực ngang do gió gây ra dưới chân cọc sẽ xuất

hiện phản lực để cân bằng, cọc sẽ giữ ổn định khi các phản lực này chưa vượt qua sức chịu tải xô ngang của đất nền. nếu điều kiện này không đảm bảo thì cọc tre mất ổn định cần phải tăng chiều sâu đóng cọc hoặc tăng mật độ cọc tre. Các giả thiết để lập sơ đồ tính toán: cọc là vật liệu đồng nhất, áp lực đất chủ động và bị động tính toán dựa trên lý thuyết Culumb.

Xác định chiều sâu đóng cọc theo điều kiện ổn định của cọc

Sơ đồ tính toán xác định chiều sâu đóng cọc theo 3 phương án như hình 6.25.



**Hình 6. 25. Sơ đồ tính toán chiều sâu đóng cọc**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Trên hình biểu thị sơ đồ lực tác dụng thực tế lên cọc, trong đó  $Q$ ,  $q$  là tải trọng do gió gây ra tác dụng lên cọc,  $h$  là chiều cao của hàng rào tới mặt nền. Trên một phần cọc đóng xuống đất dưới tác dụng tải trọng ngang  $Q$ ,  $q$ , phản lực đất nền gồm 2 phần: Phần phía trên điểm  $C$  có chiều ngược với chiều của  $Q$ ,  $q$  và phần phía dưới của điểm  $C$  có chiều cùng chiều với  $Q$ ,  $q$ . Tuy nhiên rất khó xác định điểm xoay  $C$  nên trong tính toán sử dụng sơ đồ gần đúng như trên hình để tính toán.

Phần phản lực ngược chiều với  $Q$  và  $q$  phân bố tuyến tính đến độ sâu  $t_0$  có cường độ lớn nhất là  $\lambda \gamma_1 t_0$

Trong đó

$\lambda$ : hệ số áp lực đất  $\lambda = \lambda_b - \lambda_c$ ;  $\lambda = \lambda_b - \lambda_c = 1,15 - 0,87 = 0,28$

$\lambda_b$ : hệ số áp lực đất bị động  $\lambda_b = tg^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2})$ ,  $\lambda_b = tg^2(45^\circ + \frac{4}{2}) = 1,15$

$\lambda_c$ : hệ số áp lực đất chủ động  $\lambda_c = tg^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2})$ ,  $\lambda_c = tg^2(45^\circ - \frac{4}{2}) = 0,87$

$\varphi$ : góc ma sát trong của đất nền,  $\varphi = 8^\circ$

$\gamma_1$ : trọng lượng riêng của đất nền,  $\gamma_1 = 7,6 \text{ KN/m}^3$

Hợp lực của thành phần này là:

$$F = \lambda \gamma_1 t_0^2 / 2$$

Phản lực cùng chiều với  $Q$  và  $q$  coi như phân bố đều trên đoạn cuối của cọc, có cường độ bằng  $\lambda \gamma_1 t_0$ , có hợp lực bằng  $E' = \lambda \gamma_1 t_0 b$ , điểm đặt tại  $O$  ở độ sâu  $t_0$ , Các phương trình cân bằng tĩnh học của hệ trên hình là

Phương trình hình chiều lên phương ngang là:

$$F = Q + qh + E'$$

Từ đó  $E' = F - (Q + qh)$

Phương trình momen với điểm  $O$

$$F * \frac{t_0}{3} - Q(h_1 + t_0) - qh(h/2 + t_0) = 0$$

thay  $F = \lambda \gamma_1 t_0^2 / 2$

Biến đổi từ đó ta được

$$t_0^3 \lambda \frac{\gamma_1}{6} - (Q+qh)t_0 - (Qh_1 + q \frac{h^2}{2}) = 0$$

Giải phương trình ta xác định được  $t_0$ , ứng với 3 phương án

**Bảng 6. 8. Xác định chiều sâu  $t_0$  ứng với 3 phương án**

	PA1	PA2	PA3
h	1,0	1,2	1,5
$t_0$	1,5	2,3	3,5

Thay  $t_0$  vào phương trình  $E' = F - (Q+qh)$  ta xác định được  $E'$ , từ đó xác định được b

$$\lambda \gamma_1 t_0 b = \lambda \gamma_1 t_0^2 / 2 - (Q+q^*h)$$

$$b = 0,5t_0 - (Q+q^*h) / (\lambda \gamma_1 t_0)$$

Thay  $t_0$  và h ứng với 3 phương án ta xác định được b với 3 phương án như sau

**Bảng 6. 9. Xác định b với 3 phương án**

	PA1	PA2	PA3
h	1,0	1,2	1,5
$t_0$	1,5	2,3	3,5
b	0,53	0,55	0,60

Chiều sâu đóng cọc yêu cầu theo 3 phương án như sau

$$t = t_0 + b/2$$

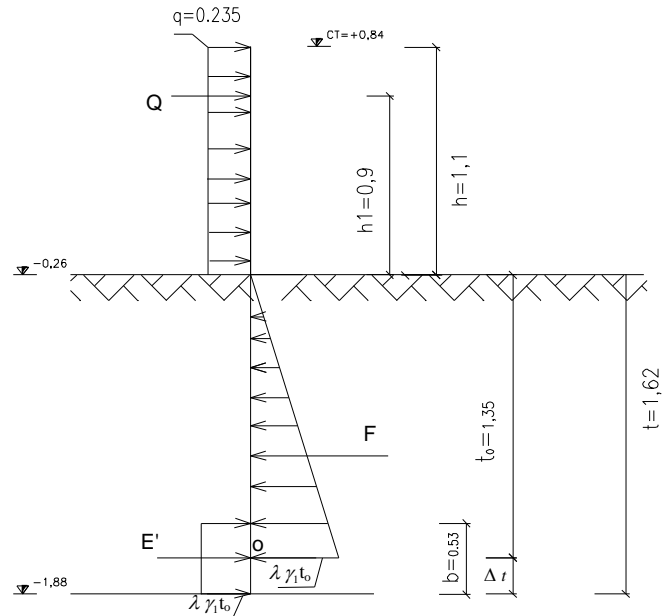
ứng với 3 Phương án ta xác định được chiều sâu đóng cọc là:

**Bảng 6. 10. Xác định chiều sâu đóng cọc theo 3 phương án**

	PA1	PA2	PA3
h	1,0	1,2	1,5
$t_0$	1,5	2,3	3,5
b	0,53	0,55	0,60
t	1,77	2,58	3,80

L=h+t (chiều dài cọc )	2,77	3,78	5,30
------------------------	------	------	------

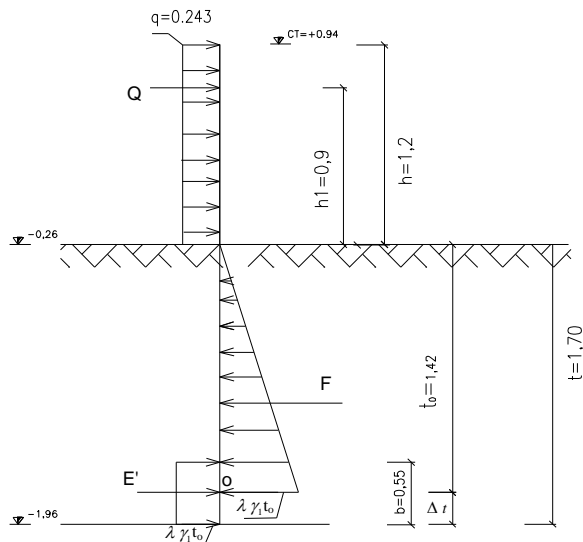
Ta có sơ đồ xác lực tác dụng lên cọc theo 3 phương án ứng với chiều sâu đóng cọc như hình vẽ 6.26.



**Hình 6. 26. Sơ đồ lực tác dụng lên cọc phương án 1**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

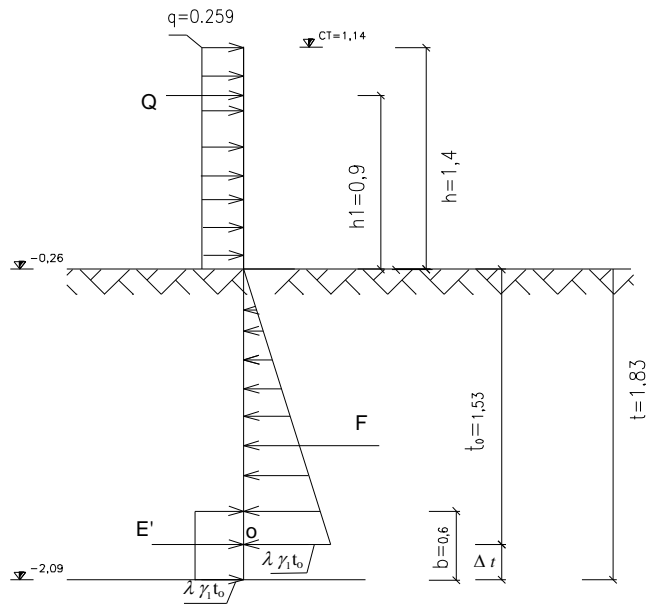
Sơ đồ lực tác dụng lên cọc phương án 2 hình 6.27



**Hình 6. 27. Sơ đồ lực tác dụng lên cọc phương án 2**

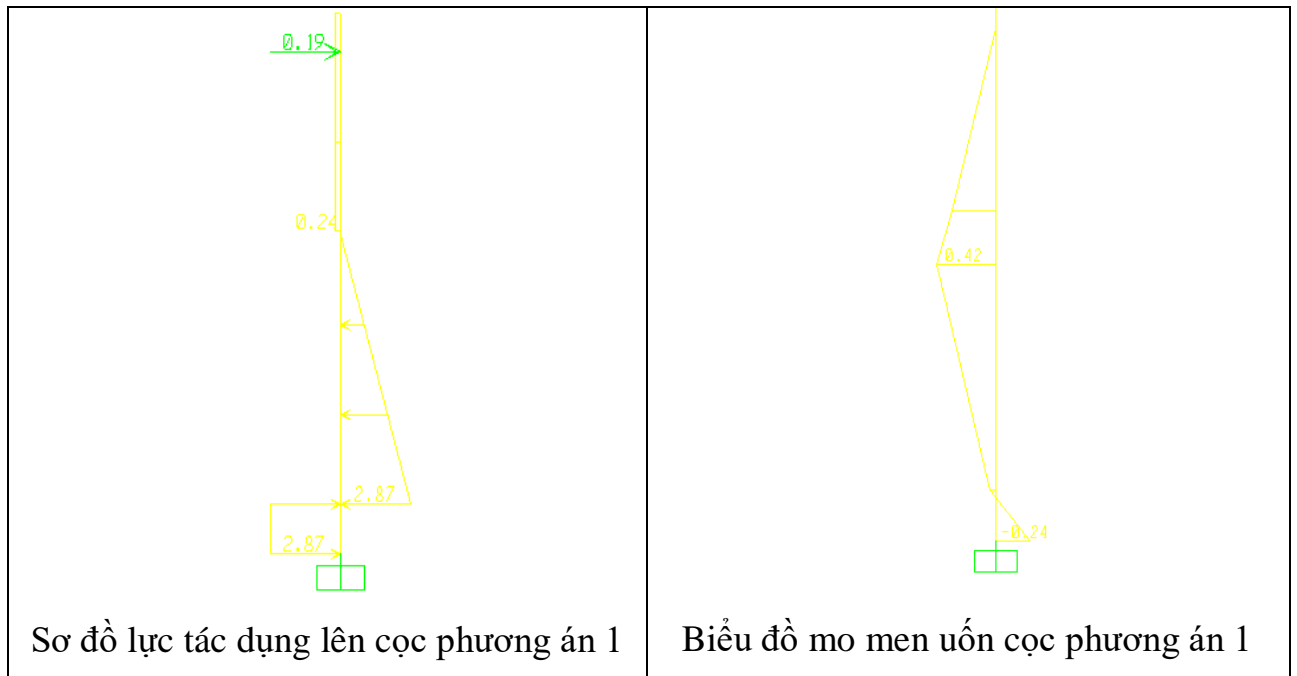
(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Sơ đồ lực tác lên cọc phương án 3 hình 6.28



**Hình 6.28. Sơ đồ lực tác lên cọc phương án 3**

Từ các sơ đồ lực như hình 4, hình 5, hình 6 trên ta vẽ biểu đồ nội lực để xác định mô men uốn ngang của cọc với từng phương án bằng phần mềm sap 2000

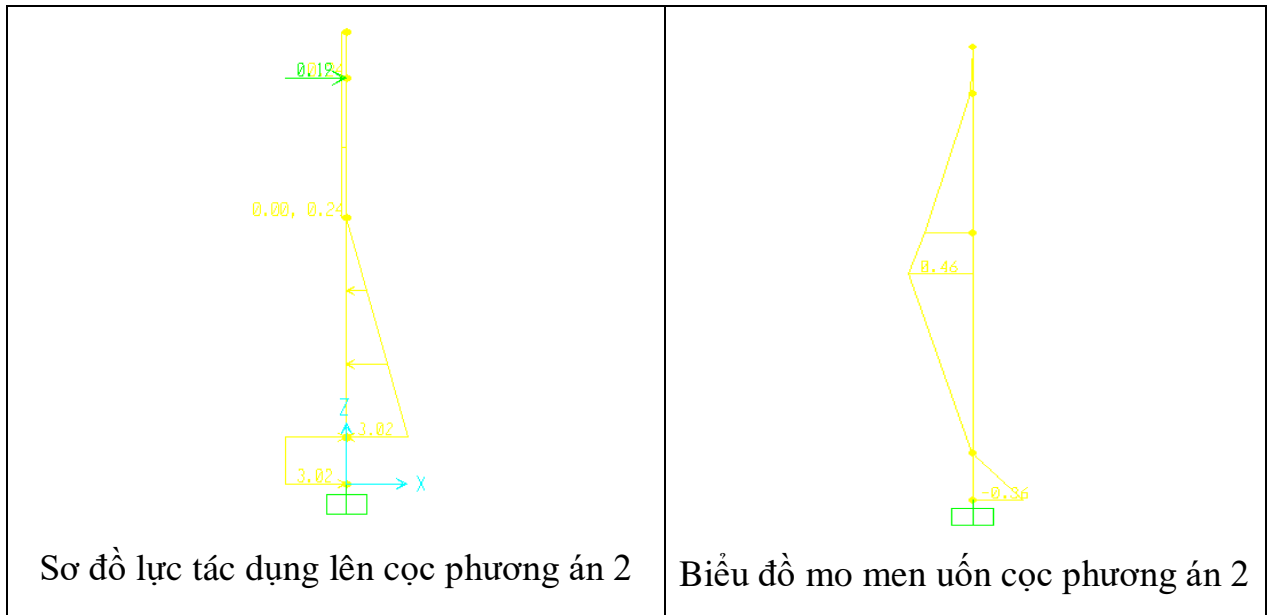


**Hình 6.29. Sơ đồ lực và biểu đồ chuyển vị, biểu đồ mô men phương án 1**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)



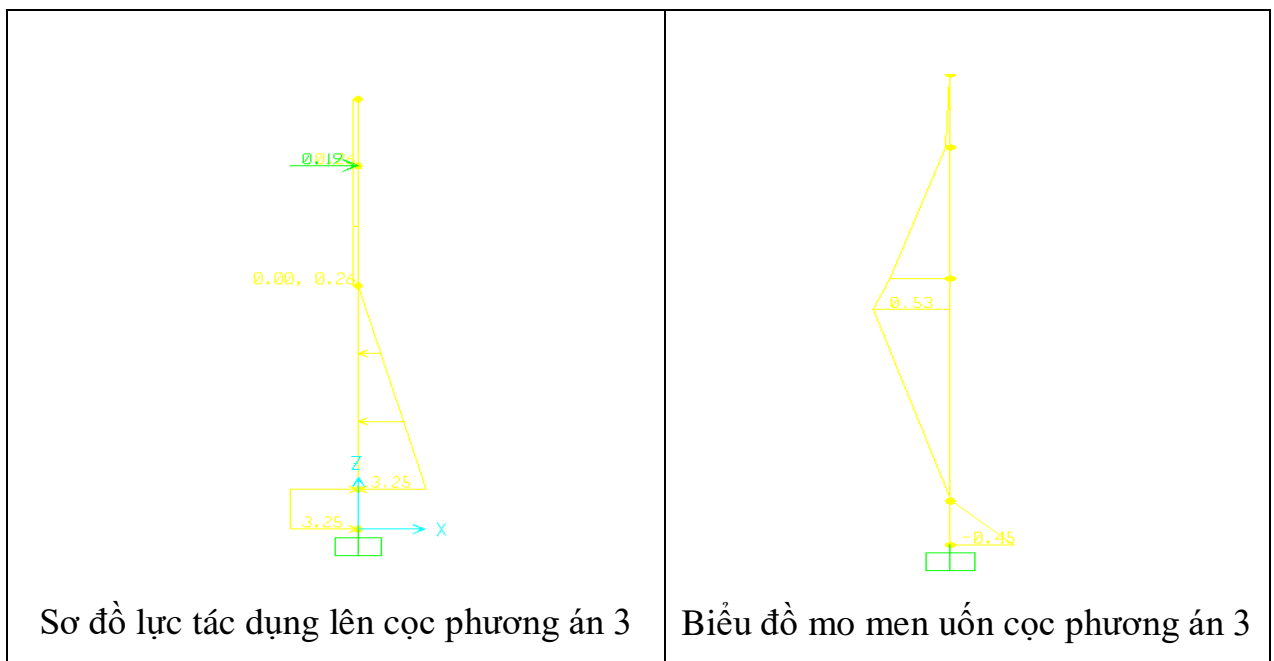
Từ kết quả biểu đồ mô men ta xác định được  $M_{max} = 0,42 \text{ KNm}$



**Hình 6. 30. Sơ đồ lực và biểu đồ chuyển vị, biểu đồ mô men phương án 2**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Từ kết quả biểu đồ mô men ta xác định được  $M_{max} = 0,46 \text{ KNm}$



**Hình 6. 31. Sơ đồ lực và biểu đồ chuyển vị, biểu đồ mô men phương án 3**

(Nguồn: Lê Ngọc Cương, 2015)

Từ kết quả biểu đồ mô men ta xác định được  $M_{max} = 0,53 \text{ KNm}$

b) Kiểm tra điều kiện bền

- Lực dọc trục

+ Lực nén song song với các thớ sợi của tre do trọng lượng người gây ra là:

$$\frac{F}{A} = \frac{3KN}{25,95cm^2} = 0,115 \frac{KN}{cm^2} \leq 3,93 \frac{KN}{cm^2}$$

Độ bền nén của cọc tre do người được thỏa mãn

- Lực ngang

Từ kết quả tính toán biểu đồ nội lực của 3 phương án trên ta lập bảng cho 3 phương án

**Bảng 6. 11. Kết quả tính nội lực 3 phương án**

	PA1	PA2	PA3
Mmax (KNm)	0,42	0,46	0,53
Zmax (m)	1,36	1,46	1,61

Lực nén và lực kéo trên và dưới của tre bảng 7.12

**Bảng 6. 12. Kết quả tính lực nén và lực kéo trên và dưới của tre**

	PA1	PA2	PA3
Mmax (KNm)	0,42	0,46	0,53
$F = \frac{M \max}{d}$ ( KN)	6,0	6,6	7,6

Độ bền uốn tính được với từng phương án bảng 7.13

**Bảng 6. 13. Kết quả tính Độ bền uốn**

	PA1	PA2	PA3
Mmax (KNm)	0,42	0,46	0,53
$F = \frac{M \max}{d}$ (KN)	6,0	6,6	7,6
$\sigma = \frac{F}{A}$ (KN/cm <sup>2</sup> )	0,23	0,25	0,29
$[\sigma]$ (KN/cm <sup>2</sup> )	7,4	7,4	7,4

Ta thấy  $\sigma < [\sigma]$  điều kiện về uốn của cọc tre được đảm bảo

Kết luận: Cọc tre đảm bảo độ bền uốn và nén

### 6.2.3.3. Khối lượng và dự toán 3 phương án

Bảng khối lượng 3 phương án

**Bảng 6. 14. Tổng hợp khối lượng phương án 1**

TT	Bộ phận tính	Đơn vị	Khối lượng
1	Số lượng cọc tre đứng $d = 7\text{cm}$ , dài 2,77m	Cái	402
2	Số lượng nẹp ngang bằng ván gỗ dày 2cm	M3	2,0
3	Bu lông liên kết cọc đứng và ván gỗ làm nẹp ngang	Bộ	136

**Bảng 6. 15. Tổng hợp khối lượng phương án 2**

TT	Bộ phận tính	Đơn vị	Khối lượng
1	Số lượng cọc tre đứng $d = 7\text{cm}$ , dài 3,78m	Cái	402
2	Số lượng nẹp ngang bằng ván gỗ dày 2cm	M3	2,0
3	Bu lông liên kết cọc đứng và ván gỗ làm nẹp ngang	Bộ	136

**Bảng 6. 16. Tổng hợp khối lượng phương án 3**

TT	Bộ phận tính	Đơn vị	Khối lượng
1	Số lượng cọc tre đứng $d = 7\text{cm}$ , dài 5,3m	Cái	402
2	Số lượng nẹp ngang bằng ván gỗ dày 2cm	M3	2,0
3	Bu lông liên kết cọc đứng và ván gỗ làm nẹp ngang	Bộ	136

**Bảng 6. 17. Dự toán 3 phương án**

Vnd

Phương án	PA1	PA2	PA3
Giá tiền	<b>166,272,796</b>	<b>233,243,500</b>	<b>356,745,999</b>

#### **6.2.3.4. Kết luận**

Qua so sánh kinh tế và kỹ thuật của 3 phương án kiến nghị chọn phương án 1

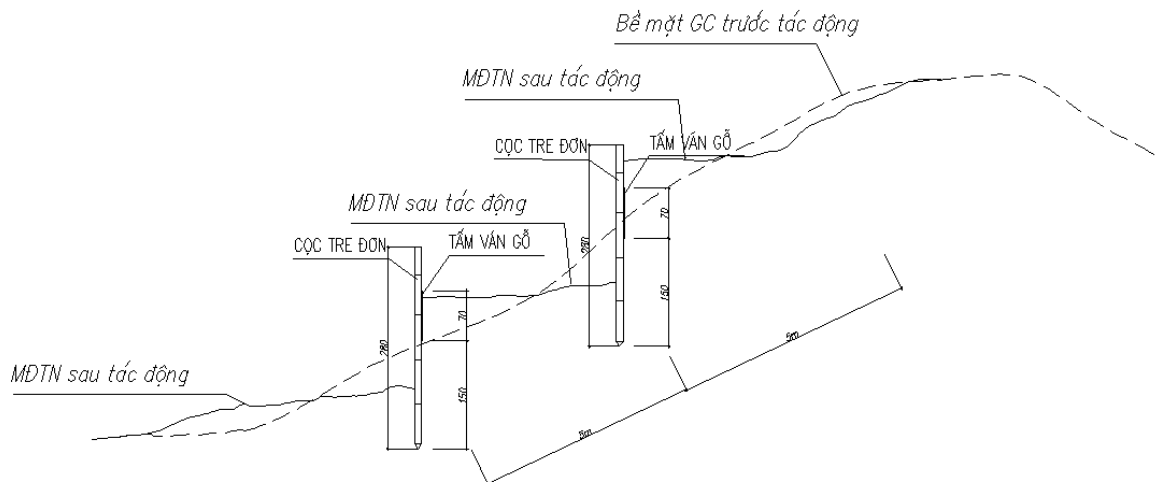
**Bảng 6. 18. Khối lượng phương án lựa chọn PA1**

TT	Bộ phận tính	Đơn vị	Khối lượng
1	Số lượng cọc tre đứng $d = 7\text{cm}$ , dài $2,77\text{m}$	Cái	402
2	Số lượng nẹp ngang bằng ván gỗ dày $2\text{cm}$	M3	2,0
3	Bu lông liên kết cọc đứng và ván gỗ làm nẹp ngang	Bộ	136

**Bảng 6. 19. Dự toán phương án 1**

Phương án	PA1
Dự toán (VNĐ)	<b>166,272,796</b>

#### 6.2.4. Thiết kế hàng rào hạ độ dốc



**Hình 6. 32. Thiết kế hàng rào hạ độ dốc**

Với độ dốc mái là  $34,50$  và góc ma sát trong của cát thành tạo còn là  $24,60$  thì hàng rào phải hạ độ dốc mái là  $9,90$ . Kết hợp với hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy với chiều cao hàng rào là  $1\text{ m}$  và bố trí hàng rào song song với đường đồng mức. Khoảng cách giữa hai hàng rào là  $5\text{m}$ .

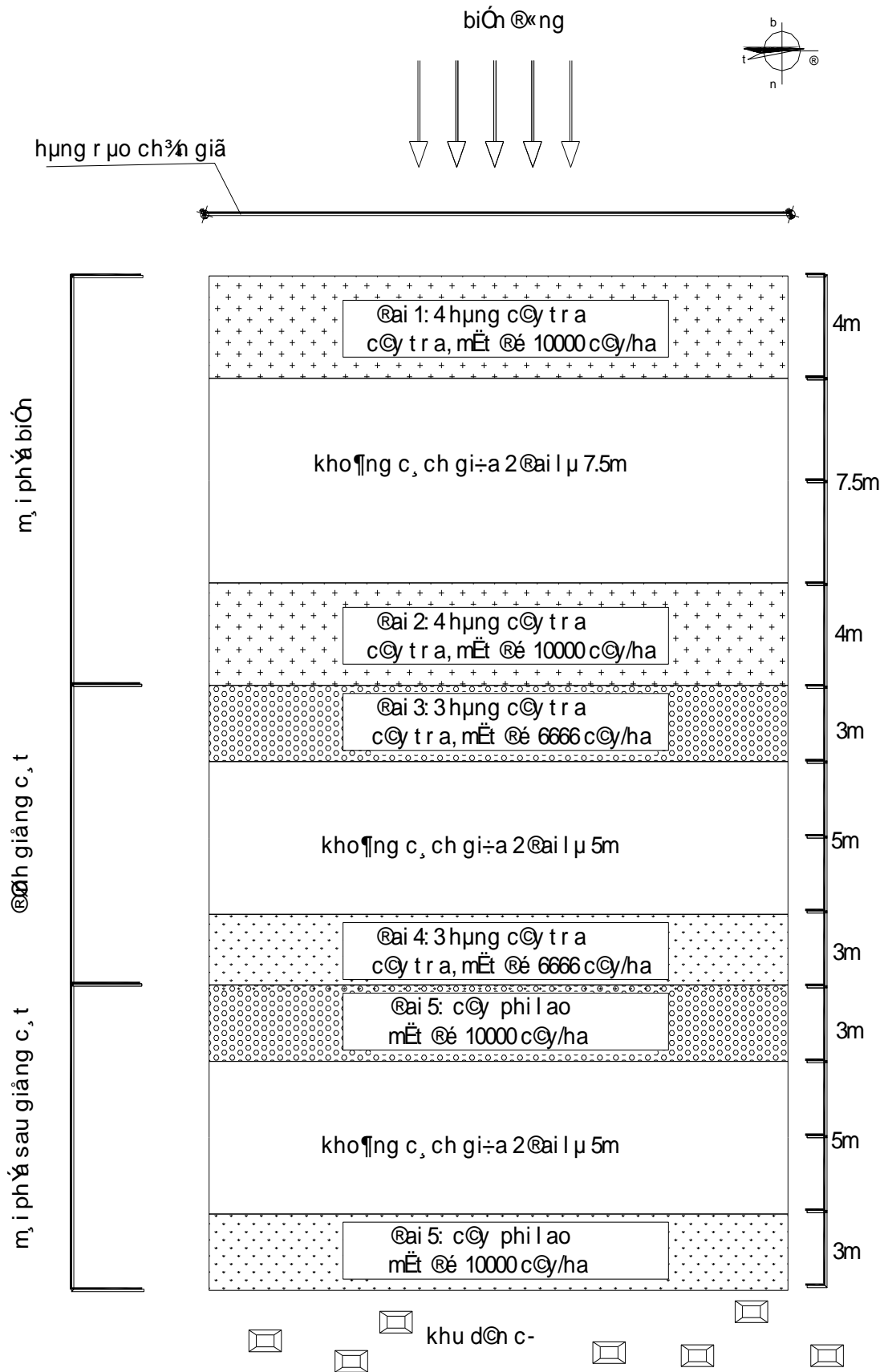
Mật độ đóng cọc được xác định dựa trên khả năng tính toán ổn định với hệ số mái dốc cần hạ với mật độ đóng cọc  $0,2\text{m}/\text{cọc}$  và chiều sâu đóng cọc  $1,2\text{m}$  thì có thể đảm bảo hàng rào hạ độ dốc ổn định.

## **6.2.5. Thiết kế trồng cây phủ thảm thực vật**

### **6.2.5.1. Lựa chọn loài cây trồng trên cồn cát**

Lựa chọn loài cây trồng dựa trên nguyên tắc ưu tiên cây bản địa là những cây có ưu thế phát triển phù hợp các điều kiện lập địa của địa phương hoặc những cây đã được trồng ở địa phương trong thời gian dài đã chứng minh được sự phù hợp và hiệu quả (Trình Văn Hạnh, 2009).

Căn cứ theo đặc điểm của cồn cát và đặc điểm sinh thái học của các loài cây tại địa phương để lựa chọn loại cây trồng phù hợp có khả năng thích nghi cao. Vị trí mái cồn cát phía biển và đỉnh cồn cát là vị trí tiếp xúc trực tiếp với gió thổi từ biển cát thường xuyên bị bay về phía mái cồn cát phía lục địa. Do vậy loài cây lựa chọn trồng ở mái cồn cát phía biển và đỉnh cồn cát phải có đặc điểm phân cành sớm, chịu được gió, có khả năng chịu mặn và phát triển được trên điều kiện đất cát nghèo dinh dưỡng. Mái cồn cát phía lục địa là nơi ngưng tụ cát bay từ mái phía biển và đỉnh. Do vậy loài cây được chọn là loài cây có khả năng phát triển trên điều kiện đất cát nghèo dinh dưỡng và chịu được cát vùi lấp.



**Hình 6. 33. Bố trí hàng rào chắn gió, chắn cát**

### 6.2.5.2. Thiết kế giải pháp giảm nhiệt bề mặt gốc cây

Sau khi lấp hố trồng cây, dùng rơm rạ phủ lên gốc cây để giảm nhiệt vào những ngày nắng nóng. Theo số liệu nghiên cứu của nội dung này thì kích thước của lớp phủ gốc bằng rơm rạ có đường kính 18-22cm, độ dày 4-6cm, phủ quanh gốc cây sau khi trồng là có hiệu quả giảm nhiệt bề mặt cao nhất. Khi phủ rơm xong buộc 4 nẹp để cố định lớp rơm phủ mặt.



**Hình 6. 34. Mô hình phủ rơm giảm nhiệt bề mặt thực tế**

### 6.2.5.3. Thiết kế đai cây trên cồn cát

#### a) Lựa chọn loài cây

Tại khu vực lân cận khu vực xây dựng mô hình, qua khảo sát có một số loài cây ở tầng cây cao là tra (*Coccoloba uvifera*), Phi lao (*Casuarina equisetifolia*), keo lá tràm (*Acacia auriculiformis*); cây bụi mọc sát mặt đất có Tù bi (*Vitex rotundifolia* L.) và cỏ lông chông (*Spinifex littoreus* Merr) là những loài cây có thể phát triển được trong điều kiện trên cồn cát. Tuy nhiên, đánh giá về mặt tổng thể trong điều kiện cồn cát có điều kiện thổ nhưỡng tỷ lệ cát cao (tỉ lệ cát chiếm 97,3%), lượng mưa tập trung chủ yếu từ tháng 9 đến tháng 12 trong năm; vào mùa khô bề mặt đất nhiệt độ tăng cao, thì chỉ có cây tra (*Coccoloba uvifera*) và cây Phi lao (*Casuarina equisetifolia*) phát triển tốt.



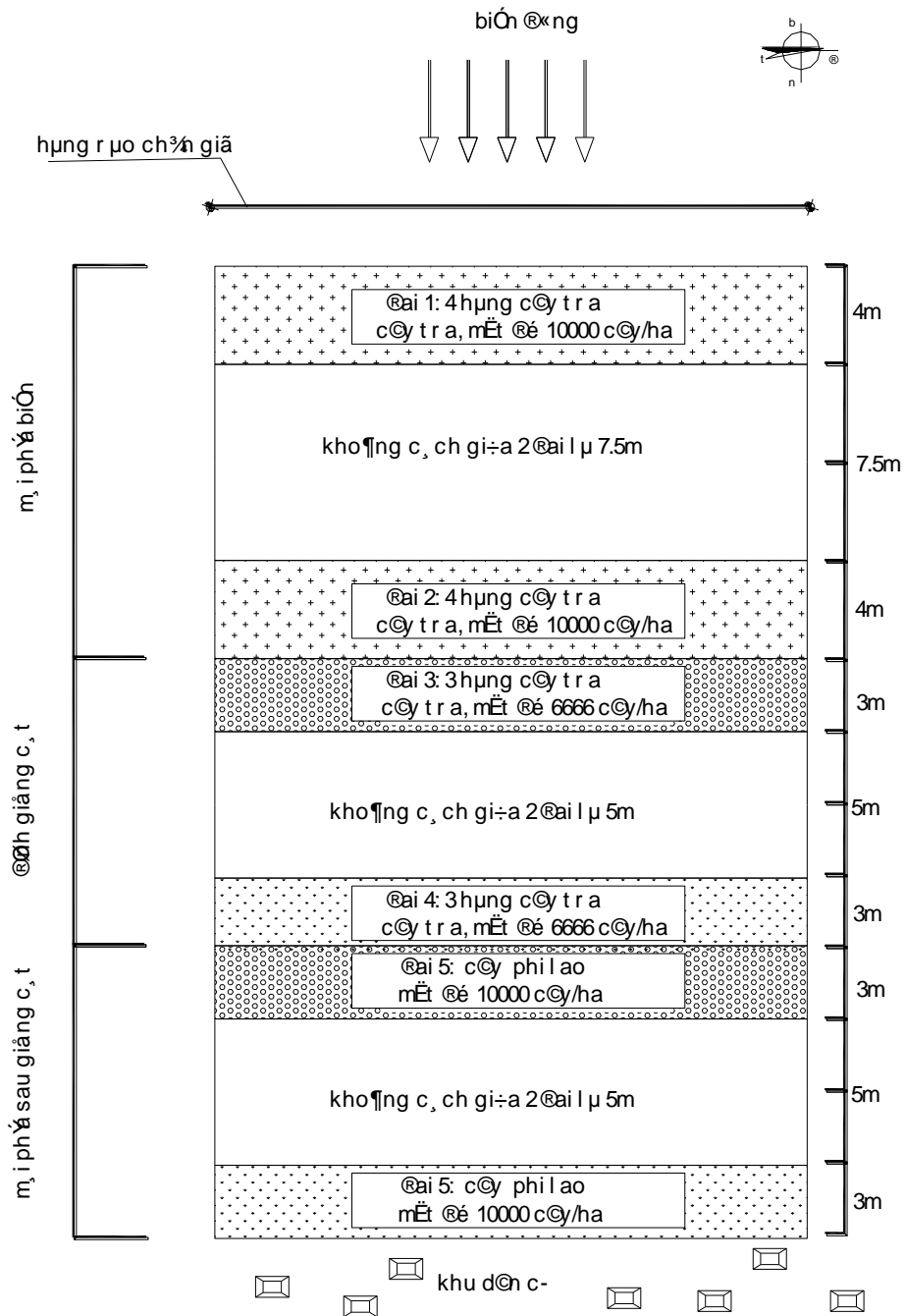
Cây tra (*Coccoloba uvifera*) là loài cây gỗ nhỏ phân cành sớm, chịu được gió, có khả năng chịu mặn và phát triển được trên điều kiện đất cát nghèo dinh dưỡng nên cây tra là loài cây được lựa chọn trồng ở mái cồn cát phía biển và đỉnh cồn cát.

Cây phi lao (*Casuarina equisetifolia*) là loài cây có khả năng phát triển trên điều kiện đất cát nghèo dinh dưỡng và ra rễ trên thân khi cát vùi lấp nên cây phi lao là cây được lựa chọn trồng trên mái cồn cát phía lục địa.

*b) Thiết kế đai cây trên cồn cát*

Căn cứ đặc điểm của cồn cát và các loài cây đã được chọn trồng ở từng vị trí trên cồn cát:

- + Đai cây trồng trên mái cồn cát phía biển:
- + Đai cây trồng trên đỉnh cồn cát:
- + Đai cây trồng ở mái cồn cát phía lục địa:



**Hình 6. 35. Sơ đồ thiết kế đai cây theo mặt bằng còn cát**

*c) Cải tạo thổ nhưỡng và giữ ẩm*

Do đặc điểm thổ nhưỡng trên còn cát tỷ lệ cát rất cao (khoảng 97,3%), khả năng giữ nước rất kém, nhiệt độ bề mặt đất vào mùa khô rất cao, đất nghèo dinh dưỡng không đáp ứng được nhu cầu sinh trưởng và phát triển của cây vào mùa khô kéo dài. Để cho đai cây trồng trên còn cát nhanh khép tán và

phát huy tác dụng chắn gió và cố định cát bay, cát chảy thì phải có biện pháp cải tạo thổ nhưỡng cục bộ hố trồng cây.



Bước 1: Chuẩn bị bánh mùn kết hợp hạt giữ nước để cải tạo thổ nhưỡng



Bước 2: Xếp bánh mùn bánh mùn kết hợp hạt giữ nước xuống dưới hố trồng cây

*d) Biện pháp cải tạo thổ nhưỡng bằng bánh mùn kết hợp hạt giữ nước*

Hố trồng cây được cải tạo cục bộ bằng cách bổ sung bánh mùn được ép từ rơm rạ kết hợp hạt giữ nước và khoan cột sét tạo bắc thấm hút nước vào gốc cây. Khối lượng bánh mùn và hạt giữ nước được tính toán trên cơ sở nhu cầu dinh dưỡng của cây, chiều sâu cột sét được tính toán trên cơ sở độ sâu mực nước ngầm.



Bước 1. Chuẩn bị thiết bị tạo cột sét



Bước 2. Tạo ẩm chống cát chảy vào cột sét



Bước 3. Khoan tạo lỗ cột sét



Bước 4. Nhồi hỗn hợp đất sét vào lỗ cột sét tạo bấc thấm

### Hình 6. 36. Hình ảnh xây dựng cột sét thu nước ngầm cho cây

#### e) Thiết kế giải pháp giảm nhiệt bề mặt gốc cây

Vào mùa nắng nóng, do điều kiện còn cát chủ yếu là cát bề mặt nên nhiệt độ bề mặt đất thường tăng rất cao, có thể đạt trên  $60^{\circ}\text{C}$  là điều kiện rất bất lợi đối với cây trồng. Do vậy, để trồng cây đạt tỷ lệ sống cao cần có biện pháp giảm nhiệt bề mặt gốc cây trong giai đoạn nắng nóng. Vật liệu dùng giảm nhiệt tối ưu nhất là sử dụng các vật liệu sẵn có tại địa phương như rơm, rạ để phủ lên bề mặt gốc cây.



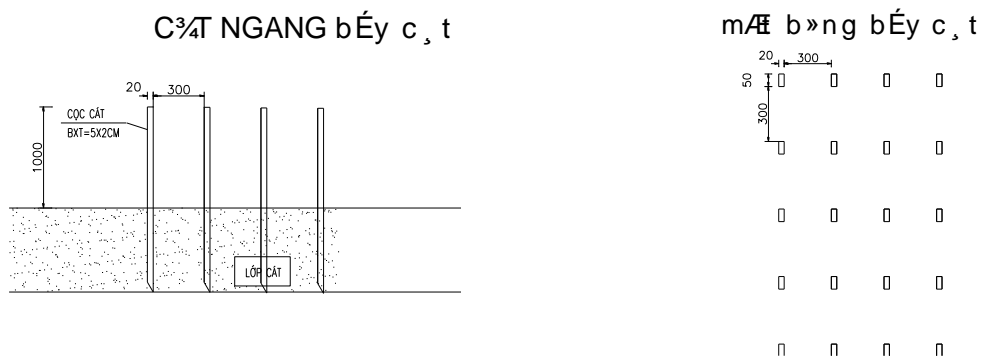
Hình 6. 37. Đóng cọc cố định lớp rơm phủ quanh gốc cây

### 6.2.6. Thiết kế liên kết cồn cát

Thiết kế theo đúng kết quả của nghiên cứu với 6 hàng cọc mỗi hàng cọc cao trên mặt đất là 1m. Khoảng cách hàng cách hàng là 0,3m, cọc cách cọc là 0,3m. Chiều dài bẫy phụ thuộc vào yếu tố địa hình. Tổng chiều dài mô hình liên kết cồn cát là 150m.



**Hình 6. 38. Ảnh chụp bố trí thí nghiệm theo CT2**

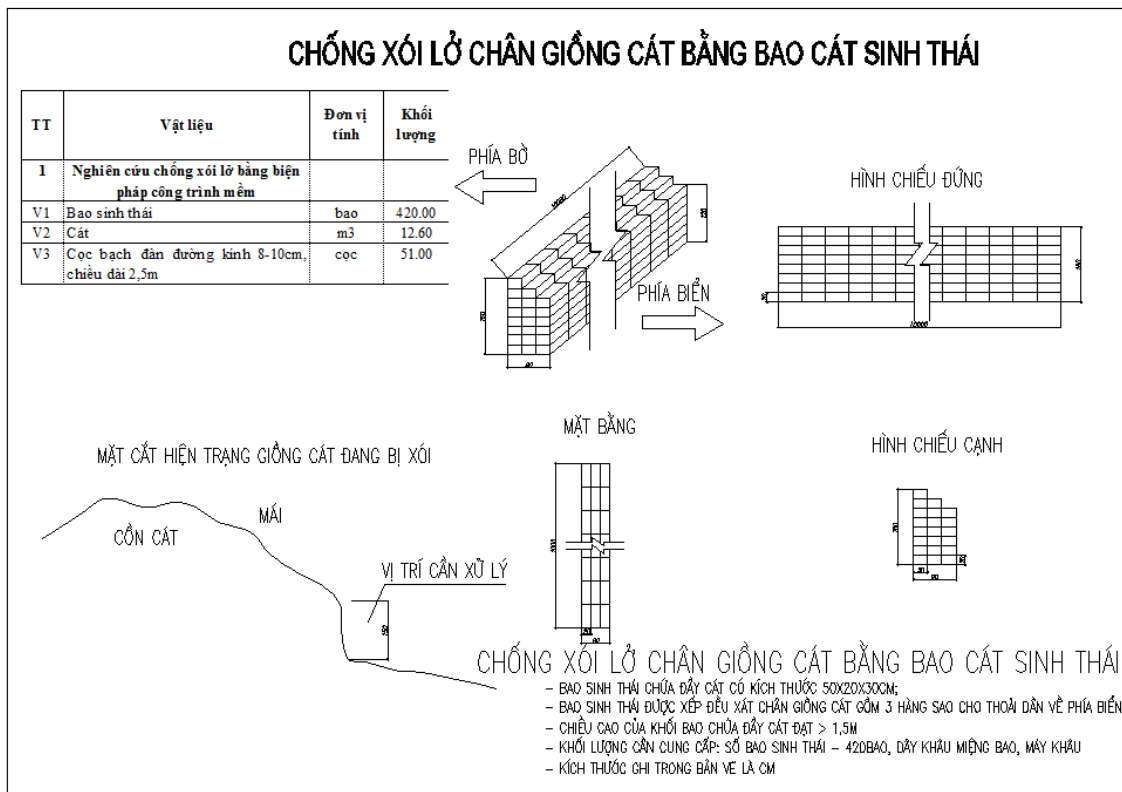


**Hình 6. 39. Bản vẽ cắt ngang và mặt bằng bố trí thí nghiệm theo CT3**

### 6.2.7. Thiết kế liên kết công trình chống xói lở

Chống xói lở chân cồn cát bằng bao sinh thái





### 6.3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH ỔN ĐỊNH VÀ LIÊN KẾT CÓN CÁT ĐỂ TẠO THÀNH ĐÊ BIỂN TỰ NHIÊN CHO MỘT KHU VỰC ĐIỂN HÌNH CÁT TIẾN – BÌNH ĐỊNH

#### 6.3.1. Xây dựng công trình chống xói lở



**Hình 6. 40. Tạo chân cho công trình chống xói lở**



**Hình 6. 41. Cho cát vào bao**



**Hình 6. 42. Vận chuyển xếp vào bao**



**Hình 6. 43. Chống xói lở bằng bao tải**

### 6.3.2. Xây dựng biện pháp phủ mặt tăng ổn định còn cát



**Hình 6. 44. Phủ mặt bằng vải địa kỹ thuật**



**Hình 6. 45. Phủ mặt bằng thảm cỏ**





**Hình 6. 46. Phủ mặt bằng ô rơm**

### **6.3.3. Xây dựng hàng rào chắn gió chống cát bay, cát nhảy**



**Hình 6. 47. Đan phên làm hàng rào**



**Hình 6. 48. Hàng rào chắn gió bằng phên**





**Hình 6. 49. Đào rãnh cắm cọc**



**Hình 6. 51. Đóng cọc hàng rào**



**Hình 6. 50. Cắm cọc**



**Hình 6. 52. Hàng rào hoàn thiện**

#### 6.3.4. Xây dựng hàng rào hạ độ dốc



**Hình 6. 53. Đào rãnh làm hàng rào**



**Hình 6. 55. Đóng cọc hàng rào**



**Hình 6. 54. Lấp rãnh làm hàng rào**



**Hình 6. 56. Cọc hoàn thiện**



### 6.3.5. Trồng cây phủ thảm thực vật



**Hình 6. 57. Đào hố cải tạo**



**Hình 6. 58. Cải tạo hố đào bằng đất**



**Hình 6. 59. Biện pháp cải tạo thổ nhưỡng bằng bánh mùn kết hợp hạt giữ nước**



**Hình 6. 60. Trồng cây**



**Hình 6. 61. Cắm cọc giữ cây**

## **6.4. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ MÔ HÌNH ỔN ĐỊNH VÀ LIÊN KẾT CỒN CÁT ĐỂ TẠO THÀNH ĐÊ BIÊN TỰ NHIÊN CHO MỌI KHU VỰC ĐIỂN HÌNH CÁT TIẾN – BÌNH ĐỊNH**

### **6.4.1. Đánh giá hiệu quả tăng ổn định cồn cát**

Sau khi lớp thảm thực vật phủ lên 6 tháng thì hiện tượng cát bay cát nhảy không còn xuất hiện. Khu vực dân cư phía sau cồn cát không còn hiện tượng cát bay vào nhà

Tại mô hình chống xói lở thì chân cồn cát đã được bảo vệ. Tuy nhiên bãi trước cồn cát vẫn bị biến thiên theo các đợt sóng

### **6.4.2. Đánh giá hiệu quả liên kết cồn cát**

Tuyến cồn cát được liên kết có chiều dài 250m, chiều dài hàng rào liên kết cồn cát là 120m. Sau 8 tháng liên kết cát đã được phủ lên 40cm. Dự kiến trong tháng 12 là thời điểm cát bay, cát nhảy xảy ra mạnh nhất thì có thể phủ lên 70÷80cm.

### **6.4.3. Đánh giá hiệu quả kinh tế- xã hội và môi trường**

Góp phần đảm bảo an toàn dân sinh, kinh tế vùng ven biển và cải thiện môi trường sinh thái ven biển, tăng khả năng phát triển du lịch sinh thái, phát triển kinh tế của địa phương ven biển, tăng việc làm và thu nhập cho người dân, đảm bảo ổn định xã hội.

## KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu của đề tài trong 2 năm (2014-2015) về ổn định và liên kết các cồn cát ven biển tại các tỉnh Trung Bộ để tạo thành đê biển tự nhiên có thể rút ra một số kết luận sau:

### ❖ Về ý nghĩa khoa học:

- Lần đầu cung cấp các dẫn liệu khoa học đầy đủ và có hệ thống để đánh giá cồn cát ven biển miền Trung với vai trò như một đê biển, cũng như tính toán được khả năng bảo vệ dân sinh, kinh tế, xã hội của cồn cát ven biển.
- Kết quả lựa chọn liên kết cồn cát bằng biện pháp bẫy cát với kích thước cọc 5x2 cm và mật độ cọc 20cm, hướng đặt bẫy vuông góc với hướng gió chính cho hiệu quả bẫy cát cao nhất.
- Kết quả nghiên cứu khẳng định biện pháp phủ bảo vệ bề mặt cồn cát chống hiện tượng cát bay, cát nhảy tạo lớp bồi lắng là rom khô bện lại với nhau tạo thành hình bàn cờ được ghim hoặc chôn chặt xuống bề mặt cát với kích thước 1 x 1m là kích thước tối ưu.
- Có thể xác nhận hàng rào chắn gió chống cát bay cát nhảy với độ cao tương đối của hàng rào là  $ht = 1m$ ; mật độ cọc phụ thuộc vào độ rộng hàng rào từ 40 đến 70% và chiều sâu đóng cọc được tính toán theo khả năng ổn định trước tác động của gió.
- Kết quả nghiên cứu cho rằng, hàng rào hạ độ dốc được bố trí song với đường đồng mức. Hệ số mái dốc được hạ chính bằng góc ma sát trong của cát thành tạo nên cồn cát.
- Qua phân tích, đánh giá đề tài nhận thấy, ở khu vực cồn cát ven biển Cát Tiên, Phù Cát, Bình Định có cây Tra (*Coccoloba uvifera*), cây bản địa và cây Phi lao (*Casuarina equisetifolia*), cây du nhập phù hợp với ổn định cồn cát.

- Cây Tra có thể nhân giống theo 2 phương pháp (bằng hạt và giâm hom). Ở 6 tháng đầu sau trồng, cây con nhân giống bằng giâm hom phát triển nhanh hơn cây nhân giống từ hạt. Tuy nhiên ở giai đoạn 6 tháng tiếp theo tốc độ sinh trưởng của cây nhân giống từ hạt nhanh hơn cây nhân giống bằng giâm hom. Sau 1 năm, chiều cao trung bình của cây nhân giống từ hạt hơn cây nhân giống từ giâm hom là 10,7cm; tỷ lệ sống của cây nhân giống từ hạt lớn hơn cây nhân giống từ giâm hom là 16.2%.
- Lượng nước tưới cho cây Phi lao bằng 75% quy trình tưới hiện hành đã đảm bảo cho khả năng sinh trưởng và phát triển cây tốt..
- Cải tạo thổ nhưỡng bằng bánh mùn kết hợp với hạt giữ ẩm cho hiệu quả cao nhất trong cải tạo thổ nhưỡng cho cồn cát..
- Giảm nhiệt bề mặt cho cây mới đem trồng bằng biện pháp tủ rơm gốc cây với bán kính 20cm và chiều dày 5cm cho hiệu quả giảm nhiệt bề mặt tốt và cây có tỷ lệ sống cao.
- Các công thức trồng cây dạng đai với mật độ trên 10.000 cây/ha và khoảng cách giữa các đai 5-7m; bề rộng đai 3-5m cho hiệu quả chống cát bay, cát nhảy cho hiệu quả hợp lý và kinh tế.

#### ❖ Về ý nghĩa thực tiễn

Với thực tiễn của vùng cát ven biển miền Trung, đề tài đã đáp ứng được một số đòi hỏi hiện nay của địa phương. Cụ thể:

- Đã xây dựng được 300m cồn cát ven biển Cát Tiến, Phù Cát, Bình Định thành tuyến đê biển tự nhiên với khả năng bảo vệ cao và cồn cát đã tăng được ổn định và không còn hiện tượng cát bay, cát nhảy.

Đã xây dựng được 3 hướng dẫn kỹ thuật về công nghệ ổn định và liên kết các cồn cát ven biển thành đê biển tự nhiên

## **KIẾN NGHỊ**

- Do đặc thù phát triển của thảm thực vật, để đánh giá hiệu quả trồng rừng ngập mặn của đề tài cần thời gian 3 đến 4 năm. Chúng tôi đề nghị đề tài được tiếp tục theo dõi và đánh giá cụ thể sự phát triển và hiệu quả của các mô hình còn cát đã triển khai.
- Do thời gian và kinh phí có hạn, đề tài mới thử nghiệm công nghệ trong thời gian ngắn (1 năm) và quy mô nhỏ (300m). Do đó, Viện Sinh thái và Bảo vệ Công trình đề nghị cho phép triển khai dự án sản xuất thử nghiệm trong 4 năm (2016-2019) để có thể đánh giá chính xác hiệu quả của mô hình và tiếp tục nghiên cứu giải quyết một số vấn đề của thực tiễn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tài liệu trong nước

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2006. Báo cáo “Dự án Việt Nam – Hà Lan về quản lý tổng hợp dải ven bờ 2003-2005”
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009. Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam
3. Trịnh Văn Hạnh, 2009, *Nghiên cứu các giải pháp trồng cây bảo vệ đê biển, góp phần cải thiện môi trường ven biển ở các tỉnh từ Quảng Ngãi đến Kiên Giang*, Đề tài cấp Bộ, Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình
4. Đào Xuân Học, 2001. “Nghiên cứu các giải pháp giảm nhẹ thiên tai hạn hán ở các tỉnh duyên hải Miền Trung”. Đề tài khoa học cấp Nhà nước. Đại học Thủy lợi.
5. Nguyễn Văn Huân, Nguyễn Tài Hợi, 2007. *Dao động mực nước biển ven bờ Việt Nam*. Khí tượng thủy văn, 556, tr30-37
6. Lê Mạnh Hùng, 2011. Rà soát, điều chỉnh quy hoạch đê biển từ Quảng Ninh đến Quảng Nam có tính tới biến đổi khí hậu và kết hợp giao thông, Dự án cấp Bộ, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
7. Viên Ngọc Nam, 1996. “Phương pháp xác định mật độ rừng đàng dựa vào đường kính trung bình của hệ thống rễ khí thở”. *Khoa học lâm nghiệp và kỹ thuật*. Viện nghiên cứu lâm nghiệp miền Nam. Số 32.
8. Hoàng Phước (1995). *Nghiên cứu cải tạo môi trường vùng cát ven biển Quảng Trị bằng biện pháp kỹ thuật Tài Nguyên nước*, Luận án Tiến sỹ
9. Nguyễn Ngọc Quỳnh, 2012. *Nghiên cứu đánh giá thực trạng và giải pháp khoa học ổn định, bảo vệ các dải cồn cát ven biển miền Trung như hệ thống đê biển tự nhiên từ Quảng Ngãi đến Bình Thuận*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ.
10. Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và môi trường (2009). *Tác động của biến đổi khí hậu ở lưu vực sông Hương và chính sách thích nghi ở*



*huyện Phú Vương, Thừa Thiên Huế. Báo cáo tổng kết dự án hợp tác với Hà Lan, Hà Nội.*

11. Trần Văn Ý, 2001. “Nghiên cứu xây dựng các giải pháp tổng thể sử dụng hợp lý các dải cát ven biển miền Trung từ Quảng Bình đến Bình Thuận”. Đề tài cấp Nhà nước. Viện Địa lý.

#### **Tài liệu nước ngoài**

12. Ben – Asher, J., 1988. “A review of water harvesting in Israel”. *Working paper for World Bank’s sub – Saharan water harvesting study.*
13. Clarke, Derek và Sanitwong Na Ayutthaya, Sarinya (2010), Predicted effects of climate change, vegetation and tree cover on dune slack habitats at Ainsdale on the Sefton Coast, UK. *Journal of Coastal Conservation*, 14, (2), 115-125.
14. Jan Van De Graaff, 2008, *Dune Erosion*
15. Gadgil, R.L., Ede, F.J., 1998. “Application of scientific principles to sand dune stabilization in New Zealand: past progress and future needs”
16. Gupta, J.P., Kar, A. and Faroda, A.S., 1997. *Desertification in India: Problems and possible solutions*. Yojana (Independence Day Special Issue on Development and Environment), August. pp. 55-59. 8
17. Haim Tsoar, 2005, Sand dunes mobility and stability in relation to climate Original Research Article *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Volume 357, Issue 1, 1 November 2005, Pages 50-56
18. Harsh, L.N. and Tewari, J.C. 1993. “Sand dune stabilization, shelterbelts and silvi-pastoral plantation in dry zones”. Desertification and Its Control in the Thar, Sahara and Sahel Regions. *Scientific Publishers*, Jodhpur. pp. 269-279.
19. Hezi Yizhaq; Yosef Ashkenazy; Haim Tsoar; 2007. Yizahq, H., Ashkenazy, Y. and Tsoar, H. (2007). Why do active and stabilized

- dunes coexist under the same climatic conditions? *Phys. Rev. Lett.* 98: 188001.
20. Indiana Dunes, National Lakeshore In  
<http://www.nps.gov/indu/naturescience/naturalfeaturesandecosystems.htm>
21. IPCC (2007), Summary for Policymakers
22. Kar, A. 1993. Aeolian processes and bedforms in the Thar Desert. *Journal of Arid Environments* 25: 83-96
23. Laura Klappenbach in  
<http://animals.abuout.com/od/cliffsanddunes/p/sanddunes.htm>
24. M. Mulder, J., Cleveringa, J., Dunsbergen, D. (2006). 15 years of coastal management in the Netherlands, Policy; Implementation and Knowledge Framework, Rijkswaterstaat, National Institute for Coastal and Marine Management/RIKZ
25. Mcharg, I., 1972. *Civil Engg*, 42. pp 66 – 71
26. Moreno-Casasola, P., 1982. *Biotica*, 7. pp 577 – 602
27. Muthana, K.D. 1982. A review of sand dune stabilization and afforestation. *Proceedings of the Workshop on the Problems of the Deserts in India*. Miscellaneous Publication 49, Geological Survey of India, Calcutta, pp. 363-368.
28. Nasr, M., 1999. “Assessing Desertification and Water Harvesting in the Middle East and North Africa”. Number 10, Policy Implications ZEF – Discussion Papers on Development Policy, Bonn, ZEF Bonn, Zentrum für Entwicklungsforschung, Center for Development Research, Universität Bonn.
29. Newzealand Climate Change Office, 2004, *Coastal Hazards and Climate Change – A guidance manual for local goverment in Newzealand*.

30. Noam Levin; Giora J.Kidron; Eyal Ben-Dor, 2006. The spatial and temporal variability of sand erosion across a stabilizing coastal dune field, Volume 53, Issue 4, pages 697–715
31. Pandey, S., Singh, S. and Ghose, B. 1964. Orientation, distribution and origin of sand dunes in the central Luni basin. Proceedings, Symposium on Problems of Indian Arid Zone, CAZRI, Jodhpur, pp. 84-91.
32. Pua Kutiel, Oded Cohen, Maxim Shoshany, Merav Shub, 2003. *Vegetation establishment on the southern Israeli coastal sand dunes between the years 1965 and 1999*
33. Scottish Natural Heritage, A guide to managing coastal erosion in beach/dune systems in [http://www.snh.org.uk/publications/online/heritagemanagement/erosion/appendix\\_1.6.shtml](http://www.snh.org.uk/publications/online/heritagemanagement/erosion/appendix_1.6.shtml)
34. Shatta, A. and Attia, F., 1994. “Environmental aspects of water harvesting”. *FAO, water harvesting for improved agricultural production*. Expert consultation, Cairo, Egypt 21 – 25 November 1993. pp 257 – 270
35. Singh, S. 1982. Types and formation of sand dunes in the Rajasthan desert. In, *Perspectives in Geomorphology*, vol. 4 (Ed., H.S. Sharma). Concept Publ. Co., Delhi, 165-183.
36. Tran Van Tan, Elise Pinnars, Paul Truong, 2002. “Vetiver system for sand dune stabilization: A Vietnamese experiment”.
37. Vellinga, P.1982, Beach and Dune Erosion during storm: *Coastal Engineering* 6: 361-387
38. Vellinga, 1983, Predictive Computational Model for Beach and Dune Erosion during storm Surges: Pages 806-819 in *Proceedings: Conference on Coastal En. Engineering*. American Society of Civil Engineers.

39. Vellinga, 1986, Beach and Dune Erosion during storm Surges: Delft Hydraulics Communication No372 Delft, Netherland.