BÁO CÁO

**HÀ NỘI, 2021**



**ĐÁNH GIÁ TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG, RỦI RO CHO PHÂN NGÀNH ĐƯỜNG THỦY NỘI ĐỊA & HÀNG HẢI**

**MỤC LỤC**

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH

DANH MỤC BẢNG BIỂU

[1. GIỚI THIỆU CHUNG 6](#_Toc98712364)

[2. NHẬN DIỆN VÀ SÀNG LỌC CÁC ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU 8](#_Toc98712365)

[2.1. Nhận dạng các yếu tố liên quan BĐKH ảnh hưởng đến ĐTNĐ và hệ thống cảng biển Việt Nam 8](#_Toc98712366)

[*2.1.1.* Gia tăng nhiệt độ 8](#_Toc98712367)

[*2.1.2.* Biến đổi lượng mưa 8](#_Toc98712368)

[*2.1.3.* Các hiện tượng khí hậu cực đoan 10](#_Toc98712369)

[*2.1.4.* Mực nước biển dâng 13](#_Toc98712370)

[*2.1.5.* Một số thống kê thiệt hại BĐKH đến ĐTNĐ và hàng hải 17](#_Toc98712372)

[2.2. Dự báo tác động, các yếu tố liên quan BĐKH ảnh hưởng đến ĐTNĐ và hệ thống cảng biển Việt Nam 24](#_Toc98712373)

[2.2.1. Xu hướng tác động của nhiệt độ: 25](#_Toc98712374)

[2.2.2. Tác động lượng mưa theo kịch bản biến đổi khí hậu: 25](#_Toc98712375)

[2.2.3. Hiện tượng khí hậu, thủy hải văn cực đoan: 25](#_Toc98712376)

[2.2.4. Tác động của nước biển dâng đến hạ tầng hàng hải dễ tổn thương 28](#_Toc98712377)

[2.2.5. Tác động của Quy hoạch đối với xu hướng biến đổi khí hậu 30](#_Toc98712378)

[2.3. Giới hạn phạm vi BĐKH lĩnh vực đường thủy nội địa và hàng hải trong dự án 31](#_Toc98712379)

[2.3.1. Xác định giới hạn phạm vi xem xét các yếu tố/hiện tượng biểu hiện của tác nhân BĐKH đối với ĐTNĐ và Hàng Hải 31](#_Toc98712380)

[2.3.2. Xác định giới hạn phạm vi đối tượng ĐTNĐ và Hàng Hải trong BĐKH 31](#_Toc98712381)

[3. XÂY DỰNG CHUỖI ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU 34](#_Toc98712382)

[4. XÂY DỰNG BỘ CHỈ SỐ MẪU ĐÁNH GIÁ TÍNH DBTT VÀ RỦI RO CHO CẢNG, BẾN THỦY NỘI ĐỊA CẢNG BIỂN, BẾN CẢNG 35](#_Toc98712383)

[4.1. Rà soát kinh nghiệm trong nước 35](#_Toc98712384)

[4.1.1 Các quy định pháp luật liên quan đến BĐKH 35](#_Toc98712385)

[4.1.1.1 Luật Bảo vệ môi trường 2020 35](#_Toc98712386)

[4.1.1.2 Luật phòng chống thiên tai 35](#_Toc98712387)

[4.1.1.3 Luật sửa đổi (Luật phòng chống thiên tai) 36](#_Toc98712388)

[4.1.1.4 Luật xây dựng 37](#_Toc98712389)

[4.1.1.5 Hướng dẫn về Phương pháp đánh giá tác động, tính dễ bị tổn thương và rủi ro do BĐKH, Bộ Tài nguyên và Môi trường 2021 38](#_Toc98712390)

[4.1.2 Các nghiên cứu dự án trong nước 39](#_Toc98712391)

[4.1.2.2 Phương pháp điều tra, khảo sát, GIS kết hợp với mô hình Mike cho hệ thống cảng biển [4] 39](#_Toc98712392)

[4.1.2.3 Sử dụng phần mềm Mike cho mô hình phân tích ngập lụt và cơ sở dữ liệu về hệ thống thông tin địa lý (GIS) dựa trên số liệu hiện trạng cho một số luồng ĐTNĐ [5] 45](#_Toc98712393)

[4.2. Rà soát kinh nghiệm quốc tế 47](#_Toc98712394)

[4.2.1 Phương pháp chỉ số kết hợp với cơ sở dữ liệu về hệ thống thông tin địa lý (GIS) của Trung tâm Dự báo Môi trường và Biến đổi Khí hậu - Bộ Giao thông vận tải Hoa Kỳ [33] 47](#_Toc98712395)

[a. Mức độ phơi bày (E) 49](#_Toc98712396)

[b. Độ nhạy cảm (S) 49](#_Toc98712397)

[c. Năng lực thích ứng (AC) 51](#_Toc98712398)

[4.2.2 Phương pháp đánh PIANC cho Hệ thống cảng và Đường thủy [39] 52](#_Toc98712399)

[4.3. Kết quả rà soát, đánh giá và đề xuất lựa chọn các chỉ số đối với đánh giá tính DBTT và rủi ro cho cảng, bến thủy nội địa và cảng biển, bến cảng 59](#_Toc98712400)

[5. HƯỚNG DẪN ĐÁNH GIÁ TÍNH DBTT VÀ RỦI RO CHO CẢNG, BẾN THỦY NỘI ĐỊA VÀ CẢNG BIỂN, BẾN CẢNG 65](#_Toc98712401)

[5.1. Bước 1: Xác định mục tiêu, đối tượng và phạm vi đánh giá 65](#_Toc98712402)

[5.2. Bước 2: Lựa chọn công cụ và phương pháp đánh giá 65](#_Toc98712403)

[5.3. Bước 3: Xác định các chỉ số về hiểm họa (H), mức độ phơi bày (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC) 65](#_Toc98712404)

[5.3.1. Xác định chỉ số hiểm họa (H) 65](#_Toc98712405)

[5.3.2. Xác định chỉ số về mức độ phơi bày (E) 69](#_Toc98712406)

[a. Chỉ số phơi bày lượng mưa 70](#_Toc98712407)

[b. Các chỉ số phơi bày bão 71](#_Toc98712408)

[c. Các chỉ số phơi bày nước biển dâng 74](#_Toc98712409)

[5.3.3. Xác định các yếu tố thành phần của TDBTT (V) là mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC): 75](#_Toc98712410)

[5.3.3.1. Mức độ nhạy cảm (S) 75](#_Toc98712411)

[a. Các chỉ số về độ nhạy cảm với lượng mưa lớn 76](#_Toc98712412)

[b. Các chỉ số về độ nhạy cảm với bão 77](#_Toc98712413)

[c. Các chỉ số về độ nhạy cảm với mực nước biển dâng 80](#_Toc98712414)

[5.3.3.2. Khả năng thích ứng (AC) 82](#_Toc98712415)

[5.3.4. Bộ chỉ số tổng hợp để đánh giá rủi ro và tính DBTT 85](#_Toc98712416)

[5.4. Bước 4: Tính toán các chỉ số H, S, S, AC, V (TDBTT) và R (rủi ro) 88](#_Toc98712417)

[5.4.1. Chuẩn hóa số liệu 88](#_Toc98712418)

[5.4.2. Xác định trọng số 89](#_Toc98712419)

[5.4.3. Tính toán chỉ số về TDBTT, rủi ro 89](#_Toc98712420)

[5.5. Bước 5: Trình bày kết quả đánh giá 90](#_Toc98712421)

[5.5.1. Phân cấp độ tổn thương, rủi ro và xây dựng bản đồ 90](#_Toc98712422)

[5.5.2. Từ kết quả này, xây dựng bản đồ tổn thương và rủi ro cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng đối với từng loại tác động do BĐKH, mỗi cảng có mức độ tổn thương và rủi ro khác nhau được thể hiện mức độ màu khác nhau trên bản đồ. Bản đồ tổn thương và rủi ro giúp đưa ra cái nhìn trực quan về phân bố mức độ tổn thương và rủi ro thSo không gian. 91](#_Toc98712423)

[5.6. Bước 6: Lập báo cáo, tham vấn và hoàn thiện báo cáo 91](#_Toc98712424)

[6. VÍ DỤ TÍNH TOÁN 92](#_Toc98712425)

[6.1. Ví dụ đánh giá cho Bến cảng Tân Thuận 2 thuộc Cảng Sài Gòn 92](#_Toc98712426)

[6.1.1. Các dữ liệu của cảng và xác định chỉ số về hiểm họa (H), mức độ phơi bày (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC) 92](#_Toc98712427)

[6.1.2. Kết quả đánh giá 98](#_Toc98712428)

[6.2. Ví dụ đánh giá cho bến cảng mới tại Lạch Huyện thuộc Cảng Hải Phòng 98](#_Toc98712429)

[6.2.1. Các dữ liệu của cảng và xác định chỉ số về hiểm họa (H), mức độ phơi bày (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC) 98](#_Toc98712430)

[6.2.2. Kết quả đánh giá 104](#_Toc98712431)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO i](#_Toc98712432)

**DANH MỤC HÌNH**

[Hình 2.1. Lốc xoáy đánh sập cần cẩu loại tải trọng 50 tấn tại cảng Cái Lân năm 2006. 14](#_Toc98712712)

[Hình 3.1. Chuỗi tác động cơ bản đối với cảng, bến thủy nội địa và cảng biển, bến cảng. 35](#_Toc98712713)

[Hình 3.2. Chuỗi ảnh hưởng trung bình đến cảng, bến thủy nội và cảng biển, bến cảng 35](#_Toc98712714)

[Hình 4.1. Bốn giai đoạn trong quá trình lập kế hoạch thích ứng với khí hậu 55](#_Toc98712715)

**DANH MỤC BẢNG BIỂU**

[Bảng 2.1. Tổng hợp một số tác nhân BĐKH ảnh hưởng tới ĐTNĐ tại Việt Nam 17](#_Toc98712549)

[Bảng 2.2. Tổng hợp một số tác nhân BĐKH ảnh hưởng tới hệ thống cảng tại Việt Nam 18](#_Toc98712550)

[Bảng 2.3. Nhận định mức độ chịu tác động đối với với yếu tố của BĐKH 19](#_Toc98712551)

[Bảng 2.4. Chi phí sửa chữa phần nền bãi, kho, đường thuộc Cảng Tân Thuận Cảng Sài Gòn năm 2018, 2019 21](#_Toc98712552)

[Bảng 2.5. Tổng hợp các công trình trọng điểm có nguy cơ rủi ro thiên tai năm 2021 23](#_Toc98712553)

[Bảng 2.6. Nhận định mức độ chịu tác động đối với với yếu tố của BĐKH 24](#_Toc98712554)

[Bảng 2.7. Mực nước có dâng tại các khu vực bờ biển khi bão đi vào 28](#_Toc98712555)

[Bảng 2.8. Các yếu tố/hiện tượng biểu hiện của tác nhân BĐKH đối với ĐTNĐ và Hàng Hải 31](#_Toc98712556)

[Bảng 2.9. Phạm vi, đối tượng nghiên cứu 32](#_Toc98712557)

[Bảng 4.1. Chỉ số mức độ phơi bày 49](#_Toc98712558)

[Bảng 4.2. Chỉ số độ nhạy cảm với nhiệt độ 49](#_Toc98712559)

[Bảng 4.3. Chỉ số độ nhạy cảm với lượng mưa 50](#_Toc98712560)

[Bảng 4.4.Chỉ số độ nhạy cảm với nhiệt độ 50](#_Toc98712561)

[Bảng 4.5. Chỉ số độ nhạy cảm với nhiệt độ 50](#_Toc98712562)

[Bảng 4.6. Chỉ số độ nhạy cảm với nhiệt độ 51](#_Toc98712563)

[Bảng 4.7. Chỉ số độ nhạy cảm với nhiệt độ 51](#_Toc98712564)

[Bảng 4.8. Xếp hạng mức độ DBTT của công trình 51](#_Toc98712565)

[Bảng 4.9. Tổng hợp bộ chỉ số về chỉ số mức độ phơi bày, độ nhạy cảm (S), khả năng thích ứng và đề xuất chỉ số đối với cảng, bến thủy nội địa và cảng biển, bến cảng 60](#_Toc98712566)

[Bảng 5.1.Loại và chỉ số hiểm họa đối với Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 66](#_Toc98712567)

[Bảng 5.2.Các chỉ số phơi bày lượng mưa cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 69](#_Toc98712568)

[Bảng 5.3. Các chỉ số phơi bày lượng mưa cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 70](#_Toc98712569)

[Bảng 5.4. Định lượng các chỉ số phơi bày lượng mưa cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 70](#_Toc98712570)

[Bảng 5.5. Các chỉ số phơi bày bão cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 71](#_Toc98712571)

[Bảng 5.6. Định lượng các chỉ số phơi bày bão cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 72](#_Toc98712572)

[Bảng 5.7. Các chỉ số phơi bày nước biển dâng cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 74](#_Toc98712573)

[Bảng 5.8. Định lượng các chỉ số phơi bày nước biển dâng cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 74](#_Toc98712574)

[Bảng 5.9.Các chỉ số mức độ nhạy cảm cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 75](#_Toc98712575)

[Bảng 5.10. Các chỉ số về độ nhạy cảm với lượng mưa lớn cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 76](#_Toc98712576)

[Bảng 5.11. Định lượng các chỉ số về độ nhạy cảm với lượng mưa lớn cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 76](#_Toc98712577)

[Bảng 5.12. Các chỉ số về độ nhạy cảm với bão cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 77](#_Toc98712578)

[Bảng 5.13. Định lượng các chỉ số về độ nhạy cảm với bão cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 79](#_Toc98712579)

[Bảng 5.14. Các chỉ số về độ nhạy cảm với mực nước biển dâng cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 80](#_Toc98712580)

[Bảng 5.15. Định lượng các chỉ số về độ nhạy cảm với mực nước biển dâng cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 81](#_Toc98712581)

[Bảng 5.16.Các chỉ số khả năng thích ứng của Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 82](#_Toc98712582)

[Bảng 5.17. Các chỉ số về khả năng thích ứng của Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 83](#_Toc98712583)

[Bảng 5.18. Định lượng các chỉ số về khả năng thích ứng của Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng 84](#_Toc98712584)

[Bảng 5.19. Bộ chỉ số đánh giá rủi ro và tính DBTT do ngập lụt đối với Cảng biển, Bến cảng 85](#_Toc98712585)

[Bảng 5.20. Bộ chỉ số đánh giá rủi ro và tính DBTT do ngập lụt cảng, bến thủy nội địa 86](#_Toc98712586)

[Bảng 5.21. Phân cấp độ tổn thương, rủi ro 90](#_Toc98712587)

[Bảng 6.1. Các dữ liệu và các chỉ số thành phần theo bước 3 thuộc mục 5.3 92](#_Toc98712588)

[Bảng 6.2. Kết quả tổng hợp các chỉ số thành phần 98](#_Toc98712589)

[Bảng 6.3. Phân cấp độ tổn thương, rủi ro 98](#_Toc98712590)

[Bảng 6.4. Các dữ liệu và các chỉ số thành phần theo bước 3 thuộc mục 5.3 99](#_Toc98712591)

[Bảng 6.5. Kết quả tổng hợp các chỉ số thành phần 104](#_Toc98712592)

[Bảng 6.6. Phân cấp độ tổn thương, rủi ro 104](#_Toc98712593)

# GIỚI THIỆU CHUNG

Biến đổi khí hậu & nước biển dâng đã và đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu. Ngày nay, nhân loại, các tổ chức Quốc tế, Chính phủ các quốc gia trên thế giới đang tích cực hợp tác để cùng hành động, triển khai các giải pháp ứng phó nhằm giảm thiểu rủi ro, thiệt hại do những tác động ảnh hưởng tiêu cực của biến đổi khí hậu trái đất.

Với đường bờ biển rộng lớn và các đồng bằng châu thổ, Việt Nam được coi là một trong những quốc gia dễ bị tổn thương nhất bởi biến đổi khí hậu trên toàn cầu. Các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão và bão nhiệt đới đã gia tăng cường độ, gây ảnh hưởng lớn đến sức khỏe và kinh tế xã hội đối với các cộng đồng nông thôn, thành thị, ven biển và miền núi, đồng thời gây nguy hiểm cho cảnghạ tầng giao thông và thoát nước quan trọng. Đồng bằng sông Cửu Long là một trong những đồng bằng dễ bị ảnh hưởng nhất trên thế giới với nước biển dâng.

Để giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu, Chính phủ Việt Nam đã xây dựng một loạt các chính sách, chiến lược và kế hoạch hành động về biến đổi khí hậu, tăng trưởng xanh và phát triển bền vững. Một công cụ lập kế hoạch quan trọng là Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu của Chính phủ Việt Nam 2012-2020. Cho đến nay, Chính phủ đã có thể đưa ra một số quyết định quan trọng liên quan đến biến đổi khí hậu, bao gồm Kế hoạch mang tính bước ngoặt để thực hiện Thỏa thuận Paris vào năm 2016 và phê duyệt Kế hoạch thích ứng quốc gia trong nước (NAP) vào năm 2020. Việt Nam cũng là một trong những quốc gia đầu tiên đã đệ trình Đóng góp cập nhật do quốc gia xác định (NDC) lên UNFCCC vào tháng 7 năm 2020, tổ chức này có thành phần thích ứng mạnh mẽ. Trong Luật bảo vệ môi trường về ứng phó với biến đổi khí hậu của Việt Nam, có hiệu lực kể từ ngày 07/01/2022, Bộ TN&MT đã ban hành Thông tư 01/2022/TT-BTNMT về việc quy định chi tiết thi hành Luật này. Theo đó, nội dung đánh giá tác động của biến đổi khí hậu bao gồm 03 nội dung chính như sau:

* Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hệ thống tự nhiên, gồm tài nguyên đất, tài nguyên nước, tài nguyên khoáng sản, tài nguyên rừng, đa dạng sinh học, tài nguyên biển, đảo và các tài nguyên, yếu tố môi trường khác;
* Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hệ thống kinh tế, gồm hoạt động sản xuất, kinh doanh, dịch vụ, cơ sở hạ tầng thuộc các lĩnh vực nông nghiệp, lâm nghiệp, GTVT, xây dựng và đô thị, công nghiệp, năng lượng
* Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hệ thống xã hội, gồm phân bố dân cư, nhà ở và điều kiện sống, dịch vụ y tế, sức khỏe, văn hóa, giáo dục, đối tượng dễ bị tổn thương, giới và giảm nghèo.

Đường thủy nội địa (ĐTNĐ) và hàng hải là một trong năm phân ngành của hạ tầng giao thông vận tải. Phân ngành này gồm các đối tượng nhạy cảm với các tác động ảnh hưởng tiêu cực của biến đổi khí hậu. Thiên tai và biến đổi khí hậu ảnh hưởng trực tiếp đến quy hoạch, thiết kế, xây dựng, bảo trì, an toàn và vận hành khai thác đường thủy nội địa và hàng hải. Nghiên cứu đánh giá những tác động của biến đổi khí hậu lên hệ thống các công trình kết cấu hạ tầng ĐTNĐ và hàng hải từ đó triển khai các giải pháp khắc phục, phòng ngừa; nghiên cứu đề xuất các giải pháp kỹ thuật thích hợp nhằm phòng tránh rủi ro thiên tai; thích ứng với biến đổi khí hậu & nước biển dâng cho các công trình sẽ xây dựng trong tương lai là một nhiệm vụ cấp bách.

# NHẬN DIỆN VÀ SÀNG LỌC CÁC ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

* 1. **Nhận dạng các yếu tố liên quan BĐKH ảnh hưởng đến ĐTNĐ và hệ thống cảng biển Việt Nam**
     1. Gia tăng nhiệt độ

Tòan bộ các công trình hạ tầng cảng và ĐTNĐ bị tác động trực tiếp do 100% ở môi trường ngòai trời hứng chịu tác động trực tiếp của thiên nhiên. Ảnh hưởng đến đến điều kiện khai thác hệ thống cảng, cảng cạn, hệ thống kho bãi cho một số loại hàng hóa.

Nhiệt độ trái đất tăng ảnh hưởng tới quá trình bảo quản hàng hóa tại cảng, làm tăng nhu cầu xây dựng các mái che đặc biệt đối với các loại hàng hoa như: phân bón, vật liệu xây dựng, nhóm hàng hóa về lương thực thực phẩm. Đối với các loại hàng hóa đông lạnh gây tốn kém điện năng cho việc bảo quản và tăng yêu cầu xây dựng thêm các kho hàng…

Nhiệt độ cao cũng ảnh hưởng tới các quá trình vận hành máy móc thiết bị trong cảng, cũng như quá trình duy tu bảo dưỡng.

Đối với các khu vực cảng và các kho xăng dầu, nhiệt độ khí quyển tăng cao làm gia tăng nguy cơ cháy nổ. Tại các cảng xăng dầu khu vực miền Trung như Nhà máy lọc hóa dầu Dung Quất, cảng xăng dầu Lại Hiên, bến xăng dầu Cửa Việt,… loại hàng hóa qua các cảng này chủ yếu là các loại nhiên liệu như xăng, DO, FO dầu hỏa, các loại khí hóa lỏng, nhựa đường, dầu nhờn,… là những loại nguyên nhiên vật liệu có nguy cơ cháy nổ cao, đặt ra yêu cầu cho các cảng xăng dầu cần thiết phải nâng cao yếu tố an toàn.

Sự chênh lệch về nhiệt độ giữa mùa hè và mùa đông cũng gây ra những vấn đề nghiêm trọng tới kết cấu bến. Sự chênh lệch về nhiệt độ làm xuất hiện các vết nứt trên bề mặt bê tông. Điều này sẽ thúc đẩy các tác nhân ăn mòn xâm nhập sâu, làm phá hủy bến. Nhiệt độ tăng cao cũng làm cho bề mặt bê tông nhựa asphal nhanh xấu đi hơn.

* + 1. Biến đổi lượng mưa

1. **Ảnh hưởng của lượng mưa lớn gây ngập úng cục bộ**

Trong những năm gần đây, đặc biệt là do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, hiện tượng mưa lớn gây ngập úng cục bộ xảy ra ngày một thường xuyên. Do hạ tầng giao thông chưa được đồng bộ nên mưa lớn xảy ra thường gây ngập úng cục bộ, gây tắc nghẽn lưu thông hàng hóa qua cảng hoặc rút hàng sau cảng. Mưa lớn cũng làm giảm tầm nhìn, gây khó khăn cho việc điều động tàu ra vào cảng, cuốn trôi hàng hóa xuống sông, biển… Bề mặt các khu vực nền cứng ở các bến cảng bị xói mòn và xuống cấp tạo ra các hố ổ gà, làm giảm tuổi thọ thiết kế và tăng chi phí thay thế, tăng mức bảo dưỡng. Hoạt động của bến cảng cho đến khi nước rút, làm hư hại hàng hóa, cần cẩu và các máy móc, thiết bị khác tại bến cảng.

Ngập nước 🡪 đưa đến XÓI LỞ BỜ sông-kênh - mà bờ sông –kênh là một yếu tố hạ tầng quan trọng quyết định sự sống còn của giao thông ĐTNĐ và hàng hải nói chung. Điều kiện thủy văn (mưa, thủy triều, lũ lụt, dòng chảy) thay đổi, mực nước sông gia tăng tạo nên những tiền đề cho quá trình XÓI LỞ BỜ SÔNG.

Hệ thống thoát nước chỉ đáp ứng một phần gây ngập lụt làm ảnh hưởng hư hỏng đến thiết bị, kho, bãi làm gián đoạn khai thác ảnh hưởng đến năng suất, thời gian khai thác cảng biển - cảng thủy, hệ thống kho bãi hàng hóa thủy – bộ , các ICD, các trung tâm tiếp chuyển hàng hóa có đường thủy tham gia, làm hư hỏng hệ thống hạ tầng của các công trình này.

Mưa nhiều đem đến các vật trôi dạt từ thượng nguồn gây hư hỏng công trình ven sông, cửa sông.

Mưa nhiều làm các thông số kỹ thuật cơ bản của luồng lạch chạy tàu (L,B,H,R) sẽ bị thay đổi. Toàn bộ sơ đồ TRẮC DỌC LUỒNG CHẠY TÀU biến dạng về trị số và tính chất. Yếu tố luôn chịu tác động trực tiếp của tình trạng thủy văn – thủy lực dòng sông là tình trạng bồi lắng bờ sông và đáy sông. Lượng mưa thay đổi sẽ là tác nhân gây ra các hậu quả biến dạng luồng tàu, bờ sông và đáy sông trên các tuyến thủy nội địa.

Hiện tượng ngập lụt khi vượt quá khả năng thoát nước của hệ thống thoát nước làm hư hại như đã phân tích trên thì còn gây ra những thiệt hại đáng kể sau:

* + Phải dừng hoạt động tại các cảng, bến thủy nội địa và hàng hải do điều kiện tầm nhìn hạn chế, các thao tác trong thời tiết có mưa không thể thực hiện được, một số loại hàng hóa phải được bốc xếp, vận chuyển khi khô ráo.
  + Ngập còn ảnh hưởng làm hư hỏng, làm giảm công suất các thiết bị trong cảng. Thậm chỉ còn có thể gây chập, cháy nổ khi hạ tầng bố trí hệ thống điện, ổ cắm ngập lụt.
  + Lượng mưa tăng làm hệ thống thoát nước không kịp dẫn đến gia tăng tải trọng tác động đến công trình bến cảng có thể làm hư hóng và suy giảm tình trạng kỹ thuật công trình.

Lượng mưa khắc nghiệt, gió, sóng, nhiệt, ẩm, lạnh, ... gây rủi ro cho cuộc sống, doanh nghiệp và môi trường. Chúng có thể gây hư hỏng cơ sở hạ tầng giao thông đường thủy như đê chắn sóng, tường cầu cảng, bến bãi hoặc hệ thống thoát nước và có khả năng gây gián đoạn hoạt động hàng ngày của các cảng, đường thủy nội địa và các đầu mối đa phương thức được kết nối.

|  |  |
| --- | --- |
| Description: Thủng hai bồn chứa, hàng trăm khối dầu tràn ra biển ảnh 1 | **17/10/2008 Tại Cảng xăng dầu hàng không Liên Chiểu sự cố thủng hai bồn chứa, hàng trăm khối dầu tràn ra biển do mưa lớn**  Theo Xí nghiệp xăng dầu hàng không miền Trung (đóng tại Hoà Hiệp, quận Liên Chiểu), sự cố xảy ra vào lúc 12 giờ 15 ngày 16/10. Nguyên nhân ban đầu được xác định là do trời mưa lớn nên bờ kè khu vực kho chứa bị đổ sập làm 2 bồn đang chứa xăng A92 và ZA1 bị thủng gây tràn dầu. |
| Mưa và sóng to làm ảnh hưởng không nhỏ đến công tác hút dầu. Ngay trong đêm, các lực lượng chức năng khẩn trương hút dầu, đổ vào các bể chứa, ngăn không cho dầu lan sang diện rộng.  Do tác nhân mưa lũ gây thiệt hại trực tiếp mà còn gián tiếp ảnh hưởng đến các cơ quan, đơn vị lĩnh vực chức năng có liên quan từ việc xử lý sự cố. | |

1. **Ảnh hưởng của lượng mưa nhỏ (Hạn hán)**

Hạn hán gây xói lở và sụt trượt các công trình bảo vệ luồng ĐTNĐ, ảnh hưởng đến khả năng khai thác của hệ thống cảng, luồng đường thủy.

|  |
| --- |
| Những năm gần đây, trượt lở bờ sông và kênh rạch tại tỉnh Tiền Giang ngày càng nghiêm trọng với quy mô ngày càng lớn và đang có chiều hướng gia tăng. Theo số liệu thống kê từ năm 2012 – 2019, trên địa bàn tỉnh đã xảy ra 759 điểm trượt lở bờ sông và kênh rạch với chiều dài 55,2 km. Nặng nề nhất là đoạn bờ sông Tiền qua huyện Cái Bè có tổng chiều dài trượt lở hơn 24 km trên tổng số hơn 50 km đường bờ của sông Tiền (tính cả hai bờ tả, hữu) và một phần sông Cái Bè của huyện, làm mất diện tích đất ở mức độ bình quân 5ha/ năm. |

* + 1. Các hiện tượng khí hậu cực đoan

1. **Sương mù**

Sương mù ở nước ta thường xảy ra vào các tháng cuối mùa thu đến cuối mùa xuân, nhiều và mạnh nhất vào những tháng mùa đông. Sương mù làm giảm nghiêm trọng tầm nhìn, gây khó khăn hoặc là nguyên nhân tai nạn giao thông. Đối với các khu neo đậu tàu bè trong cảng, sương mù gây bất lợi cho tàu thuyền, gây nguy cơ đâm va, tai nạn. Sương mù nhiều cũng gây ra ẩm mốc hàng hóa.

Sương mù làm hạn chế tầm nhìn xa, ảnh hưởng mạnh đến quá trình điều động tàu bè, là nguyên nhân chủ yếu dẫn tới các tai nạn hàng hải trên biển. Nếu sương mù dày đặc, tầm nhìn xa có thể giảm xuống dưới 100m nên việc quan sát chủ yếu dựa vào thiết bị radar. Vì vậy, độ tin cậy của thiết bị này có ý nghĩa rất quan trọng, từ đó làm tăng chi phí đầu tư. Mức độ suy giảm tín hiệu trên màn ảnh của radar phụ thuộc vào mật độ sương mù, nhiệt độ không khí và bước sóng phát của radar. Khi tầm nhìn xa trong sương mù khoảng 30m - 50m thì tầm xa của radar giảm 30% - 45% với bước sóng phát dài 3.2cm, và giảm 10%-15% với bước sóng phát dài 10cm. Ở nhiệt độ thấp của khí quyển, độ suy giảm của radar mạnh hơn so với vùng có nhiệt độ cao. Ở độ cao anten 15m, có thế quan sát thấy những tàu có chiều dài 9m ở khoảng cách cỡ 2 hải lý. Trong trường hợp có sóng biển thì độ tin cậy của việc quan sát bằng radar bị giảm đi do nhiễu biển làm tâm của màn hành radar sáng lên (Quy tắc phòng ngừa đâm va trên biển – Colreg 72). Để đảm bảo an toàn khi hành hải thì các tàu đi trong sương mù thường kéo còi. Đặc biệt trong luồng hẹp, nếu có sương mù thì việc đi lại của tàu rất nguy hiểm do dễ xảy ra đâm va.

Do sương mù bắt buộc phải giảm tốc độ tàu để đảm bảo các điều kiện về an toàn và tránh đâm va trên biển, dẫn tới kéo dài thời gian hành trình làm tăng chi phí khai thác, từ đó làm giảm hiệu quả kinh tế. Quy tắc phòng ngừa đâm va trên biển Colreg 72 quy định trong điều kiện tầm nhìn xa hạn chế, vận tốc an toàn của tàu phải đảm bảo tàu dừng lại được sau một quãng đường dài bằng 1/2 tầm nhìn xa bằng cách chạy lùi tàu; khi chạy trong sương mù, vận tốc chạy tàu phải đảm bảo tàu dừng lại được sau một quãng đường dài bằng tầm nhìn xa đó; trong điều kiện tầm nhìn xa 1 hải lý và mật độ giao thông cao, một tàu có vận tốc tối đa là 17knots thì vận tốc an toàn khuyến cáo là 7 – 8knots. Ngoài ra, khả năng phòng ngừa đâm va trong sương mù còn phụ thuộc vào điều kiện thực tế cụ thể, cấu tạo tàu và kinh nghiệm của thuyền trưởng.

1. **Bão**

Phải dừng hoạt động tại các cảng, bến thủy nội địa và hàng hải khi có bão, đặc biệt là hoạt động khai thác.

Gió bão cực trị làm vượt quá khả năng chịu tải của công trình bến, của các hạng mục phụ trợ bến như bích neo, đệm va và là tiềm tàng gây ra hàng loạt các sự số, tai nạn liên quan đến các công trình, tài sản và con người khác.

Các phương tiện thủy không hàng hải được điều kiện khai thác cảng bị ảnh hưởng nghiêm trọng khi có bão.

Do có vị trí nhạy cảm nên các cảng biển chịu tác động rất mạnh của bão. Bão kèm theo sóng lớn sẽ cuốn trôi các container xuống biển, phá hủy các công trình tại bến, nhà xưởng; sóng lớn sẽ đánh dạt các tàu thuyền vào bờ, gây va chạm và kết quả là làm chìm các tàu thuyền, cùng với đó là một lượng lớn hàng hóa bị nhấn chìm xuống đáy biển gây ra các thảm họa môi trường như tràn dầu hay các hóa chất độc hại. Các cơn sóng lớn khi có bão cũng tác động rất mạnh tới các cầu cảng, làm gia tăng quá trình xâm thực, ăn mòn gây phá hủy các bến cảng, cầu tàu. Khi bão lớn xảy ra kèm theo sóng gió lớn, sương mù dày đặc dẫn tới hạn chế tầm nhìn dẫn tới các tàu thuyền phải hoãn hành trình, điều này gây thiệt hại về kinh tế cho các công ty vận tải biển.

Bão gây ra các trận mưa lớn, kết hợp với nước biển dâng cao dẫn tới ngập lụt, điều này gây tắc nghẽn hàng hóa qua cảng, phá hủy các kho hàng và hàng hóa; khi nước rút sẽ cuốn theo hàng hóa xuống biến và gây ra các vấn đề ô nhiễn môi trường biển tại khu vực cảng và các khu vực lân cận.

Mức độ tác động của gió trong bão phụ thuộc và tốc độ cũng như hướng gió và khả năng dự báo. Nhìn chung gió bão gây ra các thiệt hại như gây tốc mái che các kho hàng; gây đổ các cẩu trục, thiết bị bốc xếp tại cảng. Vận tốc gió lớn, kèm theo mưa lớn là nguyên nhân chính gây ra những thiệt hại nặng nề về hạ tầng kỹ thuật, người và của, hư hại hệ thống điện tại khu vực cảng và các khu vực xung quanh.

Triều cường dâng trong bão cũng là một yếu tố tác động mạnh tới bến cảng và hạ tầng kho bãi, là nguyên nhân chính gây ngập lụt tạm thời tại cảng, làm hỏng, cuốn trôi hàng hóa xuống sông, biển, gây thiệt hại và làm ô nhiễm môi trường tại khu vực cảng, gây tắc nghẽn hàng hóa qua cảng.

Sóng to, gió lớn trong cơn bão là nguyên nhân chính gây chìm tàu. So với những hiện tượng thời tiết như vòi rồng, dông có tính chất xuất hiện bất ngờ thì bão cần có thời gian hình thành. Do vậy, với hệ thống thông tin hiện đại trang bị trên các con tàu sẽ giúp tránh được các cơn bão cũng như có thời gian tìm và di chuyển đến khu vực trú ẩn. Mưa lớn và sương mù trong cơn bão cũng là nguyên nhân làm giảm tầm nhìn, gây khó khăn cho việc điều động tàu trong cảng, gây nguy hiểm cho tàu thuyền

Đối với các tàu thuyền trú bão tại các khu vực neo đậu cũng có nguy cơ bị va chạm do sóng to gió lớn. Trong một số trường hợp, các tàu có tải trọng lớn thường bị gió bão làm đứt neo, gây trôi dạt hoặc va đập với các tàu khác hoặc với các công trình gây hư hỏng. Cơn bão số 10 năm 2013 làm cho 01 sà lan không tự hành bị mắc cạn, 01 tàu kéo bị đắm; một số phao tiêu báo hiệu bị đứt, neo trôi dạt tại khu vực cảng Chân Mây - Thừa Thiên Huế. Khu vực cảng biển Quảng Bình: hệ thống phao tiêu luồng sông Gianh và luồng Hòn La bị trôi dạt, 04 sà lan bị mắc cạn, tàu Long Phú 05 bị mắc cạn. Khu vực Hà Tĩnh có 01 tàu kéo và 04 sà lan bị chìm đắm. Khu vực Nghệ An, Quảng Trị có một số phao bị đứt và xê dịch...

Các cảng biển phần lớn được ưu tiên quy hoạch tại các khu vực là các vịnh kín nhằm tránh các tác động như sóng, gió, bão… Tuy nhiên, đối với một số khu vực bến cảng không được che chắn bới các yếu tố tự nhiên thì yêu cầu phải có các công trình bảo vệ như đê chắn sóng, công trình bảo vệ bờ,… Vì vậy, khi có bão đi vào, các công trình bảo vệ cảng sẽ là những đối tượng bị tác động đầu tiên. Sóng dâng cao trong cơn bão kết hợp với thủy triều dâng cao là nguyên nhân chính gây phá hủy các công trình bảo vệ.

Ngành hàng hải có đặc thù là trực diện với thời tiết cực đoan của BĐKH, vì gần như cơ sở vật chất của ngành đều tọa lạc ở các vùng ven biển (Nhà máy đóng và sửa chữa tàu, cảng biển, luồng lạch, công trình bảo đảm hàng hải, đội tàu biển …). Do đó ngành này sẽ chịu tác động trực tiếp và nặng nề.

|  |
| --- |
| Đê chắn sóng cảng Tiên Sa có tổng chiều dài 471 mét được đầu tư xây dựng làm hai giai đoạn. Cơn bão số 9 năm 2009 đổ bộ vào các tỉnh miền Trung đã gây ra thiệt hại lớn đối với công trình đê chắn sóng cảng Tiên Sa. Theo thống kê, bão số 9 đã làm sạt lở hầu hết thân đê phía trong bằng kết cấu đá đổ đoạn tiếp nối giai đoạn 1 và 2 với tổng chiều dài 40 mét (từ MC 250 - MC 290). Toàn bộ kết cấu mặt đường trên đê bằng bê tông xi măng với tổng chiều dài 271 mét (từ MC 21 đến MC 290) cũng bị phá hủy... cuối năm 2009 đầu năm 2010 thì đê chắn sóng cảng Tiên Sa hiện vẫn đang ngổn ngang thiệt hại. Mặt đường bê tông xi măng bị xói lở thêm từng ngày, nguy cơ sóng “ăn” mất đường bê tông có thể xảy ra. |

Ở Việt Nam, những thiệt hại về kinh tế và cơ sở hạ tầng ĐTNĐ và Hàng hải do biến đổi khí hậu ngày càng lớn.

Áp thấp nhiệt đới và gió mùa Đông Bắc đều có thể tạo ra sóng to gió lớn gây nguy hiểm  cho phương tiện và tính mạng người đi biển. Biến đổi khí hậu làm cho các hiện tượng tời tiết cực đoan ngày càng trở nên khắc nhiệt hơn và ngày càng xảy ra một cách thường xuyên hơn.

1. **Lốc xoáy, giông tố, vòi rồng, mưa đá**

Đây là những hình thái thời tiết nguy hiểm, thời gian diễn ra nhanh và sức tàn phá rất lớn. Hiện tượng vòi rồng, giông lốc trên biển là những hiện tượng thời tiết đặc biệt nguy hiểm đối với tàu thuyền, gây chìm tàu, thiệt hại về người.

Lốc xoáy ở nước ta xảy ra chủ yếu vào các tháng chuyển từ mùa xuân sang mùa hè. Lốc xoáy chủ yếu xuất hiện ở vùng đồi núi phía Bắc và khu vực Đồng bằng Nam Bộ. Tần xuất xuất hiện lốc xoáy tại khu vực miền Trung là ít nhất.

|  |
| --- |
| Điển hình như ngày 21/11/2006 tại thành phố Hạ Long, chỉ trong 20 phút lốc xoáy dữ dội đã phá sập toàn bộ 4 dàn cần cẩu loại tải trọng 50 tấn tại cảng Cái Lân - làm chết 17 người, 50 người bị thương, thiệt hại ước tính 120 tỷ đồng (minh hình dưới đây).    Hình 2.1. Lốc xoáy đánh sập cần cẩu loại tải trọng 50 tấn tại cảng Cái Lân năm 2006. |

1. **Lũ quét**

Lũ quét là hiện tượng thuỷ văn đặc biệt nguy hiểm. Trong một số trường hợp nó có sức tàn phá khủng khiếp và trở thành thảm hoạ tự nhiên. Khác với lũ chính vụ xảy ra trên diện rộng và có thể dự báo trước khả năng xuất hiện về thời gian và địa điểm, lũ quét thường xảy ra rất bất ngờ trên các lưu vực nhỏ, dốc ở vùng núi, cũng như vùng thượng nguồn các sông, nơi có địa hình đồi núi cao xen kẽ với thung lũng và sông suối thấp, độ ổn định của lớp đất trên bề mặt lưu vực yếu do quá trình phong hóa mạnh, lớp phủ thực vật bị tàn phá gây ra nhiều thiệt hại về người và tài sản.

Dòng chảy lũ quét thường mang theo bùn đá, cát sỏi có thể cuốn trôi và vùi lấp cả nhà cửa và các công trình hạ tầng cơ sở, trong đó có luồng ĐTNĐ, các công trình ĐTNĐ. Theo đó, lũ quét bắt nguồn từ các khu vực miền núi phía Bắc (Lai Châu, Điện Biên, Lào Cai, Hà Giang, Cao Bằng Sơn La, Bắc Kạn...), các tỉnh miền Trung như Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên - Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Bình Thuận... đã xảy ra lũ quét.

* + 1. Mực nước biển dâng

|  |
| --- |
| Theo [7] Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016. Trên cơ sở Quy hoạch kết cấu hạ tầng đường thủy nội địa Việt Nam thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050, tác động của kịch bản biến đổi khí hậu đối với quy hoạch điều chỉnh như sau:   * Vào năm 2050, với mực kịch bản mực nước trung bình (30cm) thì hơn 70% số cảng và hạ tầng cảng sẽ bị ngập, hư hỏng. Con số này sẽ tăng lên gần 100% với kịch bản mực nước cao (33cm) và giảm xuống còn dưới 60% với kịch bản mực nước thấp (28cm). * Đối với cầu, nếu lấy mức tĩnh không 3.5m là mức tối thiểu cho phép để các tàu nhỏ nhất có thể đi qua được thì hiện tại có khoảng hơn 10% số cầu chưa đạt chuẩn này, có nghĩa là tĩnh không nhỏ hơn 3.5m. * Với dự báo theo kịch bản mực nước trung bình, đến năm 2050 thì sẽ có khoảng 50% cầu không thể cho phép tàu bè lưu thông. Con số này sẽ tăng lên hơn 80% với kịch bản mực nước cao và giảm xuống 35% với kịch bản mực nước thấp. * Ngoài ra thủy triều kết hợp với ảnh hưởng BĐKH-NBD có ảnh hưởng lớn tới giao thông thủy nói riêng và hệ thống giao thông nói chung tại đồng bằng sông Cửu Long và lưu vực sông Sài Gòn, Đồng Nai. * Tác động của kịch bản biến đổi khí hậu đến Quy hoạch chủ yếu do mực nước dâng cao có thể ngập hệ thống đường giao thông tiếp cận cảng cũng như hệ thống cơ sở hạ tầng các cảng và gây hư hỏng, chìm đắm, mất tích các tàu thuyền. * Các khu vực quy hoạch ĐTNĐ có khả năng bị tác động: * Khu vực Đông Bắc Bộ: Quảng Ninh, Hải Phòng, Nam Định, Thái Bình. * Khu vực kinh tế Đông Nam Bộ: Tp. HCM, Vũng Tàu. * Khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. |
| Theo [7] dự báo tác động kịch bản NBD 2016 tác động đến hệ thống hạ tầng cảng biển thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 như sau   | **Tác động của các kịch bản** Nước biển dâng **2016** | **Tác động đến hệ thống cảng biển** | | --- | --- | | theo kịch bản 2016   * Theo kịch bản RCP2.6: Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa của Việt Nam với giá trị tương ứng là 48 cm (29 cm ÷ 70 cm) và 49 cm (30 cm ÷ 71 cm); khu vực Móng Cái - Hòn Dáu và Hòn Dáu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 44 cm (27 cm ÷ 65 cm). * Theo kịch bản RCP4.5: Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa với giá trị tương ứng là 58 cm (36 cm ÷ 80 cm) và 57 cm (33 cm ÷ 83 cm); các khu vực Móng Cái - Hòn Dáu và Hòn Dáu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 53 cm (32 cm ÷ 75 cm). * Theo kịch bản RCP6.0: Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa với giá trị tương ứng là 60 cm (79 cm ÷ 85 cm) và 60cm (39 cm ÷ 86 cm); khu vực Móng Cái - Hòn Dáu và Hòn Dáu – Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 54 cm (35 cm ÷ 79 cm) và 54 cm (35 cm ÷ 78 cm). * Theo kịch bản RCP8.5: Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa với giá trị tương ứng là 78 cm (52 cm ÷ 107 cm) và 77 cm (50 cm ÷ 107 cm); các khu vực Móng Cái - Hòn Dáu, Hòn Dáu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 72 cm (49 cm ÷ 101 cm). | Hệ thống hạ tầng cảng biển có nguy cơ ngập lụt tạm thời do bão hoặc nước dâng trong bão, và ngập lụt vĩnh viễn.  Đối với các bến cảng, ngập lụt là yếu tố rất nhạy cảm. Sự ngập lụt làm cho các hoạt động khai thác trên cảng bị đình trệ hoàn toàn; bên cạnh đó hạ tầng kết nối giao thông sau cảng bị lụt gây ách tắc hàng hóa thông qua cảng gây thiệt hại kinh tế.  Đối với các bến cảng, cao trình thiết kế đã tính toán tới yếu tố gây nguy cơ lụt với căn cứ là mực nước biển trung bình tại khu vực. Khi nước biển dâng cao theo các kịch bản BĐKH, thì cao trình của các bến cảng sẽ không đáp ứng được yêu cầu khai thác theo các mực nước mới, như: Ngập lụt do sóng, thủy triều trong khoảng thời gian nhất định theo chu kỳ sóng, hay thủy triều theo ngày, giờ; Nguy cơ ngập lụt tạm thời do thủy triều dâng cao hay khi có bão; Ngập lụt vĩnh viễn.  Kết quả nghiên cứu vào cuối thế kỷ 21 của các cảng biển như sau:   * Nguy cơ ngập lụt tạm thời   + Nhóm cảng biển miền Bắc: So với các khu vực khác trong cả nước, khu vực này có ảnh hưởng nguy cơ ngập lụt tạm thời là không lớn, dao động trung bình quanh giá trị -0.70m, trong đó đặc biệt có cảng Thượng Lý bị ảnh hưởng nhiều nhất với chiều sâu ngập lụt tới -0.95m.  + Nhóm cảng biển miền Trung: So với các khu vực khác trong cả nước, khu vực này có ảnh hưởng nguy cơ ngập lụt tạm thời là rất lớn, với chiều sâu ngập lụt dao động trung bình quanh giá trị -2.00m, trong đó cá biệt có cảng Đầm Môn bị ảnh hưởng nhiều nhất với chiều sâu ngập lụt tới -2.60m. Điều này phù hợp với điều kiện tự nhiên miền Trung là khu vực đón bão với mật độ số cơn bão lớn nhất cả nước.  + Nhóm cảng biển miền Nam: So với các khu vực khác trong cả nước, khu vực này có ảnh hưởng nguy cơ ngập lụt tạm thời là lớn, với chiều sâu ngập lụt dao động trung bình quanh giá trị -1.00m, trong đó đặc biệt có cảng Hòn Chông bị ảnh hưởng nhiều nhất với chiều sâu ngập lụt tăng đột biến tới -3.04m.   * Nguy cơ ngập lụt khi nước biển dâng cao   Các cảng nước sâu nhưng được qui hoạch và xây dựng tại các vùng ven biển hay các vùng vịnh có cao độ thấp nên có thể vẫn xuất hiện nguy cơ ngập lụt khi nước biển dâng.  Các cảng cũ được xây dựng từ lâu do khoảng dự trữ cao độ không lớn và chưa dự phòng yếu tố nước biển dâng nên có nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn (ví dụ một số cảng thuộc khu vực thành phố Hồ Chí Minh và Cần Thơ).  Các cảng xây dựng mới và nằm trong khu vực được quy hoạch có địa hình cao sẽ ít bị ảnh hưởng bởi nguy cơ nước biển dâng (ví dụ một số cảng thuộc nhóm cảng số 3).  Một số khu vực do địa hình thấp và bằng phẳng, nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn không chỉ xuất hiện đối với khu vực cảng và tác động tới cả hệ thống kết nối hạ tầng giao thông sau cảng, gây ảnh hưởng tới việc vận chuyển, lưu thông hàng hóa qua cảng. |   Xem xét tác động của Quy hoạch đối với xu hướng biến đổi khí hậu còn mang tính tích cực thể hiện trên quan điểm tối ưu hóa việc vận chuyển hàng hóa, tăng thị phần vận chuyển hàng hóa của ngành vận tải biển, từ đó giảm tiêu thụ nhiên liệu cũng như phát sinh khí thải của phương tiện vận chuyển đường bộ trên các tuyến trục trung tâm vào thành phố, khu công nghiệp. |

1. **Mạng lưới luồng tuyến chạy tàu**

Các thông số kỹ thuật cơ bản của luồng lạch chạy tàu bị thay đổi: độ rộng (B), độ sâu (H) và bán kính cong luồng chạy tàu (R) khi mực nước biển dâng phải được xác định lại.

1. **Mạng lưới công trình cảng (cảng sông và cảng biển), bến (cảng biển, thủy nội địa), kho - bãi cảng**

Mực nước dâng do triều cường cũng là một yếu tố gây gia tăng ngập lụt gián tiếp và trực tiếp đến hệ thống cảng và đường thủy nội địa.

Mực nước biển dâng cao đi đôi với tình trạng “Biển lấn đất”. Hàng lọat các công trình cảng sông-cảng biển, hệ thống kho-bãi, các ICD, các trung tâm tiếp chuyển hàng hóa có đường thủy tham gia sẽ bị ngập nước … luôn tiếp xúc trực tiếp với nước nên khi mực NBD gia tăng bị đe dọa ngập nước. Các cao trình bến, cao trình nền kho – bãi, cốt nền các công trình này sẽ phải tính toán lại hoặc sửa chữa, nâng cấp điều chỉnh gia tăng thích hợp, cụ thể như:

* Với công trình bến cảng do thay đổi của độ sâu nước trước cảng, đòi hỏi cao trình bến (đáy và đỉnh) phải thay đổi và phải tính lại, đảm bảo phù hợp với độ gia tăng do NBD.
* Với hệ thống kho bãi cảng, các ICD sâu trong nội địa cũng tương tự như mặt bằng cảng, cần được xác định lại: vị trí, cao trình an toàn nền kho bãi, sự gia tăng, bổ sung vể nhu cầu kỹ thuật –công nghệ và tài chính.
* Với mạng lưới Giao thông nội bộ tại cảng biển - thủy nội địa và hàng hải: phải được tính toán và bố trí lại trên yêu cầu theo mức độ: giảm ngập hoặc chống ngập .
* Với thiết bị xếp dỡ thuộc cảng biển - thủy nội địa: sẽ xem xét thay đổi về tính năng kỹ thuật, đặc tính hoạt động, chủng loại … phù hợp trong điều kiện BĐKH.

1. **Hệ thống Kè bảo vệ bờ sông-kênh**

Chức năng của Kè là chống xói lở bờ và tham gia tạo hướng đi của dòng chảy. Nó sẽ bị thay đổi dưới tác động của dòng chảy mới, lưu tốc nước (Vn) và hướng đi của dòng chảy bởi mưc nước biển dâng. Hàng loạt các yếu tố kỹ thuật về kè như: chọn loại hình kè, thông số kích thước kè, vị trí lắp đặt xây dựng Kè …vv sẽ phải được đánh giá và xác định lại, tính toán lại. Sự biến thiên, thay đổi của lưu tốc & hướng dòng chảy trên các tuyến sông trong vùng khi chịu ảnh hưởng BĐKH ảnh hưởng đến sự ổn định tình trạng bờ sông, và làm suy giảm tình trạng kỹ thuật các công trình đê, kè, công trình chỉnh trị và các công trình ven sông, trên sông khác.

1. **Đê kè cửa sông, ven biển**

Cửa sông chịu tác động của NBD, dòng chảy (lưu tốc) thay đổi, dòng chảy nội vùng đi ra cửa, lại chịu tác động của sóng-gió –triều cửa sông nên đê và kè cửa sông bị ảnh hưởng nặng nề.

1. **Công trình vượt sông trên các tuyến đường thủy**

Khi NBD làm thay đổi đến các thông số thông thuyền. Để đảm bảo cho đội tàu qua lại tĩnh không và khẩu độ thông thuyền trên tất cả các công trình cầu qua sông phải được tính toán lại do mực nước bình quân trên luồng đã bị thay đổi theo hướng tăng thêm.

Tĩnh không dây điện, đường dây thông tin vượt sông , …vv cũng phải điều chỉnh lại theo hướng tăng lên.

1. **Hệ thống báo hiệu ĐTNĐ và hàng hải**

* BĐKH tạo nên các thay đổi về luồng chạy tàu (B, H, R,V), về bờ sông, về phân luồng-phân nhánh, về các chướng ngại đường thủy. Các thông số kỹ thuật cơ bản của luồng lạch khi mực nước biển dâng phải được xác định lại. Tất cả các tác động trên đòi hỏi phải bố trí lại một hệ thống báo hiệu phù hợp.
* Cao trình đáy sông trắc dọc theo toàn chiều dài sông sẽ thay đổi và cần được xác định lại với các định lượng mới.
* Tòan bộ hệ thống phao tiêu- báo hiệu ĐTNĐ sẽ phải thay đổi về số lượng, vị trí lắp đặt , thông số, kích thước các loại hình Báo hiệu. Không loại trừ khả năng phải nghiên cứu bổ sung các báo hiệu mới.

1. **Các cơ sở công nghiệp cơ khí tàu thuyền**

* Do đặc thù công nghệ hoạt động, tòan bộ các cơ sở công nghiệp cơ khí tàu thuyền thường tọa lạc ven sông, biển như: nhà máy đóng sửa tàu thủy, các triền đà, ụ tầu, xưởng sữa chữa tàu. Vì vậy, các công trình này trước hế là bị ảnh hưởng ngập nước do mực nước biển dâng và sau đó là các tác động thủy chế khác.
* Phải tính toán và xác định lại cao trình các triền đà-ụ tàu, …vv là một nhiệm vụ tất yếu để thích ứng với BĐKH và NBD.
* Tìm kiếm các vị trí địa điểm mới hoặc xác định cao độ dự trữ cho các cơ sở Cơ khi tàu thuyền ven sông để tránh ngập (hoặc giảm ngập) là một nhu cầu thực tế để ứng phó với BĐKH của danh mục hạ tầng kỹ thuật này.

1. **BĐKH & hoạt động khai thác vận tải ĐTNĐ**

* Các đầu mối hàng hóa truyền thống không còn phù hợp về: vị trí địa điểm, tính chất, quy mô, vì luồng tuyến vận tải sẽ bị thay đổi khi luồng tàu thay đổi!
* Mạng lưới luồng hàng, luồng phương tiện, … phải điều chỉnh về hướng đi và quy mô của luồng hàng và luồng khách.
* Quan hệ trong tổ chức vận tải đa phương thức bị biến động vì các đầu mối nối kết nối giao thông sẽ thay đổi. Khả năng chắp nối giữa các phương thức vận tải phải được điều chỉnh và xem xét lại.
* Hệ thống tổ chức và quản lý vận tải phải được điều chỉnh, bổ sung về mạng lưới vận tải, về quy trình hoạt động, …
  + 1. Một số thống kê thiệt hại BĐKH đến ĐTNĐ và hàng hải

1. **ĐTNĐ**

Dưới đây là bảng tổng hợp các tác nhân BĐKH tác động đến lĩnh vực đường thủy nội địa.

**Bảng 2.1. Tổng hợp một số tác nhân BĐKH ảnh hưởng tới ĐTNĐ tại Việt Nam**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tác nhân/ ĐTNĐ** | **Nhiệt độ** | **Thay đổi lượng mưa** | **Nước biển dâng** | **Hiện tượng khí hậu cực đoan** |
| Mạng lưới luồng tuyến chạy tàu |  | x | x | x |
| Mạng lưới Cảng & Bến bãi đường thủy nội địa |  | x | x | x |
| Hệ thống KÈ bảo vệ bờ sông-kênh |  | x | x | x |
| Đê kè cửa sông |  | x | x | x |
| Công trình vượt sông trên các tuyến GTT |  | x | x | x |
| Hệ thống báo hiệu đường thủy nội địa: (phao tiêu biển báo ĐTNĐ | x | x | x | x |
| Các cơ sở công nghiệp cơ khí tàu thuyền |  | x | x | x |
| BĐKH & hoạt động khai thác vận tải ĐTNĐ | x | x | x | x |

Xét riêng cho ĐTNĐ, hàng năm trên khu vực biển Đông có khoảng từ 8 đến 10 cơn bão và 7 áp thấp nhiệt đới, trong đó có khoảng 6 cơn bão ảnh hưởng trực tiếp đến đất liền nước ta, khi bão đổ bộ vào đất liền gây ra mưa to, gió lớn, lũ ống, lũ quét, sạt lở đất gây thiệt hại về người, tài sản của nhà nước và nhân dân, trong đó đã gây thiệt hại không nhỏ đối với hạ tầng đường thủy nội địa. Theo báo cáo thiệt hại sau các cơn bão hàng năm do BĐKH của Cục ĐTNĐ Việt Nam [8,9] lên tới hàng chục tỷ đồng mỗi năm chỉ tính riêng cho công tác bảo trì hệ thống báo hiệu ĐTNĐ thuộc quản lý Cục ĐTNĐ.

1. **Hệ thống cảng biển**

Dưới đây là bảng tổng hợp các tác nhân BĐKH tác động đến hệ thống cảng biển

**Bảng 2.2. Tổng hợp một số tác nhân BĐKH ảnh hưởng tới hệ thống cảng tại Việt Nam**

| **Tác nhân/ ĐTNĐ** | **Nhiệt độ** | **Thay đổi lượng mưa** | **Nước biển dâng** | **Hiện tượng khí hậu cực đoan** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Hệ thống cảng |  | x | x | x |
| Hệ thống kết cấu hạ tầng hàng hải công cộng: |  | x | x | x |
| * Hệ thống luồng hàng hải |  | x | x | x |
| * Hệ thống kè bảo vệ bờ, đê chắn sóng, chắn cát |  | x | x | x |
| * Các công trình đèn biển, thiết bị báo hiệu hàng hải | x | x | x | x |
| * Khu neo đậu tránh, trú bão cho tàu thuyền. |  | x | x | x |
| * Kết cấu hạ tầng phục vụ công tác bảo đảm an toàn hàng hải. |  | x | x | x |
| * Các công trình phụ trợ |  | x | x | x |

Theo [10] thống kê những thiệt hại do BĐKH và các hiện tượng thời tiết cực đoan là rất khó khăn :

* Những khu vực bị ảnh hưởng nặng thường bị cô lập, các công tác phòng chống thiên tai đôi khi bị động do diễn biến thất thường của BĐKH.
* Công tác phối hợp triển khai phòng chống và tìm kiếm cứu nạn tại các cơ quan đơn vị liên quan tại địa phương chưa được hiệu quả.
* Các trang thiết bị phòng chống thiên tai chưa đáp ứng được hoặc đôi khi chưa được quan tâm đầu tư, nâng cấp.

BĐKH ngày càng tác động trực tiếp và sâu sắc tới ngành hàng hải, đánh giá rủi ro và tính dễ bị tổn thương cũng như việc xây dựng những giải pháp thích ứng là thực sự cần thiết trong bối cảnh ngành kinh tế biển ngày càng phát triển.

**Bảng 2.3. Nhận định mức độ chịu tác động đối với với yếu tố của BĐKH**

| **STT** | **Các yếu tố của BĐKH** | **Đối tượng chịu tác động** | **Mức độ ảnh hưởng** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Gia tăng của nhiệt độ | - Hàng hóa trong cảng; trong quá trình vận chuyển;  - Các trang thiết bị máy móc trên cảng;  - Kho xăng dầu tại các cảng xăng dầu;  - Sức khỏe công nhân làm tại khu vực cảng; | Trung bình |
| 2 | Biến đổi lượng mưa | - Khu vực bến cảng;  - Hạ tầng giao thông sau cảng;  - Hàng hóa, nhà xưởng;  - Máy móc thiết bị tại cảng;  - Hệ thống luồng lạch; | Mạnh |
| 3 | Các hiện tượng khí hậu cực đoan |  |  |
|  | Sương mù | - Hoạt động của tàu thuyền;  - An toàn hàng hải;  - Hàng hóa; | Mạnh |
|  | Bão và áp thấp nhiệt đới | - Bến cảng; nhà kho, hàng hóa;  - Trang thiết bị, máy móc;  - Hoạt động vận tải biển;  - Tàu thuyền và điều động tàu trong bể cảng;  - Trang thiết bị an toàn hàng hải;  - Hạ tầng giao thông sau cảng; | Rất mạnh |
|  | Giông lốc, mưa đá, vòi rồng, sét | - Hoạt động của tàu thuyền trên biển, sông;  - An toàn hàng hải;  - Hệ thống kho tàng, nhà xưởng;  - Trang thiết bị máy móc trên cảng;  - Công nhân làm việc trong cảng; | Rất mạnh |
| 4 | Nước biển dâng | - Kết cấu bến cảng;  - Nhà xưởng, kho tàng;  - Hạ tầng giao thông sau cảng;  - Luồng hàng hải;  - Hệ thống báo hiệu hàng hải; | Rất mạnh |

(*Nguồn: Đánh giá tác động và xây dựng giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho ngành Hàng hải Việt Nam*)

|  |
| --- |
| **Sập đê Hòn La do cơ bão số 8 ngày 30/10/2012**  Công trình đê Hòn La giúp cảng biển Hòn La đón tàu từ 1-7 vạn tấn, do Ban quản lý khu kinh tế Quảng Bình làm chủ đầu tư. Tại đoạn đê nối hai đảo được thiết kế vừa làm đường vừa làm đê chắn sóng, với tổng chiều dài 500m, rộng 9m, phần mặt đê rộng 7,5m cho hai làn xe ôtô qua lại, chiều rộng chân tường hắt sóng 1,5m có tải trọng H30, XB80 và HL93…  Những đợt sóng lớn từ 15-16m ập vào do cơn bão số 8 gây ra đã làm sập hoàn toàn và đẩy dịch tuyến đê biển nối cảng Hòn La với đảo Hòn Cỏ ở Khu kinh tế Hòn La (xã Quảng Đông, Quảng Trạch, Quảng Bình) thành một hình vòng cung, với điểm dịch xa nhất đến 60m (Tuổi Trẻ 29-10). Khối lượng đá đắp và cấu kiện Tetrapod bêtông tiêu sóng nặng từ 16-25 tấn bị sóng đánh rời và trôi mất hơn 60.000m3. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Sập Cầu cảng Tổng kho xăng dầu ĐKC tại xã Nghi Thiết, huyện Nghi Lộc, tỉnh Nghệ An sau cơ bão số 2 ngày 29/7/2017**  Sau khi cơn bão số 2 vừa đi qua thì công trình thi công cầu cảng Tổng kho xăng dầu ĐKC của Công ty cổ phần Thiên Minh Đức đã bị sập nhiều nhịp, gãy chìm khoảng 600m, phần còn lại cũng bị hư hỏng nặng. Phần cầu cảng bị sập nằm phía ngoài khơi, đã đổ chìm hoàn | |
|  | toàn xuống biển, một số nhịp bị nước cuốn trôi, nhiều cọc bê-tông lớn đổ nghiêng ngả… Công trình cầu cảng xăng dầu ĐKC dài 1,5 km, có thể tiếp nhận tàu từ 2 – 4 vạn tấn phục vụ cho việc xuất nhập khẩu hàng hóa. |

Tại một số các bến cảng thuộc khu vực chịu ảnh hưởng của BĐKH như ngập lụt do mưa, bão, nước biển dâng thiệt hại trực tiếp kinh tế chỉ tính cho sửa chữa 1 số hạng mục cơ sở hạ tầng như nền kho, bãi có thể lên đến hàng chục tỷ đồng hàng năm. Hoặc đôi khi do ảnh hưởng gián tiếp bởi cơ sở hạ tầng giao thông kết nối bị ngập lụt, thời gian do ngừng khai thác ảnh hưởng đến doanh thu của cảng. Bảng dưới đây chỉ cho thấy ảnh hưởng của ngập lụt do biến đổi khí hậu hàng năm là đang kể.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bảng 2.4. Chi phí sửa chữa phần nền bãi, kho, đường thuộc Cảng Tân Thuận Cảng Sài Gòn năm 2018, 2019**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Năm** | **Nâng cao nền bãi và đường tại Cảng Tân Thuận thuộc Cảng Sài Gòn** | **Thời gian thi công (ngày)** | **Diện tích (m2)** | | 2019 | Số liệu theo TQT |  |  | |  | Bù trũng bãi C1 sau cầu K12A | 39 | 5755.00 | |  | Bù trũng bãi C2 sau cầu K12 | 40 | 4696.00 | |  | Nâng nền bãi C1 |  |  | |  | Nâng nền bãi C1 giai đoạn 1 | 40 | 2792.00 | |  | Nâng nền bãi C1 giai đoạn 2 | 40 | 2675.00 | |  | Nâng nền bãi C1 giai đoạn 3 | 25 | 2675.00 | |  | Nâng nền bãi C1 giai đoạn 4 và vuốt dốc | 25 | 3496.00 | |  | Sửa chữa đường giáp khu dân cư từu ngã tư đến hết bãi C1 | 25 | 3267.00 | | 2020 | Số liệu theo TQT |  |  | |  | Nâng nền bãi sau K12B (bãi sau bến trũng ) | 40 | 1747.00 | | 2021 | Số liệu theo HĐ và thiét kế |  |  | |  | Sửa chữa nâng nền Bãi C3 sau cầu K12B | 45 | 5359.00 | |  | Giữa kho 1-2 |  | 3928.00 | | ***Ghi chú:*** *- Kết cấu bãi nâng cao: đá cấp phối 0x4, BT nhựa.  - Cao độ nâng bình quân: 0,4-0,6m.* | | | | |

**Bảng 2.5. Tổng hợp các công trình trọng điểm có nguy cơ rủi ro thiên tai năm 2021**

| **TT** | **Tên dự án** | **Đánh giá sơ bộ** |
| --- | --- | --- |
|
| 1 | Các bến cảng trong vùng nước cảng biển | Hiện nay, trên cả nước có khoảng 286 bến cảng với khoảng 87,4 km dài cầu cảng. Về cơ bản các bến cảng trong vùng nước cảng biển do các doanh nghiệp khai thác cảng đầu tư và đã được tính toán khả năng chịu lực trong điều kiện có gió bão (cấp gió, bão tính toán tùy theo suất đầu tư của Chủ đầu tư), định kỳ kiểm định khả năng chịu lực của công trình theo kế hoạch bảo trì. Khi có bão, các doanh nghiệp khai thác cảng thực hiện nghiêm theo các quy định tại Thông tư số 29/2010/TT-BGTVT ngày 30/9/2010 của Bộ GTVT. |
| 2 | Hệ thống luồng hàng hải | Hiện nay, trên cả nước có 48 tuyến luồng hàng hải công cộng. |
| 3 | Hệ thống kè bảo vệ bờ, đê chắn sóng, chắn cát | Cục HHVN đang quản lý 12 đê chắn sóng, chắn cát, kè chỉnh trị, kè bảo vệ bờ trên cản nước. Hệ thống kè bảo vệ bờ, đê chắn sóng, chắn cát trong quá trình đầu tư đã được tính toán theo các điều kiện về gió bão. |
| 4 | Hệ thống giám sát và điều phối giao thông hàng hải (VTS) | Cục HHVN đang quản lý 7 hệ thống VTS do các cảng vụ hàng hải khu vực quản lý, vận hành và bảo trì. Hệ thống bao gồm trung tâm điều kiển và các trạm radar. Mặc dù, hệ thống đã được trang bị thiết bị chống sét, nhưng do tính chất bất thường của dòng sét vẫn có thể có nguy cơ gây hỏng hóc thiết bị. Tháp radar có nguy cơ bị nghiêng đổ khi vượt quá tải trọng gió bão tính toán. Trong thời gian, tới Cục HHVN sẽ nghiên cứu nâng cấp hệ thống chống sét theo giải pháp phân tán năng lượng sét để giảm thiểu tối đa các thiệt hại do sét đánh trực tiếp. |
| 5 | Hệ thống báo hiệu hàng hải | Trên cả nước hiện có 94 đèn biển, 1.061 phao báo hiệu, 201 tiêu báo hiệu trên tổng 48 tuyến luồng hàng hải. |
| 6 | Hệ thống thông tin duyên hải | Hệ thống thông tin duyên hải gồm: bao gồm: 29 Đài Thông tin duyên hải; Đài trung tâm Xử lý thông tin hàng hải Hà Nội; Đài thông tin vệ tinh mặt đất Inmarsat Hải Phòng; Đài thông tin vệ tinh Cospas-Sarsat; Đài thông tin nhận dạng và truy theo tầm xa LRIT. |

*Nguồn: Cục Hàng Hải ‘Rà soát các công trình trọng điểm phòng chống thiên tai năm 2021’*

* 1. **Dự báo tác động, các yếu tố liên quan BĐKH ảnh hưởng đến ĐTNĐ và hệ thống cảng biển Việt Nam**

Trong những năm gần đây, biến đổi khí hậu đã gây thiệt hại đến hạ tầng kỹ thuật GTVT nói chung và ngành hàng hải nói riêng: nghiêm trọng, toàn diện và lâu dài. Các đối tượng của ngành hàng hải và mức độ ảnh hưởng được xác định dưới bảng sau:

**Bảng 2.6. Nhận định mức độ chịu tác động đối với với yếu tố của BĐKH**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Các yếu tố của BĐKH** | **Đối tượng chịu tác động** | **Mức độ ảnh hưởng** |
| 1 | Sự ấm lên của bầu khí quyển | * Hàng hóa trong cảng; trong quá trình vận chuyển; * Các trang thiết bị máy móc trên cảng; * Kho xăng dầu tại các cảng xăng dầu; * Sức khỏe công nhân làm tại khu vực cảng; | Trung bình |
| 2 | Ngập lụt cục bộ do mưa lớn, triều cường | * Khu vực bến cảng; * Hạ tầng giao thông sau cảng; * Hàng hóa, nhà xưởng; * Máy móc thiết bị tại cảng; * Hệ thống luồng lạch; | Mạnh |
| 3 | Bão và áp thấp nhiệt đới | * Bến cảng; nhà kho, hàng hóa; * Trang thiết bị, máy móc; * Hoạt động vận tải biển; * Tàu thuyền và điều động tàu trong bể cảng; * Trang thiết bị an toàn hàng hải; * Hạ tầng giao thông sau cảng; | Rất mạnh |
| 4 | Giông lốc, mưa đá, vòi rồng, sét | * Hoạt động của tàu thuyền trên biển, sông; * An toàn hàng hải; * Hệ thống kho tàng, nhà xưởng; * Trang thiết bị máy móc trên cảng; * Công nhân làm việc trong cảng; | Rất mạnh |
| 6 | Sương mù | * Hoạt động của tàu thuyền; * An toàn hàng hải; * Hàng hóa; | Mạnh |
| 7 | Nước biển dâng | * Kết cấu bến cảng; * Nhà xưởng, kho tàng; * Hạ tầng giao thông sau cảng; * Luồng hàng hải; * Hệ thống báo hiệu hàng hải; | Rất mạnh |
| 8 | Xâm nhập mặn |  | Không xét đến |

(*Nguồn: Đánh giá tác động và xây dựng giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu, nước*

*biển dâng cho ngành Hàng hải Việt Nam*)

Kết quả nhận định: Các hoạt động hàng hải trên biển, hệ thống các thiết bị báo hiệu đảm bảo an toàn hàng hải, cảng và hạ tầng sau cảng là những đối tượng bị tác động mạnh nhất.

Kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam năm 2020 đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố là cơ sở để đánh giá, dự báo xu hướng tác động của biến đổi khí hậu trong việc thực hiện Quy hoạch dưới đây.

* + 1. Xu hướng tác động của nhiệt độ:
* Theo kịch bản RCP4.5, nhiệt độ trung bình năm tăng 1,9÷2,4oC ở phía Bắc và 1,5÷1,9oC ở phía Nam.
* Theo kịch bản RCP8.5, mức tăng 3,5÷4,2oC ở phía Bắc và 3,0÷3,5oC ở phía Nam. Nhiệt độ cực trị có xu thế tăng rõ rệt[[1]](#footnote-1).

Nhiệt độ không khí tăng gây ảnh hưởng tới quá trình bảo quản hàng hóa, đặc biệt đối với các loại hàng hóa đông lạnh, gây tốn kém điện năng cho việc bảo quản và tăng yêu cầu xây dựng thêm các kho hàng… Đối với các khu vực cảng và các kho xăng dầu, nhiệt độ khí quyển tăng cao làm gia tăng nguy cơ cháy nổ.

* + 1. Tác động lượng mưa theo kịch bản biến đổi khí hậu:
* Theo kịch bản RCP4.5, lượng mưa năm tăng phổ biến từ 10÷20%. Theo kịch bản RCP8.5, mức tăng nhiều nhất có thể trên 40% ở một phần diện tích Bắc Bộ.
* Lượng mưa cực trị (Rx1day, Rx5day) có xu thế tăng trên phạm vi cả nước theo cả 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5. Đến cuối thế kỷ lượng mưa cực trị có xu thế tăng phổ biến 20÷40% so với thời kỳ cơ sở.

Mưa lớn kết hợp triều cường dâng cao gây ngập úng cục bộ tại khu vực cảng gây tắc nghẽn hàng hóa qua cảng; cuốn trôi hàng hóa và container xuống sông, biển có thể kéo theo các loại hàng hóa nguy hiểm, độc hại gây ô nhiểm môi trường tại khu vực cảng.

* + 1. Hiện tượng khí hậu, thủy hải văn cực đoan:
* **Bão và áp thấp nhiệt đới**

Số lượng bão mạnh đến rất mạnh có xu thế tăng; thời điểm bắt đầu gió mùa mùa hè (GMMH) ở Việt Nam có xu thế ít biến đổi, thời điểm kết thúc có xu thế muộn hơn, độ dài mùa GMMH có xu thế dài hơn và cường độ mạnh hơn 0,2÷0,3 m/s. Số ngày rét đậm, rét hại ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ đều có xu thế giảm. Số ngày nắng và nắng nóng gay gắt có xu thế tăng trên hầu hết cả nước, lớn nhất là ở Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Số tháng hạn trong mùa khô có xu thế tăng trên đa phần diện tích cả nước và có xu thế giảm ở một phần diện tích khu vực Tây Bắc, Trung Bộ và phần cực Nam của Nam Bộ.

* **Sóng biển, nước dâng do bão, và nước dâng do bão kết hợp với thủy triều**
* Độ cao sóng biển có xu thế tăng ở khu vực giữa và Nam Biển Đông (bao gồm cả quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa). Ở ven biển Việt Nam, độ cao sóng biển có xu thế giảm ở khu vực vịnh Bắc Bộ, giảm mạnh nhất là khu vực phía Bắc vịnh Bắc Bộ. Tuy nhiên, riêng khu vực ven biển từ Quảng Trị đến Cà Mau lại có xu thế tăng nhẹ hoặc không rõ ràng. Cụ thể như sau:
* Theo kịch bản RCP4.5, vào cuối thế kỷ, độ cao sóng biển trung bình toàn Biển Đông tăng khoảng 9%. Khu vực ven biển từ Móng Cái – Hòn Dáu có độ cao sóng giảm mạnh nhất với mức giảm khoảng 27%, các khu vực ven biển từ Đèo Hải Vân đến Mũi Cà Mau, độ cao sóng biển có xu thế tăng nhẹ từ 1% đến 9%. Khu vực Mũi Cà Mau đến Kiên Giang độ cao sóng không có xu thế rõ ràng. Khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa, độ cao sóng biển tăng mạnh nhất với mức tăng tương ứng là 20% và 19%.
* Theo kịch bản RCP8.5, vào cuối thế kỷ, độ cao sóng biển trung bình toàn Biển Đông tăng khoảng 7%. Khu vực ven biển từ Móng Cái – Hòn Dáu có độ cao sóng giảm mạnh nhất với mức giảm khoảng 24%, các khu vực ven biển từ Đèo Hải Vân đến Mũi Cà Mau, độ cao sóng biển có xu thế tăng nhẹ từ 1% đến 9%. Khu vực Mũi Cà Mau đến Kiên Giang độ cao sóng có xu thế giảm nhẹ khoảng 1%. Khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa, độ cao sóng biển tăng mạnh nhất với mức tăng tương ứng là 19% và 17%.
* Theo Báo cáo phân vùng bão, xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão cho dải ven biển Việt Nam của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2016, dải ven biển Việt Nam được chia thành các khu vực có đặc trưng nước dâng do bão khác nhau: (i) Khu vực từ Quảng Ninh đến Thanh Hóa, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 350 cm, trong điều kiện biến đổi khí hậu, bão có khả năng mạnh thêm, nước dâng có thể lên đến trên 490 cm; (ii) Khu vực từ Nghệ An đến Hà Tĩnh, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là trên 440 cm, trong tương lai, có thể lên trên 500 cm; (iii) Khu vực từ Quảng Bình đến Thừa Thiên - Huế, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 390 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 420 cm; (iv) Khu vực Đà Nẵng đến Bình Định, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 180 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 230 cm; (v) Khu vực từ Phú Yên đến Ninh Thuận, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 170 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 220 cm; (vi) Khu vực từ Bình Thuận đến Bà Rịa – Vũng Tàu, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 120 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 200 cm; (vii) Khu vực từ TP. Hồ Chí Minh đến Cà Mau, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 200 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 270 cm; (viii) Khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 120 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 210 cm.
* Nước dâng do bão đặc biệt nguy hiểm khi xuất hiện vào đúng thời kỳ triều cường, mực nước tổng cộng dâng cao, kết hợp với sóng to có thể tràn qua đê. Năm 2005 có 4 cơn bão gây nước dâng do bão khá cao, trong đó cơn bão số 2 (bão Washi) và bão số 7 (bão Damrey) xảy ra đúng vào lúc triều cường nên gây thiệt hại lớn tại Hải Phòng và Nam Định.
* Bên cạnh đó, khi có bão xảy ra, khu vực cửa sông ven biển ngoài hiện tượng nước dâng do gió và áp thấp khí quyển còn có hiện tượng nước dâng do mưa lớn và nước trong sông đổ ra. Như vậy, nguy cơ nước dâng tổng cộng trong bão sẽ trầm trọng hơn.
* Nước dâng trong bão kèm theo sóng lớn là nguyên nhân chính gây ra những thiệt hại nghiêm trọng đến đê biển và các công trình ven biển, và đặc biệt nguy hiểm nếu xảy ra trong thời kỳ triều cường. Nước dâng có xu hướng đạt giá trị cao nhất trong thời kỳ triều cường nhưng về pha thủy triều và nước dâng do bão lại không có quan hệ rõ rệt. Mực nước dâng do bão khi được tách ra từ mực nước tổng cộng trong các mô hình có tính đến thủy triều thường thấp hơn so với mực nước dâng do bão mô phỏng trong điều kiện mực nước trung bình. Nước dâng do bão đạt giá trị cao hơn nếu bão đổ bộ vào các thời điểm mực nước triều kiệt và đạt thấp hơn khi bão đổ bộ vào các thời điểm triều cường.
* Tại một số khu vực có biên độ thủy triều lớn, như vùng Quảng Ninh - Hải Phòng và khu vực ven biển từ Vũng Tàu đến Cà Mau, nếu bão đổ bộ vào lúc triều cường thì dù bão chỉ gây nước dâng nhỏ nhưng cũng gây ngập vùng ven bờ, như trường hợp bão số 2 năm 2013 đổ bộ vào Hải Phòng chỉ với cấp 8, gây nước dâng 70 cm, nhưng vào lúc triều cường nên đã gây ngập khu vực Đồ Sơn - Hải Phòng. Trên thực tế tại Việt Nam cũng đã có một số cơn bão mạnh đổ bộ vào thời điểm triều cường như bão Washi năm 2005, bão Xangsen năm 2006. Trường hợp bão đổ bộ vào thời điểm nước ròng thì nguy cơ ngập lụt vùng ven bờ là thấp bởi ngay cả khi độ lớn nước dâng do bão đến 200 cm, thì mực nước tổng cộng trong bão cũng không quá cao, ví dụ như bão số 10 và 11 năm 2013 đã gây nước dâng trên 100 cm nhưng xuất hiện vào lúc triều đang rút nên không gây nguy hiểm vùng ven bờ.
* Trong trường hợp nước dâng do bão kết hợp với thủy triều, mực nước tổng cộng trong bão với chu kỳ lặp lại 200 năm tại khu vực đồng bằng ven biển từ Quảng Ninh đến Nghệ An có thể đạt từ 450 ÷ 500 cm, trong khi tại khu vực ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam chỉ đạt từ 150 ÷ 200 cm [38]. Trong trường hợp tính thêm cả nước dâng do sóng, mực nước tổng cộng trong bão tại khu vực Hải Phòng với chu kỳ lặp lại 100 năm có thể đạt tới trên 500 cm. Trong bối cảnh nước biển dâng do biến đổi khí hậu, mực nước tổng cộng trong bão tại khu vực Hải Phòng với chu kỳ lặp lại 100 năm có thể lên tới trên 600 cm.
* **Tác động do bão:**
* Tác động của bão đối với các hoạt động hàng hải trên biển:
* Các hoạt động hàng hải chịu tác động mạnh và thường trực bởi các yếu tố của biến đổi khí hậu, đặc biệt là bão. Sóng to, gió lớn trong cơn bão là nguyên nhân chính gây chìm tàu;
* Đối với các tàu thuyền trú bão tại các khu vực neo đậu cũng có nguy cơ bị va chạm do sóng to gió lớn. Trong một số trường hợp, các tàu có tải trọng lớn thường bị gió bão làm đứt neo, gây trôi dạt hoặc va đập với các tàu khác hoặc với các công trình gây hư hỏng;
* Tác động của bão đối với hệ thống cảng và công trình bảo vệ cảng: Bão là hiện tượng thời tiết cực đoan tác động mạnh nhất đến hệ thống các cảng và các công trình bảo vệ cảng, cụ thể:
* Gây tốc mái nhà kho, làm đổ các thiết bị bốc xếp tại cảng, hư hại hệ thống điện tại khu vực cảng và các khu vực xung quanh;
* Mưa lớn kết hợp triều cường dâng cao gây ngập úng cục bộ tại khu vực cảng gây tắc nghẽn hàng hóa qua cảng; cuốn trôi hàng hóa và container xuống sông, biển có thể kéo theo các loại hàng hóa nguy hiểm, độc hại gây ô nhiểm môi trường tại khu vực cảng.
* Mưa gió trong cơn bão gây va chạm tàu thuyền đang neo đậu tại cảng làm hư hỏng; làm giảm tầm nhìn gây khó khăn cho việc điều động tàu trong cảng.
* Các cảng biển phần lớn được ưu tiên quy hoạch tại các khu vực là các vịnh kín nhằm tránh các tác động như sóng, gió, bão… Tuy nhiên, đối với một số khu vực bến cảng không được che chắn bới các yếu tố tự nhiên thì yêu cầu phải có các công trình bảo vệ như đê chắn sóng, công trình bảo vệ bờ,… Vì vậy, khi có bão đi vào, các công trình bảo vệ cảng sẽ là những đối tượng bị tác động đầu tiên.
* Sóng dâng cao trong cơn bão kết hợp với thủy triều dâng cao là nguyên nhân chính gây phá hủy các công trình bảo vệ.
* **Tác động của nước dâng trong bão:**
* Nước dâng trong bão được tham khảo từ Đề tài KT.03.06, Công nghệ dự báo nước dâng do bão ven bờ biển Việt Nam, Viện Cơ học - Trung tâm KHTN & Công nghệ Quốc gia, Hà Nội

Bảng 2.7. Mực nước có dâng tại các khu vực bờ biển khi bão đi vào

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Vĩ độ** | **Vùng bờ biển** | **Tần suất P%** | **Số cơn bão/trung bình năm** | **Nước dâng lớn nhất đã xảy ra (m)** | **Nước dâng lớn nhất có thể xảy ra (m)** |
| 21-22 | BắcCửaÔng | 29 | 12.04 | 0.74 | 2.2 |
| 20-21 | Cửa Ông-Cửa Đáy | 39 | 16.19 | 1.00 | 2.2 |
| 19-20 | Cửa Đáy - Cửa Vạn | 14.11 | 0.87 | 3.0 | 4.0 |
| 18-19 | Cửa Vạn - Đèo Ngang | 12.04 | 0.74 | 3.4 | 4.0 |
| 17-18 | Đèo Ngang - Cửa Tùng | 6.64 | 0.41 | 2.2 | - |
| 16-17 | Cửa Tùng - Đà Nẵng | 3.73 | 0.23 | 2.6 | - |
| 15-16 | Đà Nẵng - Quảng Ngãi | 9.54 | 0.59 | 1.4 | 1.6 |
| 14-15 | Quảng Ngãi - Bình Định | 9.54 | 0.59 | 1.0 | 1.2 |
| 13-14 | Bình Định - Phú Yên | 4.56 | 0.28 | 0.8 | 1.0 |
| 12-13 | Phú Yên - Khánh Hoà | 3.73 | 0.23 | 0.8 | 1.0 |
| 11-12 | Ninh Thuận -Bình Thuận | 4.15 | 0.26 | 1.0 | 1.2 |
| 10-11 | Bình Thuận - Bến Tre | 1.66 | 0.10 | 1.8 | 2.0 |

*[Kết quả lấy từ nguồn từ Đề tài KT.03.06, Công nghệ dự bão nước dâng do bão ven bờ biển Việt Nam, Viện Cơ học - Trung tâm KHTN & Công nghệ Quốc gia, Hà Nội.]*

* + 1. Tác động của nước biển dâng đến hạ tầng hàng hải dễ tổn thương

Các kịch bản nước biển dâng được xây dựng cho các tỉnh ven biển Việt Nam và được phân chia thành 9 khu vực ven biển và hải đảo bao gồm: (i) Khu vực bờ biển từ Móng Cái đến Hòn Dấu; (ii) Khu vực bờ biển từ Hòn Dấu đến Đèo Ngang; (iii) Khu vực bờ biển từ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân; (iv) Khu vực bờ biển từ Đèo Hải Vân đến Mũi Đại Lãnh; (v) Khu vực bờ biển từ Mũi Đại Lãnh đến Mũi Kê Gà; (vi) Khu vực bờ biển từ Mũi Kê Gà đến Mũi Cà Mau; (vii) Khu vực bờ biển từ Mũi Cà Mau đến Kiên Giang; (viii) Khu vực quần đảo Hoàng Sa của Việt Nam; (ix) Khu vực quần đảo Trường Sa của Việt Nam.

* **Dự báo đến cuối thế kỷ 21:**
* ̀ Theo kịch bản RCP2.6, mực nước biển dâng trung bình toàn khu vực Biển Đông là 46 cm (28 m ÷ 70 cm), cao nhất ở khu vực quần đảo Trường Sa là 49 cm (30 cm ÷ 71 cm). Trung bình toàn dải ven biển là 44 cm (27 cm ÷ 66 cm).
* Theo kịch bản RCP4.5, mực nước biển dâng trung bình toàn khu vực Biển Đông là 55 cm (34 cm ÷ 81 cm), cao nhất ở khu vực quần đảo Trường Sa là 57 cm (33 cm ÷ 83 cm). Trung bình toàn dải ven biển là 53 cm (32 cm ÷ 76 cm).
* Theo kịch bản RCP8.5, mực nước biển dâng trung bình toàn khu vực Biển Đông là 77 cm (51 cm ÷ 106 cm), cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa là 78 cm (52 cm ÷ 107 cm). Trung bình toàn dải ven biển là 73 cm (49 cm ÷ 103 cm).

Mực nước biển dâng trung bình khu vực ven biển các tỉnh phía Nam có xu thế cao hơn so với khu vực phía Bắc.

* **Nguy cơ ngập:**

Đến cuối thế kỷ, nếu mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu dâng cao 100 cm:

* Đồng bằng sông Hồng và tỉnh Quảng Ninh: 13,20% diện tích đồng bằng sông Hồng có nguy cơ bị ngập, trong đó, tỉnh Nam Định có thể bị ngập lên tới 43,67% diện tích; 1,94% diện tích tỉnh Quảng Ninh có nguy cơ bị ngập, trong đó, 23,21% diện tích thị xã Quảng Yên có thể bị ngập.
* Dải ven biển miền Trung từ tỉnh Thanh Hóa đến tỉnh Bình Thuận: Khoảng 1,53% diện tích đất các tỉnh ven biển miền Trung từ Thanh Hóa đến Bình Thuận có nguy cơ bị ngập, trong đó, tỉnh Thừa Thiên Huế có 5,49% diện tích nằm trong vùng cảnh báo nguy cơ ngập.
* Thành phố Hồ Chí Minh và tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu: Khoảng 17,15% diện tích Tp. Hồ Chí Minh, khoảng 4,84% diện tích tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu có nguy cơ bị ngập
* Đồng bằng sông Cửu Long: Đồng bằng sông Cửu Long là khu vực có diện tích chịu nguy cơ ngập cao nhất 47,29% diện tích, trong đó, cao nhất là tỉnh Cà Mau với 79,62% và tỉnh Kiên Giang với 75,68% diện tích có nguy cơ ngập.
* **Tác động của nước biển dâng đối với kết cấu hạ tầng hàng hải dễ tổn thương:**

Đối với các bến cảng, ngập lụt là yếu tố rất nhạy cảm. Sự ngập lụt làm cho các hoạt động khai thác trên cảng bị đình trệ hoàn toàn; bên cạnh đó hạ tầng kết nối giao thông sau cảng bị lụt gây ách tắc hàng hóa thông qua cảng gây thiệt hại kinh tế.

Đối với các bến cảng, cao trình thiết kế đã tính toán tới yếu tố gây nguy cơ lụt với căn cứ là mực nước biển trung bình tại khu vực. Khi nước biển dâng cao theo các kịch bản BĐKH, thì cao trình của các bến cảng sẽ không đáp ứng được yêu cầu khai thác theo các mực nước mới, như: ngập lụt do sóng, thủy triều trong khoảng thời gian nhất định theo chu kỳ sóng, hay thủy triều theo ngày, giờ; nguy cơ ngập lụt tạm thời do thủy triều dâng cao hay khi có bão; Ngập lụt vĩnh viễn.

* + Nguy cơ ngập lụt tạm thời

Kết quả nghiên cứu của Dự án (kịch bản 2016) cũng đưa ra một số nhận xét về nguy cơ ngập lụt tạm thời và nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn khi nước biển dâng vào cuối thế kỷ 21 của các cảng biển tại từng khu vực như sau:

* *Nhóm cảng biển miền Bắc:* So với các khu vực khác trong cả nước, khu vực này có ảnh hưởng nguy cơ ngập lụt tạm thời là không lớn, dao động trung bình quanh giá trị -0.70m, trong đó đặc biệt có cảng Thượng Lý bị ảnh hưởng nhiều nhất với chiều sâu ngập lụt tới -0.95m.
* *Nhóm cảng biển miền Trung:* So với các khu vực khác trong cả nước, khu vực này có ảnh hưởng nguy cơ ngập lụt tạm thời là rất lớn, với chiều sâu ngập lụt dao động trung bình quanh giá trị -2.00m, trong đó cá biệt có cảng Đầm Môn bị ảnh hưởng nhiều nhất với chiều sâu ngập lụt tới -2.60m. Điều này phù hợp với điều kiện tự nhiên miền Trung là khu vực đón bão với mật độ số cơn bão lớn nhất cả nước.
* *Nhóm cảng biển miền Nam:* So với các khu vực khác trong cả nước, khu vực này có ảnh hưởng nguy cơ ngập lụt tạm thời là lớn, với chiều sâu ngập lụt dao động trung bình quanh giá trị -1.00m, trong đó đặc biệt có cảng Hòn Chông bị ảnh hưởng nhiều nhất với chiều sâu ngập lụt tăng đột biến tới -3.04m.
  + Nguy cơ ngập lụt khi nước biển dâng cao
* Các cảng nước sâu nhưng được qui hoạch và xây dựng tại các vùng ven biển hay các vùng vịnh có cao độ thấp nên có thể vẫn xuất hiện nguy cơ ngập lụt khi nước biển dâng.
* Các cảng cũ được xây dựng từ lâu do khoảng dự trữ cao độ không lớn và chưa dự phòng yếu tố nước biển dâng nên có nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn (ví dụ một số cảng thuộc khu vực thành phố Hồ Chí Minh và Cần Thơ).
* Các cảng xây dựng mới và nằm trong khu vực được quy hoạch có địa hình cao sẽ ít bị ảnh hưởng bởi nguy cơ nước biển dâng (ví dụ một số cảng thuộc nhóm cảng số 3).
* Một số khu vực do địa hình thấp và bằng phẳng, nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn không chỉ xuất hiện đối với khu vực cảng và tác động tới cả hệ thống kết nối hạ tầng giao thông sau cảng, gây ảnh hưởng tới việc vận chuyển, lưu thông hàng hóa qua cảng.
  + 1. Tác động của Quy hoạch đối với xu hướng biến đổi khí hậu

Bằng việc phát triển Quy hoạch tổng thể phát triển hệ thống cảng biển Việt Nam thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 tác động đến xu hướng biến đổi khí hậu trên các khía cạnh:

* Tác động tích cực: khi quy hoạch được triển khai đồng bộ cùng với các quy hoạch của ngành giao thông khác sẽ góp phần giảm phát thải khi nhà kính nói chung của các phương tiện giao thông trên cả nước. Tác động của Quy hoạch đối với xu hướng biến đổi khí hậu còn mang tính tích cực thể hiện trên quan điểm tối ưu hóa việc vận chuyển hàng hóa, tăng thị phần vận chuyển hàng hóa của ngành vận tải biển, từ đó giảm tiêu thụ nhiên liệu cũng như phát sinh khí thải của phương tiện vận chuyển đường bộ trên các tuyến trục trung tâm vào thành phố, khu công nghiệp.
* Bên cạnh đó, tại các bến cảng khí thải các phương tiện tàu thủy, vận tải và bốc xếp hàng hóa có tác động đến môi trường, tuy nhiên ở mức không đáng kể. Hầu hết các khí thải gây ra bởi việc đốt cháy nhiên liệu. Các hoạt động bốc xếp hàng trong cảng và hoạt động của các phương tiện tàu thuyền vận tải hàng/hành khách, giao thông đường bộ/đường sắt tại các đường kết nối và trục giao thông chuyên chở hàng hóa phục vụ vận chuyển. Khi thực hiện quy hoạch, hầu hết các cảng biển được kết nối với mạng lưới đường bộ ngoài cảng bằng đường bộ, đường sắt; một số cảng còn có hình thức sang mạn cho các phương tiện khác tiếp tục vận tải bằng đường thủy, nhưng chặng cuối cùng vẫn sử dụng đường bộ. Điều này có nghĩa lưu lượng vận chuyển của các phương tiện giao thông ngày càng tăng, khí thải nhiều hơn, ô nhiễm nhiều hơn, lượng khí nhà kính sẽ tăng tương ứng nếu không có các biện pháp hạn chế khí thải.
* Tác động của Quy hoạch điều chỉnh đối với xu hướng biến đổi khí hậu còn mang tính tích cực thể hiện trên quan điểm tối ưu hóa việc vận chuyển hàng hóa, tăng thị phần vận chuyển hàng hóa của ngành vận tải biển, từ đó giảm tiêu thụ nhiên liệu cũng như phát sinh khí thải của phương tiện vận chuyển đường bộ trên các tuyến trục trung tâm vào thành phố, khu công nghiệp.
* Các tác động môi trường tiêu cực không thể khắc phục và nguyên nhân. Việc phát tán dịch bệnh nguy hiểm, sinh vật ngoại lai là vấn đề quốc tế, nên việc khắc phục phải có sự phối hợp chặt chẽ với Tổ chức Y tế thế giới và các cơ quan y tế trong nước.
  1. **Giới hạn phạm vi BĐKH lĩnh vực đường thủy nội địa và hàng hải trong dự án**
     1. **Xác định giới hạn phạm vi xem xét các yếu tố/hiện tượng biểu hiện của tác nhân BĐKH đối với ĐTNĐ và Hàng Hải**

Dựa vào nhận diện các tác động BĐKH và mức độ ảnh hưởng tới ĐTNĐ và Hàng Hải như phân tích trên chỉ xem xét các yếu tố/hiện tượng như liệt kê bảng sau cho phạm vi dự án này.

**Bảng 2.8. Các yếu tố/hiện tượng biểu hiện của tác nhân BĐKH đối với ĐTNĐ và Hàng Hải**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Hiện tượng** | **Tác nhân** | **Mức độ** |
| Ngập lụt | **Lượng mưa:** Mưa lớn, lũ, lũ quét, ngập lụt, nước dâng.  **Hiện tượng khí hậu cực đoan:** gây ngập lụt, sụt trượt.  **Nước biển dâng**: Nước biển dâng và sóng lớn gây ảnh hưởng trực tiếp và gián tiếp. | Rất mạnh |
| Hư hỏng và dừng khai thác | **Hiện tượng khí hậu cực đoan:**   * **Tốc độ gió gia tăng (sương mù**, **lốc, sét, mưa đá nếu có):** Gây thiệt hại không nhỏ do tính chất bất ngờ cao. * **Hạn hán:** Ảnh hưởng đến khả năng khai thác của hệ thống cảng, luồng đường thủy. * **Bão:** Bão, áp thấp nhiệt đới | Rất mạnh |

* + 1. **Xác định giới hạn phạm vi đối tượng ĐTNĐ và Hàng Hải trong BĐKH**

Phạm vi nghiên cứu được giới hạn dựa vào các căn cứ cơ sở:

* + - * + Tầm quan trọng của tính chặt chẽ và / hoặc tính minh bạch, có thể giúp phân tích định lượng
        + Sự dễ dàng mà các thành phần khác nhau có thể được định lượng hoặc lợi nhuận mang lại.
        + Sự sẵn có của các nguồn lực và dữ liệu chi tiết để có thể định lượng các tác động
        + Các công trình thuộc quản lý của Bộ giao thông:
* ĐTNĐ Bộ giao thông vận tải quản lý đường thủy nội địa quốc gia, hệ thống báo hiệu đường thủy nội địa quốc gia, các công trình hạ tầng ĐTNĐ được đầu tư từ nguồn vốn ngân sách nhà nước.
* Quy hoạch, kế hoạch phát triển hệ thống kết cấu hạ tầng giao thông đường thủy nội địa.
* Quản lý, bảo trì kết cấu hạ tầng giao thông đường thủy nội địa đường thủy nội địa quốc gia;
* Công bố mở, đóng tuyến đường thủy nội địa quốc gia; công bố hoạt động hoặc đình chỉ hoạt động cảng đường thủy nội địa có tiếp nhận phương tiện thủy nước ngoài và vùng đón trả hoa tiêu; chấp thuận, công bố cảng thủy nội địa; quản lý hoạt động tại cảng, bến thủy nội địa và thông báo luồng giao thông đường thủy nội địa.
* Hàng hải: Quản lý nhà nước về hàng hải tại cảng biển, luồng hàng hải và hệ thống báo hiệu hàng hải
* Quy hoạch, kế hoạch phát triển cảng biển, vận tải biển, công nghiệp tàu thủy;
* Tổ chức thực hiện quy định về quản lý hoạt động hàng hải tại cảng biển và khu vực quản lý; kiểm tra, giám sát luồng, hệ thống báo hiệu hàng hải, công trình hàng hải; kiểm tra hoạt động hàng hải của tổ chức, cá nhân tại cảng biển và khu vực quản lý;
* Thực hiện quản lý kết cấu hạ tầng cảng biển trong khu vực quản lý, tổ chức kiểm tra giám sát việc duy tu, kiểm định cầu, bến cảng biển.
  + - * + Các đặc trưng kỹ thuật cơ bản của công trình ảnh hưởng trực tiếp bới tác nhân biến đổi khí hậu: Cảng biển, cảng sông, bến, đê - kè bảo vệ bờ, công trình báo hiệu,…
        + Tính nhạy cảm của công trình với BĐKH: Cảng biển, cảng sông, bến, đê - kè bảo vệ bờ, công trình báo hiệu,…
        + Số lượng công trình nhiều, quy mô phục vụ cho địa phương, khu vực, quốc gia: Cảng biển, Cảng sông, …
        + Các đặc trưng kỹ thuật cơ bản của công trình được khảo sát, thử tải, kiểm định thường xuyên, định kỳ hoặc đột xuất: Cảng biển, cảng song, công trình báo hiệu, công trình đê – kè cửa sông…
        + Quan điểm và ưu tiên của các bên liên quan và đồng hưởng lợi, các công trình có chi phí đầu tư lớn: Cảng, công trình đê – kè cửa sông, …
        + Các công trình theo mức độ bị ảnh hưởng nghiêm trọng bới BĐKH (tham khảo bảng 2.5): Cảng biển, cảng sông công trình đê – kè cửa sông, công trình báo hiệu ĐTNĐ,công trình báo hiệu hàng hải, …

Từ đó xác định tác nhân, phạm vi đối tượng nghiên cứu các cảng và luồng đường thủy đóng một vai trò quan trọng về mặt thương mại và xã hội. Việc đảm bảo khả năng chống chịu với biến đổi khí hậu rõ ràng là lợi ích của địa phương, quốc gia và quốc tế.

**Bảng 2.9. Phạm vi, đối tượng nghiên cứu**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TT** | **Đối tượng/Công trình** | **Các đặc trưng kỹ thuật thành phần cơ bản đưa vào đánh giá tính dễ bị tổ thương** |
| 1 | Đường Thủy Nội địa: Cảng, Bến thủy nội địa | * Công trình bến: * Cao độ đỉnh bến, Cao độ đáy bến, * Điều kiện tự nhiên: Đặc trưng dòng chảy, gió, sóng, * Mức độ ổn định công trình, * Tuổi công trình, tuổi thọ khai thác công trình. * Công trình kho, bãi: cao độ nền, kết cấu bề mặt nền, hạ tầng điện, nước (nếu có). * Trang thiết bị bốc xếp và phương tiện vận chuyển trong cảng (nếu có). * Phương pháp xử lý hàng hóa (nếu có). * Các giải pháp khắc phục (nếu có). * Cơ sở hạ tầng cảng, tòa nhà và thiết bị hư hỏng (nếu có). |
| 2 | Hàng Hải: Cảng biển, bến cảng |

# XÂY DỰNG CHUỖI ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

**Hiểm Họa:**

- Gia tăng lượng mưa

- Bão/ ATNĐ

- Nước biển dâng

**Tác động trung gian:**

- Gia tăng Ngập, lụt

- Gia tăng Xói lở

**Phơi bày:**

- Cảng, bến thủy nội địa.

- Cảng biển, bến cảng

**Nhạy cảm:**

- Kinh nghiệm trong quá khứ với bão

- Kết cấu bảo vệ

bờ

- Tuổi của bến, kết cấu

- Cao độ của cảng, bến

**Khả năng thích ứng:**

- Năng lực thi công nâng cấp/cải tạo

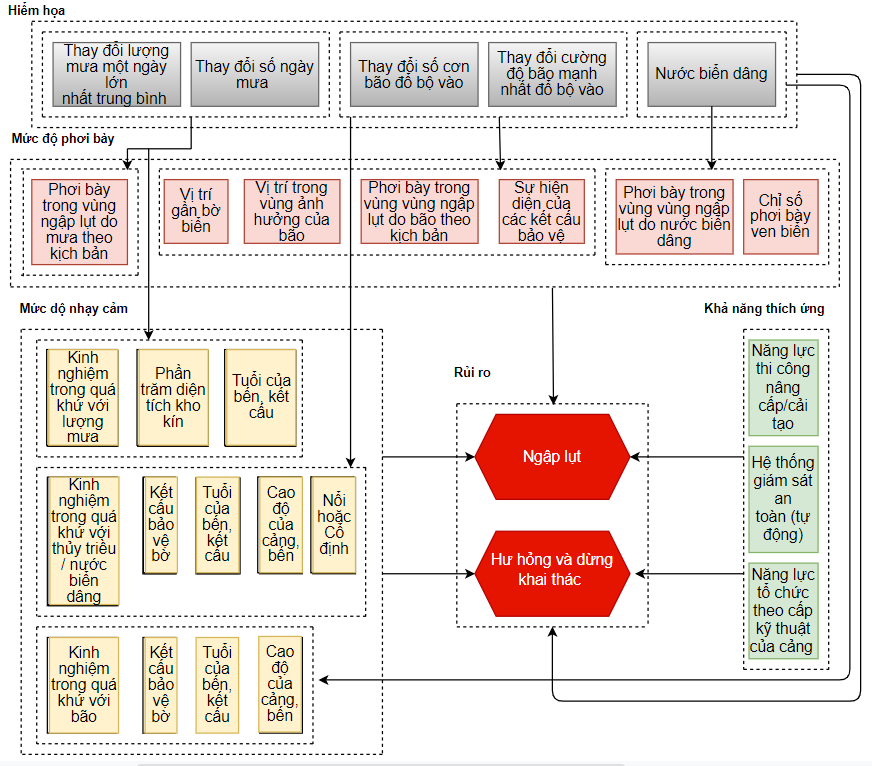
- Hệ thống giám sát an toàn (tự động)

- Năng lực tổ chức theo cấp kỹ thuật của cảng

**Rủi ro khi không thích ứng:**

-.Ngập lụt

- Hư hỏng và dừng khai thác

**Hình 3.1. Chuỗi tác động cơ bản đối với cảng, bến thủy nội địa và cảng biển, bến cảng.**

**Hình 3.2. Chuỗi ảnh hưởng trung bình đến cảng, bến thủy nội và cảng biển, bến cảng**

# XÂY DỰNG BỘ CHỈ SỐ MẪU ĐÁNH GIÁ TÍNH DBTT VÀ RỦI RO CHO CẢNG, BẾN THỦY NỘI ĐỊA CẢNG BIỂN, BẾN CẢNG

* 1. Tổng hợp các nghiên cứu trong và ngoài nước
  2. **Rà soát kinh nghiệm trong nước**
     1. Các quy định pháp luật liên quan đến BĐKH
        1. Luật Bảo vệ môi trường 2020

|  |
| --- |
| **Điều 90. Thích ứng với biến đổi khí hậu**  1. Thích ứng với biến đổi khí hậu là các hoạt động nhằm tăng cường khả năng chống chịu của hệ thống tự nhiên và xã hội, giảm thiểu tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu và tận dụng cơ hội do biến đổi khí hậu mang lại.  2. Nội dung thích ứng với biến đổi khí hậu bao gồm:  a) Đánh giá tác động, tính dễ bị tổn thương, rủi ro, tổn thất và thiệt hại do biến đổi khí hậu đối với các lĩnh vực, khu vực và cộng đồng dân cư trên cơ sở kịch bản biến đổi khí hậu và dự báo phát triển kinh tế - xã hội;  b) Triển khai hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu, giảm nhẹ rủi ro thiên tai, mô hình thích ứng với biến đổi khí hậu dựa vào cộng đồng và dựa vào hệ sinh thái; ứng phó với nước biển dâng và ngập lụt đô thị;  c) Xây dựng, triển khai hệ thống giám sát và đánh giá hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu.  3. Bộ Tài nguyên và Môi trường chủ trì, phối hợp với các Bộ, cơ quan ngang Bộ có trách nhiệm sau đây:  a) Tổ chức thực hiện quy định tại điểm a và điểm c khoản 2 Điều này;  b) Trình Thủ tướng Chính phủ ban hành Kế hoạch quốc gia thích ứng với biến đổi khí hậu và định kỳ rà soát, cập nhật 05 năm một lần; hệ thống giám sát và đánh giá hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu cấp quốc gia; tiêu chí xác định dự án đầu tư, nhiệm vụ thích ứng với biến đổi khí hậu thuộc thẩm quyền phê duyệt của Thủ tướng Chính phủ; tiêu chí đánh giá rủi ro khí hậu;  c) Hướng dẫn đánh giá tác động, tính dễ bị tổn thương, rủi ro, tổn thất và thiệt hại do biến đổi khí hậu;  d) Xây dựng và tổ chức thực hiện Kế hoạch quốc gia thích ứng với biến đổi khí hậu;  đ) Xây dựng và tổ chức thực hiện hệ thống giám sát và đánh giá hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu cấp quốc gia.  4. Bộ, cơ quan ngang Bộ và Ủy ban nhân dân cấp tỉnh có trách nhiệm sau đây:  a) Thực hiện nội dung quy định tại điểm b khoản 2 Điều này theo quy định của Luật này và quy định khác của pháp luật có liên quan; tổ chức đánh giá tác động, tính dễ bị tổn thương, rủi ro, tổn thất và thiệt hại do biến đổi khí hậu; định kỳ hằng năm tổng hợp, gửi báo cáo về Bộ Tài nguyên và Môi trường;  b) Xây dựng và tổ chức thực hiện việc giám sát và đánh giá hoạt động thích ứng với biến đổi khí hậu cấp ngành, cấp địa phương trong phạm vi quản lý của ngành, lĩnh vực. |

* + - 1. Luật phòng chống thiên tai

|  |
| --- |
| **Điều 19. Bảo đảm yêu cầu phòng, chống thiên tai đối với việc đầu tư xây dựng mới hoặc nâng cấp khu đô thị, điểm dân cư nông thôn và công trình hạ tầng kỹ thuật**  1. Chủ đầu tư khi lập và thực hiện dự án đầu tư xây dựng mới hoặc nâng cấp khu đô thị, điểm dân cư nông thôn và công trình hạ tầng kỹ thuật phải bảo đảm các yêu cầu về phòng, chống thiên tai, bao gồm:  a) Hạn chế đến mức thấp nhất hoặc không làm tăng nguy cơ rủi ro thiên tai và bảo đảm tính ổn định của công trình trước thiên tai;  b) Tuân thủ quy định của pháp luật về bảo vệ môi trường, về xây dựng và về quy hoạch đô thị. |

* + - 1. Luật sửa đổi (Luật phòng chống thiên tai)

|  |
| --- |
| Sửa đổi, bổ sung Điều 19 như sau:  **“Điều 19. Bảo đảm yêu cầu phòng, chống thiên tai đối với việc đầu tư xây dựng mới hoặc cải tạo, chỉnh trang khu đô thị; điểm du lịch, khu du lịch; khu công nghiệp; điểm dân cư nông thôn; công trình phòng, chống thiên tai, giao thông, điện lực và công trình hạ tầng kỹ thuật khác**  1. Chủ đầu tư khi lập và thực hiện dự án đầu tư xây dựng mới hoặc cải tạo, chỉnh trang khu đô thị; điểm du lịch, khu du lịch; khu công nghiệp; điểm dân cư nông thôn; công trình phòng, chống thiên tai, giao thông, điện lực và công trình hạ tầng kỹ thuật khác phải bảo đảm yêu cầu phòng, chống thiên tai, bao gồm:  a) Hạn chế đến mức thấp nhất hoặc không làm tăng nguy cơ rủi ro thiên tai và bảo đảm tính ổn định của công trình trước thiên tai;  b) Tuân thủ quy định của pháp luật về bảo vệ môi trường, pháp luật về xây dựng và pháp luật về quy hoạch.  2. Người quyết định đầu tư có trách nhiệm tổ chức thẩm định nội dung bảo đảm yêu cầu phòng, chống thiên tai trong hồ sơ dự án đầu tư xây dựng mới hoặc cải tạo, chỉnh trang khu đô thị; điểm du lịch, khu du lịch; khu công nghiệp; điểm dân cư nông thôn; công trình phòng, chống thiên tai, giao thông, điện lực và công trình hạ tầng kỹ thuật khác trước khi phê duyệt dự án và quyết định đầu tư.  **Điều 35. Quyền và nghĩa vụ của tổ chức kinh tế**  1. Tổ chức kinh tế có quyền sau đây:  a) Được trả công lao động, hoàn trả hoặc bồi thường vật tư, phương tiện, trang thiết bị tham gia ứng phó khẩn cấp thiên tai đối với cộng đồng theo lệnh huy động của cơ quan, người có thẩm quyền;  b) Tham gia đầu tư dự án xây dựng công trình phòng, chống thiên tai kết hợp đa mục tiêu theo quy hoạch, kế hoạch của bộ, cơ quan ngang bộ, cơ quan thuộc Chính phủ, địa phương và được khai thác lợi ích do việc đầu tư mang lại theo quy định của pháp luật.  2. Tổ chức kinh tế có nghĩa vụ sau đây:  b) Xây dựng và tổ chức thực hiện phương án phòng, chống thiên tai;  *c) Khi đầu tư xây dựng công trình phải áp dụng quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trước rủi ro thiên tai; chấp hành quy định về bảo vệ công trình phòng, chống thiên tai;*  **Điều 42. Trách nhiệm quản lý nhà nước của Chính phủ, bộ và cơ quan ngang bộ**  9. Bộ Xây dựng có trách nhiệm sau đây:  a) Ban hành theo thẩm quyền hoặc trình cấp có thẩm quyền ban hành và chỉ đạo thực hiện văn bản quy phạm pháp luật về bảo đảm an toàn cho công trình xây dựng phù hợp với pháp luật về phòng, chống thiên tai; chủ trì, phối hợp và hướng dẫn địa phương thực hiện quy hoạch xây dựng, bảo đảm an toàn công trình trước thiên tai; |

* + - 1. Luật xây dựng

|  |
| --- |
| **Điều 51. Yêu cầu đối với dự án đầu tư xây dựng**  Dự án đầu tư xây dựng không phân biệt các loại nguồn vốn sử dụng phải đáp ứng các yêu cầu sau:  3. Bảo đảm chất lượng, an toàn trong xây dựng, vận hành, khai thác, sử dụng công trình, phòng, chống cháy, nổ và bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu.  4. Bảo đảm cấp đủ vốn đúng tiến độ của dự án, hiệu quả tài chính, hiệu quả kinh tế - xã hội của dự án.  5. Tuân thủ quy định khác của pháp luật có liên quan.  **Điều 54. Nội dung Báo cáo nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng**  2. Các nội dung khác của Báo cáo nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng gồm:  b) Khả năng bảo đảm các yếu tố để thực hiện dự án như sử dụng tài nguyên, lựa chọn công nghệ thiết bị, sử dụng lao động, hạ tầng kỹ thuật, tiêu thụ sản phẩm, yêu cầu trong khai thác sử dụng, thời gian thực hiện, phương án giải phóng mặt bằng xây dựng, tái định cư (nếu có), giải pháp tổ chức quản lý thực hiện dự án, vận hành, sử dụng công trình và bảo vệ môi trường;  c) Đánh giá tác động của dự án liên quan đến việc thu hồi đất, giải phóng mặt bằng, tái định cư; bảo vệ cảnh quan, môi trường sinh thái, an toàn trong xây dựng, phòng, chống cháy, nổ và các nội dung cần thiết khác;  đ) Các nội dung khác có liên quan.  **Điều 79. Yêu cầu đối với thiết kế xây dựng**  1. Đáp ứng yêu cầu của nhiệm vụ thiết kế; phù hợp với nội dung dự án đầu tư xây dựng được duyệt, quy hoạch xây dựng, cảnh quan kiến trúc, điều kiện tự nhiên, văn hoá - xã hội tại khu vực xây dựng.  3. Tuân thủ tiêu chuẩn áp dụng, quy chuẩn kỹ thuật, quy định của pháp luật về sử dụng vật liệu xây dựng, đáp ứng yêu cầu về công năng sử dụng, công nghệ áp dụng (nếu có); bảo đảm an toàn chịu lực, an toàn trong sử dụng, mỹ quan, bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng, chống cháy, nổ và điều kiện an toàn khác.  4. Có giải pháp thiết kế phù hợp và chi phí xây dựng hợp lý; bảo đảm đồng bộ trong từng công trình và với các công trình liên quan; bảo đảm điều kiện về tiện nghi, vệ sinh, sức khoẻ cho người sử dụng; tạo điều kiện cho người khuyết tật, người cao tuổi, trẻ em sử dụng công trình. Khai thác lợi thế và hạn chế tác động bất lợi của điều kiện tự nhiên; ưu tiên sử dụng vật liệu tại chỗ, vật liệu thân thiện với môi trường.  **Điều 80. Nội dung chủ yếu của thiết kế xây dựng triển khai sau thiết kế cơ sở**  8. Phương án sử dụng năng lượng tiết kiệm, hiệu quả.  9. Giải pháp bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu. |

* + - 1. Hướng dẫn về Phương pháp đánh giá tác động, tính dễ bị tổn thương và rủi ro do BĐKH, Bộ Tài nguyên và Môi trường 2021

|  |
| --- |
| Theo [26] phương pháp đánh tác động, rủi ro và tính dễ bị tổn thương do biến đổi khí hậu như sau:  Trên cơ sở hướng dẫn của IPCC-AR 5 về khung đánh giá TDBTT và rủi ro do BĐKH, quá trình đánh giá TDBTT, rủi ro do BĐKH có thể sử dụng một loạt các công cụ, tùy thuộc vào bối cảnh, tính sẵn có của thông tin, dữ liệu, công nghệ và sự tham gia của các bên liên quan. Các phương pháp phổ biến bao gồm: Điều tra, khảo sát, phỏng vấn, nghiên cứu tài liệu, tham vấn cộng đồng. Các phương pháp, kỹ thuật đặc thù: các mô hình khí tượng, hải văn, ngập lụt; thống kê; sạt lở; chồng chập bản đồ; GIS.  Việc tính toán các chỉ số: TDBTT (V) và rủi ro (R) từ bảng số liệu các chỉ số về hiểm họa (H), mức độ phơi bày (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC) có thể được xử lý trên Excel hay một số ngôn ngữ lập trình như Fortran, Matlab, hay Python tùy vào khả năng để lựa chọn cho phù hợp.  Đánh giá TDBTT và rủi ro có thể là định tính hoặc/và định lượng tùy vào điều kiện cụ thể. Phương pháp định tính sử dụng việc phân cấp độ từ thấp đến cao để mô tả mức độ của các thành phần TDBTT, rủi ro. Đánh giá định tính thường được tiến hành thông qua một quá trình tham gia của nhiều bên liên quan và tham vấn, sử dụng ý kiến của các chuyên gia để mô tả các hiểm họa, khả năng xảy ra và mức độ rủi ro. Vì vậy, đánh giá định tính hữu ích cho việc sàng lọc rủi ro, phù hợp trong xác định các rủi ro với các mức độ chắc chắn không cao và đáp ứng việc hỗ trợ cộng đồng/địa phương/cơ quan quản lý ngành, lĩnh vực hiểu hơn về những rủi ro do BĐKH cùng với sự không chắc chắn về thời gian, vị trí và tốc độ của rủi ro. Như vậy, đánh giá định tính có thể được thực hiện khi không có dữ liệu chi tiết về thay đổi khí hậu; nguồn tài chính hạn chế.  Phương pháp đánh giá định lượng sẽ lượng hóa các tham số đầu vào để tính toán ra chỉ số TDBTT, rủi ro. Đối với đánh giá định lượng, có nhiều phương pháp tính nhưng phổ biến nhất là phương pháp của IPCC. Theo cách tiếp cận cập nhật mới nhất của IPCC (AR5, 2014) và SREX (2015), rủi ro được cấu thành từ 3 yếu tố: Hiểm họa (H); Mức độ phơi bày trước hiểm họa (E); và TDBTT (V):  **R = f (H, E, V)**  Trong đó, TDBTT (V) được được cấu thành từ mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC) của đối tượng bị tác động bởi BĐKH:  **V = f (S, AC)**  Với phương pháp đánh giá định lượng, TDBTT (V) và rủi ro (R) do BĐKH sẽ được xác định qua việc tính toán chỉ số tổn thương và chỉ số rủi ro từ các thông số của các yếu tố thành phần là: hiểm họa (H), mức độ phơi bày (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC).  Các nội dung cụ thể thực hiện các bước đánh giá TDBTT, rủi ro do BĐKH:   * Bước 1: Xác định mục tiêu, đối tượng và phạm vi đánh giá: (Xác định mục tiêu, xác định đối tượng cụ thể để đánh giá TDBTT và rủi ro theo kịch bản BĐKH; Xác định phạm vi địa lý (quốc gia, vùng, tỉnh) và phạm vi thời gian cụ thể của đánh giá). * Bước 2: Lựa chọn công cụ và phương pháp đánh giá: Tùy thuộc vào bối cảnh, tính sẵn có của thông tin, dữ liệu, công nghệ và sự tham gia của các bên liên quan để lựa chọn các phương pháp, công cụ đánh giá phù hợp. * Bước 3: Xác định các chỉ số về hiểm họa (H), mức độ phơi bày (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC)   Dựa trên các quy định pháp luật có liên quan thì việc “đánh giá tác động, tính dễ bị tổn thương, rủi ro, tổn thất và thiệt hại do biến đổi khí hậu đối với các lĩnh vực, khu vực và cộng đồng dân cư trên cơ sở kịch bản biến đổi khí hậu và dự báo phát triển kinh tế - xã hội” và việc thích ứng với biến đổi khí hậu và phòng chống tiên tai là nội dung bắt buộc khi thực hiện dự án đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng đường bộ.  Để thực hiện thích ứng với biến đổi khí hậu và phòng chống tiên tai thì mỗi dự án cần phải tiến hành đánh giá tác động rủi ro do BĐKH và thiên tai có thể gây ra đối với môi trường và công trình giao thông đường bộ.  Do các quy định về pháp luật chưa chỉ ra cụ thể các hướng dẫn và ban hành các tiêu chuẩn về nội dung đánh giá tác động, tính dễ bị tổn thương, rủi ro đối với phân ngành đường bộ cũng như đối tượng lồng ghép BĐKH trong thực hiện Dự án đầu tư xây dựng công trình giao thông nói chung và lĩnh vực đường bộ nói riêng. Vì vậy, việc hướng dẫn thực hiện đánh giá rủi ro và tính dễ bị tổn thương do BĐKH đối với phân ngành đường bộ là phù hợp trong bối cảnh hiện nay. |

* + 1. Các nghiên cứu dự án trong nước
       1. Phương pháp điều tra, khảo sát, GIS kết hợp với mô hình Mike cho hệ thống cảng biển [4]

Phương pháp điều tra, khảo sát đã được sử dụng để thiết kế cấu trúc cơ sở dữ liệu nền GIS cho hệ thống cảng biển Việt Nam. Sau đó tiến hành tính toán, mô phỏng bằng mô hình hóa sự thay đổi về chế độ thủy văn và dòng chảy, sự thay đổi về thủy lực và đường tần suất mực nước, sự thay đổi về thủy văn và đường tần suất mực nước theo các kịch bản biến đổi khí hậu cho các khu vực bị ảnh hưởng bởi hiện tượng nước biển dâng (Mô hình Mike). Kết quả tính toán nước biển dâng thông qua các mô phỏng tính toán về sự thay đổi của thủy văn và dòng chảy được tích hợp với hệ thống cơ sở dữ liệu GIS của hệ thống cảng biển Việt Nam để từ đó xây dựng hoàn chỉnh mô hình mô phỏng nước biển dâng trong không gian 3 chiều theo các kịch bản biến đổi khí hậu cho hệ thống cảng biển Việt Nam. Mô hình mô phỏng này được sử dụng để đánh giá cụ thể tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đối với kết cấu hạ tầng dễ bị tổn thương của ngành hàng hải Việt Nam mà ở đây là hệ thống cảng biển, luồng và báo hiệu hàng hải Việt Nam. Tác động của nước biển dâng đối với kết cấu hạ tầng hàng hải dễ tổn thương, cụ thể là giá tác động của nguy cơ ngập lụt của hệ thống hạ tầng cảng biển được đánh giá theo 2 loại ngập lụt: Ngập lụt tạm thời do bão hoặc nước dâng trong bão, và ngập lụt vĩnh viễn.

Đối với các bến cảng, ngập lụt là yếu tố rất nhạy cảm. Sự ngập lụt làm cho các hoạt động khai thác trên cảng bị đình trệ hoàn toàn; bên cạnh đó hạ tầng kết nối giao thông sau cảng bị lụt gây ách tắc hàng hóa thông qua cảng gây thiệt hại kinh tế. Đối với các bến cảng, cao trình thiết kế đã tính toán tới yếu tố gây nguy cơ lụt với căn cứ là mực nước biển trung bình tại khu vực. Khi nước biển dâng cao theo các kịch bản BĐKH, thì cao trình của các bến cảng sẽ không đáp ứng được yêu cầu khai thác theo các mực nước mới, ví dụ như:

- Ngập lụt do sóng, thủy triều trong khoảng thời gian nhất định theo chu kỳ sóng, hay thủy triều theo ngày, giờ.

- Ngập lụt vĩnh viễn.

Bản đồ nguy cơ ngập theo các mực nước biển dâng được xây dựng để chỉ ra các khu vực có nguy cơ bị tác động trực tiếp do nước biển dâng.

* ***Dữ liệu được dùng để xây dựng bản đồ nguy cơ ngập bao gồm:***

- Bản đồ số địa hình các tỉnh ven biển

- Dữ liệu nền địa lý về giao thông các tỉnh ven biển tỷ lệ 1:25.000

Bản đồ nguy cơ ngập lụt của một khu vực được xây dựng dựa trên một giá trị mực nước chung (coi mặt nước là tĩnh và phẳng trong cả khu vực). Nói cách khác, đây là phương pháp “nâng bề mặt nước” theo các giá trị nước dâng được lựa chọn. Phương pháp này được sử dụng phổ biến trong xây dựng bản đồ nguy cơ ngập do nước biển dâng.

Các lớp thông tin được chồng ghép trong hệ thống GIS để thể hiện bản đồ nguy cơ ngập.

* ***Nguồn tham khảo và cấu trúc cơ sở dữ liệu nền GIS.***

CSDL nền GIS được xây dựng từ 2 nguồn dữ liệu bản đồ tham khảo:

- Nguồn ảnh vệ tinh độ phân giải 60m x 60m

- Nguồn khác: các bản đồ giấy, hải đồ giấy, bình đồ, ….

Hai nguồn dữ liệu bản đồ trên được số hóa và biên tập thành CSDL nền GIS bằng chương trình ArcGIS.

* ***Cấu trúc CSDL nền bao gồm:***

- 7 lớp thông tin bản đồ: Địa giới hành chính, Dân cư, Giao thông, Thủy văn, Địa hình, Cơ sở toán học, Thực vật.

- Mô hình số độ cao địa hình.

- Nhóm lớp thông tin quy hoạch cảng biển: được thể hiện dưới dạng các đối tượng vùng (Polygon), biên tập trên nền ảnh vệ tinh dựa trên quy hoạch nhóm cảng biển của BGTVT, và được phân thành 6 lớp dữ liệu tương ứng 6 nhóm cảng biển đã qui hoạch.

Nhóm lớp thông tin này bao gồm các thông tin về quy hoạch cảng, như:

+ Quy hoạch các nhóm cảng biển đến các năm: 2015, 2020, 2030.

+ Chỉ tiêu quy hoạch: Công suất cảng; Cỡ tàu lớn nhất ra vào cảng; Tổng chiều dài bến; Số cầu bến/chiều dài; Diện tích chiếm đất

- Nhóm lớp thông tin về cảng: chia thành các lớp thông tin:

+ Lớp thông tin cơ bản: Tên bến cảng/ Cầu cảng; Nhóm cảng; Văn bản thỏa thuận công bố; Thời gian xây dựng/khai thác; Đơn vị khai thác/chủ đầu tư; Địa chỉ đơn vị khai thác; Tọa độ địa lý gần đúng của cảng; Mép cầu thượng lưu: Mép cầu hạ lưu; Cảng vụ quản lý; Loại cảng; Năng lực thiết kế; Tình trạng sử dụng

+ Lớp thông số kỹ thuật cảng: Chế độ thủy triều ( triều max, triều min); Thông số khai thác tàu; Vùng nước trước cảng/vũng quay tàu; Phương thức rút hàng sau cảng; Vùng đất cảng; Bến cảng/cầu cảng; Kho hàng; Bãi hàng; Đường giao thông trong cảng; Thiết bị xếp dỡ; Luồng tàu khai thác.

+ Lớp kho bãi trên cảng: Dữ liệu về kho bãi trên cảng được biểu diễn dưới dạng vùng. Dữ liệu này mô tả các kho hàng, bãi hàng hay các kho, bồn xăng dầu. Các thông tin chính bao gồm: Tên (kho hàng, bãi hàng, bồn xăng dầu), diện tích. Lớp dữ liệu này được xây dựng từ ảnh vệ tinh của hãng ESRI.

+ Lớp thông tin kết nối giao thông sau cảng: Dữ liệu GIS về kết nối giao thông sau cảng được xây dựng và thập từ dữ liệu Quốc gia về đường giao thông, được thể hiện dưới dạng đường Polyline.

+ Lớp thông tin hệ thống đèn biển: Tổng công ty Bảo đảm an toàn hàng hải miền Bắc và Tổng công ty Bảo đảm an toàn hàng hải miền Nam đang quản lý 92 đèn trong đó bao gồm 26 đèn cấp I, 30 đèn cấp II và 36 đèn cấp III. Thông tin về toàn bộ hệ thống 92 đèn biển này được biên tập thành CSDL GIS, bao gồm các lớp: Tác dụng/vị trí; Năm thiết lập; Tọa độ; Tầm hiệu lực; Chiều cao tháp đèn; Chiều cao tâm sáng; Màu sắc; Đặc tính chớp; Màu sắc thân đèn; Loại đèn.

+ Lớp thông tin tuyến luồng: Tên gọi; Đơn vị quản lý; Vị trí Km bắt đầu; Vị trí Km kết thúc; Tọa độ trục tim tuyến luồng; Chiều dài; Độ sâu; Chiều rộng.

+ Lớp thông tin độ sâu luồng: được thể hiện dưới dạng các điểm độ sâu có giá trị cao độ.

- Các lớp thông tin phụ trợ khác:

+ Lớp thông tin về dân cư được thể hiện dưới dạng điểm, gồm có các thông tin: Tín hiệu đèn giao thông tòa nhà; Khu dân cư; Trạm ATM; Cây xăng…

* ***Kết quả mô phỏng dự báo nguy cơ ngập lụt tạm thời khi nước biển dâng vào cuối thế kỷ 21 của các cảng biển tại từng khu vực như sau:***

- Nhóm cảng biển miền Bắc: So với các khu vực khác trong cả nước, khu vực này có ảnh hưởng nguy cơ ngập lụt tạm thời là không lớn, dao động trung bình quanh giá trị -0.70m, trong đó đặc biệt có cảng Thượng Lý bị ảnh hưởng nhiều nhất với chiều sâu ngập lụt tới -0.95m.

- Nhóm cảng biển miền Trung: So với các khu vực khác trong cả nước, khu vực này có ảnh hưởng nguy cơ ngập lụt tạm thời là rất lớn, với chiều sâu ngập lụt dao động trung bình quanh giá trị -2.00m, trong đó cá biệt có cảng Đầm Môn bị ảnh hưởng nhiều nhất với chiều sâu ngập lụt tới -2.60m. Điều này phù hợp với điều kiện tự nhiên miền Trung là khu vực đón bão với mật độ số cơn bão lớn nhất cả nước.

- Nhóm cảng biển miền Nam: So với các khu vực khác trong cả nước, khu vực này có ảnh hưởng nguy cơ ngập lụt tạm thời là lớn, với chiều sâu ngập lụt dao động trung bình quanh giá trị -1.00m, trong đó đặc biệt có cảng Hòn Chông bị ảnh hưởng nhiều nhất với chiều sâu ngập lụt tăng đột biến tới -3.04m.

* ***Kết quả mô phỏng dự báo nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn khi nước biển dâng cao.***

Việc đánh giá, xác định nguy cơ ngập vĩnh viễn khi nước biển dâng cao được thực hiện trên mô hình số độ cao DEM của hệ thống GIS. Mô hình số độ cao DEM biểu diễn địa hình khu vực cảng và mặt bằng cảng được xây dựng bằng cách gán cùng giá trị cao độ bằng cao trình đỉnh bến. Để thực hiện các mô phỏng nguy cơ ngập lụt khi nước biển dâng, áp dụng kỹ thuật mô phỏng 3D trong ArcGis.

Nhóm cảng biển khu vực miền Bắc (kết quả tính toán thủy lực: mực nước biển dâng sử dụng mô phỏng ngập lụt của nhóm cảng biển khu vực miền Bắc là 0.95m đến cuối thế kỷ 21).

* + - 1. Cảng Hải Phòng và Đình Vũ:

- Chưa xuất hiện nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn tại các cảng này, nhìn chung hệ thống kết nối giao thông cũng chưa bị ảnh hưởng lớn bởi nguy cơ ngập lụt. Tuy vậy, vẫn có một số tuyến đường có nguy bị lụt khi nước biển dâng 1m.

- Khu vực cảng Cái Lân không có nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn khi nước biển dâng thêm 1m vào cuối thế kỷ 21. Đây là khu vực đồi núi nên có thể vẫn xảy ra nguy cơ ngập lụt cục bộ khi có mưa lớn hoặc mưa bão kết hợp với triều cường dâng cao.

* + - 1. Khu vực cảng Nghi Sơn:

- Khu bến tổng hợp Nghi Sơn là không bị lụt vĩnh viễn.

- Khu bến nội địa – du lịch và dịch vụ hậu cần sau cảng là khu vực thấp, khi nước dâng thêm 1m thì khi vực này bị lụt, vì vậy cần có giải pháp về kết cấu phù hợp.

- Các bến container được quy hoạch đến 2020 cũng bị lụt, vì vậy khi thi thiết kế, thi công các bến này cần chú ý về cao trình thiết kế.

- Khu bến Đồi Hồi, theo quy hoạch bao gồm bến xăng dầu và khu vực tiềm năng. Khu vực này cũng có nguy cơ lụt khi nước biển dâng cao.

* + - 1. Khu vực cảng Vũng Áng - Sơn Dương:

- Tại khu bến Vũng Áng (bến số 1,2) không xảy ra nguy cơ lụt vĩnh viễn.

- Khu vực cảng Sơn Dương, được quy hoạch trên khu vực có địa hình thấp, vì vậy cần chú ý đến giải pháp về kết cấu cũng như cao trình tính toán. Hạ tầng sau cảng Sơn Dương cũng cần chú ý, toàn bộ khu đất sau cảng Sơn Dương bị lụt vĩnh viễn khi nước biển dâng 1m.

- Nhìn chung, khu vực cảng Vũng Áng, Sơn Dương là các cảng nước sâu được quy hoạch xây dựng tại các khu vực ven biển; do địa hình thấp nên dễ xảy ra nguy cơ ngập lụt các vùng đất trũng sau cảng. Vì vậy, khi xây dựng hạ tầng sau cảng cần chú ý đến các giải pháp về kết cấu kho bãi sau bến và khối lượng san lấp để đảm bảo cao trình khai thác.

* + - 1. Cảng Đà Nẵng:

- Nguy cơ ngập vĩnh viễn là khó xảy ra. Tuy nhiên, hạ tầng kết nối giao thông (hệ thống đường sá) của cảng Đà Nẵng cũng bị ảnh hưởng.

- Khu vực cuối sông Hàn cũng bị ảnh hưởng mạnh. Đây là khu vực cảng xăng dầu Lại Hiên và cảng Nguyễn Văn Trỗi.

* + - 1. Cảng Quảng Trị:

- Các khu bến của cảng Quảng Trị chủ yếu là được quy hoạch mới. Trong đó, khu bến Mỹ Thủy được quy hoạch thuộc khu vực Thiệu Trạch; khu bến này được quy hoạch trên phần đất ven biển, khu vực bãi ven bờ được nạo vét làm vùng nước cho cảng.

- Khi nước biển dâng thêm 1m thì khu bến Mỹ Thủy là hoàn toàn không có nguy cơ bị ảnh hưởng. Đây là khu vực có độ cao trung bình từ 6m đến 8m, lại là khu bến được quy hoạch sâu vào trong bờ, vì vậy mức độ tác động ngập lụt là rất ít.

- Đối với khu kho xăng dầu LPG có một phần đất nằm về phía bờ biển có địa hình thấp, vì vậy khu vực này bị ảnh hưởng khi nước biển dâng cao. Khoảng 85% diện tích quy hoạch khu bến xăng dầu bị ảnh hưởng, vì vậy khi tính toán thiết kế xây dựng cần lưu ý đến yếu tố ngập lụt này.

- Do ít bị ảnh hưởng bởi sóng gió, dòng chảy vì vậy vấn đề bồi lắng vùng nước bể cảng cần phải xem xét.

* + - 1. Khu vực cảng Dung Quất, Sa Kỳ:

- Khu vực bến Cửa Việt bị tác động mạnh nhất do đây là khu vực có địa hình thấp. Khu bến này được quy hoạch đến năm 2015 – 2030, do đó cần chú ý đến yếu tố địa hình và cao trình tính toán.

- Khu vực bến Kỳ Hà bị ảnh hưởng không nhiều. Phân tích mô hình số độ cao DEM cho thấy độ cao trung bình khu vực này vào khoảng từ 5m đến 10m, đây là điều kiện thuận lợi cho việc lựa chọn các phương án kết cấu công trình. Tuy nhiên, một phần khu vực được quy hoạch làm trung tâm phân phối hàng hóa là vẫn bị ảnh hưởng do địa hình thấp, cần xét đến các phương án tôn tạo đất hoặc đưa ra các giải pháp hợp lý về kết cấu công trình.

- Khu vực cảng Dung Quất: Khu vực này chịu tác động không nhiều khi mực nước biển dâng cao. Trong đó, khu vực cảng Dung Quất số 2 không bị ảnh hưởng bởi nguy cơ lụt.

* + - 1. Cảng Quy Nhơn:

Cảng Quy Nhơn được quy hoạch chủ yếu trong khu vực đầm Thị Nại - là đầm nước mặn nằm trên địa phận thành phố [Qui Nhơn](http://vi.wikipedia.org/wiki/Qui_Nh%C6%A1n), huyện [Tuy Phước](http://vi.wikipedia.org/wiki/Tuy_Ph%C6%B0%E1%BB%9Bc), huyện [Phù Cát](http://vi.wikipedia.org/wiki/Ph%C3%B9_C%C3%A1t) thuộc tỉnh [Bình Định](http://vi.wikipedia.org/wiki/B%C3%ACnh_%C4%90%E1%BB%8Bnh), có diện tích hơn 5.000 ha.

- Khu vực quy hoạch khu công nghiệp và cảng chuyên dùng cảng Nhơn Hội nằm trong khu vực ven đầm Thị Nại, có địa hình thấp nên bị ảnh hưởng nhiều nhất.

- Đối với khu vực cảng Quy Nhơn hiện tại cũng như phần quy hoạch mới không bị ảnh hưởng của nguy cơ ngập lụt. Tuy nhiên, hạ tầng giao thông sau cảng bao gồm toàn bộ khu vực Đông Nam thành phố Quy Nhơn lại bị ảnh hưởng mạnh.

* + - 1. Khu vực cảng trung chuyển quốc tế Vân Phong

- Khu vực quy hoach cảng trung chuyển quốc tế Vân Phong nằm trên khu vực có địa hình khá thấp. Nếu dước biển dâng 1m sẽ có khoảng 55% diện tích các khu bến này nằm có nguy cơ bị lụt.

- Cảng Vũng Rô ít bị ảnh hưởng bởi nguy cơ ngập lụt.

- Cảng xăng dầu Ngoại Quan Vân Phong có nguy cơ bị ngập lụt toàn bộ khi nước biển dâng thêm 1m.

- Khu bến xăng dầu ngoại quan Vân Phong và khu tổ hợp lọc hóa dầu Vân Phong có nguy cơ bị ngập lụt nhiều nhất, bao gồm toàn bộ khu vực cầu cảng, kho bãi và hạ tầng sau cảng.

* + - 1. Khu vực Ninh Chữ - Phan Rang:

- Toàn bộ khu vực bến Ninh Chữ theo qui hoạch có nguy cơ bị lụt khi nước biển dâng 1m.

* + - 1. Khu vực cảng Cam Ranh:

- Cảng Cam Ranh là khu vực thấp nên bị ảnh hưởng mạnh bởi nguy cơ ngập lụt.

- Hệ thống đường giao thông sau cảng Cam Ranh cũng bị ảnh hưởng rất mạnh, điển hình là đại lộ Hùng Vương có nguy bị ngập lụt toàn bộ.

* + - 1. Khu vực vịnh Cà Ná – Dốc Hầm:

- Do có địa hình thấp nên các khu vực quy hoạch xây dựng có nguy cơ bị lụt khi nước biển dâng 1m đến cuối thế kỷ 21.

* + - 1. Khu vực thành phố Hồ Chí Minh

- Các cảng thuộc khu vực Quận Tân Thuận Đông như cảng Bến Nghé, cảng VITC, cảng Tân Thuận Đông, cảng Cát Lái, Petex,… cũng sẽ bị ảnh hưởng nhiều nhất.

* + - 1. Khu vực sông Thị Vải, Bà Rịa – Vũng Tàu :

- Các cảng thuộc lưu vực sông Thị Vải là những cảng mới xây dựng, diện tích lớn tuy nhiên chưa khai thác hết tiềm năng phát triển. Khu vực này thấp nên có nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn khi nước biển dâng cao.

- Hệ thống kết nối giao thông sau cảng thuộc khu vực này chủ yếu là quốc lộ 51 chạy qua khu vực Tân Thành, Tân Phước và đi qua khu vực Vũng Tàu. Hệ thống các đường giao thông kết nối cảng với các trục đường quốc lộ còn ít phát triển, có nguy cơ bị ngập lụt cao.

* + - 1. Khu vực cảng Cần Thơ:

- Đối với luồng hàng hải, luồng Định An là luồng chính vào các cảng thuộc khu vực Cần Thơ. Tuy nhiên, trong những năm gần đây luồng này có tốc độ bồi lắng rất mạnh gây khó khăn cho tàu bè vào cảng, tốn kém chi phí đầu tư nạo vét.

- Khi nước biển dâng cao 1m sẽ có khoảng 22% diện tích khu vực Cần Thơ có nguy cơ bị ngập lụt, bao gồm các vùng đất sau các cảng Cần Thơ, Trà Nóc, ...

- Các cảng nước sâu nhưng được qui hoạch và xây dựng tại các vùng ven biển hay các vùng vịnh có cao độ thấp nên có thể vẫn xuất hiện nguy cơ ngập lụt khi nước biển dâng.

- Các cảng cũ được xây dựng từ lâu do khoảng dự trữ cao độ không lớn và chưa dự phòng yếu tố nước biển dâng nên có nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn (ví dụ một số cảng thuộc khu vực thành phố Hồ Chí Minh và Cần Thơ).

- Các cảng xây dựng mới và nằm trong khu vực được quy hoạch có địa hình cao sẽ ít bị ảnh hưởng bởi nguy cơ nước biển dâng (ví dụ một số cảng thuộc nhóm cảng số 3).

- Một số khu vực do địa hình thấp và bằng phẳng, nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn không chỉ xuất hiện đối với khu vực cảng và tác động tới cả hệ thống kết nối hạ tầng giao thông sau cảng, gây ảnh hưởng tới việc vận chuyển, lưu thông hàng hóa qua cảng.

- Kết quả mô phỏng dự báo nguy cơ ngập lụt vĩnh viễn là căn cứ tham khảo để nghiên cứu đề xuất các giải pháp kết cấu cảng mới cũng như đưa ra những khoảng dự trữ cao trình thiết kế và khai thác phù hợp.

* + - 1. Sử dụng phần mềm Mike cho mô hình phân tích ngập lụt và cơ sở dữ liệu về hệ thống thông tin địa lý (GIS) dựa trên số liệu hiện trạng cho một số luồng ĐTNĐ [5]

1. **Sử dụng phần mềm Mike cho mô hình phân tích ngập lụt**

* Ví dụ cho vùng đồng bằng Sông Cửu Long

1. Dữ liệu đầu vào

* Biên địa hình: Sử dụng biên địa hình do cơ quan đo đạc bản đồ thực hiện năm 2005
* Biên khí tượng\_thủy văn: Sử dụng tài liệu khí tượng\_thủy văn vùng ĐBSCL năm 2000 (năm có xuất hiện lũ lịch sử, với mực nước tại Tân Châu lên đến 506 cm)
* Nước biển dâng (NBD) theo các kịch bản: 30(cm), 75(cm) và 100(cm)

1. Kết quả tính toán

* Độ sâu ngập cực đại trên toàn vùng ĐBSCL theo các tháng từ tháng I - XII
* Thời gian ngập (ngày) theo từng tháng trên toàn vùng ĐBSCL
* Mực nước cao nhất tháng, theo từng tháng cho toàn vùng
* Mực nước trung bình tháng, theo từng tháng cho toàn vùng
* Mực nước thấp nhất tháng, theo từng tháng cho toàn vùng
* Phân bố lưu tốc dòng chảy tại các trạm trong vùng
* Phân bố lưu lượng tại các trạm trong vùng

☞ *Tất cả các kết quả trên đều có xét tương tác với nước biển dâng theo các kịch bản: Thấp, trung bình và kịch bản cao.*

1. Bản đồ ngập lụt khu vực Đồng Bằng Sông Cửu Long

Từ kết quả tính toán về độ sâu ngập, thời gian ngập, mực nước cao nhất, trung bình, thấp nhất theo tháng trong năm ứng với kịch bản trung bình (Nứoc biển dâng 75cm vào năm 2050) cho thấy:

* Độ sâu ngập lớn nhất diễn ra trong tháng đạt ở mức từ 36dm đến 40dm và tăng dần từ tháng 6 đến tháng 9 đạt cực đại vào tháng 9. Địa danh ngập lớn nhất thường ở vùng thượng nguồn 2 nhánh sông Tiền và Hậu giáp với biên giới Campuchia thuộc 2 vùng tứ giác Long Xuyên và Đồng Tháp Mười.
* Thời gian ngập: phần lớn lãnh thổ Đồng bằng Sông Cửu Long bị ngập từ 25 đến 31 ngày. Phía Nam bán đảo Cà Mau có thời gian ngập khoảng 7-15 ngày. Thời gian ngập ít nhất từ tháng 3 đến tháng 5, thời gian ngập nhiều nhất từ tháng 8 đến tháng 10.
* Mực nước cao nhất tháng: mực nước cao nhất diễn ra trong tháng 7 đến tháng 12 với trị số khoảng Hmax = 48-60dm tại vùng thượng nguồn 2 nhánh sông Tiền và Hậu giáp với biên giới Campuchia thuộc 2 vùng tứ giác Long Xuyên và Đồng Tháp Mười.
* Mực nước thấp nhất tháng: mực nước thấp tháng từ 1-10dm ở vùng Kiên Giang, U Minh, Cà Mau vào các tháng 1 đến tháng 2. Từ tháng 3 đến tháng 6 thì mực nước thấp đạt từ 10-12dm cho các vùng còn lại.

Như vậy, toàn bộ các kết quả độ ngập lớn nhất, mực nước cao nhất, mực nước thấp nhất đã ảnh hưởng đến các tuyến đường thuỷ quốc gia, 2 tuyến sông Vàm Cỏ: Vàm cỏ Đông, Vàm cỏ Tây; 2 tuyến sông Tìên, sông Hậu và các tuyến đường thuỷ chính còn lại khác.

* Ngập lụt khu vực Miền Trung

Dự báo tác động của nước biển dâng trên hệ thống sông Hương, theo kết quả mô phỏng mực nước đối với các kịch bản phát thải cao cho thấy:

**Khi mực nuớc biển dâng 28 cm tương ứng với năm 2050:**

- Tại Thảo Long mức nước lớn nhất tăng 12 cm,

- Tại Sình cách Thảo Long 5.94 km mực nước tăng 5 cm

- Tại Kim Long vào sâu 17.94 km mực nước tăng 4 cm

**Khi mực nuớc biển dâng 64 cm tương ứng với năm 2080:**

- Tại Thảo Long mức nước lớn nhất tăng 32 cm,

- Tại Sình cách Thảo Long 5.94 km mực nước tăng 14 cm

- Tại Kim Long vào sâu 17.94 km mực nước tăng 8 cm

**Khi mực nuớc biển dâng 94 cm tương ứng với năm 2100:**

- Tại Thảo Long mức nước lớn nhất tăng 54 cm,

- Tại Sình cách Thảo Long 5.94 km mực nước tăng 22 cm

- Tại Kim Long vào sâu 17.94 km mực nước tăng 13 cm

Từ các kết quả mô phỏng nêu trên cho thấy ảnh hưởng của nước biển dâng đối với hệ thống sông Hương không nhiều so với ảnh hưởng của lũ. Đây là đặc điểm cúa các sông suối miền trung ngắn và dốc, do vậy thủy triều không ảnh vào sâu.

* Ngập lụt khu vực Miền Bắc

Miền tính của khu vực được xác định trong Đê Sông Hồng từ Cầu Thăng Long ra đến phao số 0 cửa Ba Lạt. Xây dựng địa hình tính toán được trích xuất từ bản đồ địa hình DEM cho khu vực. Hình 5.2 và 5.3 miêu tả khu vực tính toán và 1 phần lưới tính của khu vực.

Thời gian mô phỏng ngập lụt cho khu vực được tính từ 14-6-2011 đến 17-7-2011.

Kết quả mô phỏng ngập lụt cho khu vực từ ngày 14-6-2011 đến 17-7-2011

Khu vực chịu ảnh hưởng tập trung ở trên phía thượng lưu nhiều. những khu vực ảnh hưởng ngập lên bờ tương đối ít nguyên nhân có thể do mùa lũ năm 2011 nhỏ nên sự xuất hiện không rõ ràng.

Mức độ ngập cao trên 4.5m chủ yếu là trong sông khi mực nước dâng lên thêm 4.5m so với ban đầu.

Kết quả tính toán còn hạn chế nguyên nhân do bản đồ địa hình sử dụng tạo lưới tính cho MIKE 21 không được chi tiết.

Sự ảnh hưởng của NBD tới tuyến sông Hồng chịu ảnh hưởng nặng nhất từ 20 km cuối hạ lưu, phía trên thượng lưu rất ít chịu tác động của NBD.

1. **Xây dựng cơ sở dữ liệu về hệ thống thông tin địa lý (GIS)**

Quá trình xây dựng cơ sở dữ liệu về hệ thống thông tin địa lý (GIS) thu thập từ các nguồn thông tin khác nhau, sử dụng cho việc thể hiện, quản lý và sau đó là trợ giúp cho việc phân tích ảnh hưởng của mực nước dâng do biến đổi khí hậu.

Việc phân tích được thực hiện bằng cách so sánh cao độ mực nước dâng tại các vị trí khác nhau trên các tuyến đường thủy nội địa được nghiên cứu trong dự án (Sơ đồ tính toán thủy lực sử dụng phần mềm MIKE) với các số liệu khảo sát có được về các công trình dọc theo các tuyến. Trên cơ sở đó đưa ra các kết quả phân tích với các kịch bản khác nhau của mực nước biển dâng. Tuy nhiên

Mặc dù cao độ tất cả các công trình chưa được khảo sát một cách chi tiết. Tuy nhiên dựa trên bản đồ thể hiện mực nước ở các “tình huống’ khác nhau trong tương lai cũng như cao độ của các công trình (cảng và kè) và tĩnh không (cầu) hiện tại, một số nhận xét sơ bộ ban đầu như sau:

* Vào năm 2050, với mực kịch bản mực nước trung bình thì hơn 70% số cảng sẽ bị ngập. Con số này sẽ tăng lên gần 100% với kịch bản mực nước cao và giảm xuống còn dưới 60% với kịch bản mực nước thấp.
* Đối với cầu, nếu lấy mức tĩnh không 3.5m là mức tối thiểu cho phép để các tàu nhỏ nhất có thể đi qua được thì hiện tại có khoảng hơn 10% số cầu chưa đạt chuẩn này, có nghĩa là tính không nhỏ hơn 3.5m.
* Với dự báo theo kịch bản mực nước trung bình, đến năm 2050 thì sẽ có khoảng 50% cầu không thể cho phép tàu bè lưu thông. Con số này sẽ tăng lên hơn 80% với kịch bản mực nước cao và giảm xuống 35% với kịch bản mực nước thấp.
  1. **Rà soát kinh nghiệm quốc tế**
     1. Phương pháp chỉ số kết hợp với cơ sở dữ liệu về hệ thống thông tin địa lý (GIS) của Trung tâm Dự báo Môi trường và Biến đổi Khí hậu - Bộ Giao thông vận tải Hoa Kỳ [[2]](#footnote-2) [33]

1. Phương pháp đánh giá

Nhóm nghiên cứu sử dụng cách tiếp cận **“phương pháp chỉ số”** để đánh giá mức độ phơi bày, độ nhạy cảm, khả năng thích ứng và cuối cùng là để tính toán tính dễ bị tổn thương đối với các công trình giao thông. Mỗi chỉ số là một yếu tố dữ liệu đại diện có thể được sử dụng như một phép đo đại diện cho mức độ phơi bày, độ nhạy cảm và năng lực thích ứng của từng loại công trình. Ví dụ: Các loại vật liệu mặt đường khác nhau về mức độ nhạy cảm với nhiệt độ, vì vậy việc xem xét các loại vật liệu mặt đường được sử dụng cho đường cao tốc hoặc đường quốc lộ có thể cung cấp chỉ số về mức độ nhạy cảm của các công trình cụ thể đối với nhiệt độ cao.

Xác định chỉ số dễ bị tổn thương được tính bằng hàm số như sau:

* Đối với các yếu tố/tác nhân liên quan đến BĐKH ngoại trừ yếu tố mực nước biển dâng, mức độ phơi bày và độ nhạy cảm có giá trị trọng số gấp đôi so với khả năng thích ứng (mỗi chỉ số 40% so với 20%). Trong khi đó, năng lực thích ứng là một thành phần quan trọng quyết định tính DBTT của công trình, các cuộc thảo luận với các bên liên quan chỉ ra rằng: Mức độ phơi bày và độ nhạy cảm là yếu tố quyết định chính tính DBTT và khả năng thích ứng đóng vai trò nhỏ hơn. Điểm số tính DBTT của công trình được tính toán theo công thức như sau:

**Điểm số tính dễ bị tổn thương (V) = (40% × điểm độ phơi bày) + (40% × điểm độ nhạy cảm) × (20% × điểm năng lực thích ứng)**

* Đối với các yếu tố/tác nhân liên quan mực nước biển dâng: Đánh giá này không cho điểm mức độ phơi bày của công trình giao thông nhưng giả định rằng công trình giao thông bị phơi bày với mực NBD dễ bị tổn thương do tác động này. Công trình giao thông bị phơi bày với mực nước biển dâng thì độ nhạy cảm và năng lực thích ứng được tính trọng số và kết với nhau. Nếu công trình giao thông không bị phơi bày, tính DBTT được đánh giá là rất thấp. Lưu ý rằng mức nước biển dâng làm gia tăng mực nước dềnh (nước phía hạ lưu của công trình thủy lợi như sông/suối) làm giảm hiệu suất của hệ thống thoát nước khi có mưa lớn. Do đó, mực nước biển dâng có thể làm tăng tính dễ bị tổn thương của các công trình giao thông dù không phơi bày lượng mưa. Tính DBTT do mực nước biển dâng được tính toán bằng cách tính trọng số điểm độ nhạy cảm cao gấp đôi điểm năng lực thích ứng:

**Điểm số tính dễ bị tổn thương (V) = (67% × điểm độ nhạy cảm) × (33% × điểm năng lực thích ứng)**

Các chỉ số phù hợp và hệ thống tính điểm số cho từng chỉ số, được phát triển thông qua tham vấn với các chuyên gia phương thức, các bên liên quan tại địa phương và các nguồn khác.

Bộ chỉ số đánh giá tính dễ bị tổn thương liên quan đến cảng được trình bày tại bảng dưới đây.

1. **Mức độ phơi bày (E)**

**Bảng 4.1. Chỉ số mức độ phơi bày**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Yếu tố quyết định khả năng DBTT** | **Chỉ số phức hợp** | **Chỉ số (thành phần)** | **Đơn vị** |
| **Mức độ phơi bày** | Nhiệt độ | E0: Thay đổi về tổng số ngày mỗi năm trên / dưới ngưỡng nhiệt độ | % |
| Lượng mưa | E1.1: Thay đổi về lượng mưa liên quan đến 100 năm Bão 24 giờ | % |
| E1.2: Vị trí trong Vùng lũ lụt 100 năm của FEMA | % |
| E1.3: Vị trí trong Vùng lũ lụt 500 năm của FEMA | % |
| E1.4: Vị trí ở vùng lũ 10 năm | % |
| E1.5: Vị trí ở vùng lũ 25 năm | % |
| Hiện tượng khí hậu cực đoan | E2.1: Độ sâu ngập lụt do nước dâng được mô hình hóa | (feet) |
| E2.2: Chỉ số tổn thương ven biển | Điểm |
| E2.3: Hiện diện trong Vùng lũ lụt ven biển của FEMA | % |
| E2.4: Sự hiện diện của các cấu trúc bảo vệ | Điểm |
| Nước biển dâng | E3.1: Độ sâu ngập nước được mô hình hóa | Điểm |
| E3.2: Chỉ số tổn thương ven biển | Điểm |

1. **Độ nhạy cảm (S)**

**Đối với gia tăng nhiệt độ**

**Bảng 4.2. Chỉ số độ nhạy cảm với nhiệt độ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Yếu tố quyết định khả năng DBTT** | **Chỉ số phức hợp** |  | **Chỉ số (thành phần)** | **Trọng số** |
| **Độ nhạy cảm (S)** | Nhiệt độ |  | S0.1: Kinh nghiệm trong quá khứ với nhiệt độ |  |
|  | S0.2: Kích thước của các khu vực trải nhựa đường |  |
|  | S0.3: Phụ thuộc vào năng lượng điện |  |
|  | S0.4: Xử lý hàng hóa |  |

**Đối với gia tăng lượng mưa**

**Bảng 4.3. Chỉ số độ nhạy cảm với lượng mưa**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Yếu tố quyết định khả năng DBTT** | **Chỉ số phức hợp** | **Chỉ số (thành phần)** | **Trọng số** |
| **Độ nhạy cảm (S)** | Lượng mưa | S1.1: Kinh nghiệm trong quá khứ với lượng mưa |  |
| S1.2: Xu hướng tạo nước đọng |  |
| S1.3: Phần trăm bề mặt không thấm nước |  |

**Đối với hiện tượng khí hậu cực đoan**

**Bảng 4.4.Chỉ số độ nhạy cảm với nhiệt độ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Yếu tố quyết định khả năng DBTT** | **Chỉ số phức hợp** | **Chỉ số (thành phần)** | **Trọng số** |
| **Độ nhạy cảm (S)** | Bão | S2.1: Kinh nghiệm trong quá khứ với Storm Surge |  |
| S2.2: Bảo vệ bờ biển |  |
| S2.3: Chiều cao của cơ sở hạ tầng chính |  |
| S2.4: Tuổi của bến, cấu trúc |  |
| S2.5: Điều kiện kỹ thuật |  |
| S2.6: Phụ thuộc vào năng lượng điện |  |
| S2.7: Xử lý hàng hóa |  |

**Đối với mực nước biển dâng**

**Bảng 4.5. Chỉ số độ nhạy cảm với nhiệt độ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Yếu tố quyết định khả năng DBTT** | **Chỉ số phức hợp** | **Chỉ số (thành phần)** | **Trọng số** |
| **Độ nhạy cảm (S)** | Nước biển dâng | S3.1: Kinh nghiệm trong quá khứ với thủy triều/nước biển dâng |  |
|
| S3.2: Kinh nghiệm trong quá khứ với thủy triều/nước biển dâng |  |

**Đối với gió**

**Bảng 4.6. Chỉ số độ nhạy cảm với nhiệt độ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Yếu tố quyết định khả năng DBTT** | **Chỉ số phức hợp** | **Chỉ số (thành phần)** | **Trọng số** |
| **Độ nhạy cảm (S)** | Gió | S4.1: Kinh nghiệm trong quá khứ với gió |  |
| S4.2: Tuổi của bến, cấu trúc |  |
| S4.3: Phụ thuộc vào năng lượng điện |  |
| S4.4: Xử lý hàng hóa |  |

1. **Năng lực thích ứng (AC)**

**Bảng 4.7. Chỉ số độ nhạy cảm với nhiệt độ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Yếu tố quyết định khả năng DBTT** | **Chỉ số phức hợp** | **Chỉ số (thành phần)** | **Trọng số** |
| **Năng lực thích ứng (AC)** | Ngập lụt /Hư hóng và dừng khai thác | AC1: Dự phòng trong cảng |  |
| AC2: Dự phòng ngoài cảng |  |
| AC3: Thời gian gián đoạn |  |

Các chỉ số được sử dụng để phát triển mức độ phơi bày, độ nhạy cảm và năng lực thích ứng đối với công trình, sau đó được tổng hợp lại thành điểm mức độ dễ bị tổn thương của công trình. Các công trình được xem là có mức độ dễ bị tổn thương Cao, Trung bình hoặc Thấp đối với một tác nhân biến đổi khí hậu nhất định dựa trên điểm mức độ dễ bị tổn thương của chúng. Các công trình cũng được xếp hạng tương đối với nhau để xác định công trình nào có khả năng dễ bị tổn thương hơn các công trình khác. Tính DBTT của các công trình giao thông được xếp hạng theo điểm số tổng hợp như sau:

**Bảng 4.8. Xếp hạng mức độ DBTT của công trình**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Giá trị DBTT (V)** | **Miêu tả** | **Màu thể hiện** |
| 1 | 0 ≤ V ≤ 1,0 | Tổng thương rất thấp |  |
| 2 | 1,0 < V ≤ 1,9 | Tổn thương thấp |  |
| 3 | 2,0 < V ≤ 2,9 | Tổn thương trung bình |  |
| 4 | 3,0 < V ≤ 4,0 | Tổn thương cao |  |

* + 1. Phương pháp đánh PIANC cho Hệ thống cảng và Đường thủy [39]

Theo Hiệp hội quốc tế về cơ sở hạ tầng giao thông thủy (The World Association for Waterborne Transport Infrastructure – PIANC) hướng dẫn phương pháp tiếp cận bốn giai đoạn để lập kế hoạch thích ứng với biến đổi khí hậu cho các cảng và luồng đường thủy. Bốn giai đoạn trong quy trình này được tóm tắt trên hình dưới đây. Bốn giai đoạn này trong hướng dẫn có thể được tuân thủ toàn bộ hoặc một giai đoạn cụ thể có thể độc lập cho chủ đề được đề cập.

* **Giai đoạn 1: Bối cảnh và mục tiêu**

1. Bước 1.1 Thiết lập mục tiêu
2. Bước 1.2 Xác định Tài sản quan trọng, Hoạt động khai thác, Hệ thống và Sự phụ thuộc lẫn nhau
3. Bước 1.3 Chỉ ra tính nhạy cảm của tài sản, hoạt động và hệ thống
4. Bước 1.4 Làm việc với các bên liên quan
5. Bước 1.5 Xác định đối tượng thích ứng

Bước 1.6 Xem xét các yêu cầu dữ liệu

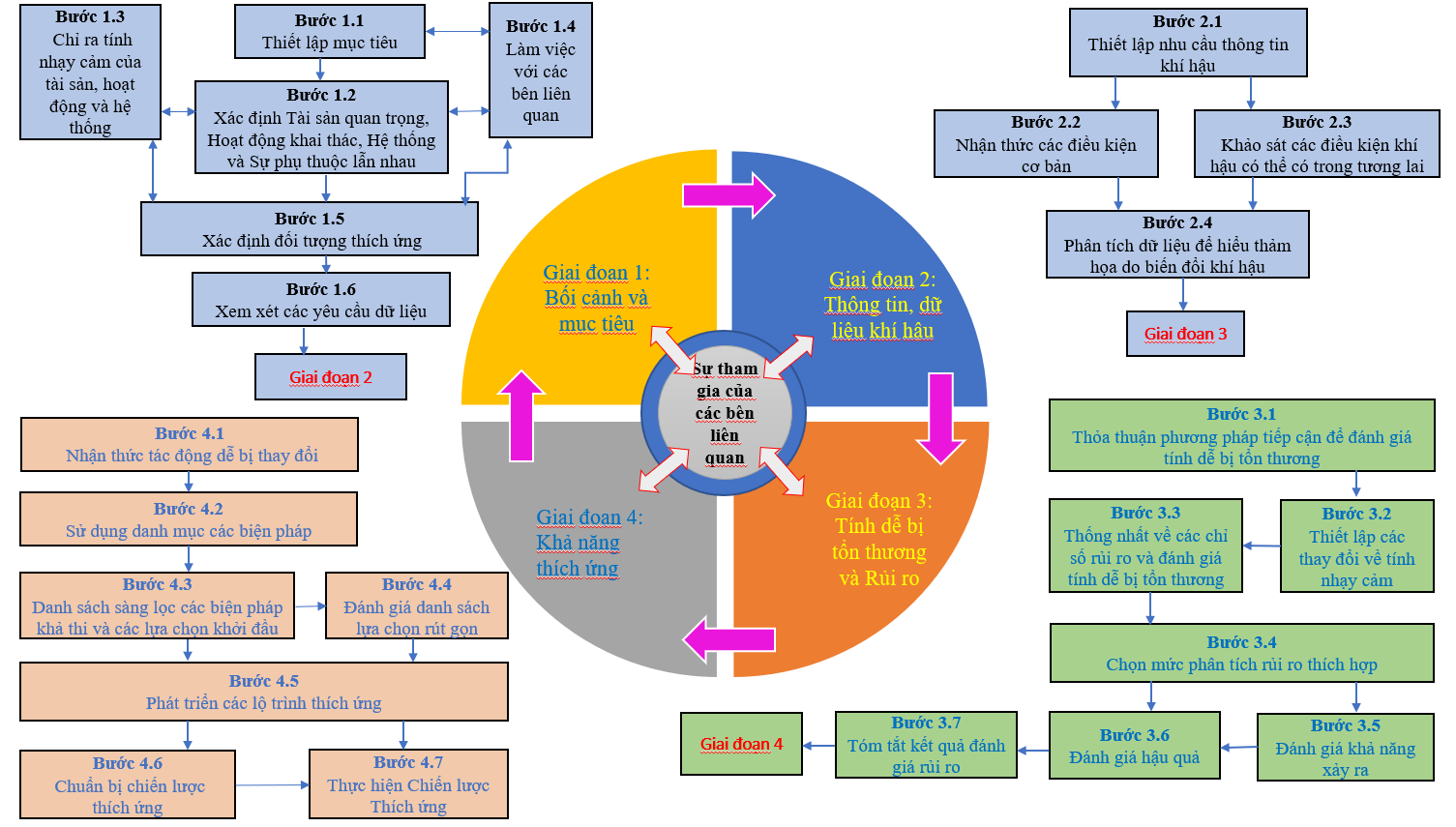
Giai đoạn 1 mô tả các bước chuẩn bị cần thiết để hiểu tài sản, hoạt động và hệ thống nào là quan trọng và có thể bị ảnh hưởng bởi khí hậu thay đổi, để làm nổi bật sự phụ thuộc lẫn nhau và xác định các bên liên quan có liên quan. Sự hiểu biết này giúp các mục tiêu thích ứng với biến đổi khí hậu được thống nhất.

* (Các) mục tiêu, lộ trình lập kế hoạch và các mục tiêu của sáng kiến thích ứng với biến đổi khí hậu đã được thống nhất (Bước 1.1 và 1.5).
* Bản kiểm kê các tài sản, hoạt động và hệ thống quan trọng bao gồm các yếu tố phụ thuộc lẫn nhau đã hoàn tất (Bước 1.2) và các tác động khí hậu mà mỗi tài sản dễ bị ảnh hưởng đã được xác nhận (Bước 1.3).
* Các bên liên quan bên trong và bên ngoài có liên quan đã được xác định và thực hiện các hành động để đảm bảo họ tham gia vào quá trình (Bước 1.4).
* Giám sát tình trạng tài sản vật chất, hiệu suất hoạt động và hậu quả của các sự kiện khắc nghiệt, cùng với hệ thống quản lý dữ liệu phù hợp với mục đích (Bước 1.6).
* **Giai đoạn 2: Thông tin, dữ liệu khí hậu**

1. Bước 2.1 Thiết lập nhu cầu thông tin khí hậu
2. Bước 2.2 Nhận thức các điều kiện cơ bản
3. Bước 2.3 Khảo sát các điều kiện khí hậu có thể có trong tương lai
4. Bước 2.4 Phân tích dữ liệu để hiểu thảm họa do biến đổi khí hậu

Những thay đổi trong tương lai về khí hậu sẽ ảnh hưởng đến nhiều tài sản, hoạt động và hệ thống cơ sở hạ tầng hàng hải và hàng hải nội địa quan trọng được xác định trong Giai đoạn 1. Các bước trong Giai đoạn 2 giúp người dùng xác định các thông số và quy trình khí hậu nào có liên quan và cách thức chúng được dự báo sẽ thay đổi theo các kịch bản biến đổi khí hậu khác nhau.

Trước khi chuyển sang Giai đoạn 3 để xác định và đánh giá các rủi ro liên quan đến tai biến khí hậu, dữ liệu cần được đối chiếu và xem xét để hiểu được cả những thay đổi khởi phát chậm và sự gia tăng dự kiến về tần suất hoặc mức độ nghiêm trọng của các sự kiện khí tượng, hải văn hoặc thủy văn cực đoan. Sau đó, so sánh có thể được thực hiện với các điều kiện cơ sở, có tính đến các mẫu hoặc xu hướng hiện có và bất kỳ sự không chắc chắn hoặc hạn chế nào trong dữ liệu.

Hình 4.1. Bốn giai đoạn trong quá trình lập kế hoạch thích ứng với khí hậu

Đối với những người làm việc trong quá trình lập kế hoạch thích ứng với biến đổi khí hậu, các bước sau cần được hoàn thành trước khi chuyển sang Giai đoạn 3:

* Các thông số và quy trình khí hậu liên quan đến các tài sản, hoạt động và hệ thống quan trọng được xác định trong Giai đoạn 1 được xác nhận (Bước 2.1).
* Dữ liệu cơ sở hiện có bao gồm thông tin về các hiện tượng cực đoan đã được đối chiếu cho từng thông số hoặc quá trình khí hậu liên quan và việc giám sát đã được thực hiện để nâng cao kiến ​​thức địa phương hoặc lấp đầy khoảng trống (Bước 2.2).
* Tùy thuộc vào lộ trình lập kế hoạch cho chiến lược thích ứng, các kịch bản biến đổi khí hậu được thống nhất và các dự báo về biến đổi khí hậu được đối chiếu cho các thông số và quy trình liên quan (Bước 2.3).
* Dữ liệu đã được phân tích để xác nhận các điều kiện cơ sở, xác định các mô hình và xu hướng hiện có, và xác định những gì dự kiến ​​sẽ thay đổi theo từng kịch bản. Cả những thay đổi khởi phát chậm và những thay đổi dự kiến ​​về tần suất hoặc mức độ nghiêm trọng của các hiện tượng khí tượng, hải văn hoặc thủy văn cực đoan đều đã được xem xét. Giới hạn dữ liệu được thừa nhận (Bước 2.4).
* **Giai đoạn 3: Tính dễ bị tổn thương và Rủi ro**

1. Bước 3.1 Thỏa thuận phương pháp tiếp cận để đánh giá tính dễ bị tổn thương
2. Bước 3.2 Thiết lập các thay đổi về tính nhạy cảm
3. Bước 3.3 Thống nhất về các chỉ số rủi ro và đánh giá tính dễ bị tổn thương
4. Bước 3.4 Chọn mức phân tích rủi ro thích hợp
5. Bước 3.5 Đánh giá khả năng xảy ra
6. Bước 3.6 Đánh giá hậu quả
7. Bước 3.7 Tóm tắt kết quả đánh giá rủi ro

Giai đoạn 3 tập hợp thông tin được đối chiếu về các tài sản, hoạt động và hệ thống quan trọng (từ Giai đoạn 1) và hiểu biết về những thay đổi dự kiến trong các thông số và quy trình khí hậu mà các tài sản, hoạt động và hệ thống này dễ bị ảnh hưởng (từ Giai đoạn 2), để xác định và đánh giá các rủi ro tiềm ẩn liên quan đến biến đổi khí hậu.

Để đưa ra những lựa chọn sáng suốt về các phương án thích ứng, các bước tiếp theo liên quan đến việc tìm hiểu xem biến đổi khí hậu có khả năng ảnh hưởng như thế nào đến những rủi ro hiện có hoặc đưa ra những rủi ro mới. Do đó, các bước từ 3.1 đến 3.3 mô tả cách thức các hiểm họa khí hậu (tức là những thay đổi dự kiến có khả năng gây ra thiệt hại, gián đoạn hoặc các tác động tiêu cực tương tự) có thể được xác định, định lượng và so sánh với tình hình cơ sở, từ đó nêu bật những thay đổi trong tương lai về tính dễ bị tổn thương của các tài sản, hoạt động hoặc hệ thống.

Đánh giá tính dễ bị tổn thương có thể được tình toán hoặc nó có thể được sử dụng để xác định phạm vi của một phân tích rủi ro sâu hơn được nhắm mục tiêu. Phân tích rủi ro biến đổi khí hậu (Bước 3.4 đến 3.7) khám phá khả năng xảy ra (khả năng hoặc xác suất) tương đối của rủi ro khí hậu xảy ra và bản chất và khả năng chấp nhận tương đối của các hậu quả liên quan (tác động).

* Phương pháp tiếp cận để đánh giá tính dễ bị tổn thương đã được đồng ý và những thay đổi về tính nhạy cảm đã được xác nhận (Bước 3.1 và 3.2).
* Các chỉ số rủi ro đã được xác định và các tài sản, hoạt động và hệ thống dễ bị tổn thương đã được làm nổi bật cho từng kịch bản biến đổi khí hậu (Bước 3.3)
* Sự cần thiết và cách tiếp cận phân tích rủi ro sâu hơn đã được xác định (Bước 3.4). Nếu thích hợp, khả năng xảy ra rủi ro và hậu quả đã được đánh giá để hoàn thành phân tích rủi ro và xác định các tài sản, hoạt động và hệ thống 'có rủi ro' (Bước 3.5 đến 3.7)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Đánh giá rủi ro thích ứng với BĐKH của Bên liên quan đến Cảng ở Anh (UK)**  Một nghiên cứu về thích ứng với biến đổi khí hậu cho Terminal Maritimo Muelles El Bosque (MEB), ở Cartagena, Colombia đã áp dụng cách tiếp cận thực tế để đánh giá các tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu đối với xuất nhập khẩu. Trong số các hoạt động được thực hiện là đánh giá và phân tích tài liệu, và thảo luận với nhân viên MEB và các bên liên quan khác trong chuyến thăm thực địa. Sử dụng các nguồn này, các kịch bản cấp cao đã được phát triển để mô tả một loạt các tác động tiềm ẩn liên quan đến biến đổi khí hậu, và một phân tích tài chính sau đó đã được tiến hành [IFC, 2011]. Xem xét sự không chắc chắn trong các dự báo thương mại trong tương lai trong khoảng thời gian dài, nghiên cứu đã đưa ra các ước tính cấp cao về tác động tiềm tàng đối với doanh thu của MEB cho đến những năm 2050.  Bảng dưới đây cung cấp tóm tắt về một số kết quả. Nó minh họa tầm quan trọng của các rủi ro và cơ hội biến đổi khí hậu khác nhau khi giả định rằng không có sự thích ứng nào diễn ra. Mức độ rủi ro được đánh giá bằng cách cho điểm hai khía cạnh của rủi ro, đó là khả năng xảy ra một mối nguy và mức độ hậu quả của nó. Lưu ý rằng, nếu có liên quan, việc đánh giá rủi ro đã xem xét các tác động của sự biến đổi khí hậu cũng như những thay đổi trung bình của khí hậu trong tương lai.   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Rủi ro | Phân loại rủi ro | Khả năng xảy ra (1-5) | Hậu quả (1-5) | Mức rủi ro | | **Phương tiện di chuyển bên trong cảng** | | | | | | Nước biển gia tăng ngập lụt các khu vực cảng (Kịch bản SLR quan sát được) | Khai thác | 5 | 4 | Rất mạnh | | Nước biển gia tăng ngập lụt các khu vực cảng (Kịch bản SLR tăng tốc) | Khai thác | 3 | 5 | Mạnh | | Tăng cường bảo trì các khu vực không trải nhựa của cảng | Khai thác | 3 | 1 | Thấp | | **Nhu cầu, mức độ và mô hình giao dịch** | | | | | | Giảm tổng giao dịch tại MEB | Tài chính | 3 | 3 | Trung bình | | Giảm nhập khẩu ngũ cốc tại MEB | Tài chính | 2 | 3 | Trung bình | | Giảm xuất khẩu nông sản tại MEB | Tài chính | 3 | 1 | Thấp | | Hiệu suất tương đối tốt hơn của MEB so với các cảng khác | Danh tiếng | 4 | n/a | Cơ hội | | Tăng xuất khẩu nông sản nhất định tại MEB | Tài chính | 1 | n/a | Cơ hội | | **Kho hàng hóa** | | | | | | Hàng hóa bị hư hỏng hoặc mất mát do nước biển ngập lụt (kịch bản SLR tăng tốc) | Danh tiếng | 5 | 4 | Rất mạnh | |
| Các cảng liên kết của Anh (ABP) sở hữu và vận hành 21 cảng trên khắp Vương quốc Anh, xử lý hơn 92 triệu tấn hàng hóa mỗi năm. Báo cáo Thích ứng với Biến đổi Khí hậu của ABP Bản cập nhật năm 2016, được chuẩn bị cho Chính phủ Anh, đã đánh giá các rủi ro chính về biến đổi khí hậu có thể tác động đến một loạt các chức năng tại Immingham, Hull và Southampton [ABP, 2016]. Đánh giá của họ sử dụng thông tin biến đổi khí hậu mới nhất và cơ chế quản lý rủi ro nội bộ hiện có. Nó xác định rằng các rủi ro chính liên quan đến kỹ thuật và VTS / chức năng hoa tiêu, và các tác động dự kiến liên quan đến nước biển dâng và lũ lụt, tăng nhiệt độ và bão.  Tác động được cho điểm dựa trên tác động tài chính hoặc uy tín cao nhất hoặc gián đoạn dịch vụ:   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Tác động** | | **% Thu nhập bị ảnh hưởng** | **Danh tiếng** | **Gián đoạn khai thác** | | 1 | Nhỏ | <1 % | Mức độ nhỏ | <24 h | | 2 | Vừa phải | 1-5 % | Hiệu quả hạn chế | 24-48 h | | 3 | Chính | 5-10 % | Ảnh hưởng địa phương | 48-96 h | | 4 | Thảm khốc | >10 % | Bất lợi | >96 h |   Khả năng được coi là tần suất dự kiến của biến cố   |  |  | | --- | --- | | Khả năng | Tần suất dự kiến | | 1 | Không mong đợi trong 40 năm tới; không có bằng chứng về sự xuất hiện trong 40 năm qua | | 2 | Có thể xảy ra trong 40 năm tới và / hoặc đã xảy ra trong 40 năm qua | | 3 | Có thể xảy ra trong 10 năm tới và / hoặc đã xảy ra trong 10 năm qua | | 4 | Có khả năng xảy ra trong 5 năm tới và / hoặc đã xảy ra trong 5 năm qua |   Xếp hạng rủi ro tổng thể được xác định bằng cách sử dụng bảng dưới đây:   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Khả năng** | 4 |  | **Trung bình** | **Rủi ro cao** | | | 3 | **Rủi ro thấp** | **Rủi ro** |  | | 2 |  |  | | 1 |  | |  | 1 | 2 | 3 | 4 | |  |  | **Tác động** | | | |   Việc áp dụng hệ thống này đã giúp ABP xác định và phân loại 18 rủi ro tiềm ẩn đối với kỹ thuật, nạo vét, thủy văn, VTS và hoa tiêu, bao gồm các ví dụ sau ảnh hưởng đến chức năng kỹ thuật và hoa tiêu. Trong mỗi trường hợp, các biện pháp giảm thiểu và rủi ro tồn đọng cũng được xây dựng   |  |  | | --- | --- | | Chức năng công việc: Kỹ thuật | Chức năng công việc: Kỹ thuật | | Tác nhân BĐKH: Nước biển dâng | Tác nhân BĐKH: Bão | | Tác động chính: Ngập lụt | Tác động chính: Chậm trễ bảo trì / sửa chữa | | Ngưỡng: Chiều cao bến | Ngưỡng: Khung thời tiết | | Các tác động tiềm ẩn: Thiệt hại về cơ sở hạ tầng, mất điện, hậu quả gõ cửa | Tác động tiềm tàng: Chậm trễ trong vận tải biển | | Tác động: 3 | Tác động: 3 | | Khả năng: 4 | Khả năng: 3 | | Cấp rủi ro: Cao | Cấp rủi ro: Trung bình |  |  |  | | --- | --- | | Chức năng kinh doanh: Hoa tiêu | Chức năng kinh doanh: Hoa tiêu | | Tác nhân BĐKH: Nhiệt độ | Tác nhân BĐKH: Bão | | Tác động chính: Điều kiện hoạt động của nhân viên | Tác động chính: Mất an toàn khi lên tàu | | Ngưỡng: Giới hạn dung sai | Ngưỡng: Điều kiện gió / gió thổi | | Các tác động tiềm tàng: Sức khỏe và an toàn (kiểm soát nhiệt độ, cần có quần áo) | Các tác động tiềm ẩn: Sự chậm trễ trong chuyển động của tàu | | Tác động: 3 | Tác động: 3 | | Khả năng: 1 | Khả năng: 4 | | Cấp rủi ro: Thấp | Cấp rủi ro: Cao | |

* **Giai đoạn 4: Khả năng thích ứng**

1. Bước 4.1 Nhận thức tác động dễ bị thay đổi
2. Bước 4.2 Sử dụng danh mục các biện pháp
3. Bước 4.3 Danh sách sàng lọc các biện pháp khả thi và các lựa chọn khởi đầu Bước 4.4 Đánh giá danh sách lựa chọn rút gọn
4. Bước 4.5 Phát triển các lộ trình thích ứng
5. Bước 4.6 Chuẩn bị chiến lược thích ứng
6. Bước 4.7 Thực hiện Chiến lược Thích ứng

Giai đoạn 4 đặt ra một loạt các bước để xác định, sàng lọc và đánh giá khi có liên quan, các phương án thích ứng và khả năng phục hồi có thể có. Các lựa chọn bao gồm các biện pháp hoặc nhóm biện pháp để đối phó với các rủi ro được xác định trong Giai đoạn 3. Các bước này lên đến đỉnh điểm trong việc phát triển các ‘con đường thích ứng’. Lộ trình thích ứng mô tả một chuỗi các hành động (các biện pháp, sửa đổi hoặc các biện pháp can thiệp khác) được thực hiện để ứng phó với những thay đổi về điều kiện khí tượng, thủy văn hoặc hải văn. Sau đó, cách tiếp cận tổng thể để thích ứng với biến đổi khí hậu có thể được trình bày như một chiến lược thích ứng. Việc thực hiện các biện pháp trên lộ trình thích ứng và kết quả thực hiện sau đó của chúng trong việc đáp ứng các mục tiêu của chiến lược, được thông báo bằng cách giám sát.

Đối với những người làm việc thông qua quá trình lập kế hoạch thích ứng với biến đổi khí hậu, việc hoàn thành các bước sau sẽ đạt đến đỉnh cao trong một chiến lược đã được thống nhất để thực hiện:

* Việc quản lý các yếu tố không chắc chắn và vai trò của các lộ trình thích ứng được hiểu rõ (Bước 4.1).
* Việc tham khảo danh mục các biện pháp đã xác định danh sách các phương án thích ứng và khả năng thích ứng ngắn hạn hoặc dài hạn có thể áp dụng (Bước 4.2).
* Các lựa chọn đã được sàng lọc dựa trên một tập hợp các tiêu chí đã thống nhất và, nếu có liên quan, được đánh giá bằng cách sử dụng một phương pháp luận thích hợp (Bước 4.3 và 4.4).
* Một chiến lược thích ứng, đề ra các lộ trình thích ứng ưu tiên để tăng cường khả năng phục hồi và điều chỉnh các tài sản, hoạt động và hệ thống quan trọng, đã được chuẩn bị và thống nhất với các bên liên quan chính (Bước 4,5 và 4,6).
* Một con đường tiến tới việc thực hiện, bao gồm cả việc giám sát hoặc nghiên cứu thêm và sự tham gia của các bên liên quan nếu cần, đã được xác định (Bước 4.7).
  1. **Kết quả rà soát, đánh giá và đề xuất lựa chọn các chỉ số đối với đánh giá tính DBTT và rủi ro cho cảng, bến thủy nội địa và cảng biển, bến cảng**

Trên cơ sở nghiên cứu, rà soát và tổng hợp các bộ chỉ số đối với các nghiên cứu từ trong nước đến quốc tế, bộ chỉ số đề xuất về đánh giá tính DBTT và rủi ro cho cảng, bến thủy nội địa và cảng biển, bến cảng được trình bày chi tiết tại bảng dưới đây.

**Bảng 4.9. Tổng hợp bộ chỉ số về chỉ số mức độ phơi bày, độ nhạy cảm (S), khả năng thích ứng và đề xuất chỉ số đối với cảng, bến thủy nội địa và cảng biển, bến cảng**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kinh nghiệm quốc tế** | **Kinh nghiệm trong nước** | **Chỉ số đề xuất đối với** **cảng, bến thủy nội địa và cảng biển, bến cảng** | **Ghi chú** |
| **U.S. DOT Center for Climate Change and Environmental Forecasting, 2015 [33]** | **ADB, 2014 (đề cập đến) [1]** |
| **Mức độ phơi bày** | | | |
| ***Nhiệt độ*** |  |  |  |
| E0: Thay đổi về tổng số ngày mỗi năm trên / dưới ngưỡng nhiệt độ | E01: Nhiệt độ tăng  E02Độ ẩm tăng |  |  |
| ***Lượng mưa*** |  |  |  |
| E1.1: Thay đổi về lượng mưa liên quan đến 100 năm Bão 24 giờ | Nước biển dâng và Sóng lớn  Tốc độ gió tang | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| E1.2: Vị trí trong Vùng lũ lụt 100 năm của FEMA | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| E1.3: Vị trí trong Vùng lũ lụt 500 năm của FEMA |  |  |
| E1.4: Vị trí ở vùng lũ 10 năm |  |  |
| E1.5: Vị trí ở vùng lũ 25 năm |  |  |
| ***Bão*** |  |  |
| E2.1: Độ sâu ngập lụt do nước dâng được mô hình hóa | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| E2.2: Chỉ số tổn thương ven biển | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| E2.3: Hiện diện trong vùng lũ lụt ven biển của FEMA | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| E2.4: Sự hiện diện của các cấu trúc bảo vệ | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| ***Nước biển dâng*** |  |  |
| E3.1: Độ sâu ngập nước được mô hình hóa | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| E3.2: Chỉ số tổn thương ven biển | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| **Độ nhạy cảm** | | | |
| ***Nhiệt độ*** | Ngập lụt (Trên mặt đất, ven sông, nước ngầm, khu đô thị, lũ quyét)  Luồng lũ quét do mưa do mưa cường đồ cao và dòng nước lụt  Luồng lũ quét do sóng ở những vùng ngập  Sạt lở đất |  |  |
| S0.1: Kinh nghiệm trong quá khứ với nhiệt độ |  |  |
| S0.2: Kích thước của các khu vực trải nhựa đường |  |  |
| S0.3: Phụ thuộc vào năng lượng điện |  |  |
| S0.4: Xử lý hàng hóa |  |  |
| ***Lượng mưa*** |  |  |
| S1.1: Kinh nghiệm trong quá khứ với lượng mưa | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| S1.2: Xu hướng tạo nước đọng | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| S1.3: Phần trăm bề mặt không thấm nước | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| ***Bão*** |  |  |
| S2.1: Kinh nghiệm trong quá khứ với bão | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| S2.2: Bảo vệ bờ biển | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| S2.3: Chiều cao của cơ sở hạ tầng chính | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| S2.4: Tuổi của bến, cấu trúc | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| S2.5: Điều kiện kỹ thuật | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| S2.6: Phụ thuộc vào năng lượng điện |  |  |
| S2.7: Xử lý hàng hóa |  |  |
| ***Nước biển dâng*** |  |  |
| S3.1: Kinh nghiệm trong quá khứ với thủy triều/nước biển dâng | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| S3.2: Kinh nghiệm trong quá khứ với thủy triều/nước biển dâng | x | Có điều chỉnh cho phù hợp |
| ***Gió*** |  |  |
| S4.1: Kinh nghiệm trong quá khứ với gió |  |  |
| S4.2: Tuổi của bến, cấu trúc |  |  |
| S4.3: Phụ thuộc vào năng lượng điện |  |  |
| S4.4: Xử lý hàng hóa |  |  |
| **Khả năng thích ứng** | | | |
| AC1: Dự phòng trong cảng | Tăng năng lực cơ sở hạ tầng thoát nước  Tăng cường các biện pháp bảo vệ (tường chắn song biển)  Biện pháp kiểm soát nước mưa (kho, bãi)  Quản lý lập kế hoạch dùng chế độ vận tải thay thế (khoảng thông thủy luồng)  Quản lý theo dõi cấu trúc và bảo trì (Bờ kênh)  Biện pháp bảo vệ bến cảng và lối vào nhà kho  Gia cố cầu tàu | Đề xuất mới phù hợp | Tham khảo các tài liệu liên quan đến phân ngành và phân ngành gần |
| AC2: Dự phòng ngoài cảng |
| AC3: Thời gian gián đoạn |

# HƯỚNG DẪN ĐÁNH GIÁ TÍNH DBTT VÀ RỦI RO CHO CẢNG, BẾN THỦY NỘI ĐỊA VÀ CẢNG BIỂN, BẾN CẢNG

Các nội dung cụ thể thực hiện các bước đánh giá TDBTT, rủi ro do BĐKH:

* 1. **Bước 1: Xác định mục tiêu, đối tượng và phạm vi đánh giá**

+ Mục tiêu đánh giá: Xác định mức độ rủi ro/TDBTT trước các hiểm họa do BĐKH

+ Phạm vi đánh giá: hiện tại và tương lai; khu vực địa lý (theo Phân vùng khí hậu)

+ Đối tượng đánh giá gồm: Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng:

* 1. **Bước 2: Lựa chọn công cụ và phương pháp đánh giá**

Tùy thuộc vào bối cảnh, tính sẵn có của thông tin, dữ liệu, công nghệ và sự tham gia của các bên liên quan để lựa chọn các phương pháp, công cụ đánh giá phù hợp.

Các công cụ và phương pháp phù hợp với ngành GTVT nói chung và cho đường thủy nói riêng bao gồm: Phương pháp điều tra (có thể sử dụng số liệu sẵn có từ Kịch bản BDKH hoặc Niên giám thống kê, hoặc báo cáo ngành, hoặc điều tra thực tế hiện trường) với công cụ bảng kê; Phương pháp dự báo bằng phần mềm Mike cho mô hình phân tích ngập lụt và cảngdữ liệu về hệ thống thông tin địa lý (GIS) dựa trên số liệu hiện trạng cho một số luồng ĐTNĐ; Phương pháp điều tra, khảo sát, GIS kết hợp với mô hình Mike cho hệ thống Cảng biển, Bến cảng; Phương pháp GIS kết hợp với mô hình mạng lưới vận tải đa phương thức, phân tích kinh tế; Phương pháp GIS với công cụ là Bản đồ lượng mưa, bản đồ ngập lụt, bản đồ xói lở của Kịch bản BĐKH hoặc chương trình khác đã nghiên cứu ví dụ Bản đồ xói lở của Viện địa chất Bộ TNMT).

Lựa chọn phương pháp chỉ số hay phương pháp định lượng bằng các chỉ số để xác định rủi ro và TDBTT cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng, công cụ sử dụng là lập trình trên phần mềm excel.

* 1. **Bước 3: Xác định các chỉ số về hiểm họa (H), mức độ phơi bày (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC)**
     1. **Xác định chỉ số hiểm họa (H)**

Hiểm họa được đánh giá bằng cách quan sát các tác động trong quá khứ và hiện tại của các sự kiện cực đoan và các sự kiện nguy hiểm có thể xảy ra trong tương lai. Chỉ số hiểm họa (H) có thể được xác định qua một hay nhiều chỉ số thành phần (H1, H2, ... Hn) thể hiện đặc trưng của hiểm họa/ nguy cơ gây tác động xấu cho đối tượng nào đó. Việc xác định các chỉ số hiểm họa cần căn cứ theo kịch bản BĐKH và nước biển dâng mới nhất được Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành hoặc các dự báo khác được cơ quan nhà nước có thẩm quyền ban hành. Cụ thể theo từng phân ngành giao thông như sau:

* **Loại và chỉ số hiểm họa đối với Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng:**

Dựa vào yếu tố/hiện tượng biểu hiện của tác nhân BĐKH đối với ĐTNĐ và Hàng Hải xác đinh loại và chỉ số hiểm họa đối với Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng như bảng 3.1.

**Bảng 5.1.Loại và chỉ số hiểm họa đối với Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng**

| **Yếu tố quyết định Rủi ro** | **Chỉ số phức hợp** | **Chỉ số (thành phần)** | **Trọng số** | **Chỉ số** | **Điểm** | **Nguồn thông tin, cung cấp dữ liệu** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Hiểm họa (H)** | Biến đổi lượng mưa | H1: Thay đổi lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình (Rx1day) (%) |  | Bằng 100% hoặc thấp hơn so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,2 | - Nguồn số liệu từ kết quả dự báo theo các kịch bản biến đổi khí hậu hiện hành.  - Hồ sơ thiết kế công trình |
| Từ 100% - 130% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,4 |
| 130% - 160% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,6 |
| 160% - 190% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,8 |
| >190% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 1,0 |
| H2: Thay đổi số ngày mưa lớn (%) |  | Bằng 100% hoặc thấp hơn so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,2 |
| Từ 100% - 130% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,4 |
| 130% - 160% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,6 |
| 160% - 190% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,8 |
| >190% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 1,0 |
| Thay đổi hiện tượng khí hậu cực đoan | H3: Thay đổi số cơn bão đổ bộ vào (%) |  | Bằng 100% hoặc thấp hơn so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,2 |
| Từ 100% - 130% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,4 |
|  | 130% - 160% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,6 |
|  | 160% - 190% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,8 |
|  | >190% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 1,0 |
| H4: Thay đổi cường độ bão mạnh nhất đổ bộ vào (%) |  | Bằng 100% hoặc thấp hơn so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,2 |
|  | Từ 100% - 130% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,4 |
|  | 130% - 160% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,6 |
|  | 160% - 190% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,8 |
| >190% so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 1,0 |
| Mực nước biển dâng | H5: Mực nước biển dâng (cm) |  | Bằng 0cm hoặc thấp hơn so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,2 |
|  | Từ 1 - 20cm so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,4 |
|  | Từ 20-35cm so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,6 |
|  | 35-50 cm so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 0,8 |
|  | >50cm so với thời kỳ cơ sở/thiết kế | 1,0 |  |

* + 1. **Xác định chỉ số về mức độ phơi bày (E)**

Chỉ số về mức độ phơi bày (E) có thể được xác định qua một hay nhiều chỉ số thành phần (E1, E2, ... En) phản ánh mức độ tiếp xúc giữa hiểm họa và đối tượng chịu tác động. Tùy thuộc vào đối tượng chịu tác động để lựa chọn các chỉ số về mức độ phơi bày phù hợp. Chỉ số mức độ phơi bày được thu thập từ quá trình điều tra, khảo sát hoặc tham khảo từ Niên giám thống kê, các báo cáo tổng kết của Bộ Giao thông vận tải hoặc được trích xuất từ kết quả chồng chập giữa bản đồ hiểm họa và bản đồ phân bố của đối tượng chịu tác động. Việc xác định các chỉ số mức độ phơi bày căn cứ theo ngành, lĩnh vực và phải phù hợp với phạm vi địa lý, phạm vi thời gian đánh giá.

Chỉ số phơi bày (E) Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng bao gồm:

**Bảng 5.2.Các chỉ số phơi bày lượng mưa cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TT** | **Loại chỉ số phơi bày** | **Ký hiệu** |
| 1 | Chỉ số phơi bày lượng mưa | E1. Phơi bày trong vùng ngập lụt do mưa theo kịch bản |
| 2 | Các chỉ số phơi bày bão | E2.1. Vị trí gần bờ biển |
| 3 | E2.2. Cao độ của cảng, bến |
| 4 | E2.3. Vị trí trong vùng ảnh hưởng của bão |
| 5 | E2.4. Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do bão theo kịch bản |
| 6 | E2.5. Sự hiện diện của các kết cấu bảo vệ |
| 7 | Các chỉ số phơi bày nước biển dâng | E3.1. Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do nước biển dâng |
| 8 | E3.2. Chỉ số phơi bày ven biển |

1. **Chỉ số phơi bày lượng mưa**

Bảng 5.3. Các chỉ số phơi bày lượng mưa cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Chỉ số** | **Mô tả và cơ sở lý luận** | **(Các) Nguồn Dữ liệu Tiềm năng** |
| E1 | Phơi bày trong vùng ngập lụt do mưa theo kịch bản | Các tài sản nằm trong vùng ngập lụt có nhiều khả năng bị ngập lụt hơn do sự thay đổi của lượng mưa. Khoảng thời gian trở lại của vùng lũ cần tập trung vào tùy thuộc vào đánh giá. | * Từ Cục HH, Cục ĐTNĐ (Nhà quản lý) * Ý kiến chuyên gia/Doanh nghiệp |

Bảng 5.4. Định lượng các chỉ số phơi bày lượng mưa cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Chỉ số** | **Đơn vị chỉ số** | **Phạm vi giá trị** | |  | **Điểm** |  | **Ghi chú** |
| E1 | Phơi bày trong vùng ngập lụt do mưa theo kịch bản | Tỷ lệ phần trăm tài sản nằm trong vùng ngập lụt | 0% | 0% | = | 0.25 |  | Nếu phần trăm tài sản (diện tích kho, bãi cảng, bến bị ngập lụt, hàng hóa, hệ thống thoát nước, thiết bị, tài sản hư hỏng, số lượng nhà kho, bến bãi, …) trong vùng ngập lụt không có sẵn hoặc có thể áp dụng, có thể chỉ cần sử dụng "Nằm trong vùng ngập lụt/1" và "Không nằm trong vùng ngập lụt/ 0.25" |
| 0% | 33% | = | 0.5 |  |
| 33% | 67% | = | 0.75 |  |
| 67% | 100% | = | 1 |  |

1. **Các chỉ số phơi bày bão**

Bảng 5.5. Các chỉ số phơi bày bão cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

| **TT** | **Chỉ số** | **Mô tả và cơ sở lý luận** | **(Các) Nguồn Dữ liệu Tiềm năng** |
| --- | --- | --- | --- |
| E2.1 | Vị trí gần bờ biển | Vị trí cảng, bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng gần bờ biển biển tính đến các rủi ro tương đối đối với một khu vực ven biển do mực nước biển dâng trong tương lai và bao gồm các yếu tố như biên độ thủy triều, độ cao của sóng, độ dốc ven biển, sự thay đổi đường bờ biển, địa mạo và tốc độ dâng lịch sử của mực nước biển. Chỉ số được cho điểm trên thang điểm từ 1 đến 4. | • QCVN 02:2021/BXD (Bản đồ phân bố độ cao nước dâng do bão với tần suất đảm bảo 5%) |
| E2.2 | Cao độ của cảng, bến | Chỉ số cao độ của cảng, bến  theo cấp công trình | • Theo công bố và phân cấp công trình Cục Hàng Hải Việt Nam Việt Nam, Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam.  • [Thông tư số 06/2021/TT-BXD](https://moc.gov.vn/pl/Pages/ChiTietVanBan.aspx?vID=54) quy định về phân cấp công trình xây dựng và hướng dẫn áp dụng trong quản lý hoạt động đầu tư xây dựng. |
| E2.3 | Vị trí trong vùng ảnh hưởng của bão | Chỉ số phơi bày ảnh hưởng của bão | * Quyết định số 2901/QĐ-BTNMT về việc công bố kết quả cập nhật phân vùng bão, xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão và phân vùng gió cho các vùng ở sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ (Tham khảo Nguyễn Xuân Hiển và các cộng sự ‘*Nghiên cứu phân vùng bão, xác định nguy cơ bão và nước dâng do bão khi có bão mạnh đổ bộ*’, Tạp chí khoa học biến đổi khí hậu số 1 - tháng 3/2017) * Ứng dụng bản đồ Google Earth |
| E2.4 | Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do bão theo kịch bản | Các tài sản nằm trong vùng ngập lụt (diện tích kho, bãi cảng bị ngập lụt, hàng hóa, hệ thống thoát nước, thiết bị, tài sản hư hỏng, số lượng nhà kho, bến bãi, …) có nhiều khả năng bị ngập do triều cường. Khoảng thời gian trở lại của vùng ngập lụt phụ thuộc vào đánh giá. | * Từ Cục HH, Cục ĐTNĐ (Nhà quản lý) * Ý kiến chuyên gia/Doanh nghiệp |
| E2.5 | Sự hiện diện của các kết cấu bảo vệ | Các công trình bảo vệ có thể làm chuyển hướng nước dâng do bão cho tài sản, làm giảm mức độ phơi bày của tài sản. | * Nguồn số liệu từ kết quả dự báo theo các kịch bản biến đổi khí hậu hiện hành và hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định công trình. * Ứng dụng bản đồ Google Earth * Cục Hàng Hải Việt Nam Việt Nam, Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam |

Bảng 5.6. Định lượng các chỉ số phơi bày bão cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Chỉ số** | **Đơn vị chỉ số** | **Phạm vi giá trị** | |  | **Điểm** |  | **Ghi chú** |
| E2.1 | Vị trí gần bờ biển | Chỉ số vị trí gần bờ biển | Vị trí không thuộc các tỉnh ven biển |  | = | 0.25 |  |  |
| Vị trí thuộc các tỉnh ven biển thuộc vùng I,II |  | = | 0.5 |  |
| Vị trí cửa sông thuộc các thuộc vùng III, IV |  | = | 0.75 |  |
| Vị trí ven biển thuộc Vùng V |  | = | 1 |  |
| E2.2 | Cao độ của cảng, bến | Chỉ số theo cấp công trình | Cấp I |  | = | 0.25 |  |  |
| Cấp II |  | = | 0.5 |  |
| Cấp III |  | = | 0.75 |  |
| Cấp IV |  | = | 1 |  |
| E2.3 | Vị trí trong vùng ảnh hưởng của bão | Chỉ số vị trí trong vùng ảnh hưởng của bão | Nằm trong vùng II, VIII |  | = | 0.2 |  |  |
| Nằm trong vùng I, VII |  | = | 0.4 |  |
| Nằm trong vùng V, VI |  | = | 0.6 |  |
| Nằm trong vùng III |  | = | 0.8 |  |
| Nằm trong vùng IV |  |  | 1 |  |
| E2.4 | Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do bão theo kịch bản | Tỷ lệ phần trăm tài sản nằm trong vùng ngập lụt | 0% | 0% | = | 0.25 |  | Nếu phần trăm tài sản (diện tích kho, bãi cảng, bến bị ngập lụt, hàng hóa, hệ thống thoát nước, thiết bị, tài sản hư hỏng, số lượng nhà kho, bến bãi, …) trong vùng ngập lụt không có sẵn hoặc có thể áp dụng, có thể chỉ cần sử dụng "Nằm trong vùng ngập lụt/1" và "Không nằm trong vùng ngập lụt/0.25" |
| 0% | 33% | = | 0.5 |  |
| 33% | 67% | = | 0.75 |  |
| 67% | 100% | = | 1 |  |
| E2.5 | Sự hiện diện của các kết cấu bảo vệ |  | Không có kết cấu bảo vệ thuộc vùng |  |  | 1 |  |  |
| Có một phần kết cấu bảo vệ nhân tạo |  |  | 0.75 |  |
| Có, có kết cấu bảo vệ nhân tạo |  |  | 0.5 |  |
| Có, có kết cấu bảo vệ tự nhiên |  |  | 0.25 |  |

1. **Các chỉ số phơi bày nước biển dâng**

Bảng 5.7. Các chỉ số phơi bày nước biển dâng cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | | **Chỉ số** | | **Mô tả và cơ sở lý luận** | **(Các) Nguồn Dữ liệu Tiềm năng** |
| E3.1 | Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do nước biển dâng | | Các tài sản được dự báo sẽ bị ngập do nước biển dâng, về mặt xác định, là nơi chịu ảnh hưởng nhiều nhất của nước biển dâng. | | • Nguồn số liệu từ kết quả dự báo theo các kịch bản biến đổi khí hậu hiện hành và hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định công trình. |
|
| E3.2 | Chỉ số phơi bày ven biển | | Chỉ số tính đến các rủi ro tương đối đối với một khu vực ven biển do mực nước biển dâng trong tương lai và bao gồm các yếu tố như biên độ thủy triều, độ cao của sóng, độ dốc ven biển, sự thay đổi đường bờ biển, địa mạo và tốc độ dâng lịch sử của mực nước biển. Chỉ số được cho điểm trên thang điểm từ 0.21 đến 1. | | • Nguồn số liệu từ kết quả dự báo theo các kịch bản biến đổi khí hậu hiện hành và hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định công trình.  • Phân loại khu vực chế độ thủy văn theo QCVN 02:2021/BXD (Bản đồ phân bố độ cao nước dâng do bão với tần suất đảm bảo 5%) và vị trí địa lý. |

Bảng 5.8. Định lượng các chỉ số phơi bày nước biển dâng cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Chỉ số** | **Đơn vị chỉ số** | **Phạm vi giá trị** |  | **Điểm** |  | **Ghi chú** |
| E3.1 | Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do nước biển dâng |  | Có/ngập |  | 1 |  |  |
| Không, không bị ngập |  | 0.25 |  |
| E3.2 | Chỉ số phơi bày ven biển |  | Nằm sâu trong sông không chịu ảnh hưởng của thủy triều | = | 0.25 |  |  |
| Nằm sâu trong sông chịu ảnh hưởng của thủy triều | = | 0.5 |  |
| Nằm ở cửa sông/ven biển | = | 0.75 |  |
| Nằm ở đảo | = | 1 |  |

* + 1. **Xác định các yếu tố thành phần của TDBTT (V) là mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC):**

Các yếu tố thành phần của TDBTT (V) được xác định thông qua 02 chỉ số là: mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC). Mức độ nhạy cảm có thể bao gồm các thuộc tính vật lý của hệ thống (ví dụ: vật liệu xây dựng đường, loại đường.

Chỉ số về mức độ nhạy cảm (S) được xác định thông qua một hay nhiều chỉ số thành phần (S1, S2, ... Sn) thể hiện bản chất, thuộc tính của đối tượng nào đó làm cho đối tượng này dễ bị tổn thương với hiểm họa nào đó. Việc xác định chỉ số mức độ nhạy cảm căn cứ theo lĩnh vực và phải phù hợp với phạm vi địa lý, phạm vi thời gian đánh giá.

* + - 1. **Mức độ nhạy cảm (S)**

**Bảng 5.9.Các chỉ số mức độ nhạy cảm cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TT** | **Loại chỉ số nhạy cảm** | **Ký hiệu** |
| 1 | Chỉ số nhạy cảm lượng mưa | S1.1. Kinh nghiệm trong quá khứ với lượng mưa (không có chỉ số này với dự án mới) |
| 3 | S1.2. Phần trăm bề mặt không thấm nước |
| 4 | S1.3. Tuổi của bến, kết cấu |
| 6 | Các chỉ số nhạy cảm bão | S2.1. Kinh nghiệm trong quá khứ với bão (không có chỉ số này với dự án mới) |
| 7 | S2.2. Kết cấu bảo vệ bờ |
| 8 | S2.3. Tuổi của bến, kết cấu |
| 9 | S2.4. Cao độ của cảng, bến |
| 10 | Các chỉ số nhạy cảm nước biển dâng | S3.1. Kinh nghiệm trong quá khứ với thủy triều / nước biển dâng (không có chỉ số này với dự án mới) |
| 11 | S3.2. Kết cấu bảo vệ bờ |
| 12 | S3.3. Tuổi của bến, kết cấu |
| 13 | S3.4. Cao độ của cảng, bến |
| 14 | S3.5. Nổi hoặc Cố định |

1. **Các chỉ số về độ nhạy cảm với lượng mưa lớn**

Bảng 5.10. Các chỉ số về độ nhạy cảm với lượng mưa lớn cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

| **STT** | **Chỉ số** | **Mô tả và cơ sở lý luận** | **(Các) Nguồn Dữ liệu Tiềm năng** |
| --- | --- | --- | --- |
| S1.1 | Kinh nghiệm trong quá khứ với lượng mưa | Các cảng, bến đã từng bị hư hại trong các đợt mưa lớn trước đây sẽ có nhiều khả năng bị hư hỏng hơn nếu tiếp xúc trong tương lai. | • Phỏng vấn / khảo sát / trò chuyện với nhân viên vận hành và bảo trì cảng, bến.  • Hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định công trình.  • Hồ sơ ứng phó khẩn cấp |
| S1.2 | Phần trăm diện tích kho kín | Các tài sản được che chắn không chịu ảnh hưởng của mưa. | • Phỏng vấn / khảo sát / trò chuyện với nhân viên vận hành và bảo trì  • Hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định công trình.  • Cơ sở hạ tầng của cảng (Trang web) |
| S1.3 | Tuổi của bến, kết cấu | Cầu cảng và công trình cũ có thể đã được xây dựng theo tiêu chuẩn thấp hơn và / hoặc ở trong tình trạng kém hơn so với các công trình mới hơn, do đó dễ bị hư hỏng hơn. | • Hồ sơ quy trình bảo trì, thiết kế, kiểm định (Cảng, Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam, Cục Hàng Hải Việt Nam) |

Bảng 5.11. Định lượng các chỉ số về độ nhạy cảm với lượng mưa lớn cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

| **STT** | **Chỉ số** | **Đơn vị chỉ số** | **Phạm vi giá trị** |  |  | **Điểm** |  | **Ghi chú** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| S1.1 | Kinh nghiệm trong quá khứ với lượng mưa | Bị hư hỏng trong quá khứ? (Có/Không) | Không |  |  | 0.25 |  | Kinh nghiệm trong quá khứ không nhất thiết phải Có / Không. Ví dụ, chỉ báo có thể được sử dụng để theo dõi "tài sản đã bị thiệt hại bao nhiêu lần trong X năm qua?" và sau đó được tính điểm dựa trên các giá trị đó. |
| Có |  |  | 1 |  |
| S1.2 | Phần trăm bề mặt không thấm nước | Phần trăm diện tích kho kín (diện tích được che chắn kể cả diện tích bãi container kín) với tổng diện tích khu đất | 0% | 25% | = | 1 |  |  |
| 25% | 50% | = | 0.75 |  |
| 50% | 75% | = | 0. 5 |  |
| 75% | 100% | = | 0.25 |  |
| S1.3 | Tuổi của bến, kết cấu | Tuổi | 0 | 15 | = | 0.25 |  |  |
| 15 | 25 | = | 0.5 |  |
| 25 | 35 | = | 0.75 |  |  |
| 35 | +50 | = | 1 |  |  |

1. **Các chỉ số về độ nhạy cảm với bão**

**Bảng 5.12. Các chỉ số về độ nhạy cảm với bão cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng**

| **TT** | **Chỉ số** | **Đơn vị chỉ số** | **Phạm vi giá trị** |
| --- | --- | --- | --- |
| S3.1 | Kinh nghiệm trong quá khứ với bão | Các cảng đã từng bị thiệt hại trong các trận bão trước đây sẽ có nhiều khả năng bị hư hại hơn nếu bị tiếp xúc trong tương lai. | • Phỏng vấn / khảo sát / trò chuyện với nhân viên vận hành và bảo trì cảng, bến.  • Hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định công trình.  • Hồ sơ ứng phó khẩn cấp |
|
| S3.2 | Kết cấu bảo vệ bờ | Các cảng có bảo vệ đường bờ biển như đê/kè ít nhạy cảm với mực nước biển dâng hơn những cảng không có | • Phỏng vấn / khảo sát / trò chuyện với nhân viên vận hành và bảo trì cảng, bến.  • Hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định công trình.  (Cảng, Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam, Cục Hàng Hải Việt Nam).  • Phỏng vấn / khảo sát / trò chuyện với nhân viên vận hành và bảo trì cảng, bến.  • Kiểm tra trực quan hình ảnh vệ tinh |
|
| S3.3 | Tuổi của bến, kết cấu | Cầu cảng và công trình cũ có thể đã được xây dựng theo tiêu chuẩn thấp hơn và / hoặc ở trong tình trạng kém hơn so với các công trình mới hơn, do đó dễ bị hư hỏng hơn. | • Phỏng vấn / khảo sát / trò chuyện với nhân viên vận hành và bảo trì (Đơn vị cảng)  • Hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định/ bảo trì công trình.  (Cảng, Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam, Cục Hàng Hải Việt Nam).  • Trang web của cảng, bến |
| S3.4 | Cao độ của cảng, bến | Có thể đánh giá cao độ của các bến tàu và hạ tầng cảng có nhiều khả năng bị thiệt hại do triều cường. | • Phỏng vấn / khảo sát / trò chuyện với nhân viên vận hành và bảo trì cảng, bến.  • Hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định/ bảo trì công trình.  • Theo công bố và phân cấp công trình Cục Hàng Hải Việt Nam Việt Nam, Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam  • [Thông tư số 06/2021/TT-BXD](https://moc.gov.vn/pl/Pages/ChiTietVanBan.aspx?vID=54) quy định về phân cấp công trình xây dựng và hướng dẫn áp dụng trong quản lý hoạt động đầu tư xây dựng  • Trang web của cảng, bến  • Có thể tham khảo Báo cáo Quy hoạch chi tiết hệ thống cảng biển Việt Nam/Các báo cáo khác có liên quan/ Phỏng vấn đơn vị cảng) |

Bảng 5.13. Định lượng các chỉ số về độ nhạy cảm với bão cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

| **TT** | **Chỉ số** | **Đơn vị chỉ số** | **Phạm vi giá trị** |  |  | **Điểm** |  | **Ghi chú** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| S3.1 | Kinh nghiệm trong quá khứ với bão | Đã hư hỏng trong quá khứ? (Có không) | Không |  |  | 0.25 |  | Kinh nghiệm trong quá khứ không nhất thiết phải được chấm điểm dựa trên các câu trả lời Có / Không. Ví dụ, chỉ báo có thể được sử dụng để theo dõi "tài sản đã bị thiệt hại bao nhiêu lần trong X năm qua?" và sau đó được tính điểm dựa trên các giá trị đó. |
| Có |  |  | 1 |  |
| S3.2 | Bảo vệ bờ biển | Cảng được bao bọc bởi tường chắn (tường cừ), lớp đá phủ (lăng thể đá) hoặc kết cấu khác (Có / Không) | Có |  |  | 0.25 |  |  |
| Không |  |  | 1 |  |
| S3.3 | Tuổi của bến, Kết cấu | Tuổi (năm) | 0 | 15 | = | 0.25 |  |  |
| 15 | 30 | = | 0.5 |  |  |
| 30 | 50 | = | 0.75 |  |  |
| +50 |  | = | 1 |  |  |
| S3.4 | Cao độ của cảng, bến | Chỉ số theo cấp công trình | Cấp I |  | = | 0.25 |  |  |
| Cấp II |  | = | 0.5 |  |
| Cấp III |  | = | 0.75 |  |
| Cấp IV |  | = | 1 |  |

1. **Các chỉ số về độ nhạy cảm với mực nước biển dâng**

Bảng 5.14. Các chỉ số về độ nhạy cảm với mực nước biển dâng cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Chỉ số** | **Mô tả và Cảnglý luận** | **Các nguồn dữ liệu** |
| S2.1 | Kinh nghiệm trong quá khứ với thủy triều / nước biển dâng | Các cảng, bến đã từng trải qua các vấn đề trước đây với sự thay đổi của thủy triều có nhiều khả năng nhạy cảm với mực nước biển dâng. | • Phỏng vấn / khảo sát / trò chuyện với nhân viên vận hành và bảo trì cảng, bến.  • Hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định công trình. |
| S2.2 | Kết cấu bảo vệ bờ | Các cảng có bảo vệ đường bờ biển như đê/kè ít nhạy cảm với mực nước biển dâng hơn những cảng không có. | • Hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định công trình.  (Cảng, Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam, Cục Hàng Hải Việt Nam). |
| S2.3 | Tuổi của bến, kết cấu | Cầu cảng và công trình cũ có thể đã được xây dựng theo tiêu chuẩn thấp hơn và / hoặc ở trong tình trạng kém hơn so với các công trình mới hơn, do đó dễ bị hư hỏng hơn. | • Phỏng vấn / khảo sát / trò chuyện với nhân viên vận hành và bảo trì (Đơn vị cảng)  • Hồ sơ thiết kế/sửa chữa/nâng cấp/hoàn công/kiểm định công trình.  (Cảng, Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam, Cục Hàng Hải Việt Nam).  • Trang web của cảng, bến |
| S2.4 | Cao độ của cảng, bến | Có thể đánh giá cao độ của các bến tàu và hạ tầng cảng quan trọng khác so với mực nước biển hiện tại. Nếu tất cả các hạng mục hạ tầng cảng quan trọng hiện đang ở trên mức triều cường đáng kể, thì mực nước biển dâng nhất định có thể xảy ra mà không gây ra vấn đề gì cho các cảng. | • Phỏng vấn / khảo sát / trò chuyện với nhân viên vận hành và bảo trì cảng, bến.  • Theo công bố và phân cấp công trình Cục Hàng Hải Việt Nam Việt Nam, Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam  • [Thông tư số 06/2021/TT-BXD](https://moc.gov.vn/pl/Pages/ChiTietVanBan.aspx?vID=54) quy định về phân cấp công trình xây dựng và hướng dẫn áp dụng trong quản lý hoạt động đầu tư xây dựng  • Trang web của cảng, bến |
| S2.5 | Nổi hoặc Cố định | Các bến tàu nổi ít bị ảnh hưởng bởi mực nước biển dâng. Các vùng nước sâu hơn sẽ giúp các tàu lớn hơn ra vào và làm việc tại các cảng dễ dàng hơn. | Cảng, Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam, Cục Hàng Hải Việt Nam. |

Bảng 5.15. Định lượng các chỉ số về độ nhạy cảm với mực nước biển dâng cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Chỉ số** | **Đơn vị chỉ số** | **Phạm vi giá trị** | |  | **Điểm** |  | **Ghi chú** |
| S2.1 | Kinh nghiệm trong quá khứ với thủy triều / Nước biển dâng | Đã hư hỏng trong quá khứ? (Có/không) | Không | |  | 0.25 |  | Kinh nghiệm trong quá khứ không nhất thiết có / không. Ví dụ, chỉ báo có thể được sử dụng để theo dõi "tài sản đã bị thiệt hại bao nhiêu lần trong X năm qua?" và sau đó được tính điểm dựa trên các giá trị đó. |
| Có | |  | 1 |  |
| S2.2 | Kết cấu bảo vệ bờ | Bảo vệ? (Có/không) | Có |  |  | 0.25 |  |  |
| Không |  |  | 1 |  |
| S2.3 | Tuổi của bến, kết cấu | Tuổi (năm) | 0 | 15 | = | 0.25 |  |  |
| 15 | 30 | = | 0.5 |  |
| 30 | 50 | = | 0.75 |  |
| +50 |  | = | 1 |  |
| S2.4 | Cao độ của cảng, bến | Chỉ số theo cấp công trình | Cấp I |  | = | 0.25 |  |  |
| Cấp II |  | = | 0.5 |  |
| Cấp III |  | = | 0.75 |  |
| Cấp IV |  | = | 1 |  |
| S2.5 | Nổi hoặc Cố định | Loại bến nổi, bán nổi, cố định | Nổi/Bán nổi |  |  | 0.25 |  |  |
| Cố định |  |  | 1 |  |

* + - 1. **Khả năng thích ứng (AC)**

Khả năng thích ứng (AC) được xác định thông qua một hay nhiều chỉ số thành phần (AC1, AC2, ... ACn) phản ánh tiềm lực, hành động, kế hoạch của đối tượng chịu tác động có thể ứng phó với tác động của BĐKH nhằm giảm mức độ tổn thương, rủi ro. Khả năng thích ứng của hệ thống (hoặc các yếu tố) khi xác định cần tính đến các yếu tố vật chất (ví dụ, sự hiện diện của cảnghạ tầng) và các yếu tố kinh tế xã hội (ví dụ: ngân sách duy tu, bảo dưỡng). Việc xác định khả năng thích ứng căn cứ theo lĩnh vực và phải phù hợp với phạm vi địa lý, phạm vi thời gian đánh giá.

Các chỉ số về khả năng thích ứng của Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

**Bảng 5.16.Các chỉ số khả năng thích ứng của Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TT** | **Các chỉ số khả năng thích ứng** | **Ký hiệu** |
| 1 | Năng lực thi công nâng cấp/cải tạo | AC1 |
| 2 | Hệ thống giám sát an toàn/tự (có thể không có với dự án mới, nó thường được lắp đặt bởi chủ đầu tư trong quá trình khai thác) | AC2 |
| 3 | Năng lực tổ chức | AC3 |

Bảng 5.17. Các chỉ số về khả năng thích ứng của Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Chỉ số** | **Phân loại** | **Cơ sở lý luận** | **Nguồn dữ liệu tiềm năng** |
| AC1 | Năng lực thi công nâng cấp/cải tạo | Khả năng cung cấp dịch vụ (sửa chữa/thay thế/ nâng cấp/cái tạo) | Năng lực thi công nâng cấp/cải tạo (tính sẵn có hay không công ty thi công tại địa điểm, khu vực lân cận và Việt Nam) | • Phỏng vấn / khảo sát đơn vị cảng  • Phỏng vấn / khảo sát đơn vị Cục/Chi Cục quản lý |
| AC2 | Hệ thống giám sát an toàn (tự động) |  | Chỉ sộ đối với mức độ giám sát an toàn tự động cho khai thác cảng |
| AC3 | Năng lực tổ chức | Năng lực tổ chức theo cấp kỹ thuật của cảng | Chỉ số thích ứng về năng lực tổ chức của các chủ đầu tư/doanh nghiệp khai thác cảng phụ thuộc cấp kỹ thuật của cảng.Với các cảng, bến cấp I,II,III thường năng lực tổ chức quản lý tốt hơn đối với cảng, bến tạm thời | • Phỏng vấn / khảo sát đơn vị cảng  • Theo công bố và phân cấp công trình Cục Hàng Hải Việt Nam Việt Nam, Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam  • [Thông tư số 06/2021/TT-BXD](https://moc.gov.vn/pl/Pages/ChiTietVanBan.aspx?vID=54) quy định về phân cấp công trình xây dựng và hướng dẫn áp dụng trong quản lý hoạt động đầu tư xây dựng  • Trang web của cảng, bến |

Bảng 5.18. Định lượng các chỉ số về khả năng thích ứng của Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **Giá trị chỉ số** | **Phạm vi giá trị** | **Điểm** | **Ghi chú** |
| AC1 | Năng lực nhà thầu thi công nâng cấp/cải tạo | Không có hoặc có không thuộc Việt Nam | 0,25 |  |
| Có sẵn tại Việt Nam | 0.5 |
| Có sẵn tại khu vực, miền Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng | 0.75 |
| Có sẵn tại địa điểm Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng | 1 |
| AC2 | Hệ thống giám sát an toàn (tự động) | Không có | 0.25 |  |
| Có ít nhất 1 loại thiết bị giám sát an toàn trong khu vực | 0. 5 |
| Hệ thống giám sát an toàn không tự động | 0.75 |
| Hệ thống giám sát an toàn (tự động) | 1 |
| AC3 | Năng lực tổ chức theo cấp kỹ thuật của cảng, bến | Cấp I,II,III (Đối với cảng biển, bến cảng)/Cấp I (Đối với cảng/bến thủy nội địa) | 1 |  |
| Cấp II (Đối với cảng/bến thủy nội địa) | 0.75 |
| Cấp III (Đối với cảng/bến thủy nội địa) | 0. 5 |
| Cấp IV | 0,25 |

* + 1. **Bộ chỉ số tổng hợp để đánh giá rủi ro và tính DBTT**

Bộ chỉ số tổng hợp để đánh giá rủi ro và tính DBTT do ngập lụt đối với cảng biển, bến cảng được đề xuất gồm các chỉ số như trong bảng dưới đây.

**Bảng 5.19. Bộ chỉ số đánh giá rủi ro và tính DBTT do ngập lụt đối với Cảng biển, Bến cảng**

| **BIẾN** | **CHỈ SỐ (THÀNH PHẦN)** | | **Kết quả yij cho ĐỐI TƯỢNG (Các bến cảng thuộc Cảng biển**) | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Miêu tả** | **Kí hiệu** | **1** | **.** | **i** | **.** | **M** |
| **H** | Thay đổi lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình | **H1** | H11 | . | H12 | . | H1M |
| Thay đổi số ngày mưa lớn | **H2** | H21 | . | H22 | . | H2M |
| Thay đổi số cơn bão đổ bộ vào | **H3** | H31 | . | H32 | . | H3M |
| Thay đổi cường độ bão mạnh nhất đổ bộ vào | **H4** | H41 | . | H42 | . | H4M |
| Nước biển dâng | **H5** | H51 | . | H52 | . | H5M |
| **E1**  **(LượngMưa)** | Phơi bày trong vùng ngập lụt do mưa theo kịch bản | **E1** |  | . |  | . |  |
| **E2**  **(Bão)** | Vị trí gần bờ biển | **E2.1** |  | . |  | . |  |
| Cao độ của cảng, bến | **E2.2** |  | . |  | . |  |
| Vị trí trong vùng ảnh hưởng của bão | **E2.3** |  | . |  | . |  |
| Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do bão theo kịch bản | **E2.4** |  | . |  | . |  |
| Sự hiện diện của các kết cấu bảo vệ | **E2.5** |  | . |  | . |  |
| **E3**  **(NBD)** | Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do nước biển dâng | **E3.1** |  | . |  | . |  |
| Chỉ số phơi bày ven biển | **E3.2** |  | . |  | . |  |
| **S1 (LượngMưa)** | Kinh nghiệm trong quá khứ với lượng mưa (không có với dự án mới) | **S1.1** |  | . |  | . |  |
| Phần trăm diện tích kho kín | **S1.2** |  | . |  | . |  |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S1.3** |  | . |  | . |  |
| **S2**  **(Bão)** | Kinh nghiệm trong quá khứ với bão (không có với dự án mới) | **S2.1** |  | . |  | . |  |
| Kết cấu bảo vệ bờ | **S2.2** |  | . |  | . |  |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S2.3** |  | . |  | . |  |
| Cao độ của cảng, bến | **S2.4** |  | . |  | . |  |
| **S3**  **(NBD)** | Kinh nghiệm trong quá khứ với thủy triều / nước biển dâng (không có với dự án mới) | **S3.1** |  | . |  | . |  |
| Kết cấu bảo vệ bờ | **S3.2** |  | . |  | . |  |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S3.3** |  | . |  | . |  |
| Cao độ của cảng, bến | **S3.4** |  | . |  | . |  |
| Nổi hoặc Cố định | **S3.5** |  | . |  | . |  |
| **AC1** | Năng lực thi công nâng cấp/cải tạo | **AC1** |  | . |  | . |  |
| **AC2** | Hệ thống giám sát an toàn/tự động (Hệ thống giám sát an toàn (tự động) (có thể không có với dự án mới, nó thường được lắp đặt bởi chủ đầu tư trong quá trình khai thác) | **AC2** |  | . |  | . |  |
| **AC3** | Năng lực tổ chức theo cấp kỹ thuật của cảng | **AC3** |  | . |  | . |  |

Bộ chỉ số tổng hợp để đánh giá rủi ro và tính DBTT do ngập lụt đối với cảng, bến thủy bội địa được đề xuất gồm các chỉ số như trong bảng dưới đây.

**Bảng 5.20. Bộ chỉ số đánh giá rủi ro và tính DBTT do ngập lụt cảng, bến thủy nội địa**

| **BIẾN** | **CHỈ SỐ (THÀNH PHẦN)** | | **Kết quả yij cho ĐỐI TƯỢNG (Các cảng, bến ĐTNĐ trên tuyến luồng đường thủy nội địa quốc gia**) | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Miêu tả** | **Kí hiệu** | **1** | **.** | **i** | **.** | **M** |
| **H** | Thay đổi lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình | **H1** | H11 | . | H12 | . | H1M |
| Thay đổi số ngày mưa lớn | **H2** | H21 | . | H22 | . | H2M |
| Thay đổi số cơn bão đổ bộ vào | **H3** | H31 | . | H32 | . | H3M |
| Thay đổi cường độ bão mạnh nhất đổ bộ vào | **H4** | H41 | . | H42 | . | H4M |
| Nước biển dâng | **H5** | H51 | . | H52 | . | H5M |
| **E1**  **(LượngMưa)** | Phơi bày trong vùng ngập lụt do mưa theo kịch bản | **E1** |  | . |  | . |  |
| **E2**  **(Bão)** | Vị trí gần bờ biển | **E2.1** |  | . |  | . |  |
| Cao độ của cảng, bến | **E2.2** |  | . |  | . |  |
| Vị trí trong vùng ảnh hưởng của bão | **E2.3** |  | . |  | . |  |
| Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do bão theo kịch bản | **E2.4** |  | . |  | . |  |
| Sự hiện diện của các kết cấu bảo vệ | **E2.5** |  | . |  | . |  |
| **E3**  **(NBD)** | Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do nước biển dâng | **E3.1** |  | . |  | . |  |
| Chỉ số phơi bày ven biển | **E3.2** |  | . |  | . |  |
| **S1 (LượngMưa)** | Kinh nghiệm trong quá khứ với lượng mưa (không có với dự án mới) | **S1.1** |  | . |  | . |  |
| Phần trăm diện tích kho kín | **S1.2** |  | . |  | . |  |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S1.3** |  | . |  | . |  |
| **S2**  **(Bão)** | Kinh nghiệm trong quá khứ với bão (không có với dự án mới) | **S2.1** |  | . |  | . |  |
| Kết cấu bảo vệ bờ | **S2.2** |  | . |  | . |  |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S2.3** |  | . |  | . |  |
| Cao độ của cảng, bến | **S2.4** |  | . |  | . |  |
| **S3**  **(NBD)** | Kinh nghiệm trong quá khứ với thủy triều / nước biển dâng (không có với dự án mới) | **S3.1** |  | . |  | . |  |
| Kết cấu bảo vệ bờ | **S3.2** |  | . |  | . |  |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S3.3** |  | . |  | . |  |
| Cao độ của cảng, bến | **S3.4** |  | . |  | . |  |
| Nổi hoặc Cố định | **S3.5** |  | . |  | . |  |
| **AC1** | Năng lực thi công nâng cấp/cải tạo | **AC1** |  | . |  | . |  |
| **AC2** | Hệ thống giám sát an toàn/tự động (Hệ thống giám sát an toàn (tự động) (có thể không có với dự án mới, nó thường được lắp đặt bởi chủ đầu tư trong quá trình khai thác) | **AC2** |  | . |  | . |  |
| **AC3** | Năng lực tổ chức theo cấp kỹ thuật của cảng | **AC3** |  | . |  | . |  |

* 1. **Bước 4: Tính toán các chỉ số H, S, S, AC, V (TDBTT) và R (rủi ro)**
     1. **Chuẩn hóa số liệu**

Các chỉ số thành phần của hiểm họa (H), mức độ phơi bày (S), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC) được thực hiện chuẩn hóa số liệu từ các số liệu có đơn vị khác nhau về các giá trị không thứ nguyên nằm trong khoảng 0 - 1 để có thể so sánh giữa các loại Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng với nhau. Các chỉ thị phải được chuẩn hóa một cách riêng biệt cho một đơn vị không gian và cần phải xác định mối quan hệ (đồng hay nghịch biến) giữa chỉ thị cần chuẩn hóa với chỉ số tổn thương hay rủi ro để áp dụng công thức tính chuẩn hóa cho phù hợp. Trong các báo cáo tiếp thSo xác định chi tiết phương pháp chuẩn hóa số liệu đối với ngành giao thông vận tải.

Trong trường hợp tương quan giữa chỉ số thành phần của hiểm họa, mức độ phơi bày, mức độ nhạy cảm và khả năng thích ứng và chỉ số tính dễ bị tổn thương hoặc chỉ số rủi ro là **đồng biến**, áp dụng công thức chuẩn hóa sau:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Trong trường hợp tương quan giữa chỉ số thành phần của hiểm họa, mức độ phơi bày, mức độ nhạy cảm và khả năng thích ứng và chỉ số tính dễ bị tổn thương hoặc chỉ số rủi ro là **nghịch biến**, áp dụng công thức chuẩn hóa sau:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

*Trong đó:*

*- i* là chỉ số chạy của đơn vị không gian gian (đơn vị không gian có thể là tỉnh, huyện, xã, vùng,…), *j* là chỉ số chạy của chỉ số thành phần;

*- yij*: là giá trị chuẩn hóa tại đơn vị không gian thứ *i* của chỉ số thành phần thứ *j*;

- *Xij* là giá trị của chỉ số thành phần;

- *Xmin* là giá trị nhỏ nhất của chỉ số thành phần thứ *j* trong toàn bộ đơn vị không gian;

- *Xmax* là giá trị lớn nhất của chỉ số thành phần thứ *j* trong toàn bộ đơn vị không gian;

* + 1. **Xác định trọng số**

Trọng số của từng chỉ số thành phần đối với ngành giao thông vận tải được xác định bằng phương pháp chuyên gia để xin ý kiến về trọng số phù hợp với thực tế hiện nay.

* + 1. **Tính toán chỉ số về TDBTT, rủi ro**

Sau khi xác định được trọng số và giá trị tương ứng của chỉ số thành phần cho từng đơn vị hành chính, tiến hành xác định giá trị cho từng thành phần chính của chỉ số TDBTT cho từng đơn vị hành chính. Ví dụ về tính giá trị của thành phần về mức độ nhạy cảm Snhư sau:

|  |  |
| --- | --- |
| , *i*=1,..., *m* | (3) |

*Si*  là mức độ nhạy cảm;

- *i* là chỉ số chạy của đơn vị không gian;

- *j* là chỉ số chạy của chỉ số thành phần;

- *n* là tổng chỉ số thành phần;

- *m* là tổng số đơn vị không gian;

*- wj*: là trọng số của chỉ số thành phần thứ *j* trong toàn bộ đơn vị không gian;

*-* yij: là giá trị chuẩn hóa của chỉ số thành phần thứ *j*, được tính theo công thức (1) hoặc công thức (2).

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

Trong đó Si là giá trị của thành phần mức độ nhạy cảm cho đơn vị thứ i, mMi là số các chỉ thị con của nhóm chỉ số phụ Mi và m là tổng số chỉ thị con của thành phần độ nhạy cảm. Tính tương tự cho thành phần năng lực thích ứng ACi. Cuối cùng chỉ số tổn thương cho một cảng i sẽ là:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Tính tương tự cho thành phần hiểm họa (H), mức độ phơi bày (S). Cuối cùng chỉ số rủi ro cho một cảng i sẽ là:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

* 1. **Bước 5: Trình bày kết quả đánh giá**
     1. **Phân cấp độ tổn thương, rủi ro và xây dựng bản đồ**

Kết quả tính toán chỉ số TDBTT và rủi ro của từng đối tượng đối với từng loại tác động do BĐKH được phân hạng thSo 05 mức độ từ thấp đến cao tương ứng với giá trị của từng khoảng (ngũ phân vị) của chỉ số tổn thương và rủi ro:

Bảng 5.21. Phân cấp độ tổn thương, rủi ro

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TT** | **Chỉ số TDBTT (V), rủi ro (R)** | **Cấp độ tổn thương (V), rủi ro (R)** |
| 1 | 0 - 0,2 | Rất thấp |
| 2 | 0,2 - 0,4 | Thấp |
| 3 | 0,4 - 0,6 | Trung bình |
| 4 | 0,6 -0,8 | Cao |
| 5 | 0,8 - 1 | Rất cao |

* + 1. **Từ kết quả này, xây dựng bản đồ tổn thương và rủi ro cho Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng đối với từng loại tác động do BĐKH, mỗi cảng có mức độ tổn thương và rủi ro khác nhau được thể hiện mức độ màu khác nhau trên bản đồ. Bản đồ tổn thương và rủi ro giúp đưa ra cái nhìn trực quan về phân bố mức độ tổn thương và rủi ro thSo không gian.**
  1. **Bước 6: Lập báo cáo, tham vấn và hoàn thiện báo cáo**

1. Lập báo cáo đánh giá TDBTT, rủi ro do biến đối khí hậu thSo mẫu.
2. Tổ chức hội nghị tham vấn các bên liên quan.
3. Hoàn thiện báo cáo đánh giá TDBTT, rủi ro do biến đối khí hậu.

# VÍ DỤ TÍNH TOÁN

* 1. **Ví dụ đánh giá cho Bến cảng Tân Thuận 2 thuộc Cảng Sài Gòn**
     1. **Các dữ liệu của cảng và xác định chỉ số về hiểm họa (H), mức độ phơi bày (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC)**

**Bảng 6.1. Các dữ liệu và các chỉ số thành phần theo bước 3 thuộc mục 5.3**

| **CHỈ SỐ (THÀNH PHẦN)** | | **Dữ liệu** | **Đánh giá** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Miêu tả** | **Kí hiệu** |
| Thay đổi lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình | **H1** | 1. Xác định lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình thời kỳ thiết kế/cơ sở dựa vào:  - Hồ sơ quy trình bảo trì công trình để tìm thời gian thiết kế/nâng cấp công trình 2011 🡪 có thể xác định lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình thuộc thời kỳ cơ sở hoặc số liệu tham khảo đại lượng này theo Phụ lục 2 (trang 277-278,Vùng Nam Bộ năm 1991-2011).  2. Theo Phụ lục 1: Kịch bản BĐKH 2020, trang 53,73 lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình tăng 20-60% so với thời kỳ cơ sở (hoặc so với giá trị trị tính toán tham khảo 1991-2011 trong Phụ lục 2). | 0.6 |
| Thay đổi số ngày mưa lớn | **H2** | 1. Xác định số ngày mưa lớn thời kỳ thiết kế/cơ sở dựa vào:  - Hồ sơ kiểm định công trình để tìm thời gian thiết kế/nâng cấp công trình 2011 🡪 có thể xác định số ngày mưa lớn thuộc thời kỳ cơ sở hoặc số liệu tham khảo đại lượng này theo Phụ lục 2 (trang 273-274, Vùng Nam Bộ năm 1991-2011).  2. Theo Phụ lục 1: Kịch bản BĐKH 2020, trang 53,74 số ngày mưa lớn giảm 3-5 ngày so với thời kỳ cơ sở hay thấp hơn thời kỳ cơ sở (hoặc so với giá trị trị tính toán tham khảo 1991-2011 trong Phụ lục 2). | 0.2 |
| Thay đổi số cơn bão đổ bộ vào | **H3** | 1. Xác định số cơn bão đổ bộ vào thời kỳ thiết kế/cơ sở dựa vào:  - Hồ sơ quy trình bảo trì công trình để tìm thời gian thiết kế/nâng cấp công trình 2011 🡪 có thể xác định số cơn bão đổ bộ vào thuộc thời kỳ cơ sở hoặc số liệu tham khảo đại lượng này theo Phụ lục 2 (trang 269-270, năm 1991-2011).  2. Theo Phụ lục 1: Kịch bản BĐKH 2020, trang số 53, 79 cơn bão đổ bộ vào tăng 20-60% so với thời kỳ cơ sở (hoặc so với giá trị trị tính toán tham khảo 1991-2011 trong Phụ lục 2). | 0.2 |
| Thay đổi cường độ bão mạnh nhất đổ bộ vào | **H4** | 1. Xác định cường độ bão mạnh nhất đổ bộ vào thời kỳ thiết kế/cơ sở dựa vào:  - Hồ sơ quy trình bảo trì công trình để tìm thời gian thiết kế/nâng cấp công trình 2011 🡪 có thể xác định cường độ bão mạnh nhất đổ bộ vào thuộc thời kỳ cơ sở.  2. Theo Phụ lục 1: Kịch bản BĐKH 2020, trang số 79 cường độ bão mạnh nhất đổ bộ vào tang rõ rệt so với thời kỳ cơ sở. | 0.4 |
| Nước biển dâng | **H5** | 1. Xác định nước biển dâng thời kỳ thiết kế/cơ sở dựa vào:  - Hồ sơ quy trình bảo trì công trình để tìm thời gian thiết kế/nâng cấp công trình 2011 🡪 có thể xác định nước biển dâng thuộc thời kỳ cơ sở.  2. Theo Phụ lục 1: Kịch bản BĐKH 2020, trang số 85 nước biển dâng vào tăng 14-33cm theo kịch bản RC4.5 và 20-37cm theo kịch bản RC8.5 vào giữa thế kỷ so với thời kỳ cơ sở. | 0.6 |
| Phơi bày trong vùng ngập lụt do mưa theo kịch bản | **E1** | Phỏng vấn đơn vị cảng: có ngập | 1 |
| Vị trí gần bờ biển | **E2.1** | Vị trí ven biển thuộc Vùng V-2 xem Phụ lục 3 (QCVN 02:2021/BXD (Trang 21, Bản đồ phân bố độ cao nước dâng do bão với tần suất đảm bảo 5%) | 1 |
| Cao độ của cảng, bến | **E2.2** | Hồ sơ quy trình bảo trì công trình: Công trình cấp III | 0,75 |
| Vị trí trong vùng ảnh hưởng của bão | **E2.3** | Theo Phụ lục 3, trang 6 (Quyết định số 2901/QĐ-BTNMT về việc công bố kết quả cập nhật phân vùng bão, xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão và phân vùng gió cho các vùng ở sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ) hoặc Hình 1 trang 41 (Nguyễn Xuân Hiển và các cộng sự ‘*Nghiên cứu phân vùng bão, xác định nguy cơ bão và nước dâng do bão khi có bão mạnh đổ bộ’*, Tạp chí khoa học biến đổi khí hậu số 1 - tháng 3/2017) thuộc vùng VIII | 0.25 |
| Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do bão theo kịch bản | **E2.4** | Phỏng vấn đơn vị cảng: có ngập | 1 |
| Sự hiện diện của các kết cấu bảo vệ | **E2.5** | Thuộc sông Sài Gòn (kết cấu bảo vệ tự nhiên) | 0.25 |
| Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do nước biển dâng | **E3.1** | Có ngập (theo H5) | 1 |
| Chỉ số phơi bày ven biển | **E3.2** | Nằm sâu trong sông chịu ảnh hưởng của thủy triều:  - Phụ lục 2, trang 20 thuộc chế độ thủy văn ảnh hưởng thủy triều.  - Vị trí địa lý nằm sâu trong sông (http://www.csg.com.vn/thanh-vien/tan-thuan/gioi-thieu) | 0.5 |
| Kinh nghiệm trong quá khứ với lượng mưa | **S1.1** | Phỏng vấn đơn vị cảng: có | 1 |
| Phần trăm diện tích kho kín | **S1.2** | Theo <http://www.csg.com.vn/thong-tin/ha-tang-trang-thiet-bi>  Diện tích kho kín: 6 300m2  Diện tích bãi: 17 000m2 | 0.75 |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S1.3** | Theo Hồ sơ quy trình bảo trì công trình xây dựng năm 1991, qu 4 lần nâng cấp 1998, 1999, 2005, 2011 nên tuổi công trình có thể tạm tính là: 11 năm | 0.25 |
| Kinh nghiệm trong quá khứ với bão | **S2.1** | Phỏng vấn đơn vị cảng: có | 1 |
| Kết cấu bảo vệ bờ | **S2.2** | Hồ sơ kiểm định công trình: có kè bờ | 0.25 |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S2.3** | 11 năm (theo S1.3) | 0.25 |
| Cao độ của cảng, bến | **S2.4** | Theo Hồ sơ quy trình bảo trì công trình/ kiểm định công trình/thiết kế (có thể tham khảo Báo cáo Quy hoạch chi tiết hệ thống cảng biển Việt Nam/Các báo cáo khác có liên quan/ Phỏng vấn đơn vị cảng) công trình thuộc cấp III | 0.75 |
| Kinh nghiệm trong quá khứ với thủy triều / nước biển dâng | **S3.1** | Có ngập (theo H5) | 1 |
| Kết cấu bảo vệ bờ | **S3.2** | Có theo E2.5 | 0.25 |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S3.3** | 11 năm (theo S1.3) | 0.25 |
| Cao độ của cảng, bến | **S3.4** | Công trình thuộc cấp III (S2.4) | 0.75 |
| Nổi hoặc Cố định | **S3.5** | Theo Hồ sơ quy trình bảo trì công trình/ kiểm định công trình/thiết kế.  (có thể tham khảo Báo cáo Quy hoạch chi tiết hệ thống cảng biển Việt Nam/Các báo cáo khác có liên quan/ Phỏng vấn Cục Hàng Hải Việt Nam): là công trình cố định | 1 |
| Năng lực thi công nâng cấp/cải tạo | **AC1** | Theo Hồ sơ quy trình bảo trì công trình/ kiểm định công trình/thiết kế.  Công trình thuộc kết cấu cầu tàu, các công trình khác có vật liệu/phương pháp thi công các đơn vị thi công trong nước hoàn toàn chủ động.  Năng lực nhà thầu thi công nâng cấp/cải tạo: Có sẵn tại địa điểm Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng | 1 |
| Hệ thống giám sát an toàn (tự động) | **AC2** | Không | 0.25 |
| Năng lực tổ chức theo cấp kỹ thuật của cảng | **AC3** | Cấp III theo S2.4 (tiếp nhận tàu cấp I giảm tải) | 1 |

* + 1. **Kết quả đánh giá**

**Bảng 6.2. Kết quả tổng hợp các chỉ số thành phần**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Chỉ số thành phần** | **Tác nhân** | | |
| **Do Mưa** | **Do Bão** | **Do NBD (giữa thế kỷ )** |
| H | 0,4 | 0,3 | 0,6 |
| E | 1 | 0,64 | 0,75 |
| S | 0,666666667 | 0,5625 | 0,65 |
| 1-AC | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| V | 0,458333333 | 0,40625 | 0,45 |
| R | 0,619444444 | 0,44875 | 0,6 |

**Bảng 6.3. Phân cấp độ tổn thương, rủi ro**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Loại phân cấp** | **Tác nhân** | | |
| **Do Mưa** | **Do Bão** | **Do NBD (giữa thế kỷ )** |
| Cấp độ tổn thương (V) | Trung bình | Trung bình | Trung bình |
| Cấp độ rủi ro (R) | Cao | Trung bình | Cao |

* 1. **Ví dụ đánh giá cho bến cảng mới tại Lạch Huyện thuộc Cảng Hải Phòng**
     1. **Các dữ liệu của cảng và xác định chỉ số về hiểm họa (H), mức độ phơi bày (E), mức độ nhạy cảm (S) và khả năng thích ứng (AC)**

Tạm lấy hồ sơ thiết kế cơ sở bến 1,2 Cảng HICT coi như dự án mới

**Bảng 6.4. Các dữ liệu và các chỉ số thành phần theo bước 3 thuộc mục 5.3**

| **CHỈ SỐ (THÀNH PHẦN)** | | **Dữ liệu** | **Đánh giá** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Miêu tả** | **Kí hiệu** |
| Thay đổi lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình | **H1** | 1. Xác định lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình thời kỳ thiết kế/cơ sở dựa vào:  - Dự kiến xây dựng năm 2023 lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình thời kỳ thiết kế theo Phụ lục 4, trang 428 là 434.7mm.  2. Theo Phụ lục 1: Kịch bản BĐKH 2020, trang 73 lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình tăng 15-30% so với thời kỳ cơ sở 1985-2005, tạm tính là tăng 7.5-15% (giá trị trị tính toán tham khảo trong Phụ lục 2). | 0.4 |
| Thay đổi số ngày mưa lớn | **H2** | 1. Xác định số ngày mưa lớn thời kỳ thiết kế/cơ sở dựa vào:  - Theo Phụ lục 2: số ngày mưa lớn thời kỳ thiết kế 9-10 ngày.  2. Theo Phụ lục 1: Kịch bản BĐKH 2020, trang 53,74 số ngày mưa lớn tăng 3-5 ngày, hoặc tăng 10-20% vào giữa thế kỷ. | 0.4 |
| Thay đổi số cơn bão đổ bộ vào | **H3** | 1. Xác định số cơn bão đổ bộ vào thời kỳ thiết kế/cơ sở dựa vào:  - Theo Phụ lục 4: số cơn bão thời kỳ thiết kế 9-10 ngày (Hoặc tham khảo PL2 trăng 107)  2. Theo Phụ lục 1: Kịch bản BĐKH 2020, trang số 53, 79 số cơn bão đổ bộ vào ít biến đổi so với thời kỳ cơ sở (năm thiết kế là 2022). | 0.2 |
| Thay đổi cường độ bão mạnh nhất đổ bộ vào | **H4** | 1. Xác định cường độ bão mạnh nhất đổ bộ vào thời kỳ thiết kế/cơ sở dựa vào:  - Xác định cường độ bão mạnh nhất đổ bộ vào thuộc thời kỳ cơ sở. Năm thiết kế là 2022.  2. Theo Phụ lục 1: Kịch bản BĐKH 2020, trang số 53, 79 cường độ bãotăng 2-11% so với thời kỳ cơ sở (do năm thiết kế là 2022 nên tăng 1-6%). | 0.4 |
| Nước biển dâng | **H5** | 1. Xác định nước biển dâng thời kỳ thiết kế/cơ sở dựa vào:  - Hồ sơ thiết kế năm 2022 🡪 không đề cập đến nước biển dâng.  2. Theo Phụ lục 1: Kịch bản BĐKH 2020, trang số 85 nước biển dâng vào tăng 14-33cm theo kịch bản RC4.5 và 20-37cm theo kịch bản RC8.5 vào giữa thế kỷ so với thời kỳ cơ sở. | 0.4 |
| Phơi bày trong vùng ngập lụt do mưa theo kịch bản | **E1** | Trong vùng ngập lụt (theo thay đổi lượng mưa ngày tăng) | 1 |
| Vị trí gần bờ biển | **E2.1** | Vị trí ven biển thuộc Vùng I xem Phụ lục 3 (QCVN 02:2021/BXD (Trang 21, Bản đồ phân bố độ cao nước dâng do bão với tần suất đảm bảo 5%) | 0.5 |
| Cao độ của cảng, bến | **E2.2** | Hồ sơ thiết kế cơ sở/thiết kế: Công trình cấp I | 0,25 |
| Vị trí trong vùng ảnh hưởng của bão | **E2.3** | Theo Phụ lục 3, trang 6 (Quyết định số 2901/QĐ-BTNMT về việc công bố kết quả cập nhật phân vùng bão, xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão và phân vùng gió cho các vùng ở sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ) hoặc Hình 1 trang 41 (Nguyễn Xuân Hiển và các cộng sự ‘*Nghiên cứu phân vùng bão, xác định nguy cơ bão và nước dâng do bão khi có bão mạnh đổ bộ’*, Tạp chí khoa học biến đổi khí hậu số 1 - tháng 3/2017) thuộc vùng III | 0.25 |
| Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do bão theo kịch bản | **E2.4** | Trong vùng ngập lụt (theo thay đổi cường độ bão tăng H4) | 1 |
| Sự hiện diện của các kết cấu bảo vệ | **E2.5** | Thuộc luồng Lạch Huyện (kết cấu bảo vệ nhân tạo) | 0.5 |
| Phơi bày trong vùng vùng ngập lụt do nước biển dâng | **E3.1** | Có ngập (theo H5) | 1 |
| Chỉ số phơi bày ven biển | **E3.2** | Nằm ở đảo Cát Hải | 1 |
| Kinh nghiệm trong quá khứ với lượng mưa | **S1.1** | Không xét |  |
| Phần trăm diện tích kho kín | **S1.2** | Các trung chuyển không có kho kín | 1 |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S1.3** | Dự kiến xây dựng (tuổi của bến, kết cấu: 0) | 0.25 |
| Kinh nghiệm trong quá khứ với bão | **S2.1** | Không xét |  |
| Kết cấu bảo vệ bờ | **S2.2** | Hồ sơ kiểm định công trình: có kè bờ | 0.25 |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S2.3** | 0 năm (theo S1.3) | 0.25 |
| Cao độ của cảng, bến | **S2.4** | Theo Hồ sơ thiết kế cơ sở/thiết kế công trình thuộc cấp I | 0.25 |
| Kinh nghiệm trong quá khứ với thủy triều / nước biển dâng | **S3.1** | Không xét |  |
| Kết cấu bảo vệ bờ | **S3.2** | Có theo E2.5 | 0.25 |
| Tuổi của bến, kết cấu | **S3.3** | 0 năm (theo S1.3) | 0.25 |
| Cao độ của cảng, bến | **S3.4** | Công trình thuộc cấp I (S2.4) | 0.25 |
| Nổi hoặc Cố định | **S3.5** | Theo Hồ sơ quy trình bảo trì công trình/ kiểm định công trình/thiết kế.  (có thể tham khảo Báo cáo Quy hoạch chi tiết hệ thống cảng biển Việt Nam/Các báo cáo khác có liên quan/ Phỏng vấn Cục Hàng Hải Việt Nam): là công trình cố định | 1 |
| Năng lực thi công nâng cấp/cải tạo | **AC1** | Theo Hồ sơ quy trình bảo trì công trình/ kiểm định công trình/thiết kế.  Công trình thuộc kết cấu cầu tàu, các công trình khác có vật liệu/phương pháp thi công các đơn vị thi công trong nước hoàn toàn chủ động.  Năng lực nhà thầu thi công nâng cấp/cải tạo: Có sẵn tại địa điểm Cảng, Bến thủy nội địa và Cảng biển, Bến cảng | 1 |
| Hệ thống giám sát an toàn (tự động) | **AC2** | Không |  |
| Năng lực tổ chức theo cấp kỹ thuật của cảng | **AC3** | Cấp I | 1 |

* + 1. **Kết quả đánh giá**

**Bảng 6.5. Kết quả tổng hợp các chỉ số thành phần**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Chỉ số thành phần** | **Tác nhân** | | |
| **Do Mưa** | **Do Bão** | **Do NBD (giữa thế kỷ )** |
| H | 0,4 | 0,3 | 0,6 |
| E | 1 | 0,61 | 1 |
| S | 0,625 | 0,25 | 0,4375 |
| 1-AC | 0 | 0 | 0 |
| V | 0,3125 | 0,125 | 0,21875 |
| R | 0,570833333 | 0,345 | 0,60625 |

**Bảng 6.6. Phân cấp độ tổn thương, rủi ro**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Loại phân cấp** | **Tác nhân** | | |
| **Do Mưa** | **Do Bão** | **Do NBD (giữa thế kỷ )** |
| Cấp độ tổn thương (V) | Thấp | Rất thấp | Thấp |
| Cấp độ rủi ro (R) | Trung bình | Thấp | Cao |

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ADB (2014). Báo cáo “Kỹ thuật về thích ứng với BĐKH trong ngành GTVT”, Hà Nội.
2. Báo cáo quốc gia tự quyết định của Việt Nam, bản cập nhật 2020.
3. Bộ GTVT (2018). Báo cáo rà soát, đánh giá và đề xuất các giải pháp thích ứng trong ngành GTVT để cập nhật và thúc đẩy cam kết tại NDC Việt Nam đến năm 2020.
4. Bộ Giao thông Vận tải (Trường Đại học Hàng hải) (2014), Dự án “Đánh giá tác động và xây dựng giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho ngành hàng hải Việt Nam”, Mã số: CC101001.
5. Bộ Giao thông Vận tải (Trường Đại học Giao thông vận tải TP. Hồ Chí Minh) (2013), Báo cáo tổng hợp 03 giai đoạn dự án “Đánh giá tác động và xây dựng giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho ngành giao thông đường thủy nội địa Việt Nam”, Mã Số: CC101003.
6. Bộ Luật Hàng hải Việt Nam 2015.
7. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2016. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. NXB Tài nguyên môi trường và Bản đồ Việt Nam.
8. Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam Việt Nam (2016), Công văn số 1920/CĐTNĐ-QLKCHTngày 16/9/2016 về việc Báo cáo về tình hình quản lý rủi ro thiên tai giai đoạn 2005-2015.
9. Cục Đường Thủy Nội Địa Việt Nam Việt Nam (2019, 2010), Công văn về việc Báo cáo về tình hình thiệt hại sau các cơn bão.
10. Cục Hàng Hải Việt Nam Việt Nam (2016), Công văn số 3693/CHHVN-ATANHH ngày 19/9/2016 về việc Báo cáo về tình hình quản lý rủi ro thiên tai giai đoạn 2005-2015.
11. IMHSN và UNDP. 2015. Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu (Báo cáo SRSX Việt Nam). NXB Tài Nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam 2015
12. IMHSN (2011). Tài liệu huớng dẫn Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng. Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi truờng và Bản đồ Việt Nam.
13. Kế hoạch quốc gia thích ứng với biến đổi khí hậu giai đoạn 2021-2030 và tầm nhìn 2050.
14. Luật Phòng chống thiên tai 2013 và Luật phòng chống thiên tai và đê điều 2020 (sửa đổi, bổ sung).
15. MRC-Ủy hội Mê Công quốc tế (2013). Danh mục các thuật ngữ và định nghĩa về biến đổi khí hậu và thích ứng với biến đổi khí hậu.
16. NIRAS – ICSM - RCSS- NIRA (2014), Dự án “Kỹ thuật về thích ứng với BĐKH trong ngành GTVT - TA-7779 VIS”,.
17. Nguyễn Trọng Hiệu, Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm, Nguyễn Đăng Mậu, Trương Thị Thanh Thủy, Lê Duy Điệp, Trần Thị Thảo, Phạm Thị Hải Yến (2017). Phân định tiểu vùng khí hậu trong sơ đồ phân vùng khí hậu Việt Nam. Tạp chí BĐKH số 2, 2017.
18. Nghị định số 76/2021/NĐ-CP ngày 28/07/2021 của Chính phủ quy định tiêu chí phân loại Cảng biển, Bến cảng.
19. Quyết định số 1579/QĐ-TTg ngày 22/9/2021 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển hệ thống Cảng biển, Bến cảng Việt Nam thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.
20. Quyết định số 1829/QĐ-TTg ngày 02/11/2021 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch kết cấu hạ tầng đường thủy nội địa thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.
21. UNDP, 2015. Báo cáo đánh giá mức độ tổn thương của CSHT nông thôn trước các tác động do BĐKH gây ra tại các tỉnh miền núi phía Bắc. Dự án Tăng cường khả năng chống chịu với khí hậu cho CSHT các tỉnh miền núi phía Bắc.
22. UNDP, 2016. Sổ tay hướng dẫn lập bản đồ rủi ro CSHT nông thôn và đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương do BĐKH tại các tỉnh miền núi phía Bắc. Dự án Tăng cường khả năng chống chịu với khí hậu cho CSHT các tỉnh miền núi phía Bắc.
23. WB và GIZ (2019). Giải quyết vấn đề Biến đổi khí hậu trong ngành Giao thông Vận tải. Tập 2: Lộ trình huớng tới Giao thông vận tải có khả năng chống chịu.
24. WB (2018). Báo cáo Biến đổi khí hậu tới đường bộ và đánh giá mức độ dễ tổn thương của đường bộ do BĐKH thuộc dự án: Đầu tư xây dựng cầu dân sinh và quản lý tài sản đường địa phương - LRAMP.
25. Viện khoa học Khí tuợng thủy văn và Biến đổi khí hậu (2020). Đánh giá mức độ rủi ro và tính dễ bị tổn thuơng do biến đổi khí hậu, xác định nhu cầu thích ứng và nhu cầu giải quyết các vấn đề liên quan đến tổn thất và thiệt hại (báo cáo tổng kết).
26. Bộ Tài Nguyên và Môi trường (2022), Thông tư 01/2022/TT-BTNMT ngay 07 thang 01 nam 2022 Quy định chi tiết thi hành Luật bảo vệ môi trường về ứng phó với biến đổi khí hậu.
27. ADB (2009) Damage, loss and needs assessment: An introduction for staff of the Asian Development Bank.
28. ADB (2014). Report on GHG Emissions and Mitigation in Energy and Transport.
29. ActionAid, ADDRN & CANSA (2019) Loss & Damage: Handbook For community-led assessment of climate-induced loss and damage: A 7 step guide Alistair Hunt, And Paul Watkiss University of Bath, United Kingdom (2007), Literature review on climate change impacts on urban city centres: initial findings.
30. Christodoulou A., Demirel H. (2018), Impacts of climate change on transport - A focus on airports, seaports and inland waterways, EUR 28896 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-97039-9, doi:10.2760/378464, JRC108865.
31. Department of Transport, Tourism and Sport (2017). Transport Climate Change Sectoral Adaptation Plan.
32. Helen Scott, Darryn McEvoy, Prem Chhetri, Fatima Basic, Jane Mullett (2013), Climate change adaptation guidelines for ports: Enhancing the resilience of seaports to a changing climate report series, ISBN: 978-1-921609-83-1, NCCARF Publication & RMIT University.
33. Impacts of Climate Change and Variability on Transportation Systems and Infrastructure: Gulf Coast Study, Phase 2: Task 3.1: Screening for Vulnerability, 2015 (<https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/27882>).
34. IPCC (1994). IPCC technical guidelines for assessing climate change impacts and adaptations.
35. Mohamed Saidul Islam,et al (2012). Using geospatial techniques to assess the salinityimpact on agricultural landuse: a study on shyamnagar upazila, satkhira, Journal of agriculture and environment for international development - jaeid 2012, 106 (2): 157­169.
36. M. Melissa Rojas-Downing, A. Pouyan Nejadhashemi, Timothy Harrigan, Sean A. Woznicki (2017). Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation, [Climate Risk Management,](https://www.sciencedirect.com/science/journal/22120963) [Volume 16,](https://www.sciencedirect.com/science/journal/22120963/16/supp/C) 2017, Pages 145-163.
37. Michelle D. Staudinger, Nancy B. Grimm, Amanda Staudt, Shawn L. Carter, F. StuartChapin, Peter Kareiva, Mary Ruckelshaus, Bruce A. Stein. 2012. Impacts of Climate Change on Biodiversity, Ecosystems, and Ecosystem Services: Technical Input to the 2013 National Climate Assessment. Cooperative Report to the 2013 National Climate Assessment. 296 p.
38. Ng W-S, Mendelsohn R (2005). The impact of sea level rise on Singapore. Environ Dev Econ 10:201-215.
39. PIANC (2020), Climate change adaptation planning for ports and inland waterways, ISBN: 978-2-87223-001-3, Belgique.
40. Peltonen-Sainio et al, (2010). Crop production in a northern climate, Pirjo Peltonen- Sainio, MTT Agrifood Research Finland, Plant Production, Jokioinen, Finland.
41. Preston.B.L. and R.N.Jones (2006). Climate Change Impacts on Australia and the Benefits of Early Action to Reduce Global Greenhouse Gas Emissions. A consultancy report for the Australian Business Roundtable on Climate Change. CSIRO. Canberra, Australian Capital Territory.
42. Pinninti, Krishna Rao (2013). Climate Change Loss and Damage: Economic and Legal Foundations.
43. Shepherd, A., Mitchell, T., Lewis, K., Lenhardt, A., Jones, L., Scott, L., Mulr-Wood, R., 2013. The Geography of Poverty, Disasters and Climate Extremes in 2030. ODI, Met Office and RMS. UK.
44. U.S. Department of Transportation (2014). Impacts of Climate Change and Variability on Transportation Systems and Infrastructure: The Gulf Coast Study, Phase 2.
45. United Nations Centre for Regional Development (2016), Adaptation in the Transport Sector in Asia – Recommendations for COP21, Ninth Regional Environmentally Sustainable Transport (Est) Forum In Asia, 17-20 November 2015, Kathmandu, Nepal.
46. UNDP (2015). Second solar PV report to MOIT.
47. UNEP (2009). Vulnerability and Impact Assessment for Adaptation to Climate Change. IEA Training Manual, Volume 2. 58 pages.
48. UNECE (2020), Climate Change Impacts and Adaptation for Transport Networks and Nodes, ISBN 978-92-1-117237-9, eISBN 978-92-1-004779-1, United Nations Publications, New York, United States of America.
49. William D. Nordhaus (2006). The "Stern Review" on the Economics of Climate Change.
50. World Bank (2010c) World Development Report 2010: Development and Climate Change.
51. World Bank (2015), Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin: Annex 4 -Guidance Note on Adaptation to Climate Change for Navigation, Washington DC.
52. Van der Geest, K. và Warner, K. (2015). What the IPCC 5th Assessment Report has to say about loss and damage.
53. Verheyen R., (2012). Tackling Loss & Damage-A new role for the climate regime." The Loss and Damage in Vulnerable Countries Initiative.

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), *Kịch bản biến đổi khí hậu,* NXB Tài Nguyên – Môi trường và Bản đồ Việt Nam [↑](#footnote-ref-1)
2. Impacts of Climate Change and Variability on Transportation Systems and Infrastructure, 2015. The U.S. DOT Center for Climate Change and Environmental Forecasting [↑](#footnote-ref-2)